

S.S.121 "Catane"se"
Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – rotatoria Bolognetta

PROGETTO DEFINITIVO

COD. UP62

PROGETTAZIONE: ATI VIA - SERING - VDP - BRENG

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma A27296)

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:

MANDANTI:

PROGETTISTA:

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*
 Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*
 Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Matteo (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*
 Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*



GEOLOGO:

Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Matteo Di Girolamo (Ord. Ing. Prov. Roma 15138)

RESPONSABILE SIA:

Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)



VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Luigi Mupo

OPERE D'ARTE MINORI

SOTTOVIA

Relazione tecnica e di calcolo

| CODICE PROGETTO | | NOME FILE | | REVISIONE | SCALA: |
|-----------------|-----------------|-----------------------|----------------|--------------|-----------|
| PROGETTO | LIV. PROG. ANNO | UP62_P00ST00STRRE01_A | | | |
| DPUP0062 | D 23 | CODICE ELAB. | P00ST00STRRE01 | A | - |
| D | | - | - | | |
| C | | - | - | - | - |
| B | | - | - | - | - |
| A | EMISSIONE | FEB. 2023 | A. GULLI' | E. STRAMACCI | G. PIAZZA |
| REV. | DESCRIZIONE | DATA | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |

| | | |
|---|--|---|
| S.S. 51 "Alemagna" – Variante di Longarone Progetto Fattibilità Tecnica ed Economica | |  GRUPPO FS ITALIANE |
| VE407 | <i>Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia</i> | |

INDICE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | GENERALITA' | 4 |
| 1.1 | OGGETTO | 4 |
| 1.2 | VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO DELL'OPERA | 4 |
| 1.2.1 | <i>Vita Nominale V_n</i> | 4 |
| 1.2.2 | <i>Classi d'Uso</i> | 4 |
| 1.2.3 | <i>Periodo di Riferimento per l'azione sismica</i> | 5 |
| 1.3 | DESCRIZIONE DELLE OPERE | 5 |
| 1.3.1 | <i>Sottovia ST01</i> | 6 |
| 1.3.2 | <i>Sottovia ST02</i> | 8 |
| 1.3.3 | <i>Sottovia ST03</i> | 13 |
| 1.3.4 | <i>Sottovia ST04</i> | 15 |
| 1.3.5 | <i>Muri andatori</i> | 17 |
| 2 | NORMATIVE E RIFERIMENTI | 20 |
| 2.1 | NORME TECNICHE | 20 |
| 3 | CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO | 21 |
| 3.1 | CALCESTRUZZI | 21 |
| 3.1.1 | <i>Caratteristiche ai fini della durabilità</i> | 21 |
| 3.1.2 | <i>Copriferri nominali</i> | 23 |
| 3.1.3 | <i>Resistenze di progetto</i> | 24 |
| 3.1.4 | <i>Verifiche a fessurazione</i> | 25 |
| 3.2 | ACCIAIO IN BARRE PER CEMENTO ARMATO E RETI ELETTRISALDATE | 27 |
| 3.2.1 | <i>Qualità dell'acciaio</i> | 27 |
| 3.2.2 | <i>Resistenze di progetto</i> | 28 |
| 3.3 | ACCIAIO IN TREFOLI PER CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO | 28 |
| 4 | INQUADRAMENTO GEOTECNICO | 29 |
| 5 | MODELLO DI CALCOLO | 30 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 6 | AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO | 31 |
| 6.1 | ANALISI DEI CARICHI | 31 |
| 6.1.1 | <i>Carichi permanenti strutturali</i> | 31 |
| 6.1.2 | <i>Carichi permanenti non strutturali</i> | 31 |
| 6.1.3 | <i>Spinta delle terre</i> | 31 |
| 6.1.4 | <i>Distorsioni e deformazioni impresse - Effetti reologici: ritiro e viscosità – ϵ_2 e ϵ_3</i> | 32 |
| 6.1.5 | <i>Azioni da traffico</i> | 32 |
| 6.1.6 | <i>Carichi verticali</i> | 32 |
| 6.1.7 | <i>Distribuzione del carico sulla soletta</i> | 32 |
| 6.1.8 | <i>Azioni variabili da traffico – Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione – q_3</i> | 33 |
| 6.1.9 | <i>Azioni della temperatura</i> | 34 |
| 6.1.10 | <i>Carichi accidentali</i> | 36 |
| 6.2 | AZIONE SISMICA..... | 37 |
| 6.3 | COMBINAZIONI DELLE AZIONI..... | 37 |
| 7 | SOLLECITAZIONI DI PROGETTO | 39 |
| 7.1 | SOTTOVIA ST01 | 39 |
| 7.3 | SOTTOVIA ST02 | 41 |
| 7.4 | SOTTOVIA ST03 | 42 |
| 7.5 | SOTTOVIA ST04 | 43 |
| 8 | VERIFICHE STRUTTURALI | 45 |
| 8.1 | SOTTOVIA ST01 | 45 |
| 8.1.1 | <i>Verifiche a flessione</i> | 45 |
| 8.1.2 | <i>Verifiche a taglio</i> | 57 |
| 8.2 | SOTTOVIA ST02 | 59 |
| 8.2.1 | <i>Verifiche a flessione</i> | 59 |
| 8.2.2 | <i>Verifiche a taglio</i> | 71 |
| 8.3 | SOTTOVIA ST03 | 73 |
| 8.3.1 | <i>Verifiche a flessione</i> | 73 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 8.3.2 | Verifiche a taglio..... | 85 |
| 8.4 | SOTTOVIA ST04..... | 87 |
| 8.4.1 | Verifiche a flessione | 87 |
| 8.4.2 | Verifiche a taglio..... | 96 |
| 8.4.3 | Travi in c.a.p. | 98 |
| 9 | VERIFICHE GEOTECNICHE | 100 |
| 10 | DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 N.T.C. 2018)..... | 101 |
| 10.1 | TIPO DI ANALISI SVOLTE | 101 |
| 10.2 | ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO | 101 |
| 10.3 | AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO | 101 |
| 10.4 | MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI | 101 |
| 10.5 | INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE | 101 |
| 10.6 | GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI..... | 102 |
| 11 | ALLEGATO A – SOTTOVIA ST01 ST02 ST03..... | 103 |
| 11.1 | SOTTOVIA ST01 | 103 |
| 11.2 | SOTTOVIA ST02 | 162 |
| 11.3 | SOTTOVIA ST03 | 221 |
| 12 | ALLEGATO B – SOTTOVIA ST04 | 280 |
| 12.2 | VERIFICHE STRUTTURALI TRAVI C.A.P..... | 333 |
| 12.2.1 | Calcolo | 333 |
| 12.2.2 | Verifiche | 382 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

1 GENERALITA'

1.1 Oggetto

La presente relazione illustra l'analisi e le verifiche strutturali relative ai **Sottovia** inseriti nelle opere dell'intervento **UP62** Progetto Definitivo dell' "Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta".

Le analisi e le verifiche statiche sono condotte conformemente al livello di Progettazione Definitiva di cui trattasi e mirano al dimensionamento degli elementi principali per consentirne una piena definizione dal punto di vista prestazionale ed economico (§art. 26 e 29 D.P.R. 5/10/2010, n°207).

Le analisi e le verifiche degli aspetti di dettaglio saranno sviluppate nelle successive fasi della Progettazione Esecutiva.

1.2 Vita Nominale di progetto, Classe d'uso e Periodo di Riferimento dell'opera

1.2.1 Vita Nominale V_N

La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I. (§ 2.4.1 NTC2018). Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

| TIPI DI COSTRUZIONI | | Valori minimi di V_N (anni) |
|---------------------|---|-------------------------------|
| 1 | Costruzioni temporanee e provvisorie | 10 |
| 2 | Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari | 50 |
| 3 | Costruzioni con livelli di prestazioni elevati | 100 |

Tabella 1.1 – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

In accordo con la Committenza Anas è stato assunto:

- Vita Nominale di progetto: $V_N = 50$ anni (costruzioni con livelli di prestazione ordinari).

1.2.2 Classi d'Uso

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite (§2.4.2 NTC2018):

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

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.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Relativamente alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, delle opere di cui trattasi, vi si attribuisce:

- Classe d'Uso: **IV**;
- Coefficiente d'Uso: $C_U = 2.0$.

1.2.3 Periodo di Riferimento per l'azione sismica

Il periodo di riferimento, impiegato nella valutazione delle azioni sismiche risulta pari a:

- Periodo di Riferimento: $V_R = V_N \times C_U = 50 \times 2.0 = 100$ anni.

1.3 Descrizione delle opere

L'intervento prevede la realizzazione di otto sottovia, di cui sette in cemento armato (ST_SV02, ST_E07, ST_E71, ST_E75, ST_E77, ST_SV03 e ST_E83) e uno con travi di copertura in cemento armato precompresso (ST_AS_E12). Per le verifiche dei primi si sono individuati tre differenti modelli tipologici descritti di seguito (ST01, ST02 e ST03), per ognuno dei quali si è considerato lo spessore del rilevato massimo e minimo. Inseguito si riporta unicamente il caso con spessore del rilevato massimo in quanto risultato peggiorativo e quindi dimensionante.

Si riportano inoltre anche le verifiche dei **muri andatori ad "U"** presenti all'imbocco del sottovia ST_SV02.

1.3.1 Sottovia ST01

Tale tipologico è stato adottato per i sottovia [ST_SV02](#) e [ST_E07](#).

L'opera in oggetto è composta da una struttura scatolare a singola canna con una larghezza interna netta di 8.50 m, altezza interna netta costante pari a 7.00 m.

Le strutture portanti del sottovia in oggetto sono gettate in opera. Inoltre è previsto uno strato di magrone di 20 cm su cui poggerà la fondazione.

Le membrature avranno i seguenti spessori:

| | | ST01 |
|--------------------------------|----|-------|
| Spessore soletta di copertura | cm | 80,00 |
| Spessore piedritti | cm | 80,00 |
| Spessore soletta di fondazione | cm | 90,00 |

È stato considerato uno spessore di rinterro pari a 1.30 m.

Si riportano le viste in sezione longitudinale e sezione trasversale dei sottovia [ST_SV02](#) e [ST_E07](#):

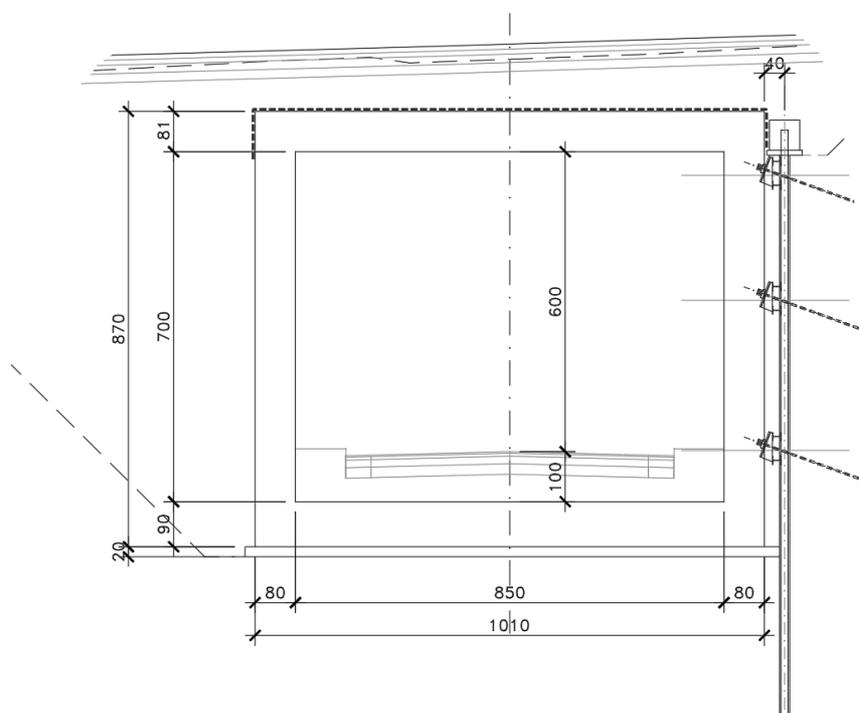


Figura Sezione trasversale ST_SV02

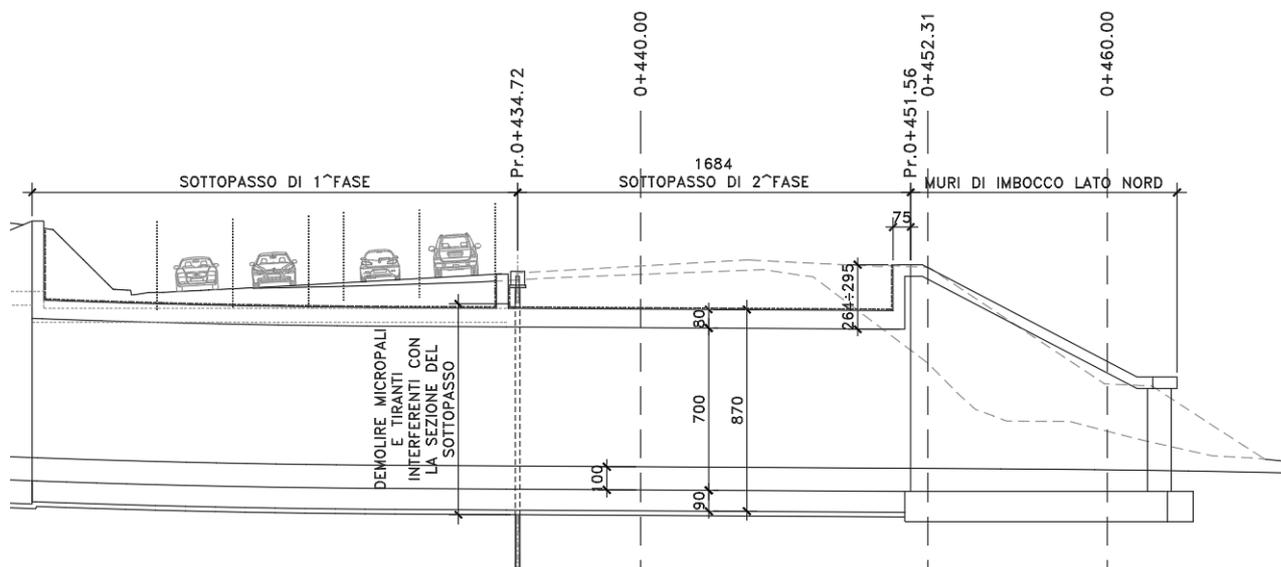


Figura Sezione longitudinale ST_SV02

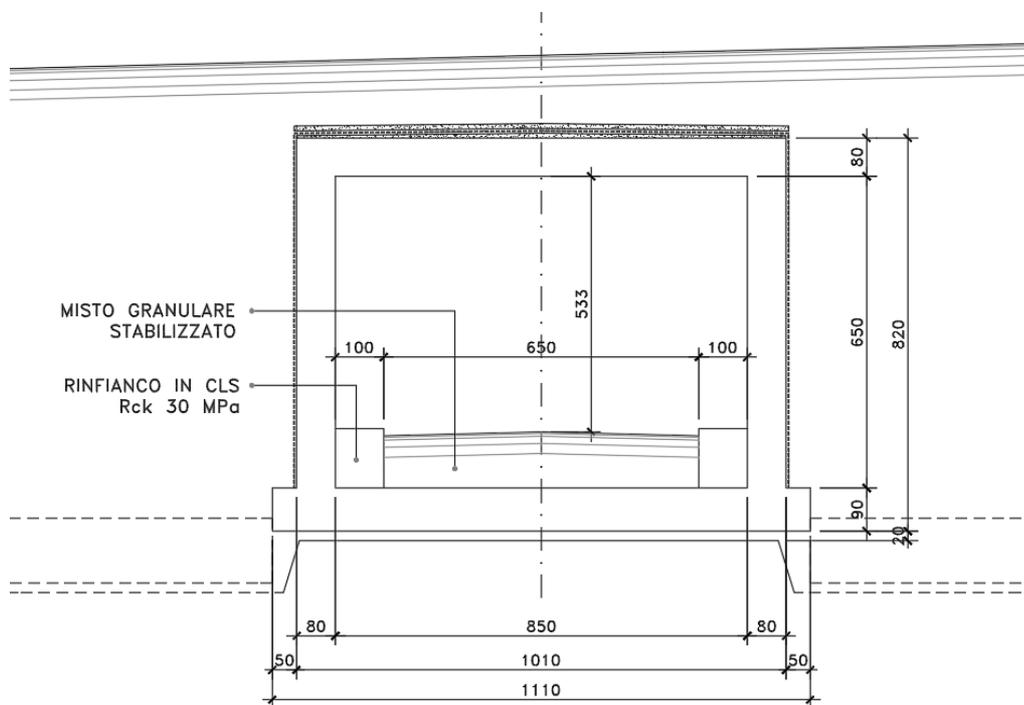


Figura Sezione trasversale ST_E07

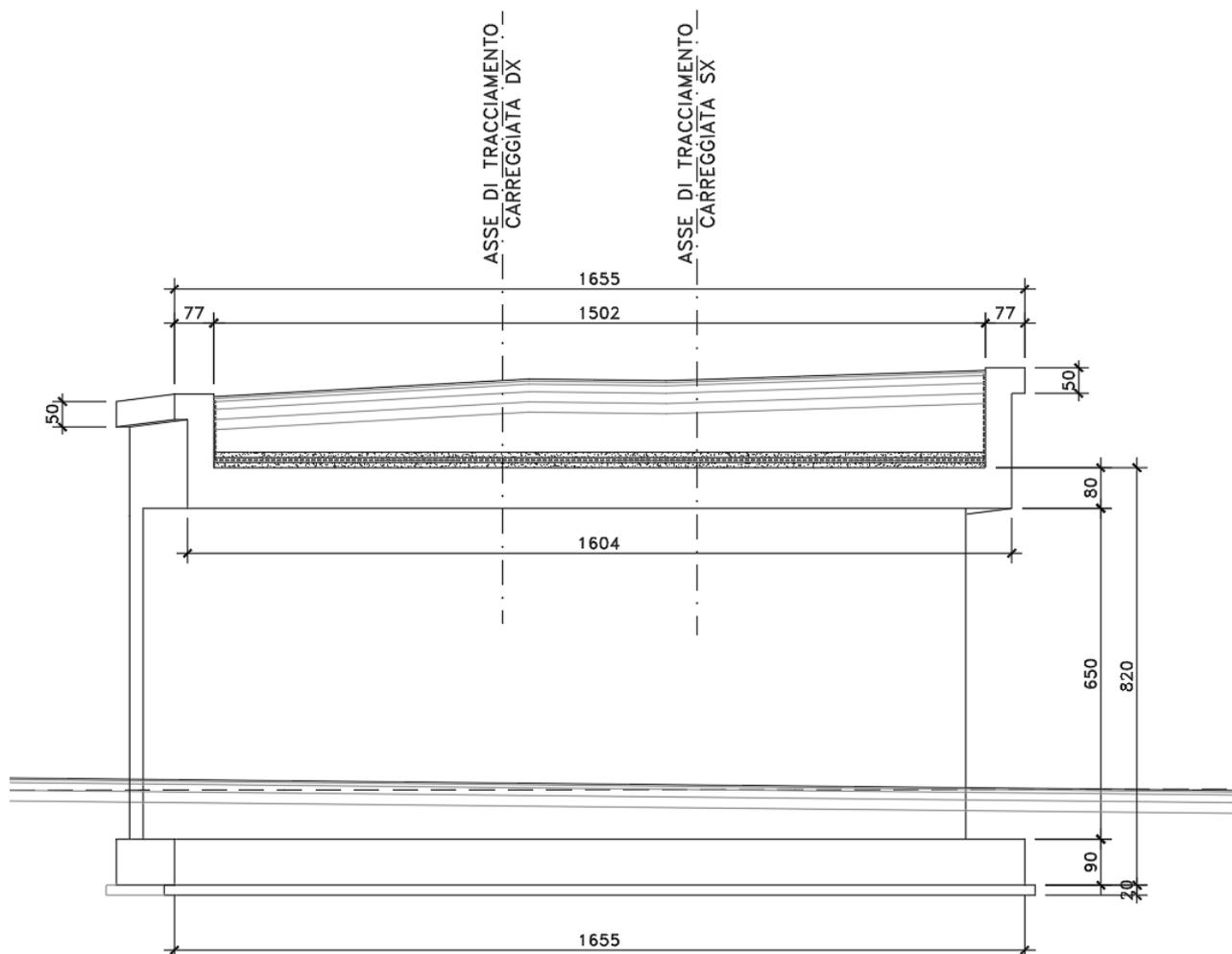


Figura Sezione longitudinale ST_E07

1.3.2 Sottovia ST02

Tale tipologico è stato adottato per i sottovia [ST_E71](#), [ST_E75](#), [ST_SV03](#) e [ST_E83](#).

L'opera in oggetto è composta da una struttura scatolare a singola canna con una larghezza interna netta di 6.00 m, altezza interna netta costante pari a 6.50 m.

Le strutture portanti del sottovia in oggetto sono gettate in opera. Inoltre è previsto uno strato di magrone di 20 cm su cui poggerà la fondazione.

Le membrature avranno i seguenti spessori:

| | | ST02 |
|--------------------------------|----|-------------|
| Spessore soletta di copertura | cm | 60,00 |
| Spessore piedritti | cm | 60,00 |
| Spessore soletta di fondazione | cm | 70,00 |

È stato considerato uno spessore di rinterro pari a 1.95 m.

Si riportano le viste in sezione longitudinale e sezione trasversale dei sottovia [ST_E71](#), [ST_E75](#), [ST_SV03](#) e [ST_E83](#):

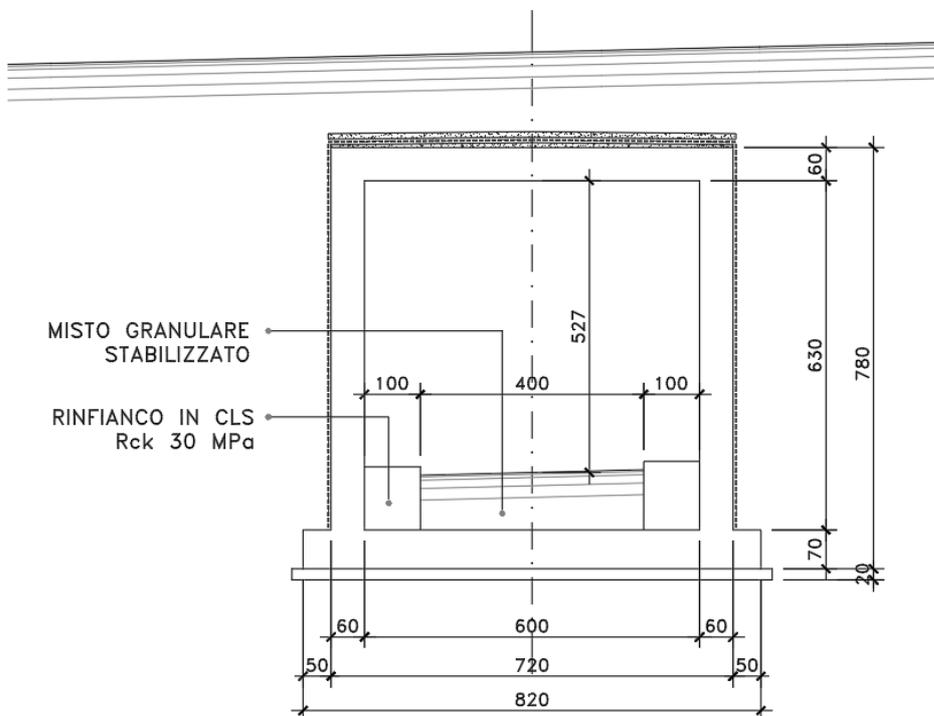


Figura Sezione trasversale ST_E71

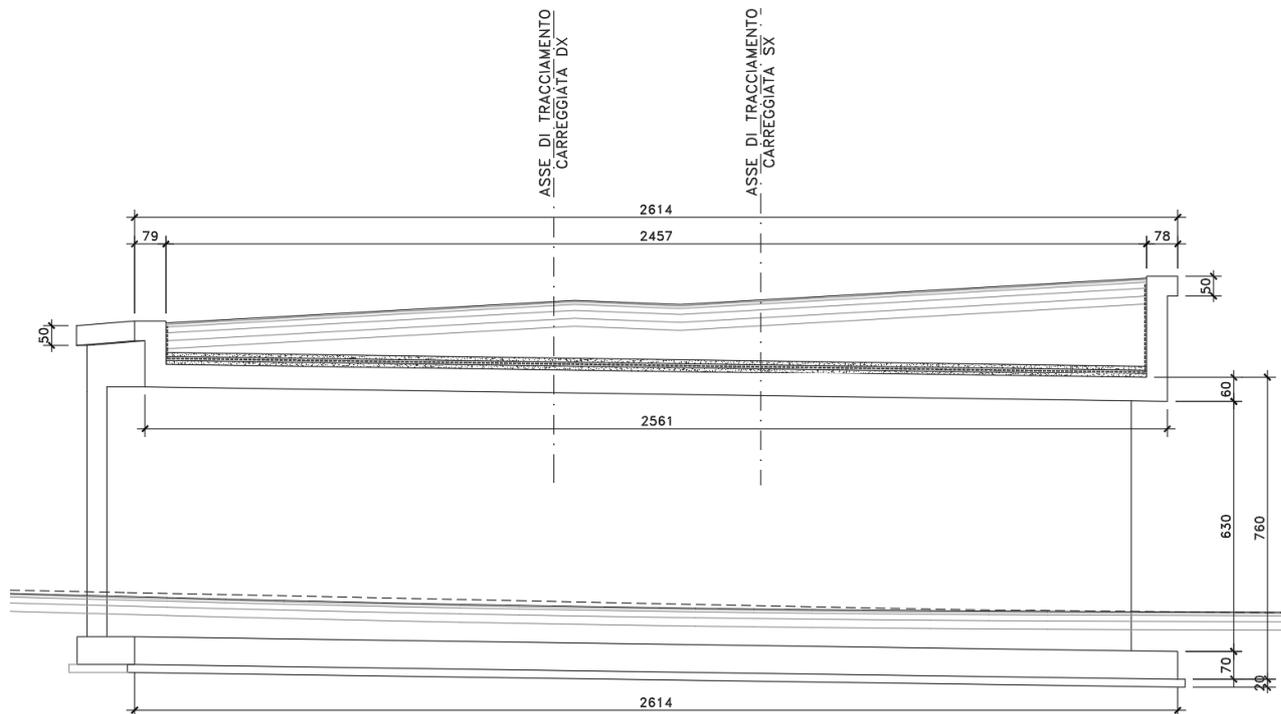


Figura Sezione longitudinale ST_E71

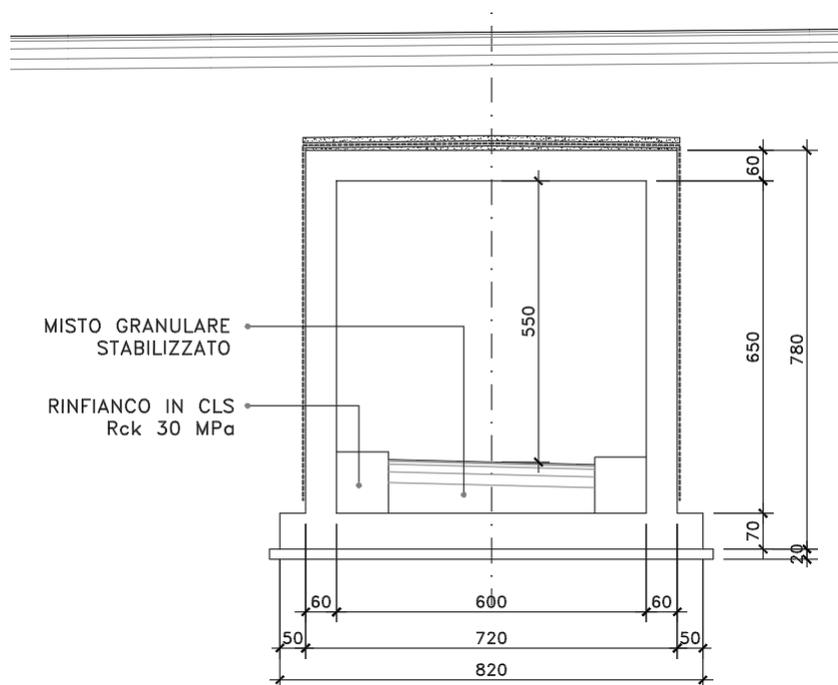


Figura Sezione trasversale ST_E75

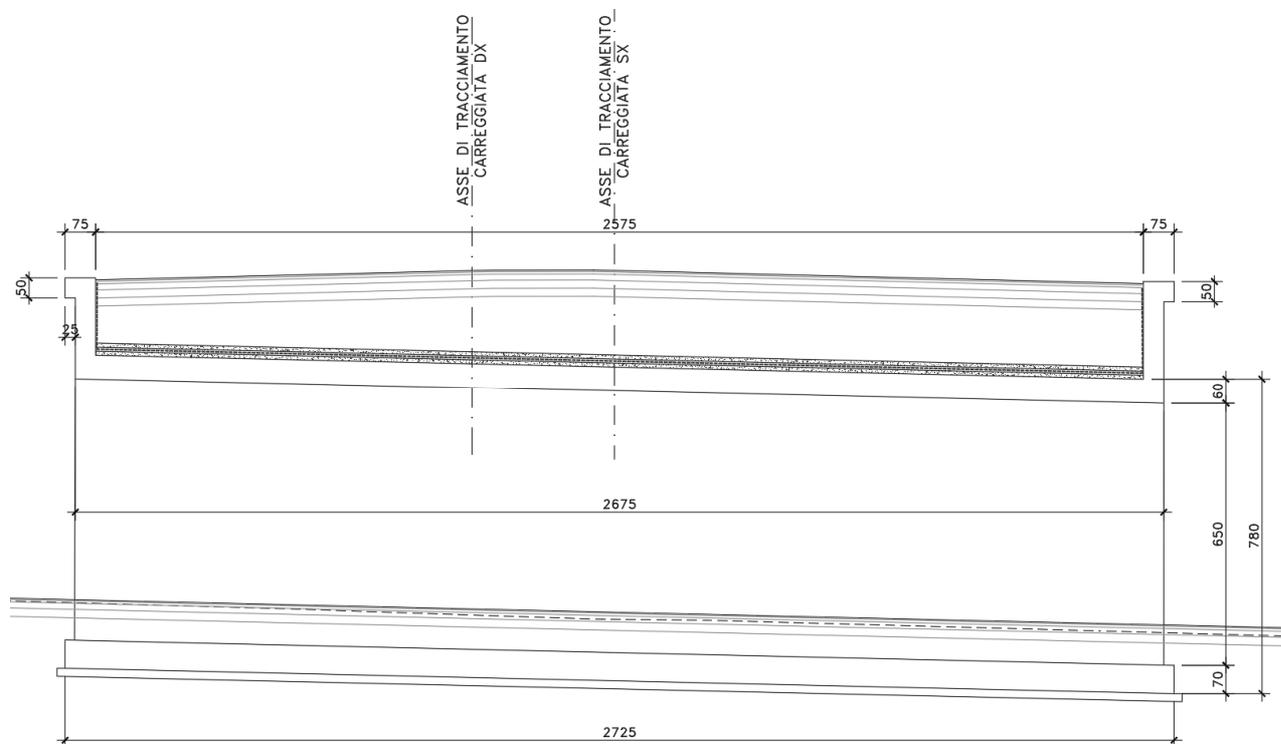


Figura Sezione longitudinale ST_E75

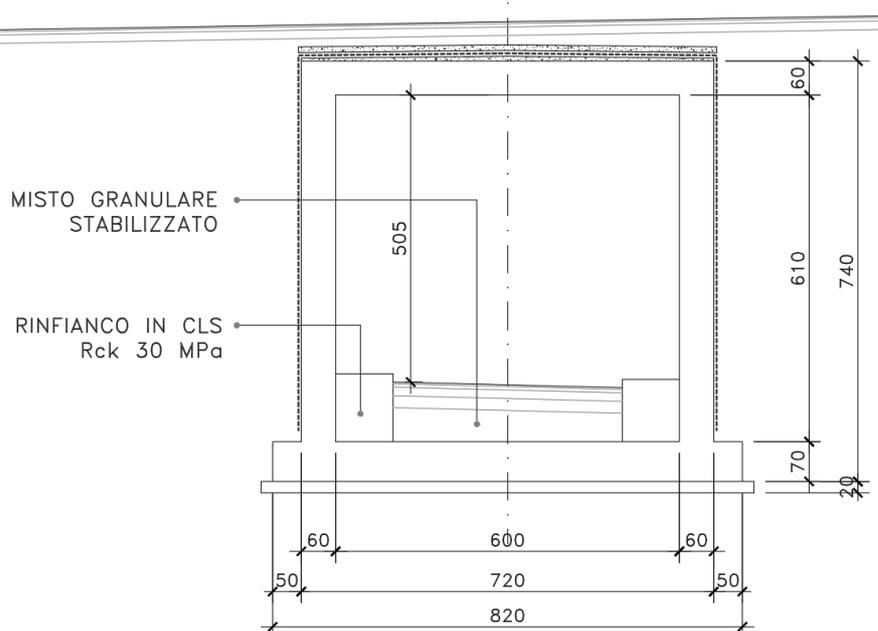


Figura Sezione trasversale ST_SV03

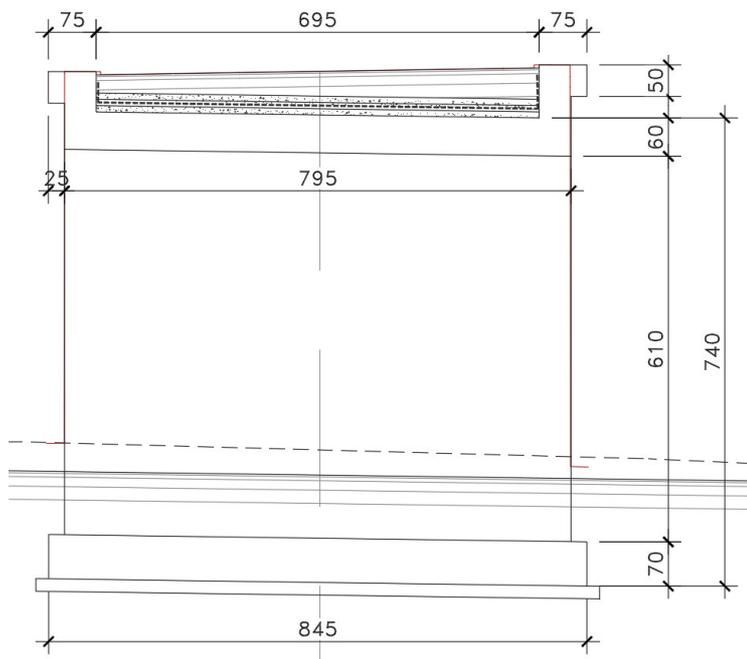


Figura Sezione longitudinale ST_SV03

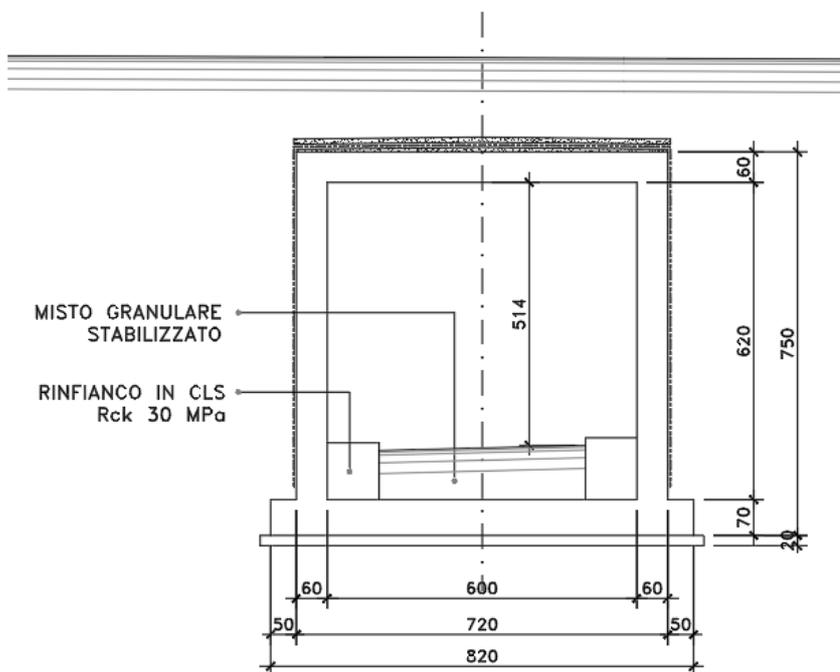


Figura Sezione trasversale ST_E83

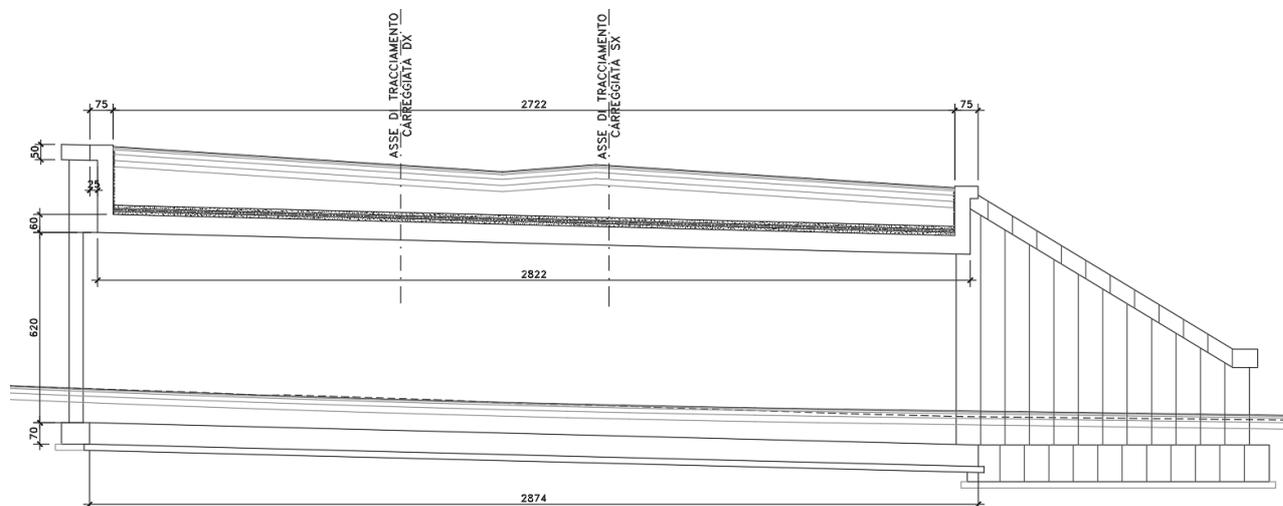


Figura Sezione longitudinale ST_E83

1.3.3 Sottovia ST03

Tale tipologico è stato adottato per il sottovia [ST_E77](#).

L'opera in oggetto è composta da una struttura scatolare a singola canna con una larghezza interna netta di **12.50 m**, altezza interna netta costante pari a **6.50 m**.

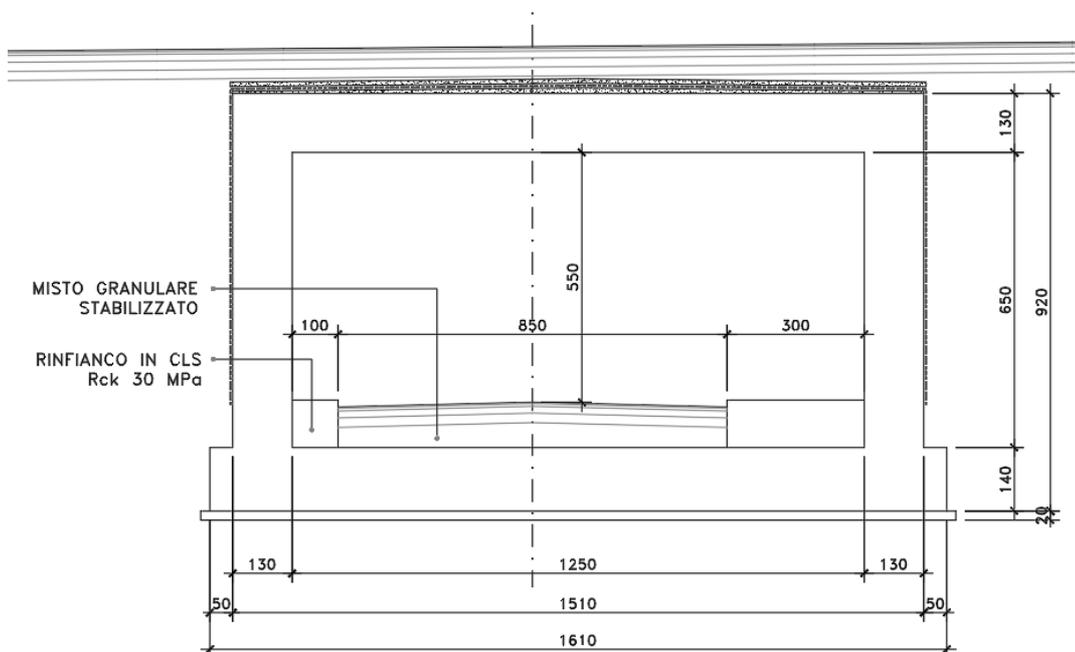
Le strutture portanti del sottovia in oggetto sono gettate in opera. Inoltre è previsto uno strato di magrone di 20 cm su cui pogerà la fondazione.

Le membrature avranno i seguenti spessori:

| | | ST03 |
|--------------------------------|----|-------------|
| Spessore soletta di copertura | cm | 130,00 |
| Spessore piedritti | cm | 130,00 |
| Spessore soletta di fondazione | cm | 140,00 |

È stato considerato uno spessore di rinterro pari a **0.45 m**.

Si riportano viste in sezione longitudinale e sezione trasversale del sottovia [ST_E77](#):

*Figura Sezione trasversale ST_E77*

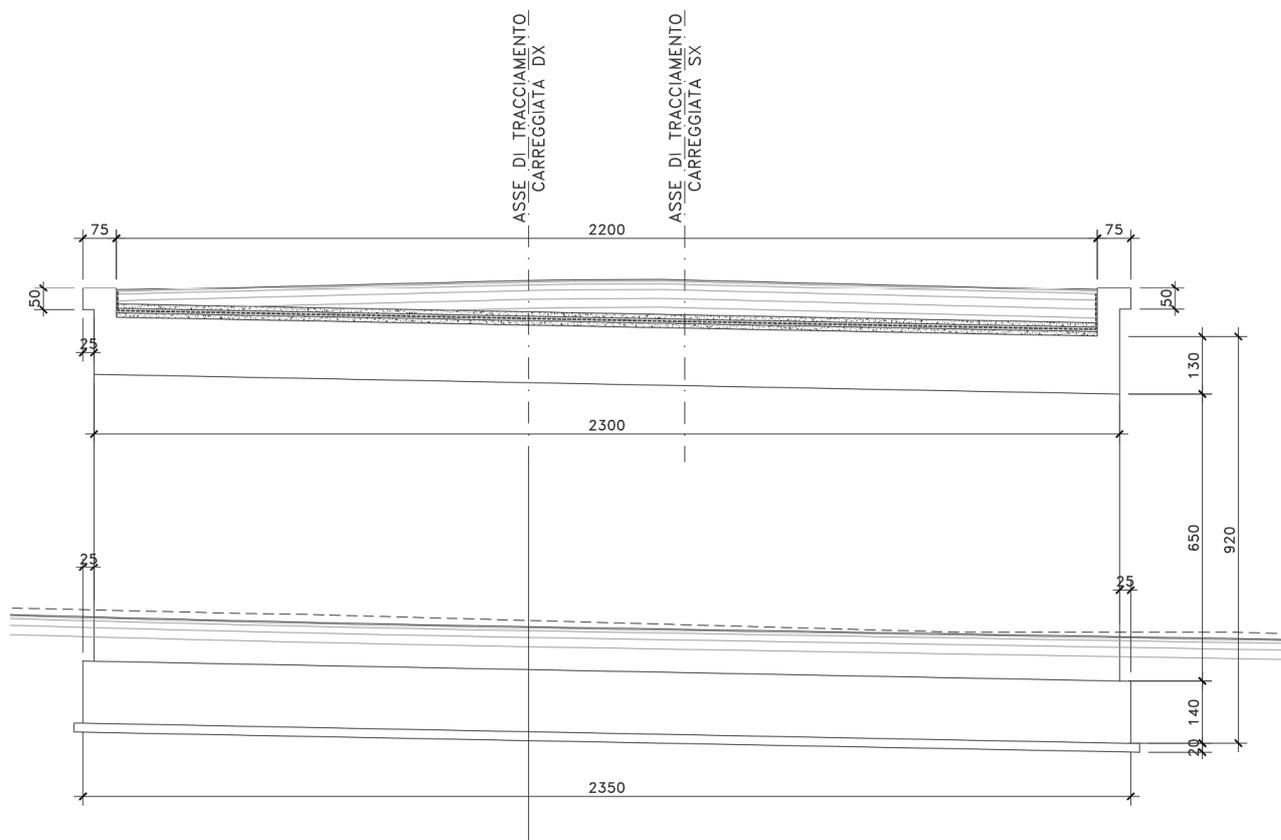


Figura Sezione longitudinale ST_E77

1.3.4 Sottovia ST04

Tale tipologico è stato adottato per il sottovia [ST_AS-E12](#).

L'opera in oggetto è composta da una struttura scatolare a singola canna con una larghezza complessiva variabile fino ad un massimo di 18.70 m (16.50 m di luce interna libera max), altezza costante pari a 9.50 m. È previsto uno strato di magrone di 20 cm su cui poggerà la fondazione.

Le membrature avranno i seguenti spessori:

Geometria

| | | | |
|---------------------|-----------------------|---|------|
| spessore traverso | S _{trav} | m | 1.00 |
| spessore fondazione | S _{fond} | m | 1.20 |
| spessore piedritti | S _{pied_ext} | m | 1.10 |
| spessore magrone | S _{magrone} | m | 0.20 |

È stato considerato uno spessore di rinterro pari a 1.80 m.

Si riportano viste in sezione longitudinale e sezione trasversale del sottovia **ST_AS-E12**:

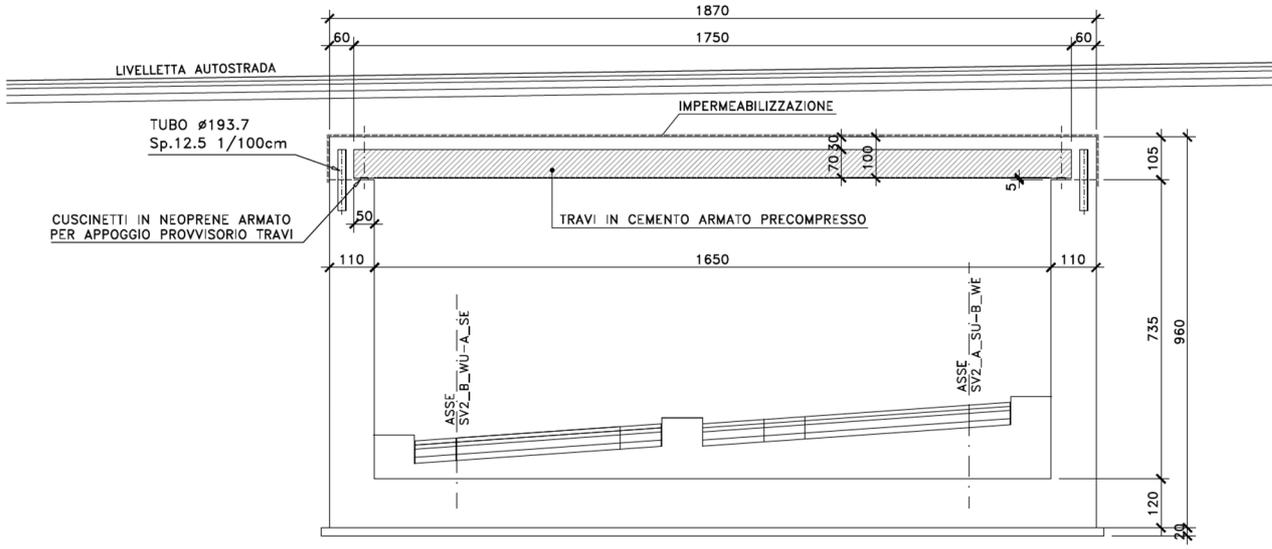


Figura Sezione trasversale ST_AS-E12

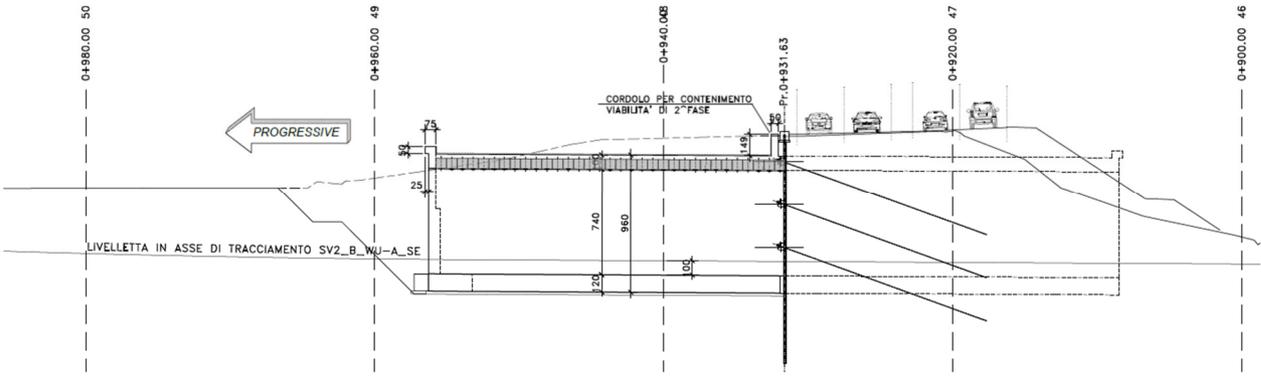


Figura Sezione longitudinale (1 FASE) ST_AS-E12

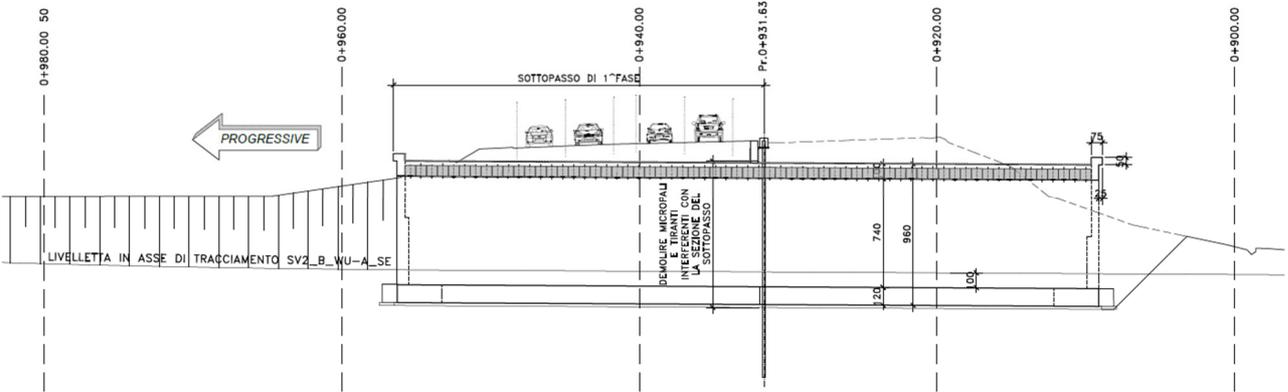


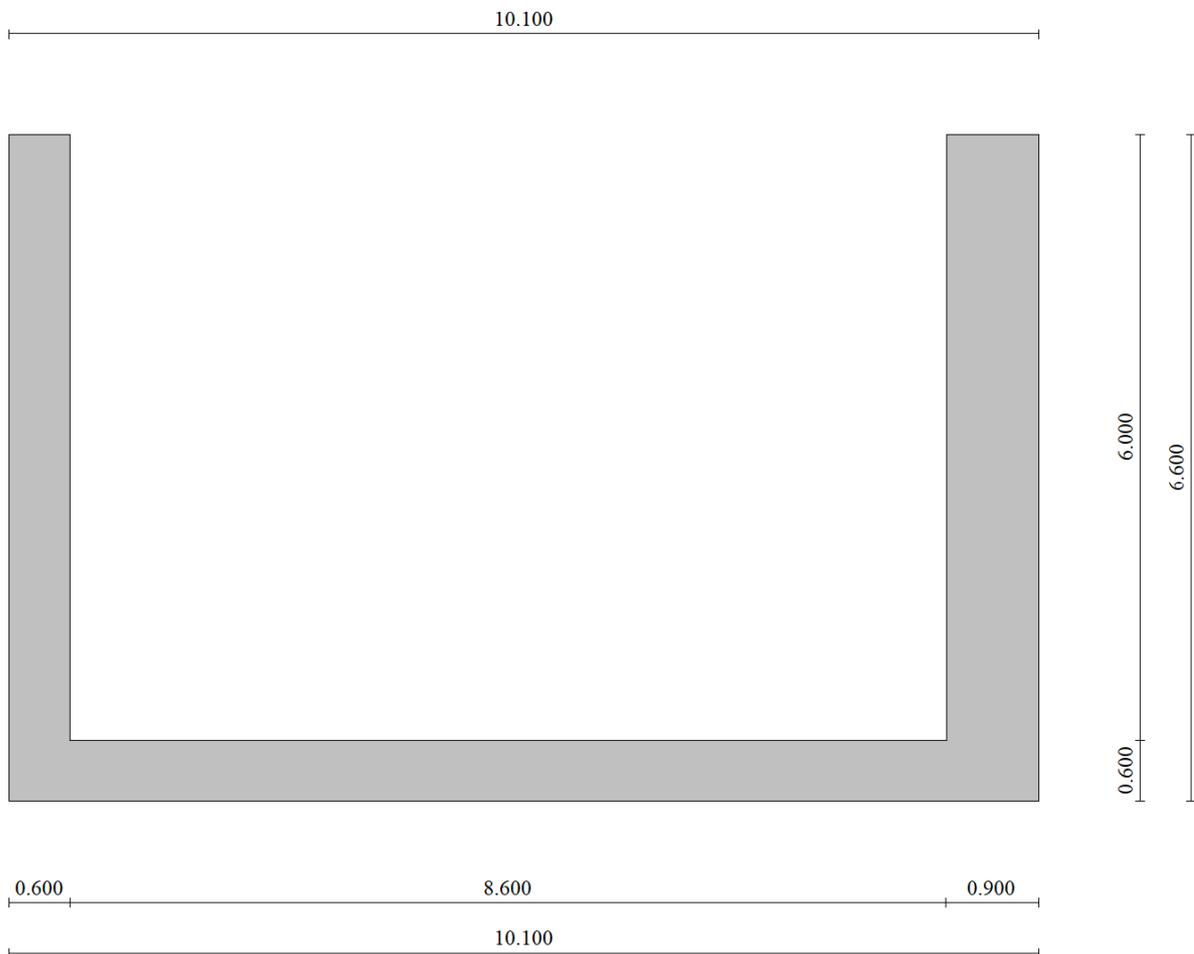
Figura Sezione longitudinale (2 FASE) ST_AS-E12

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

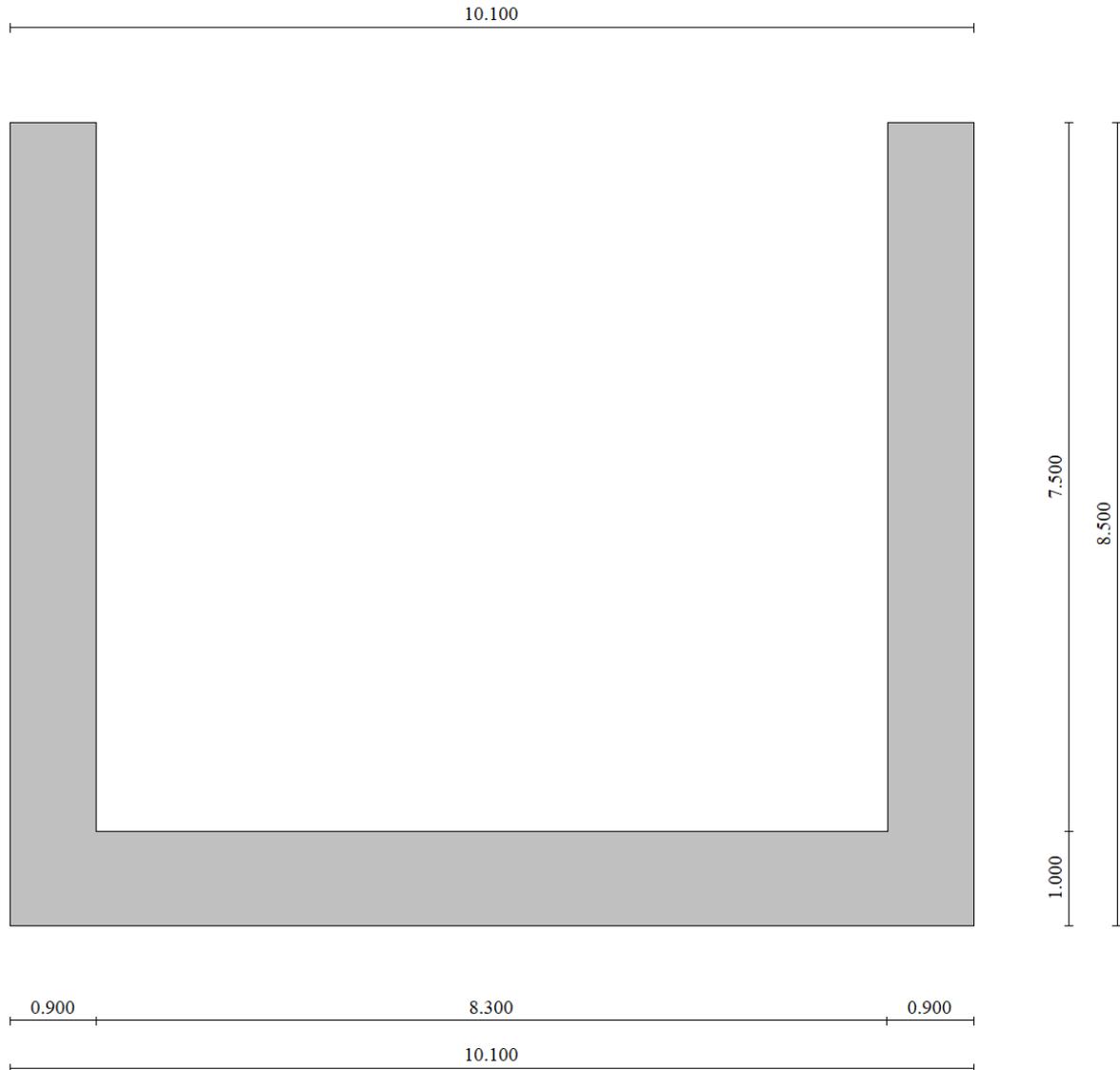
1.3.5 Muri andatori

I muri andatori ad "U" presenti all'imbocco del sottovia [ST_SV02](#) sono gettati in opera e presentano geometria variabile, con una larghezza complessiva compresa tra 10.00 m e 10.30 m e altezze del paramento comprese tra 3.50 m e 7.85 m. Anche gli spessori della fondazione e dei piedritti risultano variabili. Data l'elevata variabilità di tutti i parametri si è scelto di verificare due sezioni diverse del muro:

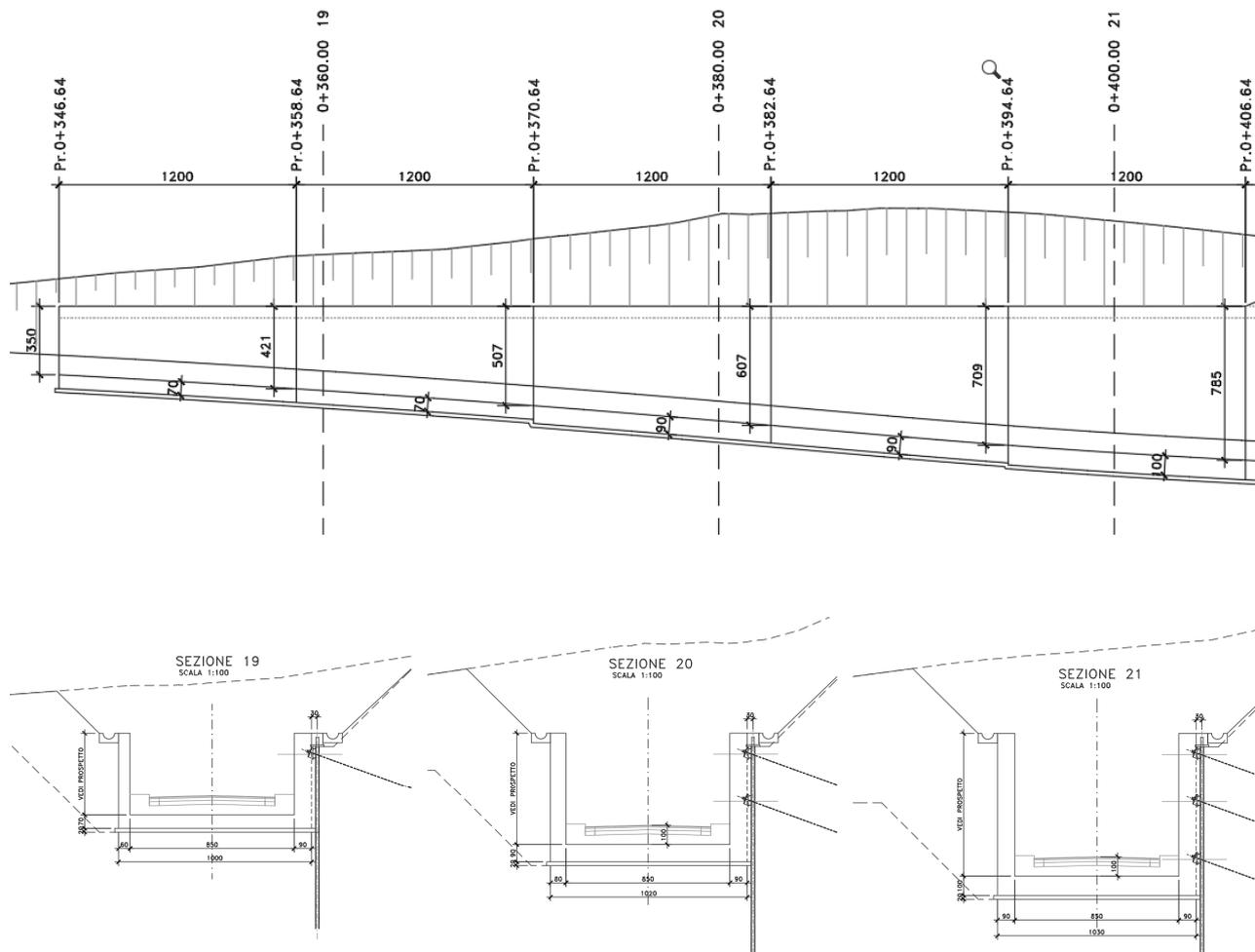
- **SEZIONE A:** altezza media del muro e spessori fondazioni e piedritti minimi.



- **SEZIONE B:** altezza massima del muro e spessori fondazioni e piedritti massimi.



Si riportano le viste in sezione longitudinale e sezione trasversale dei muri ad U relativi al sottovia [ST_SV02](#):



| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Cataneſe" | |  |
| <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

2 NORMATIVE E RIFERIMENTI

Le analisi e le verifiche delle strutture sono state effettuate nel rispetto della seguente normativa vigente:

- [D_1]. DM 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle <<Norme tecniche per le costruzioni>> (nel seguito indicate come NTC18).
- [D_2]. Circolare 21 gennaio 2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 17 gennaio 2018, supplemento ordinario n° 5 alla G. U. n° 35 del 11/02/2019 (nel seguito indicate come CNTC18).
- [D_3]. Norma Europea UNI EN 206: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformit  (Dicembre 2016).
- [D_4]. Norma Italiana UNI 11104: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformit  – Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206 (luglio 2016).

2.1 NORME TECNICHE

Il metodo di calcolo adottato   quello semiprobabilistico agli stati limite, con applicazione di coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni, variabili in ragione dello stato limite indagato.

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO

3.1 Calcestruzzi

3.1.1 Caratteristiche ai fini della durabilità

Al fine di valutare le caratteristiche vincolanti delle miscele di calcestruzzo nei confronti della durabilità viene fatto riferimento alle norme EN206 e UNI 11104.

Relativamente alla scelta delle classi di esposizione, in accordo alla "Classificazione del livello di rischio di attacco del gelo per aree climatiche del territorio italiano" contenuta nell'appendice A alla norma, che attribuisce alla [Sicilia](#) un livello di rischio [Nullo](#), è stata esclusa l'applicazione della classe XF (Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti), e conseguentemente della classe XD (corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare).

Analogamente è stata esclusa l'applicazione della classe XS (Corrosione indotta dai cloruri contenuti nell'acqua di mare).

Relativamente all'applicazione della classe XA (Attacco chimico da parte del terreno naturale e delle acque contenute nel terreno), le analisi chimiche eseguite su campioni di terreno e su acqua di falda ai sensi della norma UNI EN 206, hanno evidenziato acidità nei terreni e concentrazioni di CO₂ nell'acqua, tali da rientrare nei range illustrati nel prospetto 2 della norma.

Di seguito il prospetto di sintesi riportato nel report "Relazione sul monitoraggio ambientale ante operam".

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Cataneese" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Tabella 3-1 - Confronto dei risultati analitici sull'aggressività del terreno con i valori delle classi UNI EN 206:2016

| Campione | | S35_PZ_Amb | S02_DH_Amb | S05_PZ_Amb | S8_PZ_Amb | UNI EN 206:2016 | | |
|--|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| RAPPORTO DI PROVA | | 2146213-001 | 2145765-001 | 2145765-002 | 2145765-003 | | | |
| PROFONDITÀ (m da p.c.) | | 9 - 10 | 2 - 3 | 2 - 3 | 9 - 10 | | | |
| PARAMETRO | U.M. | VALORE | | | | XA1 Aggressività debole | XA2 Aggressività moderata | XA3 Aggressività forte |
| So ²⁻ ₄ (ione solfato) | mg/kg | 920 | 154 | 40,8 | 38,9 | ≥2000e ≤ 3000e | >3000e e ≤ 12000 | > 12000 e ≤ 24000 |
| Acidità (Baumann – Gully) | ml NaOH0,1 M/Kg | 12 | 20 | 12 | 12 | > 200 | Non incontrato nella pratica | |

| Campione | | S12_PZ_Amb | S15_PZ_Amb | S20_DH_Amb | S24_PZ_Amb | UNI EN 206:2016 | | |
|--|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| RAPPORTO DI PROVA | | 2145765-004 | 2145765-005 | 2145765-006 | 2145765-007 | | | |
| PROFONDITÀ (m da p.c.) | | 2 - 3 | 10 - 11 | 2 - 3 | 2 - 3 | | | |
| PARAMETRO | U.M. | VALORE | | | | XA1 Aggressività debole | XA2 Aggressività moderata | XA3 Aggressività forte |
| So ²⁻ ₄ (ione solfato) | mg/kg | 18000 | 21 | 862 | 44,1 | ≥2000e ≤ 3000e | >3000e e ≤ 12000 | > 12000 e ≤ 24000 |
| Acidità (Baumann – Gully) | ml NaOH0,1 M/Kg | 20 | 16 | 12 | 8 | > 200 | Non incontrato nella pratica | |

Sulla base delle concentrazioni rilevate, confrontate con i limiti stabiliti dalla norma UNI EN 206:2016, i campioni di terra esaminati risultano non aggressivi fatta eccezione per il campione prelevato in corrispondenza del sondaggio denominato S12_PZ_Amb il quale risulta fortemente aggressivo per il parametro So²⁻₄ (ione solfato).

Tabella 3-2 - Confronto dei risultati analitici sull'aggressività delle acque sotterranee con i valori delle classi UNI EN 206:2016

| Campione | | S05_PZ_Amb | S12_PZ_Amb | S28_PZ_Amb | S35_PZ_Amb | S22 | SN3 | UNI EN 206:2016 | | |
|--|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| RAPPORTO DI PROVA | | 2146823-001 | 2146823-003 | 2146823-006 | 2146823-007 | 2149554-001 | 2149554-002 | | | |
| PROFONDITÀ PIEZOMETRO (m da p.c.) | | 27 | 27,1 | 27,5 | 24,5 | 28,6 | 29,5 | | | |
| PARAMETRO | U.M. | VALORE | VALORE | VALORE | VALORE | VALORE | VALORE | XA1 Aggressività debole | XA2 Aggressività moderata | XA3 Aggressività forte |
| So ²⁻ ₄ (ione solfato) | mg/l | 511 | 2599 | 237 | 2437 | 124 | 177 | ≥200 e ≤600 | >600 e ≤3000 | > 3000 e ≤ 6000 |
| pH | unità | 7,2 | 7,4 | 8,7 | 7,6 | 7,5 | 7,6 | ≤6,5 e ≥5,5 | <5,5 e ≥4,5 | <4,5 e ≥4,0 |
| CO ₂ (aggressiva) | mg/l | 0,1 | 1,1 | 13,2 | 1,1 | < 0,1 | < 0,1 | ≥15 e ≤40 | >40 e ≤100 | >100 fino a saturazione |
| NH ⁴⁺ (ione ammonio) | mg NH4/l | < 0,04 | 0,24 | 1,1 | 1,3 | 0,5 | 0,6 | ≥15 e ≤30 | >30 e ≤60 | >60 e ≤100 |

Sulla base delle concentrazioni rilevate, confrontate con i limiti stabiliti dalla norma UNI EN 206:2016, i campioni di acqua sotterranea prelevati in corrispondenza dei piezometri S12_PZ_Amb e S35_PZ_Amb, denotano un ambiente chimico moderatamente aggressivo per il parametro So²⁻₄

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

(ione solfato); i campioni di acqua sotterranea prelevati in corrispondenza dei piezometri S05_PZ_Amb e S28_PZ_Amb, hanno evidenziato valori di concentrazione del parametro S_{O-2_4} (ione solfato) tali per cui si denota un ambiente chimico debolmente aggressivo. Per i restanti campioni prelevati si riscontra la presenza di un ambiente chimico non aggressivo.

Pertanto, per le fondazioni e le elevazioni dei sottovia è prevista una classe di esposizione XA2.

Pertanto, si ha:

Calcestruzzo sottovia:

| | |
|---|------------|
| Classe di esposizione | XC2 – XA2 |
| Classe di resistenza caratteristica a compressione: | C32/40 |
| Dimensione max aggregati: | 32 - 20 mm |
| Classe minima di consistenza: | S4 |
| Rapporto a/c: | 0.5 |
| Contenuto minimo di cemento: | 340 kg/mc |

3.1.2 Copriferrini nominali

I valori minimi dello spessore dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferrino), ai fini della protezione delle armature dalla corrosione, sono riportati nella Tab. C4.1.IV delle circolari applicative §[D_2], nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tab. 4.1.IV delle NTC:

Tabella C4.1.IV - Copriferrini minimi in mm

| | | | barre da c.a. elementi a piastra | | barre da c.a. altri elementi | | cavi da c.a.p. elementi a piastra | | cavi da c.a.p. altri elementi | |
|-----------|--------|------------|-------------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------|
| C_{min} | C_0 | ambiente | $C \geq C_0$ | $C_{min} < C < C_0$ | $C \geq C_0$ | $C_{min} < C < C_0$ | $C \geq C_0$ | $C_{min} < C < C_0$ | $C \geq C_0$ | $C_{min} < C < C_0$ |
| C25/30 | C35/45 | ordinario | 15 | 20 | 20 | 25 | 25 | 30 | 30 | 35 |
| C30/37 | C40/50 | aggressivo | 25 | 30 | 30 | 35 | 35 | 40 | 40 | 45 |
| C35/45 | C45/55 | molto ag. | 35 | 40 | 40 | 45 | 45 | 50 | 50 | 50 |

I valori della tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con Vita Nominale di 50 anni (tipo 2 della Tab. 2.4.1 delle NTC).

Per la definizione del calcestruzzo nominale, ai valori minimi di copriferrino vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

La tabella seguente illustra, i valori del calcestruzzo nominale, richiesti in base all'applicazione dei criteri sopra esposti e specializzati al caso in esame:

Per il valore del copriferrino minimo nel caso in esame si pone, un copriferrino minimo pari a 40 mm. La tolleranza di posizionamento è pari a 10 mm. Si ottiene pertanto un copriferrino nominale minimo pari a 50 mm.

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

3.1.3 Resistenze di progetto

Calcestruzzo C32/40 per strutture di fondazione e in elevazione:

| Caratteristiche Calcestruzzo | Var | unità | C32/40 |
|---|---|--------------|---------------|
| Resistenza a compressione caratteristica cubica | R_{ck} | Mpa | 40 |
| Resistenza a compressione caratteristica cilindrica | $f_{ck} = 0.83 R_{ck}$ | Mpa | 32 |
| Resistenza media a compressione cilindrica | $f_{cm} = f_{ck} + 8$ | Mpa | 40.00 |
| Resistenza media a trazione semplice | f_{ctm} | Mpa | 3.02 |
| Resistenza caratteristica a trazione semplice | $f_{ctk5\%} = 0.7 f_{ctm}$ | Mpa | 2.12 |
| Resistenza caratteristica a trazione semplice | $f_{ctk95\%} = 1.3 f_{ctm}$ | Mpa | 3.93 |
| Resistenza media a trazione per flessione | $f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$ | Mpa | 3.63 |
| Modulo elastico | $E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$ | Mpa | 33346 |

| STATI LIMITE ULTIMI | Var | unità | |
|--------------------------------------|--|--------------|-------|
| coefficiente γ_c | γ_c | | 1.50 |
| coefficiente α_{cc} | α_{cc} | | 0.85 |
| Resistenza a compressione di calcolo | $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$ | Mpa | 18.13 |
| Resistenza a trazione di calcolo | $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$ | Mpa | 1.41 |

| STATI LIMITE DI ESERCIZIO | Var | unità | |
|---|---------------------------------|--------------|-------|
| $\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico caratteristica | $\sigma_{c, max} = 0.60 f_{ck}$ | Mpa | 19.20 |
| $\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico quasi permanente | $\sigma_{c, max} = 0.45 f_{ck}$ | Mpa | 14.40 |
| σ_t - stato limite di formazione delle fessure | $\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$ | Mpa | 2.52 |

| ANCORAGGIO DELLE BARRE | Var | unità | |
|---|---|--------------|------|
| Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - buona ad. | $f_{bd} = 2.25 \times 1.0 \times 1.0 \times f_{ctk} / \gamma_c$ | Mpa | 3.18 |
| Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - non buona ad. | $f_{bd} = 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times f_{ctk} / \gamma_c$ | MPa | 2.22 |

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catane"se" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Calcestruzzo per c.a.p. C45/55:

| Caratteristiche Calcestruzzo | Var | unità | C45/55 |
|---|---|-------|--------|
| Resistenza a compressione caratteristica cubica | R_{ck} | Mpa | 55 |
| Resistenza a compressione caratteristica cilindrica | $f_{ck} = 0.83 R_{ck}$ | Mpa | 45 |
| Resistenza media a compressione cilindrica | $f_{cm} = f_{ck} + 8$ | Mpa | 53.00 |
| Resistenza media a trazione semplice | f_{ctm} | Mpa | 3.80 |
| Resistenza caratteristica a trazione semplice | $f_{ctk5\%} = 0.7 f_{ctm}$ | Mpa | 2.66 |
| Resistenza caratteristica a trazione semplice | $f_{ctk95\%} = 1.3 f_{ctm}$ | Mpa | 4.93 |
| Resistenza media a trazione per flessione | $f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$ | Mpa | 4.55 |
| Modulo elastico | $E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$ | Mpa | 36283 |

| STATI LIMITE ULTIMI | Var | unità | |
|--------------------------------------|--|-------|-------|
| coefficiente γ_c | γ_c | | 1.50 |
| coefficiente α_{cc} | α_{cc} | | 0.85 |
| Resistenza a compressione di calcolo | $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$ | Mpa | 25.50 |
| Resistenza a trazione di calcolo | $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$ | Mpa | 1.77 |

| STATI LIMITE DI ESERCIZIO | Var | unità | |
|---|---------------------------------|-------|-------|
| $\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico caratteristica | $\sigma_{c, max} = 0.60 f_{ck}$ | Mpa | 27.00 |
| $\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico quasi permanente | $\sigma_{c, max} = 0.45 f_{ck}$ | Mpa | 20.25 |
| σ_t - stato limite di formazione delle fessure | $\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$ | Mpa | 3.16 |
| Resistenza cubica cls allo scassero | R_{ckj} | Mpa | 40.0 |
| tensioni max iniziali di compressione | $\sigma_c < 0.6 f_{ckj}$ | Mpa | 19.92 |
| tensioni max iniziali di compr. - elementi con arm.pretesa | $\sigma_c < 0.7 f_{ckj}$ | Mpa | 23.24 |

| ANCORAGGIO DELLE BARRE | Var | unità | |
|---|--|-------|------|
| Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - buona ad. | $f_{bd} = 2.25 \times 1.0 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$ | Mpa | 3.99 |
| Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - non buona ad. | $f_{bd} = 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$ | MPa | 2.79 |

3.1.4 Verifiche a fessurazione

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature, sono suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato dalla Tab. 4.1.III delle NTC2018:

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

| Condizioni ambientali | Classe di esposizione |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Ordinarie | X0, XC1, XC2, XC3, XF1 |
| Aggressive | XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3 |
| Molto aggressive | XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4 |

Nel caso in esame si considerano:

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catane"se" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

- Condizioni **aggressive**: per le verifiche a fessurazione dei rivestimenti definitivi (classe di esposizione **XA2**).

La Tab. 4.1.IV stabilisce i criteri per la scelta degli stati limite di fessurazione in funzione delle condizioni ambientali e del tipo di armatura:

Tab. 4.1.IV - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

| Gruppi di Esigenze | Condizioni ambientali | Combinazione di azioni | Armatura | | | |
|--------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------|-----------------------------|------------|
| | | | Sensibile Stato limite | w_k | Poco sensibile Stato limite | w_k |
| A | Ordinarie | frequente | apertura fessure | $\leq w_2$ | apertura fessure | $\leq w_3$ |
| | | quasi permanente | apertura fessure | $\leq w_1$ | apertura fessure | $\leq w_2$ |
| B | Aggressive | frequente | apertura fessure | $\leq w_1$ | apertura fessure | $\leq w_2$ |
| | | quasi permanente | decompressione | - | apertura fessure | $\leq w_1$ |
| C | Molto aggressive | frequente | formazione fessure | - | apertura fessure | $\leq w_1$ |
| | | quasi permanente | decompressione | - | apertura fessure | $\leq w_1$ |

Pertanto, nel caso in esame si ha:

- Verifiche a fessurazione – condizioni ambientali **aggressive** – Armatura poco sensibile:
 - o Combinazione di azioni quasi permanente: $w_k \leq w_1 = 0.2$ mm

In accordo al par. §4.1.2.2.4.5, le verifiche allo stato limite di apertura delle fessure sono state condotte senza calcolo diretto, verificando che la tensione di trazione dell'armatura, valutata nella sezione parzializzata per la combinazione di carico pertinente, sia contenuta entro i valori limite specificati nelle seguenti tabelle:

Tabella C4.1.II Diametri massimi delle barre per il controllo di fessurazione

| Tensione nell'acciaio σ_s [MPa] | Diametro massimo ϕ delle barre (mm) | | |
|---|--|----------------|----------------|
| | $w_3 = 0,4$ mm | $w_2 = 0,3$ mm | $w_1 = 0,2$ mm |
| 160 | 40 | 32 | 25 |
| 200 | 32 | 25 | 16 |
| 240 | 20 | 16 | 12 |
| 280 | 16 | 12 | 8 |
| 320 | 12 | 10 | 6 |
| 360 | 10 | 8 | - |

Tabella C4.1.III - Spaziatura massima delle barre per il controllo di fessurazione

| Tensione nell'acciaio σ_s [MPa] | Spaziatura massima s delle barre (mm) | | |
|---|---------------------------------------|----------------|----------------|
| | $w_3 = 0,4$ mm | $w_2 = 0,3$ mm | $w_1 = 0,2$ mm |
| 160 | 300 | 300 | 200 |
| 200 | 300 | 250 | 150 |
| 240 | 250 | 200 | 100 |
| 280 | 200 | 150 | 50 |
| 320 | 150 | 100 | - |
| 360 | 100 | 50 | - |

In rapporto a quanto specificato nelle precedenti tabelle è possibile individuare le tensioni limite dell'acciaio per ciascun diametro delle barre:

| Tensioni limite in funzione diametro barre | | | |
|--|--|--------------|--------------|
| Diametro barre ϕ [mm] | Tensione max acciaio σ_s [Mpa] | | |
| | $w_3=0.4$ mm | $w_2=0.3$ mm | $w_1=0.2$ mm |
| 40 | 160 | 114 | 93 |
| 36 | 180 | 137 | 111 |
| 32 | 200 | 160 | 129 |
| 30 | 207 | 171 | 138 |
| 28 | 213 | 183 | 147 |
| 26 | 220 | 194 | 156 |
| 24 | 227 | 204 | 164 |
| 22 | 233 | 213 | 173 |
| 20 | 240 | 222 | 182 |
| 18 | 260 | 231 | 191 |
| 16 | 280 | 240 | 200 |
| 14 | 300 | 260 | 220 |
| 12 | 320 | 280 | 240 |
| 10 | 360 | 320 | 260 |
| 8 | 360 | 360 | 280 |
| 6 | 360 | 360 | 320 |

3.2 Acciaio in barre per cemento armato e Reti Elettrosaldate

3.2.1 Qualità dell'acciaio

Acciaio in barre B450C in accordo a DM 17/01/2018 (Capitolo 11).

Le Reti Elettrosaldate (RES), potranno essere realizzate impiegando acciaio B450A con le limitazioni all'impiego previste nel capitolo 11 delle NTC2018.

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Cataneese" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

3.2.2 Resistenze di progetto

| Caratteristiche Acciaio per Calcestruzzo armato | Var | unità | B450C | B450A |
|--|-----------------------------|--------------|--------|--------|
| Qualità dell'acciaio | | | | |
| Tensione caratteristica di snervamento nominale | f_{yk} | Mpa | 450 | 450 |
| Tensione caratteristica a carico ultimo nominale | f_{tk} | Mpa | 540 | 450 |
| Modulo elastico | Es | Mpa | 210000 | 210000 |
| diametro minimo della barra impiegabile | ϕ_{min} | mm | 6 | 5 |
| diametro massimo della barra impiegabile | ϕ_{max} | mm | 40 | 10 |
| STATI LIMITE ULTIMI | | | | |
| | Var | unità | | |
| coefficiente γ_s | γ_s | | 1.15 | 1.15 |
| Resistenza di calcolo | $f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s$ | Mpa | 391.3 | 391.3 |
| STATI LIMITE DI ESERCIZIO | | | | |
| | Var | unità | | |
| $\sigma_{s,max}$ - combinazione di carico caratteristica | $\sigma_{s,max}=0.8 f_{yk}$ | Mpa | 360.0 | 360.0 |

3.3 Acciaio in trefoli per cemento armato precompresso

Acciaio in trefoli in accordo a DM 17/01/2018 (Capitolo 11).

ACCIAIO

| Caratteristiche Acciaio da precompressione | Var | unità | Trefoli |
|--|-----------------------------------|-------|----------------|
| Tipologia di armatura | | | Trefoli |
| Tensione caratteristica a carico ultimo | f_{ptk} | Mpa | 1860 |
| Tensione caratteristica di snervamento | $f_{pyk} f_{p(0.1)k} f_{p(1)k}^*$ | Mpa | 1670 |
| Modulo elastico | Es | Mpa | 195000 |

* f_{pyk} per acciaio in barre $f_{p(0.1)k}$ per acciaio in fili $f_{p(1)k}$ per acciaio in trefoli e trecce

4 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Per la costante di sottofondo verticale, che influenza in maniera limitata i risultati delle analisi in termini di caratteristiche della sollecitazione agenti nelle membrature della galleria, ci si è riferiti alle indicazioni fornite da Bowles "Fondazioni" – Ed. McGraw-Hill.

| Terreno | $k_s, \text{kN/m}^3$ |
|--------------------------------------|----------------------|
| Sabbia sciolta | 4800 ÷ 16000 |
| Sabbia mediamente compatta | 9600 ÷ 80000 |
| Sabbia compatta | 64000 ÷ 128000 |
| Sabbia argillosa mediamente compatta | 32000 ÷ 80000 |
| Sabbia limosa mediamente compatta | 24000 ÷ 48000 |
| Terreno argilloso: | |
| $q_u \leq 200 \text{ kPa}$ | 12000 ÷ 24000 |
| $200 < q_u \leq 400 \text{ kPa}$ | 24000 ÷ 48000 |
| $q_u > 400 \text{ kPa}$ | > 48000 |

Figura 1 Valori indicativi del modulo di reazione k_s (Bowles – Fondazioni)

In accordo alle caratteristiche granulometriche e di addensamento dei materiali di fondazione è stata assunta una costante di sottofondo verticale pari a:

- $K_s = 24000 \text{ kN/mc}$.

Per il rinterro sono stati considerati i seguenti parametri geotecnici:

| Terreno | γ | ϕ' |
|---------|----------|---------|
| | [kN/mc] | ° |
| R | 18 | 35 |

A favore di sicurezza, è stata assunta la quota della falda coincidente con il piano di posa.

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

5 MODELLO DI CALCOLO

Per la determinazione delle sollecitazioni agenti nei vari elementi strutturali, è stato sviluppato un modello di calcolo agli elementi finiti.

Mentre il sottovia ST01, ST02 e ST03 è completamente gettato in opera, per quanto riguarda la copertura del sottovia ST04 prevede due distinte fasi e schemi di calcolo:

1. gli elementi strutturali resistenti sono le travi precomprese soggette al peso proprio, ai permanenti portati e agli accidentali di seconda fase; lo schema statico è quello di trave appoggiata;
2. l'elemento resistente è quello composto dal sistema travi e soletta di completamento soggetto ai permanenti portati e agli accidentali di seconda fase; lo schema statico rimane quello di trave doppiamente appoggiata avendo svincolato la trave dal resto della struttura.

Per le travi prefabbricate della copertura è stato utilizzato il software SIGMA-C e le verifiche sono state effettuate con il software TCAP entrambi prodotti da SIGMA-C SOFT - Via della Croce Rossa n.42, 35129 Padova – ITALIA.

Il programma risolve il problema strutturale della determinazione delle sollecitazioni nei vari elementi con il metodo di Massonet. Per la valutazione dell'evolvere dello stato tensionale delle travi prefabbricate e degli altri elementi strutturali nel tempo vengono fissate delle fasi di costruzione del traverso. Ciò permette di controllare la rispondenza delle verifiche anche delle fasi transitorie, che possono essere più limitative delle verifiche di esercizio.

Un'ipotesi fondamentale nello svolgimento dei calcoli è quella della conservazione delle sezioni piane per tutti gli elementi strutturali verificati. Da ciò ne consegue che è sufficiente verificare le tensioni dei materiali nei punti più distanti dall'asse baricentrico, risultando le tensioni nei punti intermedi contenute tra la massima ad un lembo e la minima all'altro.

Le restanti membrature (fondazioni e piedritti) e le sezioni d'incastro del traverso di copertura sono state analizzate per semplicità di calcolo in riferimento ad un concio di larghezza unitaria del telaio scatolare.

La conformazione della struttura limita notevolmente la sua deformabilità, pertanto, nel calcolo delle spinte statiche del terreno a tergo dei piedritti è stato adottato coefficiente di spinta a riposo K_0 .

Per la risoluzione del modello è stato utilizzato il programma di calcolo automatico "SCAT" prodotto dalla Aztec Informatica s.r.l., Corso Umberto 43 – 87050 Casole Bruzio (CS).

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

6 AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO

6.1 Analisi dei carichi

Nel presente paragrafo si riporta l'analisi dei carichi permanenti ed accidentali agenti sulla struttura in esame condotta secondo la normativa di riferimento.

6.1.1 Carichi permanenti strutturali

Per quanto riguarda la struttura il peso proprio degli elementi strutturali è automaticamente valutato dal programma di calcolo utilizzato per l'analisi. Esso è calcolato considerando per il calcestruzzo un peso per unità di volume pari a 25 kN/m³.

6.1.2 Carichi permanenti non strutturali

Sulla struttura è applicato il carico dovuto ai pesi permanenti relativi al ritombamento.

Per le verifiche delle travi prefabbricate in c.a.p. relative al Sottovia ST04, sono stati considerati i seguenti valori delle azioni:

Geometria

| | | | |
|--------------------------------|----------------|---|------|
| altezza travi ca | ht ca | m | 0,70 |
| altezza getto di completamento | hcompletamento | m | 0,30 |

Pesi materiali

| | | | |
|----------------|------------|-------|------|
| peso cls | pp cls | kN/mc | 25,0 |
| peso reinterro | pp terreno | kN/mc | 19,0 |

Carichi elementari

| | | | |
|---|-----------|-------|------|
| peso proprio travi | G1 fase 1 | kN/mq | 17,5 |
| peso proprio getto di completamento | G2 fase 1 | kN/mq | 7,5 |
| peso proprio massetto + imp. + protezione | G2 fase 2 | kN/mq | 2,50 |
| peso proprio reinterro | G2 fase 2 | kN/mq | 34,6 |
| carico accidentale | Q1 | kN/mq | 20,0 |

6.1.3 Spinta delle terre

Il peso del terreno a tergo della struttura determina una spinta laterale sui piedritti avente distribuzione triangolare. Il calcolo della spinta del terreno è stata effettuato con riferimento al coefficiente di spinta a riposo K_0 .

6.1.4 Distorsioni e deformazioni impresse - Effetti reologici: ritiro e viscosità – ϵ_2 e ϵ_3

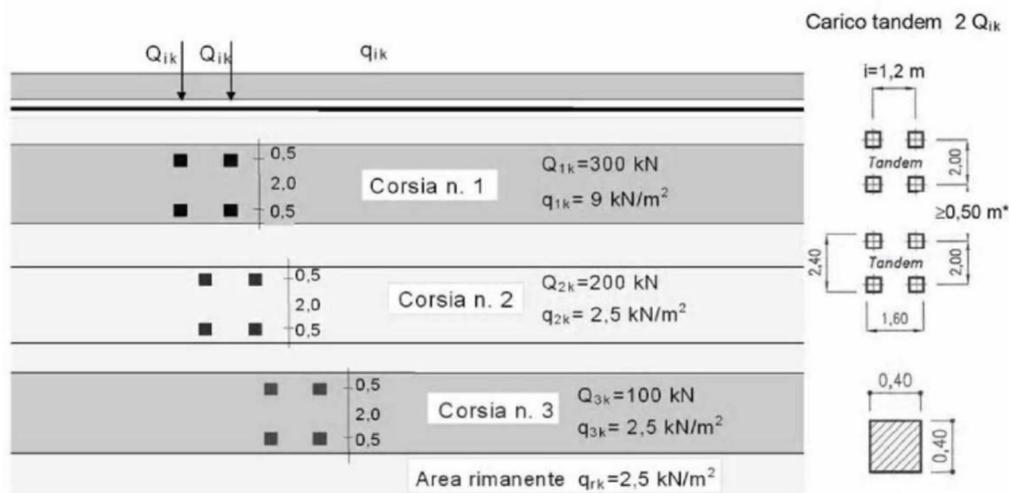
Le azioni di ritiro e viscosità, nel caso in esame, poiché si tratta di strutture di dimensioni contenute, interamente gettate in opera in tempi ravvicinati, non producono effetti sostanziali per il dimensionamento delle opere. Tali azioni sono state quindi, trascurate nel modello di calcolo.

6.1.5 Azioni da traffico

I carichi variabili da traffico sono definiti dagli schemi di carico descritti nel punto 5.1.3.3.3 delle NTC2018. Le intensità dei carichi concentrati e distribuiti considerate sono quelle relative ai Ponti di 1° Categoria richiamate nella Tab. 5.1.II delle suddette normative. Essi includono già gli effetti dinamici per pavimentazioni di media rugosità. Pertanto non risulta necessario utilizzare coefficienti dinamici moltiplicativi.

6.1.6 Carichi verticali

Ai fini del calcolo si è fatto riferimento allo Schema di Carico 1 costituito da carichi concentrati su due assi tandem, applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0.40 m, e da carichi uniformemente distribuiti come mostrato nella seguente figura:



• – Schema di carico 1

Le specifiche dello schema di carico sono riportate di seguito.

| Posizione | Carico asse Q_{ik} [kN] | q_{ik} [kN/m ²] |
|-----------------|---------------------------|-------------------------------|
| Corsia Numero 1 | 300 | 9,00 |
| Corsia Numero 2 | 200 | 2,50 |
| Corsia Numero 3 | 100 | 2,50 |
| Altre corsie | 0,00 | 2,50 |

6.1.7 Distribuzione del carico sulla soletta

L'impronta di ciascuna ruota è caratterizzata dalle seguenti dimensioni:

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

B = 0.40 m (in direzione perpendicolare all'asse dello scatolare)

L = 0.40 m (in direzione parallela all'asse dello scatolare)

Si considera, inoltre, una diffusione attraverso la pavimentazione e lo spessore della soletta, secondo un angolo di 30° attraverso la prima e di 45° attraverso la seconda, fino al piano medio della soletta.

6.1.8 Azioni variabili da traffico – Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione – q3

L'azione longitudinale di frenamento o di accelerazione q3 è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale n.1:

$$180 \text{ kN} \leq q_3 = 0.6 (2Q_{ik}) + 0.10 q_{ik} w_1 L \leq 900 \text{ kN}$$

La forza, applicata a livello della pavimentazione ed agente lungo l'asse della corsia, è assunta uniformemente distribuita sulla lunghezza caricata e include gli effetti di interazione.

Nel caso in esame si ha:

ST01

Carichi orizzontali di frenatura/avviamento

| | | | |
|--|-----|-------|-------|
| Larghezza corsia | wk | 3,00 | m |
| Forza di frenatura/avviamento | Fa | 387,3 | kN |
| Forza di frenatura/avviamento diffusa | Fad | 129,1 | kN/m |
| Forza di frenatura/avviamento diffusa e distribuit | Ffd | 12,8 | kN/mq |

ST02

Carichi orizzontali di frenatura/avviamento

| | | | |
|--|-----|-------|-------|
| Larghezza corsia | wk | 3,00 | m |
| Forza di frenatura/avviamento | Fa | 379,4 | kN |
| Forza di frenatura/avviamento diffusa | Fad | 126,5 | kN/m |
| Forza di frenatura/avviamento diffusa e distribuit | Ffd | 17,6 | kN/mq |

ST03

Carichi orizzontali di frenatura/avviamento

| | | | |
|--|-----|-------|-------|
| Larghezza corsia | wk | 3,00 | m |
| Forza di frenatura/avviamento | Fa | 400,8 | kN |
| Forza di frenatura/avviamento diffusa | Fad | 133,6 | kN/m |
| Forza di frenatura/avviamento diffusa e distribuit | Ffd | 8,8 | kN/mq |

ST04

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Azione della frenatura

| | | | |
|-------------------------------|-------|----|-------|
| Larghezza della corsia | W_1 | m | 3,00 |
| Lunghezza della zona caricata | L | m | 22,70 |
| Azione frenante | q_3 | kN | 421,3 |
| Larghezza del portale | B | m | 20,80 |

6.1.9 Azioni della temperatura

Le variazioni termiche agenti sulle strutture del sottovia sono state adottate in accordo alla norma EN 1991-1-5.

A tal proposito, dato che la suddetta norma non tratta in maniera specifica il caso dei sottovia stradali, si è fatto riferimento alle specifiche riportate nei British Standards "NA to BS EN 1991-1-5-2003: UK National Annex to Eurocode 1: Actions in structures – Part 1-5: General actions – Thermal actions".

Relativamente alle strutture scatolari interrate in c.a., la norma fornisce le seguenti indicazioni:

- I piedritti e la soletta di fondo dei sottovia interrati possono essere considerati protetti dalle variazioni termiche;
- Per sottovia caratterizzati da un'altezza di ricoprimento dal piano viario all'estradosso della soletta di copertura non minore di 200 mm, i valori della temperatura minima e massima uniforme sulla soletta di copertura possono essere determinati in accordo alla norma EN 1991-1-5, ridotti in accordo alla Tab. NA.1, di seguito riportata,

Table NA.1 Adjustment to uniform bridge temperature for deck surfacing

| Deck surface | Addition to minimum uniform bridge temperature component, °C | | | Addition to maximum uniform bridge temperature component, °C | | |
|--------------------------------|--|--------|--------|--|--------|--------|
| | Type 1 | Type 2 | Type 3 | Type 1 | Type 2 | Type 3 |
| Unsurfaced | 0 | -3 | -1 | +4 ^{C)} | 0 | 0 |
| Water-proofed ^{A)} | 0 | -3 | -1 | +4 ^{C)} | +4 | +2 |
| 40 mm surfacing ^{B)} | 0 | -2 | -1 | 0 | +2 | +1 |
| 100 mm surfacing ^{B)} | N/A | 0 | 0 | N/A | 0 | 0 |
| 200 mm surfacing ^{B)} | N/A | +3 | +1 | N/A | -4 | -2 |

^{A)} Waterproofed deck values are conservative, assuming dark material; there may be some alleviation when light coloured waterproofing is used; specialist advice should be sought if required.
^{B)} Surfacing depths include waterproofing.
^{C)} For steel truss and plate girders the values for unsurfaced and waterproofed deck surfaces may be reduced to +2 °C.

e ulteriormente modificati come segue:

- o Per ogni 100 mm di copertura in aggiunta ai 200 mm:
 - La temperatura minima uniforme può essere incrementata di 1° C;
 - La temperatura massima uniforme può essere ridotta di 2° C.

In ogni caso la differenza tra valore massimo e minimo della temperatura non potrà essere inferiore a 15°C.

- La variazione termica nello spessore della soletta di copertura può essere trascurata per ricoprimenti non minori di 500 mm.

La differenza di temperatura uniforme agente sulla soletta di copertura dei sottovia, è stata valutata in base ai seguenti parametri:

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catanese" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| Dati | Var | unità | |
|---|-----------------|-------|----------|
| Tipologia di impalcato | Type | | 3 |
| Coefficiente di dilatazione termica | α | | 1,00E-05 |
| Temperatura iniziale | T0 | | 15 |
| Temperatura massima dell'aria all'ombra al livello del mare | Tmax | [°] | 41,12 |
| Temperatura minima dell'aria all'ombra al livello del mare | Tmin | [°] | -2,97 |
| altitudine del sito sul livello del mare | as | m | 100 |
| Zona climatica | Z | | IV |
| deformazione totale finale per ritiro | ϵ_{CS} | | 0,00015 |

| Risultati | Var | unità | |
|--|-----------------|-------|------|
| Temperatura massima dell'aria all'ombra alla quota as | Tmax | [°] | 41,0 |
| Temperatura minima dell'aria all'ombra alla quota as | Tmin | [°] | -3,8 |
| Temperatura massima del ponte | Te,max | [°] | 43,0 |
| Temperatura minima del ponte | Te,min | [°] | -6,8 |
| Massima variazione termica in contrazione: DTN,con = T0 - Te,min | $\Delta TN,con$ | [°] | 21,8 |
| Massima variazione termica in espansione: DTN,exp = Te,max - T0 | $\Delta TN,exp$ | [°] | 28,0 |

La tipologia di struttura fa riferimento alla classificazione della EN 1991-1-5 (tipo 3 per scatolari in calcestruzzo).

La zona climatica fa riferimento alla zonizzazione del territorio nazionale di seguito illustrata:

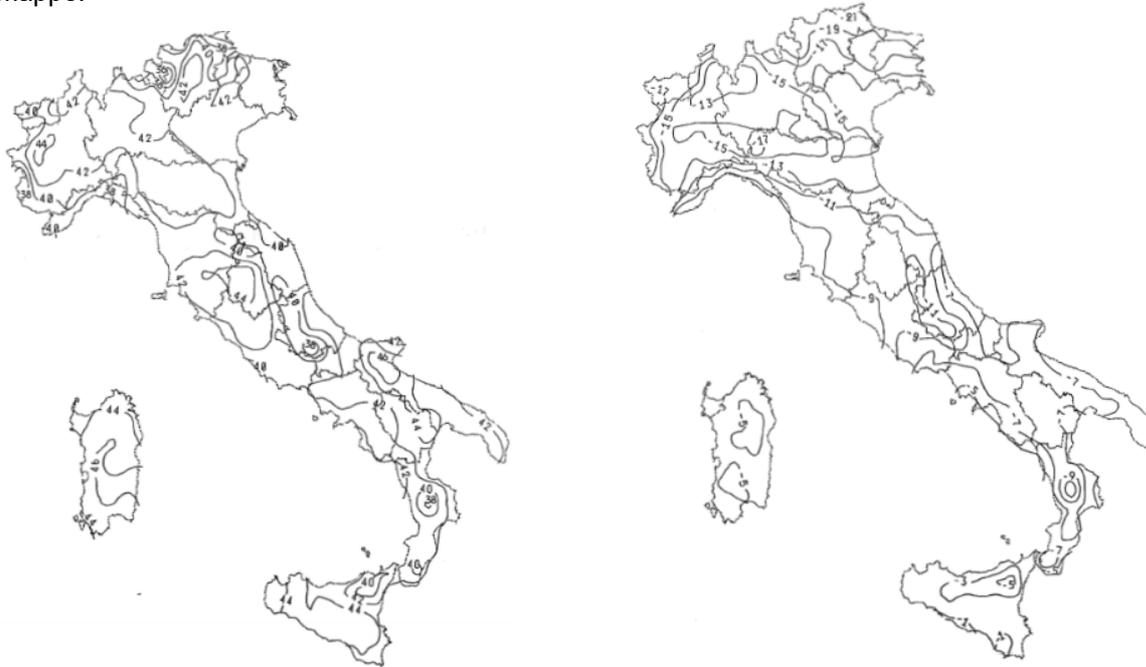
- Al fine della valutazione della temperatura dell'aria all'ombra a quote diverse da quella del mare, il territorio italiano è suddiviso in 4 zone climatiche:
- zona I (Valle d'Aosta, Piemonte Lombardia, Emilia Romagna, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Trentino Alto Adige);
 - zona II (Liguria, Toscana, Umbria, Lazio, Sardegna, Campania, Basilicata);
 - zona III (Marche, Abruzzo, Molise, Puglia);
 - zona IV (Calabria, Sicilia).



1. Figura 2: Zonizzazione del territorio nazionale per valutazioni azioni climatiche

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanese" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

I valori delle temperature massime e minime all'ombra al livello del mare, sono state desunte dalle seguenti mappe:



2.

3. *Figura 3: Temperature dell'aria massime Tmax (sx) e minime Tmin (dx) dell'aria all'ombra al livello del mare*

Tenendo conto delle variazioni dovute al ricoprimento si ha:

| Dati | Var | unità | ST01max | ST02max | ST03max |
|---|-------------------|-------|-----------|-----------|-----------|
| Altezza strato di ritombamento | H_{min} | [m] | 1,3 | 1,95 | 0,45 |
| Incremento di Tmin in funzione del ricoprimento | ΔT_{min} | [°] | 12 | 18,5 | 3,5 |
| Decremento di Tmax in funzione del ricoprimento | ΔT_{max} | [°] | -26 | -39 | -9 |
| Temperatura massima dell'aria all'ombra al livello del mare | Tmax | [°] | 41,12 | 41,12 | 41,12 |
| Temperatura minima dell'aria all'ombra al livello del mare | Tmin | [°] | -2,97 | -2,968 | -2,968 |
| Temperatura iniziale | T0 | [°] | 15 | 15 | 15 |
| Temperatura massima | Tmax | [°] | 9,03 | 15,532 | 0,532 |
| Temperatura minima | Tmin | [°] | 15,121 | 2,121 | 32,121 |
| Variatione termica negativa | ΔT_{cont} | [°] | -6 | 1 | -14 |
| Variatione termica positiva | ΔT_{esp} | [°] | 0 | -13 | 17 |
| Variatione termica complessiva | | | 15 | 15 | 32 |

6.1.10 Carichi accidentali

E' stato considerato un sovraccarico da traffico pari a 20 kN/mq uniformemente distribuito a tergo. L'incremento delle spinte laterali sui piedritti è calcolato considerando il coefficiente di spinta a riposo K_0 .

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

6.2 Azione sismica

La spinta sismica è calcolata automaticamente dal programma di calcolo utilizzato in base ai parametri di riferimento:

TUTTE LE OPERE

| | | | |
|-------------------------------|---------------------------|------------|-------------|
| Vita Nominale | $V_N =$ | 50 | anni |
| Classe d'uso | $CI =$ | IV | |
| Coefficiente d'uso | $C.u. =$ | 2.0 | |
| Periodo di riferimento | $V_R =$ | 100 | anni |

| Dati sisma | | | SLV |
|---|-----------|-----------------------|--------------|
| Accelerazione al suolo | a_g | [g] | 0,229 |
| Parametro F_0 | F_0 | [-] | 2,420 |
| Tempo T^*_C | T^*_C | [sec] | 0,306 |
| Accelerazione al suolo | a_g | [m/sec ²] | 2,25 |
| Categoria di Sottosuolo | Cat_S | [-] | C |
| Parametro S_S | S_S | [-] | 1,37 |
| Parametro C_C | C_C | [-] | 1,55 |
| Categoria topografica | Cat_T | [-] | T1 |
| Parametro S_T | S_T | [-] | 1,00 |
| Parametro S | S | [-] | 1,37 |
| Fattore β_m | β_m | | 1,00 |
| Coefficiente sismico orizzontale | kh | | 0,313 |
| Coefficiente sismico verticale | kv | | 0,157 |

Figura 4 Valori dei parametri a_g , F_0 e T_c^* per suolo rigido

6.3 Combinazioni delle azioni

In accordo al par. 2.5.3 delle NTC2018 ai fini delle verifiche degli stati limite sono state considerate le seguenti combinazioni delle azioni:

- *Combinazione fondamentale*, impiegata per le verifiche agli stati limite ultimi (SLU):

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

- *Combinazione frequente*, impiegata per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

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

- *Combinazione quasi permanente*, impiegata per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) effetti a lungo termine:

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

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

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

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

Di seguito si riportano le tabelle che esplicitano i coefficienti parziali sopra illustrati:

Tab. 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

| | | Coefficiente | EQU ⁽¹⁾ | A1 | A2 |
|--|-------------|---|---------------------|---------------------|------|
| Azioni permanenti g_1 e g_3 | favorevoli | γ_{G1} e γ_{G3} | 0,90 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,10 | 1,35 | 1,00 |
| Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2 | favorevoli | γ_{G2} | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 |
| Azioni variabili da traffico | favorevoli | γ_Q | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,35 | 1,35 | 1,15 |
| Azioni variabili | favorevoli | γ_{Qi} | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 |
| Distorsioni e presollecitazioni di progetto | favorevoli | $\gamma_{\epsilon 1}$ | 0,90 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,00 ⁽³⁾ | 1,00 ⁽⁴⁾ | 1,00 |
| Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari | favorevoli | $\gamma_{\epsilon 2}$ $\gamma_{\epsilon 3}$ $\gamma_{\epsilon 4}$ | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,20 | 1,20 | 1,00 |

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

⁽²⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

Tab. 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

| Azioni | Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV) | Coefficiente ψ_0 di combinazione | Coefficiente ψ_1 (valori frequenti) | Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti) |
|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|---|
| Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV) | Schema 1 (carichi tandem) | 0,75 | 0,75 | 0,0 |
| | Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti) | 0,40 | 0,40 | 0,0 |
| | Schemi 3 e 4 (carichi concentrati) | 0,40 | 0,40 | 0,0 |
| | Schema 2 | 0,0 | 0,75 | 0,0 |
| | 2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 4 (folla) | -- | 0,75 | 0,0 |
| | 5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Vento | a ponte scarico SLU e SLE | 0,6 | 0,2 | 0,0 |
| | in esecuzione | 0,8 | 0,0 | 0,0 |
| | a ponte carico SLU e SLE | 0,6 | 0,0 | 0,0 |
| Neve | SLU e SLE | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | in esecuzione | 0,8 | 0,6 | 0,5 |
| Temperatura | SLU e SLE | 0,6 | 0,6 | 0,5 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catane" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

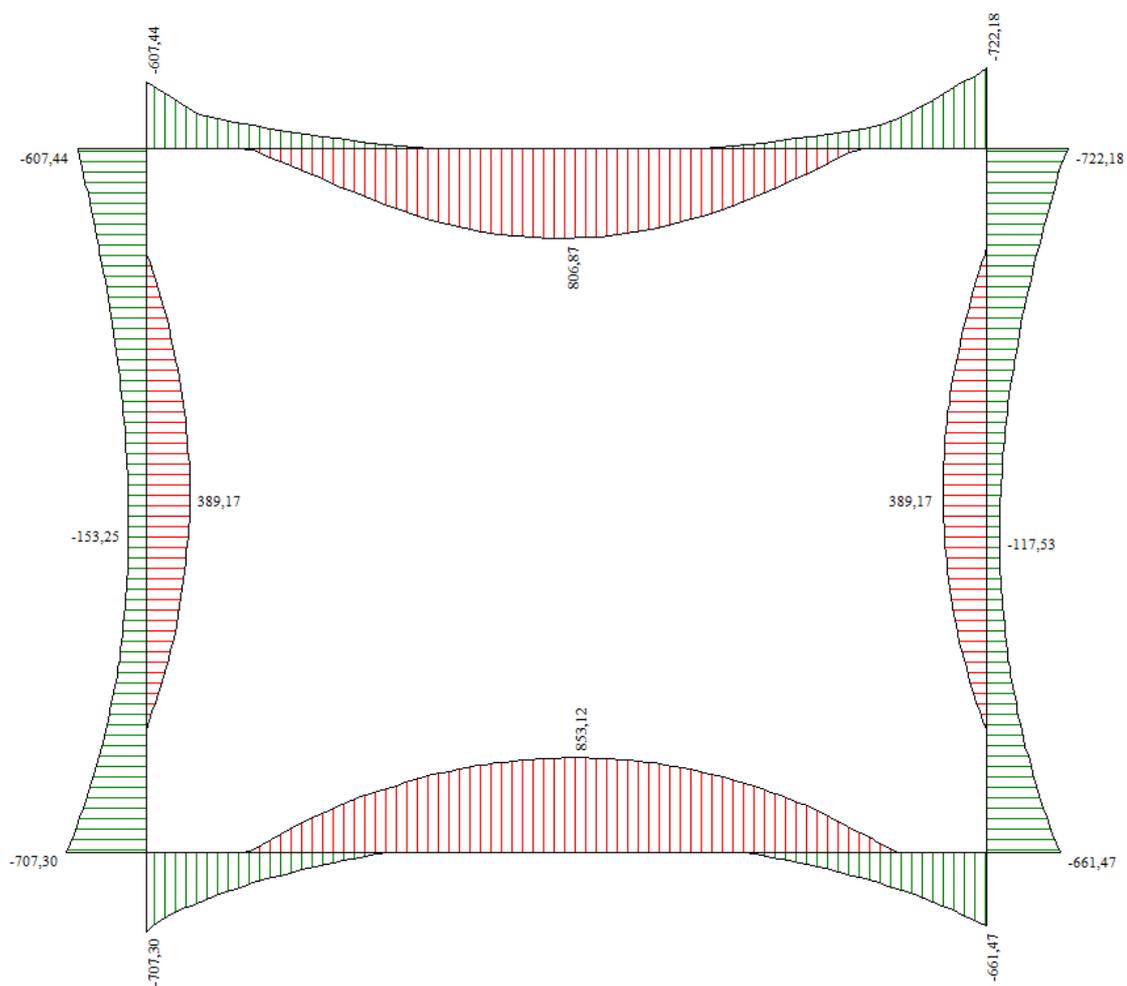
7 SOLLECITAZIONI DI PROGETTO

Le sollecitazioni di progetto sono state ottenute dal software di calcolo SCAT® prodotto da AZTEC INFORMATICA. I dati completi di input e i risultati di output sono riportati in allegato. Di seguito sono riportati i valori di sollecitazione relativi agli involuppi delle combinazioni di carico SLU/SLV e agli SLE. I valori sono espressi in kNm/m per i momenti flettenti e in kN/m per il taglio. Le verifiche sono svolte considerando le sollecitazioni massime. A favore di sicurezza nelle verifiche a taglio e a flessione lo sforzo assiale per le membrature orizzontali è considerato nullo mentre per i piedritti si è assunto il valore minimo. Il segno positivo o negativo indica, rispettivamente, le fibre tese all'interno od all'esterno dello scatolare.

A scopo esemplificativo nelle immagini vengono riportati gli involuppi SLU/SLV dei momenti agenti. I risultati completi sono mostrati nei tabulati di calcolo in allegato.

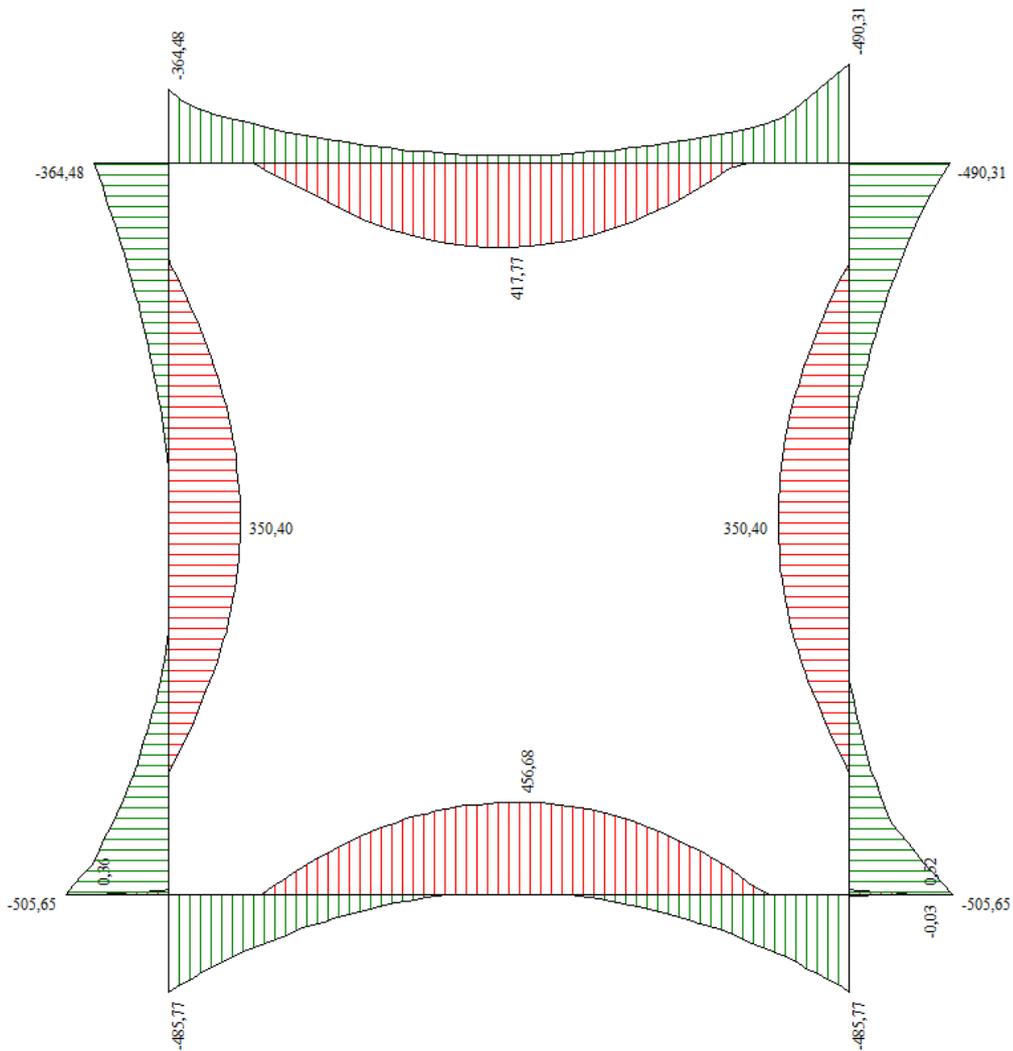
7.1 Sottovia ST01

| | | | TRAVERSO | FONDAZIONE | PIEDRITTO |
|------------|-------------------------------|----------------|-----------------|-------------------|------------------|
| SLU | <i>INVILUPPO SLU / SLV</i> | M- (ext) kNm/m | -722 | -707 | -722 |
| | | M+ (L/2) kNm/m | 806 | 853 | 389 |
| | | V SLU kN/m | 538 | 728 | 521 |
| | | N SLU kN/m | 0 | 0 | 715 |
| SLE | <i>SLE - CARATTERISTICA</i> | M- (ext) kNm/m | -535 | -528 | -500 |
| | | M+ (L/2) kNm/m | 606 | 645 | 0 |
| | | N SLE-C kN/m | 0 | 0 | 190 |
| | <i>SLE - FREQUENTE</i> | M- (ext) kNm/m | -435 | -482 | -482 |
| | | M+ (L/2) kNm/m | 511 | 577 | 0 |
| | | N SLE-F kN/m | 0 | 0 | 504 |
| | <i>SLE - QUASI PERMANENTE</i> | M- (ext) kNm/m | -253 | -395 | -253 |
| | | M+ (L/2) kNm/m | 225 | 372 | 25 |
| | | N SLE-QP kN/m | 0 | 0 | 360 |



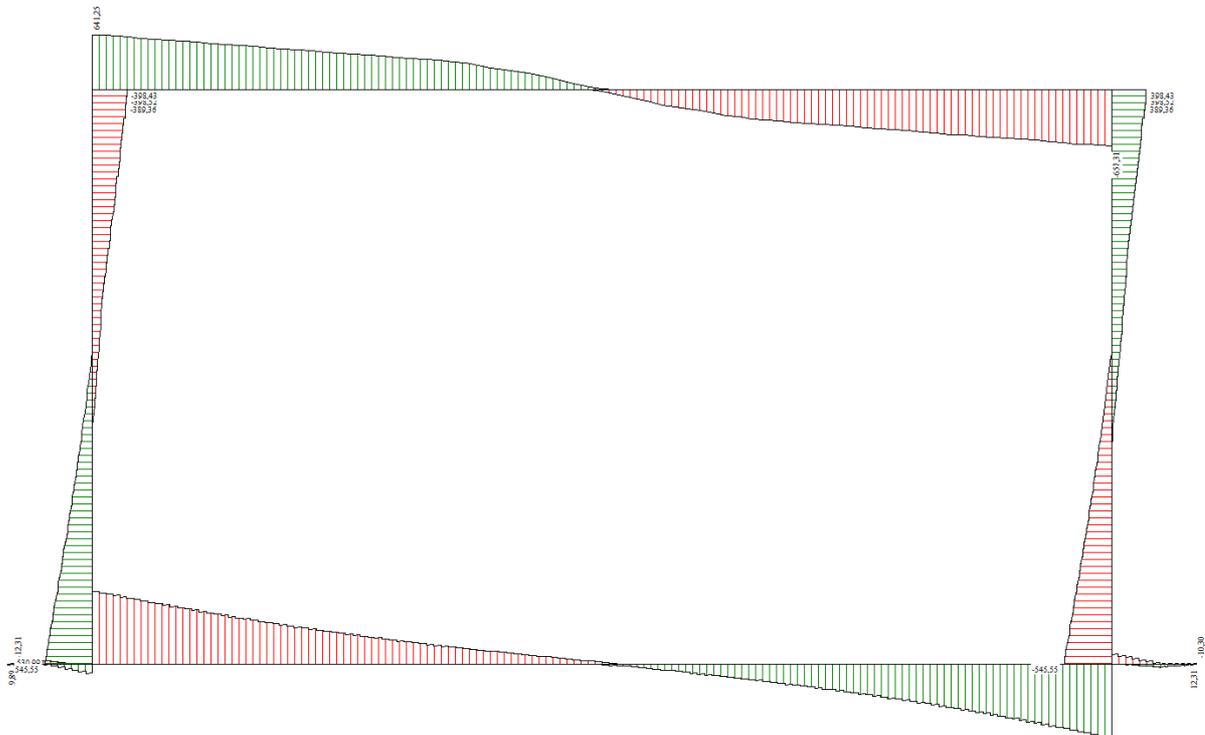
7.3 Sottovia ST02

| | | | TRAVERSO | FONDAZIONE | PIEDRITTO |
|------------|-------------------------------|----------------|----------|------------|-----------|
| SLU | <i>INVILUPPO SLU / SLV</i> | M- (ext) kNm/m | -490 | -446 | -490 |
| | | M+ (L/2) kNm/m | 417 | 456 | 350 |
| | | V SLU kN/m | 478 | 545 | 478 |
| | | N SLU kN/m | 0 | 0 | 615 |
| SLE | <i>SLE - CARATTERISTICA</i> | M- (ext) kNm/m | -342 | -317 | -312 |
| | | M+ (L/2) kNm/m | 313 | 345 | 51 |
| | | N SLE-C kN/m | 0 | 0 | 420 |
| | <i>SLE - FREQUENTE</i> | M- (ext) kNm/m | -269 | -285 | -285 |
| | | M+ (L/2) kNm/m | 267 | 312 | 28 |
| | | N SLE-F kN/m | 0 | 0 | 410 |
| | <i>SLE - QUASI PERMANENTE</i> | M- (ext) kNm/m | -171 | -261 | -261 |
| | | M+ (L/2) kNm/m | 110 | 196 | 74 |
| | | N SLE-QP kN/m | 0 | 0 | 275 |



7.4 Sottovia ST03

| | | | TRAVERSO | FONDAZIONE | PIEDRITTO |
|------------|-------------------------------|----------------|----------|------------|-----------|
| SLU | <i>INVILUPPO SLU / SLV</i> | M- (ext) kNm/m | -1360 | -1109 | -1360 |
| | | M+ (L/2) kNm/m | 1464 | 1493 | 215 |
| | | V SLU kN/m | 657 | 851 | 545 |
| | | N SLU kN/m | 0 | 0 | 982 |
| SLE | <i>SLE - CARATTERISTICA</i> | M- (ext) kNm/m | -919 | -773 | -1034 |
| | | M+ (L/2) kNm/m | 1094 | 1061 | 0 |
| | | N SLE-C kN/m | 0 | 0 | 694 |
| | <i>SLE - FREQUENTE</i> | M- (ext) kNm/m | -793 | -840 | -793 |
| | | M+ (L/2) kNm/m | 1012 | 1004 | 0 |
| | | N SLE-F kN/m | 0 | 0 | 688 |
| | <i>SLE - QUASI PERMANENTE</i> | M- (ext) kNm/m | -451 | -728 | -728 |
| | | M+ (L/2) kNm/m | 510 | 765 | 0 |
| | | N SLE-QP kN/m | 0 | 0 | 529 |



| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Cataneese" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

7.5 Sottovia ST04

Relativamente alle sollecitazioni di progetto cui sono soggette le travi in c.a.p. del traverso superiore del sottovia ST04 è stato eseguito il calcolo per la lunghezza delle travi (17,50 m).

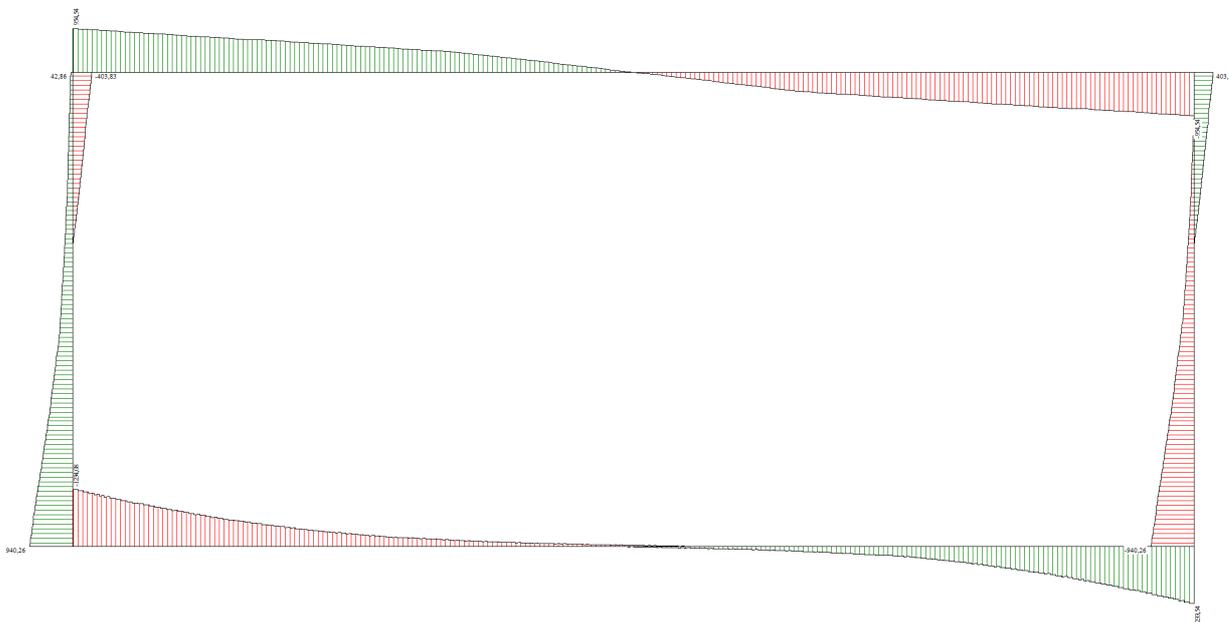
A scopo esemplificativo ma non esaustivo vengono riportate le sollecitazioni agenti sulle travi per le condizioni di carico elementari. I risultati completi sono mostrati nei tabulati di calcolo in allegato.

| <i>Sollecitazioni</i> | | | <i>al metro lineare</i> | <i>sulla singola trave</i> |
|--|------------------------------|-------|-----------------------------|--------------------------------|
| Momento in mezzeria permanenti strutturali in fase 1 | $M^{1/2}_{G1\ fase1}$ | kNm/m | 798 | 558,6 |
| Momento in mezzeria permanenti portati in fase 1 | $M^{1/2}_{G2\ fase1}$ | kNm/m | 342 | 239,4 |
| Momento in mezzeria permanenti portati in fase 2 | $M^{1/2}_{G2\ fase2}$ | kNm/m | 1691 | 1183,6 |
| Momento in mezzeria Accidentali in fase 1 | $M^{1/2}_{Q\ fase1}$ | kNm/m | 912 | 638,4 |
| Momento in mezzeria SLU fase 1 per la trave in ca | $M^{1/2}_{ed\ SLU\ fase\ 1}$ | kNm | 5048 | 3533,8 |
| Taglio agli SLU fase 1 per la trave in ca | $V_{ed\ SLU\ fase1}$ | kN | 1026 | 718,3 |

Per la configurazione finale dell'opera le sollecitazioni di progetto sono state ottenute dal software di calcolo SCAT® prodotto da AZTEC INFORMATICA. I dati completi di input e i risultati di output sono riportati in allegato. Di seguito sono riportati i diagrammi di sollecitazione relativi agli involuipi delle combinazioni di carico SLU/SLV e agli SLE. I valori sono espressi in kNm/m per i momenti flettenti e in kN/m per il taglio. Le verifiche sono svolte considerando le sollecitazioni massime. A favore di sicurezza nelle verifiche a taglio e a flessione lo sforzo assiale per le membrature orizzontali e per i piedritti è considerato nullo.

| SOLLECITAZIONI DI PROGETTO | | | FONDAZIONE | | PIEDRITTI | | TRAVERSO incastro |
|--|--------------|-------|------------|----------|-----------|----------|----------------------|
| | | | incastro | mezzeria | incastro | mezzeria | |
| INVILUPPO SLU/SLV | M_{SLU} | kNm/m | -1481,37 | 2429,91 | -2429,91 | 642,72 | |
| | V_{SLU} | kN/m | 1233,5 | | 940,26 | | 954,5 |
| STATO LIMITE D'ESERCIZIO - COMBINAZIONE CARATTERISTICA | M_{SLE-R} | kNm/m | -1083,21 | 1854,27 | -1854,27 | | |
| STATO LIMITE D'ESERCIZIO - COMBINAZIONE FREQUENTE | M_{SLE-F} | kNm/m | -1086,49 | 1669,01 | -1669,01 | | |
| STATO LIMITE D'ESERCIZIO - COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE | M_{SLE-QP} | kNm/m | -948,41 | 1484,99 | -1484,99 | | |

Di seguito si riportano le sollecitazioni ottenute.



| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Cataneese" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

8 VERIFICHE STRUTTURALI

8.1 Sottovia ST01

La soletta di copertura sarà armata superiormente ed inferiormente con uno strato di Ø24/10. Come armatura a taglio è prevista una maglia di cavallotti Ø20/50 x 50.

La soletta di fondazione sarà armata superiormente ed inferiormente con Ø24/10. Come armatura a taglio è prevista una maglia di cavallotti Ø20/50 x 50.

I pedritti saranno armati all'estradosso con Ø24/10 e all'intradosso con Ø24/20. Come armatura a taglio è prevista una maglia di spille Ø14/40 x 40.

Per tutti gli elementi sono previsti ripartitori Ø16/20.

8.1.1 Verifiche a flessione

La verifiche a flessione e pressoflessione delle sezioni in c.a., sia agli Stati Limite Ultimi che per quelli di Esercizio, sono state effettuate con il software RCSEC® prodotto da Geostru.

Si riportano le verifiche per l'involuppo agli SLU/SLV e agli SLE per il trasverso, la fondazione e i pedritti.

FONDAZIONE:

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: FONDAZIONE

(Percorso File: U:\ANAS\AQ 2018-2022\DG 28 - SICILIA\3 - UP62_SS121 Palermo Bolognetta\07-Rel\STRIOPERE D'ARTE MINORI\SOTTOPASSI\SCATOLARI\RCSEC\ST01\FONDAZIONE.sez)

| | |
|-------------------------------|---|
| 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: | Comb. non sismiche |

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | | |
|-------------------------------|---|---------------------|-------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C25/30 | |
| | Resis. compr. di progetto fcd: | 14.2 | MPa |
| | Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 | |
| | Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 | |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo | |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 31475.0 | MPa |
| | Resis. media a trazione fctm: | 2.56 | MPa |
| | Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 | |
| | Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 15.0 | MPa |
| | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 15.0 | MPa |
| | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.300 | mm |
| | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 11.3 | MPa |
| | Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 | mm |
| | ACCIAIO - | Tipo: | B450C |
| Resist. caratt. snervam. fyk: | | 450.0 | MPa |

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Cataneese" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|--|------------------|---------------------|
| Resist. caratt. rottura ftk: | 450.0 | MPa |
| Resist. snerv. di progetto fyd: | 391.3 | MPa |
| Resist. ultima di progetto ftd: | 391.3 | MPa |
| Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 | |
| Modulo Elastico Ef | 2000000 | daN/cm ² |
| 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: | 360.00 | MPa |

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Calcestruzzo: C25/30

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 0.0 | 90.0 |
| 3 | 100.0 | 90.0 |
| 4 | 100.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1 | 6.9 | 6.9 | 24 |
| 2 | 6.9 | 83.1 | 24 |
| 3 | 93.1 | 83.1 | 24 |
| 4 | 93.1 | 6.9 | 24 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1 | 1 | 4 | 8 | 24 |
| 2 | 2 | 3 | 8 | 24 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

| N°Comb. | N | Mx | My | Vy | Vx |
|---------|------|---------|------|------|------|
| 1 | 0.00 | -707.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | 853.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

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

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanese" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 0.00 | -528.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | 645.00 | 0.00 |

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 0.00 | -482.00 (-457.68) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 0.00 | 577.00 (457.68) | 0.00 (0.00) |

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 0.00 | -395.00 (-457.68) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 0.00 | 372.00 (457.68) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] 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 (4.1.45)NTC]

| N°Comb | Ver | N | Mx | My | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|------------|-----|------|---------|------|-------|----------|--------|----------|---------|
| 1 | S | 0.00 | -707.00 | 0.00 | 0.00 | -1381.40 | 0.00 | 1.95 | |
| 45.2(12.3) | | | | | | | | | |
| 2 | S | 0.00 | 853.00 | 0.00 | 0.00 | 1381.40 | 0.00 | 1.62 | |
| 45.2(12.3) | | | | | | | | | |

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catanesa" | |  GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del calcestruzzo 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 | 0.108 | 0.0 | 0.0 | 0.00082 | 6.9 | 6.9 | -0.02883 | 93.1 | 83.1 |
| 2 | 0.00350 | 0.108 | 0.0 | 90.0 | 0.00082 | 6.9 | 83.1 | -0.02883 | 6.9 | 6.9 |

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 | -0.000389002 | 0.003500000 | 0.108 | 0.700 |
| 2 | 0.000000000 | 0.000389002 | -0.031510168 | 0.108 | 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 calcestruzzo [MPa] |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Ss min | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa] |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O) |
| Ac eff. | Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| As eff. | Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 4.17 | 0.0 | 0.0 | -154.7 | 93.1 | 83.1 | 1750 | 45.2 |
| 2 | S | 5.09 | 100.0 | 90.0 | -189.0 | 6.9 | 6.9 | 1750 | 45.2 |

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 | Coprifero [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 Smax / Es [(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 [kNm] |
| | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm] |

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Cataneese" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm sr max | | | wk | Mx fess | My fess | |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|--------------------|-----------|-----|-------|----------|---------|------|
| 1 | S | -0.00086 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00046 | (0.00046) | 352 | 0.163 | (990.00) | -457.68 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00106 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00060 | (0.00057) | 352 | 0.211 | (990.00) | 457.68 | 0.00 |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 3.81 | 0.0 | 0.0 | -141.2 | 83.5 | 83.1 | 1750 | 45.2 |
| 2 | S | 4.56 | 100.0 | 90.0 | -169.1 | 6.9 | 6.9 | 1747 | 45.2 |

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

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm sr max | | | wk | Mx fess | My fess | |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|--------------------|-----------|-----|-------|---------|---------|------|
| 1 | S | -0.00079 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00042 | (0.00042) | 352 | 0.149 | (0.30) | -457.68 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00094 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00051 | (0.00051) | 351 | 0.178 | (0.30) | 457.68 | 0.00 |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 3.12 | 0.0 | 0.0 | -115.7 | 83.5 | 83.1 | 1750 | 45.2 |
| 2 | S | 2.94 | 100.0 | 90.0 | -109.0 | 6.9 | 6.9 | 1750 | 45.2 |

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

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm sr max | | | wk | Mx fess | My fess | |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|--------------------|-----------|-----|-------|---------|---------|------|
| 1 | S | -0.00065 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00035 | (0.00035) | 352 | 0.122 | (0.20) | -457.68 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00061 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00033 | (0.00033) | 352 | 0.115 | (0.20) | 457.68 | 0.00 |

PIEDRITTI:

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: PIEDRITTO

(Percorso File: U:\ANAS\AQ 2018-2022\DG 28 - SICILIA\3 - UP62_SS121 Palermo Bolognetta\07-Rel\STRIOPERE D'ARTE MINORI\SOTTOPASSI\SCATOLARI\RCSEC\ST01\PIEDRITTO.sez)

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: Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C25/30
 Resis. compr. di progetto fcd: 14.2 MPa
 Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
 Def.unit. ultima ecu: 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec: 31475.0 MPa
 Resis. media a trazione fctm: 2.56 MPa
 Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00
 Sc limite S.L.E. comb. Rare: 15.0 MPa

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catane"se" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|---|-------|-----|
| Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 15.0 | MPa |
| Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.300 | mm |
| Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 11.3 | MPa |
| Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 | mm |

| | | |
|-----------|--|-----------------------------|
| ACCIAIO - | Tipo: | B450C |
| | Resist. caratt. snervam. fyk: | 450.0 MPa |
| | Resist. caratt. rottura ftk: | 450.0 MPa |
| | Resist. snerv. di progetto fyd: | 391.3 MPa |
| | Resist. ultima di progetto ftd: | 391.3 MPa |
| | Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 |
| | Modulo Elastico Ef | 2000000 daN/cm ² |
| | 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: | 360.00 MPa |

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

| | | |
|----------------------|------------|--------|
| Forma del Dominio: | Poligonale | |
| Classe Calcestruzzo: | C25/30 | |
| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
| 1 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 0.0 | 80.0 |
| 3 | 100.0 | 80.0 |
| 4 | 100.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1 | 6.9 | 6.9 | 24 |
| 2 | 6.9 | 73.1 | 24 |
| 3 | 93.1 | 73.1 | 24 |
| 4 | 93.1 | 6.9 | 24 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

| N°Gen. | Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre | | | |
|--------------|---|--------------|---------|----|
| N°Barra Ini. | Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione | | | |
| N°Barra Fin. | Numero della barra finale cui si riferisce la generazione | | | |
| N°Barre | Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione | | | |
| Ø | Diametro in mm delle barre della generazione | | | |
| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
| 1 | 1 | 4 | 3 | 24 |
| 2 | 2 | 3 | 8 | 24 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| N°Comb. | N | Mx | My | Vy | Vx |
|---------|--------|---------|------|------|------|
| 1 | 715.00 | -722.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 715.00 | 389.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 190.00 | -500.00 | 0.00 |

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 504.00 | -482.00 (-415.97) | 0.00 (0.00) |

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 360.00 | -253.00 (-443.69) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 360.00 | 25.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] 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 (4.1.45)NTC]

| N°Comb | Ver | N | Mx | My | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|---|----|----|-------|--------|--------|----------|---------|
|--------|-----|---|----|----|-------|--------|--------|----------|---------|

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanese" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | | | | | |
|------------|---|--------|---------|------|--------|----------|------|------|
| 1 | S | 715.00 | -722.00 | 0.00 | 714.78 | -1423.12 | 0.00 | 1.95 |
| 45.2(11.8) | | | | | | | | |
| 2 | S | 715.00 | 389.00 | 0.00 | 714.96 | 855.33 | 0.00 | 2.25 |
| 22.6(11.8) | | | | | | | | |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del calcestruzzo 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 | 0.198 | 0.0 | 0.0 | 0.00183 | 6.9 | 6.9 | -0.01420 | 93.1 | 73.1 |
| 2 | 0.00350 | 0.117 | 0.0 | 80.0 | 0.00068 | 6.9 | 73.1 | -0.02635 | 6.9 | 6.9 |

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 | -0.000242117 | 0.003500000 | 0.198 | 0.700 |
| 2 | 0.000000000 | 0.000408384 | -0.029170755 | 0.117 | 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 calcestruzzo [MPa] |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Ss min | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa] |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O) |
| Ac eff. | Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| As eff. | Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 5.59 | 0.0 | 0.0 | -150.4 | 83.5 | 73.1 | 1750 | 45.2 |

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] |

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Cataneese" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

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 [kNm]
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|----------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00086 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00045 (0.00045) | 352 | 0.159 (990.00) | -374.68 | 0.00 |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 5.66 | 100.0 | 0.0 | -115.3 | 6.9 | 73.1 | 1650 | 45.2 |

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

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00067 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00035 (0.00035) | 343 | 0.118 (0.30) | -415.97 | 0.00 |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 3.03 | 0.0 | 0.0 | -52.3 | 83.5 | 73.1 | 1550 | 45.2 |
| 2 | S | 0.55 | 0.0 | 80.0 | 4.0 | 93.1 | 6.9 | --- | --- |

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 | -0.00031 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00016 (0.00016) | 334 | 0.052 (0.20) | -443.69 | 0.00 |
| 2 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.20) | 0.00 | 0.00 |

SOLETTA DI COPERTURA:

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: TRAVERSO

(Percorso File: U:\ANAS\AQ 2018-2022\DG 28 - SICILIA\3 - UP62_SS121 Palermo Bolognetta\07-Re\ISTRIOPERE D'ARTE MINORI\ISOTTOPASSI\SCATOLARI\RCSEC\IST01\TRAVERSO.sez)

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: Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | |
|----------------|-----------------------------------|---------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C25/30 |
| | Resis. compr. di progetto fcd: | 14.2 MPa |
| | Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 |
| | Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 31475.0 MPa |
| | Resis. media a trazione fctm: | 2.56 MPa |
| | Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| | Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 15.0 MPa |
| | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 15.0 MPa |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | |
|------------------------------|--|------------------|---------------------|
| | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.300 | mm |
| | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 11.3 | MPa |
| | Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 | mm |
| ACCIAIO - | Tipo: | B450C | |
| | Resist. caratt. snervam. fyk: | 450.0 | MPa |
| | Resist. caratt. rottura ftk: | 450.0 | MPa |
| | Resist. snerv. di progetto fyd: | 391.3 | MPa |
| | Resist. ultima di progetto ftd: | 391.3 | MPa |
| | Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 | |
| | Modulo Elastico Ef | 2000000 | daN/cm ² |
| | 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: | 360.00 | MPa | |

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Calcestruzzo: C25/30

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 0.0 | 80.0 |
| 3 | 100.0 | 80.0 |
| 4 | 100.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1 | 6.9 | 6.9 | 24 |
| 2 | 6.9 | 73.1 | 24 |
| 3 | 93.1 | 73.1 | 24 |
| 4 | 93.1 | 6.9 | 24 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1 | 1 | 4 | 8 | 24 |
| 2 | 2 | 3 | 8 | 24 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb. N Mx My Vy Vx

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | | |
|---|------|---------|------|------|------|
| 1 | 0.00 | -722.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | 806.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

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

| | |
|----|--|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) |
| Mx | Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 0.00 | -535.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | 606.00 | 0.00 |

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

| | |
|----|--|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) |
| Mx | Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 0.00 | -435.00 (-368.23) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 0.00 | 511.00 (368.23) | 0.00 (0.00) |

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

| | |
|----|--|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) |
| Mx | Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 0.00 | -253.00 (-368.23) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 0.00 | 225.00 (368.23) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

| | |
|--|--------|
| Copriferro netto minimo barre longitudinali: | 5.7 cm |
| Interferro netto minimo barre longitudinali: | 7.2 cm |

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

| | |
|----------|--|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| N | Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione) |
| Mx | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia |
| My | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia |
| N Res | Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.) |
| Mx Res | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia |
| My Res | Momento flettente resistente [kNm] 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 (4.1.45)NTC] |

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| N°Comb | Ver | N | Mx | My | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|------------|-----|------|---------|------|-------|----------|--------|----------|---------|
| 1 | S | 0.00 | -722.00 | 0.00 | 0.00 | -1204.48 | 0.00 | 1.67 | |
| 45.2(10.8) | | | | | | | | | |
| 2 | S | 0.00 | 806.00 | 0.00 | 0.00 | 1204.48 | 0.00 | 1.49 | |
| 45.2(10.8) | | | | | | | | | |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del calcestruzzo 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 | 0.123 | 0.0 | 0.0 | 0.00082 | 6.9 | 6.9 | -0.02493 | 93.1 | 73.1 |
| 2 | 0.00350 | 0.123 | 0.0 | 80.0 | 0.00082 | 6.9 | 73.1 | -0.02493 | 6.9 | 6.9 |

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 | -0.000388967 | 0.003500000 | 0.123 | 0.700 |
| 2 | 0.000000000 | 0.000388967 | -0.027617337 | 0.123 | 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 calcestruzzo [MPa] |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Ss min | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa] |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O) |
| Ac eff. | Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| As eff. | Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 5.17 | 0.0 | 0.0 | -179.5 | 83.5 | 73.1 | 1750 | 45.2 |
| 2 | S | 5.86 | 100.0 | 80.0 | -203.3 | 6.9 | 6.9 | 1750 | 45.2 |

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 |
| 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] |

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

sr max Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 wk Massima distanza tra le fessure [mm]
 Mx fess. Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------------------|----|---------|---------|
| 1 | S | -0.00102 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00055 (0.00054) | 352 0.194 (990.00) | | -368.23 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00115 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00067 (0.00061) | 352 0.236 (990.00) | | 368.23 | 0.00 |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 4.21 | 0.0 | 0.0 | -146.0 | 83.5 | 73.1 | 1750 | 45.2 |
| 2 | S | 4.94 | 0.0 | 80.0 | -171.5 | 93.1 | 6.9 | 1720 | 45.2 |

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

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|------------------|----|---------|---------|
| 1 | S | -0.00083 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00044 (0.00044) | 352 0.154 (0.30) | | -368.23 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00097 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00052 (0.00051) | 349 0.180 (0.30) | | 368.23 | 0.00 |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 2.45 | 0.0 | 0.0 | -84.9 | 83.5 | 73.1 | 1750 | 45.2 |
| 2 | S | 2.18 | 0.0 | 80.0 | -75.5 | 6.9 | 6.9 | 1700 | 45.2 |

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

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|------------------|----|---------|---------|
| 1 | S | -0.00048 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00025 (0.00025) | 352 0.090 (0.20) | | -368.23 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00043 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00023 (0.00023) | 347 0.079 (0.20) | | 368.23 | 0.00 |

8.1.2 Verifiche a taglio

La verifica a taglio agli SLU è eseguita nei confronti delle sollecitazioni massime di progetto ed è riportata di seguito. Tutte le verifiche a taglio sono soddisfatte.

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

VERIFICHE SLU PER SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

| Sollecitazioni di calcolo | Var | unità | COPERTURA | FONDAZIONE | PIEDRITTI |
|---------------------------|-----|-------|-----------|------------|-----------|
|---------------------------|-----|-------|-----------|------------|-----------|

| Taglio di calcolo | V_{Ed} | kN | 538,0 | 728,0 | 521,0 |
|-------------------|----------|----|-------|-------|-------|
|-------------------|----------|----|-------|-------|-------|

| Dati | Var | unità | | | |
|------|-----|-------|--|--|--|
|------|-----|-------|--|--|--|

| | | | | | |
|--|---------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| Resistenza a compressione cubica caratteristica | Rck | Mpa | 30 | 30 | 30 |
| Resistenza a compressione cilindrica caratteristica | fck | Mpa | 24,9 | 24,9 | 24,9 |
| Coefficiente parziale γ_c | γ_c | | 1,50 | 1,50 | 1,50 |
| Coefficiente parziale α_{cc} | α_{cc} | | 0,85 | 0,85 | 0,85 |
| Resistenza a compressione di calcolo | fcd | Mpa | 14,1 | 14,1 | 14,1 |
| Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura | fyk | Mpa | 450 | 450 | 450 |
| tensione di calcolo acciaio | fywd | Mpa | 391,3 | 391,3 | 391,3 |

Caratteristiche geometriche sezione

| | | | | | |
|---|----------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| Altezza (porre = 0 in caso di sezione circolare) | H | m | 0,80 | 0,90 | 0,80 |
| Larghezza/ Diametro | B | m | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Area calcestruzzo | Ac | m ² | 0,80 | 0,90 | 0,80 |
| Larghezza anima | bw | m | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| copriferro | c | m | 0,072 | 0,073 | 0,072 |
| altezza utile della sezione | d | m | 0,73 | 0,83 | 0,73 |

Compressione agente nella sezione

| | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|-----------|------------|------------|--------------|
| Sforzo normale di calcolo | N_{Ed} | kN | 0,0 | 0,0 | 715,0 |
|----------------------------------|-----------------------|-----------|------------|------------|--------------|

Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio

| | | | | | |
|---|---------------|-----|---------|---------|---------|
| Area dell'armatura longitudinale di trazione che si estende per non meno di (lbd + d) oltre la sezione considerata, dove lbd è la lunghezza di ancoraggio | Asl | mmq | 4524 | 4524 | 4524 |
| Coefficiente k | k | m | 1,52 | 1,49 | 1,52 |
| vmin | vmin | | 0,33 | 0,32 | 0,33 |
| rapporto geometrico di armatura longitudinale | ρ_1 | | 0,00621 | 0,00547 | 0,00621 |
| tensione media di compressione nella sezione | σ_{cp} | Mpa | 0,00 | 0,00 | 0,89 |

| | | | | | |
|----------------------------|-----------------------|-----------|--------------|--------------|--------------|
| Resistenza a taglio | V_{Rd} | kN | 331,8 | 353,6 | 429,4 |
| | | | 0,6 | 0,5 | 0,8 |

Elementi con armature trasversali resistenti al taglio
Verifica del conglomerato

| | | | | | |
|--------------------------------------|-----------|----|--------|--------|--------|
| Resistenza a taglio del conglomerato | V_{Rcd} | kN | 3081,6 | 3500,7 | 3081,6 |
|--------------------------------------|-----------|----|--------|--------|--------|

Verifica dell'armatura trasversale

| | | | | | |
|--|---------------|-----|--------|--------|--------|
| diametro staffe | fsw | mm | 20 | 20 | 14 |
| passo staffe | scp | m | 0,50 | 0,50 | 0,40 |
| numero di bracci | nb | | 2,00 | 2,00 | 2,50 |
| Armatura a taglio (staffe) | Asw | mmq | 628 | 628 | 385 |
| Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave | α | deg | 90 | 90 | 90 |
| Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave | θ | deg | 21,8 | 21,8 | 21,8 |
| tensione media di compressione nella sezione | σ_{cp} | kPa | 0 | 0 | 894 |
| coefficiente alpha | α_c | | 1,00 | 1,00 | 1,06 |
| Resistenza a "taglio trazione" | V_{Rsd} | kN | 805,5 | 915,0 | 616,7 |
| Resistenza a "taglio compressione" | V_{Rcd} | kN | 1593,9 | 1810,6 | 1694,8 |

| | | | | | |
|---|--------------------------------------|-----------|--------------|--------------|--------------|
| Resistenza a taglio | V_{Rd} | kN | 805,5 | 915,0 | 616,7 |
| <i>Coefficiente di Sicurezza a Taglio</i> | <i>V_{rd}/V_{ed}</i> | | 1,5 | 1,3 | 1,2 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

8.2 Sottovia ST02

La soletta di copertura sarà armata superiormente ed inferiormente con uno strato di Ø24/10. Come armatura a taglio è prevista una maglia di cavallotti Ø20/50 x 50.

La soletta di fondazione sarà armata superiormente ed inferiormente con Ø24/10. Come armatura a taglio è prevista una maglia di cavallotti Ø20/50 x 50.

I pedritti saranno armati all'estradosso con Ø24/10 e all'intradosso con Ø24/20. Come armatura a taglio è prevista una maglia di spille Ø20/50 x 50.

Per tutti gli elementi sono previsti ripartitori Ø16/20.

8.2.1 Verifiche a flessione

Le verifiche a flessione e pressoflessione delle sezioni in c.a., sia agli Stati Limite Ultimi che per quelli di Esercizio, sono state effettuate con il software RCSEC® prodotto da Geostru.

Si riportano le verifiche per l'involuppo agli SLU/SLV e agli SLE per il trasverso, la fondazione e i pedritti.

FONDAZIONE:

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: FONDAZIONE

(Percorso File: U:\ANAS\AQ 2018-2022\DG 28 - SICILIA\3 - UP62_SS121 Palermo Bolognetta\07-Rel\STR\OPERE D'ARTE MINORI\SOTTOPASSI\SCATOLARI\RCSEC\ST02\FONDAZIONE.sez)

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: | Comb. non sismiche |

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | |
|----------------|---|---------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C25/30 |
| | Resis. compr. di progetto fcd: | 14.2 MPa |
| | Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 |
| | Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 31475.0 MPa |
| | Resis. media a trazione fctm: | 2.56 MPa |
| | Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| | Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 15.0 MPa |
| | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 15.0 MPa |
| | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.300 mm |
| | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 11.3 MPa |
| | Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 mm |
| ACCIAIO - | Tipo: | B450C |
| | Resist. caratt. snervam. fyk: | 450.0 MPa |
| | Resist. caratt. rottura ftk: | 450.0 MPa |
| | Resist. snerv. di progetto fyd: | 391.3 MPa |
| | Resist. ultima di progetto ftd: | 391.3 MPa |

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Cataneese" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|--|------------------|---------------------|
| Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 | |
| Modulo Elastico Ef | 2000000 | daN/cm ² |
| 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: | 360.00 | MPa |

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

| | |
|----------------------|------------|
| Forma del Dominio: | Poligonale |
| Classe Calcestruzzo: | C25/30 |

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 0.0 | 70.0 |
| 3 | 100.0 | 70.0 |
| 4 | 100.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1 | 6.9 | 6.9 | 24 |
| 2 | 6.9 | 63.1 | 24 |
| 3 | 93.1 | 63.1 | 24 |
| 4 | 93.1 | 6.9 | 24 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1 | 1 | 4 | 8 | 24 |
| 2 | 2 | 3 | 8 | 24 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

| N°Comb. | N | Mx | My | Vy | Vx |
|---------|------|---------|------|------|------|
| 1 | 0.00 | -446.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | 456.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

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

| | |
|----|--|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
Momento flettente [kNm] 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 | 0.00 | -317.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | 345.00 | 0.00 |

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 0.00 | -285.00 (-287.45) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 0.00 | 312.00 (287.45) | 0.00 (0.00) |

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 0.00 | -261.00 (-287.45) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 0.00 | 196.00 (287.45) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] 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 (4.1.45)NTC]

| N°Comb | Ver | N | Mx | My | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|-----------|-----|------|---------|------|-------|----------|--------|----------|---------|
| 1 | S | 0.00 | -446.00 | 0.00 | 0.00 | -1027.33 | 0.00 | 2.30 | |
| 45.2(9.3) | | | | | | | | | |
| 2 | S | 0.00 | 456.00 | 0.00 | 0.00 | 1027.33 | 0.00 | 2.25 | |
| 45.2(9.3) | | | | | | | | | |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del calcestruzzo 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 | 0.143 | 0.0 | 0.0 | 0.00082 | 6.9 | 6.9 | -0.02105 | 93.1 | 63.1 |
| 2 | 0.00350 | 0.143 | 0.0 | 70.0 | 0.00082 | 6.9 | 63.1 | -0.02105 | 6.9 | 6.9 |

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 | -0.000389018 | 0.003500000 | 0.143 | 0.700 |
| 2 | 0.000000000 | 0.000389018 | -0.023731271 | 0.143 | 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 calcestruzzo [MPa] |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Ss min | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa] |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O) |
| Ac eff. | Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| As eff. | Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 3.88 | 100.0 | 0.0 | -124.4 | 26.1 | 63.1 | 1650 | 45.2 |
| 2 | S | 4.22 | 0.0 | 70.0 | -135.4 | 83.5 | 6.9 | 1650 | 45.2 |

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; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ 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 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC] |
| Mx fess. | Massima distanza tra le fessure [mm] |
| My fess. | Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max*(e_sm - e_cm)$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi |
| | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm] |
| | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm] |

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----|----|----|---|----|-------------|--------|----|---------|---------|
|-------|-----|----|----|----|---|----|-------------|--------|----|---------|---------|

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catane" | |  |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|---------|-------|------|----|-------------------|-----|----------------|---------|------|
| 1 | S | -0.00072 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00037 (0.00037) | 343 | 0.128 (990.00) | -287.45 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00079 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00041 (0.00041) | 343 | 0.139 (990.00) | 287.45 | 0.00 |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 3.49 | 0.0 | 0.0 | -111.8 | 83.5 | 63.1 | 1650 | 45.2 |
| 2 | S | 3.82 | 0.0 | 70.0 | -122.4 | 26.1 | 6.9 | 1650 | 45.2 |

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

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00065 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00034 (0.00034) | 343 | 0.115 (0.30) | -287.45 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00071 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00037 (0.00037) | 343 | 0.126 (0.30) | 287.45 | 0.00 |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 3.19 | 0.0 | 0.0 | -102.4 | 83.5 | 63.1 | 1650 | 45.2 |
| 2 | S | 2.40 | 100.0 | 70.0 | -76.9 | 6.9 | 6.9 | 1650 | 45.2 |

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

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00059 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00031 (0.00031) | 343 | 0.105 (0.20) | -287.45 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00045 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00023 (0.00023) | 343 | 0.079 (0.20) | 287.45 | 0.00 |

PIEDRITTI:

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: PIEDRITTO

(Percorso File: U:\ANAS\AQ 2018-2022\DG 28 - SICILIA\3 - UP62_SS121 Palermo Bolognetta\07-Rel\STRIPERE D'ARTE MINORISOTTOPASSI\SCATOLARI\RCSEC\IST02\PIEDRITTO.sez)

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: Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | |
|----------------|---|---------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C25/30 |
| | Resis. compr. di progetto fcd: | 14.2 MPa |
| | Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 |
| | Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 31475.0 MPa |
| | Resis. media a trazione fctm: | 2.56 MPa |
| | Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| | Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 15.0 MPa |
| | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 15.0 MPa |
| | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.300 mm |
| | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 11.3 MPa |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | |
|------------------------------|--|------------------|---------------------|
| | Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 | mm |
| ACCIAIO - | Tipo: | B450C | |
| | Resist. caratt. snervam. fyk: | 450.0 | MPa |
| | Resist. caratt. rottura ftk: | 450.0 | MPa |
| | Resist. snerv. di progetto fyd: | 391.3 | MPa |
| | Resist. ultima di progetto ftd: | 391.3 | MPa |
| | Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 | |
| | Modulo Elastico Ef | 2000000 | daN/cm ² |
| | 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: | 360.00 | MPa | |

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Calcestruzzo: C25/30

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 0.0 | 60.0 |
| 3 | 100.0 | 60.0 |
| 4 | 100.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1 | 6.9 | 6.9 | 24 |
| 2 | 6.9 | 53.1 | 24 |
| 3 | 93.1 | 53.1 | 24 |
| 4 | 93.1 | 6.9 | 24 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1 | 1 | 4 | 3 | 24 |
| 2 | 2 | 3 | 8 | 24 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| N°Comb. | N | Mx | My | Vy | Vx |
|---------|--------|---------|------|------|------|
| 1 | 615.00 | -490.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catanese" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

2 615.00 350.00 0.00 0.00 0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 420.00 | -312.00 | 0.00 |
| 2 | 420.00 | 51.00 | 0.00 |

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 410.00 | -285.00 (-243.31) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 410.00 | 28.00 (0.00) | 0.00 (0.00) |

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 275.00 | -261.00 (-232.37) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 275.00 | 74.00 (342.19) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Res Momento flettente resistente [kNm] 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 (4.1.45)NTC]

| N°Comb | Ver | N | Mx | My | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|---|----|----|-------|--------|--------|----------|---------|
|--------|-----|---|----|----|-------|--------|--------|----------|---------|

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | | | | | |
|-----------|---|--------|---------|------|--------|---------|------|------|
| 1 | S | 615.00 | -490.00 | 0.00 | 615.24 | -977.91 | 0.00 | 1.97 |
| 45.2(8.9) | | | | | | | | |
| 2 | S | 615.00 | 350.00 | 0.00 | 615.17 | 583.81 | 0.00 | 1.69 |
| 22.6(8.9) | | | | | | | | |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del calcestruzzo 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 | 0.261 | 0.0 | 0.0 | 0.00176 | 6.9 | 6.9 | -0.00990 | 93.1 | 53.1 |
| 2 | 0.00350 | 0.157 | 0.0 | 60.0 | 0.00060 | 6.9 | 53.1 | -0.01880 | 6.9 | 6.9 |

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 | -0.000252365 | 0.003500000 | 0.261 | 0.766 |
| 2 | 0.000000000 | 0.000419938 | -0.021696259 | 0.157 | 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 calcestruzzo [MPa] |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Ss min | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa] |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O) |
| Ac eff. | Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| As eff. | Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 6.16 | 100.0 | 0.0 | -107.5 | 6.9 | 53.1 | 1200 | 45.2 |
| 2 | S | 1.17 | 0.0 | 60.0 | 1.8 | 50.0 | 6.9 | 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} |
| 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; = $(e1 + e2)/(2 * e1)$ 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] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC] |
| | Massima distanza tra le fessure [mm] |

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

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 [kNm]
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|----------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00067 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00032 (0.00032) | 302 | 0.097 (990.00) | -240.59 | 0.00 |
| 2 | S | 0.00000 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00032 (0.00032) | 0 | 0.001 (990.00) | 6937.68 | 0.00 |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 5.65 | 100.0 | 0.0 | -95.8 | 6.9 | 53.1 | 1150 | 45.2 |
| 2 | S | 0.87 | 100.0 | 60.0 | 5.1 | 6.9 | 6.9 | --- | --- |

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 | -0.00060 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00029 (0.00029) | 298 | 0.086 (0.30) | -243.31 | 0.00 |
| 2 | S | 0.00000 | 0.00000 | --- | --- | --- | --- | --- | 0.000 (0.30) | 0.00 | 0.00 |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 5.07 | 0.0 | 0.0 | -97.0 | 93.1 | 53.1 | 1200 | 45.2 |
| 2 | S | 1.54 | 100.0 | 60.0 | -17.2 | 6.9 | 6.9 | 1000 | 22.6 |

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

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00060 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00032 (0.00029) | 302 | 0.096 (0.20) | -232.37 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00011 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00005 (0.00005) | 374 | 0.019 (0.20) | 342.19 | 0.00 |

SOLETTA DI COPERTURA:

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: TRAVERSO

(Percorso File: U:\ANAS\AQ 2018-2022\DG 28 - SICILIA\3 - UP62_SS121 Palermo Bolognetta\07-Re\ISTRIOPERE D'ARTE MINORI\SOTTOPASSI\SCATOLARI\RCSEC\IST02\TRAVERSO.sez)

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: Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C25/30
 Resis. compr. di progetto fcd: 14.2 MPa
 Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
 Def.unit. ultima ecu: 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec: 31475.0 MPa

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|---|-------|-----|
| Resis. media a trazione fctm: | 2.56 | MPa |
| Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 | |
| Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 15.0 | MPa |
| Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 15.0 | MPa |
| Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.300 | mm |
| Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 11.3 | MPa |
| Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 | mm |

| | | | |
|-----------|--|------------------|---------------------|
| ACCIAIO - | Tipo: | B450C | |
| | Resist. caratt. snervam. fyk: | 450.0 | MPa |
| | Resist. caratt. rottura ftk: | 450.0 | MPa |
| | Resist. snerv. di progetto fyd: | 391.3 | MPa |
| | Resist. ultima di progetto ftd: | 391.3 | MPa |
| | Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 | |
| | Modulo Elastico Ef | 2000000 | daN/cm ² |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Bilineare finito | |
| | Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$: | 1.00 | |
| | Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$: | 0.50 | |
| | Sf limite S.L.E. Comb. Rare: | 360.00 | MPa |

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

| | |
|----------------------|------------|
| Forma del Dominio: | Poligonale |
| Classe Calcestruzzo: | C25/30 |

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 0.0 | 60.0 |
| 3 | 100.0 | 60.0 |
| 4 | 100.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1 | 6.9 | 6.9 | 24 |
| 2 | 6.9 | 53.1 | 24 |
| 3 | 93.1 | 53.1 | 24 |
| 4 | 93.1 | 6.9 | 24 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1 | 1 | 4 | 8 | 24 |
| 2 | 2 | 3 | 8 | 24 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | |
|----|---|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione) |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez. |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | | |
|---------|---|---------|------|------|------|
| Vy | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y | | | | |
| Vx | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x | | | | |
| N°Comb. | N | Mx | My | Vy | Vx |
| 1 | 0.00 | -490.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | 417.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

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

| | | | |
|---------|---|---------|------|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) | | |
| Mx | Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 0.00 | -342.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | 313.00 | 0.00 |

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

| | | | |
|---------|---|-------------------|-------------|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) | | |
| Mx | Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 0.00 | -269.00 (-215.40) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 0.00 | 267.00 (215.40) | 0.00 (0.00) |

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

| | | | |
|---------|---|-------------------|-------------|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) | | |
| Mx | Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 0.00 | -171.00 (-215.40) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 0.00 | 110.00 (215.40) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

| | |
|--|--------|
| Copriferro netto minimo barre longitudinali: | 5.7 cm |
| Interferro netto minimo barre longitudinali: | 7.2 cm |

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

| | |
|--------|--|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| N | Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione) |
| Mx | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia |
| My | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia |
| N Res | Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.) |
| Mx Res | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia |
| My Res | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia |

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catanesa" | |  GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

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 (4.1.45)NTC]

| N°Comb | Ver | N | Mx | My | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|-----------|-----|------|---------|------|-------|---------|--------|----------|---------|
| 1 | S | 0.00 | -490.00 | 0.00 | 0.00 | -850.37 | 0.00 | 1.74 | |
| 45.2(7.9) | | | | | | | | | |
| 2 | S | 0.00 | 417.00 | 0.00 | 0.00 | 850.37 | 0.00 | 2.04 | |
| 45.2(7.9) | | | | | | | | | |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo 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 | 0.169 | 0.0 | 0.0 | 0.00082 | 6.9 | 6.9 | -0.01716 | 93.1 | 53.1 |
| 2 | 0.00350 | 0.169 | 0.0 | 60.0 | 0.00082 | 6.9 | 53.1 | -0.01716 | 6.9 | 6.9 |

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 | -0.000388991 | 0.003500000 | 0.169 | 0.700 |
| 2 | 0.000000000 | 0.000388991 | -0.019839456 | 0.169 | 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 calcestruzzo [MPa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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 | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 5.53 | 0.0 | 0.0 | -161.5 | 93.1 | 53.1 | 1400 | 45.2 |
| 2 | S | 5.06 | 0.0 | 60.0 | -147.8 | 93.1 | 6.9 | 1400 | 45.2 |

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 fctm
 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]

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | |
|-------------|--|
| 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 [kNm] |
| My fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm] |

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|----------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00097 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00052 (0.00048) | 320 | 0.167 (990.00) | -215.40 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00088 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00045 (0.00044) | 320 | 0.145 (990.00) | 215.40 | 0.00 |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 4.35 | 0.0 | 0.0 | -127.0 | 93.1 | 53.1 | 1400 | 45.2 |
| 2 | S | 4.32 | 100.0 | 60.0 | -126.1 | 6.9 | 6.9 | 1400 | 45.2 |

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

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00076 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00038 (0.00038) | 320 | 0.122 (0.30) | -215.40 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00075 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00038 (0.00038) | 320 | 0.121 (0.30) | 215.40 | 0.00 |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 2.77 | 0.0 | 0.0 | -80.8 | 93.1 | 53.1 | 1400 | 45.2 |
| 2 | S | 1.78 | 100.0 | 60.0 | -51.9 | 6.9 | 6.9 | 1400 | 45.2 |

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

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00048 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00024 (0.00024) | 320 | 0.078 (0.20) | -215.40 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00031 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00016 (0.00016) | 320 | 0.050 (0.20) | 215.40 | 0.00 |

8.2.2 Verifiche a taglio

La verifica a taglio agli SLU è eseguita nei confronti delle sollecitazioni massime di progetto ed è riportata di seguito. Tutte le verifiche a taglio sono soddisfatte.

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Cataneese" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

VERIFICHE SLU PER SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

| Sollecitazioni di calcolo | Var | unità | COPERTURA | FONDAZIONE | PIEDRITTI |
|---------------------------|-----|-------|-----------|------------|-----------|
|---------------------------|-----|-------|-----------|------------|-----------|

| Taglio di calcolo | V_{Ed} | kN | 478,0 | 545,0 | 478,0 |
|-------------------|----------|----|-------|-------|-------|
|-------------------|----------|----|-------|-------|-------|

| Dati | Var | unità | | | |
|------|-----|-------|--|--|--|
|------|-----|-------|--|--|--|

| | | | | | |
|--|---------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| Resistenza a compressione cubica caratteristica | Rck | Mpa | 30 | 30 | 30 |
| Resistenza a compressione cilindrica caratteristica | fck | Mpa | 24,9 | 24,9 | 24,9 |
| Coefficiente parziale γ_c | γ_c | | 1,50 | 1,50 | 1,50 |
| Coefficiente parziale α_{cc} | α_{cc} | | 0,85 | 0,85 | 0,85 |
| Resistenza a compressione di calcolo | fcd | Mpa | 14,1 | 14,1 | 14,1 |
| Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura | fyk | Mpa | 450 | 450 | 450 |
| tensione di calcolo acciaio | fywd | Mpa | 391,3 | 391,3 | 391,3 |

Caratteristiche geometriche sezione

| | | | | | |
|---|----------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| Altezza (porre = 0 in caso di sezione circolare) | H | m | 0,60 | 0,70 | 0,60 |
| Larghezza/ Diametro | B | m | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Area calcestruzzo | Ac | m ² | 0,60 | 0,70 | 0,60 |
| Larghezza anima | bw | m | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| copriferro | c | m | 0,072 | 0,073 | 0,072 |
| altezza utile della sezione | d | m | 0,53 | 0,63 | 0,53 |

Compressione agente nella sezione

| | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|-----------|------------|------------|--------------|
| Sforzo normale di calcolo | N_{Ed} | kN | 0,0 | 0,0 | 615,0 |
|----------------------------------|-----------------------|-----------|------------|------------|--------------|

Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio

| | | | | | |
|---|---------------|-----|---------|---------|---------|
| Area dell'armatura longitudinale di trazione che si estende per non meno di (lbd + d) oltre la sezione considerata, dove lbd è la lunghezza di ancoraggio | Asl | mmq | 4524 | 4524 | 4524 |
| Coefficiente k | k | m | 1,62 | 1,56 | 1,62 |
| vmin | vmin | | 0,36 | 0,34 | 0,36 |
| rapporto geometrico di armatura longitudinale | ρ_1 | | 0,00857 | 0,00722 | 0,00857 |
| tensione media di compressione nella sezione | σ_{cp} | Mpa | 0,00 | 0,00 | 1,03 |

| | | | | | |
|----------------------------|-----------------------|-----------|--------------|--------------|--------------|
| Resistenza a taglio | V_{Rd} | kN | 283,9 | 308,4 | 365,1 |
| | | | 0,6 | 0,6 | 0,8 |

Elementi con armature trasversali resistenti al taglio
Verifica del conglomerato

| | | | | | |
|--------------------------------------|-----------|----|--------|--------|--------|
| Resistenza a taglio del conglomerato | V_{Rcd} | kN | 2235,0 | 2654,1 | 2235,0 |
|--------------------------------------|-----------|----|--------|--------|--------|

Verifica dell'armatura trasversale

| | | | | | |
|--|---------------|-----|--------|--------|--------|
| diametro staffe | fsw | mm | 20 | 20 | 20 |
| passo staffe | scp | m | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| numero di bracci | nb | | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
| Armatura a taglio (staffe) | Asw | mmq | 628 | 628 | 628 |
| Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave | α | deg | 90 | 90 | 90 |
| Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave | θ | deg | 21,8 | 21,8 | 21,8 |
| tensione media di compressione nella sezione | σ_{cp} | kPa | 0 | 0 | 1025 |
| coefficiente alpha | α_c | | 1,00 | 1,00 | 1,07 |
| Resistenza a "taglio trazione" | V_{Rsd} | kN | 584,2 | 693,8 | 584,2 |
| Resistenza a "taglio compressione" | V_{Rcd} | kN | 1156,0 | 1372,7 | 1240,0 |

| | | | | | |
|---|--------------------------------------|-----------|--------------|--------------|--------------|
| Resistenza a taglio | V_{Rd} | kN | 584,2 | 693,8 | 584,2 |
| <i>Coefficiente di Sicurezza a Taglio</i> | <i>V_{rd}/V_{ed}</i> | | 1,2 | 1,3 | 1,2 |

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

8.3 Sottovia ST03

La soletta di copertura sarà armata superiormente ed inferiormente con uno strato di Ø24/10. Come armatura a taglio è prevista una maglia di cavallotti Ø20/50 x 50.

La soletta di fondazione sarà armata superiormente ed inferiormente con Ø24/10. Come armatura a taglio è prevista una maglia di cavallotti Ø20/50 x 50.

I pedritti saranno armati all'estradosso con Ø24/10 e all'intradosso con Ø24/20. Come armatura a taglio è prevista una maglia di spille Ø14 40 x 40.

Per tutti gli elementi sono previsti ripartitori Ø16/20.

8.3.1 Verifiche a flessione

Le verifiche a flessione e pressoflessione delle sezioni in c.a., sia agli Stati Limite Ultimi che per quelli di Esercizio, sono state effettuate con il software RCSEC® prodotto da Geostru.

Si riportano le verifiche per l'involuppo agli SLU/SLV e agli SLE per il trasverso, la fondazione e i pedritti.

FONDAZIONE:

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: FONDAZIONE

(Percorso File: U:\ANAS\AQ 2018-2022\DG 28 - SICILIA\3 - UP62_SS121 Palermo Bolognetta\07-Rel\STR\OPERE D'ARTE MINORI\SOTTOPASSI\SCATOLARI\RCSEC\ST03\FONDAZIONE.sez)

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: | Comb. non sismiche |

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | |
|----------------|---|---------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C25/30 |
| | Resis. compr. di progetto fcd: | 14.2 MPa |
| | Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 |
| | Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 31475.0 MPa |
| | Resis. media a trazione fctm: | 2.56 MPa |
| | Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| | Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 15.0 MPa |
| | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 15.0 MPa |
| | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.300 mm |
| | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 11.3 MPa |
| | Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 mm |
| ACCIAIO - | Tipo: | B450C |
| | Resist. caratt. snervam. fyk: | 450.0 MPa |
| | Resist. caratt. rottura ftk: | 450.0 MPa |
| | Resist. snerv. di progetto fyd: | 391.3 MPa |
| | Resist. ultima di progetto ftd: | 391.3 MPa |

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Cataneese" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|--|------------------|---------------------|
| Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 | |
| Modulo Elastico Ef | 2000000 | daN/cm ² |
| 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: | 360.00 | MPa |

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

| | |
|----------------------|------------|
| Forma del Dominio: | Poligonale |
| Classe Calcestruzzo: | C25/30 |

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 0.0 | 140.0 |
| 3 | 100.0 | 140.0 |
| 4 | 100.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1 | 6.9 | 6.9 | 24 |
| 2 | 6.9 | 133.1 | 24 |
| 3 | 93.1 | 133.1 | 24 |
| 4 | 93.1 | 6.9 | 24 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1 | 1 | 4 | 8 | 24 |
| 2 | 2 | 3 | 8 | 24 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

| N°Comb. | N | Mx | My | Vy | Vx |
|---------|------|----------|------|------|------|
| 1 | 0.00 | -1109.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | 1493.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

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

| | |
|----|--|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) |

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Cataneese" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 Momento flettente [kNm] 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 | 0.00 | -773.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | 1061.00 | 0.00 |

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 0.00 | -840.00 (-1033.89) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 0.00 | 1004.00 (1033.89) | 0.00 (0.00) |

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 0.00 | -728.00 (-1033.89) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 0.00 | 765.00 (1033.89) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Res Momento flettente resistente [kNm] 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 (4.1.45)NTC]

| N°Comb | Ver | N | Mx | My | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|------------|-----|------|----------|------|-------|----------|--------|----------|---------|
| 1 | S | 0.00 | -1109.00 | 0.00 | 0.00 | -2266.44 | 0.00 | 2.04 | |
| 45.2(19.7) | | | | | | | | | |
| 2 | S | 0.00 | 1493.00 | 0.00 | 0.00 | 2266.44 | 0.00 | 1.52 | |
| 45.2(19.7) | | | | | | | | | |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del calcestruzzo 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 | 0.068 | 0.0 | 0.0 | 0.00082 | 6.9 | 6.9 | -0.04828 | 6.9 | 133.1 |
| 2 | 0.00350 | 0.068 | 0.0 | 140.0 | 0.00082 | 6.9 | 133.1 | -0.04828 | 6.9 | 6.9 |

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 | -0.000389009 | 0.003500000 | 0.068 | 0.700 |
| 2 | 0.000000000 | 0.000389009 | -0.050961274 | 0.068 | 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 calcestruzzo [MPa] |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Ss min | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa] |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O) |
| Ac eff. | Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| As eff. | Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 2.93 | 0.0 | 0.0 | -138.5 | 83.5 | 133.1 | 1750 | 45.2 |
| 2 | S | 4.03 | 100.0 | 140.0 | -190.1 | 6.9 | 6.9 | 1750 | 45.2 |

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; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ 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 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC] |
| Mx fess. | Massima distanza tra le fessure [mm] |
| My fess. | Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max*(e_sm - e_cm)$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi |
| | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm] |
| | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm] |

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----|----|----|---|----|-------------|--------|----|---------|---------|
|-------|-----|----|----|----|---|----|-------------|--------|----|---------|---------|

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|---------|-------|------|----|-------------------|-----|----------------|----------|------|
| 1 | S | -0.00074 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00042 (0.00042) | 352 | 0.146 (990.00) | -1033.89 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00102 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00060 (0.00057) | 352 | 0.213 (990.00) | 1033.89 | 0.00 |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 3.19 | 0.0 | 0.0 | -150.5 | 83.5 | 133.1 | 1715 | 45.2 |
| 2 | S | 3.81 | 100.0 | 140.0 | -179.9 | 6.9 | 6.9 | 1750 | 45.2 |

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

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|----------|---------|
| 1 | S | -0.00080 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00045 (0.00045) | 348 | 0.157 (0.30) | -1033.89 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00096 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00055 (0.00054) | 352 | 0.195 (0.30) | 1033.89 | 0.00 |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 2.76 | 0.0 | 0.0 | -130.5 | 83.5 | 133.1 | 1750 | 45.2 |
| 2 | S | 2.90 | 100.0 | 140.0 | -137.1 | 6.9 | 6.9 | 1750 | 45.2 |

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

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|----------|---------|
| 1 | S | -0.00070 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00042 (0.00039) | 352 | 0.148 (0.20) | -1033.89 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00073 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00045 (0.00041) | 352 | 0.160 (0.20) | 1033.89 | 0.00 |

PIEDRITTI:

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: PIEDRITTO

(Percorso File: U:\ANAS\AQ 2018-2022\DG 28 - SICILIA\3 - UP62_SS121 Palermo Bolognetta\07-Rel\STRIOPERE D'ARTE MINORI\SOTTOPASSI\SCATOLARI\RCSEC\ST03\PIEDRITTO.sez)

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: Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | |
|----------------|---|---------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C25/30 |
| | Resis. compr. di progetto fcd: | 14.2 MPa |
| | Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 |
| | Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 31475.0 MPa |
| | Resis. media a trazione fctm: | 2.56 MPa |
| | Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| | Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 15.0 MPa |
| | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 15.0 MPa |
| | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.300 mm |
| | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 11.3 MPa |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.200 mm

| | | |
|------------------------------|--|-----------------------------|
| ACCIAIO - | Tipo: | B450C |
| | Resist. caratt. snervam. fyk: | 450.0 MPa |
| | Resist. caratt. rottura ftk: | 450.0 MPa |
| | Resist. snerv. di progetto fyd: | 391.3 MPa |
| | Resist. ultima di progetto ftd: | 391.3 MPa |
| | Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 |
| | Modulo Elastico Ef | 2000000 daN/cm ² |
| | 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: | 360.00 MPa | |

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Calcestruzzo: C25/30

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 0.0 | 130.0 |
| 3 | 100.0 | 130.0 |
| 4 | 100.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1 | 6.9 | 6.9 | 24 |
| 2 | 6.9 | 123.1 | 24 |
| 3 | 93.1 | 123.1 | 24 |
| 4 | 93.1 | 6.9 | 24 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1 | 1 | 4 | 3 | 24 |
| 2 | 2 | 3 | 8 | 24 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

| N°Comb. | N | Mx | My | Vy | Vx |
|---------|--------|----------|------|------|------|
| 1 | 982.00 | -1360.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

| | | | |
|--|--|--|--|
| <i>SS 121 "Catanesa"</i> | | | |
| <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | | |

2 982.00 215.00 0.00 0.00 0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 694.00 | -1034.00 | 0.00 |

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 688.00 | -793.00 (-1091.61) | 0.00 (0.00) |

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 529.00 | -728.00 (-1049.22) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] 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 (4.1.45)NTC]

| N°Comb | Ver | N | Mx | My | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|------------|-----|--------|----------|------|--------|----------|--------|----------|---------|
| 1 | S | 982.00 | -1360.00 | 0.00 | 981.83 | -2629.75 | 0.00 | 1.92 | |
| 45.2(19.2) | | | | | | | | | |
| 2 | S | 982.00 | 215.00 | 0.00 | 981.92 | 1631.35 | 0.00 | 8.41 | |

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

22.6(19.2)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del calcestruzzo 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 | 0.132 | 0.0 | 0.0 | 0.00202 | 6.9 | 6.9 | -0.02295 | 93.1 | 123.1 |
| 2 | 0.00350 | 0.075 | 0.0 | 130.0 | 0.00089 | 6.9 | 123.1 | -0.04303 | 93.1 | 6.9 |

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 | -0.000214858 | 0.003500000 | 0.132 | 0.700 |
| 2 | 0.000000000 | 0.000378026 | -0.045643343 | 0.075 | 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 calcestruzzo [MPa] |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Ss min | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa] |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O) |
| Ac eff. | Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| As eff. | Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 5.23 | 0.0 | 0.0 | -137.7 | 83.5 | 123.1 | 1750 | 45.2 |

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

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm sr max | wk | Mx fess | My fess | |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|--------------------|-----|----------------|----------|------|
| 1 | S | -0.00075 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00041 (0.00041) | 352 | 0.145 (990.00) | -1033.43 | 0.00 |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 4.05 | 100.0 | 0.0 | -92.4 | 6.9 | 123.1 | 1750 | 45.2 |

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

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm sr max | wk | Mx fess | My fess | |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|--------------------|-----|--------------|----------|------|
| 1 | S | -0.00051 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00028 (0.00028) | 352 | 0.098 (0.30) | -1091.61 | 0.00 |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 3.69 | 100.0 | 0.0 | -93.5 | 35.6 | 123.1 | 1750 | 45.2 |

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

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm sr max | wk | Mx fess | My fess | |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|--------------------|-----|--------------|----------|------|
| 1 | S | -0.00051 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00028 (0.00028) | 352 | 0.099 (0.20) | -1049.22 | 0.00 |

SOLETTA DI COPERTURA:

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: TRAVERSO

(Percorso File: U:\ANAS\AQ 2018-2022\DG 28 - SICILIA\3 - UP62_SS121 Palermo Bolognetta\07-Rel\STR\OPERE D'ARTE MINORI\SOTTOPASS\SCATOLARI\RCSEC\ST03\TRAVERSO.sez)

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: | Comb. non sismiche |

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | |
|----------------|---|---------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C25/30 |
| | Resis. compr. di progetto fcd: | 14.2 MPa |
| | Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 |
| | Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 31475.0 MPa |
| | Resis. media a trazione fctm: | 2.56 MPa |
| | Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| | Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 15.0 MPa |
| | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 15.0 MPa |
| | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.300 mm |
| | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 11.3 MPa |
| | Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 mm |
| ACCIAIO - | Tipo: | B450C |

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|--|------------------|---------------------|
| Resist. caratt. snervam. fyk: | 450.0 | MPa |
| Resist. caratt. rottura ftk: | 450.0 | MPa |
| Resist. snerv. di progetto fyd: | 391.3 | MPa |
| Resist. ultima di progetto ftd: | 391.3 | MPa |
| Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 | |
| Modulo Elastico Ef | 2000000 | daN/cm ² |
| 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: | 360.00 | MPa |

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

| | | |
|----------------------|------------|--------|
| Forma del Dominio: | Poligonale | |
| Classe Calcestruzzo: | C25/30 | |
| N° vertice: | X [cm] | Y [cm] |
| 1 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 0.0 | 130.0 |
| 3 | 100.0 | 130.0 |
| 4 | 100.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N° Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ [mm] |
|----------|--------|--------|------------|
| 1 | 6.9 | 6.9 | 24 |
| 2 | 6.9 | 123.1 | 24 |
| 3 | 93.1 | 123.1 | 24 |
| 4 | 93.1 | 6.9 | 24 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

| N° Gen. | N° Barra Ini. | N° Barra Fin. | N° Barre | Ø |
|---------|---------------|---------------|----------|----|
| 1 | 1 | 4 | 8 | 24 |
| 2 | 2 | 3 | 8 | 24 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione) | | | | |
|----------|--|----------|------|------|------|
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez. | | | | |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. | | | | |
| Vy | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ. d'inerzia y | | | | |
| Vx | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ. d'inerzia x | | | | |
| N° Comb. | N | Mx | My | Vy | Vx |
| 1 | 0.00 | -1360.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | 1464.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

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

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catanese" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 0.00 | -919.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | 1094.00 | 0.00 |

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 0.00 | -793.00 (-901.50) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 0.00 | 1012.00 (901.50) | 0.00 (0.00) |

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 0.00 | -451.00 (-901.50) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 0.00 | 510.00 (901.50) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Res Momento flettente resistente [kNm] 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 (4.1.45)NTC]

| N°Comb | Ver | N | Mx | My | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|------------|-----|------|----------|------|-------|----------|--------|----------|---------|
| 1 | S | 0.00 | -1360.00 | 0.00 | 0.00 | -2089.64 | 0.00 | 1.54 | |
| 45.2(18.2) | | | | | | | | | |
| 2 | S | 0.00 | 1464.00 | 0.00 | 0.00 | 2089.64 | 0.00 | 1.43 | |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

45.2(18.2)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del calcestruzzo 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 | 0.073 | 0.0 | 0.0 | 0.00082 | 6.9 | 6.9 | -0.04438 | 93.1 | 123.1 |
| 2 | 0.00350 | 0.073 | 0.0 | 130.0 | 0.00082 | 6.9 | 123.1 | -0.04438 | 6.9 | 6.9 |

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 | -0.000388966 | 0.003500000 | 0.073 | 0.700 |
| 2 | 0.000000000 | 0.000388966 | -0.047065607 | 0.073 | 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 calcestruzzo [MPa] |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Ss min | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa] |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O) |
| Ac eff. | Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| As eff. | Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 3.93 | 0.0 | 0.0 | -178.6 | 93.1 | 123.1 | 1750 | 45.2 |
| 2 | S | 4.68 | 0.0 | 130.0 | -212.6 | 73.9 | 6.9 | 1700 | 45.2 |

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 [kNm] |
| My fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm] |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catane" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm sr max | | wk | Mx fess | My fess | |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|--------------------|-----------|-----|----------------|---------|------|
| 1 | S | -0.00096 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00055 | (0.00054) | 352 | 0.192 (990.00) | -901.50 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00114 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00073 | (0.00064) | 347 | 0.252 (990.00) | 901.50 | 0.00 |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 3.39 | 0.0 | 0.0 | -154.1 | 93.1 | 123.1 | 1750 | 45.2 |
| 2 | S | 4.33 | 100.0 | 130.0 | -196.7 | 16.5 | 6.9 | 1750 | 45.2 |

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

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm sr max | | wk | Mx fess | My fess | |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|--------------------|-----------|-----|--------------|---------|------|
| 1 | S | -0.00083 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00046 | (0.00046) | 352 | 0.163 (0.30) | -901.50 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00106 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00064 | (0.00059) | 352 | 0.224 (0.30) | 901.50 | 0.00 |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 1.93 | 0.0 | 0.0 | -87.6 | 83.5 | 123.1 | 1750 | 45.2 |
| 2 | S | 2.18 | 0.0 | 130.0 | -99.1 | 93.1 | 6.9 | 1750 | 45.2 |

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

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm sr max | | wk | Mx fess | My fess | |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|--------------------|-----------|-----|--------------|---------|------|
| 1 | S | -0.00047 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00026 | (0.00026) | 352 | 0.092 (0.20) | -901.50 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00053 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 57 | 0.00030 | (0.00030) | 352 | 0.105 (0.20) | 901.50 | 0.00 |

8.3.2 Verifiche a taglio

La verifica a taglio agli SLU è eseguita nei confronti delle sollecitazioni massime di progetto ed è riportata di seguito. Tutte le verifiche a taglio sono soddisfatte.

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

VERIFICHE SLU PER SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

| Sollecitazioni di calcolo | Var | unità | COPERTURA | FONDAZIONE | PIEDRITTI |
|---------------------------|-----|-------|-----------|------------|-----------|
|---------------------------|-----|-------|-----------|------------|-----------|

| Taglio di calcolo | V_{Ed} | kN | 657,0 | 851,0 | 545,0 |
|-------------------|----------|----|-------|-------|-------|
|-------------------|----------|----|-------|-------|-------|

| Dati | Var | unità | | | |
|------|-----|-------|--|--|--|
|------|-----|-------|--|--|--|

| | | | | | |
|--|---------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| Resistenza a compressione cubica caratteristica | Rck | Mpa | 30 | 30 | 30 |
| Resistenza a compressione cilindrica caratteristica | fck | Mpa | 24,9 | 24,9 | 24,9 |
| Coefficiente parziale γ_c | γ_c | | 1,50 | 1,50 | 1,50 |
| Coefficiente parziale α_{cc} | α_{cc} | | 0,85 | 0,85 | 0,85 |
| Resistenza a compressione di calcolo | fcd | Mpa | 14,1 | 14,1 | 14,1 |
| Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura | fyk | Mpa | 450 | 450 | 450 |
| tensione di calcolo acciaio | fywd | Mpa | 391,3 | 391,3 | 391,3 |

Caratteristiche geometriche sezione

| | | | | | |
|---|----------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| Altezza (porre = 0 in caso di sezione circolare) | H | m | 1,30 | 1,40 | 1,30 |
| Larghezza/ Diametro | B | m | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Area calcestruzzo | Ac | m ² | 1,30 | 1,40 | 1,30 |
| Larghezza anima | bw | m | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| copriferro | c | m | 0,072 | 0,073 | 0,072 |
| altezza utile della sezione | d | m | 1,23 | 1,33 | 1,23 |

Compressione agente nella sezione

| | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|-----------|------------|------------|--------------|
| Sforzo normale di calcolo | N_{Ed} | kN | 0,0 | 0,0 | 982,0 |
|----------------------------------|-----------------------|-----------|------------|------------|--------------|

Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio

| | | | | | |
|---|---------------|-----|---------|---------|---------|
| Area dell'armatura longitudinale di trazione che si estende per non meno di (lbd + d) oltre la sezione considerata, dove lbd è la lunghezza di ancoraggio | Asl | mmq | 4524 | 4524 | 4524 |
| Coefficiente k | k | m | 1,40 | 1,39 | 1,40 |
| vmin | vmin | | 0,29 | 0,29 | 0,29 |
| rapporto geometrico di armatura longitudinale | ρ_1 | | 0,00368 | 0,00341 | 0,00368 |
| tensione media di compressione nella sezione | σ_{cp} | Mpa | 0,00 | 0,00 | 0,76 |

| | | | | | |
|----------------------------|-----------------------|-----------|--------------|--------------|--------------|
| Resistenza a taglio | V_{Rd} | kN | 433,0 | 450,9 | 572,1 |
| | | | 0,7 | 0,5 | 1,0 |

Elementi con armature trasversali resistenti al taglio
Verifica del conglomerato

| | | | | | |
|--------------------------------------|-----------|----|--------|--------|--------|
| Resistenza a taglio del conglomerato | V_{Rcd} | kN | 5198,1 | 5617,2 | 5198,1 |
|--------------------------------------|-----------|----|--------|--------|--------|

Verifica dell'armatura trasversale

| | | | | | |
|--|---------------|-----|--------|--------|--------|
| diametro staffe | fsw | mm | 20 | 20 | 14 |
| passo staffe | scp | m | 0,50 | 0,50 | 0,40 |
| numero di bracci | nb | | 2,00 | 2,00 | 2,50 |
| Armatura a taglio (staffe) | Asw | mmq | 628 | 628 | 385 |
| Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave | α | deg | 90 | 90 | 90 |
| Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave | θ | deg | 21,8 | 21,8 | 21,8 |
| tensione media di compressione nella sezione | σ_{cp} | kPa | 0 | 0 | 755 |
| coefficiente alpha | α_c | | 1,00 | 1,00 | 1,05 |
| Resistenza a "taglio trazione" | V_{Rsd} | kN | 1358,7 | 1468,3 | 1040,3 |
| Resistenza a "taglio compressione" | V_{Rcd} | kN | 2688,5 | 2905,3 | 2832,5 |

| | | | | | |
|---|--------------------------------------|-----------|---------------|---------------|---------------|
| Resistenza a taglio | V_{Rd} | kN | 1358,7 | 1468,3 | 1040,3 |
| <i>Coefficiente di Sicurezza a Taglio</i> | <i>V_{rd}/V_{ed}</i> | | 2,1 | 1,7 | 1,9 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

8.4 SOTTOVIA ST04

La fondazione sarà armata superiormente ed inferiormente con Ø30/10, con rinforzo di ulteriori Ø30/20 inferiormente in corrispondenza delle estremità. Come armatura a taglio è prevista una maglia di cavallotti Ø30 100 x 100.

I pedritti saranno armati con Ø30/20 all'intradosso e con Ø30/10 all'estradosso con un rinforzo di ulteriori Ø30/10 lato terreno in corrispondenza del piede. Come armatura a taglio è prevista una maglia di spille Ø14 20 x 40.

Per tutti gli elementi sono previsti ripartitori Ø16/20.

8.4.1 Verifiche a flessione

La verifiche a flessione e pressoflessione delle sezioni in c.a., sia agli Stati Limite Ultimi che per quelli di Esercizio, sono state effettuate con il software RCSEC® prodotto da Geostru.

Si riportano le verifiche per l'involuppo agli SLU/SLV e agli SLE per il trasverso, la fondazione e i pedritti.

FONDAZIONE:

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: Fondazione

(Percorso File: U:\ANAS\AQ 2018-2022\DG 28 - SICILIA\3 - UP62_SS121 Palermo Bolognetta\07-Rel\05_STRIOPERE D'ARTE MINORI\SOTTOPASSIIST_AS-E12\RC-SEC\Fondazione.sez)

| | |
|-------------------------------|---|
| 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: | Comb. non sismiche |

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | | |
|---------------------------------|---|---------------------|-------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C32/40 | |
| | Resis. compr. di progetto fcd: | 18.8 | MPa |
| | Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 | |
| | Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 | |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo | |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 33642.8 | MPa |
| | Resis. media a trazione fctm: | 3.10 | MPa |
| | Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 | |
| | Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 19.9 | MPa |
| | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 19.9 | MPa |
| | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.300 | mm |
| | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 14.9 | MPa |
| | Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 | mm |
| | ACCIAIO - | Tipo: | B450C |
| Resist. caratt. snervam. fyk: | | 450.0 | MPa |
| Resist. caratt. rottura ftk: | | 450.0 | MPa |
| Resist. snerv. di progetto fyd: | | 391.3 | MPa |

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Cataneese" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|--|------------------|---------------------|
| Resist. ultima di progetto ftd: | 391.3 | MPa |
| Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 | |
| Modulo Elastico Ef | 2000000 | daN/cm ² |
| 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: | 360.00 | MPa |

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Calcestruzzo: C32/40

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1 | -50.0 | -60.0 |
| 2 | -50.0 | 60.0 |
| 3 | 50.0 | 60.0 |
| 4 | 50.0 | -60.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1 | -41.9 | -51.9 | 30 |
| 2 | -41.9 | 51.9 | 30 |
| 3 | 41.9 | 51.9 | 30 |
| 4 | 41.9 | -51.9 | 30 |
| 5 | -41.9 | -45.9 | 30 |
| 6 | 41.9 | -45.9 | 30 |

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 | 30 |
| 2 | 2 | 3 | 8 | 30 |
| 3 | 5 | 6 | 3 | 30 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| | N | Mx | My | Vy | Vx |
|---------|--|----------|------|------|------|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione) | | | | |
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez. | | | | |
| My | Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez. | | | | |
| Vy | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y | | | | |
| Vx | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x | | | | |
| N°Comb. | N | Mx | My | Vy | Vx |
| 1 | 0.00 | 2429.91 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | -1481.37 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

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

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catanese" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 0.00 | 1854.27 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | -1083.21 | 0.00 |

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 0.00 | 1669.01 (1125.91) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 0.00 | -1086.49 (-1065.25) | 0.00 (0.00) |

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 0.00 | 1484.99 (1125.91) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 0.00 | -948.41 (-1065.25) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.6 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Res Momento flettente resistente [kNm] 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 (4.1.45)NTC]

| N°Comb | Ver | N | Mx | My | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|-------------|-----|------|----------|------|-------|----------|--------|----------|---------|
| 1 | S | 0.00 | 2429.91 | 0.00 | 0.00 | 4273.07 | 0.00 | 1.76 | |
| 106.0(20.0) | | | | | | | | | |
| 2 | S | 0.00 | -1481.37 | 0.00 | 0.00 | -2959.83 | 0.00 | 2.00 | |

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

106.0(20.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del calcestruzzo 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 | 0.123 | -50.0 | 60.0 | 0.00145 | -41.9 | 51.9 | -0.02485 | -41.9 | -51.9 |
| 2 | 0.00350 | 0.104 | -50.0 | -60.0 | 0.00107 | -41.9 | -51.9 | -0.03009 | 41.9 | 51.9 |

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 | 0.000253357 | -0.011701414 | 0.123 | 0.700 |
| 2 | 0.000000000 | -0.000300223 | -0.014513398 | 0.104 | 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 calcestruzzo [MPa] |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Ss min | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa] |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O) |
| Ac eff. | Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| As eff. | Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 6.68 | -50.0 | 60.0 | -182.9 | 32.6 | -51.9 | 2550 | 106.0 |
| 2 | S | 3.99 | -50.0 | -60.0 | -150.7 | 32.6 | 51.9 | 2050 | 70.7 |

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 [kNm] |
| My fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm] |

| | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|---|
| SS 121 "Catane" | | | | | | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | | | | | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | | | | | | |

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm sr max | | wk | Mx fess | My fess | |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|--------------------|-----------|-----|----------------|----------|------|
| 1 | S | -0.00102 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 66 | 0.00064 | (0.00055) | 347 | 0.221 (990.00) | 1125.91 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00083 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 66 | 0.00045 | (0.00045) | 372 | 0.168 (990.00) | -1065.25 | 0.00 |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 6.01 | -50.0 | 60.0 | -164.6 | 41.9 | -51.9 | 2550 | 106.0 |
| 2 | S | 4.00 | -50.0 | -60.0 | -151.2 | 32.6 | 51.9 | 2050 | 70.7 |

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 | -0.00092 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 66 | 0.00054 | (0.00049) | 347 | 0.189 (0.30) | 1125.91 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00083 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 66 | 0.00045 | (0.00045) | 372 | 0.169 (0.30) | -1065.25 | 0.00 |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 5.35 | -50.0 | 60.0 | -146.5 | 32.6 | -51.9 | 2550 | 106.0 |
| 2 | S | 3.49 | -50.0 | -60.0 | -132.0 | 41.9 | 51.9 | 2050 | 70.7 |

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 | -0.00081 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 66 | 0.00055 | (0.00044) | 347 | 0.190 (0.20) | 1125.91 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00073 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 66 | 0.00044 | (0.00040) | 372 | 0.165 (0.20) | -1065.25 | 0.00 |

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

PIEDRITTI:

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: Piedritto

(Percorso File: U:\ANAS\AQ 2018-2022\DG 28 - SICILIA\3 - UP62_SS121 Palermo Bolognetta\07-Rel\05_STRIOPERE D'ARTE MINORI\SOTTOPASSI\AS-E12\RC-SEC\Piedritto.sez)

| | |
|-------------------------------|---|
| 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: | Comb. non sismiche |

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

| | | |
|--------------------------------------|---|-----------------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe: | C32/40 |
| | Resis. compr. di progetto fcd: | 18.8 MPa |
| | Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020 |
| | Def.unit. ultima ecu: | 0.0035 |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo |
| | Modulo Elastico Normale Ec: | 33642.8 MPa |
| | Resis. media a trazione fctm: | 3.10 MPa |
| | Coeff. Omogen. S.L.E.: | 15.00 |
| | Sc limite S.L.E. comb. Rare: | 19.9 MPa |
| | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: | 19.9 MPa |
| | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.300 mm |
| | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 14.9 MPa |
| Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: | 0.200 mm | |
| ACCIAIO - | Tipo: | B450C |
| | Resist. caratt. snervam. fyk: | 450.0 MPa |
| | Resist. caratt. rottura ftk: | 450.0 MPa |
| | Resist. snerv. di progetto fyd: | 391.3 MPa |
| | Resist. ultima di progetto ftd: | 391.3 MPa |
| | Deform. ultima di progetto Epu: | 0.068 |
| | Modulo Elastico Ef | 2000000 daN/cm ² |
| | Diagramma tensione-deformaz.: | Bilineare finito |
| | Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1\beta_2$: | 1.00 |
| | Coeff. Aderenza differito $\beta_1\beta_2$: | 0.50 |
| Sf limite S.L.E. Comb. Rare: | 360.00 MPa | |

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

| | | |
|----------------------|------------|--------|
| Forma del Dominio: | Poligonale | |
| Classe Calcestruzzo: | C32/40 | |
| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
| 1 | -50.0 | -55.0 |
| 2 | -50.0 | 55.0 |
| 3 | 50.0 | 55.0 |
| 4 | 50.0 | -55.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| | | | |
|---------|--------|--------|-----------|
| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
| 1 | -41.9 | -46.9 | 30 |
| 2 | -41.9 | 46.9 | 30 |
| 3 | 41.9 | 46.9 | 30 |

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | |
|---|-------|-------|----|
| 4 | 41.9 | -46.9 | 30 |
| 5 | -41.9 | 41.9 | 30 |
| 6 | 41.9 | 41.9 | 30 |

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 | 3 | 30 |
| 2 | 2 | 3 | 8 | 30 |
| 3 | 5 | 6 | 8 | 30 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

| N°Comb. | N | Mx | My | Vy | Vx |
|---------|------|----------|------|------|------|
| 1 | 0.00 | -2429.91 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | 642.72 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

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

| | |
|----|---|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) |
| Mx | Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 0.00 | -1854.27 | 0.00 |

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

| | |
|----|---|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) |
| Mx | Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 0.00 | -1669.01 (-999.70) | 0.00 (0.00) |

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

| | |
|---|---|
| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) |
|---|---|

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Mx Momento flettente [kNm] 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 [kNm] 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 | 0.00 | -1484.99 (-999.70) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.6 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Res Momento flettente resistente [kNm] 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 (4.1.45)NTC]

| N°Comb | Ver | N | Mx | My | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|-------------|-----|------|----------|------|-------|----------|--------|----------|---------|
| 1 | S | 0.00 | -2429.91 | 0.00 | 0.00 | -4916.23 | 0.00 | 2.02 | |
| 141.4(18.3) | | | | | | | | | |
| 2 | S | 0.00 | 642.72 | 0.00 | 0.00 | 1421.54 | 0.00 | 2.21 | |
| 106.0(18.3) | | | | | | | | | |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo 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 | 0.268 | -50.0 | -55.0 | 0.00246 | -41.9 | -46.9 | -0.00958 | 41.9 | 46.9 |
| 2 | 0.00350 | 0.102 | -50.0 | 55.0 | 0.00077 | -41.9 | 46.9 | -0.03082 | -41.9 | -46.9 |

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 | -0.000128370 | -0.003560334 | 0.268 | 0.774 |
| 2 | 0.000000000 | 0.000336814 | -0.015024763 | 0.102 | 0.700 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

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 calcestruzzo [MPa] |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Ss min | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa] |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O) |
| Ac eff. | Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| As eff. | Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 8.17 | -50.0 | -55.0 | -159.7 | 32.6 | 46.9 | 2200 | 141.4 |

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; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ 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 = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi |
| | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm] |
| | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm] |

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|----------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00091 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 66 | 0.00060 (0.00048) | 304 | 0.182 (990.00) | -999.70 | 0.00 |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 7.35 | -50.0 | -55.0 | -143.7 | 32.6 | 46.9 | 2200 | 141.4 |

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 | -0.00082 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 66 | 0.00052 (0.00043) | 304 | 0.158 (0.30) | -999.70 | 0.00 |

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

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 6.54 | -50.0 | -55.0 | -127.9 | 32.6 | 46.9 | 2200 | 141.4 |

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 | -0.00073 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 66 | 0.00051 (0.00038) | 304 | 0.154 (0.20) | -999.70 | 0.00 |

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catanese" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

8.4.2 Verifiche a taglio

La verifica a taglio agli SLU è eseguita nei confronti delle sollecitazioni massime di progetto ed è riportata di seguito. Tutte le verifiche a taglio sono soddisfatte.

LAVORO: UP62 - SS131 PALERMO-BOLOGNETTA

OPERA: ST_AS-E12

VERIFICHE SLU PER SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

| Dati | Var | unità | Fondazione | Piedritto | Traverso |
|--|-----------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
| Resistenza a compressione cubica caratteristica | Rck | Mpa | 40 | 40 | 40 |
| Resistenza a compressione cilindrica caratteristica | fck | Mpa | 33,2 | 33,2 | 33,2 |
| Coefficiente parziale γ_C | γ_C | | 1,50 | 1,50 | 1,50 |
| Coefficiente parziale α_{CC} | α_{CC} | | 0,85 | 0,85 | 0,85 |
| Resistenza a compressione di calcolo | fcd | Mpa | 18,8 | 18,8 | 18,8 |
| Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura | fyk | Mpa | 450 | 450 | 450 |
| tensione di calcolo acciaio | fywd | Mpa | 391,3 | 391,3 | 391,3 |
| Caratteristiche geometriche sezione | | | | | |
| Altezza | H | m | 1,20 | 1,10 | 1,00 |
| Larghezza | B | m | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Area calcestruzzo | Ac | m ² | 1,20 | 1,10 | 1,00 |
| Larghezza anima | bw | m | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| copriferro | c | m | 0,081 | 0,081 | 0,081 |
| altezza utile della sezione | d | m | 1,12 | 1,02 | 0,92 |
| Compressione agente nella sezione | | | | | |
| Sforzo normale di calcolo | N _{Ed} | kN | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio | | | | | |
| Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata | | | | | |
| Coefficiente k | Asl | mmq | 3534 | 3534 | 3534 |
| vmin | k | m | 1,42 | 1,44 | 1,47 |
| rapporto geometrico di armatura longitudinale | vmin | | 0,3 | 0,3 | 0,4 |
| tensione media di compressione nella sezione | ρ_1 | | 0,00316 | 0,00347 | 0,00385 |
| | σ_{Cp} | Mpa | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Resistenza a taglio | V_{Rd} | kN | 418,2 | 398,5 | 378,0 |
| Elementi con armature trasversali resistenti al taglio | | | | | |
| <i>Verifica del conglomerato</i> | | | | | |
| Resistenza a taglio del conglomerato | V _{Rcd} | kN | 6315,6 | 5751,2 | 5186,8 |
| <i>Verifica dell'armatura trasversale</i> | | | | | |
| diametro staffe | fsw | mm | 30 | 14 | 16 |
| passo staffe | scp | m | 1,00 | 0,20 | 0,20 |
| numero di bracci | nb | | 2 | 2,5 | 2 |
| Armatura a taglio (staffe) | Asw | mmq | 1414 | 385 | 402 |
| Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave | α | deg | 90 | 90 | 90 |
| Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave | θ | deg | 21,8 | 21,8 | 21,8 |
| tensione media di compressione nella sezione | σ_{Cp} | kPa | 0 | 0 | 0 |
| coefficiente alpha | α_c | | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Resistenza a "taglio trazione" | V _{Rsds} | kN | 1392,9 | 1726,5 | 1626,9 |
| Resistenza a "taglio compressione" | V _{Rcd} | kN | 3266,5 | 2974,6 | 2682,7 |
| Resistenza a taglio | V_{Rd} | kN | 1392,9 | 1726,5 | 1626,9 |
| Azione di calcolo | V | kN | 1233,5 | 940,3 | 954,5 |
| Fattore di sicurezza | FS | - | 1,13 | 1,84 | 1,70 |

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

La verifica a taglio per i tubi metallici di connessione agli SLU è eseguita nei confronti delle sollecitazioni massime di progetto ed è riportata di seguito. La verifica è soddisfatta.

LAVORO: UP62 - SS131 PALERMO-BOLOGNETTA

OPERA: **ST_AS-E12**

VERIFICA DI STABILITA' ASTE COMPRESSE

Sezione circolare cava

| Dati acciaio | var | unità | |
|--|---------------|-------|--------|
| Tensione caratteristica di snervamento acciaio | fyk | Mpa | 355 |
| modulo elastico acciaio | E | MPa | 210000 |
| fattore epsilon | ϵ | | 0,814 |
| Coefficiente di sicurezza per resistenza all'instabilità | γ_{M0} | | 1,05 |

| Caratteristiche geometriche della sezione | var | unità | |
|---|------|-----------------|----------|
| Diametro esterno del tubo | De | mm | 193,7 |
| spessore del tubo | sf | mm | 12,5 |
| riduzione di spessore di progetto | srid | mm | 0,00 |
| Diametro del tubo "efficace" | De | mm | 193,7 |
| spessore del tubo "efficace" | sf | mm | 12,5 |
| Classe della sezione compressa | Cl | | 1 |
| Area lorda della sezione | A | mm ² | 7116 |
| Area resistente a taglio | Av | mm ² | 4530 |
| Momento d'inerzia | I | mm ⁴ | 29343122 |
| Modulo di resistenza elastico | We | mm ³ | 302975 |
| Modulo di resistenza plastico | Wp | mm ³ | 411069 |
| Modulo di resistenza torsionale | WT | mm ³ | 644683 |

| Caratteristiche della sollecitazione | var | unità | |
|--|-----|-------|-------|
| Sforzo di taglio di calcolo | VEd | kN | 404,0 |
| Sollecitazione torcente di progetto | TEd | kNm | 0,0 |
| Forza di compressione di calcolo (pos. Se di compressione) | NEd | kN | 0,0 |
| Momento flettente di calcolo | MEd | kNm | 0,0 |

VERIFICHE IN CAMPO PLASTICO (SOLO SEZIONI CL. 1-2)

SI

| Verifica a torsione | var | unità | |
|-----------------------------------|---------------|-------|-------|
| Resistenza torsionale di progetto | TRd | kNm | 125,8 |
| Rapporto TEd / TRd (punto 4.2.29) | TEd/TRd | | 0,00 |
| Status check | Ch | | OK |
| Tensione tangenziale massima | $\tau_{t,Ed}$ | Mpa | 0,0 |

| Verifica a taglio in presenza di torsione | var | unità | |
|--|----------------------|-------|-------------|
| Resistenza di calcolo a taglio | Vc,Rd | kN | 884,3 |
| Resistenza di calcolo a taglio ridotta in presenza di torsione | Vc,Rd,red | kN | 884,3 |
| Rapporto VEd / Vc,Rd,red (punto 4.2.17) | VEd/Vc,Rd,red | | 0,46 |
| Status check | Ch | | OK |

Si può trascurare l'influenza del taglio sulla flessione ?

SI

| Verifica a presso-tenso flessione retta | var | unità | |
|--|------------------|-------|-------------|
| Resistenza di calcolo a compressione/trazione | Npl,Rd | kN | 2405,8 |
| Resistenza di calcolo a flessione | Mpl,Rd | kNm | 139,0 |
| Resistenza di calcolo a flessione ridotta in presenza sforzo normale | MN,Rd | kNm | 139,0 |
| Rapporto NEd / Nc,Rd (punto 4.2.10) | NEd/Nc,Rd | | 0,00 |
| Status check | Ch | | OK |
| Rapporto MEd / MN,Rd (punto 4.2.12) | MEd/MN,Rd | | 0,00 |
| Status check | Ch | | OK |

8.4.3 Travi in c.a.p.

Le travi in cemento armato precompresso presentano quattro file di trefoli: tre inferiori ed una superiore. I trefoli sono disposti come mostrato in figura:

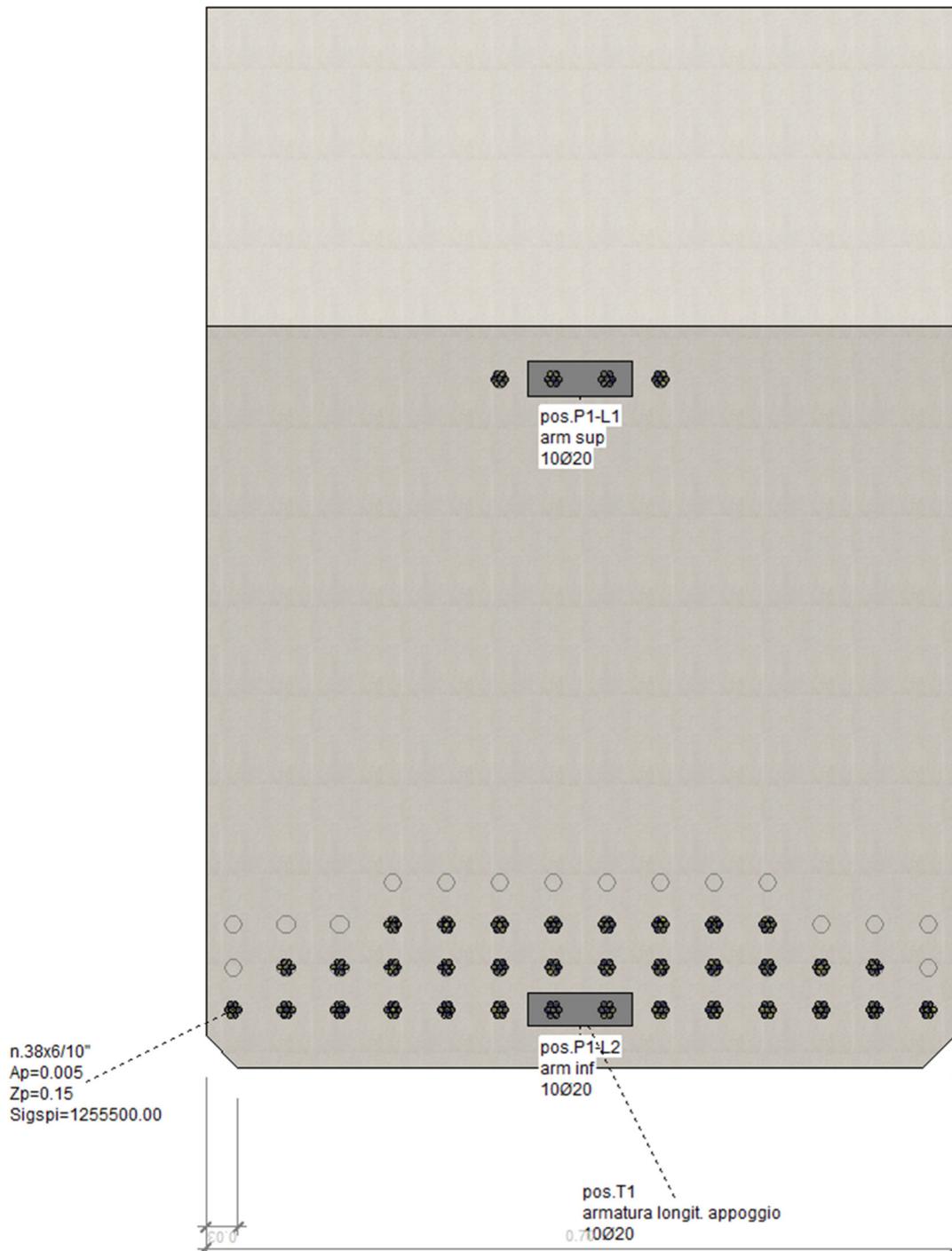


Figura 5 – Schema trefoli per travi di copertura in c.a.p.

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneſe" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

In corrispondenza delle estremità è prevista un'armatura inferiore costituita da 10 Ø20.

L'armatura trasversale è costituita da staffe differenziate in relazione alla posizione:

- Ø 14/10 per i primi 2 metri misurati dalle testate;
- Ø 14/20 dai 2 ai 10 metri dalle testate (mezzeria).

L'armatura di collegamento alla soletta è così disposta:

- Ø 12/10 per i primi 2 metri misurati dalle testate;
- Ø 12/20 dai 2 ai 10 metri dalle testate (mezzeria).

Per i risultati e le verifiche delle travi in c.a.p. si faccia riferimento ai tabulati di calcolo in allegato, così come per le verifiche in mezzeria del traverso di copertura in configurazione definitiva.

| | | |
|---|---|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | <i>Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia</i> | |

9 VERIFICHE GEOTECNICHE

Le verifiche geotecniche per il sottovia e per le fondazioni dei muri andatori sono riportate in allegato rispettivamente ai capitoli 11 e 12.

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

10 DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 N.T.C. 2018)

10.1 Tipo di analisi svolte

Le analisi strutturali e le verifiche con il dimensionamento delle strutture sono state condotte con l'ausilio di codici di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del D.M. 17/07/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui le opere saranno soggette.

10.2 Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Nome del Software: SCAT – Analisi Strutture Scatolari – Versione 14.0

Produttore Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)

Licenza concessa a VIA INGEGNERIA s.r.l. – Licenza N° AIU4132SQ

10.3 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dai produttori del software contiene esaurienti descrizioni delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati con l'individuazione dei campi d'impiego.

10.4 Modalità di presentazione dei risultati

Le relazioni di calcolo strutturale presentano i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. Le relazioni di calcolo illustrano in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

10.5 Informazioni generali sull'elaborazione

Il software consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

10.6 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, il Progettista delle Strutture asserisce che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

11 ALLEGATO A – SOTTOVIA ST01 ST02 ST03

11.1 Sottovia ST01

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 35.00°.

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 γ , su una parete di altezza H , risulta espressa secondo la teoria di Coulomb dalla seguente relazione (per terreno incoerente)

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

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

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

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

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

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

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_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 ϕ rappresenta l'angolo d'attrito interno del terreno di rifianco.

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 - Formula di Wood

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spinta del terreno nel caso di strutture rigide.

Nel caso di strutture rigide completamente vincolate, in modo tale che non può svilupparsi nel terreno uno stato di spinta attiva, nonché nel caso di muri verticali con terrapieno a superficie orizzontale, l'incremento dinamico di spinta del terreno può essere calcolato come:

$$\Delta P_d = \alpha \gamma H^2$$

$$\alpha = a_g / g * S_s * \beta_m * S_I$$

H è l'altezza sulla quale agisce la spinta. Il punto di applicazione va preso a metà altezza.

Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q . Cioè, detto Q_u , il carico limite ed R la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Terzaghi ha proposto la seguente espressione per il calcolo della capacità portante di una fondazione superficiale.

$$q_u = c N_c S_c + q N_q + 0.5 B \gamma N_s S_r$$

La simbologia adottata è la seguente:

- c coesione del terreno in fondazione;
- ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione;
- γ peso di volume del terreno in fondazione;
- B larghezza della fondazione;
- D profondità del piano di posa;
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I fattori di capacità portante sono espressi dalle seguenti relazioni:

$$N_q = \frac{e^{2(0.75 - \phi/2)\tan(\phi)}}{2 \cos^2(45 + \phi/2)} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$N_c = (N_q - 1) \text{ctg} \phi$$

$$N_y = \frac{K_{pr} \cdot \cos^2 \phi}{2 \cdot \cos^2 \phi} = \dots$$

I fattori di forma s_x e s_y , che compaiono nella espressione di q_u dipendono dalla forma della fondazione. In particolare valgono 1 per fondazioni nastriformi o rettangolari allungate e valgono rispettivamente 1.3 e 0.8 per fondazioni quadrate.

termine K_{pr} , che compare nell'espressione di N_y non ha un'espressione analitica. Pertanto si assume per N_y l'espressione proposta da Meyerhof

$$N_y = (N_q - 1) \cdot \lg(1.4 \cdot \phi)$$

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 rigidezza del singolo elemento, K_e , si assembla la matrice di rigidezza 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

$$K u = p$$

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.

Geometria scatolare

| | | |
|--|--------------------|-----|
| Descrizione: | Scatolare semplice | |
| Altezza esterna | 8,70 | [m] |
| Larghezza esterna | 10,10 | [m] |
| Lunghezza mensola di fondazione sinistra | 0,00 | [m] |
| Lunghezza mensola di fondazione destra | 0,00 | [m] |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanese" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|-----------------------------|------|-----|
| Spessore piedritto sinistro | 0,80 | [m] |
| Spessore piedritto destro | 0,80 | [m] |
| Spessore fondazione | 0,90 | [m] |
| Spessore trasverso | 0,80 | [m] |

Caratteristiche strati terreno

Strato di ricoprimento

| Descrizione | Terreno di ricoprimento | |
|-----------------------|-------------------------|---------|
| Spessore dello strato | 1,30 | [m] |
| Peso di volume | 19,0000 | [kN/mc] |
| Peso di volume saturo | 19,0000 | [kN/mc] |
| Angolo di attrito | 35,00 | [°] |
| Coesione | 0 | [kPa] |

Strato di rinfianco

| Descrizione | Terreno di rinfianco | |
|-------------------------------------|----------------------|---------|
| Peso di volume | 18,0000 | [kN/mc] |
| Peso di volume saturo | 18,0000 | [kN/mc] |
| Angolo di attrito | 35,00 | [°] |
| Angolo di attrito terreno struttura | 23,33 | [°] |
| Coesione | 0 | [kPa] |
| Costante di Winkler | 10000 | [kPa/m] |

Strato di base

| Descrizione | Terreno di base | |
|-------------------------------------|-----------------|---------|
| Peso di volume | 19,0000 | [kN/mc] |
| Peso di volume saturo | 19,0000 | [kN/mc] |
| Angolo di attrito | 23,00 | [°] |
| Angolo di attrito terreno struttura | 23,00 | [°] |
| Coesione | 5 | [kPa] |
| Costante di Winkler | 24000 | [kPa/m] |
| Tensione limite | 1000 | [kPa] |

Falda

| | | |
|---|------|-----|
| Quota falda (rispetto al piano di posa) | 0,00 | [m] |
|---|------|-----|

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiale calcestruzzo

| | | |
|---|-----------|---------|
| R_{ck} calcestruzzo | 30000 | [kPa] |
| Peso specifico calcestruzzo | 24,5170 | [kN/mc] |
| Modulo elastico E | 30976850 | [kPa] |
| Tensione di snervamento acciaio | 450000 | [kPa] |
| 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_y | componente Y del carico concentrato |
| F_x | componente X del carico concentrato |
| M | momento |

Forze distribuite

| | |
|------------|--|
| X_i, X_f | ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali |
| Y_i, Y_f | ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali |
| V_{ni} | componente normale del carico distribuito nel punto iniziale |
| V_{nf} | componente normale del carico distribuito nel punto finale |
| V_{ti} | componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale |
| V_{tf} | componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale |
| D_{ie} | variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi |
| D_{ie} | variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi |

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

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°6 (Spinta falda)

Condizione di carico n° 7 (Carico Tandem)

| | | | | | | | |
|-------|----------|--------------|---------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| Distr | Traverso | $X_i = 0,00$ | $X_i = 10,10$ | $V_{ni} = 9,00$ | $V_{ni} = 9,00$ | $V_{if} = 0,00$ | $V_{if} = 0,00$ |
| Distr | Traverso | $X_i = 2,35$ | $X_i = 3,55$ | $V_{ni} = 35,64$ | $V_{ni} = 35,64$ | $V_{if} = 0,00$ | $V_{if} = 0,00$ |
| Distr | Traverso | $X_i = 6,56$ | $X_i = 7,76$ | $V_{ni} = 35,64$ | $V_{ni} = 35,64$ | $V_{if} = 0,00$ | $V_{if} = 0,00$ |
| Distr | Traverso | $X_i = 3,55$ | $X_i = 6,56$ | $V_{ni} = 71,30$ | $V_{ni} = 71,30$ | $V_{if} = 0,00$ | $V_{if} = 0,00$ |

Condizione di carico n° 8 (Sovraccarico traffico)

| | | | | | | | |
|-------|--------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Distr | Pied_S | $Y_i = 0,00$ | $Y_i = 8,70$ | $V_{ni} = 8,50$ | $V_{ni} = 8,50$ | $V_{if} = 0,00$ | $V_{if} = 0,00$ |
| Distr | Pied_D | $Y_i = 0,00$ | $Y_i = 8,70$ | $V_{ni} = 8,50$ | $V_{ni} = 8,50$ | $V_{if} = 0,00$ | $V_{if} = 0,00$ |

Condizione di carico n° 9 (Frenatura)

| | | | | | | | |
|-------|----------|--------------|---------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| Distr | Traverso | $X_i = 0,00$ | $X_i = 10,10$ | $V_{ni} = 0,00$ | $V_{ni} = 0,00$ | $V_{if} = 12,80$ | $V_{if} = 12,80$ |
|-------|----------|--------------|---------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|

Condizione di carico n° 10 (Azioni temperatura)

| | | | |
|------|----------|-----------------|-----------------|
| Term | Traverso | $D_{ie} = 0,00$ | $D_{if} = 0,00$ |
|------|----------|-----------------|-----------------|

Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

| | |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo γ_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

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

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

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

con:

| | |
|-----------------|--|
| d | altezza utile sezione [mm] |
| b _w | larghezza minima sezione [mm] |
| σ _{cp} | tensione media di compressione [N/mm ²] |
| ρ _l | rapporto geometrico di armatura |
| A _{sw} | area armatura trasversale [mm ²] |
| s | interasse tra due armature trasversali consecutive [mm] |
| α _c | coefficiente maggiorativo, funzione di f _{cd} e σ _{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 2018 - Approccio 2

Copriferro sezioni 0,0300 [m]

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

| | |
|---|--|
| γ | Coefficiente di partecipazione della condizione |
| ψ | Coefficiente di combinazione della condizione |
| C | Coefficiente totale di partecipazione della condizione |

Norme Tecniche 2018

Simbologia adottata

| | |
|---------------------|---|
| γ _{1st,av} | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti |
| γ _{1st,sv} | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti |
| γ _{2st,av} | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali |
| γ _{2st,sv} | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali |
| γ ₀ | Coefficiente parziale sulle azioni variabili |
| γ _{tanφ} | Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato |
| γ _c | Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata |
| γ _{cu} | Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

γ_{eq} 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 | γ_{G1fav} | 1,00 | 1,00 |
| Permanenti | Sfavorevole | γ_{G1sfav} | 1,30 | 1,00 |
| Permanenti non strutturali | Favorevole | γ_{G2fav} | 0,80 | 0,80 |
| Permanenti non strutturali | Sfavorevole | γ_{G2sfav} | 1,50 | 1,30 |
| Variabili | Favorevole | γ_{Q1fav} | 0,00 | 0,00 |
| Variabili | Sfavorevole | γ_{Q1sfav} | 1,50 | 1,30 |
| Variabili da traffico | Favorevole | γ_{Qfav} | 0,00 | 0,00 |
| Variabili da traffico | Sfavorevole | γ_{Qsfav} | 1,35 | 1,15 |
| Termici | Favorevole | γ_{ctfav} | 0,00 | 0,00 |
| Termici | Sfavorevole | γ_{ctsfav} | 1,20 | 1,20 |

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 | γ_{cu} | 1,00 | 1,40 |
| Resistenza a compressione uniassiale | γ_{qu} | 1,00 | 1,60 |
| Peso dell'unità di volume | γ_r | 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 | γ_{G1fav} | 1,00 | 1,00 |
| Permanenti | Sfavorevole | γ_{G1sfav} | 1,00 | 1,00 |
| Permanenti | Favorevole | γ_{G2fav} | 0,00 | 0,00 |
| Permanenti | Sfavorevole | γ_{G2sfav} | 1,00 | 1,00 |
| Variabili | Favorevole | γ_{Q1fav} | 0,00 | 0,00 |
| Variabili | Sfavorevole | γ_{Q1sfav} | 1,00 | 1,00 |
| Variabili da traffico | Favorevole | γ_{Qfav} | 0,00 | 0,00 |
| Variabili da traffico | Sfavorevole | γ_{Qsfav} | 1,00 | 1,00 |
| Termici | Favorevole | γ_{ctfav} | 0,00 | 0,00 |
| Termici | Sfavorevole | γ_{ctsfav} | 1,00 | 1,00 |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catane" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

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 | 1,00 |
| Coesione efficace | γ_c | 1,00 | 1,00 |
| Resistenza non drenata | γ_{cu} | 1,00 | 1,00 |
| Resistenza a compressione uniassiale | γ_{qu} | 1,00 | 1,00 |
| Peso dell'unità di volume | γ_r | 1,00 | 1,00 |

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |

Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.35 | 0.75 | 1.01 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.20 | 0.60 | 0.72 |

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.35 | 1.00 | 1.35 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.20 | 0.60 | 0.72 |

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2)

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.35 | 0.75 | 1.01 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.35 | 1.00 | 1.35 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.20 | 0.60 | 0.72 |

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.35 | 0.75 | 1.01 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.35 | 1.00 | 1.35 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.20 | 0.60 | 0.72 |

Combinazione n° 6 SLU (Approccio 2)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.35 | 0.75 | 1.01 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.20 | 1.00 | 1.20 |

Combinazione n° 7 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Combinazione n° 8 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 9 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 10 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 11 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 12 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 13 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 14 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 15 SLE (Quasi Permanente)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 16 SLE (Frequente)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 17 SLE (Frequente)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.00 | 0.75 | 0.75 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 18 SLE (Frequente)

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 19 SLE (Frequente)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 20 SLE (Frequente)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.50 | 0.50 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 21 SLE (Rara)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.00 | 0.75 | 0.75 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.60 | 0.60 |

Combinazione n° 22 SLE (Rara)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|-----------------------|-------------|------|------|------|
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.60 | 0.60 |

Combinazione n° 23 SLE (Rara)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.00 | 0.75 | 0.75 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.60 | 0.60 |

Combinazione n° 24 SLE (Rara)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.00 | 0.75 | 0.75 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.60 | 0.60 |

Combinazione n° 25 SLE (Rara)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.00 | 0.75 | 0.75 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |

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

| | |
|-----------|--|
| <i>X</i> | ascisse (espresse in m) positive verso destra |
| <i>Y</i> | ordinate (espresse in m) positive verso l'alto |
| <i>M</i> | momento espresso in kNm |
| <i>V</i> | taglio espresso in kN |
| <i>SN</i> | sforzo normale espresso in kN |
| <i>ux</i> | spostamento direzione X espresso in m |
| <i>uy</i> | spostamento direzione Y espresso in m |
| <i>σ</i> | pressione sul terreno espressa in kPa |

Tipo di analisi

Pressione in calotta

I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **angolo di attrito**

Metodo di calcolo della portanza

Spinta sui piedritti

Pressione geostatica

Terzaghi

- a Riposo [combinazione 1]
- a Riposo [combinazione 2]
- a Riposo [combinazione 3]
- a Riposo [combinazione 4]
- a Riposo [combinazione 5]
- a Riposo [combinazione 6]
- a Riposo [combinazione 7]
- a Riposo [combinazione 8]
- a Riposo [combinazione 9]
- a Riposo [combinazione 10]
- a Riposo [combinazione 11]
- a Riposo [combinazione 12]
- a Riposo [combinazione 13]
- a Riposo [combinazione 14]
- a Riposo [combinazione 15]
- a Riposo [combinazione 16]
- a Riposo [combinazione 17]
- a Riposo [combinazione 18]
- a Riposo [combinazione 19]
- a Riposo [combinazione 20]
- a Riposo [combinazione 21]
- a Riposo [combinazione 22]

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

a Riposo [combinazione 23]
a Riposo [combinazione 24]
a Riposo [combinazione 25]

Sisma

Identificazione del sito

| | |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| Latitudine | 37.966263 |
| Longitudine | 13.456853 |
| Comune | Bolognetta |
| Provincia | Palermo |
| Regione | Sicilia |
| Punti di interpolazione del reticolo | 45842 - 46064 - 46065 - 45843 |

Tipo di opera

| | |
|---------------------|--|
| Tipo di costruzione | Opera ordinaria |
| Vita nominale | 50 anni |
| Classe d'uso | IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose |
| Vita di riferimento | 100 anni |

Combinazioni SLU

| | |
|---|---|
| Accelerazione al suolo $a_g =$ | 2.25 [m/s ²] |
| Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) | 1.36 |
| Coefficiente di amplificazione topografica (St) | 1.00 |
| Coefficiente riduzione (β_m) | 1.00 |
| Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale | 0.50 |
| Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) | $k_h = (a_g/g * \beta_m * St * Ss) = 31.20$ |
| Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) | $k_v = 0.50 * k_h = 15.60$ |

Combinazioni SLE

| | |
|---|---|
| Accelerazione al suolo $a_g =$ | 0.84 [m/s ²] |
| Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) | 1.50 |
| Coefficiente di amplificazione topografica (St) | 1.00 |
| Coefficiente riduzione (β_m) | 1.00 |
| Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale | 0.50 |
| Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) | $k_h = (a_g/g * \beta_m * St * Ss) = 12.78$ |
| Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) | $k_v = 0.50 * k_h = 6.39$ |
| Forma diagramma incremento sismico | Rettangolare |
| Spinta sismica | Wood |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Angolo diffusione sovraccarico

35,00 [°]

Coefficienti di spinta

| N°combinazione | Statico | Sismico |
|-----------------------|----------------|----------------|
| 1 | 0,426 | 0,000 |
| 2 | 0,426 | 0,000 |
| 3 | 0,426 | 0,000 |
| 4 | 0,426 | 0,000 |
| 5 | 0,426 | 0,000 |
| 6 | 0,426 | 0,000 |
| 7 | 0,426 | 0,895 |
| 8 | 0,426 | 0,895 |
| 9 | 0,426 | 0,895 |
| 10 | 0,426 | 0,895 |
| 11 | 0,426 | 0,895 |
| 12 | 0,426 | 0,895 |
| 13 | 0,426 | 0,895 |
| 14 | 0,426 | 0,895 |
| 15 | 0,426 | 0,000 |
| 16 | 0,426 | 0,000 |
| 17 | 0,426 | 0,000 |
| 18 | 0,426 | 0,000 |
| 19 | 0,426 | 0,000 |
| 20 | 0,426 | 0,000 |
| 21 | 0,426 | 0,000 |
| 22 | 0,426 | 0,000 |
| 23 | 0,426 | 0,000 |
| 24 | 0,426 | 0,000 |
| 25 | 0,426 | 0,000 |

Discretizzazione strutturale

| | |
|------------------------------------|----|
| Numero elementi fondazione | 96 |
| Numero elementi trasverso | 52 |
| Numero elementi piedritto sinistro | 80 |
| Numero elementi piedritto destro | 80 |
| Numero molle fondazione | 97 |
| Numero molle piedritto sinistro | 81 |
| Numero molle piedritto destro | 81 |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Analisi della combinazione n° 1

Pressione in calotta(solo peso terreno) 32,1100 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,06 | 24,16 | 32,1100 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 13,6925 [kPa] | Pressione inf. 100,5038 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 13,6925 [kPa] | Pressione inf. 100,5038 [kPa] |

Analisi della combinazione n° 2

Pressione in calotta(solo peso terreno) 32,1100 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,06 | 24,16 | 32,1100 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 13,6925 [kPa] | Pressione inf. 100,5038 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 13,6925 [kPa] | Pressione inf. 100,5038 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 3

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Cataneese" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Pressione in calotta(solo peso terreno) 32,1100 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,06 | 24,16 | 32,1100 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 13,6925 [kPa] | Pressione inf. 100,5038 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 13,6925 [kPa] | Pressione inf. 100,5038 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 4

Pressione in calotta(solo peso terreno) 32,1100 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,06 | 24,16 | 32,1100 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 13,6925 [kPa] | Pressione inf. 100,5038 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 13,6925 [kPa] | Pressione inf. 100,5038 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Analisi della combinazione n° 5

Pressione in calotta(solo peso terreno) 32,1100 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,06 | 24,16 | 32,1100 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 13,6925 [kPa] | Pressione inf. 100,5038 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 13,6925 [kPa] | Pressione inf. 100,5038 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 6

Pressione in calotta(solo peso terreno) 32,1100 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,06 | 24,16 | 32,1100 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 13,6925 [kPa] | Pressione inf. 100,5038 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 13,6925 [kPa] | Pressione inf. 100,5038 [kPa] |

Falda

| | |
|--------|----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
|--------|----------|

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Sottospinta

0,00[kPa]

Analisi della combinazione n° 7

Pressione in calotta(solo peso terreno) 24,7000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,06 | 24,16 | 24,7000 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 64,2836 [kPa] | Pressione inf. 64,2836 [kPa] |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|

Analisi della combinazione n° 8

Pressione in calotta(solo peso terreno) 24,7000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,06 | 24,16 | 24,7000 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 64,2836 [kPa] Pressione inf. 64,2836 [kPa]

Analisi della combinazione n° 9

Pressione in calotta(solo peso terreno) 24,7000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,06 | 24,16 | 24,7000 |

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 10,5327 [kPa] Pressione inf. 77,3106 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 10,5327 [kPa] Pressione inf. 77,3106 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 64,2836 [kPa] Pressione inf. 64,2836 [kPa]

Falda

Spinta 0,00[kN]

Sottospinta 0,00[kPa]

Analisi della combinazione n° 10

Pressione in calotta(solo peso terreno) 24,7000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,06 | 24,16 | 24,7000 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 64,2836 [kPa] | Pressione inf. 64,2836 [kPa] |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 11

Pressione in calotta(solo peso terreno) 24,7000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,06 | 24,16 | 24,7000 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto destro | Pressione sup. 64,2836 [kPa] | Pressione inf. 64,2836 [kPa] |
|------------------|------------------------------|------------------------------|

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanese" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Analisi della combinazione n° 12

Pressione in calotta(solo peso terreno) 24,7000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,06 | 24,16 | 24,7000 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto destro | Pressione sup. 64,2836 [kPa] | Pressione inf. 64,2836 [kPa] |
|------------------|------------------------------|------------------------------|

Analisi della combinazione n° 13

Pressione in calotta(solo peso terreno) 24,7000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,06 | 24,16 | 24,7000 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto destro | Pressione sup. 64,2836 [kPa] | Pressione inf. 64,2836 [kPa] |
|------------------|------------------------------|------------------------------|

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 14

Pressione in calotta(solo peso terreno) 24,7000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,06 | 24,16 | 24,7000 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto destro | Pressione sup. 64,2836 [kPa] | Pressione inf. 64,2836 [kPa] |
|------------------|------------------------------|------------------------------|

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 15

Pressione in calotta(solo peso terreno) 24,7000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanese" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,06 | 24,16 | 24,7000 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 16

Pressione in calotta(solo peso terreno) 24,7000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,06 | 24,16 | 24,7000 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 17

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Pressione in calotta(solo peso terreno) 24,7000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,06 | 24,16 | 24,7000 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 18

Pressione in calotta(solo peso terreno) 24,7000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,06 | 24,16 | 24,7000 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 19

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Pressione in calotta(solo peso terreno) 24,7000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,06 | 24,16 | 24,7000 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 20

Pressione in calotta(solo peso terreno) 24,7000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,06 | 24,16 | 24,7000 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Analisi della combinazione n° 21

Pressione in calotta(solo peso terreno) 24,7000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,06 | 24,16 | 24,7000 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 22

Pressione in calotta(solo peso terreno) 24,7000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,06 | 24,16 | 24,7000 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |

Falda

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spinta 0,00[kN]
 Sottospinta 0,00[kPa]

Analisi della combinazione n° 23

Pressione in calotta(solo peso terreno) 24,7000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,06 | 24,16 | 24,7000 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |

Falda

Spinta 0,00[kN]
 Sottospinta 0,00[kPa]

Analisi della combinazione n° 24

Pressione in calotta(solo peso terreno) 24,7000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,06 | 24,16 | 24,7000 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 10,5327 [kPa] | Pressione inf. 77,3106 [kPa] |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Piedritto destro Pressione sup. 10,5327 [kPa] Pressione inf. 77,3106 [kPa]

Falda

Spinta 0,00[kN]

Sottospinta 0,00[kPa]

Analisi della combinazione n° 25

Pressione in calotta(solo peso terreno) 24,7000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,06 | 24,16 | 24,7000 |

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 10,5327 [kPa] Pressione inf. 77,3106 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 10,5327 [kPa] Pressione inf. 77,3106 [kPa]

Falda

Spinta 0,00[kN]

Sottospinta 0,00[kPa]

Spostamenti

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 1)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00005 | 0,00652 |
| 2,68 | 0,00003 | 0,00530 |
| 5,05 | 0,00000 | 0,00464 |
| 7,42 | -0,00003 | 0,00530 |
| 9,70 | -0,00005 | 0,00652 |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 1)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00003 | 0,00664 |
| 2,69 | 0,00001 | 0,00763 |
| 5,05 | 0,00000 | 0,00819 |
| 7,42 | -0,00001 | 0,00762 |
| 9,70 | -0,00003 | 0,00664 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00005 | 0,00652 |
| 4,37 | -0,00021 | 0,00659 |
| 8,30 | 0,00003 | 0,00664 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 1)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | -0,00005 | 0,00652 |
| 4,37 | 0,00021 | 0,00659 |
| 8,30 | -0,00003 | 0,00664 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 2)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00035 | 0,00857 |
| 2,68 | 0,00032 | 0,00677 |
| 5,05 | 0,00029 | 0,00592 |
| 7,42 | 0,00027 | 0,00718 |
| 9,70 | 0,00024 | 0,00951 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 2)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00175 | 0,00874 |
| 2,69 | 0,00173 | 0,01136 |
| 5,05 | 0,00172 | 0,01284 |
| 7,42 | 0,00169 | 0,01173 |
| 9,70 | 0,00167 | 0,00970 |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00035 | 0,00857 |
| 4,37 | -0,00006 | 0,00866 |
| 8,30 | 0,00175 | 0,00874 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 2)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00024 | 0,00951 |
| 4,37 | 0,00194 | 0,00961 |
| 8,30 | 0,00167 | 0,00970 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 3)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00033 | 0,00943 |
| 2,68 | 0,00031 | 0,00733 |
| 5,05 | 0,00028 | 0,00635 |
| 7,42 | 0,00025 | 0,00773 |
| 9,70 | 0,00023 | 0,01034 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 3)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00168 | 0,00963 |
| 2,69 | 0,00166 | 0,01269 |
| 5,05 | 0,00164 | 0,01441 |
| 7,42 | 0,00162 | 0,01304 |
| 9,70 | 0,00160 | 0,01054 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 3)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00033 | 0,00943 |
| 4,37 | -0,00039 | 0,00954 |
| 8,30 | 0,00168 | 0,00963 |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catane" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 3)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00023 | 0,01034 |
| 4,37 | 0,00218 | 0,01045 |
| 8,30 | 0,00160 | 0,01054 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 4)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00143 | 0,00845 |
| 2,68 | 0,00140 | 0,00675 |
| 5,05 | 0,00138 | 0,00594 |
| 7,42 | 0,00135 | 0,00721 |
| 9,70 | 0,00132 | 0,00953 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 4)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00302 | 0,00863 |
| 2,69 | 0,00301 | 0,01121 |
| 5,05 | 0,00298 | 0,01269 |
| 7,42 | 0,00296 | 0,01164 |
| 9,70 | 0,00294 | 0,00971 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 4)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00143 | 0,00845 |
| 4,37 | 0,00124 | 0,00855 |
| 8,30 | 0,00302 | 0,00863 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 4)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00132 | 0,00953 |
| 4,37 | 0,00302 | 0,00963 |
| 8,30 | 0,00294 | 0,00971 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 5)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00039 | 0,00779 |
| 2,68 | 0,00036 | 0,00645 |
| 5,05 | 0,00034 | 0,00594 |
| 7,42 | 0,00031 | 0,00751 |
| 9,70 | 0,00028 | 0,01021 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 5)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00403 | 0,00796 |
| 2,69 | 0,00401 | 0,01096 |
| 5,05 | 0,00399 | 0,01270 |
| 7,42 | 0,00396 | 0,01191 |
| 9,70 | 0,00394 | 0,01040 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 5)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00039 | 0,00779 |
| 4,37 | 0,00111 | 0,00789 |
| 8,30 | 0,00403 | 0,00796 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 5)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00028 | 0,01021 |
| 4,37 | 0,00291 | 0,01031 |
| 8,30 | 0,00394 | 0,01040 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 6)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00035 | 0,00857 |
| 2,68 | 0,00032 | 0,00677 |
| 5,05 | 0,00029 | 0,00592 |
| 7,42 | 0,00027 | 0,00718 |
| 9,70 | 0,00024 | 0,00951 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 6)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00175 | 0,00874 |
| 2,69 | 0,00173 | 0,01136 |
| 5,05 | 0,00172 | 0,01284 |
| 7,42 | 0,00169 | 0,01173 |
| 9,70 | 0,00167 | 0,00970 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 6)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00035 | 0,00857 |
| 4,37 | -0,00006 | 0,00866 |
| 8,30 | 0,00175 | 0,00874 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 6)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00024 | 0,00951 |
| 4,37 | 0,00194 | 0,00961 |
| 8,30 | 0,00167 | 0,00970 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 7)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00817 | 0,00465 |
| 2,68 | 0,00813 | 0,00451 |
| 5,05 | 0,00809 | 0,00431 |
| 7,42 | 0,00804 | 0,00476 |
| 9,70 | 0,00800 | 0,00524 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 7)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00903 | 0,00474 |
| 2,69 | 0,00900 | 0,00485 |
| 5,05 | 0,00896 | 0,00514 |
| 7,42 | 0,00892 | 0,00511 |
| 9,70 | 0,00888 | 0,00534 |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 7)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00817 | 0,00465 |
| 4,37 | 0,00980 | 0,00470 |
| 8,30 | 0,00903 | 0,00474 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 7)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00800 | 0,00524 |
| 4,37 | 0,00726 | 0,00529 |
| 8,30 | 0,00888 | 0,00534 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 8)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00828 | 0,00340 |
| 2,68 | 0,00824 | 0,00356 |
| 5,05 | 0,00820 | 0,00350 |
| 7,42 | 0,00816 | 0,00381 |
| 9,70 | 0,00811 | 0,00399 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 8)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00915 | 0,00348 |
| 2,69 | 0,00912 | 0,00338 |
| 5,05 | 0,00908 | 0,00358 |
| 7,42 | 0,00904 | 0,00364 |
| 9,70 | 0,00900 | 0,00408 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 8)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00828 | 0,00340 |
| 4,37 | 0,01013 | 0,00344 |
| 8,30 | 0,00915 | 0,00348 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 8)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00811 | 0,00399 |
| 4,37 | 0,00717 | 0,00404 |
| 8,30 | 0,00900 | 0,00408 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 9)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00817 | 0,00465 |
| 2,68 | 0,00813 | 0,00451 |
| 5,05 | 0,00809 | 0,00431 |
| 7,42 | 0,00804 | 0,00476 |
| 9,70 | 0,00800 | 0,00524 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 9)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00903 | 0,00474 |
| 2,69 | 0,00900 | 0,00485 |
| 5,05 | 0,00896 | 0,00514 |
| 7,42 | 0,00892 | 0,00511 |
| 9,70 | 0,00888 | 0,00534 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 9)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00817 | 0,00465 |
| 4,37 | 0,00980 | 0,00470 |
| 8,30 | 0,00903 | 0,00474 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 9)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00800 | 0,00524 |
| 4,37 | 0,00726 | 0,00529 |
| 8,30 | 0,00888 | 0,00534 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 10)

UP62

Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia

| X [m] | u_x [m] | u_y [m] |
|-------|-----------|-----------|
| 0,40 | 0,00828 | 0,00340 |
| 2,68 | 0,00824 | 0,00356 |
| 5,05 | 0,00820 | 0,00350 |
| 7,42 | 0,00816 | 0,00381 |
| 9,70 | 0,00811 | 0,00399 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 10)

| X [m] | u_x [m] | u_y [m] |
|-------|-----------|-----------|
| 0,40 | 0,00915 | 0,00348 |
| 2,69 | 0,00912 | 0,00338 |
| 5,05 | 0,00908 | 0,00358 |
| 7,42 | 0,00904 | 0,00364 |
| 9,70 | 0,00900 | 0,00408 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 10)

| Y [m] | u_x [m] | u_y [m] |
|-------|-----------|-----------|
| 0,45 | 0,00828 | 0,00340 |
| 4,37 | 0,01013 | 0,00344 |
| 8,30 | 0,00915 | 0,00348 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 10)

| Y [m] | u_x [m] | u_y [m] |
|-------|-----------|-----------|
| 0,45 | 0,00811 | 0,00399 |
| 4,37 | 0,00717 | 0,00404 |
| 8,30 | 0,00900 | 0,00408 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 11)

| X [m] | u_x [m] | u_y [m] |
|-------|-----------|-----------|
| 0,40 | -0,00800 | 0,00524 |
| 2,68 | -0,00804 | 0,00476 |
| 5,05 | -0,00809 | 0,00431 |
| 7,42 | -0,00813 | 0,00451 |
| 9,70 | -0,00817 | 0,00465 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 11)

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | -0,00888 | 0,00534 |
| 2,69 | -0,00892 | 0,00511 |
| 5,05 | -0,00896 | 0,00514 |
| 7,42 | -0,00900 | 0,00485 |
| 9,70 | -0,00903 | 0,00474 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 11)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | -0,00800 | 0,00524 |
| 4,37 | -0,00726 | 0,00529 |
| 8,30 | -0,00888 | 0,00534 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 11)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | -0,00817 | 0,00465 |
| 4,37 | -0,00980 | 0,00470 |
| 8,30 | -0,00903 | 0,00474 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 12)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | -0,00811 | 0,00399 |
| 2,68 | -0,00816 | 0,00381 |
| 5,05 | -0,00820 | 0,00350 |
| 7,42 | -0,00824 | 0,00356 |
| 9,70 | -0,00828 | 0,00340 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 12)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | -0,00900 | 0,00408 |
| 2,69 | -0,00904 | 0,00364 |
| 5,05 | -0,00908 | 0,00358 |
| 7,42 | -0,00912 | 0,00338 |
| 9,70 | -0,00915 | 0,00348 |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 12)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | -0,00811 | 0,00399 |
| 4,37 | -0,00717 | 0,00404 |
| 8,30 | -0,00900 | 0,00408 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 12)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | -0,00828 | 0,00340 |
| 4,37 | -0,01013 | 0,00344 |
| 8,30 | -0,00915 | 0,00348 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 13)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | -0,00800 | 0,00524 |
| 2,68 | -0,00804 | 0,00476 |
| 5,05 | -0,00809 | 0,00431 |
| 7,42 | -0,00813 | 0,00451 |
| 9,70 | -0,00817 | 0,00465 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 13)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | -0,00888 | 0,00534 |
| 2,69 | -0,00892 | 0,00511 |
| 5,05 | -0,00896 | 0,00514 |
| 7,42 | -0,00900 | 0,00485 |
| 9,70 | -0,00903 | 0,00474 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 13)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | -0,00800 | 0,00524 |
| 4,37 | -0,00726 | 0,00529 |
| 8,30 | -0,00888 | 0,00534 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 13)

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | -0,00817 | 0,00465 |
| 4,37 | -0,00980 | 0,00470 |
| 8,30 | -0,00903 | 0,00474 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 14)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | -0,00811 | 0,00399 |
| 2,68 | -0,00816 | 0,00381 |
| 5,05 | -0,00820 | 0,00350 |
| 7,42 | -0,00824 | 0,00356 |
| 9,70 | -0,00828 | 0,00340 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 14)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | -0,00900 | 0,00408 |
| 2,69 | -0,00904 | 0,00364 |
| 5,05 | -0,00908 | 0,00358 |
| 7,42 | -0,00912 | 0,00338 |
| 9,70 | -0,00915 | 0,00348 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 14)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | -0,00811 | 0,00399 |
| 4,37 | -0,00717 | 0,00404 |
| 8,30 | -0,00900 | 0,00408 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 14)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | -0,00828 | 0,00340 |
| 4,37 | -0,01013 | 0,00344 |
| 8,30 | -0,00915 | 0,00348 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 15)

UP62

Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00004 | 0,00502 |
| 2,68 | 0,00002 | 0,00408 |
| 5,05 | 0,00000 | 0,00357 |
| 7,42 | -0,00002 | 0,00408 |
| 9,70 | -0,00004 | 0,00502 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 15)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00002 | 0,00511 |
| 2,69 | 0,00001 | 0,00587 |
| 5,05 | 0,00000 | 0,00630 |
| 7,42 | -0,00001 | 0,00586 |
| 9,70 | -0,00002 | 0,00511 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 15)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00004 | 0,00502 |
| 4,37 | -0,00016 | 0,00507 |
| 8,30 | 0,00002 | 0,00511 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 15)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | -0,00004 | 0,00502 |
| 4,37 | 0,00016 | 0,00507 |
| 8,30 | -0,00002 | 0,00511 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 16)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00004 | 0,00502 |
| 2,68 | 0,00002 | 0,00408 |
| 5,05 | 0,00000 | 0,00357 |
| 7,42 | -0,00002 | 0,00408 |
| 9,70 | -0,00004 | 0,00502 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 16)

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00002 | 0,00511 |
| 2,69 | 0,00001 | 0,00587 |
| 5,05 | 0,00000 | 0,00630 |
| 7,42 | -0,00001 | 0,00586 |
| 9,70 | -0,00002 | 0,00511 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 16)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00004 | 0,00502 |
| 4,37 | -0,00016 | 0,00507 |
| 8,30 | 0,00002 | 0,00511 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 16)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | -0,00004 | 0,00502 |
| 4,37 | 0,00016 | 0,00507 |
| 8,30 | -0,00002 | 0,00511 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 17)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00004 | 0,00689 |
| 2,68 | 0,00002 | 0,00532 |
| 5,05 | 0,00000 | 0,00452 |
| 7,42 | -0,00002 | 0,00532 |
| 9,70 | -0,00004 | 0,00689 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 17)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00003 | 0,00702 |
| 2,69 | 0,00002 | 0,00879 |
| 5,05 | 0,00000 | 0,00976 |
| 7,42 | -0,00001 | 0,00878 |
| 9,70 | -0,00003 | 0,00703 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 17)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00004 | 0,00689 |
| 4,37 | -0,00076 | 0,00696 |
| 8,30 | 0,00003 | 0,00702 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 17)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | -0,00004 | 0,00689 |
| 4,37 | 0,00076 | 0,00696 |
| 8,30 | -0,00003 | 0,00703 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 18)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00048 | 0,00498 |
| 2,68 | 0,00046 | 0,00407 |
| 5,05 | 0,00044 | 0,00358 |
| 7,42 | 0,00042 | 0,00409 |
| 9,70 | 0,00040 | 0,00503 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 18)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00053 | 0,00507 |
| 2,69 | 0,00052 | 0,00582 |
| 5,05 | 0,00051 | 0,00626 |
| 7,42 | 0,00050 | 0,00584 |
| 9,70 | 0,00048 | 0,00512 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 18)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00048 | 0,00498 |
| 4,37 | 0,00035 | 0,00503 |
| 8,30 | 0,00053 | 0,00507 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 18)

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00040 | 0,00503 |
| 4,37 | 0,00061 | 0,00508 |
| 8,30 | 0,00048 | 0,00512 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 19)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | -0,00001 | 0,00466 |
| 2,68 | -0,00003 | 0,00393 |
| 5,05 | -0,00005 | 0,00357 |
| 7,42 | -0,00007 | 0,00423 |
| 9,70 | -0,00009 | 0,00536 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 19)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00103 | 0,00475 |
| 2,69 | 0,00102 | 0,00570 |
| 5,05 | 0,00101 | 0,00626 |
| 7,42 | 0,00100 | 0,00597 |
| 9,70 | 0,00098 | 0,00545 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 19)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | -0,00001 | 0,00466 |
| 4,37 | 0,00030 | 0,00471 |
| 8,30 | 0,00103 | 0,00475 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 19)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | -0,00009 | 0,00536 |
| 4,37 | 0,00057 | 0,00541 |
| 8,30 | 0,00098 | 0,00545 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 20)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
|-------|--------------------|--------------------|

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|------|----------|---------|
| 0,40 | 0,00004 | 0,00502 |
| 2,68 | 0,00002 | 0,00408 |
| 5,05 | 0,00000 | 0,00357 |
| 7,42 | -0,00002 | 0,00408 |
| 9,70 | -0,00004 | 0,00502 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 20)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00002 | 0,00511 |
| 2,69 | 0,00001 | 0,00587 |
| 5,05 | 0,00000 | 0,00630 |
| 7,42 | -0,00001 | 0,00586 |
| 9,70 | -0,00002 | 0,00511 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 20)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00004 | 0,00502 |
| 4,37 | -0,00016 | 0,00507 |
| 8,30 | 0,00002 | 0,00511 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 20)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | -0,00004 | 0,00502 |
| 4,37 | 0,00016 | 0,00507 |
| 8,30 | -0,00002 | 0,00511 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 21)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00026 | 0,00653 |
| 2,68 | 0,00024 | 0,00516 |
| 5,05 | 0,00022 | 0,00452 |
| 7,42 | 0,00020 | 0,00547 |
| 9,70 | 0,00018 | 0,00723 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 21)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
|-------|--------------------|--------------------|

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|------|---------|---------|
| 0,40 | 0,00130 | 0,00667 |
| 2,69 | 0,00128 | 0,00863 |
| 5,05 | 0,00127 | 0,00974 |
| 7,42 | 0,00125 | 0,00891 |
| 9,70 | 0,00124 | 0,00737 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 21)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00026 | 0,00653 |
| 4,37 | -0,00006 | 0,00661 |
| 8,30 | 0,00130 | 0,00667 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 21)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00018 | 0,00723 |
| 4,37 | 0,00144 | 0,00731 |
| 8,30 | 0,00124 | 0,00737 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 22)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00025 | 0,00717 |
| 2,68 | 0,00023 | 0,00558 |
| 5,05 | 0,00021 | 0,00483 |
| 7,42 | 0,00019 | 0,00588 |
| 9,70 | 0,00017 | 0,00785 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 22)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00124 | 0,00732 |
| 2,69 | 0,00123 | 0,00962 |
| 5,05 | 0,00121 | 0,01091 |
| 7,42 | 0,00120 | 0,00988 |
| 9,70 | 0,00118 | 0,00800 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 22)

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00025 | 0,00717 |
| 4,37 | -0,00029 | 0,00725 |
| 8,30 | 0,00124 | 0,00732 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 22)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00017 | 0,00785 |
| 4,37 | 0,00162 | 0,00793 |
| 8,30 | 0,00118 | 0,00800 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 23)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00106 | 0,00645 |
| 2,68 | 0,00104 | 0,00515 |
| 5,05 | 0,00101 | 0,00454 |
| 7,42 | 0,00099 | 0,00549 |
| 9,70 | 0,00097 | 0,00724 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 23)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00224 | 0,00658 |
| 2,69 | 0,00222 | 0,00852 |
| 5,05 | 0,00221 | 0,00964 |
| 7,42 | 0,00219 | 0,00884 |
| 9,70 | 0,00217 | 0,00738 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 23)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00106 | 0,00645 |
| 4,37 | 0,00091 | 0,00652 |
| 8,30 | 0,00224 | 0,00658 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 23)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
|-------|--------------------|--------------------|

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catane" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|------|---------|---------|
| 0,45 | 0,00097 | 0,00724 |
| 4,37 | 0,00224 | 0,00732 |
| 8,30 | 0,00217 | 0,00738 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 24)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00029 | 0,00596 |
| 2,68 | 0,00027 | 0,00493 |
| 5,05 | 0,00024 | 0,00453 |
| 7,42 | 0,00022 | 0,00571 |
| 9,70 | 0,00020 | 0,00775 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 24)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00298 | 0,00609 |
| 2,69 | 0,00297 | 0,00833 |
| 5,05 | 0,00295 | 0,00964 |
| 7,42 | 0,00293 | 0,00904 |
| 9,70 | 0,00291 | 0,00789 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 24)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00029 | 0,00596 |
| 4,37 | 0,00081 | 0,00603 |
| 8,30 | 0,00298 | 0,00609 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 24)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00020 | 0,00775 |
| 4,37 | 0,00216 | 0,00782 |
| 8,30 | 0,00291 | 0,00789 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 25)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00026 | 0,00653 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|------|---------|---------|
| 2,68 | 0,00024 | 0,00516 |
| 5,05 | 0,00022 | 0,00452 |
| 7,42 | 0,00020 | 0,00547 |
| 9,70 | 0,00018 | 0,00723 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 25)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,40 | 0,00130 | 0,00667 |
| 2,69 | 0,00128 | 0,00863 |
| 5,05 | 0,00127 | 0,00974 |
| 7,42 | 0,00125 | 0,00891 |
| 9,70 | 0,00124 | 0,00737 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 25)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00026 | 0,00653 |
| 4,37 | -0,00006 | 0,00661 |
| 8,30 | 0,00130 | 0,00667 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 25)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,45 | 0,00018 | 0,00723 |
| 4,37 | 0,00144 | 0,00731 |
| 8,30 | 0,00124 | 0,00737 |

Sollecitazioni

Massimi e minimi

Combinazione n° 1

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -513,88 | 9,70 | 464,06 | 9,62 | 305,12 | 0,40 |
| Piedritto sinistro | -513,88 | 0,45 | 305,38 | 0,45 | 468,03 | 0,45 |
| Piedritto destro | -513,88 | 0,45 | -305,38 | 0,45 | 468,03 | 0,45 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | | | |
|----------|---------|------|--------|------|--------|------|
| Traverso | -329,97 | 9,70 | 267,88 | 0,40 | 155,63 | 9,11 |
|----------|---------|------|--------|------|--------|------|

Combinazione n° 2

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 760,39 | 5,15 | 667,06 | 9,62 | 311,19 | 0,48 |
| Piedritto sinistro | -656,36 | 0,45 | 312,91 | 0,45 | 650,81 | 0,45 |
| Piedritto destro | -630,93 | 8,30 | -309,99 | 0,45 | 673,90 | 0,45 |
| Traverso | 676,99 | 5,05 | -473,75 | 9,70 | 239,14 | 9,70 |

Combinazione n° 3

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 853,12 | 5,15 | 730,77 | 9,62 | 312,02 | 3,77 |
| Piedritto sinistro | -693,31 | 0,45 | 313,68 | 0,45 | 715,86 | 0,45 |
| Piedritto destro | -710,24 | 8,30 | -310,87 | 0,45 | 738,40 | 0,45 |
| Traverso | 806,87 | 5,05 | -538,25 | 9,70 | 249,23 | 9,70 |

Combinazione n° 4

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 748,35 | 5,15 | 667,28 | 9,62 | 330,74 | 7,22 |
| Piedritto sinistro | -680,50 | 0,45 | 337,88 | 0,45 | 650,58 | 0,45 |
| Piedritto destro | -643,45 | 8,30 | -324,15 | 0,45 | 674,13 | 0,45 |
| Traverso | 665,52 | 5,05 | -473,97 | 9,70 | 262,76 | 9,70 |

Combinazione n° 5

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 754,26 | 5,35 | 683,51 | 9,62 | 322,29 | 2,08 |
| Piedritto sinistro | -707,30 | 0,45 | 324,24 | 0,45 | 633,70 | 0,45 |
| Piedritto destro | -722,18 | 8,30 | -320,88 | 0,45 | 691,01 | 0,45 |
| Traverso | -722,18 | 9,70 | -490,86 | 9,70 | 318,77 | 9,70 |

Combinazione n° 6

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|--------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 760,39 | 5,15 | 667,06 | 9,62 | 311,19 | 0,48 |
| Piedritto sinistro | -656,36 | 0,45 | 312,91 | 0,45 | 650,81 | 0,45 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | | | |
|------------------|---------|------|---------|------|--------|------|
| Piedritto destro | -630,93 | 8,30 | -309,99 | 0,45 | 673,90 | 0,45 |
| Traverso | 676,99 | 5,05 | -473,75 | 9,70 | 239,14 | 9,70 |

Combinazione n° 7

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -661,47 | 0,40 | 399,97 | 9,62 | 544,88 | 9,70 |
| Piedritto sinistro | -661,47 | 0,45 | 521,62 | 0,45 | 393,60 | 0,45 |
| Piedritto destro | -612,42 | 0,45 | -504,96 | 0,45 | 402,95 | 0,45 |
| Traverso | -436,27 | 9,70 | -224,97 | 9,70 | 431,26 | 9,70 |

Combinazione n° 8

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -606,04 | 0,40 | 323,95 | 9,62 | 539,54 | 9,70 |
| Piedritto sinistro | -606,04 | 0,45 | 516,85 | 0,45 | 317,25 | 0,45 |
| Piedritto destro | -554,82 | 0,45 | -499,05 | 0,45 | 326,29 | 0,45 |
| Traverso | -416,80 | 9,70 | -196,35 | 9,70 | 436,03 | 9,70 |

Combinazione n° 9

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -661,47 | 0,40 | 399,97 | 9,62 | 544,88 | 9,70 |
| Piedritto sinistro | -661,47 | 0,45 | 521,62 | 0,45 | 393,60 | 0,45 |
| Piedritto destro | -612,42 | 0,45 | -504,96 | 0,45 | 402,95 | 0,45 |
| Traverso | -436,27 | 9,70 | -224,97 | 9,70 | 431,26 | 9,70 |

Combinazione n° 10

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -606,04 | 0,40 | 323,95 | 9,62 | 539,54 | 9,70 |
| Piedritto sinistro | -606,04 | 0,45 | 516,85 | 0,45 | 317,25 | 0,45 |
| Piedritto destro | -554,82 | 0,45 | -499,05 | 0,45 | 326,29 | 0,45 |
| Traverso | -416,80 | 9,70 | -196,35 | 9,70 | 436,03 | 9,70 |

Combinazione n° 11

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -661,47 | 9,70 | -397,93 | 0,40 | 544,88 | 0,40 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | | | |
|--------------------|---------|------|---------|------|--------|------|
| Piedritto sinistro | -612,42 | 0,45 | 504,96 | 0,45 | 402,95 | 0,45 |
| Piedritto destro | -661,47 | 0,45 | -521,62 | 0,45 | 393,60 | 0,45 |
| Traverso | -436,27 | 0,40 | 224,97 | 0,40 | 431,26 | 0,40 |

Combinazione n° 12

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -606,04 | 9,70 | -322,46 | 0,40 | 539,54 | 0,40 |
| Piedritto sinistro | -554,82 | 0,45 | 499,05 | 0,45 | 326,29 | 0,45 |
| Piedritto destro | -606,04 | 0,45 | -516,85 | 0,45 | 317,25 | 0,45 |
| Traverso | -416,80 | 0,40 | 196,35 | 0,40 | 436,03 | 0,40 |

Combinazione n° 13

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -661,47 | 9,70 | -397,93 | 0,40 | 544,88 | 0,40 |
| Piedritto sinistro | -612,42 | 0,45 | 504,96 | 0,45 | 402,95 | 0,45 |
| Piedritto destro | -661,47 | 0,45 | -521,62 | 0,45 | 393,60 | 0,45 |
| Traverso | -436,27 | 0,40 | 224,97 | 0,40 | 431,26 | 0,40 |

Combinazione n° 14

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -606,04 | 9,70 | -322,46 | 0,40 | 539,54 | 0,40 |
| Piedritto sinistro | -554,82 | 0,45 | 499,05 | 0,45 | 326,29 | 0,45 |
| Piedritto destro | -606,04 | 0,45 | -516,85 | 0,45 | 317,25 | 0,45 |
| Traverso | -416,80 | 0,40 | 196,35 | 0,40 | 436,03 | 0,40 |

Combinazione n° 15

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -395,29 | 9,70 | 356,97 | 9,62 | 234,71 | 1,89 |
| Piedritto sinistro | -395,29 | 0,45 | 234,90 | 0,45 | 360,03 | 0,45 |
| Piedritto destro | -395,29 | 0,45 | -234,90 | 0,45 | 360,03 | 0,45 |
| Traverso | -253,82 | 9,70 | -206,06 | 9,70 | 119,72 | 9,57 |

Combinazione n° 16

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|----------|---------|-------|--------|-------|--------|-------|
|----------|---------|-------|--------|-------|--------|-------|

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | | | |
|--------------------|---------|------|---------|------|--------|------|
| Fondazione | -395,29 | 9,70 | 356,97 | 9,62 | 234,71 | 1,89 |
| Piedritto sinistro | -395,29 | 0,45 | 234,90 | 0,45 | 360,03 | 0,45 |
| Piedritto destro | -395,29 | 0,45 | -234,90 | 0,45 | 360,03 | 0,45 |
| Traverso | -253,82 | 9,70 | -206,06 | 9,70 | 119,72 | 9,57 |

Combinazione n° 17

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 577,60 | 5,05 | 499,23 | 9,62 | 238,09 | 8,11 |
| Piedritto sinistro | -482,82 | 0,45 | 238,28 | 0,45 | 503,85 | 0,45 |
| Piedritto destro | -483,05 | 0,45 | -238,29 | 0,45 | 504,08 | 0,45 |
| Traverso | 511,57 | 5,05 | -350,12 | 9,70 | 148,02 | 9,30 |

Combinazione n° 18

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -402,70 | 0,40 | 357,07 | 9,62 | 240,60 | 3,86 |
| Piedritto sinistro | -402,70 | 0,45 | 243,01 | 0,45 | 359,92 | 0,45 |
| Piedritto destro | -396,84 | 0,45 | -238,59 | 0,45 | 360,13 | 0,45 |
| Traverso | -257,58 | 9,70 | -206,16 | 9,70 | 126,97 | 5,99 |

Combinazione n° 19

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -415,84 | 0,40 | 365,01 | 9,62 | 237,28 | 5,25 |
| Piedritto sinistro | -415,84 | 0,45 | 237,23 | 0,45 | 351,66 | 0,45 |
| Piedritto destro | -381,66 | 0,45 | -237,71 | 0,45 | 368,39 | 0,45 |
| Traverso | -296,25 | 9,70 | -214,42 | 9,70 | 154,85 | 9,70 |

Combinazione n° 20

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -395,29 | 9,70 | 356,97 | 9,62 | 234,71 | 1,89 |
| Piedritto sinistro | -395,29 | 0,45 | 234,90 | 0,45 | 360,03 | 0,45 |
| Piedritto destro | -395,29 | 0,45 | -234,90 | 0,45 | 360,03 | 0,45 |
| Traverso | -253,82 | 9,70 | -206,06 | 9,70 | 119,72 | 9,57 |

Combinazione n° 21

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 577,08 | 5,15 | 507,33 | 9,62 | 239,17 | 1,89 |
| Piedritto sinistro | -500,74 | 0,45 | 240,45 | 0,45 | 495,42 | 0,45 |
| Piedritto destro | -476,67 | 8,30 | -238,29 | 0,45 | 512,51 | 0,45 |
| Traverso | 509,86 | 5,05 | -358,55 | 9,70 | 181,47 | 9,70 |

Combinazione n° 22

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 645,75 | 5,15 | 554,53 | 9,62 | 239,80 | 2,18 |
| Piedritto sinistro | -528,16 | 0,45 | 241,04 | 0,45 | 543,61 | 0,45 |
| Piedritto destro | -535,45 | 8,30 | -238,96 | 0,45 | 560,29 | 0,45 |
| Traverso | 606,05 | 5,05 | -406,32 | 9,70 | 188,99 | 9,70 |

Combinazione n° 23

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 568,25 | 5,15 | 507,51 | 9,62 | 253,48 | 2,38 |
| Piedritto sinistro | -518,51 | 0,45 | 258,76 | 0,45 | 495,24 | 0,45 |
| Piedritto destro | -485,94 | 8,30 | -248,63 | 0,45 | 512,70 | 0,45 |
| Traverso | 501,44 | 5,05 | -358,73 | 9,70 | 198,87 | 9,70 |

Combinazione n° 24

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 572,54 | 5,35 | 519,53 | 9,62 | 247,23 | 6,53 |
| Piedritto sinistro | -538,36 | 0,45 | 248,66 | 0,45 | 482,74 | 0,45 |
| Piedritto destro | -544,27 | 8,30 | -246,22 | 0,45 | 525,20 | 0,45 |
| Traverso | -544,27 | 9,70 | -371,24 | 9,70 | 240,36 | 9,70 |

Combinazione n° 25

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 577,08 | 5,15 | 507,33 | 9,62 | 239,17 | 1,89 |
| Piedritto sinistro | -500,74 | 0,45 | 240,45 | 0,45 | 495,42 | 0,45 |
| Piedritto destro | -476,67 | 8,30 | -238,29 | 0,45 | 512,51 | 0,45 |
| Traverso | 509,86 | 5,05 | -358,55 | 9,70 | 181,47 | 9,70 |

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Cataneese" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Inviluppo spostamenti nodali

Inviluppo spostamenti fondazione

| X [m] | u _{Xmin} [m] | u _{Xmax} [m] | u _{Ymin} [m] | u _{Ymax} [m] |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0,40 | -0,008114 | 0,008283 | 0,003395 | 0,009432 |
| 2,68 | -0,008158 | 0,008244 | 0,003562 | 0,007330 |
| 5,05 | -0,008201 | 0,008201 | 0,003503 | 0,006345 |
| 7,42 | -0,008244 | 0,008158 | 0,003562 | 0,007732 |
| 9,62 | -0,008283 | 0,008114 | 0,003395 | 0,010341 |

Inviluppo spostamenti trasverso

| X [m] | u _{Xmin} [m] | u _{Xmax} [m] | u _{Ymin} [m] | u _{Ymax} [m] |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0,40 | -0,009001 | 0,009154 | 0,003475 | 0,009627 |
| 2,69 | -0,009040 | 0,009118 | 0,003382 | 0,012693 |
| 5,05 | -0,009080 | 0,009080 | 0,003578 | 0,014409 |
| 7,42 | -0,009118 | 0,009040 | 0,003381 | 0,013042 |
| 9,70 | -0,009154 | 0,009001 | 0,003475 | 0,010543 |

Inviluppo spostamenti piedritto sinistro

| Y [m] | u _{Xmin} [m] | u _{Xmax} [m] | u _{Ymin} [m] | u _{Ymax} [m] |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0,45 | -0,008114 | 0,008283 | 0,003395 | 0,009432 |
| 4,37 | -0,007257 | 0,010130 | 0,003441 | 0,009538 |
| 8,30 | -0,009001 | 0,009154 | 0,003475 | 0,009627 |

Inviluppo spostamenti piedritto destro

| Y [m] | u _{Xmin} [m] | u _{Xmax} [m] | u _{Ymin} [m] | u _{Ymax} [m] |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0,45 | -0,008283 | 0,008114 | 0,003395 | 0,010341 |
| 4,37 | -0,010130 | 0,007257 | 0,003441 | 0,010450 |
| 8,30 | -0,009154 | 0,009001 | 0,003475 | 0,010543 |

Sollecitazioni massime e minime

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|-------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| Fondazione | 853,12 (3) | 5,15 | 730,77 (3) | 9,62 | 544,88 (7) | 9,70 |
| Piedritto sinistro | -707,30 (5) | 0,45 | 521,62 (7) | 0,45 | 715,86 (3) | 0,45 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | | | |
|------------------|-------------|------|--------------|------|-------------|------|
| Piedritto destro | -722,18 (5) | 8,30 | -521,62 (11) | 0,45 | 738,40 (3) | 0,45 |
| Traverso | 806,87 (3) | 5,05 | -538,25 (3) | 9,70 | 436,03 (12) | 0,40 |

Verifiche geotecniche

Simbologia adottata

| | |
|--|--|
| <i>IC</i> | Indice della combinazione |
| <i>N_c, N_q, N_γ</i> | Fattori di capacità portante |
| <i>N_c, N_q, N_γ</i> | Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc. |
| <i>q_u</i> | Portanza ultima del terreno, espressa in [kPa] |
| <i>Q_u</i> | Portanza ultima del terreno, espressa in [kN/m] |
| <i>Q_v</i> | Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN/m] |
| <i>FS</i> | Fattore di sicurezza a carico limite |

| IC | N_c | N_q | N_γ | N'_c | N'_q | N'_γ | q_u | Q_u | Q_v | FS |
|-----------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------|
| 1 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2521 | 25465,10 | 1202,84 | 21,17 |
| 2 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2191 | 22130,50 | 1591,48 | 13,91 |
| 3 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2196 | 22177,63 | 1721,03 | 12,89 |
| 4 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2186 | 22076,38 | 1591,48 | 13,87 |
| 5 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2126 | 21469,31 | 1591,48 | 13,49 |
| 6 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2191 | 22130,50 | 1591,48 | 13,91 |
| 7 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2477 | 25013,69 | 1033,78 | 24,20 |
| 8 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2464 | 24889,36 | 816,74 | 30,47 |
| 9 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2194 | 22157,66 | 1033,78 | 21,43 |
| 10 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2183 | 22047,53 | 816,74 | 26,99 |
| 11 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2477 | 25013,69 | 1033,78 | 24,20 |
| 12 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2464 | 24889,36 | 816,74 | 30,47 |
| 13 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2194 | 22157,66 | 1033,78 | 21,43 |
| 14 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2183 | 22047,53 | 816,74 | 26,99 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

11.2 Sottovia ST02

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 35.00°.

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 γ , su una parete di altezza H , risulta espressa secondo la teoria di Coulomb dalla seguente relazione (per terreno incoerente)

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

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

La spinta risulta inclinata dell'angolo d'attrito terreno-parete δ 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.

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

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

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

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_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 ϕ 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 - Formula di Wood

Spinta del terreno nel caso di strutture rigide.

Nel caso di strutture rigide completamente vincolate, in modo tale che non può svilupparsi nel terreno uno stato di spinta attiva, nonché nel caso di muri verticali con terrapieno a superficie orizzontale, l'incremento dinamico di spinta del terreno può essere calcolato come:

$$\Delta P_d = \alpha \gamma H^2$$

$$\alpha = a_g / g * S_s * \beta_m * S_t$$

H è l'altezza sulla quale agisce la spinta. Il punto di applicazione va preso a metà altezza.

Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q . Cioè, detto Q_u , il carico limite ed R la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Terzaghi ha proposto la seguente espressione per il calcolo della capacità portante di una fondazione superficiale.

$$q_u = cN_c S_c + qN_q + 0.5B\gamma N_s$$

La simbologia adottata è la seguente:

- c coesione del terreno in fondazione;
- ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione;
- γ peso di volume del terreno in fondazione;
- B larghezza della fondazione;
- D profondità del piano di posa;
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I fattori di capacità portante sono espressi dalle seguenti relazioni:

$$N_q = \frac{e^{2(0.75 - \phi/2) \lg(\phi)}}{2 \cos^2(45 + \phi/2)} = \text{_____}$$

$$N_c = (N_q - 1) \text{ctg} \phi$$

$$N_s = \frac{\text{tg} \phi}{2 \cos^2 \phi} = \text{_____} \left(\text{_____} - 1 \right)^{K_{\phi}}$$

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

I fattori di forma s_x e s_y che compaiono nella espressione di q_u dipendono dalla forma della fondazione. In particolare valgono 1 per fondazioni nastriformi o rettangolari allungate e valgono rispettivamente 1.3 e 0.8 per fondazioni quadrate.

termine K_{py} che compare nell'espressione di N_y non ha un'espressione analitica. Pertanto si assume per N_y l'espressione proposta da Meyerof

$$N_y = (N_q - 1) \text{tg}(1.4 \cdot \phi)$$

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 rigidezza del singolo elemento, K_e , si assembla la matrice di rigidezza 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

$$K u = p$$

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.

Geometria scatolare

| Descrizione: | Scatolare semplice | |
|--|--------------------|-----|
| Altezza esterna | 7.80 | [m] |
| Larghezza esterna | 7.20 | [m] |
| Lunghezza mensola di fondazione sinistra | 0.50 | [m] |
| Lunghezza mensola di fondazione destra | 0.50 | [m] |
| Spessore piedritto sinistro | 0.60 | [m] |
| Spessore piedritto destro | 0.60 | [m] |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanese" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|---------------------|------|-----|
| Spessore fondazione | 0,70 | [m] |
| Spessore traverso | 0,60 | [m] |

Caratteristiche strati terreno

Strato di ricoprimento

| Descrizione | Terreno di ricoprimento | |
|-----------------------|-------------------------|---------|
| Spessore dello strato | 1,95 | [m] |
| Peso di volume | 19,0000 | [kN/mc] |
| Peso di volume saturo | 19,0000 | [kN/mc] |
| Angolo di attrito | 35,00 | [°] |
| Coesione | 0 | [kPa] |

Strato di rinfiacco

| Descrizione | Terreno di rinfiacco | |
|-------------------------------------|----------------------|---------|
| Peso di volume | 18,0000 | [kN/mc] |
| Peso di volume saturo | 18,0000 | [kN/mc] |
| Angolo di attrito | 35,00 | [°] |
| Angolo di attrito terreno struttura | 23,33 | [°] |
| Coesione | 0 | [kPa] |
| Costante di Winkler | 10000 | [kPa/m] |

Strato di base

| Descrizione | Terreno di base | |
|-------------------------------------|-----------------|---------|
| Peso di volume | 19,0000 | [kN/mc] |
| Peso di volume saturo | 19,0000 | [kN/mc] |
| Angolo di attrito | 23,00 | [°] |
| Angolo di attrito terreno struttura | 23,00 | [°] |
| Coesione | 5 | [kPa] |
| Costante di Winkler | 24000 | [kPa/m] |
| Tensione limite | 1000 | [kPa] |

Falda

| | | |
|---|------|-----|
| Quota falda (rispetto al piano di posa) | 0,00 | [m] |
|---|------|-----|

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiale calcestruzzo

| | | |
|---|-----------|---------|
| R_{ck} calcestruzzo | 30000 | [kPa] |
| Peso specifico calcestruzzo | 24,5170 | [kN/mc] |
| Modulo elastico E | 30976850 | [kPa] |
| Tensione di snervamento acciaio | 450000 | [kPa] |
| Coeff. omogeneizzazione cls tesoro/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 (espresse in m) positive verso destra

Ordinate Y (espresse 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_y componente Y del carico concentrato

F_x componente X del carico concentrato

M momento

Forze distribuite

X_i, X_f ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali

Y_i, Y_f ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali

V_{ni} componente normale del carico distribuito nel punto iniziale

V_{nf} componente normale del carico distribuito nel punto finale

V_{si} componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale

V_{sf} componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale

D_{se} variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi

D_{si} variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

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°6 (Spinta falda)

Condizione di carico n° 7 (Carico Tandem)

| | | | | | | | |
|-------|----------|--------------|--------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| Distr | Traverso | $X_i = 0,93$ | $X_i = 2,13$ | $V_{ni} = 29,21$ | $V_{ni} = 29,21$ | $V_{ti} = 0,00$ | $V_{ti} = 0,00$ |
| Distr | Traverso | $X_i = 6,07$ | $X_i = 7,27$ | $V_{ni} = 29,21$ | $V_{ni} = 29,21$ | $V_{ti} = 0,00$ | $V_{ti} = 0,00$ |
| Distr | Traverso | $X_i = 2,13$ | $X_i = 6,07$ | $V_{ni} = 58,42$ | $V_{ni} = 58,42$ | $V_{ti} = 0,00$ | $V_{ti} = 0,00$ |
| Distr | Traverso | $X_i = 0,50$ | $X_i = 7,70$ | $V_{ni} = 9,00$ | $V_{ni} = 9,00$ | $V_{ti} = 0,00$ | $V_{ti} = 0,00$ |

Condizione di carico n° 8 (Sovraccarico traffico)

| | | | | | | | |
|-------|--------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Distr | Pied_S | $Y_i = 0,00$ | $Y_i = 7,80$ | $V_{ni} = 8,50$ | $V_{ni} = 8,50$ | $V_{ti} = 0,00$ | $V_{ti} = 0,00$ |
| Distr | Pied_D | $Y_i = 0,00$ | $Y_i = 7,80$ | $V_{ni} = 8,50$ | $V_{ni} = 8,50$ | $V_{ti} = 0,00$ | $V_{ti} = 0,00$ |

Condizione di carico n° 9 (Frenatura)

| | | | | | | | |
|-------|----------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| Distr | Traverso | $X_i = 0,50$ | $X_i = 7,70$ | $V_{ni} = 0,00$ | $V_{ni} = 0,00$ | $V_{ti} = 17,60$ | $V_{ti} = 17,60$ |
|-------|----------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|

Condizione di carico n° 10 (Azioni temperatura)

| | | | |
|------|----------|-----------------|-----------------|
| Term | Traverso | $D_{te} = 0,00$ | $D_{ti} = 0,00$ |
|------|----------|-----------------|-----------------|

Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

| | |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo γ_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

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

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

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

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

con:

| | |
|-----------------|--|
| d | altezza utile sezione [mm] |
| b _w | larghezza minima sezione [mm] |
| σ _{cp} | tensione media di compressione [N/mm ²] |
| ρ _l | rapporto geometrico di armatura |
| A _{sw} | area armatura trasversale [mm ²] |
| s | interasse tra due armature trasversali consecutive [mm] |
| α _c | coefficiente maggiorativo, funzione di f _{cd} e σ _{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 2018 - Approccio 2

Copriferro sezioni 0,0300 [m]

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

| | |
|---|--|
| γ | Coefficiente di partecipazione della condizione |
| ψ | Coefficiente di combinazione della condizione |
| C | Coefficiente totale di partecipazione della condizione |

Norme Tecniche 2018

Simbologia adottata

| | |
|---------------------|---|
| γ _{01stav} | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti |
| γ _{01fav} | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti |
| γ _{02stav} | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali |
| γ _{02fav} | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali |
| γ ₀ | Coefficiente parziale sulle azioni variabili |
| γ _{1anf} | Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato |
| γ _c | Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata |
| γ _{cu} | Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata |
| γ _{qu} | Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

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 | γ_{G1fav} | 1,00 | 1,00 |
| Permanenti | Sfavorevole | γ_{G1sfav} | 1,30 | 1,00 |
| Permanenti non strutturali | Favorevole | γ_{G2fav} | 0,80 | 0,80 |
| Permanenti non strutturali | Sfavorevole | γ_{G2sfav} | 1,50 | 1,30 |
| Variabili | Favorevole | γ_{Q1fav} | 0,00 | 0,00 |
| Variabili | Sfavorevole | γ_{Q1sfav} | 1,50 | 1,30 |
| Variabili da traffico | Favorevole | γ_{Qfav} | 0,00 | 0,00 |
| Variabili da traffico | Sfavorevole | γ_{Qsfav} | 1,35 | 1,15 |
| Termici | Favorevole | γ_{cfav} | 0,00 | 0,00 |
| Termici | Sfavorevole | γ_{csfav} | 1,20 | 1,20 |

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 | γ_c | 1,00 | 1,25 |
| Resistenza non drenata | γ_{cu} | 1,00 | 1,40 |
| Resistenza a compressione uniassiale | γ_{qu} | 1,00 | 1,60 |
| Peso dell'unità di volume | γ_t | 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 | γ_{G1fav} | 1,00 | 1,00 |
| Permanenti | Sfavorevole | γ_{G1sfav} | 1,00 | 1,00 |
| Permanenti | Favorevole | γ_{G2fav} | 0,00 | 0,00 |
| Permanenti | Sfavorevole | γ_{G2sfav} | 1,00 | 1,00 |
| Variabili | Favorevole | γ_{Q1fav} | 0,00 | 0,00 |
| Variabili | Sfavorevole | γ_{Q1sfav} | 1,00 | 1,00 |
| Variabili da traffico | Favorevole | γ_{Qfav} | 0,00 | 0,00 |
| Variabili da traffico | Sfavorevole | γ_{Qsfav} | 1,00 | 1,00 |
| Termici | Favorevole | γ_{cfav} | 0,00 | 0,00 |
| Termici | Sfavorevole | γ_{csfav} | 1,00 | 1,00 |

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| <i>Parametri</i> | | <i>M1</i> | <i>M2</i> |
|--------------------------------------|---------------------|-----------|-----------|
| Tangente dell'angolo di attrito | $\gamma_{\tan\phi}$ | 1,00 | 1,00 |
| Coesione efficace | γ_c | 1,00 | 1,00 |
| Resistenza non drenata | γ_{cu} | 1,00 | 1,00 |
| Resistenza a compressione uniassiale | γ_{qu} | 1,00 | 1,00 |
| Peso dell'unità di volume | γ_r | 1,00 | 1,00 |

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |

Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.35 | 0.75 | 1.01 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.20 | 0.60 | 0.72 |

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.35 | 1.00 | 1.35 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.20 | 0.60 | 0.72 |

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2)

| Effetto | γ | Ψ | C |
|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|-------------------------|-------------|------|------|------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.35 | 0.75 | 1.01 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.35 | 1.00 | 1.35 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.20 | 0.60 | 0.72 |

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.35 | 0.75 | 1.01 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.35 | 1.00 | 1.35 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.20 | 0.60 | 0.72 |

Combinazione n° 6 SLU (Approccio 2)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.35 | 0.75 | 1.01 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.20 | 1.00 | 1.20 |

Combinazione n° 7 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 8 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 9 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 10 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 11 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 12 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 13 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|--|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
|--|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|-------------------------|-------------|------|------|------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 14 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 15 SLE (Quasi Permanente)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 16 SLE (Frequente)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 17 SLE (Frequente)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.00 | 0.75 | 0.75 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 18 SLE (Frequente)

| Effetto | γ | Ψ | C |
|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|-------------------------|-------------|------|------|------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 19 SLE (Frequente)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 20 SLE (Frequente)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.50 | 0.50 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 21 SLE (Rara)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.00 | 0.75 | 0.75 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.60 | 0.60 |

Combinazione n° 22 SLE (Rara)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|-----------------------|-------------|------|------|------|
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.60 | 0.60 |

Combinazione n° 23 SLE (Rara)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.00 | 0.75 | 0.75 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.60 | 0.60 |

Combinazione n° 24 SLE (Rara)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.00 | 0.75 | 0.75 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.60 | 0.60 |

Combinazione n° 25 SLE (Rara)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.00 | 0.75 | 0.75 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |

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

| | |
|-----------|--|
| <i>X</i> | ascisse (espresse in m) positive verso destra |
| <i>Y</i> | ordinate (espresse in m) positive verso l'alto |
| <i>M</i> | momento espresso in kNm |
| <i>V</i> | taglio espresso in kN |
| <i>SN</i> | sforzo normale espresso in kN |
| <i>ux</i> | spostamento direzione X espresso in m |
| <i>uy</i> | spostamento direzione Y espresso in m |
| <i>σ</i> | pressione sul terreno espressa in kPa |

Tipo di analisi

Pressione in calotta

I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **angolo di attrito**

Metodo di calcolo della portanza

Spinta sui piedritti

Pressione geostatica

Terzaghi

- a Riposo [combinazione 1]
- a Riposo [combinazione 2]
- a Riposo [combinazione 3]
- a Riposo [combinazione 4]
- a Riposo [combinazione 5]
- a Riposo [combinazione 6]
- a Riposo [combinazione 7]
- a Riposo [combinazione 8]
- a Riposo [combinazione 9]
- a Riposo [combinazione 10]
- a Riposo [combinazione 11]
- a Riposo [combinazione 12]
- a Riposo [combinazione 13]
- a Riposo [combinazione 14]
- a Riposo [combinazione 15]
- a Riposo [combinazione 16]
- a Riposo [combinazione 17]
- a Riposo [combinazione 18]
- a Riposo [combinazione 19]
- a Riposo [combinazione 20]
- a Riposo [combinazione 21]
- a Riposo [combinazione 22]
- a Riposo [combinazione 23]
- a Riposo [combinazione 24]

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanese" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

a Riposo [combinazione 25]

Sisma

Identificazione del sito

| | |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| Latitudine | 37.966263 |
| Longitudine | 13.456853 |
| Comune | Bolognetta |
| Provincia | Palermo |
| Regione | Sicilia |
| Punti di interpolazione del reticolo | 45842 - 46064 - 46065 - 45843 |

Tipo di opera

| | |
|---------------------|--|
| Tipo di costruzione | Opera ordinaria |
| Vita nominale | 50 anni |
| Classe d'uso | IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose |
| Vita di riferimento | 100 anni |

Combinazioni SLU

| | |
|---|-------------------------------------|
| Accelerazione al suolo a_g = | 2.25 [m/s ²] |
| Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) | 1.36 |
| Coefficiente di amplificazione topografica (St) | 1.00 |
| Coefficiente riduzione (β_m) | 1.00 |
| Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale | 0.50 |
| Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) | $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss) = 31.20$ |
| Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) | $k_v=0.50 * k_h = 15.60$ |

Combinazioni SLE

| | |
|---|-------------------------------------|
| Accelerazione al suolo a_g = | 0.84 [m/s ²] |
| Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) | 1.50 |
| Coefficiente di amplificazione topografica (St) | 1.00 |
| Coefficiente riduzione (β_m) | 1.00 |
| Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale | 0.50 |
| Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) | $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss) = 12.78$ |
| Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) | $k_v=0.50 * k_h = 6.39$ |
| Forma diagramma incremento sismico | Rettangolare |

Spinta sismica Wood

Angolo diffusione sovraccarico 35,00 [°]

Coefficienti di spinta

| N°combinazione | Statico | Sismico |
|----------------|---------|---------|
| 1 | 0,426 | 0,000 |
| 2 | 0,426 | 0,000 |
| 3 | 0,426 | 0,000 |
| 4 | 0,426 | 0,000 |
| 5 | 0,426 | 0,000 |
| 6 | 0,426 | 0,000 |
| 7 | 0,426 | 0,895 |
| 8 | 0,426 | 0,895 |
| 9 | 0,426 | 0,895 |
| 10 | 0,426 | 0,895 |
| 11 | 0,426 | 0,895 |
| 12 | 0,426 | 0,895 |
| 13 | 0,426 | 0,895 |
| 14 | 0,426 | 0,895 |
| 15 | 0,426 | 0,000 |
| 16 | 0,426 | 0,000 |
| 17 | 0,426 | 0,000 |
| 18 | 0,426 | 0,000 |
| 19 | 0,426 | 0,000 |
| 20 | 0,426 | 0,000 |
| 21 | 0,426 | 0,000 |
| 22 | 0,426 | 0,000 |
| 23 | 0,426 | 0,000 |
| 24 | 0,426 | 0,000 |
| 25 | 0,426 | 0,000 |

Discretizzazione strutturale

| | |
|------------------------------------|----|
| Numero elementi fondazione | 88 |
| Numero elementi trasverso | 36 |
| Numero elementi piedritto sinistro | 72 |
| Numero elementi piedritto destro | 72 |
| Numero molle fondazione | 89 |
| Numero molle piedritto sinistro | 73 |
| Numero molle piedritto destro | 73 |

Analisi della combinazione n° 1

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Pressione in calotta(solo peso terreno) 48,1650 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,20 | 21,40 | 48,1650 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 20,5387 [kPa] | Pressione inf. 98,3695 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 20,5387 [kPa] | Pressione inf. 98,3695 [kPa] |

Analisi della combinazione n° 2

Pressione in calotta(solo peso terreno) 48,1650 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,20 | 21,40 | 48,1650 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 20,5387 [kPa] | Pressione inf. 98,3695 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 20,5387 [kPa] | Pressione inf. 98,3695 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 3

Pressione in calotta(solo peso terreno) 48,1650 [kPa]

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,20 | 21,40 | 48,1650 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 20,5387 [kPa] | Pressione inf. 98,3695 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 20,5387 [kPa] | Pressione inf. 98,3695 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 4

Pressione in calotta(solo peso terreno) 48,1650 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,20 | 21,40 | 48,1650 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 20,5387 [kPa] | Pressione inf. 98,3695 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 20,5387 [kPa] | Pressione inf. 98,3695 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 5

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Pressione in calotta(solo peso terreno) 48,1650 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,20 | 21,40 | 48,1650 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 20,5387 [kPa] | Pressione inf. 98,3695 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 20,5387 [kPa] | Pressione inf. 98,3695 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 6

Pressione in calotta(solo peso terreno) 48,1650 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,20 | 21,40 | 48,1650 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 20,5387 [kPa] | Pressione inf. 98,3695 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 20,5387 [kPa] | Pressione inf. 98,3695 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Analisi della combinazione n° 7

Pressione in calotta(solo peso terreno) 37,0500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,20 | 21,40 | 37,0500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 66,9348 [kPa] | Pressione inf. 66,9348 [kPa] |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|

Analisi della combinazione n° 8

Pressione in calotta(solo peso terreno) 37,0500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,20 | 21,40 | 37,0500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Piedritto sinistro Pressione sup. 66,9348 [kPa] Pressione inf. 66,9348 [kPa]

Analisi della combinazione n° 9

Pressione in calotta(solo peso terreno) 37,0500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,20 | 21,40 | 37,0500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 66,9348 [kPa] Pressione inf. 66,9348 [kPa]

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 10

Pressione in calotta(solo peso terreno) 37,0500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,20 | 21,40 | 37,0500 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanese" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 66,9348 [kPa] | Pressione inf. 66,9348 [kPa] |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 11

Pressione in calotta(solo peso terreno) 37,0500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,20 | 21,40 | 37,0500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto destro | Pressione sup. 66,9348 [kPa] | Pressione inf. 66,9348 [kPa] |
|------------------|------------------------------|------------------------------|

Analisi della combinazione n° 12

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Pressione in calotta(solo peso terreno) 37,0500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,20 | 21,40 | 37,0500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto destro | Pressione sup. 66,9348 [kPa] | Pressione inf. 66,9348 [kPa] |
|------------------|------------------------------|------------------------------|

Analisi della combinazione n° 13

Pressione in calotta(solo peso terreno) 37,0500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,20 | 21,40 | 37,0500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto destro | Pressione sup. 66,9348 [kPa] | Pressione inf. 66,9348 [kPa] |
|------------------|------------------------------|------------------------------|

Falda

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanese" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 14

Pressione in calotta(solo peso terreno) 37,0500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,20 | 21,40 | 37,0500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto destro | Pressione sup. 66,9348 [kPa] | Pressione inf. 66,9348 [kPa] |
|------------------|------------------------------|------------------------------|

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 15

Pressione in calotta(solo peso terreno) 37,0500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,20 | 21,40 | 37,0500 |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 16

Pressione in calotta(solo peso terreno) 37,0500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,20 | 21,40 | 37,0500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 17

Pressione in calotta(solo peso terreno) 37,0500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,20 | 21,40 | 37,0500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 18

Pressione in calotta(solo peso terreno) 37,0500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,20 | 21,40 | 37,0500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 19

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Pressione in calotta(solo peso terreno) 37,0500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,20 | 21,40 | 37,0500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 20

Pressione in calotta(solo peso terreno) 37,0500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,20 | 21,40 | 37,0500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 21

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Pressione in calotta(solo peso terreno) 37,0500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,20 | 21,40 | 37,0500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 22

Pressione in calotta(solo peso terreno) 37,0500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,20 | 21,40 | 37,0500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Analisi della combinazione n° 23

Pressione in calotta(solo peso terreno) 37,0500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,20 | 21,40 | 37,0500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 24

Pressione in calotta(solo peso terreno) 37,0500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,20 | 21,40 | 37,0500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |

Falda

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 25

Pressione in calotta(solo peso terreno) 37,0500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,20 | 21,40 | 37,0500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 15,7990 [kPa] | Pressione inf. 75,6689 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Spostamenti

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 1)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00004 | 0,00632 |
| 2,00 | 0,00003 | 0,00566 |
| 4,10 | 0,00000 | 0,00512 |
| 6,13 | -0,00003 | 0,00564 |
| 8,20 | -0,00004 | 0,00632 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 1)

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,80 | 0,00003 | 0,00623 |
| 2,52 | 0,00001 | 0,00674 |
| 4,10 | 0,00000 | 0,00703 |
| 5,68 | -0,00001 | 0,00674 |
| 7,40 | -0,00003 | 0,00623 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00004 | 0,00612 |
| 3,93 | 0,00042 | 0,00618 |
| 7,50 | 0,00003 | 0,00623 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 1)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | -0,00004 | 0,00612 |
| 3,93 | -0,00042 | 0,00618 |
| 7,50 | -0,00003 | 0,00623 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 2)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00065 | 0,00820 |
| 2,00 | 0,00063 | 0,00724 |
| 4,10 | 0,00061 | 0,00660 |
| 6,13 | 0,00058 | 0,00766 |
| 8,20 | 0,00056 | 0,00926 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 2)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,80 | 0,00240 | 0,00807 |
| 2,52 | 0,00238 | 0,00980 |
| 4,10 | 0,00236 | 0,01065 |
| 5,68 | 0,00235 | 0,01009 |
| 7,40 | 0,00233 | 0,00889 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00065 | 0,00789 |
| 3,93 | 0,00123 | 0,00798 |
| 7,50 | 0,00240 | 0,00807 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 2)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00056 | 0,00870 |
| 3,93 | 0,00156 | 0,00880 |
| 7,50 | 0,00233 | 0,00889 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 3)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00051 | 0,00905 |
| 2,00 | 0,00049 | 0,00785 |
| 4,10 | 0,00047 | 0,00708 |
| 6,13 | 0,00044 | 0,00825 |
| 8,20 | 0,00042 | 0,01008 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 3)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,80 | 0,00223 | 0,00884 |
| 2,52 | 0,00221 | 0,01093 |
| 4,10 | 0,00219 | 0,01193 |
| 5,68 | 0,00217 | 0,01121 |
| 7,40 | 0,00215 | 0,00965 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 3)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00051 | 0,00864 |
| 3,93 | 0,00079 | 0,00875 |
| 7,50 | 0,00223 | 0,00884 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 3)

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00042 | 0,00944 |
| 3,93 | 0,00167 | 0,00955 |
| 7,50 | 0,00215 | 0,00965 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 4)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00187 | 0,00806 |
| 2,00 | 0,00186 | 0,00723 |
| 4,10 | 0,00183 | 0,00665 |
| 6,13 | 0,00180 | 0,00769 |
| 8,20 | 0,00178 | 0,00922 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 4)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,80 | 0,00377 | 0,00799 |
| 2,52 | 0,00375 | 0,00965 |
| 4,10 | 0,00373 | 0,01049 |
| 5,68 | 0,00371 | 0,00998 |
| 7,40 | 0,00369 | 0,00888 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 4)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00187 | 0,00781 |
| 3,93 | 0,00273 | 0,00790 |
| 7,50 | 0,00377 | 0,00799 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 4)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00178 | 0,00870 |
| 3,93 | 0,00269 | 0,00880 |
| 7,50 | 0,00369 | 0,00888 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 5)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
|-------|--------------------|--------------------|

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|------|---------|---------|
| 0,00 | 0,00076 | 0,00735 |
| 2,00 | 0,00074 | 0,00690 |
| 4,10 | 0,00071 | 0,00664 |
| 6,13 | 0,00068 | 0,00801 |
| 8,20 | 0,00067 | 0,00996 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 5)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,80 | 0,00510 | 0,00742 |
| 2,52 | 0,00508 | 0,00946 |
| 4,10 | 0,00506 | 0,01049 |
| 5,68 | 0,00504 | 0,01016 |
| 7,40 | 0,00501 | 0,00945 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 5)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00076 | 0,00726 |
| 3,93 | 0,00266 | 0,00735 |
| 7,50 | 0,00510 | 0,00742 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 5)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00067 | 0,00926 |
| 3,93 | 0,00262 | 0,00936 |
| 7,50 | 0,00501 | 0,00945 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 6)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00065 | 0,00820 |
| 2,00 | 0,00063 | 0,00724 |
| 4,10 | 0,00061 | 0,00660 |
| 6,13 | 0,00058 | 0,00766 |
| 8,20 | 0,00056 | 0,00926 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 6)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
|-------|--------------------|--------------------|

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|------|---------|---------|
| 0,80 | 0,00240 | 0,00807 |
| 2,52 | 0,00238 | 0,00980 |
| 4,10 | 0,00236 | 0,01065 |
| 5,68 | 0,00235 | 0,01009 |
| 7,40 | 0,00233 | 0,00889 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 6)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00065 | 0,00789 |
| 3,93 | 0,00123 | 0,00798 |
| 7,50 | 0,00240 | 0,00807 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 6)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00056 | 0,00870 |
| 3,93 | 0,00156 | 0,00880 |
| 7,50 | 0,00233 | 0,00889 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 7)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00854 | 0,00400 |
| 2,00 | 0,00852 | 0,00474 |
| 4,10 | 0,00847 | 0,00478 |
| 6,13 | 0,00843 | 0,00492 |
| 8,20 | 0,00840 | 0,00448 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 7)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,80 | 0,00924 | 0,00451 |
| 2,52 | 0,00921 | 0,00400 |
| 4,10 | 0,00918 | 0,00400 |
| 5,68 | 0,00915 | 0,00415 |
| 7,40 | 0,00911 | 0,00485 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 7)

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00854 | 0,00442 |
| 3,93 | 0,01136 | 0,00447 |
| 7,50 | 0,00924 | 0,00451 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 7)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00840 | 0,00476 |
| 3,93 | 0,00643 | 0,00481 |
| 7,50 | 0,00911 | 0,00485 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 8)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00860 | 0,00315 |
| 2,00 | 0,00858 | 0,00404 |
| 4,10 | 0,00854 | 0,00416 |
| 6,13 | 0,00849 | 0,00422 |
| 8,20 | 0,00846 | 0,00363 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 8)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,80 | 0,00931 | 0,00370 |
| 2,52 | 0,00928 | 0,00309 |
| 4,10 | 0,00924 | 0,00307 |
| 5,68 | 0,00921 | 0,00325 |
| 7,40 | 0,00918 | 0,00405 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 8)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00861 | 0,00362 |
| 3,93 | 0,01154 | 0,00367 |
| 7,50 | 0,00931 | 0,00370 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 8)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
|-------|--------------------|--------------------|

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|------|---------|---------|
| 0,35 | 0,00846 | 0,00397 |
| 3,93 | 0,00638 | 0,00401 |
| 7,50 | 0,00918 | 0,00405 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 9)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00854 | 0,00400 |
| 2,00 | 0,00852 | 0,00474 |
| 4,10 | 0,00847 | 0,00478 |
| 6,13 | 0,00843 | 0,00492 |
| 8,20 | 0,00840 | 0,00448 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 9)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,80 | 0,00924 | 0,00451 |
| 2,52 | 0,00921 | 0,00400 |
| 4,10 | 0,00918 | 0,00400 |
| 5,68 | 0,00915 | 0,00415 |
| 7,40 | 0,00911 | 0,00485 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 9)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00854 | 0,00442 |
| 3,93 | 0,01136 | 0,00447 |
| 7,50 | 0,00924 | 0,00451 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 9)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00840 | 0,00476 |
| 3,93 | 0,00643 | 0,00481 |
| 7,50 | 0,00911 | 0,00485 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 10)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00860 | 0,00315 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|------|---------|---------|
| 2,00 | 0,00858 | 0,00404 |
| 4,10 | 0,00854 | 0,00416 |
| 6,13 | 0,00849 | 0,00422 |
| 8,20 | 0,00846 | 0,00363 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 10)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,80 | 0,00931 | 0,00370 |
| 2,52 | 0,00928 | 0,00309 |
| 4,10 | 0,00924 | 0,00307 |
| 5,68 | 0,00921 | 0,00325 |
| 7,40 | 0,00918 | 0,00405 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 10)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00861 | 0,00362 |
| 3,93 | 0,01154 | 0,00367 |
| 7,50 | 0,00931 | 0,00370 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 10)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00846 | 0,00397 |
| 3,93 | 0,00638 | 0,00401 |
| 7,50 | 0,00918 | 0,00405 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 11)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | -0,00840 | 0,00448 |
| 2,00 | -0,00843 | 0,00492 |
| 4,10 | -0,00847 | 0,00478 |
| 6,13 | -0,00852 | 0,00475 |
| 8,20 | -0,00854 | 0,00400 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 11)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,80 | -0,00911 | 0,00485 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|------|----------|---------|
| 2,52 | -0,00915 | 0,00415 |
| 4,10 | -0,00918 | 0,00400 |
| 5,68 | -0,00921 | 0,00400 |
| 7,40 | -0,00924 | 0,00451 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 11)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | -0,00840 | 0,00476 |
| 3,93 | -0,00643 | 0,00481 |
| 7,50 | -0,00911 | 0,00485 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 11)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | -0,00854 | 0,00442 |
| 3,93 | -0,01136 | 0,00447 |
| 7,50 | -0,00924 | 0,00451 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 12)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | -0,00846 | 0,00363 |
| 2,00 | -0,00849 | 0,00422 |
| 4,10 | -0,00854 | 0,00416 |
| 6,13 | -0,00858 | 0,00405 |
| 8,20 | -0,00860 | 0,00315 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 12)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,80 | -0,00918 | 0,00405 |
| 2,52 | -0,00921 | 0,00325 |
| 4,10 | -0,00924 | 0,00307 |
| 5,68 | -0,00928 | 0,00309 |
| 7,40 | -0,00931 | 0,00370 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 12)

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | -0,00846 | 0,00397 |
| 3,93 | -0,00638 | 0,00401 |
| 7,50 | -0,00918 | 0,00405 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 12)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | -0,00861 | 0,00362 |
| 3,93 | -0,01154 | 0,00367 |
| 7,50 | -0,00931 | 0,00370 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 13)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | -0,00840 | 0,00448 |
| 2,00 | -0,00843 | 0,00492 |
| 4,10 | -0,00847 | 0,00478 |
| 6,13 | -0,00852 | 0,00475 |
| 8,20 | -0,00854 | 0,00400 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 13)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,80 | -0,00911 | 0,00485 |
| 2,52 | -0,00915 | 0,00415 |
| 4,10 | -0,00918 | 0,00400 |
| 5,68 | -0,00921 | 0,00400 |
| 7,40 | -0,00924 | 0,00451 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 13)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | -0,00840 | 0,00476 |
| 3,93 | -0,00643 | 0,00481 |
| 7,50 | -0,00911 | 0,00485 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 13)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | -0,00854 | 0,00442 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|------|----------|---------|
| 3,93 | -0,01136 | 0,00447 |
| 7,50 | -0,00924 | 0,00451 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 14)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | -0,00846 | 0,00363 |
| 2,00 | -0,00849 | 0,00422 |
| 4,10 | -0,00854 | 0,00416 |
| 6,13 | -0,00858 | 0,00405 |
| 8,20 | -0,00860 | 0,00315 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 14)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,80 | -0,00918 | 0,00405 |
| 2,52 | -0,00921 | 0,00325 |
| 4,10 | -0,00924 | 0,00307 |
| 5,68 | -0,00928 | 0,00309 |
| 7,40 | -0,00931 | 0,00370 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 14)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | -0,00846 | 0,00397 |
| 3,93 | -0,00638 | 0,00401 |
| 7,50 | -0,00918 | 0,00405 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 14)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | -0,00861 | 0,00362 |
| 3,93 | -0,01154 | 0,00367 |
| 7,50 | -0,00931 | 0,00370 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 15)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00003 | 0,00486 |
| 2,00 | 0,00002 | 0,00436 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|------|----------|---------|
| 4,10 | 0,00000 | 0,00394 |
| 6,13 | -0,00002 | 0,00433 |
| 8,20 | -0,00003 | 0,00486 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 15)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,80 | 0,00002 | 0,00479 |
| 2,52 | 0,00001 | 0,00519 |
| 4,10 | 0,00000 | 0,00541 |
| 5,68 | -0,00001 | 0,00519 |
| 7,40 | -0,00002 | 0,00479 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 15)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00003 | 0,00471 |
| 3,93 | 0,00033 | 0,00475 |
| 7,50 | 0,00002 | 0,00479 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 15)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | -0,00003 | 0,00471 |
| 3,93 | -0,00033 | 0,00475 |
| 7,50 | -0,00002 | 0,00479 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 16)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00003 | 0,00486 |
| 2,00 | 0,00002 | 0,00436 |
| 4,10 | 0,00000 | 0,00394 |
| 6,13 | -0,00002 | 0,00433 |
| 8,20 | -0,00003 | 0,00486 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 16)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,80 | 0,00002 | 0,00479 |
| 2,52 | 0,00001 | 0,00519 |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|------|----------|---------|
| 4,10 | 0,00000 | 0,00541 |
| 5,68 | -0,00001 | 0,00519 |
| 7,40 | -0,00002 | 0,00479 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 16)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00003 | 0,00471 |
| 3,93 | 0,00033 | 0,00475 |
| 7,50 | 0,00002 | 0,00479 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 16)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | -0,00003 | 0,00471 |
| 3,93 | -0,00033 | 0,00475 |
| 7,50 | -0,00002 | 0,00479 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 17)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00003 | 0,00670 |
| 2,00 | 0,00002 | 0,00570 |
| 4,10 | 0,00000 | 0,00501 |
| 6,13 | -0,00002 | 0,00566 |
| 8,20 | -0,00003 | 0,00670 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 17)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,80 | 0,00002 | 0,00648 |
| 2,52 | 0,00001 | 0,00765 |
| 4,10 | 0,00000 | 0,00820 |
| 5,68 | -0,00001 | 0,00765 |
| 7,40 | -0,00002 | 0,00648 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 17)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
|-------|--------------------|--------------------|

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|------|----------|---------|
| 0,35 | 0,00003 | 0,00634 |
| 3,93 | -0,00023 | 0,00642 |
| 7,50 | 0,00002 | 0,00648 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 17)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | -0,00003 | 0,00634 |
| 3,93 | 0,00023 | 0,00642 |
| 7,50 | -0,00002 | 0,00648 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 18)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00075 | 0,00479 |
| 2,00 | 0,00074 | 0,00435 |
| 4,10 | 0,00072 | 0,00396 |
| 6,13 | 0,00069 | 0,00435 |
| 8,20 | 0,00068 | 0,00486 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 18)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,80 | 0,00083 | 0,00475 |
| 2,52 | 0,00082 | 0,00512 |
| 4,10 | 0,00081 | 0,00534 |
| 5,68 | 0,00080 | 0,00514 |
| 7,40 | 0,00079 | 0,00480 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 18)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00075 | 0,00466 |
| 3,93 | 0,00119 | 0,00471 |
| 7,50 | 0,00083 | 0,00475 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 18)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00068 | 0,00471 |
| 3,93 | 0,00038 | 0,00476 |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

7,50 0,00079 0,00480

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 19)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00053 | 0,00450 |
| 2,00 | 0,00051 | 0,00421 |
| 4,10 | 0,00049 | 0,00395 |
| 6,13 | 0,00047 | 0,00448 |
| 8,20 | 0,00046 | 0,00517 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 19)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,80 | 0,00159 | 0,00452 |
| 2,52 | 0,00158 | 0,00504 |
| 4,10 | 0,00157 | 0,00534 |
| 5,68 | 0,00156 | 0,00522 |
| 7,40 | 0,00155 | 0,00504 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 19)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00053 | 0,00444 |
| 3,93 | 0,00137 | 0,00448 |
| 7,50 | 0,00159 | 0,00452 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 19)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00046 | 0,00495 |
| 3,93 | 0,00058 | 0,00500 |
| 7,50 | 0,00155 | 0,00504 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 20)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00003 | 0,00486 |
| 2,00 | 0,00002 | 0,00436 |
| 4,10 | 0,00000 | 0,00394 |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|------|----------|---------|
| 6,13 | -0,00002 | 0,00433 |
| 8,20 | -0,00003 | 0,00486 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 20)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,80 | 0,00002 | 0,00479 |
| 2,52 | 0,00001 | 0,00519 |
| 4,10 | 0,00000 | 0,00541 |
| 5,68 | -0,00001 | 0,00519 |
| 7,40 | -0,00002 | 0,00479 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 20)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00003 | 0,00471 |
| 3,93 | 0,00033 | 0,00475 |
| 7,50 | 0,00002 | 0,00479 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 20)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | -0,00003 | 0,00471 |
| 3,93 | -0,00033 | 0,00475 |
| 7,50 | -0,00002 | 0,00479 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 21)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00049 | 0,00625 |
| 2,00 | 0,00047 | 0,00553 |
| 4,10 | 0,00045 | 0,00504 |
| 6,13 | 0,00043 | 0,00583 |
| 8,20 | 0,00042 | 0,00704 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 21)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,80 | 0,00178 | 0,00615 |
| 2,52 | 0,00177 | 0,00745 |
| 4,10 | 0,00176 | 0,00809 |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|------|---------|---------|
| 5,68 | 0,00174 | 0,00767 |
| 7,40 | 0,00173 | 0,00676 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 21)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00049 | 0,00602 |
| 3,93 | 0,00092 | 0,00609 |
| 7,50 | 0,00178 | 0,00615 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 21)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00042 | 0,00662 |
| 3,93 | 0,00115 | 0,00670 |
| 7,50 | 0,00173 | 0,00676 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 22)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00038 | 0,00688 |
| 2,00 | 0,00037 | 0,00597 |
| 4,10 | 0,00035 | 0,00539 |
| 6,13 | 0,00033 | 0,00627 |
| 8,20 | 0,00032 | 0,00765 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 22)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,80 | 0,00165 | 0,00673 |
| 2,52 | 0,00164 | 0,00829 |
| 4,10 | 0,00163 | 0,00904 |
| 5,68 | 0,00161 | 0,00850 |
| 7,40 | 0,00160 | 0,00732 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 22)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00038 | 0,00658 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|------|---------|---------|
| 3,93 | 0,00060 | 0,00666 |
| 7,50 | 0,00165 | 0,00673 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 22)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00032 | 0,00717 |
| 3,93 | 0,00123 | 0,00725 |
| 7,50 | 0,00160 | 0,00732 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 23)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00139 | 0,00615 |
| 2,00 | 0,00138 | 0,00552 |
| 4,10 | 0,00136 | 0,00507 |
| 6,13 | 0,00134 | 0,00586 |
| 8,20 | 0,00132 | 0,00701 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 23)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,80 | 0,00280 | 0,00609 |
| 2,52 | 0,00278 | 0,00734 |
| 4,10 | 0,00277 | 0,00797 |
| 5,68 | 0,00276 | 0,00758 |
| 7,40 | 0,00274 | 0,00676 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 23)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00139 | 0,00596 |
| 3,93 | 0,00204 | 0,00603 |
| 7,50 | 0,00280 | 0,00609 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 23)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00132 | 0,00662 |
| 3,93 | 0,00198 | 0,00669 |
| 7,50 | 0,00274 | 0,00676 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 24)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00057 | 0,00562 |
| 2,00 | 0,00055 | 0,00527 |
| 4,10 | 0,00053 | 0,00507 |
| 6,13 | 0,00051 | 0,00609 |
| 8,20 | 0,00050 | 0,00756 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 24)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,80 | 0,00378 | 0,00568 |
| 2,52 | 0,00377 | 0,00720 |
| 4,10 | 0,00375 | 0,00797 |
| 5,68 | 0,00374 | 0,00772 |
| 7,40 | 0,00372 | 0,00718 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 24)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00057 | 0,00555 |
| 3,93 | 0,00199 | 0,00562 |
| 7,50 | 0,00378 | 0,00568 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 24)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00050 | 0,00703 |
| 3,93 | 0,00193 | 0,00711 |
| 7,50 | 0,00372 | 0,00718 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 25)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00049 | 0,00625 |
| 2,00 | 0,00047 | 0,00553 |
| 4,10 | 0,00045 | 0,00504 |
| 6,13 | 0,00043 | 0,00583 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

8,20 0,00042 0,00704

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 25)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,80 | 0,00178 | 0,00615 |
| 2,52 | 0,00177 | 0,00745 |
| 4,10 | 0,00176 | 0,00809 |
| 5,68 | 0,00174 | 0,00767 |
| 7,40 | 0,00173 | 0,00676 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 25)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00049 | 0,00602 |
| 3,93 | 0,00092 | 0,00609 |
| 7,50 | 0,00178 | 0,00615 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 25)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,35 | 0,00042 | 0,00662 |
| 3,93 | 0,00115 | 0,00670 |
| 7,50 | 0,00173 | 0,00676 |

Sollecitazioni

Massimi e minimi

Combinazione n° 1

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -321,58 | 0,80 | 360,57 | 7,33 | 270,35 | 7,17 |
| Piedritto sinistro | -339,63 | 0,35 | 270,51 | 0,35 | 358,78 | 0,35 |
| Piedritto destro | -339,63 | 0,35 | -270,51 | 0,35 | 358,78 | 0,35 |
| Traverso | -223,10 | 7,40 | -222,05 | 7,40 | 152,87 | 1,61 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Combinazione n° 2

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -405,34 | 0,80 | 500,67 | 7,33 | 280,11 | 2,60 |
| Piedritto sinistro | -409,22 | 0,35 | 282,71 | 0,35 | 527,50 | 0,35 |
| Piedritto destro | -410,63 | 7,50 | -277,86 | 0,35 | 554,25 | 0,35 |
| Traverso | -410,63 | 7,40 | -417,51 | 7,40 | 236,15 | 7,40 |

Combinazione n° 3

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 456,68 | 4,20 | 545,82 | 7,33 | 275,76 | 3,10 |
| Piedritto sinistro | -416,15 | 0,35 | 277,79 | 0,35 | 588,08 | 0,35 |
| Piedritto destro | -453,50 | 7,50 | -274,06 | 0,35 | 615,05 | 0,35 |
| Traverso | -453,50 | 7,40 | -478,32 | 7,40 | 241,07 | 7,40 |

Combinazione n° 4

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -429,16 | 0,80 | 500,87 | 7,33 | 301,53 | 0,88 |
| Piedritto sinistro | -433,97 | 0,35 | 309,03 | 0,35 | 527,70 | 0,35 |
| Piedritto destro | -421,87 | 7,50 | -294,41 | 0,35 | 554,04 | 0,35 |
| Traverso | -421,87 | 7,40 | -417,31 | 7,40 | 259,07 | 7,40 |

Combinazione n° 5

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -446,70 | 0,80 | 508,25 | 7,33 | 293,76 | 0,95 |
| Piedritto sinistro | -456,57 | 0,35 | 296,78 | 0,35 | 507,35 | 0,35 |
| Piedritto destro | -490,31 | 7,50 | 298,64 | 7,50 | 574,39 | 0,35 |
| Traverso | -490,31 | 7,40 | -437,66 | 7,40 | 316,17 | 7,40 |

Combinazione n° 6

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -405,34 | 0,80 | 500,67 | 7,33 | 280,11 | 2,60 |
| Piedritto sinistro | -409,22 | 0,35 | 282,71 | 0,35 | 527,50 | 0,35 |
| Piedritto destro | -410,63 | 7,50 | -277,86 | 0,35 | 554,25 | 0,35 |
| Traverso | -410,63 | 7,40 | -417,51 | 7,40 | 236,15 | 7,40 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Combinazione n° 7

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -485,77 | 0,80 | -312,37 | 0,80 | 483,54 | 7,33 |
| Piedritto sinistro | -505,65 | 0,35 | 478,45 | 0,35 | 298,88 | 0,35 |
| Piedritto destro | -457,22 | 0,35 | -454,65 | 0,35 | 301,06 | 0,35 |
| Traverso | -318,06 | 7,40 | -179,48 | 7,40 | 388,88 | 7,40 |

Combinazione n° 8

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -467,54 | 0,80 | -276,73 | 0,80 | 482,34 | 7,33 |
| Piedritto sinistro | -492,11 | 0,35 | 477,50 | 0,35 | 251,01 | 0,35 |
| Piedritto destro | -442,66 | 0,35 | -453,20 | 0,35 | 253,00 | 0,35 |
| Traverso | -310,70 | 7,40 | -164,23 | 7,40 | 389,83 | 7,40 |

Combinazione n° 9

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -485,77 | 0,80 | -312,37 | 0,80 | 483,54 | 7,33 |
| Piedritto sinistro | -505,65 | 0,35 | 478,45 | 0,35 | 298,88 | 0,35 |
| Piedritto destro | -457,22 | 0,35 | -454,65 | 0,35 | 301,06 | 0,35 |
| Traverso | -318,06 | 7,40 | -179,48 | 7,40 | 388,88 | 7,40 |

Combinazione n° 10

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -467,54 | 0,80 | -276,73 | 0,80 | 482,34 | 7,33 |
| Piedritto sinistro | -492,11 | 0,35 | 477,50 | 0,35 | 251,01 | 0,35 |
| Piedritto destro | -442,66 | 0,35 | -453,20 | 0,35 | 253,00 | 0,35 |
| Traverso | -310,70 | 7,40 | -164,23 | 7,40 | 389,83 | 7,40 |

Combinazione n° 11

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -462,28 | 7,33 | 313,85 | 7,33 | 483,94 | 0,80 |
| Piedritto sinistro | -457,22 | 0,35 | 454,65 | 0,35 | 301,06 | 0,35 |
| Piedritto destro | -505,65 | 0,35 | -478,45 | 0,35 | 298,88 | 0,35 |
| Traverso | -318,06 | 0,80 | 179,47 | 0,80 | 388,88 | 0,80 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Combinazione n° 12

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -446,75 | 7,33 | 277,81 | 7,33 | 482,74 | 0,80 |
| Piedritto sinistro | -442,66 | 0,35 | 453,20 | 0,35 | 253,00 | 0,35 |
| Piedritto destro | -492,11 | 0,35 | -477,50 | 0,35 | 251,01 | 0,35 |
| Traverso | -310,70 | 0,80 | 164,23 | 0,80 | 389,83 | 0,80 |

Combinazione n° 13

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -462,28 | 7,33 | 313,85 | 7,33 | 483,94 | 0,80 |
| Piedritto sinistro | -457,22 | 0,35 | 454,65 | 0,35 | 301,06 | 0,35 |
| Piedritto destro | -505,65 | 0,35 | -478,45 | 0,35 | 298,88 | 0,35 |
| Traverso | -318,06 | 0,80 | 179,47 | 0,80 | 388,88 | 0,80 |

Combinazione n° 14

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -446,75 | 7,33 | 277,81 | 7,33 | 482,74 | 0,80 |
| Piedritto sinistro | -442,66 | 0,35 | 453,20 | 0,35 | 253,00 | 0,35 |
| Piedritto destro | -492,11 | 0,35 | -477,50 | 0,35 | 251,01 | 0,35 |
| Traverso | -310,70 | 0,80 | 164,23 | 0,80 | 389,83 | 0,80 |

Combinazione n° 15

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -247,37 | 0,80 | 277,36 | 7,33 | 207,96 | 6,91 |
| Piedritto sinistro | -261,26 | 0,35 | 208,09 | 0,35 | 275,99 | 0,35 |
| Piedritto destro | -261,26 | 0,35 | -208,09 | 0,35 | 275,99 | 0,35 |
| Traverso | -171,61 | 7,40 | -170,81 | 7,40 | 117,59 | 0,80 |

Combinazione n° 16

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -247,37 | 0,80 | 277,36 | 7,33 | 207,96 | 6,91 |
| Piedritto sinistro | -261,26 | 0,35 | 208,09 | 0,35 | 275,99 | 0,35 |
| Piedritto destro | -261,26 | 0,35 | -208,09 | 0,35 | 275,99 | 0,35 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | | | |
|----------|---------|------|---------|------|--------|------|
| Traverso | -171,61 | 7,40 | -170,81 | 7,40 | 117,59 | 0,80 |
|----------|---------|------|---------|------|--------|------|

Combinazione n° 17

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 312,89 | 4,10 | 377,41 | 7,33 | 205,01 | 7,17 |
| Piedritto sinistro | -285,74 | 0,35 | 205,13 | 0,35 | 410,87 | 0,35 |
| Piedritto destro | -285,74 | 0,35 | -205,13 | 0,35 | 410,87 | 0,35 |
| Traverso | -269,78 | 7,40 | -305,69 | 7,40 | 136,27 | 1,27 |

Combinazione n° 18

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -259,67 | 0,80 | -277,53 | 0,80 | 218,12 | 5,55 |
| Piedritto sinistro | -274,05 | 0,35 | 221,11 | 0,35 | 276,29 | 0,35 |
| Piedritto destro | -264,32 | 0,35 | -215,40 | 0,35 | 275,69 | 0,35 |
| Traverso | -177,83 | 0,80 | 171,11 | 0,80 | 128,83 | 2,92 |

Combinazione n° 19

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -264,42 | 0,80 | 280,35 | 7,33 | 211,75 | 4,39 |
| Piedritto sinistro | -280,83 | 0,35 | 213,86 | 0,35 | 267,53 | 0,35 |
| Piedritto destro | -252,79 | 0,35 | -209,91 | 0,35 | 284,44 | 0,35 |
| Traverso | -205,41 | 7,40 | -179,27 | 7,40 | 158,23 | 7,40 |

Combinazione n° 20

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -247,37 | 0,80 | 277,36 | 7,33 | 207,96 | 6,91 |
| Piedritto sinistro | -261,26 | 0,35 | 208,09 | 0,35 | 275,99 | 0,35 |
| Piedritto destro | -261,26 | 0,35 | -208,09 | 0,35 | 275,99 | 0,35 |
| Traverso | -171,61 | 7,40 | -170,81 | 7,40 | 117,59 | 0,80 |

Combinazione n° 21

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|--------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -309,43 | 0,80 | 381,12 | 7,33 | 215,18 | 4,00 |
| Piedritto sinistro | -312,82 | 0,35 | 217,12 | 0,35 | 400,97 | 0,35 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | | | |
|------------------|---------|------|---------|------|--------|------|
| Piedritto destro | -310,48 | 7,50 | -213,50 | 0,35 | 420,77 | 0,35 |
| Traverso | -310,48 | 7,40 | -315,59 | 7,40 | 179,28 | 7,40 |

Combinazione n° 22

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 345,57 | 4,20 | 414,57 | 7,33 | 211,95 | 7,25 |
| Piedritto sinistro | -317,95 | 0,35 | 213,48 | 0,35 | 445,84 | 0,35 |
| Piedritto destro | -342,23 | 7,50 | -210,68 | 0,35 | 465,81 | 0,35 |
| Traverso | -342,23 | 7,40 | -360,63 | 7,40 | 182,93 | 7,40 |

Combinazione n° 23

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -327,08 | 0,80 | 381,27 | 7,33 | 231,04 | 7,33 |
| Piedritto sinistro | -331,16 | 0,35 | 236,62 | 0,35 | 401,12 | 0,35 |
| Piedritto destro | -318,80 | 7,50 | -225,75 | 0,35 | 420,61 | 0,35 |
| Traverso | -318,80 | 7,40 | -315,44 | 7,40 | 196,25 | 7,40 |

Combinazione n° 24

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -340,07 | 0,80 | 386,74 | 7,33 | 225,29 | 4,58 |
| Piedritto sinistro | -347,90 | 0,35 | 227,55 | 0,35 | 386,04 | 0,35 |
| Piedritto destro | -369,50 | 7,50 | 225,56 | 7,50 | 435,69 | 0,35 |
| Traverso | -369,50 | 7,40 | -330,51 | 7,40 | 238,55 | 7,40 |

Combinazione n° 25

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -309,43 | 0,80 | 381,12 | 7,33 | 215,18 | 4,00 |
| Piedritto sinistro | -312,82 | 0,35 | 217,12 | 0,35 | 400,97 | 0,35 |
| Piedritto destro | -310,48 | 7,50 | -213,50 | 0,35 | 420,77 | 0,35 |
| Traverso | -310,48 | 7,40 | -315,59 | 7,40 | 179,28 | 7,40 |

Inviluppo spostamenti nodali

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catane" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Inviluppo spostamenti fondazione

| X [m] | u _{Xmin} [m] | u _{Xmax} [m] | u _{Ymin} [m] | u _{Ymax} [m] |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0,00 | -0,008463 | 0,008605 | 0,003153 | 0,009050 |
| 2,00 | -0,008491 | 0,008581 | 0,004037 | 0,007848 |
| 4,10 | -0,008536 | 0,008536 | 0,003939 | 0,007081 |
| 6,13 | -0,008579 | 0,008492 | 0,004047 | 0,008249 |
| 8,10 | -0,008605 | 0,008463 | 0,003153 | 0,010085 |

Inviluppo spostamenti trasverso

| X [m] | u _{Xmin} [m] | u _{Xmax} [m] | u _{Ymin} [m] | u _{Ymax} [m] |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0,80 | -0,009177 | 0,009310 | 0,003702 | 0,008841 |
| 2,52 | -0,009213 | 0,009276 | 0,003094 | 0,010934 |
| 4,10 | -0,009245 | 0,009245 | 0,003065 | 0,011930 |
| 5,68 | -0,009276 | 0,009213 | 0,003094 | 0,011212 |
| 7,40 | -0,009310 | 0,009177 | 0,003702 | 0,009648 |

Inviluppo spostamenti piedritto sinistro

| Y [m] | u _{Xmin} [m] | u _{Xmax} [m] | u _{Ymin} [m] | u _{Ymax} [m] |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0,35 | -0,008464 | 0,008606 | 0,003622 | 0,008641 |
| 3,93 | -0,006425 | 0,011540 | 0,003666 | 0,008748 |
| 7,50 | -0,009177 | 0,009310 | 0,003702 | 0,008841 |

Inviluppo spostamenti piedritto destro

| Y [m] | u _{Xmin} [m] | u _{Xmax} [m] | u _{Ymin} [m] | u _{Ymax} [m] |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0,35 | -0,008606 | 0,008464 | 0,003622 | 0,009437 |
| 3,93 | -0,011540 | 0,006425 | 0,003666 | 0,009549 |
| 7,50 | -0,009310 | 0,009177 | 0,003702 | 0,009648 |

Sollecitazioni massime e minime

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|--------------|-------|--------------|-------|-------------|-------|
| Fondazione | -485,77 (7) | 0,80 | 545,82 (3) | 7,33 | 483,94 (11) | 0,80 |
| Piedritto sinistro | -505,65 (7) | 0,35 | 478,45 (7) | 0,35 | 588,08 (3) | 0,35 |
| Piedritto destro | -505,65 (11) | 0,35 | -478,45 (11) | 0,35 | 615,05 (3) | 0,35 |
| Traverso | -490,31 (5) | 7,40 | -478,32 (3) | 7,40 | 389,83 (8) | 7,40 |

Verifiche geotecniche

Simbologia adottata

| | |
|------------------------------|--|
| <i>IC</i> | Indice della combinazione |
| <i>Nc, Nq, N_γ</i> | Fattori di capacità portante |
| <i>Nc, Nq, N_γ</i> | Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc. |
| <i>qu</i> | Portanza ultima del terreno, espressa in [kPa] |
| <i>Q_U</i> | Portanza ultima del terreno, espressa in [kN/m] |
| <i>Q_γ</i> | Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN/m] |
| <i>FS</i> | Fattore di sicurezza a carico limite |

| IC | Nc | Nq | N_γ | N'c | N'q | N'γ | qu | Q_U | Q_γ | FS |
|-----------|-----------|-----------|----------------------|------------|------------|------------|-----------|----------------------|----------------------|-----------|
| 1 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2377 | 19491,29 | 1114,82 | 17,48 |
| 2 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2096 | 17187,74 | 1478,99 | 11,62 |
| 3 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2100 | 17223,88 | 1600,38 | 10,76 |
| 4 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2092 | 17153,02 | 1478,99 | 11,60 |
| 5 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2027 | 16619,24 | 1478,99 | 11,24 |
| 6 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2096 | 17187,74 | 1478,99 | 11,62 |
| 7 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2342 | 19206,09 | 927,48 | 20,71 |
| 8 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2336 | 19153,13 | 787,63 | 24,32 |
| 9 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2112 | 17317,60 | 927,48 | 18,67 |
| 10 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2106 | 17269,85 | 787,63 | 21,93 |
| 11 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2342 | 19206,07 | 927,48 | 20,71 |
| 12 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2336 | 19153,12 | 787,63 | 24,32 |
| 13 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2112 | 17317,59 | 927,48 | 18,67 |
| 14 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2106 | 17269,84 | 787,63 | 21,93 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

11.3 Sottovia ST03

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 35.00°.

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 γ , su una parete di altezza H , risulta espressa secondo la teoria di Coulomb dalla seguente relazione (per terreno incoerente)

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

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

La spinta risulta inclinata dell'angolo d'attrito terreno-parete δ 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.

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

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

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

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_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 ϕ 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 - Formula di Wood

Spinta del terreno nel caso di strutture rigide.

Nel caso di strutture rigide completamente vincolate, in modo tale che non può svilupparsi nel terreno uno stato di spinta attiva, nonché nel caso di muri verticali con terrapieno a superficie orizzontale, l'incremento dinamico di spinta del terreno può essere calcolato come:

$$\Delta P_d = \alpha \gamma H^2$$

$$\alpha = a_g / g * S_s * \beta_m * S_t$$

H è l'altezza sulla quale agisce la spinta. Il punto di applicazione va preso a metà altezza.

Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q . Cioè, detto Q_u , il carico limite ed R la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Terzaghi ha proposto la seguente espressione per il calcolo della capacità portante di una fondazione superficiale.

$$q_u = cN_c S_c + qN_q + 0.5B\gamma N_s \gamma$$

La simbologia adottata è la seguente:

- c coesione del terreno in fondazione;
- ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione;
- γ peso di volume del terreno in fondazione;
- B larghezza della fondazione;
- D profondità del piano di posa;
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I fattori di capacità portante sono espressi dalle seguenti relazioni:

$$N_q = \frac{e^{2(0.75 - \phi/2) \gamma(\phi)}}{2 \cos^2(45 + \phi/2)} = \text{_____}$$

$$N_c = (N_q - 1) \text{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = \frac{\text{tg} \phi}{2 \cos^2 \phi} = \text{_____} \left(\text{_____} - 1 \right)^{K_{\text{PT}}}$$

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

I fattori di forma s_x e s_y che compaiono nella espressione di q_u dipendono dalla forma della fondazione. In particolare valgono 1 per fondazioni nastriformi o rettangolari allungate e valgono rispettivamente 1.3 e 0.8 per fondazioni quadrate.

termine K_{py} che compare nell'espressione di N_y non ha un'espressione analitica. Pertanto si assume per N_y l'espressione proposta da Meyerof

$$N_y = (N_q - 1) \text{tg}(1.4 \cdot \phi)$$

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

$$K u = p$$

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.

Geometria scatolare

| Descrizione: | Scatolare semplice | |
|--|--------------------|-----|
| Altezza esterna | 9,20 | [m] |
| Larghezza esterna | 15,10 | [m] |
| Lunghezza mensola di fondazione sinistra | 0,50 | [m] |
| Lunghezza mensola di fondazione destra | 0,50 | [m] |
| Spessore piedritto sinistro | 1,30 | [m] |
| Spessore piedritto destro | 1,30 | [m] |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanese" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|---------------------|------|-----|
| Spessore fondazione | 1,40 | [m] |
| Spessore traverso | 1,30 | [m] |

Caratteristiche strati terreno

Strato di ricoprimento

| Descrizione | Terreno di ricoprimento | |
|-----------------------|-------------------------|---------|
| Spessore dello strato | 0,45 | [m] |
| Peso di volume | 19,0000 | [kN/mc] |
| Peso di volume saturo | 19,0000 | [kN/mc] |
| Angolo di attrito | 35,00 | [°] |
| Coesione | 0 | [kPa] |

Strato di rinfiacco

| Descrizione | Terreno di rinfiacco | |
|-------------------------------------|----------------------|---------|
| Peso di volume | 18,0000 | [kN/mc] |
| Peso di volume saturo | 18,0000 | [kN/mc] |
| Angolo di attrito | 35,00 | [°] |
| Angolo di attrito terreno struttura | 23,33 | [°] |
| Coesione | 0 | [kPa] |
| Costante di Winkler | 10000 | [kPa/m] |

Strato di base

| Descrizione | Terreno di base | |
|-------------------------------------|-----------------|---------|
| Peso di volume | 19,0000 | [kN/mc] |
| Peso di volume saturo | 19,0000 | [kN/mc] |
| Angolo di attrito | 23,00 | [°] |
| Angolo di attrito terreno struttura | 23,00 | [°] |
| Coesione | 5 | [kPa] |
| Costante di Winkler | 24000 | [kPa/m] |
| Tensione limite | 1000 | [kPa] |

Falda

| | | |
|---|------|-----|
| Quota falda (rispetto al piano di posa) | 0,00 | [m] |
|---|------|-----|

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiale calcestruzzo

| | | |
|---|-----------|---------|
| R_{ck} calcestruzzo | 30000 | [kPa] |
| Peso specifico calcestruzzo | 24,5170 | [kN/mc] |
| Modulo elastico E | 30976850 | [kPa] |
| Tensione di snervamento acciaio | 450000 | [kPa] |
| Coeff. omogeneizzazione cls tesoro/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 (espresse in m) positive verso destra

Ordinate Y (espresse 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_y componente Y del carico concentrato

F_x componente X del carico concentrato

M momento

Forze distribuite

X_i, X_f ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali

Y_i, Y_f ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali

V_{ni} componente normale del carico distribuito nel punto iniziale

V_{nf} componente normale del carico distribuito nel punto finale

V_{si} componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale

V_{sf} componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale

D_{se} variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi

D_{si} variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

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°6 (Spinta falda)

Condizione di carico n° 7 (Carico Tandem)

| | | | | | | | |
|-------|----------|-----------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| Distr | Traverso | X _i = 6,03 | X _r = 7,23 | V _{ni} = 52,91 | V _{nr} = 52,91 | V _{ti} = 0,00 | V _{tr} = 0,00 |
| Distr | Traverso | X _i = 8,87 | X _r = 10,07 | V _{ni} = 52,91 | V _{nr} = 52,91 | V _{ti} = 0,00 | V _{tr} = 0,00 |
| Distr | Traverso | X _i = 7,23 | X _r = 8,87 | V _{ni} = 105,82 | V _{nr} = 105,82 | V _{ti} = 0,00 | V _{tr} = 0,00 |
| Distr | Traverso | X _i = 0,50 | X _r = 15,60 | V _{ni} = 9,00 | V _{nr} = 9,00 | V _{ti} = 0,00 | V _{tr} = 0,00 |

Condizione di carico n° 8 (Sovraccarico traffico)

| | | | | | | | |
|-------|--------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Distr | Pied_S | Y _i = 0,00 | Y _r = 9,20 | V _{ni} = 8,50 | V _{nr} = 8,50 | V _{ti} = 0,00 | V _{tr} = 0,00 |
| Distr | Pied_D | Y _i = 0,00 | Y _r = 9,20 | V _{ni} = 8,50 | V _{nr} = 8,50 | V _{ti} = 0,00 | V _{tr} = 0,00 |

Condizione di carico n° 9 (Frenatura)

| | | | | | | | |
|-------|----------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Distr | Traverso | X _i = 0,50 | X _r = 15,60 | V _{ni} = 0,00 | V _{nr} = 0,00 | V _{ti} = 8,80 | V _{tr} = 8,80 |
|-------|----------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|

Condizione di carico n° 10 (Azioni temperatura)

| | | | |
|------|----------|-------------------------|-------------------------|
| Term | Traverso | D _{ie} = 17,00 | D _{ri} = 17,00 |
|------|----------|-------------------------|-------------------------|

Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

| | |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo γ_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

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

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

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

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

con:

| | |
|-----------------|--|
| d | altezza utile sezione [mm] |
| b _w | larghezza minima sezione [mm] |
| σ _{cp} | tensione media di compressione [N/mm ²] |
| ρ _l | rapporto geometrico di armatura |
| A _{sw} | area armatura trasversale [mm ²] |
| s | interasse tra due armature trasversali consecutive [mm] |
| α _c | coefficiente maggiorativo, funzione di f _{cd} e σ _{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 2018 - Approccio 2

Copri ferro sezioni 0,0300 [m]

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

| | |
|---|--|
| γ | Coefficiente di partecipazione della condizione |
| ψ | Coefficiente di combinazione della condizione |
| C | Coefficiente totale di partecipazione della condizione |

Norme Tecniche 2018

Simbologia adottata

| | |
|---------------------|---|
| γ _{01stav} | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti |
| γ _{01fav} | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti |
| γ _{02stav} | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali |
| γ _{02fav} | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali |
| γ ₀ | Coefficiente parziale sulle azioni variabili |
| γ _{1anf} | Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato |
| γ _c | Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata |
| γ _{cu} | Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata |
| γ _{qu} | Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

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 | γ_{G1fav} | 1,00 | 1,00 |
| Permanenti | Sfavorevole | γ_{G1sfav} | 1,30 | 1,00 |
| Permanenti non strutturali | Favorevole | γ_{G2fav} | 0,80 | 0,80 |
| Permanenti non strutturali | Sfavorevole | γ_{G2sfav} | 1,50 | 1,30 |
| Variabili | Favorevole | γ_{Q1fav} | 0,00 | 0,00 |
| Variabili | Sfavorevole | γ_{Q1sfav} | 1,50 | 1,30 |
| Variabili da traffico | Favorevole | γ_{Qfav} | 0,00 | 0,00 |
| Variabili da traffico | Sfavorevole | γ_{Qsfav} | 1,35 | 1,15 |
| Termici | Favorevole | γ_{cfav} | 0,00 | 0,00 |
| Termici | Sfavorevole | γ_{csfav} | 1,20 | 1,20 |

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 | γ_c | 1,00 | 1,25 |
| Resistenza non drenata | γ_{cu} | 1,00 | 1,40 |
| Resistenza a compressione uniassiale | γ_{qu} | 1,00 | 1,60 |
| Peso dell'unità di volume | γ_t | 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 | γ_{G1fav} | 1,00 | 1,00 |
| Permanenti | Sfavorevole | γ_{G1sfav} | 1,00 | 1,00 |
| Permanenti | Favorevole | γ_{G2fav} | 0,00 | 0,00 |
| Permanenti | Sfavorevole | γ_{G2sfav} | 1,00 | 1,00 |
| Variabili | Favorevole | γ_{Q1fav} | 0,00 | 0,00 |
| Variabili | Sfavorevole | γ_{Q1sfav} | 1,00 | 1,00 |
| Variabili da traffico | Favorevole | γ_{Qfav} | 0,00 | 0,00 |
| Variabili da traffico | Sfavorevole | γ_{Qsfav} | 1,00 | 1,00 |
| Termici | Favorevole | γ_{cfav} | 0,00 | 0,00 |
| Termici | Sfavorevole | γ_{csfav} | 1,00 | 1,00 |

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catane" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | |
|--------------------------------------|---------------------|-----------|-----------|
| <i>Parametri</i> | | <i>M1</i> | <i>M2</i> |
| Tangente dell'angolo di attrito | $\gamma_{\tan\phi}$ | 1,00 | 1,00 |
| Coesione efficace | γ_c | 1,00 | 1,00 |
| Resistenza non drenata | γ_{cu} | 1,00 | 1,00 |
| Resistenza a compressione uniassiale | γ_{qu} | 1,00 | 1,00 |
| Peso dell'unità di volume | γ_r | 1,00 | 1,00 |

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |

Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.35 | 0.75 | 1.01 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.20 | 0.60 | 0.72 |

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.35 | 1.00 | 1.35 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.20 | 0.60 | 0.72 |

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2)

| Effetto | γ | Ψ | C |
|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|-------------------------|-------------|------|------|------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.35 | 0.75 | 1.01 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.35 | 1.00 | 1.35 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.20 | 0.60 | 0.72 |

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.35 | 0.75 | 1.01 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.35 | 1.00 | 1.35 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.20 | 0.60 | 0.72 |

Combinazione n° 6 SLU (Approccio 2)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.35 | 0.75 | 1.01 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.20 | 1.00 | 1.20 |

Combinazione n° 7 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 8 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 9 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 10 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 11 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 12 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 13 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

| Effetto | γ | Ψ | C |
|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|-------------------------|-------------|------|------|------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 14 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 15 SLE (Quasi Permanente)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 16 SLE (Frequente)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 17 SLE (Frequente)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.00 | 0.75 | 0.75 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 18 SLE (Frequente)

| Effetto | γ | Ψ | C |
|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|-------------------------|-------------|------|------|------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 19 SLE (Frequente)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 20 SLE (Frequente)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.50 | 0.50 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 21 SLE (Rara)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.00 | 0.75 | 0.75 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.60 | 0.60 |

Combinazione n° 22 SLE (Rara)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|-----------------------|-------------|------|------|------|
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.60 | 0.60 |

Combinazione n° 23 SLE (Rara)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.00 | 0.75 | 0.75 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.60 | 0.60 |

Combinazione n° 24 SLE (Rara)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.00 | 0.75 | 0.75 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.60 | 0.60 |

Combinazione n° 25 SLE (Rara)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Azioni temperatura | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.00 | 0.75 | 0.75 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |

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 |
| σ | pressione sul terreno espressa in kPa |

Tipo di analisi

Pressione in calotta

I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **angolo di attrito**

Metodo di calcolo della portanza

Spinta sui piedritti

Pressione geostatica

Terzaghi

- a Riposo [combinazione 1]
- a Riposo [combinazione 2]
- a Riposo [combinazione 3]
- a Riposo [combinazione 4]
- a Riposo [combinazione 5]
- a Riposo [combinazione 6]
- a Riposo [combinazione 7]
- a Riposo [combinazione 8]
- a Riposo [combinazione 9]
- a Riposo [combinazione 10]
- a Riposo [combinazione 11]
- a Riposo [combinazione 12]
- a Riposo [combinazione 13]
- a Riposo [combinazione 14]
- a Riposo [combinazione 15]
- a Riposo [combinazione 16]
- a Riposo [combinazione 17]
- a Riposo [combinazione 18]
- a Riposo [combinazione 19]
- a Riposo [combinazione 20]
- a Riposo [combinazione 21]
- a Riposo [combinazione 22]
- a Riposo [combinazione 23]
- a Riposo [combinazione 24]

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catanese" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

a Riposo [combinazione 25]

Sisma

Identificazione del sito

| | |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| Latitudine | 37.966263 |
| Longitudine | 13.456853 |
| Comune | Bolognetta |
| Provincia | Palermo |
| Regione | Sicilia |
| Punti di interpolazione del reticolo | 45842 - 46064 - 46065 - 45843 |

Tipo di opera

| | |
|---------------------|--|
| Tipo di costruzione | Opera ordinaria |
| Vita nominale | 50 anni |
| Classe d'uso | IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose |
| Vita di riferimento | 100 anni |

Combinazioni SLU

| | |
|---|-------------------------------------|
| Accelerazione al suolo a_g = | 2.25 [m/s ²] |
| Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) | 1.36 |
| Coefficiente di amplificazione topografica (St) | 1.00 |
| Coefficiente riduzione (β_m) | 1.00 |
| Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale | 0.50 |
| Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) | $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss) = 31.20$ |
| Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) | $k_v=0.50 * k_h = 15.60$ |

Combinazioni SLE

| | |
|---|-------------------------------------|
| Accelerazione al suolo a_g = | 0.84 [m/s ²] |
| Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) | 1.50 |
| Coefficiente di amplificazione topografica (St) | 1.00 |
| Coefficiente riduzione (β_m) | 1.00 |
| Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale | 0.50 |
| Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) | $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss) = 12.78$ |
| Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) | $k_v=0.50 * k_h = 6.39$ |
| Forma diagramma incremento sismico | Rettangolare |
| Spinta sismica | Wood |
| Angolo diffusione sovraccarico | 35,00 [°] |

Coefficienti di spinta

| N°combinazione | Statico | Sismico |
|-----------------------|----------------|----------------|
| 1 | 0,426 | 0,000 |
| 2 | 0,426 | 0,000 |
| 3 | 0,426 | 0,000 |
| 4 | 0,426 | 0,000 |
| 5 | 0,426 | 0,000 |
| 6 | 0,426 | 0,000 |
| 7 | 0,426 | 0,895 |
| 8 | 0,426 | 0,895 |
| 9 | 0,426 | 0,895 |
| 10 | 0,426 | 0,895 |
| 11 | 0,426 | 0,895 |
| 12 | 0,426 | 0,895 |
| 13 | 0,426 | 0,895 |
| 14 | 0,426 | 0,895 |
| 15 | 0,426 | 0,000 |
| 16 | 0,426 | 0,000 |
| 17 | 0,426 | 0,000 |
| 18 | 0,426 | 0,000 |
| 19 | 0,426 | 0,000 |
| 20 | 0,426 | 0,000 |
| 21 | 0,426 | 0,000 |
| 22 | 0,426 | 0,000 |
| 23 | 0,426 | 0,000 |
| 24 | 0,426 | 0,000 |
| 25 | 0,426 | 0,000 |

Discretizzazione strutturale

| | |
|------------------------------------|-----|
| Numero elementi fondazione | 166 |
| Numero elementi trasverso | 76 |
| Numero elementi piedritto sinistro | 80 |
| Numero elementi piedritto destro | 80 |
| Numero molle fondazione | 167 |
| Numero molle piedritto sinistro | 81 |
| Numero molle piedritto destro | 81 |

Analisi della combinazione n° 1

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Pressione in calotta(solo peso terreno) 11,1150 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,56 | 29,66 | 11,1150 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 4,7397 [kPa] | Pressione inf. 96,5402 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 4,7397 [kPa] | Pressione inf. 96,5402 [kPa] |

Analisi della combinazione n° 2

Pressione in calotta(solo peso terreno) 11,1150 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,56 | 29,66 | 11,1150 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 4,7397 [kPa] | Pressione inf. 96,5402 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 4,7397 [kPa] | Pressione inf. 96,5402 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 3

Pressione in calotta(solo peso terreno) 11,1150 [kPa]

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,56 | 29,66 | 11,1150 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 4,7397 [kPa] | Pressione inf. 96,5402 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 4,7397 [kPa] | Pressione inf. 96,5402 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 4

Pressione in calotta(solo peso terreno) 11,1150 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,56 | 29,66 | 11,1150 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 4,7397 [kPa] | Pressione inf. 96,5402 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 4,7397 [kPa] | Pressione inf. 96,5402 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 5

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Cataneese" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Pressione in calotta(solo peso terreno) 11,1150 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,56 | 29,66 | 11,1150 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 4,7397 [kPa] | Pressione inf. 96,5402 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 4,7397 [kPa] | Pressione inf. 96,5402 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 6

Pressione in calotta(solo peso terreno) 11,1150 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -13,56 | 29,66 | 11,1150 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 4,7397 [kPa] | Pressione inf. 96,5402 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 4,7397 [kPa] | Pressione inf. 96,5402 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Analisi della combinazione n° 7

Pressione in calotta(solo peso terreno) 8,5500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|--------|
| -13,56 | 29,66 | 8,5500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 57,0128 [kPa] | Pressione inf. 57,0128 [kPa] |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|

Analisi della combinazione n° 8

Pressione in calotta(solo peso terreno) 8,5500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|--------|
| -13,56 | 29,66 | 8,5500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Piedritto sinistro Pressione sup. 57,0128 [kPa] Pressione inf. 57,0128 [kPa]

Analisi della combinazione n° 9

Pressione in calotta(solo peso terreno) 8,5500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|--------|
| -13,56 | 29,66 | 8,5500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 57,0128 [kPa] Pressione inf. 57,0128 [kPa]

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 10

Pressione in calotta(solo peso terreno) 8,5500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|--------|
| -13,56 | 29,66 | 8,5500 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 57,0128 [kPa] | Pressione inf. 57,0128 [kPa] |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 11

Pressione in calotta(solo peso terreno) 8,5500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|--------|
| -13,56 | 29,66 | 8,5500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto destro | Pressione sup. 57,0128 [kPa] | Pressione inf. 57,0128 [kPa] |
|------------------|------------------------------|------------------------------|

Analisi della combinazione n° 12

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanese" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Pressione in calotta(solo peso terreno) 8,5500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|--------|
| -13,56 | 29,66 | 8,5500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto destro | Pressione sup. 57,0128 [kPa] | Pressione inf. 57,0128 [kPa] |
|------------------|------------------------------|------------------------------|

Analisi della combinazione n° 13

Pressione in calotta(solo peso terreno) 8,5500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|--------|
| -13,56 | 29,66 | 8,5500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto destro | Pressione sup. 57,0128 [kPa] | Pressione inf. 57,0128 [kPa] |
|------------------|------------------------------|------------------------------|

Falda

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 14

Pressione in calotta(solo peso terreno) 8,5500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|--------|
| -13,56 | 29,66 | 8,5500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto destro | Pressione sup. 57,0128 [kPa] | Pressione inf. 57,0128 [kPa] |
|------------------|------------------------------|------------------------------|

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 15

Pressione in calotta(solo peso terreno) 8,5500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|--------|
| -13,56 | 29,66 | 8,5500 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 16

Pressione in calotta(solo peso terreno) 8,5500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|--------|
| -13,56 | 29,66 | 8,5500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 17

Pressione in calotta(solo peso terreno) 8,5500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|--------|
| -13,56 | 29,66 | 8,5500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 18

Pressione in calotta(solo peso terreno) 8,5500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|--------|
| -13,56 | 29,66 | 8,5500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 19

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Pressione in calotta(solo peso terreno) 8,5500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|--------|
| -13,56 | 29,66 | 8,5500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 20

Pressione in calotta(solo peso terreno) 8,5500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|--------|
| -13,56 | 29,66 | 8,5500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 21

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Pressione in calotta(solo peso terreno) 8,5500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|--------|
| -13,56 | 29,66 | 8,5500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 22

Pressione in calotta(solo peso terreno) 8,5500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|--------|
| -13,56 | 29,66 | 8,5500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Analisi della combinazione n° 23

Pressione in calotta(solo peso terreno) 8,5500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|--------|
| -13,56 | 29,66 | 8,5500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 24

Pressione in calotta(solo peso terreno) 8,5500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|--------|
| -13,56 | 29,66 | 8,5500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |

Falda

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 25

Pressione in calotta(solo peso terreno) 8,5500 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|--------|
| -13,56 | 29,66 | 8,5500 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 3,6459 [kPa] | Pressione inf. 74,2617 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Spostamenti

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 1)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00005 | 0,00754 |
| 3,98 | 0,00003 | 0,00581 |
| 8,05 | 0,00000 | 0,00477 |
| 12,12 | -0,00003 | 0,00581 |
| 16,10 | -0,00005 | 0,00754 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 1)

UP62

Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 1,15 | 0,00002 | 0,00722 |
| 4,68 | 0,00001 | 0,00851 |
| 8,05 | 0,00000 | 0,00913 |
| 11,42 | -0,00001 | 0,00851 |
| 14,95 | -0,00002 | 0,00722 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00005 | 0,00711 |
| 4,62 | -0,00053 | 0,00717 |
| 8,55 | 0,00002 | 0,00722 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 1)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | -0,00005 | 0,00711 |
| 4,62 | 0,00053 | 0,00717 |
| 8,55 | -0,00002 | 0,00722 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 2)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00061 | 0,00931 |
| 3,98 | 0,00060 | 0,00677 |
| 8,05 | 0,00057 | 0,00536 |
| 12,12 | 0,00055 | 0,00692 |
| 16,10 | 0,00053 | 0,00972 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 2)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 1,15 | 0,00000 | 0,00879 |
| 4,68 | 0,00051 | 0,01095 |
| 8,05 | 0,00098 | 0,01210 |
| 11,42 | 0,00146 | 0,01106 |
| 14,95 | 0,00195 | 0,00911 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00061 | 0,00864 |
| 4,62 | -0,00061 | 0,00872 |
| 8,55 | 0,00000 | 0,00879 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 2)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00053 | 0,00897 |
| 4,62 | 0,00213 | 0,00905 |
| 8,55 | 0,00195 | 0,00911 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 3)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00061 | 0,00989 |
| 3,98 | 0,00059 | 0,00712 |
| 8,05 | 0,00057 | 0,00560 |
| 12,12 | 0,00054 | 0,00727 |
| 16,10 | 0,00053 | 0,01030 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 3)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 1,15 | 0,00001 | 0,00931 |
| 4,68 | 0,00051 | 0,01184 |
| 8,05 | 0,00098 | 0,01319 |
| 11,42 | 0,00145 | 0,01195 |
| 14,95 | 0,00195 | 0,00964 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 3)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00061 | 0,00916 |
| 4,62 | -0,00074 | 0,00924 |
| 8,55 | 0,00001 | 0,00931 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 3)

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00053 | 0,00948 |
| 4,62 | 0,00226 | 0,00957 |
| 8,55 | 0,00195 | 0,00964 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 4)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00141 | 0,00929 |
| 3,98 | 0,00140 | 0,00677 |
| 8,05 | 0,00137 | 0,00537 |
| 12,12 | 0,00135 | 0,00692 |
| 16,10 | 0,00133 | 0,00972 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 4)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 1,15 | 0,00081 | 0,00878 |
| 4,68 | 0,00131 | 0,01094 |
| 8,05 | 0,00179 | 0,01208 |
| 11,42 | 0,00226 | 0,01104 |
| 14,95 | 0,00276 | 0,00911 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 4)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00141 | 0,00863 |
| 4,62 | 0,00021 | 0,00871 |
| 8,55 | 0,00081 | 0,00878 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 4)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00133 | 0,00897 |
| 4,62 | 0,00293 | 0,00905 |
| 8,55 | 0,00276 | 0,00911 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 5)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
|-------|--------------------|--------------------|

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|-------|---------|---------|
| 0,00 | 0,00100 | 0,00894 |
| 3,98 | 0,00099 | 0,00664 |
| 8,05 | 0,00096 | 0,00537 |
| 12,12 | 0,00093 | 0,00705 |
| 16,10 | 0,00092 | 0,01007 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 5)

| X [m] | u_x [m] | u_y [m] |
|--------------|--------------------------|--------------------------|
| 1,15 | 0,00111 | 0,00849 |
| 4,68 | 0,00162 | 0,01085 |
| 8,05 | 0,00209 | 0,01209 |
| 11,42 | 0,00256 | 0,01113 |
| 14,95 | 0,00306 | 0,00940 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 5)

| Y [m] | u_x [m] | u_y [m] |
|--------------|--------------------------|--------------------------|
| 0,70 | 0,00100 | 0,00835 |
| 4,62 | 0,00012 | 0,00843 |
| 8,55 | 0,00111 | 0,00849 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 5)

| Y [m] | u_x [m] | u_y [m] |
|--------------|--------------------------|--------------------------|
| 0,70 | 0,00092 | 0,00925 |
| 4,62 | 0,00284 | 0,00933 |
| 8,55 | 0,00306 | 0,00940 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 6)

| X [m] | u_x [m] | u_y [m] |
|--------------|--------------------------|--------------------------|
| 0,00 | 0,00061 | 0,00947 |
| 3,98 | 0,00059 | 0,00675 |
| 8,05 | 0,00057 | 0,00529 |
| 12,12 | 0,00054 | 0,00690 |
| 16,10 | 0,00053 | 0,00988 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 6)

| X [m] | u_x [m] | u_y [m] |
|--------------|--------------------------|--------------------------|
|--------------|--------------------------|--------------------------|

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|-------|----------|---------|
| 1,15 | -0,00067 | 0,00888 |
| 4,68 | 0,00018 | 0,01083 |
| 8,05 | 0,00098 | 0,01191 |
| 11,42 | 0,00178 | 0,01094 |
| 14,95 | 0,00262 | 0,00921 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 6)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00061 | 0,00874 |
| 4,62 | -0,00092 | 0,00882 |
| 8,55 | -0,00067 | 0,00888 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 6)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00053 | 0,00907 |
| 4,62 | 0,00243 | 0,00915 |
| 8,55 | 0,00262 | 0,00921 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 7)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00913 | 0,00605 |
| 3,98 | 0,00910 | 0,00506 |
| 8,05 | 0,00906 | 0,00434 |
| 12,12 | 0,00901 | 0,00517 |
| 16,10 | 0,00897 | 0,00631 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 7)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 1,15 | 0,00940 | 0,00594 |
| 4,68 | 0,00937 | 0,00677 |
| 8,05 | 0,00934 | 0,00721 |
| 11,42 | 0,00931 | 0,00682 |
| 14,95 | 0,00927 | 0,00616 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 7)

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00914 | 0,00585 |
| 4,62 | 0,00913 | 0,00590 |
| 8,55 | 0,00940 | 0,00594 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 7)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00897 | 0,00607 |
| 4,62 | 0,00919 | 0,00612 |
| 8,55 | 0,00927 | 0,00616 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 8)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00921 | 0,00449 |
| 3,98 | 0,00918 | 0,00388 |
| 8,05 | 0,00914 | 0,00337 |
| 12,12 | 0,00909 | 0,00399 |
| 16,10 | 0,00905 | 0,00476 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 8)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 1,15 | 0,00949 | 0,00446 |
| 4,68 | 0,00946 | 0,00500 |
| 8,05 | 0,00943 | 0,00531 |
| 11,42 | 0,00939 | 0,00505 |
| 14,95 | 0,00935 | 0,00468 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 8)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00922 | 0,00439 |
| 4,62 | 0,00937 | 0,00443 |
| 8,55 | 0,00949 | 0,00446 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 8)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
|-------|--------------------|--------------------|

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|------|---------|---------|
| 0,70 | 0,00905 | 0,00461 |
| 4,62 | 0,00912 | 0,00465 |
| 8,55 | 0,00935 | 0,00468 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 9)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00913 | 0,00605 |
| 3,98 | 0,00910 | 0,00506 |
| 8,05 | 0,00906 | 0,00434 |
| 12,12 | 0,00901 | 0,00517 |
| 16,10 | 0,00897 | 0,00631 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 9)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 1,15 | 0,00940 | 0,00594 |
| 4,68 | 0,00937 | 0,00677 |
| 8,05 | 0,00934 | 0,00721 |
| 11,42 | 0,00931 | 0,00682 |
| 14,95 | 0,00927 | 0,00616 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 9)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00914 | 0,00585 |
| 4,62 | 0,00913 | 0,00590 |
| 8,55 | 0,00940 | 0,00594 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 9)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00897 | 0,00607 |
| 4,62 | 0,00919 | 0,00612 |
| 8,55 | 0,00927 | 0,00616 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 10)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00921 | 0,00449 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|-------|---------|---------|
| 3,98 | 0,00918 | 0,00388 |
| 8,05 | 0,00914 | 0,00337 |
| 12,12 | 0,00909 | 0,00399 |
| 16,10 | 0,00905 | 0,00476 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 10)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 1,15 | 0,00949 | 0,00446 |
| 4,68 | 0,00946 | 0,00500 |
| 8,05 | 0,00943 | 0,00531 |
| 11,42 | 0,00939 | 0,00505 |
| 14,95 | 0,00935 | 0,00468 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 10)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00922 | 0,00439 |
| 4,62 | 0,00937 | 0,00443 |
| 8,55 | 0,00949 | 0,00446 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 10)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00905 | 0,00461 |
| 4,62 | 0,00912 | 0,00465 |
| 8,55 | 0,00935 | 0,00468 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 11)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | -0,00897 | 0,00631 |
| 3,98 | -0,00901 | 0,00517 |
| 8,05 | -0,00906 | 0,00434 |
| 12,12 | -0,00910 | 0,00506 |
| 16,10 | -0,00913 | 0,00605 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 11)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 1,15 | -0,00927 | 0,00616 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|-------|----------|---------|
| 4,68 | -0,00931 | 0,00682 |
| 8,05 | -0,00934 | 0,00721 |
| 11,42 | -0,00937 | 0,00677 |
| 14,95 | -0,00940 | 0,00594 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 11)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | -0,00897 | 0,00607 |
| 4,62 | -0,00919 | 0,00612 |
| 8,55 | -0,00927 | 0,00616 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 11)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | -0,00914 | 0,00585 |
| 4,62 | -0,00913 | 0,00590 |
| 8,55 | -0,00940 | 0,00594 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 12)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | -0,00905 | 0,00476 |
| 3,98 | -0,00909 | 0,00399 |
| 8,05 | -0,00914 | 0,00337 |
| 12,12 | -0,00918 | 0,00388 |
| 16,10 | -0,00921 | 0,00449 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 12)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 1,15 | -0,00935 | 0,00468 |
| 4,68 | -0,00939 | 0,00505 |
| 8,05 | -0,00943 | 0,00531 |
| 11,42 | -0,00946 | 0,00500 |
| 14,95 | -0,00949 | 0,00446 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 12)

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | -0,00905 | 0,00461 |
| 4,62 | -0,00912 | 0,00465 |
| 8,55 | -0,00935 | 0,00468 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 12)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | -0,00922 | 0,00439 |
| 4,62 | -0,00937 | 0,00443 |
| 8,55 | -0,00949 | 0,00446 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 13)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | -0,00897 | 0,00631 |
| 3,98 | -0,00901 | 0,00517 |
| 8,05 | -0,00906 | 0,00434 |
| 12,12 | -0,00910 | 0,00506 |
| 16,10 | -0,00913 | 0,00605 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 13)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 1,15 | -0,00927 | 0,00616 |
| 4,68 | -0,00931 | 0,00682 |
| 8,05 | -0,00934 | 0,00721 |
| 11,42 | -0,00937 | 0,00677 |
| 14,95 | -0,00940 | 0,00594 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 13)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | -0,00897 | 0,00607 |
| 4,62 | -0,00919 | 0,00612 |
| 8,55 | -0,00927 | 0,00616 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 13)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | -0,00914 | 0,00585 |

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Cataneese" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|------|----------|---------|
| 4,62 | -0,00913 | 0,00590 |
| 8,55 | -0,00940 | 0,00594 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 14)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | -0,00905 | 0,00476 |
| 3,98 | -0,00909 | 0,00399 |
| 8,05 | -0,00914 | 0,00337 |
| 12,12 | -0,00918 | 0,00388 |
| 16,10 | -0,00921 | 0,00449 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 14)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 1,15 | -0,00935 | 0,00468 |
| 4,68 | -0,00939 | 0,00505 |
| 8,05 | -0,00943 | 0,00531 |
| 11,42 | -0,00946 | 0,00500 |
| 14,95 | -0,00949 | 0,00446 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 14)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | -0,00905 | 0,00461 |
| 4,62 | -0,00912 | 0,00465 |
| 8,55 | -0,00935 | 0,00468 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 14)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | -0,00922 | 0,00439 |
| 4,62 | -0,00937 | 0,00443 |
| 8,55 | -0,00949 | 0,00446 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 15)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00004 | 0,00580 |
| 3,98 | 0,00002 | 0,00447 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|-------|----------|---------|
| 8,05 | 0,00000 | 0,00367 |
| 12,12 | -0,00002 | 0,00447 |
| 16,10 | -0,00004 | 0,00580 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 15)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 1,15 | 0,00002 | 0,00555 |
| 4,68 | 0,00001 | 0,00655 |
| 8,05 | 0,00000 | 0,00702 |
| 11,42 | -0,00001 | 0,00655 |
| 14,95 | -0,00002 | 0,00555 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 15)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00004 | 0,00547 |
| 4,62 | -0,00041 | 0,00552 |
| 8,55 | 0,00002 | 0,00555 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 15)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | -0,00004 | 0,00547 |
| 4,62 | 0,00041 | 0,00552 |
| 8,55 | -0,00002 | 0,00555 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 16)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00004 | 0,00580 |
| 3,98 | 0,00002 | 0,00447 |
| 8,05 | 0,00000 | 0,00367 |
| 12,12 | -0,00002 | 0,00447 |
| 16,10 | -0,00004 | 0,00580 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 16)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 1,15 | 0,00002 | 0,00555 |
| 4,68 | 0,00001 | 0,00655 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|-------|----------|---------|
| 8,05 | 0,00000 | 0,00702 |
| 11,42 | -0,00001 | 0,00655 |
| 14,95 | -0,00002 | 0,00555 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 16)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00004 | 0,00547 |
| 4,62 | -0,00041 | 0,00552 |
| 8,55 | 0,00002 | 0,00555 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 16)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | -0,00004 | 0,00547 |
| 4,62 | 0,00041 | 0,00552 |
| 8,55 | -0,00002 | 0,00555 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 17)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00003 | 0,00709 |
| 3,98 | 0,00002 | 0,00526 |
| 8,05 | 0,00000 | 0,00419 |
| 12,12 | -0,00002 | 0,00526 |
| 16,10 | -0,00003 | 0,00709 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 17)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 1,15 | 0,00002 | 0,00673 |
| 4,68 | 0,00001 | 0,00853 |
| 8,05 | 0,00000 | 0,00943 |
| 11,42 | -0,00001 | 0,00853 |
| 14,95 | -0,00002 | 0,00673 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 17)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
|-------|--------------------|--------------------|

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|------|----------|---------|
| 0,70 | 0,00003 | 0,00662 |
| 4,62 | -0,00069 | 0,00668 |
| 8,55 | 0,00002 | 0,00673 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 17)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | -0,00003 | 0,00662 |
| 4,62 | 0,00069 | 0,00668 |
| 8,55 | -0,00002 | 0,00673 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 18)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00037 | 0,00579 |
| 3,98 | 0,00035 | 0,00447 |
| 8,05 | 0,00033 | 0,00367 |
| 12,12 | 0,00031 | 0,00448 |
| 16,10 | 0,00029 | 0,00581 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 18)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 1,15 | 0,00036 | 0,00554 |
| 4,68 | 0,00036 | 0,00654 |
| 8,05 | 0,00035 | 0,00702 |
| 11,42 | 0,00034 | 0,00655 |
| 14,95 | 0,00033 | 0,00556 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 18)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00037 | 0,00546 |
| 4,62 | -0,00007 | 0,00551 |
| 8,55 | 0,00036 | 0,00554 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 18)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00029 | 0,00548 |
| 4,62 | 0,00075 | 0,00553 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

8,55 0,00033 0,00556

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 19)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00018 | 0,00562 |
| 3,98 | 0,00017 | 0,00441 |
| 8,05 | 0,00015 | 0,00367 |
| 12,12 | 0,00012 | 0,00454 |
| 16,10 | 0,00011 | 0,00598 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 19)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 1,15 | 0,00053 | 0,00540 |
| 4,68 | 0,00052 | 0,00650 |
| 8,05 | 0,00051 | 0,00702 |
| 11,42 | 0,00051 | 0,00659 |
| 14,95 | 0,00050 | 0,00570 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 19)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00018 | 0,00533 |
| 4,62 | -0,00009 | 0,00537 |
| 8,55 | 0,00053 | 0,00540 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 19)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00011 | 0,00562 |
| 4,62 | 0,00072 | 0,00566 |
| 8,55 | 0,00050 | 0,00570 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 20)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00004 | 0,00597 |
| 3,98 | 0,00002 | 0,00445 |
| 8,05 | 0,00000 | 0,00359 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|-------|----------|---------|
| 12,12 | -0,00002 | 0,00445 |
| 16,10 | -0,00004 | 0,00597 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 20)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 1,15 | -0,00068 | 0,00565 |
| 4,68 | -0,00033 | 0,00642 |
| 8,05 | 0,00000 | 0,00682 |
| 11,42 | 0,00033 | 0,00642 |
| 14,95 | 0,00068 | 0,00565 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 20)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00004 | 0,00557 |
| 4,62 | -0,00072 | 0,00562 |
| 8,55 | -0,00068 | 0,00565 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 20)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | -0,00004 | 0,00557 |
| 4,62 | 0,00072 | 0,00562 |
| 8,55 | 0,00068 | 0,00565 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 21)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00045 | 0,00713 |
| 3,98 | 0,00044 | 0,00518 |
| 8,05 | 0,00042 | 0,00410 |
| 12,12 | 0,00040 | 0,00529 |
| 16,10 | 0,00039 | 0,00744 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 21)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 1,15 | -0,00009 | 0,00673 |
| 4,68 | 0,00033 | 0,00834 |
| 8,05 | 0,00073 | 0,00920 |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|-------|---------|---------|
| 11,42 | 0,00112 | 0,00842 |
| 14,95 | 0,00154 | 0,00697 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 21)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00045 | 0,00662 |
| 4,62 | -0,00051 | 0,00668 |
| 8,55 | -0,00009 | 0,00673 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 21)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00039 | 0,00686 |
| 4,62 | 0,00164 | 0,00692 |
| 8,55 | 0,00154 | 0,00697 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 22)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00045 | 0,00756 |
| 3,98 | 0,00044 | 0,00544 |
| 8,05 | 0,00042 | 0,00427 |
| 12,12 | 0,00040 | 0,00555 |
| 16,10 | 0,00039 | 0,00787 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 22)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 1,15 | -0,00009 | 0,00712 |
| 4,68 | 0,00033 | 0,00900 |
| 8,05 | 0,00073 | 0,01000 |
| 11,42 | 0,00112 | 0,00908 |
| 14,95 | 0,00154 | 0,00736 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 22)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00045 | 0,00700 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|------|----------|---------|
| 4,62 | -0,00061 | 0,00707 |
| 8,55 | -0,00009 | 0,00712 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 22)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00039 | 0,00724 |
| 4,62 | 0,00173 | 0,00731 |
| 8,55 | 0,00154 | 0,00736 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 23)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00101 | 0,00713 |
| 3,98 | 0,00099 | 0,00518 |
| 8,05 | 0,00097 | 0,00410 |
| 12,12 | 0,00095 | 0,00529 |
| 16,10 | 0,00094 | 0,00743 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 23)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 1,15 | 0,00045 | 0,00673 |
| 4,68 | 0,00087 | 0,00833 |
| 8,05 | 0,00127 | 0,00919 |
| 11,42 | 0,00166 | 0,00841 |
| 14,95 | 0,00208 | 0,00696 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 23)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00101 | 0,00662 |
| 4,62 | 0,00004 | 0,00668 |
| 8,55 | 0,00045 | 0,00673 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 23)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00094 | 0,00685 |
| 4,62 | 0,00218 | 0,00691 |
| 8,55 | 0,00208 | 0,00696 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 24)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00070 | 0,00687 |
| 3,98 | 0,00069 | 0,00508 |
| 8,05 | 0,00067 | 0,00410 |
| 12,12 | 0,00065 | 0,00538 |
| 16,10 | 0,00064 | 0,00769 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 24)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 1,15 | 0,00067 | 0,00652 |
| 4,68 | 0,00109 | 0,00827 |
| 8,05 | 0,00149 | 0,00919 |
| 11,42 | 0,00189 | 0,00847 |
| 14,95 | 0,00230 | 0,00717 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 24)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00070 | 0,00641 |
| 4,62 | -0,00002 | 0,00647 |
| 8,55 | 0,00067 | 0,00652 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 24)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00064 | 0,00706 |
| 4,62 | 0,00212 | 0,00712 |
| 8,55 | 0,00230 | 0,00717 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 25)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,00 | 0,00045 | 0,00727 |
| 3,98 | 0,00044 | 0,00516 |
| 8,05 | 0,00042 | 0,00403 |
| 12,12 | 0,00040 | 0,00527 |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catane" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

16,10 0,00039 0,00757

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 25)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 1,15 | -0,00065 | 0,00681 |
| 4,68 | 0,00006 | 0,00824 |
| 8,05 | 0,00073 | 0,00904 |
| 11,42 | 0,00139 | 0,00831 |
| 14,95 | 0,00210 | 0,00705 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 25)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00045 | 0,00670 |
| 4,62 | -0,00076 | 0,00676 |
| 8,55 | -0,00065 | 0,00681 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 25)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,70 | 0,00039 | 0,00694 |
| 4,62 | 0,00189 | 0,00700 |
| 8,55 | 0,00210 | 0,00705 |

Sollecitazioni

Massimi e minimi

Combinazione n° 1

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 994,89 | 8,05 | 629,95 | 14,86 | 308,62 | 14,76 |
| Piedritto sinistro | -947,32 | 0,70 | 308,99 | 0,70 | 687,84 | 0,70 |
| Piedritto destro | -947,32 | 0,70 | -308,99 | 0,70 | 687,84 | 0,70 |
| Traverso | 664,02 | 8,05 | 362,59 | 1,15 | 114,49 | 2,18 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Combinazione n° 2

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 1386,25 | 8,15 | 795,20 | 14,86 | 264,70 | 7,65 |
| Piedritto sinistro | -1096,03 | 8,55 | 269,29 | 0,70 | 894,86 | 0,70 |
| Piedritto destro | -1206,38 | 8,55 | -260,74 | 0,70 | 910,86 | 0,70 |
| Traverso | 1239,12 | 8,05 | -585,60 | 14,95 | 256,53 | 14,95 |

Combinazione n° 3

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 1493,93 | 8,15 | 851,20 | 14,86 | 254,61 | 5,27 |
| Piedritto sinistro | -1249,79 | 8,55 | 259,16 | 0,70 | 966,51 | 0,70 |
| Piedritto destro | -1360,58 | 8,55 | 259,54 | 8,55 | 982,56 | 0,70 |
| Traverso | 1464,94 | 8,05 | -657,31 | 14,95 | 273,17 | 14,95 |

Combinazione n° 4

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 1383,39 | 8,15 | 795,13 | 14,86 | 274,52 | 1,52 |
| Piedritto sinistro | -1099,88 | 8,55 | 285,11 | 0,70 | 895,02 | 0,70 |
| Piedritto destro | -1208,10 | 8,55 | -264,57 | 0,70 | 910,70 | 0,70 |
| Traverso | 1236,33 | 8,05 | -585,45 | 14,95 | 266,12 | 14,95 |

Combinazione n° 5

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 1386,70 | 8,35 | 800,49 | 14,86 | 270,68 | 12,61 |
| Piedritto sinistro | -1087,15 | 0,70 | 278,19 | 0,70 | 880,55 | 0,70 |
| Piedritto destro | -1307,51 | 8,55 | 295,99 | 8,55 | 925,17 | 0,70 |
| Traverso | -1307,51 | 14,95 | -599,92 | 14,95 | 317,37 | 14,95 |

Combinazione n° 6

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 1431,65 | 8,15 | 791,54 | 14,86 | 253,94 | 5,27 |
| Piedritto sinistro | -1163,95 | 8,55 | 258,49 | 0,70 | 894,83 | 0,70 |
| Piedritto destro | -1274,74 | 8,55 | 277,76 | 8,55 | 910,89 | 0,70 |
| Traverso | -1274,74 | 14,95 | -585,63 | 14,95 | 296,08 | 14,95 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Combinazione n° 7

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -995,28 | 1,15 | 556,87 | 14,86 | 599,40 | 14,86 |
| Piedritto sinistro | -993,58 | 0,70 | 508,69 | 0,70 | 594,26 | 0,70 |
| Piedritto destro | -980,09 | 0,70 | -545,55 | 0,70 | 610,66 | 0,70 |
| Traverso | -680,29 | 14,95 | -321,43 | 14,95 | 458,47 | 14,95 |

Combinazione n° 8

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -840,49 | 1,15 | 439,93 | 14,86 | 593,46 | 14,86 |
| Piedritto sinistro | -855,91 | 0,70 | 503,34 | 0,70 | 447,59 | 0,70 |
| Piedritto destro | -840,00 | 0,70 | -539,00 | 0,70 | 463,93 | 0,70 |
| Traverso | -584,11 | 14,95 | -252,77 | 14,95 | 463,82 | 14,95 |

Combinazione n° 9

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -995,28 | 1,15 | 556,87 | 14,86 | 599,40 | 14,86 |
| Piedritto sinistro | -993,58 | 0,70 | 508,69 | 0,70 | 594,26 | 0,70 |
| Piedritto destro | -980,09 | 0,70 | -545,55 | 0,70 | 610,66 | 0,70 |
| Traverso | -680,29 | 14,95 | -321,43 | 14,95 | 458,47 | 14,95 |

Combinazione n° 10

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -840,49 | 1,15 | 439,93 | 14,86 | 593,46 | 14,86 |
| Piedritto sinistro | -855,91 | 0,70 | 503,34 | 0,70 | 447,59 | 0,70 |
| Piedritto destro | -840,00 | 0,70 | -539,00 | 0,70 | 463,93 | 0,70 |
| Traverso | -584,11 | 14,95 | -252,77 | 14,95 | 463,82 | 14,95 |

Combinazione n° 11

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -985,70 | 1,15 | -553,18 | 1,15 | 600,40 | 1,15 |
| Piedritto sinistro | -980,09 | 0,70 | 545,55 | 0,70 | 610,66 | 0,70 |
| Piedritto destro | -993,58 | 0,70 | -508,69 | 0,70 | 594,26 | 0,70 |
| Traverso | -680,29 | 1,15 | 321,43 | 1,15 | 458,47 | 1,15 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Combinazione n° 12

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -828,57 | 1,15 | -437,24 | 1,15 | 594,45 | 1,15 |
| Piedritto sinistro | -840,00 | 0,70 | 539,00 | 0,70 | 463,93 | 0,70 |
| Piedritto destro | -855,91 | 0,70 | -503,34 | 0,70 | 447,59 | 0,70 |
| Traverso | -584,11 | 1,15 | 252,77 | 1,15 | 463,82 | 1,15 |

Combinazione n° 13

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -985,70 | 1,15 | -553,18 | 1,15 | 600,40 | 1,15 |
| Piedritto sinistro | -980,09 | 0,70 | 545,55 | 0,70 | 610,66 | 0,70 |
| Piedritto destro | -993,58 | 0,70 | -508,69 | 0,70 | 594,26 | 0,70 |
| Traverso | -680,29 | 1,15 | 321,43 | 1,15 | 458,47 | 1,15 |

Combinazione n° 14

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -828,57 | 1,15 | -437,24 | 1,15 | 594,45 | 1,15 |
| Piedritto sinistro | -840,00 | 0,70 | 539,00 | 0,70 | 463,93 | 0,70 |
| Piedritto destro | -855,91 | 0,70 | -503,34 | 0,70 | 447,59 | 0,70 |
| Traverso | -584,11 | 1,15 | 252,77 | 1,15 | 463,82 | 1,15 |

Combinazione n° 15

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 765,30 | 8,05 | 484,58 | 14,86 | 237,40 | 2,99 |
| Piedritto sinistro | -728,71 | 0,70 | 237,69 | 0,70 | 529,11 | 0,70 |
| Piedritto destro | -728,71 | 0,70 | -237,69 | 0,70 | 529,11 | 0,70 |
| Traverso | 510,79 | 8,05 | -278,91 | 14,95 | 88,07 | 1,99 |

Combinazione n° 16

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 765,30 | 8,05 | 484,58 | 14,86 | 237,40 | 2,99 |
| Piedritto sinistro | -728,71 | 0,70 | 237,69 | 0,70 | 529,11 | 0,70 |
| Piedritto destro | -728,71 | 0,70 | -237,69 | 0,70 | 529,11 | 0,70 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | | | |
|----------|--------|------|---------|-------|-------|------|
| Traverso | 510,79 | 8,05 | -278,91 | 14,95 | 88,07 | 1,99 |
|----------|--------|------|---------|-------|-------|------|

Combinazione n° 17

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 1004,59 | 8,05 | 609,02 | 14,86 | 215,40 | 3,09 |
| Piedritto sinistro | -840,77 | 0,70 | 215,66 | 0,70 | 688,38 | 0,70 |
| Piedritto destro | -840,77 | 0,70 | -215,66 | 0,70 | 688,38 | 0,70 |
| Traverso | 1012,58 | 8,05 | 438,19 | 1,15 | 125,10 | 1,48 |

Combinazione n° 18

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 765,00 | 8,05 | 484,55 | 14,86 | 238,90 | 2,20 |
| Piedritto sinistro | -732,29 | 0,70 | 241,64 | 0,70 | 528,87 | 0,70 |
| Piedritto destro | -726,12 | 0,70 | -236,73 | 0,70 | 529,34 | 0,70 |
| Traverso | 510,47 | 8,05 | -279,15 | 14,95 | 90,87 | 9,04 |

Combinazione n° 19

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 765,46 | 8,15 | 487,20 | 14,86 | 238,05 | 4,08 |
| Piedritto sinistro | -761,01 | 0,70 | 239,43 | 0,70 | 521,82 | 0,70 |
| Piedritto destro | -697,43 | 0,70 | -237,24 | 0,70 | 536,39 | 0,70 |
| Traverso | 510,98 | 7,89 | -286,20 | 14,95 | 116,78 | 14,95 |

Combinazione n° 20

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 812,54 | 8,05 | 480,76 | 14,86 | 226,42 | 14,58 |
| Piedritto sinistro | -649,53 | 0,70 | 226,69 | 0,70 | 529,11 | 0,70 |
| Piedritto destro | -649,53 | 0,70 | -226,69 | 0,70 | 529,11 | 0,70 |
| Traverso | -522,46 | 1,15 | 278,91 | 1,15 | 129,19 | 1,48 |

Combinazione n° 21

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|--------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 1061,50 | 8,15 | 606,48 | 14,86 | 203,34 | 11,92 |
| Piedritto sinistro | -838,01 | 8,55 | 206,74 | 0,70 | 682,45 | 0,70 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | | | |
|------------------|---------|------|---------|-------|--------|-------|
| Piedritto destro | -919,85 | 8,55 | -200,43 | 0,70 | 694,31 | 0,70 |
| Traverso | 927,32 | 8,05 | -444,12 | 14,95 | 198,76 | 14,95 |

Combinazione n° 22

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 1141,26 | 8,15 | 647,96 | 14,86 | 195,88 | 3,78 |
| Piedritto sinistro | -951,92 | 8,55 | 199,25 | 0,70 | 735,52 | 0,70 |
| Piedritto destro | -1034,05 | 8,55 | 200,34 | 8,55 | 747,42 | 0,70 |
| Traverso | 1094,60 | 8,05 | -497,23 | 14,95 | 211,08 | 14,95 |

Combinazione n° 23

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 1060,12 | 8,15 | 606,33 | 14,86 | 208,99 | 7,26 |
| Piedritto sinistro | -841,65 | 8,55 | 216,53 | 0,70 | 682,82 | 0,70 |
| Piedritto destro | -918,46 | 8,55 | -201,95 | 0,70 | 693,95 | 0,70 |
| Traverso | 926,19 | 8,05 | -443,75 | 14,95 | 203,06 | 14,95 |

Combinazione n° 24

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 1062,38 | 8,35 | 610,30 | 14,86 | 206,24 | 14,76 |
| Piedritto sinistro | -818,54 | 0,70 | 211,51 | 0,70 | 672,10 | 0,70 |
| Piedritto destro | -992,13 | 8,55 | 225,03 | 8,55 | 704,66 | 0,70 |
| Traverso | -992,13 | 14,95 | -454,47 | 14,95 | 241,12 | 14,95 |

Combinazione n° 25

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | 1099,32 | 8,15 | 603,42 | 14,86 | 194,40 | 5,37 |
| Piedritto sinistro | -894,62 | 8,55 | 197,77 | 0,70 | 682,43 | 0,70 |
| Piedritto destro | -976,81 | 8,55 | 217,09 | 8,55 | 694,34 | 0,70 |
| Traverso | -976,81 | 14,95 | -444,14 | 14,95 | 231,73 | 14,95 |

Inviluppo spostamenti nodali

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Inviluppo spostamenti fondazione

| X [m] | u _{Xmin} [m] | u _{Xmax} [m] | u _{Ymin} [m] | u _{Ymax} [m] |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0,00 | -0,009048 | 0,009213 | 0,004492 | 0,009888 |
| 3,98 | -0,009087 | 0,009185 | 0,003877 | 0,007121 |
| 8,05 | -0,009138 | 0,009138 | 0,003374 | 0,005602 |
| 12,12 | -0,009185 | 0,009087 | 0,003877 | 0,007272 |
| 16,02 | -0,009213 | 0,009048 | 0,004492 | 0,010302 |

Inviluppo spostamenti trasverso

| X [m] | u _{Xmin} [m] | u _{Xmax} [m] | u _{Ymin} [m] | u _{Ymax} [m] |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1,15 | -0,009355 | 0,009490 | 0,004459 | 0,009315 |
| 4,68 | -0,009394 | 0,009460 | 0,005000 | 0,011844 |
| 8,05 | -0,009428 | 0,009428 | 0,005307 | 0,013187 |
| 11,42 | -0,009460 | 0,009394 | 0,005000 | 0,011947 |
| 14,95 | -0,009490 | 0,009355 | 0,004459 | 0,009645 |

Inviluppo spostamenti piedritto sinistro

| Y [m] | u _{Xmin} [m] | u _{Xmax} [m] | u _{Ymin} [m] | u _{Ymax} [m] |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0,70 | -0,009049 | 0,009215 | 0,004393 | 0,009158 |
| 4,62 | -0,009193 | 0,009373 | 0,004431 | 0,009244 |
| 8,55 | -0,009355 | 0,009490 | 0,004459 | 0,009315 |

Inviluppo spostamenti piedritto destro

| Y [m] | u _{Xmin} [m] | u _{Xmax} [m] | u _{Ymin} [m] | u _{Ymax} [m] |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0,70 | -0,009215 | 0,009049 | 0,004393 | 0,009485 |
| 4,62 | -0,009373 | 0,009193 | 0,004431 | 0,009573 |
| 8,55 | -0,009490 | 0,009355 | 0,004459 | 0,009645 |

Sollecitazioni massime e minime

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|--------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
| Fondazione | 1493,93 (3) | 8,15 | 851,20 (3) | 14,86 | 600,40 (11) | 1,15 |
| Piedritto sinistro | -1249,79 (3) | 8,55 | 545,55 (11) | 0,70 | 966,51 (3) | 0,70 |
| Piedritto destro | -1360,58 (3) | 8,55 | -545,55 (7) | 0,70 | 982,56 (3) | 0,70 |
| Traverso | 1464,94 (3) | 8,05 | -657,31 (3) | 14,95 | 463,82 (8) | 14,95 |

Verifiche geotecniche

Simbologia adottata

| | |
|------------------------------|--|
| <i>IC</i> | Indice della combinazione |
| <i>Nc, Nq, N_γ</i> | Fattori di capacità portante |
| <i>Nc, Nq, N_γ</i> | Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc. |
| <i>qu</i> | Portanza ultima del terreno, espressa in [kPa] |
| <i>Q_U</i> | Portanza ultima del terreno, espressa in [kN/m] |
| <i>Q_γ</i> | Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN/m] |
| <i>FS</i> | Fattore di sicurezza a carico limite |

| IC | Nc | Nq | N_γ | N'c | N'q | N'γ | qu | Q_U | Q_γ | FS |
|-----------|-----------|-----------|----------------------|------------|------------|------------|-----------|----------------------|----------------------|-----------|
| 1 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2779 | 44749,65 | 2287,72 | 19,56 |
| 2 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2301 | 37047,68 | 2717,75 | 13,63 |
| 3 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2302 | 37061,78 | 2861,10 | 12,95 |
| 4 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2301 | 37040,03 | 2717,75 | 13,63 |
| 5 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2267 | 36498,13 | 2717,75 | 13,43 |
| 6 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2301 | 37045,90 | 2717,75 | 13,63 |
| 7 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2758 | 44396,29 | 1992,70 | 22,28 |
| 8 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2750 | 44281,49 | 1526,86 | 29,00 |
| 9 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2302 | 37066,41 | 1992,70 | 18,60 |
| 10 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2296 | 36970,56 | 1526,86 | 24,21 |
| 11 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2758 | 44396,29 | 1992,70 | 22,28 |
| 12 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2750 | 44281,49 | 1526,86 | 29,00 |
| 13 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2302 | 37066,41 | 1992,70 | 18,60 |
| 14 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 21,75 | 10,23 | 5,81 | 2296 | 36970,56 | 1526,86 | 24,21 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

12 ALLEGATO B – SOTTOVIA ST04

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 35.00°.

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 γ , su una parete di altezza H , risulta espressa secondo la teoria di Coulomb dalla seguente relazione (per terreno incoerente)

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

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

La spinta risulta inclinata dell'angolo d'attrito terreno-parete δ 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.

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

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

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

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_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 ϕ 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 - Formula di Wood

Spinta del terreno nel caso di strutture rigide.

Nel caso di strutture rigide completamente vincolate, in modo tale che non può svilupparsi nel terreno uno stato di spinta attiva, nonché nel caso di muri verticali con terrapieno a superficie orizzontale, l'incremento dinamico di spinta del terreno può essere calcolato come:

$$\Delta P_d = \alpha \gamma H^2$$

$$\alpha = a_g / g * S_s * \beta_m * S_t$$

H è l'altezza sulla quale agisce la spinta. Il punto di applicazione va preso a metà altezza.

Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q . Cioè, detto Q_u , il carico limite ed R la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Terzaghi ha proposto la seguente espressione per il calcolo della capacità portante di una fondazione superficiale.

$$q_u = c N_c S_c + q N_q + 0.5 B \gamma N_s$$

La simbologia adottata è la seguente:

- c coesione del terreno in fondazione;
- ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione;
- γ peso di volume del terreno in fondazione;
- B larghezza della fondazione;
- D profondità del piano di posa;
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I fattori di capacità portante sono espressi dalle seguenti relazioni:

$$N_q = \frac{e^{2(0.75 - \phi/2) \gamma(\phi)}}{2 \cos^2(45 + \phi/2)} = \text{_____}$$

$$N_c = (N_q - 1) \text{ctg} \phi$$

$$N_s = \frac{\text{tg} \phi}{2 \cos^2 \phi} = \text{_____} \left(\text{_____} - 1 \right)^{K_{\phi}}$$

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

I fattori di forma s_x e s_y che compaiono nella espressione di q_u dipendono dalla forma della fondazione. In particolare valgono 1 per fondazioni nastriformi o rettangolari allungate e valgono rispettivamente 1.3 e 0.8 per fondazioni quadrate.

termine K_{py} che compare nell'espressione di N_y non ha un'espressione analitica. Pertanto si assume per N_y l'espressione proposta da Meyerof

$$N_y = (N_q - 1) \text{tg}(1.4 \cdot \phi)$$

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

$$K u = p$$

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.

Geometria scatolare

| Descrizione: | Scatolare semplice | |
|--|--------------------|-----|
| Altezza esterna | 9,50 | [m] |
| Larghezza esterna | 20,80 | [m] |
| Lunghezza mensola di fondazione sinistra | 0,00 | [m] |
| Lunghezza mensola di fondazione destra | 0,00 | [m] |
| Spessore piedritto sinistro | 1,10 | [m] |
| Spessore piedritto destro | 1,10 | [m] |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanese" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|---------------------|------|-----|
| Spessore fondazione | 1,20 | [m] |
| Spessore traverso | 1,00 | [m] |

Caratteristiche strati terreno

Strato di ricoprimento

| Descrizione | Terreno di ricoprimento | |
|-----------------------|-------------------------|---------|
| Spessore dello strato | 1,80 | [m] |
| Peso di volume | 19,0000 | [kN/mc] |
| Peso di volume saturo | 19,0000 | [kN/mc] |
| Angolo di attrito | 35,00 | [°] |
| Coesione | 0 | [kPa] |

Strato di rinfiacco

| Descrizione | Terreno di rinfiacco | |
|-------------------------------------|----------------------|---------|
| Peso di volume | 19,0000 | [kN/mc] |
| Peso di volume saturo | 19,0000 | [kN/mc] |
| Angolo di attrito | 35,00 | [°] |
| Angolo di attrito terreno struttura | 23,33 | [°] |
| Coesione | 0 | [kPa] |
| Costante di Winkler | 9600 | [kPa/m] |

Strato di base

| Descrizione | Terreno di base | |
|-------------------------------------|-----------------|---------|
| Peso di volume | 18,0000 | [kN/mc] |
| Peso di volume saturo | 18,0000 | [kN/mc] |
| Angolo di attrito | 30,00 | [°] |
| Angolo di attrito terreno struttura | 30,00 | [°] |
| Coesione | 10 | [kPa] |
| Costante di Winkler | 24000 | [kPa/m] |
| Tensione limite | 1000 | [kPa] |

Falda

| | | |
|---|------|-----|
| Quota falda (rispetto al piano di posa) | 0,00 | [m] |
|---|------|-----|

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiale calcestruzzo

| | | |
|---|-----------|---------|
| R_{ck} calcestruzzo | 40000 | [kPa] |
| Peso specifico calcestruzzo | 24,5170 | [kN/mc] |
| Modulo elastico E | 33149080 | [kPa] |
| Tensione di snervamento acciaio | 450000 | [kPa] |
| Coeff. omogeneizzazione cls tesoro/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 (espresse in m) positive verso destra

Ordinate Y (espresse 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_y | componente Y del carico concentrato |
| F_x | componente X del carico concentrato |
| M | momento |

Forze distribuite

| | |
|------------|--|
| X_i, X_f | ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali |
| Y_i, Y_f | ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali |
| V_{ni} | componente normale del carico distribuito nel punto iniziale |
| V_{nf} | componente normale del carico distribuito nel punto finale |
| V_{si} | componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale |
| V_{sf} | componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale |
| D_{se} | variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi |
| D_{si} | variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi |

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catane" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

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°6 (Spinta falda)

Condizione di carico n° 7 (Carico Tandem)

| | | | | | | | |
|-------|----------|-----------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Distr | Traverso | X _i = 7,33 | X _r = 13,47 | V _{ni} = 48,90 | V _{nr} = 48,90 | V _{ti} = 0,00 | V _{tr} = 0,00 |
|-------|----------|-----------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|

Condizione di carico n° 8 (Sovraccarico traffico)

| | | | | | | | |
|-------|--------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Distr | Pied_S | Y _i = 0,00 | Y _r = 9,50 | V _{ni} = 8,53 | V _{nr} = 8,53 | V _{ti} = 0,00 | V _{tr} = 0,00 |
|-------|--------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|

Condizione di carico n° 9 (Frenatura)

| | | | | | | | |
|-------|----------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Distr | Traverso | X _i = 0,00 | X _r = 20,80 | V _{ni} = 0,00 | V _{nr} = 0,00 | V _{ti} = 6,80 | V _{tr} = 6,80 |
|-------|----------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|

Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

| | |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo γ_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

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

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

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

con:

| | |
|-----------------|---|
| d | altezza utile sezione [mm] |
| b _w | larghezza minima sezione [mm] |
| σ _{cp} | tensione media di compressione [N/mm ²] |
| ρ _l | rapporto geometrico di armatura |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

A_{sw} area armatura trasversale [mmq]
 s interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
 α_c coefficiente maggiorativo, funzione di f_{cd} e σ_{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 2018 - Approccio 2

Copriferro sezioni 0,0400 [m]

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 ψ Coefficiente di combinazione della condizione
 C Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Norme Tecniche 2018

Simbologia adottata

γ_{G1sfav} Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
 γ_{G1fav} Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
 γ_{G2sfav} Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
 γ_{G2fav} Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali
 γ_Q Coefficiente parziale sulle azioni variabili
 γ_{Red} Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
 γ_c Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
 γ_{cs} Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
 γ_{ep} 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 | γ_{G1fav} | 1,00 | 1,00 |
| Permanenti | Sfavorevole | γ_{G1sfav} | 1,30 | 1,00 |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|----------------------------|-------------|-------------------|------|------|
| Permanenti non strutturali | Favorevole | γ_{G2fav} | 0,80 | 0,80 |
| Permanenti non strutturali | Sfavorevole | γ_{G2sfav} | 1,50 | 1,30 |
| Variabili | Favorevole | γ_{Q1fav} | 0,00 | 0,00 |
| Variabili | Sfavorevole | γ_{Q1sfav} | 1,50 | 1,30 |
| Variabili da traffico | Favorevole | γ_{Q1fav} | 0,00 | 0,00 |
| Variabili da traffico | Sfavorevole | γ_{Q1sfav} | 1,35 | 1,15 |
| Termici | Favorevole | γ_{cfav} | 0,00 | 0,00 |
| Termici | Sfavorevole | γ_{csfav} | 1,20 | 1,20 |

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 | | γ_c | 1,00 | 1,25 |
| Resistenza non drenata | | γ_{cu} | 1,00 | 1,40 |
| Resistenza a compressione uniassiale | | γ_{qu} | 1,00 | 1,60 |
| Peso dell'unità di volume | | γ_r | 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 | γ_{G1fav} | 1,00 | 1,00 |
| Permanenti | Sfavorevole | γ_{G1sfav} | 1,00 | 1,00 |
| Permanenti | Favorevole | γ_{G2fav} | 0,00 | 0,00 |
| Permanenti | Sfavorevole | γ_{G2sfav} | 1,00 | 1,00 |
| Variabili | Favorevole | γ_{Q1fav} | 0,00 | 0,00 |
| Variabili | Sfavorevole | γ_{Q1sfav} | 1,00 | 1,00 |
| Variabili da traffico | Favorevole | γ_{Q1fav} | 0,00 | 0,00 |
| Variabili da traffico | Sfavorevole | γ_{Q1sfav} | 1,00 | 1,00 |
| Termici | Favorevole | γ_{cfav} | 0,00 | 0,00 |
| Termici | Sfavorevole | γ_{csfav} | 1,00 | 1,00 |

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 | 1,00 |
| Coesione efficace | | γ_c | 1,00 | 1,00 |
| Resistenza non drenata | | γ_{cu} | 1,00 | 1,00 |
| Resistenza a compressione uniassiale | | γ_{qu} | 1,00 | 1,00 |
| Peso dell'unità di volume | | γ_r | 1,00 | 1,00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |

Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.35 | 0.75 | 1.01 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.35 | 1.00 | 1.35 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.35 | 0.75 | 1.01 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.35 | 1.00 | 1.35 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.30 | 1.00 | 1.30 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.35 | 0.75 | 1.01 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.35 | 0.40 | 0.54 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.35 | 1.00 | 1.35 |

Combinazione n° 6 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 7 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 8 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 9 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|-------------------|-------------|------|------|------|
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
|-------------------|-------------|------|------|------|

Combinazione n° 10 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 11 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 12 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 13 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 14 SLE (Quasi Permanente)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Combinazione n° 15 SLE (Frequente)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 16 SLE (Frequente)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.00 | 0.75 | 0.75 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 17 SLE (Frequente)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 18 SLE (Frequente)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 19 SLE (Rara)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|-----------------------|-------------|------|------|------|
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.00 | 0.75 | 0.75 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |

Combinazione n° 20 SLE (Rara)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |

Combinazione n° 21 SLE (Rara)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.00 | 0.75 | 0.75 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |

Combinazione n° 22 SLE (Rara)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Frenatura | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta falda | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Carico Tandem | Sfavorevole | 1.00 | 0.75 | 0.75 |
| Sovraccarico traffico | Sfavorevole | 1.00 | 0.40 | 0.40 |

Analisi della spinta e verifiche

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

σ_t pressione sul terreno espressa in kPa

Tipo di analisi

Pressione in calotta

Pressione geostatica

I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **angolo di attrito**

Metodo di calcolo della portanza

Terzaghi

Spinta sui piedritti

a Riposo [combinazione 1]
 a Riposo [combinazione 2]
 a Riposo [combinazione 3]
 a Riposo [combinazione 4]
 a Riposo [combinazione 5]
 a Riposo [combinazione 6]
 a Riposo [combinazione 7]
 a Riposo [combinazione 8]
 a Riposo [combinazione 9]
 a Riposo [combinazione 10]
 a Riposo [combinazione 11]
 a Riposo [combinazione 12]
 a Riposo [combinazione 13]
 a Riposo [combinazione 14]
 a Riposo [combinazione 15]
 a Riposo [combinazione 16]
 a Riposo [combinazione 17]
 a Riposo [combinazione 18]
 a Riposo [combinazione 19]
 a Riposo [combinazione 20]
 a Riposo [combinazione 21]
 a Riposo [combinazione 22]

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine

38.076357

Longitudine

13.475948

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catanese" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Comune
 Provincia
 Regione

Punti di interpolazione del reticolo 45399 - 45398 - 45620 - 45621

Tipo di opera

Tipo di costruzione Opera ordinaria
 Vita nominale 50 anni
 Classe d'uso IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
 Vita di riferimento 100 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo $a_g =$ 2.25 [m/s²]
 Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.37
 Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00
 Coefficiente riduzione (β_m) 1.00
 Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50
 Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h = (a_g/g * \beta_m * St * Ss) = 31.32$
 Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v = 0.50 * k_h = 15.66$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g =$ 0.90 [m/s²]
 Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.50
 Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00
 Coefficiente riduzione (β_m) 1.00
 Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50
 Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h = (a_g/g * \beta_m * St * Ss) = 13.82$
 Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v = 0.50 * k_h = 6.91$
 Forma diagramma incremento sismico Rettangolare

Spinta sismica Wood

Angolo diffusione sovraccarico 35,00 [°]

Coefficienti di spinta

| N°combinazione | Statico | Sismico |
|----------------|---------|---------|
| 1 | 0,426 | 0,000 |
| 2 | 0,426 | 0,000 |
| 3 | 0,426 | 0,000 |
| 4 | 0,426 | 0,000 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|----|-------|-------|
| 5 | 0,426 | 0,000 |
| 6 | 0,426 | 0,897 |
| 7 | 0,426 | 0,897 |
| 8 | 0,426 | 0,897 |
| 9 | 0,426 | 0,897 |
| 10 | 0,426 | 0,897 |
| 11 | 0,426 | 0,897 |
| 12 | 0,426 | 0,897 |
| 13 | 0,426 | 0,897 |
| 14 | 0,426 | 0,000 |
| 15 | 0,426 | 0,000 |
| 16 | 0,426 | 0,000 |
| 17 | 0,426 | 0,000 |
| 18 | 0,426 | 0,000 |
| 19 | 0,426 | 0,000 |
| 20 | 0,426 | 0,000 |
| 21 | 0,426 | 0,000 |
| 22 | 0,426 | 0,000 |

Discretizzazione strutturale

| | |
|------------------------------------|-----|
| Numero elementi fondazione | 200 |
| Numero elementi trasverso | 102 |
| Numero elementi piedritto sinistro | 86 |
| Numero elementi piedritto destro | 86 |
| Numero molle fondazione | 201 |
| Numero molle piedritto sinistro | 87 |
| Numero molle piedritto destro | 87 |

Analisi della combinazione n° 1

Pressione in calotta(solo peso terreno) 44,4600 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,32 | 35,12 | 44,4600 |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catane" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 18,9588 [kPa] | Pressione inf. 119,0191 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 18,9588 [kPa] | Pressione inf. 119,0191 [kPa] |

Analisi della combinazione n° 2

Pressione in calotta(solo peso terreno) 44,4600 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,32 | 35,12 | 44,4600 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 18,9588 [kPa] | Pressione inf. 119,0191 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 18,9588 [kPa] | Pressione inf. 119,0191 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 3

Pressione in calotta(solo peso terreno) 44,4600 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,32 | 35,12 | 44,4600 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 18,9588 [kPa] | Pressione inf. 119,0191 [kPa] |
|--------------------|------------------------------|-------------------------------|

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Piedritto destro Pressione sup. 18,9588 [kPa] Pressione inf. 119,0191 [kPa]

Falda

Spinta 0,00[kN]

Sottospinta 0,00[kPa]

Analisi della combinazione n° 4

Pressione in calotta(solo peso terreno) 44,4600 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,32 | 35,12 | 44,4600 |

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 18,9588 [kPa] Pressione inf. 119,0191 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 18,9588 [kPa] Pressione inf. 119,0191 [kPa]

Falda

Spinta 0,00[kN]

Sottospinta 0,00[kPa]

Analisi della combinazione n° 5

Pressione in calotta(solo peso terreno) 44,4600 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,32 | 35,12 | 44,4600 |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanese" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 18,9588 [kPa] | Pressione inf. 119,0191 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 18,9588 [kPa] | Pressione inf. 119,0191 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 6

Pressione in calotta(solo peso terreno) 34,2000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,32 | 35,12 | 39,5550 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 16,8672 [kPa] | Pressione inf. 93,8366 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 16,8672 [kPa] | Pressione inf. 93,8366 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 81,2986 [kPa] | Pressione inf. 81,2986 [kPa] |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|

Analisi della combinazione n° 7

Pressione in calotta(solo peso terreno) 34,2000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|----|----|--------|
|----|----|--------|

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

-14,32 35,12 28,8450

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 12,3002 [kPa] | Pressione inf. 89,2696 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 12,3002 [kPa] | Pressione inf. 89,2696 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 74,5908 [kPa] | Pressione inf. 74,5908 [kPa] |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|

Analisi della combinazione n° 8

Pressione in calotta(solo peso terreno) 34,2000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,32 | 35,12 | 39,5550 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 16,8672 [kPa] | Pressione inf. 93,8366 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 16,8672 [kPa] | Pressione inf. 93,8366 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 81,2986 [kPa] | Pressione inf. 81,2986 [kPa] |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Analisi della combinazione n° 9

Pressione in calotta(solo peso terreno) 34,2000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,32 | 35,12 | 28,8450 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 12,3002 [kPa] | Pressione inf. 89,2696 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 12,3002 [kPa] | Pressione inf. 89,2696 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 74,5908 [kPa] | Pressione inf. 74,5908 [kPa] |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 10

Pressione in calotta(solo peso terreno) 34,2000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,32 | 35,12 | 39,5550 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 16,8672 [kPa] | Pressione inf. 93,8366 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 16,8672 [kPa] | Pressione inf. 93,8366 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto destro | Pressione sup. 81,2986 [kPa] | Pressione inf. 81,2986 [kPa] |
|------------------|------------------------------|------------------------------|

Analisi della combinazione n° 11

Pressione in calotta(solo peso terreno) 34,2000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,32 | 35,12 | 28,8450 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 12,3002 [kPa] | Pressione inf. 89,2696 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 12,3002 [kPa] | Pressione inf. 89,2696 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto destro | Pressione sup. 74,5908 [kPa] | Pressione inf. 74,5908 [kPa] |
|------------------|------------------------------|------------------------------|

Analisi della combinazione n° 12

Pressione in calotta(solo peso terreno) 34,2000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,32 | 35,12 | 39,5550 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 16,8672 [kPa] | Pressione inf. 93,8366 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 16,8672 [kPa] | Pressione inf. 93,8366 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto destro | Pressione sup. 81,2986 [kPa] | Pressione inf. 81,2986 [kPa] |
|------------------|------------------------------|------------------------------|

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 13

Pressione in calotta(solo peso terreno) 34,2000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,32 | 35,12 | 28,8450 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 12,3002 [kPa] | Pressione inf. 89,2696 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 12,3002 [kPa] | Pressione inf. 89,2696 [kPa] |

Spinte sismiche sui piedritti

| | | |
|------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto destro | Pressione sup. 74,5908 [kPa] | Pressione inf. 74,5908 [kPa] |
|------------------|------------------------------|------------------------------|

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanese" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Analisi della combinazione n° 14

Pressione in calotta(solo peso terreno) 34,2000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,32 | 35,12 | 34,2000 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 14,5837 [kPa] | Pressione inf. 91,5531 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 14,5837 [kPa] | Pressione inf. 91,5531 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 15

Pressione in calotta(solo peso terreno) 34,2000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,32 | 35,12 | 34,2000 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 14,5837 [kPa] | Pressione inf. 91,5531 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 14,5837 [kPa] | Pressione inf. 91,5531 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Analisi della combinazione n° 16

Pressione in calotta(solo peso terreno) 34,2000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,32 | 35,12 | 34,2000 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 14,5837 [kPa] | Pressione inf. 91,5531 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 14,5837 [kPa] | Pressione inf. 91,5531 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 17

Pressione in calotta(solo peso terreno) 34,2000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,32 | 35,12 | 34,2000 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 14,5837 [kPa] | Pressione inf. 91,5531 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 14,5837 [kPa] | Pressione inf. 91,5531 [kPa] |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 18

Pressione in calotta(solo peso terreno) 34,2000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,32 | 35,12 | 34,2000 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 14,5837 [kPa] | Pressione inf. 91,5531 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 14,5837 [kPa] | Pressione inf. 91,5531 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 19

Pressione in calotta(solo peso terreno) 34,2000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,32 | 35,12 | 34,2000 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 14,5837 [kPa] | Pressione inf. 91,5531 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 14,5837 [kPa] | Pressione inf. 91,5531 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 20

Pressione in calotta(solo peso terreno) 34,2000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,32 | 35,12 | 34,2000 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 14,5837 [kPa] | Pressione inf. 91,5531 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 14,5837 [kPa] | Pressione inf. 91,5531 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 21

Pressione in calotta(solo peso terreno) 34,2000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,32 | 35,12 | 34,2000 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 14,5837 [kPa] | Pressione inf. 91,5531 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 14,5837 [kPa] | Pressione inf. 91,5531 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Analisi della combinazione n° 22

Pressione in calotta(solo peso terreno) 34,2000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|---------|
| -14,32 | 35,12 | 34,2000 |

Spinte sui piedritti

| | | |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Piedritto sinistro | Pressione sup. 14,5837 [kPa] | Pressione inf. 91,5531 [kPa] |
| Piedritto destro | Pressione sup. 14,5837 [kPa] | Pressione inf. 91,5531 [kPa] |

Falda

| | |
|-------------|-----------|
| Spinta | 0,00[kN] |
| Sottospinta | 0,00[kPa] |

Spostamenti

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 1)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00015 | 0,01177 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|-------|----------|---------|
| 5,45 | 0,00008 | 0,00542 |
| 10,40 | 0,00000 | 0,00238 |
| 15,35 | -0,00008 | 0,00542 |
| 20,25 | -0,00015 | 0,01177 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 1)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00001 | 0,01197 |
| 5,38 | 0,00000 | 0,05002 |
| 10,40 | 0,00000 | 0,06616 |
| 15,42 | 0,00000 | 0,05002 |
| 20,25 | -0,00001 | 0,01197 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | 0,00015 | 0,01177 |
| 4,80 | -0,00090 | 0,01188 |
| 9,00 | 0,00001 | 0,01197 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 1)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | -0,00015 | 0,01177 |
| 4,80 | 0,00090 | 0,01188 |
| 9,00 | -0,00001 | 0,01197 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 2)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00029 | 0,01307 |
| 5,45 | 0,00021 | 0,00597 |
| 10,40 | 0,00013 | 0,00247 |
| 15,35 | 0,00005 | 0,00596 |
| 20,25 | -0,00003 | 0,01356 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 2)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00169 | 0,01331 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|-------|---------|---------|
| 5,38 | 0,00169 | 0,06293 |
| 10,40 | 0,00169 | 0,08449 |
| 15,42 | 0,00169 | 0,06318 |
| 20,25 | 0,00168 | 0,01380 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | 0,00029 | 0,01307 |
| 4,80 | -0,00039 | 0,01320 |
| 9,00 | 0,00169 | 0,01331 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 2)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | -0,00003 | 0,01356 |
| 4,80 | 0,00185 | 0,01369 |
| 9,00 | 0,00168 | 0,01380 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 3)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00029 | 0,01360 |
| 5,45 | 0,00021 | 0,00615 |
| 10,40 | 0,00013 | 0,00250 |
| 15,35 | 0,00004 | 0,00614 |
| 20,25 | -0,00004 | 0,01409 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 3)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00167 | 0,01385 |
| 5,38 | 0,00167 | 0,06728 |
| 10,40 | 0,00167 | 0,09061 |
| 15,42 | 0,00167 | 0,06753 |
| 20,25 | 0,00167 | 0,01434 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 3)

UP62

Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | 0,00029 | 0,01360 |
| 4,80 | -0,00049 | 0,01373 |
| 9,00 | 0,00167 | 0,01385 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 3)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | -0,00004 | 0,01409 |
| 4,80 | 0,00193 | 0,01422 |
| 9,00 | 0,00167 | 0,01434 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 4)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00067 | 0,01299 |
| 5,45 | 0,00059 | 0,00597 |
| 10,40 | 0,00050 | 0,00249 |
| 15,35 | 0,00042 | 0,00597 |
| 20,25 | 0,00034 | 0,01355 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 4)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00225 | 0,01323 |
| 5,38 | 0,00225 | 0,06287 |
| 10,40 | 0,00224 | 0,08445 |
| 15,42 | 0,00224 | 0,06316 |
| 20,25 | 0,00223 | 0,01380 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 4)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | 0,00067 | 0,01299 |
| 4,80 | 0,00012 | 0,01312 |
| 9,00 | 0,00225 | 0,01323 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 4)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | 0,00034 | 0,01355 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|------|---------|---------|
| 4,80 | 0,00224 | 0,01368 |
| 9,00 | 0,00223 | 0,01380 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 5)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00027 | 0,01263 |
| 5,45 | 0,00019 | 0,00597 |
| 10,40 | 0,00011 | 0,00248 |
| 15,35 | 0,00003 | 0,00597 |
| 20,25 | -0,00006 | 0,01393 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 5)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00415 | 0,01288 |
| 5,38 | 0,00415 | 0,06269 |
| 10,40 | 0,00415 | 0,08446 |
| 15,42 | 0,00414 | 0,06335 |
| 20,25 | 0,00412 | 0,01417 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 5)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | 0,00027 | 0,01263 |
| 4,80 | 0,00060 | 0,01276 |
| 9,00 | 0,00415 | 0,01288 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 5)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | -0,00006 | 0,01393 |
| 4,80 | 0,00274 | 0,01406 |
| 9,00 | 0,00412 | 0,01417 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 6)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,01178 | 0,00937 |
| 5,45 | 0,01168 | 0,00496 |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|-------|---------|---------|
| 10,40 | 0,01157 | 0,00247 |
| 15,35 | 0,01145 | 0,00495 |
| 20,25 | 0,01133 | 0,00976 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 6)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,01314 | 0,00955 |
| 5,38 | 0,01309 | 0,04350 |
| 10,40 | 0,01303 | 0,05796 |
| 15,42 | 0,01297 | 0,04370 |
| 20,25 | 0,01291 | 0,00994 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 6)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | 0,01178 | 0,00937 |
| 4,80 | 0,01252 | 0,00947 |
| 9,00 | 0,01314 | 0,00955 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 6)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | 0,01133 | 0,00976 |
| 4,80 | 0,01163 | 0,00986 |
| 9,00 | 0,01291 | 0,00994 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 7)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,01139 | 0,00647 |
| 5,45 | 0,01130 | 0,00366 |
| 10,40 | 0,01120 | 0,00193 |
| 15,35 | 0,01109 | 0,00366 |
| 20,25 | 0,01098 | 0,00682 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 7)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,01270 | 0,00660 |
| 5,38 | 0,01265 | 0,03138 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|-------|---------|---------|
| 10,40 | 0,01259 | 0,04194 |
| 15,42 | 0,01253 | 0,03156 |
| 20,25 | 0,01246 | 0,00696 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 7)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | 0,01139 | 0,00647 |
| 4,80 | 0,01244 | 0,00654 |
| 9,00 | 0,01270 | 0,00660 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 7)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | 0,01098 | 0,00682 |
| 4,80 | 0,01091 | 0,00690 |
| 9,00 | 0,01246 | 0,00696 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 8)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,01178 | 0,00937 |
| 5,45 | 0,01168 | 0,00496 |
| 10,40 | 0,01157 | 0,00247 |
| 15,35 | 0,01145 | 0,00495 |
| 20,25 | 0,01133 | 0,00976 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 8)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,01314 | 0,00955 |
| 5,38 | 0,01309 | 0,04350 |
| 10,40 | 0,01303 | 0,05796 |
| 15,42 | 0,01297 | 0,04370 |
| 20,25 | 0,01291 | 0,00994 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 8)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
|-------|--------------------|--------------------|

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|------|---------|---------|
| 0,60 | 0,01178 | 0,00937 |
| 4,80 | 0,01252 | 0,00947 |
| 9,00 | 0,01314 | 0,00955 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 8)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | 0,01133 | 0,00976 |
| 4,80 | 0,01163 | 0,00986 |
| 9,00 | 0,01291 | 0,00994 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 9)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,01139 | 0,00647 |
| 5,45 | 0,01130 | 0,00366 |
| 10,40 | 0,01120 | 0,00193 |
| 15,35 | 0,01109 | 0,00366 |
| 20,25 | 0,01098 | 0,00682 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 9)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,01270 | 0,00660 |
| 5,38 | 0,01265 | 0,03138 |
| 10,40 | 0,01259 | 0,04194 |
| 15,42 | 0,01253 | 0,03156 |
| 20,25 | 0,01246 | 0,00696 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 9)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | 0,01139 | 0,00647 |
| 4,80 | 0,01244 | 0,00654 |
| 9,00 | 0,01270 | 0,00660 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 9)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | 0,01098 | 0,00682 |
| 4,80 | 0,01091 | 0,00690 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

9,00 0,01246 0,00696

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 10)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | -0,01133 | 0,00976 |
| 5,45 | -0,01145 | 0,00495 |
| 10,40 | -0,01157 | 0,00247 |
| 15,35 | -0,01168 | 0,00496 |
| 20,25 | -0,01178 | 0,00937 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 10)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | -0,01291 | 0,00994 |
| 5,38 | -0,01297 | 0,04370 |
| 10,40 | -0,01303 | 0,05796 |
| 15,42 | -0,01309 | 0,04350 |
| 20,25 | -0,01314 | 0,00955 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 10)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | -0,01133 | 0,00976 |
| 4,80 | -0,01163 | 0,00986 |
| 9,00 | -0,01291 | 0,00994 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 10)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | -0,01178 | 0,00937 |
| 4,80 | -0,01252 | 0,00947 |
| 9,00 | -0,01314 | 0,00955 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 11)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | -0,01098 | 0,00682 |
| 5,45 | -0,01109 | 0,00366 |
| 10,40 | -0,01120 | 0,00193 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|-------|----------|---------|
| 15,35 | -0,01130 | 0,00366 |
| 20,25 | -0,01139 | 0,00647 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 11)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | -0,01246 | 0,00696 |
| 5,38 | -0,01253 | 0,03156 |
| 10,40 | -0,01259 | 0,04194 |
| 15,42 | -0,01265 | 0,03138 |
| 20,25 | -0,01270 | 0,00660 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 11)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | -0,01098 | 0,00682 |
| 4,80 | -0,01091 | 0,00690 |
| 9,00 | -0,01246 | 0,00696 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 11)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | -0,01139 | 0,00647 |
| 4,80 | -0,01244 | 0,00654 |
| 9,00 | -0,01270 | 0,00660 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 12)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | -0,01133 | 0,00976 |
| 5,45 | -0,01145 | 0,00495 |
| 10,40 | -0,01157 | 0,00247 |
| 15,35 | -0,01168 | 0,00496 |
| 20,25 | -0,01178 | 0,00937 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 12)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | -0,01291 | 0,00994 |
| 5,38 | -0,01297 | 0,04370 |
| 10,40 | -0,01303 | 0,05796 |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|-------|----------|---------|
| 15,42 | -0,01309 | 0,04350 |
| 20,25 | -0,01314 | 0,00955 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 12)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | -0,01133 | 0,00976 |
| 4,80 | -0,01163 | 0,00986 |
| 9,00 | -0,01291 | 0,00994 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 12)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | -0,01178 | 0,00937 |
| 4,80 | -0,01252 | 0,00947 |
| 9,00 | -0,01314 | 0,00955 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 13)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | -0,01098 | 0,00682 |
| 5,45 | -0,01109 | 0,00366 |
| 10,40 | -0,01120 | 0,00193 |
| 15,35 | -0,01130 | 0,00366 |
| 20,25 | -0,01139 | 0,00647 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 13)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | -0,01246 | 0,00696 |
| 5,38 | -0,01253 | 0,03156 |
| 10,40 | -0,01259 | 0,04194 |
| 15,42 | -0,01265 | 0,03138 |
| 20,25 | -0,01270 | 0,00660 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 13)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | -0,01098 | 0,00682 |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|------|----------|---------|
| 4,80 | -0,01091 | 0,00690 |
| 9,00 | -0,01246 | 0,00696 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 13)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | -0,01139 | 0,00647 |
| 4,80 | -0,01244 | 0,00654 |
| 9,00 | -0,01270 | 0,00660 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 14)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00012 | 0,00905 |
| 5,45 | 0,00006 | 0,00417 |
| 10,40 | 0,00000 | 0,00183 |
| 15,35 | -0,00006 | 0,00417 |
| 20,25 | -0,00012 | 0,00905 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 14)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00000 | 0,00921 |
| 5,38 | 0,00000 | 0,03848 |
| 10,40 | 0,00000 | 0,05090 |
| 15,42 | 0,00000 | 0,03848 |
| 20,25 | 0,00000 | 0,00921 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 14)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | 0,00012 | 0,00905 |
| 4,80 | -0,00070 | 0,00914 |
| 9,00 | 0,00000 | 0,00921 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 14)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | -0,00012 | 0,00905 |
| 4,80 | 0,00070 | 0,00914 |
| 9,00 | 0,00000 | 0,00921 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 15)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00012 | 0,00905 |
| 5,45 | 0,00006 | 0,00417 |
| 10,40 | 0,00000 | 0,00183 |
| 15,35 | -0,00006 | 0,00417 |
| 20,25 | -0,00012 | 0,00905 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 15)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00000 | 0,00921 |
| 5,38 | 0,00000 | 0,03848 |
| 10,40 | 0,00000 | 0,05090 |
| 15,42 | 0,00000 | 0,03848 |
| 20,25 | 0,00000 | 0,00921 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 15)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | 0,00012 | 0,00905 |
| 4,80 | -0,00070 | 0,00914 |
| 9,00 | 0,00000 | 0,00921 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 15)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | -0,00012 | 0,00905 |
| 4,80 | 0,00070 | 0,00914 |
| 9,00 | 0,00000 | 0,00921 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 16)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00012 | 0,01022 |
| 5,45 | 0,00006 | 0,00457 |
| 10,40 | 0,00000 | 0,00189 |
| 15,35 | -0,00006 | 0,00457 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

20,25 -0,00012 0,01022

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 16)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00000 | 0,01040 |
| 5,38 | 0,00000 | 0,04815 |
| 10,40 | 0,00000 | 0,06449 |
| 15,42 | 0,00000 | 0,04815 |
| 20,25 | 0,00000 | 0,01040 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 16)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | 0,00012 | 0,01022 |
| 4,80 | -0,00089 | 0,01032 |
| 9,00 | 0,00000 | 0,01040 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 16)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | -0,00012 | 0,01022 |
| 4,80 | 0,00089 | 0,01032 |
| 9,00 | 0,00000 | 0,01040 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 17)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00028 | 0,00903 |
| 5,45 | 0,00022 | 0,00417 |
| 10,40 | 0,00016 | 0,00184 |
| 15,35 | 0,00010 | 0,00417 |
| 20,25 | 0,00004 | 0,00904 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 17)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00019 | 0,00919 |
| 5,38 | 0,00018 | 0,03846 |
| 10,40 | 0,00018 | 0,05088 |
| 15,42 | 0,00018 | 0,03847 |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

20,25 0,00018 0,00920

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 17)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | 0,00028 | 0,00903 |
| 4,80 | -0,00050 | 0,00912 |
| 9,00 | 0,00019 | 0,00919 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 17)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | 0,00004 | 0,00904 |
| 4,80 | 0,00084 | 0,00913 |
| 9,00 | 0,00018 | 0,00920 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 18)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00005 | 0,00887 |
| 5,45 | -0,00001 | 0,00417 |
| 10,40 | -0,00007 | 0,00184 |
| 15,35 | -0,00012 | 0,00417 |
| 20,25 | -0,00018 | 0,00922 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 18)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00104 | 0,00903 |
| 5,38 | 0,00104 | 0,03839 |
| 10,40 | 0,00104 | 0,05089 |
| 15,42 | 0,00103 | 0,03856 |
| 20,25 | 0,00103 | 0,00938 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 18)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | 0,00005 | 0,00887 |
| 4,80 | -0,00034 | 0,00896 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneſe" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|------|---------|---------|
| 9,00 | 0,00104 | 0,00903 |
|------|---------|---------|

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 18)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | -0,00018 | 0,00922 |
| 4,80 | 0,00104 | 0,00931 |
| 9,00 | 0,00103 | 0,00938 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 19)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00022 | 0,01001 |
| 5,45 | 0,00016 | 0,00457 |
| 10,40 | 0,00010 | 0,00190 |
| 15,35 | 0,00003 | 0,00457 |
| 20,25 | -0,00003 | 0,01038 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 19)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00125 | 0,01020 |
| 5,38 | 0,00125 | 0,04804 |
| 10,40 | 0,00125 | 0,06447 |
| 15,42 | 0,00125 | 0,04823 |
| 20,25 | 0,00124 | 0,01057 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 19)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | 0,00022 | 0,01001 |
| 4,80 | -0,00032 | 0,01011 |
| 9,00 | 0,00125 | 0,01020 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 19)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | -0,00003 | 0,01038 |
| 4,80 | 0,00139 | 0,01048 |
| 9,00 | 0,00124 | 0,01057 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 20)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00022 | 0,01041 |
| 5,45 | 0,00016 | 0,00471 |
| 10,40 | 0,00009 | 0,00192 |
| 15,35 | 0,00003 | 0,00470 |
| 20,25 | -0,00003 | 0,01077 |

Spostamenti traverso (Combinazione n° 20)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00123 | 0,01060 |
| 5,38 | 0,00124 | 0,05127 |
| 10,40 | 0,00124 | 0,06900 |
| 15,42 | 0,00123 | 0,05145 |
| 20,25 | 0,00123 | 0,01096 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 20)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | 0,00022 | 0,01041 |
| 4,80 | -0,00039 | 0,01051 |
| 9,00 | 0,00123 | 0,01060 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 20)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | -0,00003 | 0,01077 |
| 4,80 | 0,00145 | 0,01087 |
| 9,00 | 0,00123 | 0,01096 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 21)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00050 | 0,00996 |
| 5,45 | 0,00043 | 0,00458 |
| 10,40 | 0,00037 | 0,00191 |
| 15,35 | 0,00030 | 0,00458 |
| 20,25 | 0,00024 | 0,01038 |

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 21)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00166 | 0,01014 |
| 5,38 | 0,00166 | 0,04799 |
| 10,40 | 0,00165 | 0,06444 |
| 15,42 | 0,00165 | 0,04821 |
| 20,25 | 0,00164 | 0,01056 |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 21)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | 0,00050 | 0,00996 |
| 4,80 | 0,00006 | 0,01006 |
| 9,00 | 0,00166 | 0,01014 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 21)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | 0,00024 | 0,01038 |
| 4,80 | 0,00168 | 0,01047 |
| 9,00 | 0,00164 | 0,01056 |

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 22)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00020 | 0,00970 |
| 5,45 | 0,00014 | 0,00458 |
| 10,40 | 0,00008 | 0,00191 |
| 15,35 | 0,00001 | 0,00457 |
| 20,25 | -0,00005 | 0,01065 |

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 22)

| X [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,55 | 0,00306 | 0,00988 |
| 5,38 | 0,00307 | 0,04787 |
| 10,40 | 0,00306 | 0,06445 |
| 15,42 | 0,00306 | 0,04835 |
| 20,25 | 0,00304 | 0,01084 |

| | | |
|---|--|--|
| SS 121 "Catane" | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 22)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | 0,00020 | 0,00970 |
| 4,80 | 0,00041 | 0,00980 |
| 9,00 | 0,00306 | 0,00988 |

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 22)

| Y [m] | u _x [m] | u _y [m] |
|-------|--------------------|--------------------|
| 0,60 | -0,00005 | 0,01065 |
| 4,80 | 0,00205 | 0,01075 |
| 9,00 | 0,00304 | 0,01084 |

Sollecitazioni

Massimi e minimi

Combinazione n° 1

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------|-------|---------|-------|---------|-------|
| Fondazione | -1930,49 | 0,55 | 1036,93 | 20,16 | 605,99 | 18,91 |
| Piedritto sinistro | -1930,49 | 0,60 | 606,93 | 0,60 | 1046,37 | 0,60 |
| Piedritto destro | -1930,49 | 0,60 | -606,93 | 0,60 | 1046,37 | 0,60 |
| Traverso | 3702,97 | 10,40 | 751,87 | 0,55 | 17,67 | 4,02 |

Combinazione n° 2

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------|-------|---------|-------|---------|-------|
| Fondazione | -2277,19 | 0,55 | 1186,96 | 20,16 | 654,38 | 1,20 |
| Piedritto sinistro | -2277,19 | 0,60 | 656,20 | 0,60 | 1198,37 | 0,60 |
| Piedritto destro | -2099,83 | 0,60 | -654,58 | 0,60 | 1198,37 | 0,60 |
| Traverso | 4966,84 | 10,40 | 903,87 | 0,55 | 53,44 | 20,25 |

Combinazione n° 3

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------|-------|---------|-------|---------|-------|
| Fondazione | -2358,74 | 0,55 | 1237,05 | 20,16 | 666,49 | 1,69 |
| Piedritto sinistro | -2358,74 | 0,60 | 668,31 | 0,60 | 1249,04 | 0,60 |
| Piedritto destro | -2183,36 | 0,60 | -666,73 | 0,60 | 1249,04 | 0,60 |
| Traverso | 5388,13 | 10,40 | 954,54 | 0,55 | 45,14 | 20,25 |

Combinazione n° 4

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------|-------|---------|-------|---------|-------|
| Fondazione | -2303,53 | 0,55 | 1186,97 | 20,16 | 672,20 | 1,99 |
| Piedritto sinistro | -2303,53 | 0,60 | 676,37 | 0,60 | 1198,37 | 0,60 |
| Piedritto destro | -2101,31 | 0,60 | -670,11 | 0,60 | 1198,37 | 0,60 |
| Traverso | 4966,84 | 10,40 | 903,87 | 0,55 | 73,75 | 20,25 |

Combinazione n° 5

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------|-------|---------|-------|---------|-------|
| Fondazione | -2429,91 | 0,55 | 1186,55 | 20,16 | 661,97 | 3,87 |
| Piedritto sinistro | -2429,91 | 0,60 | 663,67 | 0,60 | 1198,37 | 0,60 |
| Piedritto destro | -1967,45 | 0,60 | -662,31 | 0,60 | 1198,37 | 0,60 |
| Traverso | 4966,84 | 10,40 | -903,87 | 20,25 | 137,98 | 20,25 |

Combinazione n° 6

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------|-------|---------|-------|---------|-------|
| Fondazione | -2077,97 | 0,55 | 923,32 | 20,16 | 1010,81 | 20,25 |
| Piedritto sinistro | -2077,97 | 0,60 | 902,71 | 0,60 | 930,93 | 0,60 |
| Piedritto destro | -1939,03 | 0,60 | -940,26 | 0,60 | 930,93 | 0,60 |
| Traverso | 3294,44 | 10,40 | 668,92 | 0,55 | 463,94 | 20,25 |

Combinazione n° 7

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -1633,66 | 0,55 | 673,64 | 20,16 | 913,00 | 20,25 |
| Piedritto sinistro | -1633,66 | 0,60 | 802,46 | 0,60 | 678,87 | 0,60 |
| Piedritto destro | -1506,22 | 0,60 | -844,58 | 0,60 | 678,87 | 0,60 |
| Traverso | 2402,43 | 10,40 | 487,80 | 0,55 | 469,48 | 20,25 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Combinazione n° 8

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------|-------|---------|-------|---------|-------|
| Fondazione | -2077,97 | 0,55 | 923,32 | 20,16 | 1010,81 | 20,25 |
| Piedritto sinistro | -2077,97 | 0,60 | 902,71 | 0,60 | 930,93 | 0,60 |
| Piedritto destro | -1939,03 | 0,60 | -940,26 | 0,60 | 930,93 | 0,60 |
| Traverso | 3294,44 | 10,40 | 668,92 | 0,55 | 463,94 | 20,25 |

Combinazione n° 9

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -1633,66 | 0,55 | 673,64 | 20,16 | 913,00 | 20,25 |
| Piedritto sinistro | -1633,66 | 0,60 | 802,46 | 0,60 | 678,87 | 0,60 |
| Piedritto destro | -1506,22 | 0,60 | -844,58 | 0,60 | 678,87 | 0,60 |
| Traverso | 2402,43 | 10,40 | 487,80 | 0,55 | 469,48 | 20,25 |

Combinazione n° 10

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------|-------|---------|-------|---------|-------|
| Fondazione | -2077,97 | 20,25 | 923,74 | 20,16 | 1010,81 | 0,55 |
| Piedritto sinistro | -1939,03 | 0,60 | 940,26 | 0,60 | 930,93 | 0,60 |
| Piedritto destro | -2077,97 | 0,60 | -902,71 | 0,60 | 930,93 | 0,60 |
| Traverso | 3294,44 | 10,40 | -668,92 | 20,25 | 463,94 | 0,55 |

Combinazione n° 11

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -1633,66 | 20,25 | 674,03 | 20,16 | 913,00 | 0,55 |
| Piedritto sinistro | -1506,22 | 0,60 | 844,58 | 0,60 | 678,87 | 0,60 |
| Piedritto destro | -1633,66 | 0,60 | -802,46 | 0,60 | 678,87 | 0,60 |
| Traverso | 2402,43 | 10,40 | 487,80 | 0,55 | 469,48 | 0,55 |

Combinazione n° 12

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------|-------|---------|-------|---------|-------|
| Fondazione | -2077,97 | 20,25 | 923,74 | 20,16 | 1010,81 | 0,55 |
| Piedritto sinistro | -1939,03 | 0,60 | 940,26 | 0,60 | 930,93 | 0,60 |
| Piedritto destro | -2077,97 | 0,60 | -902,71 | 0,60 | 930,93 | 0,60 |
| Traverso | 3294,44 | 10,40 | -668,92 | 20,25 | 463,94 | 0,55 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catane" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Combinazione n° 13

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| Fondazione | -1633,66 | 20,25 | 674,03 | 20,16 | 913,00 | 0,55 |
| Piedritto sinistro | -1506,22 | 0,60 | 844,58 | 0,60 | 678,87 | 0,60 |
| Piedritto destro | -1633,66 | 0,60 | -802,46 | 0,60 | 678,87 | 0,60 |
| Traverso | 2402,43 | 10,40 | 487,80 | 0,55 | 469,48 | 0,55 |

Combinazione n° 14

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| Fondazione | -1484,99 | 0,55 | 797,64 | 20,16 | 466,15 | 18,91 |
| Piedritto sinistro | -1484,99 | 0,60 | 466,87 | 0,60 | 804,90 | 0,60 |
| Piedritto destro | -1484,99 | 0,60 | -466,87 | 0,60 | 804,90 | 0,60 |
| Traverso | 2848,44 | 10,40 | 578,36 | 0,55 | 13,59 | 2,07 |

Combinazione n° 15

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| Fondazione | -1484,99 | 0,55 | 797,64 | 20,16 | 466,15 | 18,91 |
| Piedritto sinistro | -1484,99 | 0,60 | 466,87 | 0,60 | 804,90 | 0,60 |
| Piedritto destro | -1484,99 | 0,60 | -466,87 | 0,60 | 804,90 | 0,60 |
| Traverso | 2848,44 | 10,40 | 578,36 | 0,55 | 13,59 | 2,07 |

Combinazione n° 16

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| Fondazione | -1669,01 | 0,55 | 908,95 | 20,16 | 493,54 | 19,79 |
| Piedritto sinistro | -1669,01 | 0,60 | 494,30 | 0,60 | 917,49 | 0,60 |
| Piedritto destro | -1669,01 | 0,60 | -494,30 | 0,60 | 917,49 | 0,60 |
| Traverso | 3784,64 | 10,40 | 690,95 | 0,55 | -3,41 | 0,55 |

Combinazione n° 17

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| Fondazione | -1492,16 | 0,55 | 797,65 | 20,16 | 473,53 | 5,35 |
| Piedritto sinistro | -1492,16 | 0,60 | 475,25 | 0,60 | 804,90 | 0,60 |
| Piedritto destro | -1488,50 | 0,60 | -473,27 | 0,60 | 804,90 | 0,60 |
| Traverso | 2848,44 | 10,40 | 578,36 | 0,55 | 20,39 | 14,05 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Combinazione n° 18

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -1548,10 | 0,55 | 797,45 | 20,16 | 467,03 | 20,07 |
| Piedritto sinistro | -1548,10 | 0,60 | 467,34 | 0,60 | 804,90 | 0,60 |
| Piedritto destro | -1424,57 | 0,60 | -468,17 | 0,60 | 804,90 | 0,60 |
| Traverso | 2848,44 | 10,40 | 578,36 | 0,55 | 48,99 | 20,25 |

Combinazione n° 19

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -1741,49 | 0,55 | 908,77 | 20,16 | 501,93 | 0,92 |
| Piedritto sinistro | -1741,49 | 0,60 | 503,30 | 0,60 | 917,49 | 0,60 |
| Piedritto destro | -1610,60 | 0,60 | -502,11 | 0,60 | 917,49 | 0,60 |
| Traverso | 3784,64 | 10,40 | -690,95 | 20,25 | 39,92 | 20,25 |

Combinazione n° 20

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -1801,93 | 0,55 | 945,87 | 20,16 | 510,92 | 2,78 |
| Piedritto sinistro | -1801,93 | 0,60 | 512,29 | 0,60 | 955,02 | 0,60 |
| Piedritto destro | -1672,47 | 0,60 | -511,13 | 0,60 | 955,02 | 0,60 |
| Traverso | 4096,71 | 10,40 | -728,49 | 20,25 | 33,79 | 20,25 |

Combinazione n° 21

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -1760,81 | 0,55 | 908,78 | 20,16 | 515,00 | 0,64 |
| Piedritto sinistro | -1760,81 | 0,60 | 518,10 | 0,60 | 917,49 | 0,60 |
| Piedritto destro | -1611,65 | 0,60 | -513,50 | 0,60 | 917,49 | 0,60 |
| Traverso | 3784,64 | 10,40 | -690,95 | 20,25 | 54,84 | 20,25 |

Combinazione n° 22

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|----------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Fondazione | -1854,27 | 0,55 | 908,47 | 20,16 | 507,38 | 3,97 |
| Piedritto sinistro | -1854,27 | 0,60 | 508,63 | 0,60 | 917,49 | 0,60 |
| Piedritto destro | -1512,49 | 0,60 | -507,69 | 0,60 | 917,49 | 0,60 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" | |  |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Traverso 3784,64 10,40 -690,95 20,25 102,36 20,25

Inviluppo spostamenti nodali

Inviluppo spostamenti fondazione

| X [m] | u _{Xmin} [m] | u _{Xmax} [m] | u _{Ymin} [m] | u _{Ymax} [m] |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0,55 | -0,011328 | 0,011783 | 0,006467 | 0,013595 |
| 5,45 | -0,011449 | 0,011678 | 0,003662 | 0,006146 |
| 10,40 | -0,011567 | 0,011567 | 0,001834 | 0,002497 |
| 15,35 | -0,011678 | 0,011449 | 0,003662 | 0,006143 |
| 20,16 | -0,011783 | 0,011328 | 0,006467 | 0,014086 |

Inviluppo spostamenti traverso

| X [m] | u _{Xmin} [m] | u _{Xmax} [m] | u _{Ymin} [m] | u _{Ymax} [m] |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0,55 | -0,012908 | 0,013138 | 0,006601 | 0,013849 |
| 5,38 | -0,012973 | 0,013090 | 0,031375 | 0,067284 |
| 10,40 | -0,013034 | 0,013034 | 0,041938 | 0,090609 |
| 15,42 | -0,013090 | 0,012973 | 0,031375 | 0,067534 |
| 20,25 | -0,013138 | 0,012908 | 0,006601 | 0,014340 |

Inviluppo spostamenti piedritto sinistro

| Y [m] | u _{Xmin} [m] | u _{Xmax} [m] | u _{Ymin} [m] | u _{Ymax} [m] |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0,60 | -0,011328 | 0,011783 | 0,006467 | 0,013595 |
| 4,80 | -0,011629 | 0,012520 | 0,006540 | 0,013730 |
| 9,00 | -0,012908 | 0,013138 | 0,006601 | 0,013849 |

Inviluppo spostamenti piedritto destro

| Y [m] | u _{Xmin} [m] | u _{Xmax} [m] | u _{Ymin} [m] | u _{Ymax} [m] |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0,60 | -0,011783 | 0,011328 | 0,006467 | 0,014086 |
| 4,80 | -0,012520 | 0,011629 | 0,006540 | 0,014222 |
| 9,00 | -0,013138 | 0,012908 | 0,006601 | 0,014340 |

Sollecitazioni massime e minime

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| Elemento | M [kNm] | X [m] | V [kN] | X [m] | N [kN] | X [m] |
|--------------------|--------------|-------|-------------|-------|--------------|-------|
| Fondazione | -2429,91 (5) | 0,55 | 1237,05 (3) | 20,16 | 1010,81 (10) | 0,55 |
| Piedritto sinistro | -2429,91 (5) | 0,60 | 940,26 (10) | 0,60 | 1249,04 (3) | 0,60 |
| Piedritto destro | -2183,36 (3) | 0,60 | -940,26 (6) | 0,60 | 1249,04 (3) | 0,60 |
| Traverso | 5388,13 (3) | 10,40 | 954,54 (3) | 0,55 | 469,48 (7) | 20,25 |

Verifiche geotecniche

Simbologia adottata

| | |
|------------|--|
| IC | Indice della combinazione |
| Nc, Nq, Ny | Fattori di capacità portante |
| Nc, Nq, Ny | Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc. |
| qu | Portanza ultima del terreno, espressa in [kPa] |
| Qu | Portanza ultima del terreno, espressa in [kN/m] |
| Qv | Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN/m] |
| FS | Fattore di sicurezza a carico limite |

| IC | Nc | Nq | Ny | N'c | N'q | N'y | qu | Qu | Qv | FS |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-----------|---------|-------|
| 1 | 37,16 | 22,46 | 19,32 | 37,16 | 22,46 | 19,32 | 8809 | 183234,65 | 2863,62 | 63,99 |
| 2 | 37,16 | 22,46 | 19,32 | 37,16 | 22,46 | 19,32 | 6802 | 141485,69 | 3167,61 | 44,67 |
| 3 | 37,16 | 22,46 | 19,32 | 37,16 | 22,46 | 19,32 | 6804 | 141517,67 | 3268,95 | 43,29 |
| 4 | 37,16 | 22,46 | 19,32 | 37,16 | 22,46 | 19,32 | 6797 | 141378,31 | 3167,61 | 44,63 |
| 5 | 37,16 | 22,46 | 19,32 | 37,16 | 22,46 | 19,32 | 6743 | 140254,54 | 3167,61 | 44,28 |
| 6 | 37,16 | 22,46 | 19,32 | 37,16 | 22,46 | 19,32 | 8763 | 182273,82 | 2547,69 | 71,54 |
| 7 | 37,16 | 22,46 | 19,32 | 37,16 | 22,46 | 19,32 | 8751 | 182026,07 | 1857,87 | 97,98 |
| 8 | 37,16 | 22,46 | 19,32 | 37,16 | 22,46 | 19,32 | 6803 | 141505,58 | 2547,69 | 55,54 |
| 9 | 37,16 | 22,46 | 19,32 | 37,16 | 22,46 | 19,32 | 6794 | 141313,25 | 1857,87 | 76,06 |
| 10 | 37,16 | 22,46 | 19,32 | 37,16 | 22,46 | 19,32 | 8763 | 182273,82 | 2547,69 | 71,54 |
| 11 | 37,16 | 22,46 | 19,32 | 37,16 | 22,46 | 19,32 | 8751 | 182026,07 | 1857,87 | 97,98 |
| 12 | 37,16 | 22,46 | 19,32 | 37,16 | 22,46 | 19,32 | 6803 | 141505,58 | 2547,69 | 55,54 |
| 13 | 37,16 | 22,46 | 19,32 | 37,16 | 22,46 | 19,32 | 6794 | 141313,25 | 1857,87 | 76,06 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Cataneŝe" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

12.2 VERIFICHE STRUTTURALI TRAVI C.A.P.

12.2.1 Calcolo

1 Dati impalcato

Tipo di impalcato: travi prefabbricate piŭ soletta collaborante

1.1 Dati geometrici

| | |
|---------------------------------|-------|
| Luce di calcolo | 19.00 |
| Larghezza cordolo sinistro | 0.00 |
| Larghezza carreggiata | 14.00 |
| Larghezza cordolo destro | 0.00 |
| Larghezza fuori tutto impalcato | 14.00 |
| Numero travi | 20 |
| Tipo trave | H70 |
| Interasse travi | 0.70 |
| Larghezza travi | 0.70 |
| Lunghezza retrotrave | 0.25 |
| Lunghezza ringrosso | 0.00 |
| Lunghezza svasatura | 0.00 |
| Eccentricit  travi-soletta | 0.00 |
| Spessore medio soletta | 0.30 |
| Spessore minimo soletta | 0.30 |
| Luce di calcolo soletta | 0.00 |
| Larghezza marciapiede sinistro | 0.00 |
| Dist. marciapiede sinistro | 0.00 |
| Larghezza marciapiede destro | 0.00 |
| Dist. marciapiede destro | 0.00 |
| Spessore medio cordoli | 0.00 |

1.2 Trave prefabbricata H70

Altezza della sezione 0.70 [m]

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | |
|------------------------------|------------------------|
| Spessore complessivo anime | 0.70 [m] |
| Area sezione di calcestruzzo | 0.49 [m ²] |
| Ordinata y baricentro | 0.35 [m] |
| Ascissa x baricentro | 0.00 [m] |
| J baricentro | 0.02 [m ⁴] |
| Coefficiente torsionale | 0.02 [m ⁴] |

1.3 Geometria getto in opera

| | |
|-----------------------|------------------------|
| Lunghezza in direz. X | 19.50 [m] |
| Altezza della sezione | 0.30 [m] |
| Area sezione | 4.20 [m ²] |
| Z baricentro | 0.85 [m] |
| J baricentrico | 0.03 [m ⁴] |

2 Parametri dei materiali

| | |
|--|-------------------------------|
| Ritiro differenziale trave - soletta | 0.00000 [-] |
| Coeff. omogen. E cls soletta / E cls trave | 0.92 [-] |
| Modulo elastico trave e soletta (calcolo frecce) | 3.5304E7 [KN/m ²] |
| Peso specifico trave prefabbricata | 24.5250 [KN/m ³] |
| Peso specifico calcestruzzo getto in opera | 25.0000 [KN/m ³] |

3 Normative di riferimento

- DM 17/01/2018 - Norme tecniche per le costruzioni

4 Carichi applicati

4.1 Carichi permanenti

4.1.1 Distribuiti uniformi

Peso unitario pavimentazione = 0.00 [KN/m²]

Peso totale pavimentazione = 0.00 [KN]

Rinterro e pavimentazione 28.50 [KN/m²]

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanese" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Totale sull'impalcato = 399.00 [KN]

4.2 Carichi mobili

Categoria ponte : Stradale 1a categoria

Numero assi per corsia: 2

| corsia | Nome | Q [KN] | p [KN/m2] | aQ | aq |
|--------|----------|--------|-----------|------|------|
| 1 | Corsia 1 | 300.00 | 9.00 | 1.00 | 1.00 |
| 2 | Corsia 2 | 200.00 | 2.50 | 1.00 | 1.00 |
| 3 | Corsia 3 | 100.00 | 2.50 | 1.00 | 1.00 |

Carico folla sui marciapiedi = 0.00 [KN/m2]

5 Coefficienti di combinazione

I coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU (A1 STR) valgono:

| | gsup. | ginf. |
|---|-------|-------|
| Coeff. sicurezza carichi permanenti strutturali | 1.30 | 1.00 |
| Coeff. sicurezza carichi permanenti non strutturali | 1.30 | 1.00 |
| Coeff. sicurezza carichi traffico | 1.50 | 0.00 |
| Coeff. sicurezza carichi variabili | 1.50 | 0.00 |

I coefficienti γ per le azioni variabili per ponti stradali da utilizzare nelle combinazioni di carico agli SLE valgono:

| Carico | y0 | y1 | y2 |
|---|------|------|------|
| gruppo 1 - Schema 1 - carichi distribuiti | 0.75 | 0.75 | 0.00 |
| gruppo 1 - Schema 1 - carichi tandem | 0.75 | 0.75 | 0.00 |
| gruppi 2 - frenatura/centrifuga | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| gruppo 3 - Schema 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | |
|------------------------------------|------|------|------|
| gruppo 4 - Schema 5 (folla) | 0.75 | 0.75 | 0.00 |
| gruppo 5 - veicoli speciali | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| gruppo 1 - Schema 2 (asse singolo) | 0.75 | 0.75 | 0.00 |
| vento a ponte scarico | 0.60 | 0.20 | 0.00 |
| termico | 0.60 | 0.60 | 0.50 |

6 Metodo di Massonnet

Non è stata messa in conto la rigidezza torsionale della sezione trave+soletta.

Non è stata messa in conto la rigidezza torsionale della sezione traverso+soletta.

| | |
|-------------|----------|
| L | 19.00 |
| B | 7.00 |
| L1 | 1.00 |
| B1 | 0.70 |
| Ap | 0.6821 |
| Dp | 0.49 |
| Jp | 0.055861 |
| Cp | 0.000000 |
| Ae | 0.3000 |
| De | 0.15 |
| Je | 0.002250 |
| Ce | 0.000000 |
| Teta | 0.918 |
| Radice alfa | 0.000 |

6.1 Coefficienti di Massonnet

Trave verificata: 1 y= -6.65

| | | | | | | | | | |
|----|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Y | 7.00 | 5.25 | 3.50 | 1.75 | 0.00 | -1.75 | -3.50 | -5.25 | -7.00 |
| K0 | 0.014 | -0.173 | -0.349 | -0.458 | -0.351 | 0.234 | 1.634 | 4.085 | 7.335 |
| K1 | 0.077 | 0.118 | 0.190 | 0.323 | 0.561 | 0.961 | 1.596 | 2.508 | 3.571 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | | | | | | |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| Ka | 0.014 | -0.173 | -0.349 | -0.458 | -0.351 | 0.234 | 1.634 | 4.085 | 7.335 |
| Y | 7.00 | 5.25 | 3.50 | 1.75 | 0.00 | -1.75 | -3.50 | -5.25 | -7.00 |
| ma | -0.057 | -0.041 | -0.017 | 0.032 | 0.129 | 0.032 | -0.017 | -0.041 | -0.057 |

6.2 Applicazione dei carichi alla trave

| | |
|-----------------------------------|--------------|
| Lunghezza trave in asse | 19.50 [m] |
| Peso trave (sezione filante) | 12.00 [KN/m] |
| Peso totale trave prefabb. | 233.91 [KN] |
| Peso soletta gravante sulla trave | 5.25 [KN/m] |
| Peso pavimentazione sulla trave | 0.00 [KN/m] |

Striscie per calcolo effetti pavimentazione e folla in carreggiata :

| striscia | ecc.Y | Larghezza | K Massonnet |
|----------|-------|-----------|-------------|
| 1 | 6.65 | 0.70 | -0.023 |
| 2 | 5.95 | 0.70 | -0.098 |
| 3 | 5.25 | 0.70 | -0.173 |
| 4 | 4.55 | 0.70 | -0.246 |
| 5 | 3.85 | 0.70 | -0.316 |
| 6 | 3.15 | 0.70 | -0.379 |
| 7 | 2.45 | 0.70 | -0.430 |
| 8 | 1.75 | 0.70 | -0.458 |
| 9 | 1.05 | 0.70 | -0.453 |
| 10 | 0.35 | 0.70 | -0.401 |
| 11 | -0.35 | 0.70 | -0.283 |
| 12 | -1.05 | 0.70 | -0.079 |
| 13 | -1.75 | 0.70 | 0.234 |
| 14 | -2.45 | 0.70 | 0.678 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | |
|----|-------|------|-------|
| 15 | -3.15 | 0.70 | 1.274 |
| 16 | -3.85 | 0.70 | 2.038 |
| 17 | -4.55 | 0.70 | 2.977 |
| 18 | -5.25 | 0.70 | 4.085 |
| 19 | -5.95 | 0.70 | 5.332 |
| 20 | -6.65 | 0.70 | 6.663 |

6.2.4 Disposizione carichi mobili per massimo effetto sulla trave 1

| Descrizione | Q·a [KN] | q·a [KN/m] | ecc.Y | Larghezza | Ka |
|-------------|----------|------------|-------|-----------|-------|
| Corsia 1 | 300.00 | 27.00 | -5.50 | 3.00 | 4.516 |
| Corsia 2 | 200.00 | 7.50 | -2.50 | 3.00 | 0.715 |

6.2.5 Disposizione carichi mobili per calcolo M max su traverso (sez. Y=0)

| Descrizione | Q·a [KN] | q·a [KN/m] | ecc.Y | Larghezza | m |
|-------------|----------|------------|-------|-----------|-------|
| Corsia 1 | 300.00 | 27.00 | 0.00 | 3.00 | 0.129 |

6.2.6 Disposizione carichi mobili per calcolo M min su traverso (sez. Y=0)

| Descrizione | Q·a [KN] | q·a [KN/m] | ecc.Y | Larghezza | m |
|----------------|----------|------------|-------|-----------|--------|
| Corsia 1 | 300.00 | 27.00 | -5.50 | 3.00 | -0.044 |
| Corsia 2 | 200.00 | 7.50 | 5.50 | 3.00 | -0.044 |
| Zona rimanente | 0.00 | 5.00 | 3.00 | 2.00 | -0.007 |

7 Sollecitazioni trave n. 1

7.1 Valori caratteristici sollecitazioni

7.1.1 Al taglio trefoli ed in opera

| X | Descrizione | peso trave | | peso soletta+traversi | |
|------|-------------|------------|--------|-----------------------|--------|
| | | M [KN·m] | V [KN] | M [KN·m] | V [KN] |
| 0.00 | testata | 0.00 | 113.95 | 0.00 | 49.87 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | | |
|-------|----------|--------|---------|--------|--------|
| 1.00 | | 107.74 | 101.96 | 47.15 | 44.62 |
| 2.00 | | 203.80 | 89.96 | 89.20 | 39.37 |
| 3.00 | | 287.71 | 77.97 | 125.92 | 34.12 |
| 4.00 | | 359.66 | 65.97 | 157.41 | 28.87 |
| 5.00 | | 419.75 | 53.98 | 183.71 | 23.62 |
| 6.00 | mezzeria | 467.59 | 41.98 | 204.65 | 18.37 |
| 7.00 | | 503.75 | 29.99 | 220.48 | 13.12 |
| 8.00 | | 527.58 | 17.99 | 230.91 | 7.87 |
| 9.00 | | 539.63 | 6.00 | 236.18 | 2.62 |
| 9.50 | mezzeria | 541.28 | 0.00 | 236.91 | 0.00 |
| 10.00 | | 539.63 | -6.00 | 236.18 | -2.62 |
| 11.00 | | 527.58 | -17.99 | 230.91 | -7.87 |
| 12.00 | | 503.75 | -29.99 | 220.48 | -13.12 |
| 13.00 | | 467.59 | -41.98 | 204.65 | -18.37 |
| 14.00 | | 419.75 | -53.98 | 183.71 | -23.62 |
| 15.00 | | 359.66 | -65.97 | 157.41 | -28.87 |
| 16.00 | | 287.71 | -77.97 | 125.92 | -34.12 |
| 17.00 | | 203.80 | -89.96 | 89.20 | -39.37 |
| 18.00 | | 107.74 | -101.96 | 47.15 | -44.62 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -113.95 | 0.00 | -49.87 |

7.1.2 Seconda fase - carichi permanenti

| Sez.X | Descrizione | peso cordoli | | |
|-------|-------------|--------------|--------|----------|
| | | M [KN·m] | V [KN] | T [KN·m] |
| 0.00 | testata | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneſe" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|-------|----------|------|------|------|
| 4.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6.00 | mezzeria | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 8.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9.50 | mezzeria | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 10.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 13.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 14.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 15.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 16.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 17.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

| Sez.X | Descrizione | permanentemente portati | | |
|-------|-------------|-------------------------|--------|----------|
| | | M [KN·m] | V [KN] | T [KN·m] |
| 0.00 | testata | 0.00 | 189.53 | 0.00 |
| 1.00 | | 179.18 | 169.58 | 0.00 |
| 2.00 | | 338.95 | 149.63 | 0.00 |
| 3.00 | | 478.51 | 129.68 | 0.00 |
| 4.00 | | 598.18 | 109.73 | 0.00 |
| 5.00 | | 698.11 | 89.78 | 0.00 |
| 6.00 | mezzeria | 777.68 | 69.83 | 0.00 |
| 7.00 | | 837.83 | 49.88 | 0.00 |
| 8.00 | | 877.45 | 29.93 | 0.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|-------|----------|--------|---------|------|
| 9.00 | | 897.50 | 9.98 | 0.00 |
| 9.50 | mezzeria | 900.24 | 0.00 | 0.00 |
| 10.00 | | 897.50 | -9.97 | 0.00 |
| 11.00 | | 877.45 | -29.92 | 0.00 |
| 12.00 | | 837.83 | -49.87 | 0.00 |
| 13.00 | | 777.68 | -69.82 | 0.00 |
| 14.00 | | 698.11 | -89.77 | 0.00 |
| 15.00 | | 598.18 | -109.72 | 0.00 |
| 16.00 | | 478.51 | -129.67 | 0.00 |
| 17.00 | | 338.95 | -149.62 | 0.00 |
| 18.00 | | 179.18 | -169.57 | 0.00 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -189.52 | 0.00 |

7.1.3 Seconda fase - carichi da traffico

| Sez.X | Descrizione | Tandem-TS | | |
|-------|-------------|-----------|--------|----------|
| | | M [KN·m] | V [KN] | T [KN·m] |
| 0.00 | testata | 0.00 | 145.06 | 0.00 |
| 1.00 | | 136.89 | 137.18 | 0.00 |
| 2.00 | | 258.43 | 129.29 | 0.00 |
| 3.00 | | 363.99 | 121.41 | 0.00 |
| 4.00 | | 453.84 | 113.52 | 0.00 |
| 5.00 | | 528.09 | 105.64 | 0.00 |
| 6.00 | mezzeria | 586.25 | 97.76 | 0.00 |
| 7.00 | | 629.05 | 89.87 | 0.00 |
| 8.00 | | 655.64 | 81.99 | 0.00 |
| 9.00 | | 666.76 | 74.11 | 0.00 |
| 9.50 | mezzeria | 666.56 | -70.16 | 0.00 |
| 10.00 | | 666.76 | -74.11 | 0.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|-------|----------|--------|---------|------|
| 11.00 | | 655.64 | -81.99 | 0.00 |
| 12.00 | | 629.05 | -89.87 | 0.00 |
| 13.00 | | 586.25 | -97.76 | 0.00 |
| 14.00 | | 528.09 | -105.64 | 0.00 |
| 15.00 | | 453.84 | -113.52 | 0.00 |
| 16.00 | | 363.99 | -121.41 | 0.00 |
| 17.00 | | 258.43 | -129.29 | 0.00 |
| 18.00 | | 136.89 | -137.18 | 0.00 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -145.06 | 0.00 |

| Sez.X | Descrizione | Distribuito-UDL | | |
|-------|-------------|-----------------|--------|----------|
| | | M [KN·m] | V [KN] | T [KN·m] |
| 0.00 | testata | 0.00 | 60.47 | 0.00 |
| 1.00 | | 57.17 | 54.28 | 0.00 |
| 2.00 | | 108.14 | 48.41 | 0.00 |
| 3.00 | | 152.67 | 42.89 | 0.00 |
| 4.00 | | 190.85 | 37.69 | 0.00 |
| 5.00 | | 222.73 | 32.83 | 0.00 |
| 6.00 | mezzeria | 248.12 | 28.31 | 0.00 |
| 7.00 | | 267.31 | 24.12 | 0.00 |
| 8.00 | | 279.95 | 20.27 | 0.00 |
| 9.00 | | 286.35 | 16.75 | 0.00 |
| 9.50 | mezzeria | 287.22 | 13.27 | 0.00 |
| 10.00 | | 286.35 | -16.75 | 0.00 |
| 11.00 | | 279.95 | -20.27 | 0.00 |
| 12.00 | | 267.31 | -24.12 | 0.00 |
| 13.00 | | 248.12 | -28.31 | 0.00 |
| 14.00 | | 222.73 | -32.83 | 0.00 |
| 15.00 | | 190.85 | -37.69 | 0.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|-------|----------|--------|--------|------|
| 16.00 | | 152.67 | -42.89 | 0.00 |
| 17.00 | | 108.14 | -48.41 | 0.00 |
| 18.00 | | 57.17 | -54.28 | 0.00 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -60.47 | 0.00 |

| Sez.X | Descrizione | Folla marciapiedi | | |
|-------|-------------|-------------------|--------|----------|
| | | M [KN·m] | V [KN] | T [KN·m] |
| 0.00 | testata | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6.00 | mezzeria | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 8.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9.50 | mezzeria | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 10.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 13.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 14.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 15.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 16.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 17.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| Sez.X | | gruppo1 (tab. 5.1.IV) | | |
|-------|----------|-----------------------|---------|----------|
| | | M [KN·m] | V [KN] | T [KN·m] |
| 0.00 | testata | 0.00 | 205.53 | 0.00 |
| 1.00 | | 194.06 | 191.45 | 0.00 |
| 2.00 | | 366.57 | 177.70 | 0.00 |
| 3.00 | | 516.66 | 164.29 | 0.00 |
| 4.00 | | 644.69 | 151.22 | 0.00 |
| 5.00 | | 750.82 | 138.47 | 0.00 |
| 6.00 | mezzeria | 834.37 | 126.07 | 0.00 |
| 7.00 | | 896.36 | 113.99 | 0.00 |
| 8.00 | | 935.59 | 102.26 | 0.00 |
| 9.00 | | 953.11 | 90.86 | 0.00 |
| 9.50 | mezzeria | 953.79 | -56.90 | 0.00 |
| 10.00 | | 953.11 | -90.86 | 0.00 |
| 11.00 | | 935.59 | -102.26 | 0.00 |
| 12.00 | | 896.36 | -113.99 | 0.00 |
| 13.00 | | 834.37 | -126.07 | 0.00 |
| 14.00 | | 750.82 | -138.47 | 0.00 |
| 15.00 | | 644.69 | -151.22 | 0.00 |
| 16.00 | | 516.66 | -164.29 | 0.00 |
| 17.00 | | 366.57 | -177.70 | 0.00 |
| 18.00 | | 194.06 | -191.45 | 0.00 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -205.53 | 0.00 |

7.2 Valori di combinazione

7.2.1 Combinazioni SLU

7.2.1.1 Al taglio dei trefoli

$$E_d = E\{ gG_{,sup} \cdot G_{k,1} \}$$

$$E_d = E\{ gG_{,inf} \cdot G_{k,1} \}$$

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| Sez.X | Descrizione | M [KN·m] | V [KN] |
|-------|-------------|----------|---------|
| 0.00 | testata | 0.00 | 148.14 |
| 1.00 | | 140.06 | 132.55 |
| 2.00 | | 264.94 | 116.95 |
| 3.00 | | 374.02 | 101.36 |
| 4.00 | | 467.56 | 85.77 |
| 5.00 | | 545.67 | 70.17 |
| 6.00 | mezzeria | 607.86 | 54.58 |
| 7.00 | | 654.88 | 38.98 |
| 8.00 | | 685.85 | 23.39 |
| 9.00 | | 701.52 | 7.80 |
| 9.50 | mezzeria | 703.67 | 0.00 |
| 10.00 | | 701.52 | -7.80 |
| 11.00 | | 685.85 | -23.39 |
| 12.00 | | 654.88 | -38.98 |
| 13.00 | | 607.86 | -54.58 |
| 14.00 | | 545.67 | -70.17 |
| 15.00 | | 467.56 | -85.77 |
| 16.00 | | 374.02 | -101.36 |
| 17.00 | | 264.94 | -116.95 |
| 18.00 | | 140.06 | -132.55 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -148.14 |

7.2.1.4 Al getto soletta

$$Ed = E\{ SgG, sup \cdot Gk, i \}$$

$$Ed = E\{ SgG, inf \cdot Gk, i \}$$

| Sez.X | Descrizione | M [KN·m] | V [KN] |
|-------|-------------|----------|--------|
|-------|-------------|----------|--------|

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | |
|-------|----------|---------|---------|
| 0.00 | testata | 0.00 | 212.98 |
| 1.00 | | 201.36 | 190.56 |
| 2.00 | | 380.89 | 168.14 |
| 3.00 | | 537.72 | 145.72 |
| 4.00 | | 672.20 | 123.30 |
| 5.00 | | 784.50 | 100.88 |
| 6.00 | mezzeria | 873.91 | 78.47 |
| 7.00 | | 941.50 | 56.05 |
| 8.00 | | 986.03 | 33.63 |
| 9.00 | | 1008.56 | 11.21 |
| 9.50 | mezzeria | 1011.65 | 0.00 |
| 10.00 | | 1008.56 | -11.21 |
| 11.00 | | 986.03 | -33.63 |
| 12.00 | | 941.50 | -56.05 |
| 13.00 | | 873.91 | -78.47 |
| 14.00 | | 784.50 | -100.88 |
| 15.00 | | 672.20 | -123.30 |
| 16.00 | | 537.72 | -145.72 |
| 17.00 | | 380.89 | -168.14 |
| 18.00 | | 201.36 | -190.56 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -212.98 |

7.2.1.5 Seconda fase P/T

$$Ed = E\{ SgG, \text{sup} \cdot Gk, i \}$$

$$Ed = E\{ SgG, \text{inf} \cdot Gk, i \}$$

$$Ed = E\{ SgG, \text{sup} \cdot Gk, i + gQ, \text{traffico} \cdot Qk, \text{gruppo 1} \}$$

$$Ed = E\{ SgG, \text{inf} \cdot Gk, i + gQ, \text{traffico} \cdot Qk, \text{gruppo 1} \}$$

| Sez.X | Descrizione | M [KN·m] | V [KN] | T [KN·m] |
|-------|-------------|----------|--------|----------|
|-------|-------------|----------|--------|----------|

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|-------|----------|---------|---------|------|
| 0.00 | testata | 0.00 | 767.65 | 0.00 |
| 1.00 | | 725.38 | 698.18 | 0.00 |
| 2.00 | | 1371.38 | 629.21 | 0.00 |
| 3.00 | | 1934.78 | 560.74 | 0.00 |
| 4.00 | | 2416.86 | 492.77 | 0.00 |
| 5.00 | | 2818.27 | 425.30 | 0.00 |
| 6.00 | mezzeria | 3136.44 | 358.34 | 0.00 |
| 7.00 | | 3375.22 | 291.88 | 0.00 |
| 8.00 | | 3530.11 | 225.93 | 0.00 |
| 9.00 | | 3604.97 | 160.47 | 0.00 |
| 9.50 | mezzeria | 3612.64 | -85.34 | 0.00 |
| 10.00 | | 3604.97 | -160.47 | 0.00 |
| 11.00 | | 3530.11 | -225.93 | 0.00 |
| 12.00 | | 3375.22 | -291.88 | 0.00 |
| 13.00 | | 3136.44 | -358.34 | 0.00 |
| 14.00 | | 2818.27 | -425.30 | 0.00 |
| 15.00 | | 2416.86 | -492.77 | 0.00 |
| 16.00 | | 1934.78 | -560.74 | 0.00 |
| 17.00 | | 1371.38 | -629.21 | 0.00 |
| 18.00 | | 725.38 | -698.18 | 0.00 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -767.65 | 0.00 |

7.2.2 Combinazioni SLE

7.2.2.1 Al taglio dei trefoli

$$E_d = E\{ G_{k,1} \}$$

| Sez.X | Descrizione | M [KN·m] | V [KN] |
|-------|-------------|----------|--------|
| 0.00 | testata | 0.00 | 113.95 |
| 1.00 | | 107.74 | 101.96 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | |
|-------|----------|--------|---------|
| 2.00 | | 203.80 | 89.96 |
| 3.00 | | 287.71 | 77.97 |
| 4.00 | | 359.66 | 65.97 |
| 5.00 | | 419.75 | 53.98 |
| 6.00 | mezzeria | 467.59 | 41.98 |
| 7.00 | | 503.75 | 29.99 |
| 8.00 | | 527.58 | 17.99 |
| 9.00 | | 539.63 | 6.00 |
| 9.50 | mezzeria | 541.28 | 0.00 |
| 10.00 | | 539.63 | -6.00 |
| 11.00 | | 527.58 | -17.99 |
| 12.00 | | 503.75 | -29.99 |
| 13.00 | | 467.59 | -41.98 |
| 14.00 | | 419.75 | -53.98 |
| 15.00 | | 359.66 | -65.97 |
| 16.00 | | 287.71 | -77.97 |
| 17.00 | | 203.80 | -89.96 |
| 18.00 | | 107.74 | -101.96 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -113.95 |

7.2.2.4 Al getto soletta

$$E_d = E\{ SGk,i \}$$

| Sez.X | Descrizione | M [KN·m] | V [KN] |
|-------|-------------|----------|--------|
| 0.00 | testata | 0.00 | 163.83 |
| 1.00 | | 154.89 | 146.58 |
| 2.00 | | 293.00 | 129.34 |
| 3.00 | | 413.63 | 112.09 |
| 4.00 | | 517.08 | 94.85 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | |
|-------|----------|--------|---------|
| 5.00 | | 603.46 | 77.60 |
| 6.00 | mezzeria | 672.24 | 60.36 |
| 7.00 | | 724.23 | 43.11 |
| 8.00 | | 758.49 | 25.87 |
| 9.00 | | 775.82 | 8.62 |
| 9.50 | mezzeria | 778.19 | 0.00 |
| 10.00 | | 775.82 | -8.62 |
| 11.00 | | 758.49 | -25.87 |
| 12.00 | | 724.23 | -43.11 |
| 13.00 | | 672.24 | -60.36 |
| 14.00 | | 603.46 | -77.60 |
| 15.00 | | 517.08 | -94.85 |
| 16.00 | | 413.63 | -112.09 |
| 17.00 | | 293.00 | -129.34 |
| 18.00 | | 154.89 | -146.58 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -163.83 |

7.2.2.5 Seconda fase - S.L.E. Rara 2^a fase

$$E_d = E\{ SGk, 2afase + Qk, gruppo 1 \}$$

| Sez.X | Descrizione | M [KN·m] | V [KN] | T [KN·m] |
|-------|-------------|----------|--------|----------|
| 0.00 | testata | 0.00 | 395.05 | 0.00 |
| 1.00 | | 373.24 | 361.03 | 0.00 |
| 2.00 | | 705.52 | 327.33 | 0.00 |
| 3.00 | | 995.17 | 293.97 | 0.00 |
| 4.00 | | 1242.87 | 260.94 | 0.00 |
| 5.00 | | 1448.93 | 228.25 | 0.00 |
| 6.00 | mezzeria | 1612.04 | 195.90 | 0.00 |
| 7.00 | | 1734.19 | 163.87 | 0.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|-------|----------|---------|---------|------|
| 8.00 | | 1813.05 | 132.19 | 0.00 |
| 9.00 | | 1850.61 | 100.84 | 0.00 |
| 9.50 | mezzeria | 1854.03 | -56.90 | 0.00 |
| 10.00 | | 1850.61 | -100.84 | 0.00 |
| 11.00 | | 1813.05 | -132.19 | 0.00 |
| 12.00 | | 1734.19 | -163.87 | 0.00 |
| 13.00 | | 1612.04 | -195.90 | 0.00 |
| 14.00 | | 1448.93 | -228.25 | 0.00 |
| 15.00 | | 1242.87 | -260.94 | 0.00 |
| 16.00 | | 995.17 | -293.97 | 0.00 |
| 17.00 | | 705.52 | -327.33 | 0.00 |
| 18.00 | | 373.24 | -361.03 | 0.00 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -395.05 | 0.00 |

7.2.2.6 Seconda fase - S.L.E. Frequente 2^a fase

$$E_d = E\{ SG_{k,2afase} + y_1 \cdot Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

| Sez.X | Descrizione | M [KN·m] | V [KN] | T [KN·m] |
|-------|-------------|----------|--------|----------|
| 0.00 | testata | 0.00 | 343.67 | 0.00 |
| 1.00 | | 324.73 | 313.16 | 0.00 |
| 2.00 | | 613.88 | 282.90 | 0.00 |
| 3.00 | | 866.01 | 252.89 | 0.00 |
| 4.00 | | 1081.69 | 223.14 | 0.00 |
| 5.00 | | 1261.23 | 193.63 | 0.00 |
| 6.00 | mezzeria | 1403.45 | 164.38 | 0.00 |
| 7.00 | | 1510.10 | 135.37 | 0.00 |
| 8.00 | | 1579.15 | 106.62 | 0.00 |
| 9.00 | | 1612.33 | 78.12 | 0.00 |
| 9.50 | mezzeria | 1615.58 | -42.67 | 0.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|-------|----------|---------|---------|------|
| 10.00 | 1612.33 | -78.12 | 0.00 | |
| 11.00 | 1579.15 | -106.62 | 0.00 | |
| 12.00 | 1510.10 | -135.37 | 0.00 | |
| 13.00 | 1403.45 | -164.38 | 0.00 | |
| 14.00 | 1261.23 | -193.63 | 0.00 | |
| 15.00 | 1081.69 | -223.14 | 0.00 | |
| 16.00 | 866.01 | -252.89 | 0.00 | |
| 17.00 | 613.88 | -282.90 | 0.00 | |
| 18.00 | 324.73 | -313.16 | 0.00 | |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -343.67 | 0.00 |

7.2.2.7 Seconda fase - S.L.E. Quasi permanente 2^a fase

$$E_d = E\{ SG_{k,2afase} + \gamma_2 \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

| Sez.X | Descrizione | M [KN·m] | V [KN] | T [KN·m] |
|-------|-------------|----------|--------|----------|
| 0.00 | testata | 0.00 | 189.53 | 0.00 |
| 1.00 | | 179.18 | 169.58 | 0.00 |
| 2.00 | | 338.95 | 149.63 | 0.00 |
| 3.00 | | 478.51 | 129.68 | 0.00 |
| 4.00 | | 598.18 | 109.73 | 0.00 |
| 5.00 | | 698.11 | 89.78 | 0.00 |
| 6.00 | mezzeria | 777.68 | 69.83 | 0.00 |
| 7.00 | | 837.83 | 49.88 | 0.00 |
| 8.00 | | 877.45 | 29.93 | 0.00 |
| 9.00 | | 897.50 | 9.98 | 0.00 |
| 9.50 | mezzeria | 900.24 | 0.00 | 0.00 |
| 10.00 | | 897.50 | -9.97 | 0.00 |
| 11.00 | | 877.45 | -29.92 | 0.00 |
| 12.00 | | 837.83 | -49.87 | 0.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|-------|----------|--------|---------|------|
| 13.00 | | 777.68 | -69.82 | 0.00 |
| 14.00 | | 698.11 | -89.77 | 0.00 |
| 15.00 | | 598.18 | -109.72 | 0.00 |
| 16.00 | | 478.51 | -129.67 | 0.00 |
| 17.00 | | 338.95 | -149.62 | 0.00 |
| 18.00 | | 179.18 | -169.57 | 0.00 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -189.52 | 0.00 |

8 Sollecitazioni sulla soletta

8.1 Valori caratteristici M

8.1.1 Effetto globale

8.1.1.1 Carichi permanenti

| Sez. | Descrizione | peso cordoli [KN·m/m] | Perm Portati [KN·m/m] |
|-------|--------------|-----------------------|-----------------------|
| -7.00 | estremità dx | 0.00 | 0.00 |
| -7.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -6.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -5.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -4.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -3.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -2.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -1.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 0.00 | asse travi | 0.00 | 0.00 |
| 1.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 2.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 3.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 4.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 5.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 6.00 | | 0.00 | 0.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | |
|-------------------|------|------|--|
| 7.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 7.00 estremità sx | 0.00 | 0.00 | |

8.1.1.2 Carichi da traffico

| Sez. | Descrizione | Tandem-TS | |
|-------|--------------|---------------|---------------|
| | | Mmax [KN·m/m] | Mmin [KN·m/m] |
| -7.00 | estremità dx | 0.99 | -0.13 |
| -7.00 | | 0.99 | -0.13 |
| -6.00 | | 9.41 | -1.33 |
| -5.00 | | 22.56 | -4.03 |
| -4.00 | | 24.07 | -17.11 |
| -3.00 | | 28.73 | -28.79 |
| -2.00 | | 30.83 | -33.45 |
| -1.00 | | 29.43 | -33.44 |
| 0.00 | asse travi | 29.48 | -31.62 |
| 1.00 | | 29.43 | -33.44 |
| 2.00 | | 30.83 | -33.45 |
| 3.00 | | 28.73 | -28.79 |
| 4.00 | | 21.14 | -17.11 |
| 5.00 | | 16.86 | -4.03 |
| 6.00 | | 4.10 | -1.33 |
| 7.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 7.00 | estremità sx | 0.00 | 0.00 |

| Sez. | Descrizione | Distribuito-UDL | |
|-------|--------------|-----------------|---------------|
| | | Mmax [KN·m/m] | Mmin [KN·m/m] |
| -7.00 | estremità dx | 0.49 | -0.06 |
| -7.00 | | 0.49 | -0.06 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | |
|-------|--------------|-------|--------|
| -6.00 | | 4.65 | -0.72 |
| -5.00 | | 11.18 | -4.76 |
| -4.00 | | 23.10 | -9.44 |
| -3.00 | | 29.80 | -15.30 |
| -2.00 | | 30.91 | -16.59 |
| -1.00 | | 30.99 | -15.45 |
| 0.00 | asse travi | 30.94 | -14.48 |
| 1.00 | | 30.99 | -15.86 |
| 2.00 | | 30.91 | -16.40 |
| 3.00 | | 29.80 | -14.33 |
| 4.00 | | 26.00 | -7.00 |
| 5.00 | | 8.49 | -3.76 |
| 6.00 | | 3.02 | -0.48 |
| 7.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 7.00 | estremità sx | 0.00 | 0.00 |

| Sez. | Descrizione | gruppo 1 (tab.5.1.IV) | |
|-------|--------------|-----------------------|---------------|
| | | Mmax [KN·m/m] | Mmin [KN·m/m] |
| -7.00 | estremità dx | 1.48 | -0.19 |
| -7.00 | | 1.48 | -0.19 |
| -6.00 | | 14.06 | -1.99 |
| -5.00 | | 33.74 | -7.93 |
| -4.00 | | 47.18 | -25.85 |
| -3.00 | | 58.53 | -43.40 |
| -2.00 | | 61.74 | -50.01 |
| -1.00 | | 60.42 | -49.20 |
| 0.00 | asse travi | 60.42 | -45.41 |
| 1.00 | | 60.42 | -49.20 |
| 2.00 | | 61.74 | -50.01 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|-------------------|-------|--------|
| 3.00 | 58.53 | -43.40 |
| 4.00 | 47.14 | -25.85 |
| 5.00 | 25.35 | -7.93 |
| 6.00 | 7.12 | -1.99 |
| 7.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7.00 estremità sx | 0.00 | 0.00 |

8.1.2 Effetto locale

| | |
|--|-----------|
| Luce Soletta | 0.00 |
| Carico per ruota - schema 2 | 0.00 |
| Interasse ruote | 0.00 |
| Dimensioni impronta ruota LX x BY | 0.00x0.00 |
| Larghezza impronta a metà spessore soletta | 0.00 |
| Lunghezza influenza | 0.00 |

Momento flettente trasversale [KN·m/m] (positivo tende le fibre inferiori):

| | M max | M min |
|---|-------|-------|
| effetto locale permanenti strutturali | 0.00 | 0.00 |
| effetto locale permanenti non strutturali | 0.00 | 0.00 |
| effetto locale LM2 | 0.00 | 0.00 |

8.2 Valori di combinazione

8.2.1 Stati Limite Ultimi

8.2.1.1 Persistenti/Transitorie (P/T)

$$Ed = E\{ SgG_{,sup} \cdot G_{k,i} \}$$

$$Ed = E\{ SgG_{,inf} \cdot G_{k,i} \}$$

$$Ed = E\{ SgG_{,sup} \cdot G_{k,i} + g_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

$$Ed = E\{ SgG_{,inf} \cdot G_{k,i} + g_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanese" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| Sez. | Descrizione | Mmax [KN·m/m] | Mmin [KN·m/m] |
|-------|--------------|---------------|---------------|
| -7.00 | estremità dx | 0.32 | -2.62 |
| -7.00 | | 0.32 | -2.62 |
| -6.00 | | 21.08 | -2.99 |
| -5.00 | | 50.61 | -11.89 |
| -4.00 | | 70.77 | -38.77 |
| -3.00 | | 87.80 | -65.10 |
| -2.00 | | 92.61 | -75.01 |
| -1.00 | | 90.63 | -73.81 |
| 0.00 | asse travi | 90.63 | -68.12 |
| 1.00 | | 90.63 | -73.81 |
| 2.00 | | 92.61 | -75.01 |
| 3.00 | | 87.80 | -65.10 |
| 4.00 | | 70.71 | -38.77 |
| 5.00 | | 38.02 | -11.89 |
| 6.00 | | 10.69 | -2.99 |
| 7.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 7.00 | estremità sx | 0.00 | 0.00 |

8.2.2 Stati Limite di Esercizio

8.2.2.1 Combinazioni Rare

$$Ed = E\{ SGk,2afase + Qk,gruppo 1 \}$$

| Sez. | Descrizione | Mmax [KN·m/m] | Mmin [KN·m/m] |
|-------|--------------|---------------|---------------|
| -7.00 | estremità dx | 0.21 | -1.75 |
| -7.00 | | 0.21 | -1.75 |
| -6.00 | | 14.06 | -1.99 |
| -5.00 | | 33.74 | -7.93 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | |
|-------|--------------|-------|--------|
| -4.00 | | 47.18 | -25.85 |
| -3.00 | | 58.53 | -43.40 |
| -2.00 | | 61.74 | -50.01 |
| -1.00 | | 60.42 | -49.20 |
| 0.00 | asse travi | 60.42 | -45.41 |
| 1.00 | | 60.42 | -49.20 |
| 2.00 | | 61.74 | -50.01 |
| 3.00 | | 58.53 | -43.40 |
| 4.00 | | 47.14 | -25.85 |
| 5.00 | | 25.35 | -7.93 |
| 6.00 | | 7.12 | -1.99 |
| 7.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 7.00 | estremità sx | 0.00 | 0.00 |

8.2.2.2 Combinazioni Frequenti

$$Ed = E\{ SGk,2afase + y1 \cdot Qk,gruppo 1 \}$$

| Sez. | Descrizione | Mmax [KN·m/m] | Mmin [KN·m/m] |
|-------|--------------|---------------|---------------|
| -7.00 | estremità dx | 0.16 | -1.31 |
| -7.00 | | 0.16 | -1.31 |
| -6.00 | | 10.54 | -1.49 |
| -5.00 | | 25.30 | -5.95 |
| -4.00 | | 35.38 | -19.39 |
| -3.00 | | 43.90 | -32.55 |
| -2.00 | | 46.30 | -37.51 |
| -1.00 | | 45.32 | -36.90 |
| 0.00 | asse travi | 45.32 | -34.06 |
| 1.00 | | 45.32 | -36.90 |
| 2.00 | | 46.30 | -37.51 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | |
|------|--------------|--------|------|
| 3.00 | 43.90 | -32.55 | |
| 4.00 | 35.35 | -19.39 | |
| 5.00 | 19.01 | -5.95 | |
| 6.00 | 5.34 | -1.49 | |
| 7.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 7.00 | estremità sx | 0.00 | 0.00 |

8.2.2.3 Combinazioni Quasi Permanenti

$$E_d = E\{ S G_{k,2afase} + y_2 \cdot Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

| Sez. | Descrizione | Mmax [KN·m/m] | Mmin [KN·m/m] |
|-------|--------------|---------------|---------------|
| -7.00 | estremità dx | 0.00 | 0.00 |
| -7.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -6.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -5.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -4.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -3.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -2.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -1.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 0.00 | asse travi | 0.00 | 0.00 |
| 1.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 2.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 3.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 4.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 5.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 6.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 7.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 7.00 | estremità sx | 0.00 | 0.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

9 Azioni sugli appoggi

9.1 Forze Orizzontali

Azione del vento :

| | |
|---------------------------------|--------------------------|
| Altezza barriera | 0.00[m] |
| Pressione cinetica | 0.00[KN/m ²] |
| Forza totale sull'impalcato Fyw | 0.00[KN] |

Azione longitudinale di frenamento q3 :

| | |
|---------------------------------|------------|
| Forza totale sull'impalcato Fxq | 411.30[KN] |
|---------------------------------|------------|

Azione centrifuga: (q4 - D.M. 17 gennaio 2018 - 5.1.3.6)

| | |
|---------------------------------|----------|
| Raggio di curvatura | 0.00[m] |
| Forza totale sull'impalcato Fyq | 0.00[KN] |

9.2 Valori caratteristici reazioni verticali

9.2.1 Carichi di 1a fase

| Trave | peso trave [KN] | peso soletta+traversi [KN] |
|-------|-----------------|----------------------------|
| 1 | 116.95 | 51.19 |
| 2 | 116.95 | 51.19 |
| 3 | 116.95 | 51.19 |
| 4 | 116.95 | 51.19 |
| 5 | 116.95 | 51.19 |
| 6 | 116.95 | 51.19 |
| 7 | 116.95 | 51.19 |
| 8 | 116.95 | 51.19 |
| 9 | 116.95 | 51.19 |
| 10 | 116.95 | 51.19 |

| | | |
|--|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|----|--------|-------|
| 11 | 116.95 | 51.19 |
| 12 | 116.95 | 51.19 |
| 13 | 116.95 | 51.19 |
| 14 | 116.95 | 51.19 |
| 15 | 116.95 | 51.19 |
| 16 | 116.95 | 51.19 |
| 17 | 116.95 | 51.19 |
| 18 | 116.95 | 51.19 |
| 19 | 116.95 | 51.19 |
| 20 | 116.95 | 51.19 |

9.2.2 Carichi permanenti di 2a fase

| Trave | peso cordoli [KN] | permanenti portati [KN] |
|-------|-------------------|-------------------------|
| 1 | 0.00 | 194.51 |
| 2 | 0.00 | 194.51 |
| 3 | 0.00 | 194.51 |
| 4 | 0.00 | 194.51 |
| 5 | 0.00 | 194.51 |
| 6 | 0.00 | 194.51 |
| 7 | 0.00 | 194.51 |
| 8 | 0.00 | 194.51 |
| 9 | 0.00 | 194.51 |
| 10 | 0.00 | 194.51 |
| 11 | 0.00 | 194.51 |
| 12 | 0.00 | 194.51 |
| 13 | 0.00 | 194.51 |
| 14 | 0.00 | 194.51 |
| 15 | 0.00 | 194.51 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|----|------|--------|
| 16 | 0.00 | 194.51 |
| 17 | 0.00 | 194.51 |
| 18 | 0.00 | 194.51 |
| 19 | 0.00 | 194.51 |
| 20 | 0.00 | 194.51 |

9.2.3 Carichi da traffico

| Trave | Tandem-TS [KN] | Distribuito-UDL [KN] | Folla Marciapiedi [KN] |
|-------|----------------|----------------------|------------------------|
| 1 | 145.06 | 60.47 | 0.00 |
| 2 | 136.06 | 54.88 | 0.00 |
| 3 | 125.89 | 48.81 | 0.00 |
| 4 | 114.19 | 42.15 | 0.00 |
| 5 | 101.99 | 35.48 | 0.00 |
| 6 | 89.73 | 29.15 | 0.00 |
| 7 | 77.12 | 23.26 | 0.00 |
| 8 | 63.81 | 17.82 | 0.00 |
| 9 | 50.69 | 13.00 | 0.00 |
| 10 | 38.57 | 8.92 | 0.00 |
| 11 | 27.90 | 5.59 | 0.00 |
| 12 | 18.87 | 2.99 | 0.00 |
| 13 | 11.46 | 1.02 | 0.00 |
| 14 | 5.54 | -0.42 | 0.00 |
| 15 | 0.88 | -1.42 | 0.00 |
| 16 | -2.79 | -2.11 | 0.00 |
| 17 | -5.73 | -2.58 | 0.00 |
| 18 | -8.20 | -2.91 | 0.00 |
| 19 | -10.40 | -3.17 | 0.00 |
| 20 | -12.51 | -3.39 | 0.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

9.3 Combinazioni

9.3.1 Combinazioni SLU P/T

$$Ed = E\{ SgG,inf \cdot Gk,i \}$$

$$Ed = E\{ SgG,sup \cdot Gk,i + gQ,traffico \cdot Qk,gruppo\ 1 + y0 \cdot gW \cdot Wk \}$$

$$Ed = E\{ SgG,sup \cdot Gk,i + gW \cdot Wk + y0 \cdot gQ,traffico \cdot Qk,gruppo\ 1 \}$$

| Trave | Rz max [KN] | Rz min [KN] |
|-------|-------------|-------------|
| 1 | 779.74 | 471.45 |
| 2 | 757.87 | 471.45 |
| 3 | 733.50 | 471.45 |
| 4 | 705.96 | 471.45 |
| 5 | 677.66 | 471.45 |
| 6 | 649.76 | 471.45 |
| 7 | 622.01 | 471.45 |
| 8 | 593.89 | 471.45 |
| 9 | 566.98 | 471.45 |
| 10 | 542.68 | 471.45 |
| 11 | 521.69 | 471.45 |
| 12 | 504.23 | 471.45 |
| 13 | 490.17 | 471.45 |
| 14 | 479.14 | 471.45 |
| 15 | 470.83 | 471.45 |
| 16 | 465.93 | 471.45 |
| 17 | 462.10 | 471.45 |
| 18 | 458.95 | 471.45 |
| 19 | 456.18 | 471.45 |
| 20 | 453.56 | 471.45 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanese" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Reazione laterale su spalla $R_y = 0.00$

Reazione longitudinale totale $R_x = 616.95$

9.3.2 SLE Rare

$$E_d = E\{ SG_{k,i} + Q_{k,gruppo\ 1} + y_{0,W} \cdot W_k \}$$

$$E_d = E\{ SG_{k,i} + W_k + y_{0,W} \cdot Q_{k,gruppo\ 2} \}$$

$$E_d = E\{ SG_{k,i} + Q_{k,gruppo\ 2} + y_{0,W} \cdot W_k \}$$

| Trave | Rz max [KN] | Rz min [KN] |
|-------|-------------|-------------|
| 1 | 568.18 | 362.65 |
| 2 | 553.60 | 362.65 |
| 3 | 537.36 | 362.65 |
| 4 | 519.00 | 362.65 |
| 5 | 500.13 | 362.65 |
| 6 | 481.53 | 362.65 |
| 7 | 463.03 | 362.65 |
| 8 | 444.28 | 362.65 |
| 9 | 426.34 | 362.65 |
| 10 | 410.14 | 362.65 |
| 11 | 396.15 | 362.65 |
| 12 | 384.51 | 362.65 |
| 13 | 375.13 | 362.65 |
| 14 | 367.78 | 362.65 |
| 15 | 362.65 | 362.11 |
| 16 | 362.65 | 357.75 |
| 17 | 362.65 | 354.34 |
| 18 | 362.65 | 351.55 |
| 19 | 362.65 | 349.08 |
| 20 | 362.65 | 346.75 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanese" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Reazione laterale su spalla $R_y = 0.00$

Reazione longitudinale totale $R_x = 411.30$

9.3.3 SLE Frequenti

$$E_d = E\{ SG_{k,i} + y_1 \cdot Q_{k,gruppo\ 1} + y_2 \cdot W \cdot W_k \}$$

$$E_d = E\{ SG_{k,i} + y_1 \cdot W \cdot W_k + y_2 \cdot Q_{k,gruppo\ 2} \}$$

$$E_d = E\{ SG_{k,i} + y_1 \cdot Q_{k,gruppo\ 2} + y_2 \cdot W \cdot W_k \}$$

| Trave | Rz max [KN] | Rz min [KN] |
|-------|-------------|-------------|
| 1 | 516.80 | 362.65 |
| 2 | 505.86 | 362.65 |
| 3 | 493.68 | 362.65 |
| 4 | 479.91 | 362.65 |
| 5 | 465.76 | 362.65 |
| 6 | 451.81 | 362.65 |
| 7 | 437.93 | 362.65 |
| 8 | 423.87 | 362.65 |
| 9 | 410.42 | 362.65 |
| 10 | 398.27 | 362.65 |
| 11 | 387.78 | 362.65 |
| 12 | 379.05 | 362.65 |
| 13 | 372.01 | 362.65 |
| 14 | 366.50 | 362.65 |
| 15 | 362.65 | 362.24 |
| 16 | 362.65 | 358.98 |
| 17 | 362.65 | 356.42 |
| 18 | 362.65 | 354.32 |
| 19 | 362.65 | 352.48 |
| 20 | 362.65 | 350.73 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Reazione laterale su spalla $R_y = 0.00$

Reazione longitudinale totale $R_x = 0.00$

9.3.4 SLE Quasi permanenti

$$E_d = E\{ SG_{k,i} + y_2 \cdot Q_{k,gruppo\ 1} + y_2 \cdot W \cdot W_k \}$$

$$E_d = E\{ SG_{k,i} + y_2 \cdot Q_{k,gruppo\ 2} + y_2 \cdot W \cdot W_k \}$$

| Trave | Rz max [KN] | Rz min [KN] |
|-------|-------------|-------------|
| 1 | 362.65 | 362.65 |
| 2 | 362.65 | 362.65 |
| 3 | 362.65 | 362.65 |
| 4 | 362.65 | 362.65 |
| 5 | 362.65 | 362.65 |
| 6 | 362.65 | 362.65 |
| 7 | 362.65 | 362.65 |
| 8 | 362.65 | 362.65 |
| 9 | 362.65 | 362.65 |
| 10 | 362.65 | 362.65 |
| 11 | 362.65 | 362.65 |
| 12 | 362.65 | 362.65 |
| 13 | 362.65 | 362.65 |
| 14 | 362.65 | 362.65 |
| 15 | 362.65 | 362.65 |
| 16 | 362.65 | 362.65 |
| 17 | 362.65 | 362.65 |
| 18 | 362.65 | 362.65 |
| 19 | 362.65 | 362.65 |
| 20 | 362.65 | 362.65 |

Reazione laterale su spalla $R_y = 0.00$

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Reazione longitudinale totale $R_x = 0.00$

10 Azione sismica

10.1 Parametri per la determinazione dell'azione sismica

Categoria di sottosuolo B

Categoria topografica T1

Coeff. di combinazione sismica carichi da traffico $y_E = 0.0$

Forze orizzontali :

| | h | ag/g | Tc* | F0 |
|-----|------|-------|-------|-------|
| SLE | 1.00 | 0.032 | 0.307 | 2.729 |
| SLU | 1.00 | 0.061 | 0.371 | 2.976 |

Forze verticali :

| | h |
|-----|------|
| SLE | 1.00 |
| SLU | 1.00 |

Coefficiente di struttura $q = 1.00$

10.2 Spettro di risposta in accelerazione

Lo spettro di risposta elastico alle forze orizzontali, trasversali e longitudinali, viene assunto al valore massimo previsto dalla normativa, corrispondente al periodo TB.

Valore max coeff. amplificazione topografica $St = 1.00$ (Tab. 3.2.VI)

Accelerazione spettrale $Se(T) = ag \cdot Ss \cdot St \cdot h \cdot FO \cdot f(T)$

10.2.1 Forze orizzontali

Valori per SLE :

| | | | | |
|----|----|----|----|----|
| Ss | Cc | TB | TC | TD |
|----|----|----|----|----|

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

1.200 1.393 0.143 0.428 1.728

Spettro di risposta elastico in accelerazione S_e SLE,y= 0.1048

Forza sismica totale esercitata sugli appoggi FE SLE,y= ± 1520.15

Valori per SLU :

| Ss | Cc | TB | TC | TD |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1.200 | 1.341 | 0.166 | 0.498 | 1.844 |

Spettro di risposta elastico in accelerazione S_e SLU,y= 0.2178

Forza sismica totale esercitata sugli appoggi FE SLU,y= ± 3160.06

10.2.2 Forze verticali

TB = 0.050

TC = 0.150

TD = 1.000

Valori per SLE

Ss = 1.000

Fattore di amplificazione spettrale massima $F_v = 0.659$

Spettro di risposta elastico in accelerazione $S_{ve} = 0.0211$

Valori per SLU

Ss = 1.000

Fattore di amplificazione spettrale massima $F_v = 0.992$

Spettro di risposta elastico in accelerazione $S_{ve} = 0.0605$

10.3 Azioni sismiche SLE

10.3.1 Trave 1

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

10.3.1.1 Azione sismica caratteristica

| Sez. | Descrizione | Mmax | Vmax | Tmax |
|-------|-------------|-------|-------|------|
| 0.00 | testata | 0.00 | 7.45 | 0.00 |
| 1.00 | | 7.05 | 6.67 | 0.00 |
| 2.00 | | 13.33 | 5.88 | 0.00 |
| 3.00 | | 18.81 | 5.10 | 0.00 |
| 4.00 | | 23.52 | 4.31 | 0.00 |
| 5.00 | | 27.45 | 3.53 | 0.00 |
| 6.00 | mezzeria | 30.58 | 2.75 | 0.00 |
| 7.00 | | 32.94 | 1.96 | 0.00 |
| 8.00 | | 34.50 | 1.18 | 0.00 |
| 9.00 | | 35.29 | 0.39 | 0.00 |
| 9.50 | mezzeria | 35.40 | 0.00 | 0.00 |
| 10.00 | | 35.29 | -0.39 | 0.00 |
| 11.00 | | 34.50 | -1.18 | 0.00 |
| 12.00 | | 32.94 | -1.96 | 0.00 |
| 13.00 | | 30.58 | -2.75 | 0.00 |
| 14.00 | | 27.45 | -3.53 | 0.00 |
| 15.00 | | 23.52 | -4.31 | 0.00 |
| 16.00 | | 18.81 | -5.10 | 0.00 |
| 17.00 | | 13.33 | -5.88 | 0.00 |
| 18.00 | | 7.05 | -6.67 | 0.00 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -7.45 | 0.00 |

| Sez. | Descrizione | Mmin | Vmin | Tmin |
|------|-------------|--------|-------|------|
| 0.00 | testata | 0.00 | -7.45 | 0.00 |
| 1.00 | | -7.05 | -6.67 | 0.00 |
| 2.00 | | -13.33 | -5.88 | 0.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|-------|----------|--------|-------|------|
| 3.00 | | -18.81 | -5.10 | 0.00 |
| 4.00 | | -23.52 | -4.31 | 0.00 |
| 5.00 | | -27.45 | -3.53 | 0.00 |
| 6.00 | mezzeria | -30.58 | -2.75 | 0.00 |
| 7.00 | | -32.94 | -1.96 | 0.00 |
| 8.00 | | -34.50 | -1.18 | 0.00 |
| 9.00 | | -35.29 | -0.39 | 0.00 |
| 9.50 | mezzeria | -35.40 | 0.00 | 0.00 |
| 10.00 | | -35.29 | 0.39 | 0.00 |
| 11.00 | | -34.50 | 1.18 | 0.00 |
| 12.00 | | -32.94 | 1.96 | 0.00 |
| 13.00 | | -30.58 | 2.75 | 0.00 |
| 14.00 | | -27.45 | 3.53 | 0.00 |
| 15.00 | | -23.52 | 4.31 | 0.00 |
| 16.00 | | -18.81 | 5.10 | 0.00 |
| 17.00 | | -13.33 | 5.88 | 0.00 |
| 18.00 | | -7.05 | 6.67 | 0.00 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | 7.45 | 0.00 |

10.3.1.2 Combinazione sismica

| Sez. | Descrizione | Mmax | Vmax | Tmax |
|------|-------------|--------|--------|------|
| 0.00 | testata | 0.00 | 196.98 | 0.00 |
| 1.00 | | 186.23 | 176.24 | 0.00 |
| 2.00 | | 352.28 | 155.51 | 0.00 |
| 3.00 | | 497.32 | 134.77 | 0.00 |
| 4.00 | | 621.70 | 114.04 | 0.00 |
| 5.00 | | 725.56 | 93.30 | 0.00 |
| 6.00 | mezzeria | 808.25 | 72.57 | 0.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|-------|----------|--------|---------|------|
| 7.00 | | 870.77 | 51.84 | 0.00 |
| 8.00 | | 911.95 | 31.10 | 0.00 |
| 9.00 | | 932.79 | 10.37 | 0.00 |
| 9.50 | mezzeria | 935.64 | 0.00 | 0.00 |
| 10.00 | | 932.79 | -10.37 | 0.00 |
| 11.00 | | 911.95 | -31.10 | 0.00 |
| 12.00 | | 870.77 | -51.84 | 0.00 |
| 13.00 | | 808.25 | -72.57 | 0.00 |
| 14.00 | | 725.56 | -93.30 | 0.00 |
| 15.00 | | 621.70 | -114.04 | 0.00 |
| 16.00 | | 497.32 | -134.77 | 0.00 |
| 17.00 | | 352.28 | -155.51 | 0.00 |
| 18.00 | | 186.23 | -176.24 | 0.00 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -196.98 | 0.00 |

| Sez. | Descrizione | Mmin | Vmin | Tmin |
|-------|-------------|------|------|------|
| 0.00 | testata | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6.00 | mezzeria | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 8.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9.50 | mezzeria | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 10.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catane" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|-------|----------|------|------|------|
| 12.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 13.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 14.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 15.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 16.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 17.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

10.3.2 Traverso

10.3.2.1 Azione sismica caratteristica

| Sez. | Descrizione | Mmax | Mmin |
|-------|--------------|------|------|
| -7.00 | estremità dx | 0.00 | 0.00 |
| -7.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -6.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -5.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -4.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -3.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -2.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -1.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 0.00 | asse travi | 0.00 | 0.00 |
| 1.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 2.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 3.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 4.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 5.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 6.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 7.00 | | 0.00 | 0.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

7.00 estremità sx 0.00 0.00

10.3.2.2 Combinazione sismica

| Sez. | Descrizione | Mmax | Mmin |
|-------|--------------|------|------|
| -7.00 | estremità dx | 0.00 | 0.00 |
| -7.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -6.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -5.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -4.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -3.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -2.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -1.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 0.00 | asse travi | 0.00 | 0.00 |
| 1.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 2.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 3.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 4.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 5.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 6.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 7.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 7.00 | estremità sx | 0.00 | 0.00 |

10.3.3 Appoggi

10.3.3.1 Azione sismica caratteristica

Azione verticale [KN]

| Trave | valori massimi | | valori minimi | |
|-------|----------------|----------------|---------------|----------------|
| | Permanenti | Traff. yE=0.00 | Permanenti | Traff. yE=0.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|----|------|------|-------|------|
| 1 | 7.65 | 0.00 | -7.65 | 0.00 |
| 2 | 7.65 | 0.00 | -7.65 | 0.00 |
| 3 | 7.65 | 0.00 | -7.65 | 0.00 |
| 4 | 7.65 | 0.00 | -7.65 | 0.00 |
| 5 | 7.65 | 0.00 | -7.65 | 0.00 |
| 6 | 7.65 | 0.00 | -7.65 | 0.00 |
| 7 | 7.65 | 0.00 | -7.65 | 0.00 |
| 8 | 7.65 | 0.00 | -7.65 | 0.00 |
| 9 | 7.65 | 0.00 | -7.65 | 0.00 |
| 10 | 7.65 | 0.00 | -7.65 | 0.00 |
| 11 | 7.65 | 0.00 | -7.65 | 0.00 |
| 12 | 7.65 | 0.00 | -7.65 | 0.00 |
| 13 | 7.65 | 0.00 | -7.65 | 0.00 |
| 14 | 7.65 | 0.00 | -7.65 | 0.00 |
| 15 | 7.65 | 0.00 | -7.65 | 0.00 |
| 16 | 7.65 | 0.00 | -7.65 | 0.00 |
| 17 | 7.65 | 0.00 | -7.65 | 0.00 |
| 18 | 7.65 | 0.00 | -7.65 | 0.00 |
| 19 | 7.65 | 0.00 | -7.65 | 0.00 |
| 20 | 7.65 | 0.00 | -7.65 | 0.00 |

Azione orizzontale [KN]

| | | | | |
|--|----------------------------|--------------------------------|---------|------|
| | trasversale su ogni spalla | longitudinale intero impalcato | | |
| | Permanenti Traff. yE=0.00 | Permanenti Traff. yE=0.00 | | |
| | 760.07 | 0.00 | 1520.15 | 0.00 |

10.3.3.2 Combinazione sismica

Azione verticale [KN]

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| Trave | Rz vert.max | Rz vert. min |
|-------|-------------|--------------|
| 1 | 370.30 | 355.00 |
| 2 | 370.30 | 355.00 |
| 3 | 370.30 | 355.00 |
| 4 | 370.30 | 355.00 |
| 5 | 370.30 | 355.00 |
| 6 | 370.30 | 355.00 |
| 7 | 370.30 | 355.00 |
| 8 | 370.30 | 355.00 |
| 9 | 370.30 | 355.00 |
| 10 | 370.30 | 355.00 |
| 11 | 370.30 | 355.00 |
| 12 | 370.30 | 355.00 |
| 13 | 370.30 | 355.00 |
| 14 | 370.30 | 355.00 |
| 15 | 370.30 | 355.00 |
| 16 | 370.30 | 355.00 |
| 17 | 370.30 | 355.00 |
| 18 | 370.30 | 355.00 |
| 19 | 370.30 | 355.00 |
| 20 | 370.30 | 355.00 |

Azione orizzontale [KN]

| | reazioni massime | reazioni minime |
|-----------------------------------|------------------|-----------------|
| Reazione longitudinale totale | 1520.15 | -1520.15 |
| Reazione trasversale su ogni pila | 760.07 | -760.07 |

10.4 Azioni sismiche SLU

10.4.1 Trave 1

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

10.4.1.1 Azione sismica caratteristica

| Sez. | Descrizione | Mmax | Vmax | Tmax |
|-------|-------------|--------|--------|------|
| 0.00 | testata | 0.00 | 21.39 | 0.00 |
| 1.00 | | 20.22 | 19.14 | 0.00 |
| 2.00 | | 38.25 | 16.89 | 0.00 |
| 3.00 | | 54.00 | 14.63 | 0.00 |
| 4.00 | | 67.50 | 12.38 | 0.00 |
| 5.00 | | 78.78 | 10.13 | 0.00 |
| 6.00 | mezzeria | 87.76 | 7.88 | 0.00 |
| 7.00 | | 94.55 | 5.63 | 0.00 |
| 8.00 | | 99.02 | 3.38 | 0.00 |
| 9.00 | | 101.28 | 1.13 | 0.00 |
| 9.50 | mezzeria | 101.59 | 0.00 | 0.00 |
| 10.00 | | 101.28 | -1.13 | 0.00 |
| 11.00 | | 99.02 | -3.38 | 0.00 |
| 12.00 | | 94.55 | -5.63 | 0.00 |
| 13.00 | | 87.76 | -7.88 | 0.00 |
| 14.00 | | 78.78 | -10.13 | 0.00 |
| 15.00 | | 67.50 | -12.38 | 0.00 |
| 16.00 | | 54.00 | -14.63 | 0.00 |
| 17.00 | | 38.25 | -16.89 | 0.00 |
| 18.00 | | 20.22 | -19.14 | 0.00 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -21.39 | 0.00 |

| Sez. | Descrizione | Mmin | Vmin | Tmin |
|------|-------------|--------|--------|------|
| 0.00 | testata | 0.00 | -21.39 | 0.00 |
| 1.00 | | -20.22 | -19.14 | 0.00 |
| 2.00 | | -38.25 | -16.89 | 0.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|-------|----------|---------|--------|------|
| 3.00 | | -54.00 | -14.63 | 0.00 |
| 4.00 | | -67.50 | -12.38 | 0.00 |
| 5.00 | | -78.78 | -10.13 | 0.00 |
| 6.00 | mezzeria | -87.76 | -7.88 | 0.00 |
| 7.00 | | -94.55 | -5.63 | 0.00 |
| 8.00 | | -99.02 | -3.38 | 0.00 |
| 9.00 | | -101.28 | -1.13 | 0.00 |
| 9.50 | mezzeria | -101.59 | 0.00 | 0.00 |
| 10.00 | | -101.28 | 1.13 | 0.00 |
| 11.00 | | -99.02 | 3.38 | 0.00 |
| 12.00 | | -94.55 | 5.63 | 0.00 |
| 13.00 | | -87.76 | 7.88 | 0.00 |
| 14.00 | | -78.78 | 10.13 | 0.00 |
| 15.00 | | -67.50 | 12.38 | 0.00 |
| 16.00 | | -54.00 | 14.63 | 0.00 |
| 17.00 | | -38.25 | 16.89 | 0.00 |
| 18.00 | | -20.22 | 19.14 | 0.00 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | 21.39 | 0.00 |

10.4.1.2 Combinazione sismica

$$E_d = E\{ SG_{k,i} + y_2 \cdot E \cdot Q_{k,gruppo} \pm AE, SLU \}$$

| Sez. | Descrizione | Mmax | Vmax | Tmax |
|------|-------------|---------|--------|------|
| 0.00 | testata | 0.00 | 374.74 | 0.00 |
| 1.00 | | 354.30 | 335.30 | 0.00 |
| 2.00 | | 670.20 | 295.85 | 0.00 |
| 3.00 | | 946.14 | 256.40 | 0.00 |
| 4.00 | | 1182.76 | 216.96 | 0.00 |
| 5.00 | | 1380.35 | 177.51 | 0.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|-------|----------|---------|---------|------|
| 6.00 | mezzeria | 1537.68 | 138.06 | 0.00 |
| 7.00 | | 1656.61 | 98.62 | 0.00 |
| 8.00 | | 1734.96 | 59.17 | 0.00 |
| 9.00 | | 1774.60 | 19.72 | 0.00 |
| 9.50 | mezzeria | 1780.03 | 0.00 | 0.00 |
| 10.00 | | 1774.60 | -19.72 | 0.00 |
| 11.00 | | 1734.96 | -59.17 | 0.00 |
| 12.00 | | 1656.61 | -98.62 | 0.00 |
| 13.00 | | 1537.68 | -138.06 | 0.00 |
| 14.00 | | 1380.35 | -177.51 | 0.00 |
| 15.00 | | 1182.76 | -216.96 | 0.00 |
| 16.00 | | 946.14 | -256.40 | 0.00 |
| 17.00 | | 670.20 | -295.85 | 0.00 |
| 18.00 | | 354.30 | -335.30 | 0.00 |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -374.74 | 0.00 |

| Sez. | Descrizione | Mmin | Vmin | Tmin |
|-------|-------------|---------|--------|------|
| 0.00 | testata | 0.00 | 331.97 | 0.00 |
| 1.00 | | 313.85 | 297.02 | 0.00 |
| 2.00 | | 593.70 | 262.08 | 0.00 |
| 3.00 | | 838.14 | 227.13 | 0.00 |
| 4.00 | | 1047.75 | 192.19 | 0.00 |
| 5.00 | | 1222.79 | 157.25 | 0.00 |
| 6.00 | mezzeria | 1362.15 | 122.30 | 0.00 |
| 7.00 | | 1467.51 | 87.36 | 0.00 |
| 8.00 | | 1536.92 | 52.42 | 0.00 |
| 9.00 | | 1572.03 | 17.47 | 0.00 |
| 9.50 | mezzeria | 1576.84 | 0.00 | 0.00 |
| 10.00 | | 1572.03 | -17.47 | 0.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catane"se" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|-------|----------|---------|---------|------|
| 11.00 | 1536.92 | -52.42 | 0.00 | |
| 12.00 | 1467.51 | -87.36 | 0.00 | |
| 13.00 | 1362.15 | -122.30 | 0.00 | |
| 14.00 | 1222.79 | -157.25 | 0.00 | |
| 15.00 | 1047.75 | -192.19 | 0.00 | |
| 16.00 | 838.14 | -227.13 | 0.00 | |
| 17.00 | 593.70 | -262.08 | 0.00 | |
| 18.00 | 313.85 | -297.02 | 0.00 | |
| 19.00 | appoggio | 0.00 | -331.97 | 0.00 |

10.4.2 Traverso

10.4.2.1 Azione sismica caratteristica

| Sez. | Descrizione | Mmax | Mmin |
|-------|--------------|------|------|
| -7.00 | estremità dx | 0.00 | 0.00 |
| -7.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -6.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -5.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -4.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -3.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -2.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -1.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 0.00 | mezzeria | 0.00 | 0.00 |
| 1.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 2.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 3.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 4.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 5.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 6.00 | | 0.00 | 0.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|-------------------|------|------|
| 7.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7.00 estremità sx | 0.00 | 0.00 |

10.4.2.2 Combinazione sismica

$$E_d = E\{ SGk,i + y_2, E \cdot Q_{k, gruppo} 1 \pm AE, SLU \}$$

| Sez. | Descrizione | Mmax | Mmin |
|-------|--------------|------|------|
| -7.00 | estremità dx | 0.00 | 0.00 |
| -7.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -6.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -5.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -4.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -3.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -2.00 | | 0.00 | 0.00 |
| -1.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 0.00 | mezzeria | 0.00 | 0.00 |
| 1.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 2.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 3.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 4.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 5.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 6.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 7.00 | | 0.00 | 0.00 |
| 7.00 | estremità sx | 0.00 | 0.00 |

10.4.3 Appoggi

10.4.3.1 Azione sismica caratteristica

Azione verticale [KN]

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| Trave | valori massimi | | valori minimi | |
|-------|----------------|----------------|---------------|----------------|
| | Permanenti | Traff. yE=0.00 | Permanenti | Traff. yE=0.00 |
| 1 | 21.95 | 0.00 | -21.95 | 0.00 |
| 2 | 21.95 | 0.00 | -21.95 | 0.00 |
| 3 | 21.95 | 0.00 | -21.95 | 0.00 |
| 4 | 21.95 | 0.00 | -21.95 | 0.00 |
| 5 | 21.95 | 0.00 | -21.95 | 0.00 |
| 6 | 21.95 | 0.00 | -21.95 | 0.00 |
| 7 | 21.95 | 0.00 | -21.95 | 0.00 |
| 8 | 21.95 | 0.00 | -21.95 | 0.00 |
| 9 | 21.95 | 0.00 | -21.95 | 0.00 |
| 10 | 21.95 | 0.00 | -21.95 | 0.00 |
| 11 | 21.95 | 0.00 | -21.95 | 0.00 |
| 12 | 21.95 | 0.00 | -21.95 | 0.00 |
| 13 | 21.95 | 0.00 | -21.95 | 0.00 |
| 14 | 21.95 | 0.00 | -21.95 | 0.00 |
| 15 | 21.95 | 0.00 | -21.95 | 0.00 |
| 16 | 21.95 | 0.00 | -21.95 | 0.00 |
| 17 | 21.95 | 0.00 | -21.95 | 0.00 |
| 18 | 21.95 | 0.00 | -21.95 | 0.00 |
| 19 | 21.95 | 0.00 | -21.95 | 0.00 |
| 20 | 21.95 | 0.00 | -21.95 | 0.00 |

Azione orizzontale [KN]

| trasversale su ogni spalla | | longitudinale intero impalcato | |
|----------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|
| Permanenti | Traff. yE=0.00 | Permanenti | Traff. yE=0.00 |
| 1580.03 | 0.00 | 3160.06 | 0.00 |

10.4.3.2 Combinazione sismica

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Azione verticale [KN]

| Trave | Rz vert.max | Rz vert. min |
|-------|-------------|--------------|
| 1 | 384.60 | 340.70 |
| 2 | 384.60 | 340.70 |
| 3 | 384.60 | 340.70 |
| 4 | 384.60 | 340.70 |
| 5 | 384.60 | 340.70 |
| 6 | 384.60 | 340.70 |
| 7 | 384.60 | 340.70 |
| 8 | 384.60 | 340.70 |
| 9 | 384.60 | 340.70 |
| 10 | 384.60 | 340.70 |
| 11 | 384.60 | 340.70 |
| 12 | 384.60 | 340.70 |
| 13 | 384.60 | 340.70 |
| 14 | 384.60 | 340.70 |
| 15 | 384.60 | 340.70 |
| 16 | 384.60 | 340.70 |
| 17 | 384.60 | 340.70 |
| 18 | 384.60 | 340.70 |
| 19 | 384.60 | 340.70 |
| 20 | 384.60 | 340.70 |

Azione orizzontale [KN]

| | reazioni massime | reazioni minime |
|-----------------------------------|------------------|-----------------|
| Reazione longitudinale totale | 3160.06 | -3160.06 |
| Reazione trasversale su ogni pila | 1580.03 | -1580.03 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

12.2.2 Verifiche

1 Dati trave

1.1 Dati geometrici

1.1.1 Prima fase

Sbalzo sinistro = 0.25

Sbalzo destro = 0.25

1.1.2 Seconda fase

| appoggio | X | luce campata |
|----------|-------|--------------|
| 1 | 0.00 | |
| 2 | 19.00 | 19.00 |

1.2 Armature trave prefabbricata

1.2.1 Armature di precompressione pretesate

| | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| trefoli : | 6/10" |
| area trefolo = | 139.000[mm ²] |
| acciaio : | prec.fpk=1860 |
| tensione di tesatura = | 1255500.00[KN/m ²] |
| area totale Ap = | 0.005[m ²] |
| precompressione totale Np = | 6631.55[KN] |
| quota baricentro Zg,p = | 0.15[m] |

| quota Z | n. trefoli | n. guaine | L guaine |
|---------|------------|-----------|----------|
| 0.65 | 4 | | |
| 0.18 | | | |
| 0.14 | 8 | | |
| 0.10 | 12 | 6 | 2.00 |
| 0.06 | 14 | 8 | 3.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

N. trefoli= 38 L tot guaine= 36.00

1.2.2 Armatura lenta

Armatura longitudinale :

| pos. | armatura | y | z | x iniziale | x finale |
|-------|---------------|------|------|------------|----------|
| P1-L1 | arm sup 10Ø20 | 0.00 | 0.65 | 0.80 | 18.70 |
| P1-L2 | arm inf 10Ø20 | 0.00 | 0.06 | 0.80 | 18.70 |

Armatura trasversale :

| pos. | armatura | x iniziale | x finale | |
|-------|--------------|------------|----------|---------------------------|
| P1-S1 | 2Ø12/0.20 | 2.00 | 10.00 | trave+colleg. con soletta |
| P1-S1 | (simmetrica) | 9.50 | 17.50 | |
| P1-S2 | 2Ø12/0.10 | 0.00 | 2.00 | trave+colleg. con soletta |
| P1-S2 | (simmetrica) | 17.50 | 19.50 | |
| P1-S3 | 2Ø14/0.10 | 0.00 | 2.00 | anima trave |
| P1-S3 | (simmetrica) | 17.50 | 19.50 | |
| P1-S4 | 2Ø14/0.20 | 2.00 | 10.00 | anima trave |
| P1-S4 | (simmetrica) | 9.50 | 17.50 | |

armatura longit. appoggio :

| n. barre | Ø | lunghezza | quota z |
|----------|----|-----------|---------|
| 10 | 20 | 210.00 | 0.06 |

1.3 Dati dei materiali

1.3.1 Calcestruzzo travi prefabbricate

| | |
|---|----------|
| Calcestruzzo | C45/55 |
| resistenza caratteristica Rck28,cub | 55000.00 |
| resistenza al taglio dei trefoli Rckj,cub | 38500.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | |
|--|-------------|
| coefficiente sicurezza verifiche a rottura | 1.500 |
| modulo elastico | 36416113.90 |
| peso specifico | 24.5250 |
| ritiro totale | -0.00030 |
| % ritiro prima del taglio trefoli | 25.5% |
| % ritiro taglio trefoli-getto soletta | 25.5% |
| % ritiro da getto soletta a t=inf. | 49% |
| coeff. di viscosità | 2.300 |
| % viscosità taglio trefoli-getto soletta | 33% |
| % viscosità da getto soletta a t=inf. | 67% |

1.3.2 Calcestruzzo getto in opera

| | |
|--|-------------|
| Calcestruzzo | C32/40 |
| resistenza caratteristica Rck28,cub | 40000.00 |
| coefficiente sicurezza verifiche a rottura | 1.5 |
| modulo elastico | 33642777.68 |
| peso specifico | 24.5250 |
| coeff. di omogeneizzazione con cls travi | 0.924 |

1.3.3 Acciaio per armatura lenta

| | |
|--|--------------|
| tipo acciaio | B450C |
| tensione di snervamento fyk | 450000.00 |
| coefficiente sicurezza verifiche a rottura | 1.15 |
| modulo elastico | 210000000.00 |
| coeff. di omogeneizzazione a cls travi | 6 |

1.3.4 Acciaio per armatura da precompressione

| | |
|-----------------------------|---------------|
| tipo acciaio | prec.fpk=1860 |
| tensione di snervamento fyk | 1674000.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | |
|--|--------------|
| coefficiente sicurezza verifiche a rottura | 1.15 |
| modulo elastico | 206000000.00 |
| coeff. di omogeneizzazione a cls travi | 6 |
| % rilassam. prima del taglio trefoli | 41.4% |
| % rilassam. taglio trefoli-getto soletta | 25.9% |
| % rilassam. da getto soletta a t=inf. | 32.7% |

1.4 Sollecitazioni esterne

1.4.1 Combinazioni di 2a fase

| | |
|---------------------------------|---|
| <combinazioni non definite> | 0 |
| SLU Persistenti/Transitorie STR | 1 |
| SLU Eccezionali | 0 |
| SLE Rare | 1 |
| SLE Frequenti | 1 |
| SLE Quasi Permanenti | 1 |
| SLU Sismiche SLV | 1 |
| SLE Sismiche SLD | 0 |

2 Risultati delle verifiche

2.1 Verifica sezione X=0.00 - A

2.1.1 Prima fase: sola trave

Sezione di calcestruzzo :

| n. | Y | Z | |
|----|-------|------|-------------------|
| 1 | -0.32 | 0.00 | prefabb.: |
| 2 | -0.35 | 0.03 | non reag.trazione |
| 3 | -0.35 | 0.03 | |
| 4 | -0.35 | 0.70 | |
| 5 | -0.35 | 0.70 | |
| 6 | 0.35 | 0.70 | |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | |
|----|------|------|---------------|
| 7 | 0.35 | 0.70 | |
| 8 | 0.35 | 0.03 | |
| 9 | 0.35 | 0.03 | |
| 10 | 0.32 | 0.00 | fine prefabb. |

| | | |
|-------|--------|------|
| A | Jf | Zg |
| 0.489 | 0.0199 | 0.35 |

<nessuna armatura di precompressione pretesa>

Armature lente longitudinali :

| | | | |
|----|------|-------|---------------------------------|
| n. | Z | area | |
| 1 | 0.06 | 0.003 | armatura longit. appoggio 10Ø20 |

| | | | |
|---------------------------|-------|--------|-------|
| Sezione ideale (n=15.000) | Aid | Jf,id | Zg,id |
| | 0.536 | 0.0237 | 0.32 |

2.1.1.1 Verifica tensionale

| | |
|--------------------------|----------|
| Sollecitazioni | Mesterno |
| prima del getto in opera | 0.00 |
| dopo getto 2a fase | 0.00 |

| | | |
|---------------------------|--------|--------|
| Tensioni sul calcestruzzo | se,max | si,max |
| prima del getto in opera | 0.00 | 0.00 |
| dopo getto 2a fase | 0.00 | 0.00 |

| | | | | | |
|--------------------------|------|-----------|---------|-----------|---------|
| Tensioni sugli acciai | ssp | slong,max | pos. | slong,min | pos. |
| prima del getto in opera | 0.00 | 0.00 | arm sup | 0.00 | arm sup |
| dopo getto 2a fase | 0.00 | 0.00 | arm sup | 0.00 | arm sup |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

2.1.1.2 Verifica a rottura per flessione

<sollecitazioni flettenti nulle>

2.1.1.3 Verifica a rottura per taglio

Calcestruzzo: q [rad] bW Staffe: ASW
0.785 0.70 0.00534

| | | | | | |
|------|-------|-------|--------|------|-------|
| d | K | Asl | rl | scp | ac |
| 0.65 | 1.557 | 0.003 | 0.0070 | 0.00 | 1.000 |

| | | |
|--------|---------|---------|
| VRd | VRsd | VRcd |
| 267.13 | 1213.15 | 2627.90 |

$V_{Ed,max} = 212.98 < 1213.15$

2.1.2 Seconda fase: trave + getto in opera

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto :

| | | |
|---------------------|--------|--------|
| | se,max | si,max |
| trave prefabbricata | 0.00 | 0.00 |
| getto in opera | 0.00 | 0.00 |

2.1.2.1 Verifiche in esercizio

Sezione di calcestruzzo :

| | | | |
|----|-------|------|-------------------|
| n. | Y | Z | |
| 1 | -0.32 | 0.00 | prefabb.: |
| 2 | -0.35 | 0.03 | non reag.trazione |
| 3 | -0.35 | 0.03 | |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | |
|----|-------|------|-------------------|
| 4 | -0.35 | 0.70 | |
| 5 | -0.35 | 0.70 | |
| 6 | 0.35 | 0.70 | |
| 7 | 0.35 | 0.70 | |
| 8 | 0.35 | 0.03 | |
| 9 | 0.35 | 0.03 | |
| 10 | 0.32 | 0.00 | fine prefabb. |
| 11 | -0.32 | 0.00 | |
| 12 | -0.35 | 1.00 | getto in opera |
| 13 | 0.35 | 1.00 | (m=0.924) |
| 14 | 0.35 | 0.70 | non reag.trazione |
| 15 | -0.35 | 0.70 | |
| 16 | -0.35 | 1.00 | |

| | | |
|-------|--------|------|
| A | Jf | Zg |
| 0.683 | 0.0560 | 0.49 |

<nessuna armatura di precompressione pretesa>

Armature lente longitudinali :

| | | | |
|----|------|-------|---------------------------------|
| n. | Z | area | |
| 1 | 0.06 | 0.003 | armatura longit. appoggio 10Ø20 |

| | | | |
|---------------------------|-------|--------|-------|
| Sezione ideale (n=15.000) | Aid | Jf,id | Zg,id |
| | 0.730 | 0.0644 | 0.46 |

2.1.2.1.1 Verifica tensionale

Cadute di tensione nei trefoli pretesi da maturazione soletta a t=inf. :

| | | |
|---|------|-----------|
| % | Dssp | Dssp/sspi |
|---|------|-----------|

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

ritiro cls 48.9% 30196.85 2.4%

rilassamento acciaio 32.6% 14733.22 1.2%

viscosità cls 100.0% 107476.84 8.6%

Tensioni sul cls - H70 :

| | se,max | se,min | si,max | si,min |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|
| t=inf.-senza carichi | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| t=inf.-SLE Rare | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| t=inf.-SLE Quasi Permanenti | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Tensioni sul cls - getto in opera :

| | se,max | se,min | si,max | si,min |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|
| t=inf.-senza carichi | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| t=inf.-SLE Rare | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| t=inf.-SLE Quasi Permanenti | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

| Tensioni sugli acciai | ssp | ssl,max pos. | ssl,min pos. |
|-----------------------------|------|--------------|--------------|
| t=inf.-senza carichi | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| t=inf.-SLE Rare | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| t=inf.-SLE Quasi Permanenti | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

2.1.2.1.2 Momenti di rottura per flessione retta

<sollecitazioni flettenti nulle>

2.1.2.1.3 Verifica rottura per taglio

Calcestruzzo: q [rad] bW Staffe: ASW
0.785 0.70 0.00534

| | | |
|--|--|--|
| SS 121 "Catanesa" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | |  anas GRUPPO FS ITALIANE |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | | |
|------|-------|-------|--------|------|-------|
| d | K | Asl | rl | scp | ac |
| 0.94 | 1.460 | 0.003 | 0.0047 | 0.00 | 1.000 |

| | | |
|--------|---------|---------|
| VRd | VRsd | VRcd |
| 323.17 | 1777.41 | 3850.18 |

$V_{Ed,max} = 767.65 < 1777.41$

Trazione per taglio ($V=767.65$) = 383.83 [KN]

2.1.2.1.4 Verifica rottura per torsione

<sollecitazioni torcenti nulle>

2.1.2.1.5 Verifica a taglio/torsione

$T_{Ed}/T_{Rd} + V_{Ed}/V_{Rd} = |0.00/690.27| + |767.65/1777.41| = 0.432$

2.1.2.1.6 Forze di scorrimento tra i getti

max valore di progetto scorrimento interfaccia 652.17 [KN/m]

min valore di progetto scorrimento interfaccia 0.00 [KN/m]

scorrimento ultimo per coesione ed attrito ± 818.04 [KN/m]

staffe di collegamento 0.0023 [m²/m]

scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe ± 1349.11 [KN/m]

2.2 Verifica sezione X=3.00 - B

2.2.1 Prima fase: sola trave

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catane"se" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Sezione di calcestruzzo :

| n. | Y | Z | |
|----|-------|------|---------------|
| 1 | -0.32 | 0.00 | prefabb.: |
| 2 | -0.35 | 0.03 | reag.trazione |
| 3 | -0.35 | 0.03 | |
| 4 | -0.35 | 0.70 | |
| 5 | -0.35 | 0.70 | |
| 6 | 0.35 | 0.70 | |
| 7 | 0.35 | 0.70 | |
| 8 | 0.35 | 0.03 | |
| 9 | 0.35 | 0.03 | |
| 10 | 0.32 | 0.00 | fine prefabb. |

| A | Jf | Zg |
|-------|--------|------|
| 0.489 | 0.0199 | 0.35 |

Armature di precompressione :

| n. | Z | area |
|----|------|-------|
| 1 | 0.65 | 0.001 |
| 2 | 0.14 | 0.001 |
| 3 | 0.10 | 0.002 |
| 4 | 0.06 | 0.001 |

| Zg,p | Ap |
|------|-------|
| 0.17 | 0.004 |

Armature lente longitudinali :

| n. | Z | area |
|----|---|------|
|----|---|------|

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | |
|---|------|-------|---------------------------------|
| 1 | 0.65 | 0.003 | arm sup 10Ø20 |
| 2 | 0.06 | 0.003 | arm inf 10Ø20 |
| 3 | 0.06 | 0.003 | armatura longit. appoggio 10Ø20 |

| | | | |
|--------------------------|-------|--------|-------|
| Sezione ideale (n=6.000) | Aid | Jf,id | Zg,id |
| | 0.571 | 0.0264 | 0.33 |

2.2.1.1 Verifica tensionale

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

| | | | |
|----------------------|-------|----------|-----------|
| | % | Dssp | Dssp/sspi |
| ritiro cls | 25.5% | 15759.00 | 1.3% |
| rilassamento acciaio | 41.4% | 18705.67 | 1.5% |

| | | | |
|--------------------------|----------|-----------|-----------|
| Sollecitazioni | Mesterno | Nprecomp. | Mprecomp. |
| t=0 dopo taglio trefoli | 287.71 | -5091.72 | -911.21 |
| prima del getto in opera | 0.00 | -4745.72 | -849.29 |
| dopo getto 2a fase | 413.63 | -4744.06 | -848.99 |

| | | |
|---------------------------|----------|-----------|
| Tensioni sul calcestruzzo | se,max | si,max |
| t=0 dopo taglio trefoli | -1499.34 | -15663.05 |
| prima del getto in opera | 0.00 | 0.00 |
| dopo getto 2a fase | -3417.92 | -12763.97 |

| | | | |
|--------------------------|------------|-------------------|-------------------|
| Tensioni sugli acciai | ssp | slong,max pos. | slong,min pos. |
| t=0 dopo taglio trefoli | 1147897.89 | -15066.22 arm sup | -87301.15 arm inf |
| prima del getto in opera | 0.00 | 0.00 arm sup | 0.00 arm sup |
| dopo getto 2a fase | 1075230.90 | -24513.00 arm sup | -72177.82 arm inf |

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | | | |
|----------------------|-------|----------|-----------|--|
| | % | Dssp | Dssp/sspi | |
| ritiro cls | 25.5% | 15759.00 | 1.3% | |
| rilassamento acciaio | 25.9% | 11702.34 | 0.9% | |
| viscosità cls | 34.0% | 55511.32 | 4.4% | |

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

| | | | | |
|----------------------|------|--------|-----------|--|
| | % | Dssp | Dssp/sspi | |
| ritiro cls | 0.1% | 85.15 | 0.0% | |
| rilassamento acciaio | 0.1% | 41.54 | 0.0% | |
| viscosità cls | 0.2% | 272.25 | 0.0% | |

2.2.1.2 Verifica a rottura per flessione

Presollecitazione armature pretese : $\text{esp},z=0.17=0.00552$

| fless. | Z asse neutro | Mr | esup | Zesup | einf | Zeinf |
|--------|---------------|----------|----------|-------|----------|-------|
| (+) | 0.26 | 3297.73 | -0.00350 | 0.70 | 0.00162 | 0.06 |
| (-) | 0.19 | -1294.90 | 0.00856 | 0.65 | -0.00350 | 0.00 |

$M_{d,max} = 537.72 < 3297.73 \quad K_r=6.133$

2.2.1.3 Verifica a rottura per taglio

Calcestruzzo: q [rad] bW Staffe: ASW

0.381 0.70 0.00267

d K Asl rl scp ac

0.65 1.555 0.004 0.0081 -9702.97 1.250

VRd VRsd VRcd

945.34 1528.19 2282.99

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

$V_{Ed,max} = 145.72 < 1528.19$

2.2.2 Seconda fase: trave + getto in opera

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto :

| | se,max | si,max |
|---------------------|----------|-----------|
| trave prefabbricata | -3418.74 | -12757.67 |
| getto in opera | 0.00 | 0.00 |

2.2.2.1 Verifiche in esercizio

Sezione di calcestruzzo :

| n. | Y | Z | |
|----|-------|------|-------------------|
| 1 | -0.32 | 0.00 | prefabb.: |
| 2 | -0.35 | 0.03 | reag.trazione |
| 3 | -0.35 | 0.03 | |
| 4 | -0.35 | 0.70 | |
| 5 | -0.35 | 0.70 | |
| 6 | 0.35 | 0.70 | |
| 7 | 0.35 | 0.70 | |
| 8 | 0.35 | 0.03 | |
| 9 | 0.35 | 0.03 | |
| 10 | 0.32 | 0.00 | fine prefabb. |
| 11 | -0.32 | 0.00 | |
| 12 | -0.35 | 1.00 | getto in opera |
| 13 | 0.35 | 1.00 | (m=0.924) |
| 14 | 0.35 | 0.70 | non reag.trazione |
| 15 | -0.35 | 0.70 | |
| 16 | -0.35 | 1.00 | |

A Jf Zg

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

0.683 0.0560 0.49

Armature di precompressione :

| n. | Z | area |
|----|------|-------|
| 1 | 0.65 | 0.001 |
| 2 | 0.14 | 0.001 |
| 3 | 0.10 | 0.002 |
| 4 | 0.06 | 0.001 |

| Zg,p | Ap |
|------|-------|
| 0.17 | 0.004 |

Armature lente longitudinali :

| n. | Z | area | |
|----|------|-------|---------------------------------|
| 1 | 0.65 | 0.003 | arm sup 10Ø20 |
| 2 | 0.06 | 0.003 | arm inf 10Ø20 |
| 3 | 0.06 | 0.003 | armatura longit. appoggio 10Ø20 |

| Sezione ideale (n=6.000) | Aid | Jf,id | Zg,id |
|--------------------------|-------|--------|-------|
| | 0.765 | 0.0665 | 0.46 |

2.2.2.1.1 Verifica tensionale

Cadute di tensione nei trefoli pretesi da maturazione soletta a t=inf. :

| | % | Dssp | Dssp/sspi |
|----------------------|-------|-----------|-----------|
| ritiro cls | 48.9% | 30196.85 | 2.4% |
| rilassamento acciaio | 32.6% | 14733.22 | 1.2% |
| viscosità cls | 65.8% | 107476.84 | 8.6% |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Tensioni sul cls - H70 :

| | se,max | se,min | si,max | si,min |
|-----------------------------|----------|----------|-----------|-----------|
| t=inf.-senza carichi | -3217.04 | -3217.04 | -10667.94 | -10667.94 |
| t=inf.-SLE Rare | -3217.04 | -6753.95 | -3722.41 | -10667.94 |
| t=inf.-SLE Quasi Permanenti | -3217.04 | -4923.81 | -7326.92 | -10667.94 |

Tensioni sul cls - getto in opera :

| | se,max | se,min | si,max | si,min |
|-----------------------------|---------|----------|--------|----------|
| t=inf.-senza carichi | -561.20 | -561.20 | 0.00 | 0.00 |
| t=inf.-SLE Rare | -561.20 | -7979.08 | 0.00 | -3081.21 |
| t=inf.-SLE Quasi Permanenti | -561.20 | -4136.56 | 0.00 | -1390.45 |

| Tensioni sugli acciai | ssp | ssl,max pos. | | ssl,min pos. |
|-----------------------------|-----------|--------------|---------|-------------------|
| t=inf.-senza carichi | 891336.44 | -22495.51 | arm sup | -60495.07 arm inf |
| t=inf.-SLE Rare | 864541.27 | -22495.51 | arm sup | -60495.07 arm inf |
| t=inf.-SLE Quasi Permanenti | 0.00 | -22495.51 | arm sup | -60495.07 arm inf |

2.2.2.1.2 Momenti di rottura per flessione retta

presollecitazione nelle armature di precompressione :

| | Z cavo risult. | Desp | | | | |
|----------------------|----------------|----------|----------|-------|----------|-------|
| Armature pretese | 0.17 | 0.00458 | | | | |
| fless. Z asse neutro | | Mr | esup | Zesup | einf | Zeinf |
| (+) | 0.39 | 4668.25 | -0.00350 | 1.00 | 0.00193 | 0.06 |
| (-) | 0.15 | -1319.40 | 0.01000 | 0.65 | -0.00310 | 0.00 |

$$M_{d,max} = 1934.78 < 4668.25 \quad K_r = 2.413$$

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

2.2.2.1.3 Verifica rottura per taglio

Calcestruzzo: q [rad] bW Staffe: ASW
0.381 0.70 0.00267

d K Asl rl scp ac
0.94 1.460 0.014 0.0200 -6014.46 1.233

VRd VRsd VRcd
1118.66 2221.76 3272.66

$V_{Ed,max} = 560.74 < 2221.76$

Trazione per taglio ($V=560.74$) = 700.92 [KN]

2.2.2.1.4 Verifica rottura per torsione

<sollecitazioni torcenti nulle>

2.2.2.1.5 Verifica a taglio/torsione

$T_{Ed}/T_{Rd} + V_{Ed}/V_{Rd} = |0.00/693.59| + |560.74/2221.76| = 0.252$

2.2.2.1.6 Forze di scorrimento tra i getti

max valore di progetto scorrimento interfaccia 487.97 [KN/m]

min valore di progetto scorrimento interfaccia 0.00 [KN/m]

scorrimento ultimo per coesione ed attrito ±818.04 [KN/m]

staffe di collegamento 0.0011 [m²/m]

scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe ±1083.57 [KN/m]

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

2.3 Verifica sezione X=6.00 - M

2.3.1 Prima fase: sola trave

Sezione di calcestruzzo :

| n. | Y | Z | |
|----|-------|------|---------------|
| 1 | -0.32 | 0.00 | prefabb.: |
| 2 | -0.35 | 0.03 | reag.trazione |
| 3 | -0.35 | 0.03 | |
| 4 | -0.35 | 0.70 | |
| 5 | -0.35 | 0.70 | |
| 6 | 0.35 | 0.70 | |
| 7 | 0.35 | 0.70 | |
| 8 | 0.35 | 0.03 | |
| 9 | 0.35 | 0.03 | |
| 10 | 0.32 | 0.00 | fine prefabb. |

| A | Jf | Zg |
|-------|--------|------|
| 0.489 | 0.0199 | 0.35 |

Armature di precompressione :

| n. | Z | area |
|----|------|-------|
| 1 | 0.65 | 0.001 |
| 2 | 0.14 | 0.001 |
| 3 | 0.10 | 0.002 |
| 4 | 0.06 | 0.002 |

| Zg,p | Ap |
|------|-------|
| 0.15 | 0.005 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Armature lente longitudinali :

| n. | Z | area | |
|----|------|-------|---------------------------------|
| 1 | 0.65 | 0.003 | arm sup 10Ø20 |
| 2 | 0.06 | 0.003 | arm inf 10Ø20 |
| 3 | 0.06 | 0.003 | armatura longit. appoggio 10Ø20 |

| Sezione ideale (n=6.000) | Aid | Jf,id | Zg,id |
|--------------------------|-------|--------|-------|
| | 0.577 | 0.0269 | 0.33 |

2.3.1.1 Verifica tensionale

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

| | % | Dssp | Dssp/sspi |
|----------------------|-------|----------|-----------|
| ritiro cls | 25.5% | 15759.00 | 1.3% |
| rilassamento acciaio | 41.4% | 18705.67 | 1.5% |

| Sollecitazioni | Mesterno | Nprecomp. | Mprecomp. |
|--------------------------|----------|-----------|-----------|
| t=0 dopo taglio trefoli | 467.59 | -6449.51 | -1312.61 |
| prima del getto in opera | 0.00 | -5919.54 | -1204.75 |
| dopo getto 2a fase | 672.24 | -5917.08 | -1204.25 |

| Tensioni sul calcestruzzo | se,max | si,max |
|---------------------------|----------|-----------|
| t=0 dopo taglio trefoli | -1391.39 | -19889.69 |
| prima del getto in opera | 0.00 | 0.00 |
| dopo getto 2a fase | -4618.12 | -15276.73 |

| Tensioni sugli acciai | ssp | slong,max | pos. | slong,min | pos. |
|--------------------------|------------|-----------|---------|------------|---------|
| t=0 dopo taglio trefoli | 1125021.74 | -16276.17 | arm sup | -110617.52 | arm inf |
| prima del getto in opera | 0.00 | 0.00 | arm sup | 0.00 | arm sup |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

dopo getto 2a fase 1042478.78 -32276.70 arm sup -86635.58 arm inf

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

| | % | Dssp | Dssp/sspi |
|----------------------|-------|----------|-----------|
| ritiro cls | 25.5% | 15759.00 | 1.3% |
| rilassamento acciaio | 25.9% | 11702.34 | 0.9% |
| viscosità cls | 40.3% | 72874.32 | 5.8% |

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

| | % | Dssp | Dssp/sspi |
|----------------------|------|--------|-----------|
| ritiro cls | 0.1% | 85.15 | 0.0% |
| rilassamento acciaio | 0.1% | 41.54 | 0.0% |
| viscosità cls | 0.2% | 338.93 | 0.0% |

2.3.1.2 Verifica a rottura per flessione

Presollecitazione armature pretese : $esp, z=0.15=0.00544$

| fless. | Z asse neutro | Mr | esup | Zesup | einf | Zeinf |
|--------|---------------|----------|----------|-------|----------|-------|
| (+) | 0.21 | 3497.87 | -0.00350 | 0.70 | 0.00111 | 0.06 |
| (-) | 0.23 | -1221.41 | 0.00661 | 0.65 | -0.00350 | 0.00 |

$Md, max = 873.91 < 3497.87$ $Kr=4.003$

2.3.1.3 Verifica a rottura per taglio

Calcestruzzo: q [rad] bW Staffe: ASW

0.381 0.70 0.00267

| d | K | Asl | rl | scp | ac |
|------|-------|-------|--------|-----------|-------|
| 0.65 | 1.555 | 0.004 | 0.0081 | -12102.91 | 1.250 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

| | | |
|---------|---------|---------|
| VRd | VRsd | VRcd |
| 1109.13 | 1528.19 | 2282.99 |

$V_{Ed,max} = 78.47 < 1528.19$

2.3.2 Seconda fase: trave + getto in opera

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto :

| | | |
|---------------------|----------|-----------|
| | se,max | si,max |
| trave prefabbricata | -4620.04 | -15266.96 |
| getto in opera | 0.00 | 0.00 |

2.3.2.1 Verifiche in esercizio

Sezione di calcestruzzo :

| n. | Y | Z | |
|----|-------|------|-------------------|
| 1 | -0.32 | 0.00 | prefabb.: |
| 2 | -0.35 | 0.03 | reag.trazione |
| 3 | -0.35 | 0.03 | |
| 4 | -0.35 | 0.70 | |
| 5 | -0.35 | 0.70 | |
| 6 | 0.35 | 0.70 | |
| 7 | 0.35 | 0.70 | |
| 8 | 0.35 | 0.03 | |
| 9 | 0.35 | 0.03 | |
| 10 | 0.32 | 0.00 | fine prefabb. |
| 11 | -0.32 | 0.00 | |
| 12 | -0.35 | 1.00 | getto in opera |
| 13 | 0.35 | 1.00 | (m=0.924) |
| 14 | 0.35 | 0.70 | non reag.trazione |
| 15 | -0.35 | 0.70 | |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Cataneese" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

16 -0.35 1.00

| | | |
|-------|--------|------|
| A | Jf | Zg |
| 0.683 | 0.0560 | 0.49 |

Armature di precompressione :

| | | |
|----|------|-------|
| n. | Z | area |
| 1 | 0.65 | 0.001 |
| 2 | 0.14 | 0.001 |
| 3 | 0.10 | 0.002 |
| 4 | 0.06 | 0.002 |

| | |
|------|-------|
| Zg,p | Ap |
| 0.15 | 0.005 |

Armature lente longitudinali :

| | | | |
|----|------|-------|---------------------------------|
| n. | Z | area | |
| 1 | 0.65 | 0.003 | arm sup 10Ø20 |
| 2 | 0.06 | 0.003 | arm inf 10Ø20 |
| 3 | 0.06 | 0.003 | armatura longit. appoggio 10Ø20 |

| | | | |
|--------------------------|-------|--------|-------|
| Sezione ideale (n=6.000) | Aid | Jf,id | Zg,id |
| | 0.771 | 0.0677 | 0.46 |

2.3.2.1.1 Verifica tensionale

Cadute di tensione nei trefoli pretesi da maturazione soletta a t=inf. :

| | | |
|------------------|----------|-----------|
| % | Dssp | Dssp/sspi |
| ritiro cls 48.9% | 30196.85 | 2.4% |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

rilassamento acciaio 32.6% 14733.22 1.2%

viscosità cls 59.5% 107476.84 8.6%

Tensioni sul cls - H70 :

| | se,max | se,min | si,max | si,min |
|-----------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|
| t=inf.-senza carichi | -4439.60 | -4439.60 | -12550.12 | -12550.12 |
| t=inf.-SLE Rare | -4439.60 | -10147.57 | -1570.81 | -12550.12 |
| t=inf.-SLE Quasi Permanenti | -4439.60 | -7196.81 | -7252.79 | -12550.12 |

Tensioni sul cls - getto in opera :

| | se,max | se,min | si,max | si,min |
|-----------------------------|---------|-----------|--------|----------|
| t=inf.-senza carichi | -837.54 | -837.54 | 0.00 | 0.00 |
| t=inf.-SLE Rare | -837.54 | -12717.86 | 0.00 | -5106.57 |
| t=inf.-SLE Quasi Permanenti | -837.54 | -6573.82 | 0.00 | -2380.53 |

| Tensioni sugli acciai | ssp | ssl,max pos. | | ssl,min pos. |
|-----------------------------|-----------|--------------|---------|-------------------|
| t=inf.-senza carichi | 850486.14 | -30113.52 | arm sup | -71477.16 arm inf |
| t=inf.-SLE Rare | 830246.82 | -13468.19 | arm inf | -71477.16 arm inf |
| t=inf.-SLE Quasi Permanenti | 0.00 | -30113.52 | arm sup | -71477.16 arm inf |

2.3.2.1.2 Momenti di rottura per flessione retta

presollecitazione nelle armature di precompressione :

| Z cavo risult. | Desp |
|------------------|--------------|
| Armature pretese | 0.15 0.00444 |

| fless. Z asse neutro | Mr | esup | Zesup | einf | Zeinf |
|----------------------|------|----------|----------|------|---------------|
| (+) | 0.35 | 4957.51 | -0.00350 | 1.00 | 0.00156 0.06 |
| (-) | 0.16 | -1292.26 | 0.01000 | 0.65 | -0.00339 0.00 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

$M_{d,max} = 3136.44 < 4957.51 \quad K_r = 1.581$

2.3.2.1.3 Verifica rottura per taglio

Calcestruzzo: q [rad] bW Staffe: ASW

0.381 0.70 0.00267

| | | | | | |
|------|-------|-------|--------|----------|-------|
| d | K | Asl | rl | scp | ac |
| 0.94 | 1.460 | 0.015 | 0.0200 | -7483.55 | 1.250 |

| | | |
|---------|-----------|-----------|
| VR_d | VR_{sd} | VR_{cd} |
| 1264.43 | 2221.76 | 3319.12 |

$VE_{d,max} = 358.34 < 2221.76$

Trazione per taglio ($V=358.34$) = 447.93 [KN]

2.3.2.1.4 Verifica rottura per torsione

<sollecitazioni torcenti nulle>

2.3.2.1.5 Verifica a taglio/torsione

$TE_d/TR_d + VE_d/VR_d = |0.00/703.43| + |358.34/2221.76| = 0.161$

2.3.2.1.6 Forze di scorrimento tra i getti

max valore di progetto scorrimento interfaccia 329.08 [KN/m]

min valore di progetto scorrimento interfaccia 0.00 [KN/m]

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta | | |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

scorrimento ultimo per coesione ed attrito ± 818.04 [KN/m]

staffe di collegamento 0.0011 [m²/m]

scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe ± 1083.57 [KN/m]

2.4 Deformazioni dell'impalcato

modulo elastico = 36416113.90

2.4.1 Prima fase

H70 :

| | accorciamento [m] | rotaz. testata sinistra [rad] | rotaz. testata destra [rad] | freccia in mezzeria [m] |
|--------------------------|----------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| al taglio trefoli | -0.0057 | 0.00887 | -0.00887 | 0.0484 |
| prima del getto in opera | -0.0088 | 0.01083 | -0.01083 | 0.0606 |
| al getto soletta | -0.0088 | 0.00880 | -0.00880 | 0.0486 |
| dopo maturazione | -0.0088 | 0.00882 | -0.00882 | 0.0487 |

2.4.2 Seconda fase

Spostamenti X in asse appoggi [m] :

| | dopo maturazione soletta | postesi e cambio vincoli | t=inf. |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|---------|
| Spalla iniziale | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| Spalla finale | 0.0000 | 0.0000 | -0.0032 |

Rotazioni in asse appoggi [rad] :

| | dopo maturazione soletta | postesi e cambio vincoli | t=inf. |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|----------|
| Spalla iniziale | 0.00000 | 0.00000 | 0.00480 |
| Spalla finale | 0.00000 | 0.00000 | -0.00480 |

| | | |
|---|--|---|
| SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> | |  anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small> |
| UP62 | Relazione Tecnica e di Calcolo – Sottovia | |

Frecce in mezzera [m] :

| campata | | dopo maturazione | postesi e | t=inf. | t=inf. |
|---------|------|------------------|----------------|----------------|----------------|
| | X | soletta | cambio vincoli | comb. rara max | comb. rara min |
| 1 | 9.50 | 0.0487 | 0.0487 | 0.0803 | 0.0468 |