

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE
 OBIETTIVO N. 443/01
 LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA
 Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza
 PROGETTO ESECUTIVO
 GA – GALLERIE ARTIFICIALI
 GA01 – GALLERIA ARTIFICIALE S. MARTINO
 GA01A dal km 4+942,53 al Km 5+336,53
 Opere sostegno degli scavi e tampone di fondo - Relazione di calcolo**

| | | | | |
|----------------------------|---|------------------|--|------------|
| GENERAL CONTRACTOR | | DIRETTORE LAVORI | | SCALA - |
| IL PROGETTISTA INTEGRATORE | Consorzio Iricav Due ing. Paolo Carmona Data: | | | |

| | | | | | | | | |
|----------|-------|------|------|-----------|------------------|--------|------|---------------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | PROGR. | REV. | FOGLIO |
| IN17 | 11 | E | I2 | CL | GA01A4 | 001 | A | - - - P - - - |

| | | |
|--|----------------------------|------|
| | VISTO CONSORZIO IRICAV DUE | |
| | Firma | Data |

| Progettazione: | | | | | | | | |
|----------------|-------------|-----------------------------------|----------|-------------------------|----------|--------------------------|----------|----------------|
| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | IL PROGETTISTA |
| A | EMISSIONE | R. CONFORTI <i>R. Conforti</i> | 30/04/21 | L. ALFIERI <i>LQ</i> | 30/04/21 | P. GALVANIN <i>PG</i> | 30/04/21 | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| | | |
|-----------------|----------------------|----------------------------------|
| CIG: 8377957CD1 | CUP: J41E91000000009 | File: IN1711EI2CLGA01A4001A.DOCX |
| | | Cod. origine: |



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 2 di 205 |

INDICE

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | INTRODUZIONE | 5 |
| 2 | DOCUMENTI DI RIFERIMENTO | 7 |
| 2.1 | Riferimenti Normativi..... | 7 |
| 2.2 | Documenti di progetto esecutivo | 7 |
| 2.3 | Software di calcolo..... | 9 |
| 3 | MATERIALI..... | 10 |
| 4 | CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E IDROGEOLOGICA | 12 |
| 4.1 | Inquadramento generale..... | 12 |
| 4.2 | Stratigrafia di riferimento per la tratta in esame..... | 12 |
| 4.3 | Livelli di falda | 14 |
| 4.4 | Parametri geotecnici per la tratta in esame | 15 |
| 4.5 | Parametri geotecnici del terreno trattato..... | 15 |
| 5 | DESCRIZIONE DELLE OPERE | 16 |
| 5.1 | Aspetti generali | 16 |
| 5.2 | Geometria delle opere di sostegno..... | 19 |
| 5.3 | Schemi di calcolo | 20 |
| 5.3.1 | Criteri di identificazione delle sezioni di calcolo..... | 20 |
| 5.3.2 | Caratteristiche e quote di riferimento delle sezioni di calcolo..... | 21 |
| 5.3.3 | Fasi costruttive considerate | 23 |
| 6 | CRITERI DI VERIFICA | 25 |
| 6.1 | Criteri di dimensionamento e modellazione delle opere di sostegno | 25 |
| 6.1.1 | Riferimenti normativi | 25 |
| 6.2 | Modellazione delle sezioni e sistemi di vincolo | 25 |
| 6.2.1 | Spinta del terreno in condizioni statiche | 26 |
| 6.2.2 | Spinta del terreno in condizioni sismiche..... | 26 |
| 6.2.3 | Spinta dell'acqua..... | 27 |
| 6.2.4 | Passaggio moduli di lungo termine..... | 27 |
| 6.3 | Sovraccarico permanente in copertura..... | 27 |
| 6.4 | Sovraccarico accidentale in copertura..... | 27 |
| 6.5 | Combinazioni per la verifica agli SLU | 27 |
| 7 | VERIFICHE SEZIONE TS2..... | 29 |
| 7.1 | Fasi di calcolo | 29 |
| 7.2 | Risultati di calcolo | 32 |
| 7.3 | Verifiche geotecniche | 38 |
| 7.3.1 | Spostamenti e stabilità del fondo scavo | 38 |
| 7.3.2 | Verifiche deformazioni/cedimenti attesi | 39 |
| 7.3.3 | Verifiche di capacità portante dei diaframmi..... | 40 |
| 7.3.4 | Verifiche di stabilità globale | 43 |

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 3 di 205 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 7.3.5 | Verifiche di stabilità del fondo scavo al galleggiamento | 44 |
| 7.3.6 | Verifiche di stabilità della struttura interna | 46 |
| 7.3.7 | Stima delle portate entranti al variare dei coefficienti di permeabilità del tampone di fondo..... | 48 |
| 8 | VERIFICHE SEZIONE TS3..... | 50 |
| 8.1 | Fasi di calcolo | 50 |
| 8.2 | Risultati di calcolo | 53 |
| 8.3 | Verifiche geotecniche | 58 |
| 8.3.1 | Spostamenti e stabilità del fondo scavo | 58 |
| 8.3.2 | Verifiche deformazioni/cedimenti attesi | 58 |
| 8.3.3 | Verifiche di capacità portante dei diaframmi..... | 59 |
| 8.3.4 | Verifiche di stabilità globale | 62 |
| 8.3.5 | Verifiche di stabilità del fondo scavo al galleggiamento | 64 |
| 8.3.6 | Verifiche di stabilità della struttura interna | 65 |
| 8.3.7 | Stima delle portate entranti al variare dei coefficienti di permeabilità del tampone di fondo..... | 67 |
| 9 | VERIFICHE SEZIONE TS4..... | 68 |
| 9.1 | Fasi di calcolo | 68 |
| 9.2 | Risultati di calcolo | 71 |
| 9.3 | Verifiche geotecniche | 76 |
| 9.3.1 | Spostamenti e stabilità del fondo scavo | 76 |
| 9.3.2 | Verifiche deformazioni/cedimenti attesi | 76 |
| 9.3.3 | Verifiche di capacità portante dei diaframmi..... | 77 |
| 9.3.4 | Verifiche di stabilità globale | 80 |
| 9.3.5 | Verifiche di stabilità del fondo scavo al galleggiamento | 82 |
| 9.3.6 | Verifiche di stabilità della struttura interna | 83 |
| 9.3.7 | Stima delle portate entranti al variare dei coefficienti di permeabilità del tampone di fondo..... | 85 |
| 10 | VERIFICHE SEZIONE TA..... | 86 |
| 10.1 | Fasi di calcolo | 86 |
| 10.2 | Risultati di calcolo | 89 |
| 10.3 | Verifiche geotecniche | 94 |
| 10.3.1 | Spostamenti e stabilità del fondo scavo | 94 |
| 10.3.2 | Verifiche deformazioni/cedimenti attesi | 94 |
| 10.3.3 | Verifiche di capacità portante dei diaframmi..... | 95 |
| 10.3.4 | Verifiche di stabilità globale | 98 |
| 10.3.5 | Verifiche di stabilità del fondo scavo al galleggiamento | 99 |
| 10.3.6 | Verifiche di stabilità della struttura interna | 100 |
| 10.3.7 | Stima delle portate entranti al variare dei coefficienti di permeabilità del tampone di fondo..... | 102 |
| 11 | VERIFICHE STRUTTURALI DEI DIAFRAMMI | 103 |
| 11.1 | Tipologia armatura 'Tipo 1' (Schema TS-1 e TS-2)..... | 105 |
| 11.1.1 | Verifiche sollecitazioni flettenti..... | 105 |
| 11.1.1.1 | Dimensionamento armatura longitudinale | 106 |

| | | | | | |
|--|------------------|---|--|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 4 di 205 |

| | | |
|------------|--|-----|
| 11.1.1.1.1 | Pannello P1 (base pannello 5.45m) | 106 |
| 11.1.1.1.2 | Pannello S1 (base pannello 5.05m) | 114 |
| 11.1.1.1.3 | Pannello P2 e S2 Pannelli primari e secondari (base pannello 2.5 m) | 120 |
| 11.1.2 | Verifiche sollecitazioni taglianti | 127 |
| 11.1.2.1 | Dimensionamento armatura trasversale | 127 |
| 11.2 | Tipologia armatura 'Tipo 2' (Schema TS-3 e TS-4) | 136 |
| 11.2.1.1 | Dimensionamento armatura longitudinale | 136 |
| 11.2.1.1.1 | Pannello P1 (base pannello 5.45m) | 136 |
| 11.2.1.1.2 | Pannello S1 (base pannello 5.0m) | 145 |
| 11.2.1.1.3 | Pannello P2 e S2 Pannelli primari e secondari (base pannello 2.5 m) | 153 |
| 11.2.1.2 | Verifiche sollecitazioni taglianti | 160 |
| 11.2.1.2.1 | Dimensionamento armatura trasversale | 161 |
| 11.3 | Tipologia armatura 'Tipo 3' (Schema TA) | 169 |
| 11.3.1.1 | Dimensionamento armatura longitudinale | 169 |
| 11.3.1.1.1 | Pannello P1 (base pannello 5.45m) | 170 |
| 11.3.1.1.2 | Pannello S1 (base pannello 5.0m) | 177 |
| 11.3.1.1.3 | Pannello P2 e S2 Pannelli primari e secondari (base pannello 2.5 m) | 184 |
| 11.3.1.2 | Verifiche sollecitazioni taglianti | 190 |
| 11.3.1.2.1 | Dimensionamento armatura trasversale | 190 |
| 12 | OPERE PROVVISORIALI DI PRESIDIO | 197 |
| 12.1 | Inquadramento delle opere provvisorie della WBS GA01-A | 197 |
| 12.2 | Opera provvisoria A | 197 |
| 12.2.1 | Descrizione dell'opera | 197 |
| 12.2.2 | Modello di calcolo | 199 |
| 12.2.3 | Descrizione delle fasi di calcolo | 200 |
| 12.2.4 | Sintesi risultati allo SLE – Spostamenti | 200 |
| 12.2.5 | Sintesi risultati analisi strutturale | 201 |
| 12.2.6 | Verifiche allo SLU di tipo STR | 202 |
| 12.2.7 | Verifica allo SLU di tipo GEO | 203 |
| 12.2.7.1 | Verifica di stabilità globale | 203 |
| 12.2.7.2 | Verifica delle spinte a valle della paratia | 204 |
| 13 | GIUDIZIO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI DELLE VERIFICHE STRUTTURALI | 205 |

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 5 di 205 |

1 INTRODUZIONE

La presente relazione riporta il dimensionamento geotecnico e strutturale delle opere di sostegno del tratto di galleria artificiale S. Martino denominato GA01-A che si estende per circa 400m tra progressiva pk 4+932.53 e pk 5+336,53.

Essa è parte integrante del Progetto Esecutivo della Galleria artificiale GA01 San Martino Buon Albergo della Linea AV/AC Verona Padova, posta in corrispondenza del Primo Lotto Funzionale Verona – Bivio Vicenza, tra le progressive pk 4+942.53 e pk 6+842.53.

Lo scavo dell'opera è sostenuto da diaframmi in c.a. di spessore 1.0 m e lunghezza variabile in funzione della profondità di scavo fino ad un massimo di circa 17 m. La Galleria Artificiale è costituita da una struttura scatolare con solettone di copertura a travi prefabbricate con armatura lenta e getto di completamento in opera che appoggia su diaframmi in c.a. realizzati con l'ausilio di benna mordente e fanghi bentonitici. La modalità di realizzazione dell'intera struttura è di tipo 'Top-Down' nella quale il solettone di copertura è realizzato prima dello scavo tra paratie. Allo scopo di contrastare la sottospinta idraulica nelle fasi di scavo, è prevista la realizzazione di un consolidamento con colonne in jet grouting tra i due diaframmi nella zona compresa tra la quota di fondo scavo della galleria artificiale e il piede dei diaframmi. Al termine dello scavo sotto copertura è realizzata una struttura interna formata da solettone di fondo e contropareti al cui interno sono collocate le vie di corsa dei convogli ferroviari.

Nei capitoli successivi sono riportate le verifiche delle strutture di sostegno e impermeabilizzazione degli scavi con particolare riferimento ai seguenti aspetti:

- verifiche strutturali dei diaframmi di sostegno della copertura e delle pareti di scavo;
- verifiche geotecniche dei diaframmi (stabilità locale, globale, capacità portante, cedimento attesi in seguito allo scavo);
- verifica di stabilità del fondo scavo al galleggiamento in presenza del tampone di fondo e verifiche delle portate entranti all'interno dello scavo.

Maggiori dettagli in merito alle caratteristiche geometriche, le fasi costruttive, la tipologia di tampone di fondo proposto e agli schemi di calcolo utilizzati sono forniti nel §§ 5 e 6 della presente relazione.

Il presente documento è parte integrante della progettazione geotecnica e strutturale dell'intera galleria artificiale e deve essere consultato insieme al documento IN1711E12RHGA0100001A 'Criteri di dimensionamento opere di sostegno degli scavi e tampone di fondo' che ne individua i requisiti, i criteri generali e gli approcci progettuali utilizzati per la progettazione. Approfondimenti specifici circa la correttezza dei modelli semplificati adottati per il dimensionamento geotecnico e strutturale delle sezioni tipo di scavo sono riportati nella relazione IN1711E12RHGA0100002A.

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 6 di 205 |

Per quanto riguarda le verifiche relative al solettone di copertura (compresi cordoli di testa diaframmi), contropareti interne e solettone di fondo si rimanda agli elaborati specifici di progetto riportati al successivo § 2.2.

| | | | | | | |
|---|------------------|--|--|-----------|--------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 7 di 205 | |

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Riferimenti Normativi

- [1] Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 – “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario n.30.
- [2] Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 – “Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- [3] UNI 9614 – “Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo e successive revisioni”.
- [4] UNI 9916 – “Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici”.
- [5] ISO 4866 – “Vibrazioni meccaniche ed urti - Vibrazioni di edifici - Guida per la misura di vibrazioni e valutazioni dei loro effetti sugli edifici”.
- [6] DIN 4150/3 – “Eschütterungen im Bauwesen. Entwirklungen auf bauliche Anlagen”.

2.2 Documenti di progetto esecutivo

2.2.1 Elaborati generali GA01

| | |
|----------------------|--|
| IN1711EI2ROGA0100001 | Relazione generale |
| IN1711EI2ROGA0100002 | Opere sostegno degli scavi e tampone di fondo - Relazione di confronto PD/PE |
| IN1711EI2RBGA0100001 | Relazione geotecnica |
| IN1711EI2SPGA0102001 | Specifiche tecniche campo prova jet grouting |
| IN1711EI2RHGA0100001 | Relazione sui criteri di dimensionamento opere di sostegno degli scavi e impermeabilizzazione degli scavi |
| IN1711EI2RHGA0100002 | Validazione del dimensionamento strutturale e geotecnico mediante analisi numeriche bidimensionali |
| IN1711EI2RHGA0100003 | Opere di sostegno e scavo - Monitoraggio in corso d'opera GA01A, GA01B, GA01E - Relazione e specifica tecnica |
| IN1711EI2L6GA0100001 | Planimetria di ubicazione delle indagini geognostiche e profilo geotecnico |
| IN1711EI2P8GA0100001 | Planimetria generale di inquadramento diaframmi e tampone di fondo |
| IN1711EI2P7GA0100001 | Planimetria generale di scavo: Macrofase 1 |
| IN1711EI2P7GA0100002 | Planimetria generale di scavo: Macrofase 2 |
| IN1711EI2P7GA0100003 | Planimetria generale di scavo: Macrofase 3 |
| IN1711EI2P7GA0100004 | Planimetria generale di scavo: Macrofase 4 |
| IN1711EI2P7GA0100005 | Planimetria generale di scavo: Macrofase 5 |
| IN1711EI2P7GA0100006 | Planimetria generale di scavo: Macrofase 6 |
| IN1711EI2P7GA0100007 | Planimetria generale di scavo: Macrofase 7 |
| IN1711EI2P7GA0100008 | Planimetria generale di scavo: Macrofase 8 |
| IN1711EI2P9GA0101001 | Pianta scavi TAV. 1 |
| IN1711EI2P9GA0101002 | Pianta scavi TAV. 2 |
| IN1711EI2P9GA0101003 | Pianta scavi TAV. 3 |
| IN1711EI2P9GA0101004 | Pianta scavi TAV. 4 |
| IN1711EI2W9GA0101001 | Sezioni di scavo Tav, 1 |
| IN1711EI2W9GA0101002 | Sezioni di scavo Tav, 2 |

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 8 di 205 |

| | |
|-----------------------|--|
| IN1711EI2W9GA0101003 | Sezioni di scavo Tav, 3 |
| IN1711EI2W9GA0101004 | Sezioni di scavo Tav, 4 |
| IN1711EI2W9GA0101005 | Sezioni di scavo Tav, 5 |
| IN1711EI2W9GA0101006 | Sezioni di scavo Tav, 6 |
| IN1711EI2W9GA0101007 | Sezioni di scavo Tav, 7 |
| IN1711EI2W9GA0101008 | Sezioni di scavo Tav, 8 |
| IN1711EI2W9GA0101009 | Sezioni di scavo Tav, 9 |
| IN1711EI2W9GA0101010 | Sezioni di scavo Tav, 10 |
| IN1711EI2W9GA0101011 | Sezioni di scavo Tav, 11 |
| IN1711EI2W9GA0101012 | Sezioni di scavo Tav, 12 |
| IN1711EI2PZGA0101001 | Monitoraggio GA01A e GA01B - Planimetria e sezioni tipo |
| IN1711EI2PZGA0101002 | Monitoraggio GA01E - Planimetria e sezioni tipo |
| IN1711EI2WAGA0101001 | Sezioni tipo di scavo e riporto provvisorio - Dettagli esecutivi |
| IN1711EI24TGA0100015A | Tabella materiali |

2.2.2 Elaborati opere di sostegno scavi GA01-A

| | |
|----------------------|---|
| IN1711EI2CLGA01A4001 | Opere sostegno degli scavi e tampone di fondo - Relazione di calcolo |
| IN1711EI2CLGA01A4002 | Relazione di calcolo soletta di copertura |
| IN1711EI2CLGA01A4003 | Relazione di calcolo strutture interne |
| IN1711EI2PAGA01A0001 | Diaframmi e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 1 |
| IN1711EI2PAGA01A0002 | Diaframmi e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 2 |
| IN1711EI2PAGA01A0003 | Diaframmi e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 3 |
| IN1711EI2PAGA01A0004 | Diaframmi e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 4 |
| IN1711EI2PAGA01A0005 | Diaframmi e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 5 |
| IN1711EI2PAGA01A0006 | Diaframmi e tampone di fondo - Planimetria di tracciamento e profili longitudinali Tav. 6 |
| IN1711EI2PAGA01A1001 | Cordoli guida - Pianta scavi e planimetria di tracciamento Tav. 1 |
| IN1711EI2PAGA01A1002 | Cordoli guida - Pianta scavi e planimetria di tracciamento Tav. 2 |
| IN1711EI2PAGA01A1003 | Cordoli guida - Pianta scavi e planimetria di tracciamento Tav. 3 |
| IN1711EI2WAGA01A0001 | Fasi esecutive da pk 4+942,53 a pk 5+214,00 |
| IN1711EI2WAGA01A0002 | Fasi esecutive da pk 5+214,00 a pk 5+336,53 |
| IN1711EI2WAGA01A4001 | Diaframmi e tampone di fondo - Sezioni trasversali |
| IN1711EI2PAGA01A1004 | Opera provvisoriale "A" - Planimetria, prospetto e sezioni |
| IN1711EI2BZGA01A1001 | Opera provvisoriale "A" - Armatura e dettagli |
| IN1711EI2BZGA01A4001 | Diaframma primario doppio tipo TA - Armatura |
| IN1711EI2BZGA01A4002 | Diaframma secondario doppio tipo TA - Armatura |
| IN1711EI2BZGA01A4003 | Diaframma primario singolo tipo TA - Armatura |
| IN1711EI2BZGA01A4004 | Diaframma secondario singolo tipo TA - Armatura |

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 9 di 205 |

| | |
|----------------------|---|
| IN1711EI2BZGA01A4005 | Diaframma primario doppio tipo TS4 - Armatura |
| IN1711EI2BZGA01A4006 | Diaframma secondario doppio tipo TS4 - Armatura |
| IN1711EI2BZGA01A4007 | Diaframma primario singolo tipo TS4 - Armatura |
| IN1711EI2BZGA01A4008 | Diaframma secondario singolo tipo TS4 - Armatura |
| IN1711EI2BZGA01A4009 | Diaframma primario doppio tipo TS3 - Armatura |
| IN1711EI2BZGA01A4010 | Diaframma secondario doppio tipo TS3 - Armatura |
| IN1711EI2BZGA01A4011 | Diaframma primario singolo tipo TS3 - Armatura |
| IN1711EI2BZGA01A4012 | Diaframma secondario singolo tipo TS3 - Armatura |
| IN1711EI2BZGA01A4013 | Diaframma primario doppio tipo TS2 - Armatura |
| IN1711EI2BZGA01A4014 | Diaframma secondario doppio tipo TS2 - Armatura |
| IN1711EI2BZGA01A4015 | Diaframma primario singolo tipo TS2 - Armatura |
| IN1711EI2BZGA01A4016 | Diaframma secondario singolo tipo TS2 - Armatura |
| IN1711EI2BZGA01A4017 | Diaframma primario singolo nicchia QdT tipo TA/N1 - Armatura |
| IN1711EI2BZGA01A4018 | Diaframma primario singolo nicchia QdT tipo TA/N2 - Armatura |
| IN1711EI2BZGA01A4019 | Diaframma primario singolo nicchia QdT tipo TS4/N1 - Armatura |
| IN1711EI2BZGA01A4020 | Diaframma primario singolo nicchia QdT tipo TS4/N2 - Armatura |
| IN1711EI2BZGA01A4021 | Diaframma primario singolo nicchia QdT tipo TS2/N1 - Armatura |
| IN1711EI2BZGA01A4022 | Diaframma primario singolo nicchia QdT tipo TS2/N2 - Armatura |

2.3 Software di calcolo

Per eseguire le analisi numeriche riportate nella presente relazione sono stati impiegati i seguenti software:

- Software di calcolo agli elementi finiti (FEM) per il calcolo delle paratie e della stabilità globale: PARATIE PLUS 2020 (Versione 20.1.0) 12 della Harpaceas.
- Verifica delle Sezioni in c.a.: RC-Sec della Geostru Software di Reggio Calabria (Versione 2021.11)
- Software di calcolo alle differenze finite per il calcolo geotecnico: FLAC (Versione 8.0) della ITASCA

| | | | | | |
|---|------------------|--|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 10 di 205 |

3 MATERIALI

Si riportano di seguito le principali caratteristiche dei diversi materiali impiegati nell' opera in progetto, con l'indicazione dei valori di resistenza e deformabilità adottati nelle verifiche, nel rispetto delle indicazioni del DM 14/01/2008 e di quanto prescritto dal Capitolato Generale d'Appalto delle Opere Civili di RFI.

Diaframmi/Pali

| | |
|---|--------|
| - Classe di esposizione ambientale (UNI EN 206) | XC2 |
| - Rapporto A/C max | 0.60 |
| - Classe di resistenza | C25/30 |
| - Classe di consistenza | S4/S5 |
| - Copriferro | 60 mm |
| - Diametro massimo aggregati | 32 mm |

Solette di fondazione

| | |
|---|--------|
| - Classe di esposizione ambientale (UNI EN 206) | XC2 |
| - Rapporto A/C max | 0.60 |
| - Classe di resistenza | C30/37 |
| - Classe di consistenza | S4 |
| - Copriferro | 40 mm |
| - Diametro massimo aggregati | 25 mm |

Pareti di rifodera

| | |
|---|--------|
| - Classe di esposizione ambientale (UNI EN 206) | XC3 |
| - Rapporto A/C max | 0.55 |
| - Classe di resistenza | C30/37 |
| - Classe di consistenza | S4/S5 |
| - Copriferro | 40 mm |
| - Diametro massimo aggregati | 25 mm |

Trave di coronamento e soletta superiore

| | |
|---|--------|
| - Classe di esposizione ambientale (UNI EN 206) | XC3 |
| - Rapporto A/C max | 0.55 |
| - Classe di resistenza | C30/37 |
| - Classe di consistenza | S4/S5 |
| - Copriferro | 40 mm |
| - Diametro massimo aggregati | 25 mm |

Travi prefabbricate

| | |
|---|--------|
| - Classe di esposizione ambientale (UNI EN 206) | XC3 |
| - Rapporto A/C max | 0.45 |
| - Classe di resistenza | C35/45 |
| - Classe di consistenza | S5 |
| - Copriferro | 40 mm |
| - Diametro massimo aggregati | 20 mm |

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 11 di 205 |

Acciaio

- Armature per c.a. B450C
- Per carpenteria metallica opere provvisionali S355J0
- Per palancole provvisionali S355GP

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 12 di 205 |

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E IDROGEOLOGICA

4.1 Inquadramento generale

Per un quadro completo delle condizioni geotecniche ed idrogeologiche dell'opera si rimanda alla relazione IN1711EI2RHGA0100001A 'Criteri di dimensionamento opere di sostegno degli scavi e tampone di fondo' ed alla relazione IN1711EI2RBGA0100001A 'GA01 GALLERIA ARTIFICIALE S. MARTINO - Relazione Geotecnica'.

4.2 Stratigrafia di riferimento per la tratta in esame

Come descritto nei documenti sopra citati, per l'intero sviluppo della galleria artificiale sono state individuate diverse stratigrafie di riferimento per le verifiche strutturali e geotecniche associate a differenti schemi di scavo.

Per il tratto di galleria GA01-A estesa tra la progressiva pk 4+932.53 e pk 5+336,53 è stato possibile individuare 4 stratigrafie di riferimento riportate in Figura 1 e Tabella 1. I criteri utilizzati per la scelta della stratigrafia sono stati i seguenti:

- battente idrico tra il livello di falda di costruzione e quota di fondo scavo;
- variabilità nella successione delle unità geotecniche;
- scelta della sezione dove si ha il massimo ricoprimento tra copertura e piano campagna.

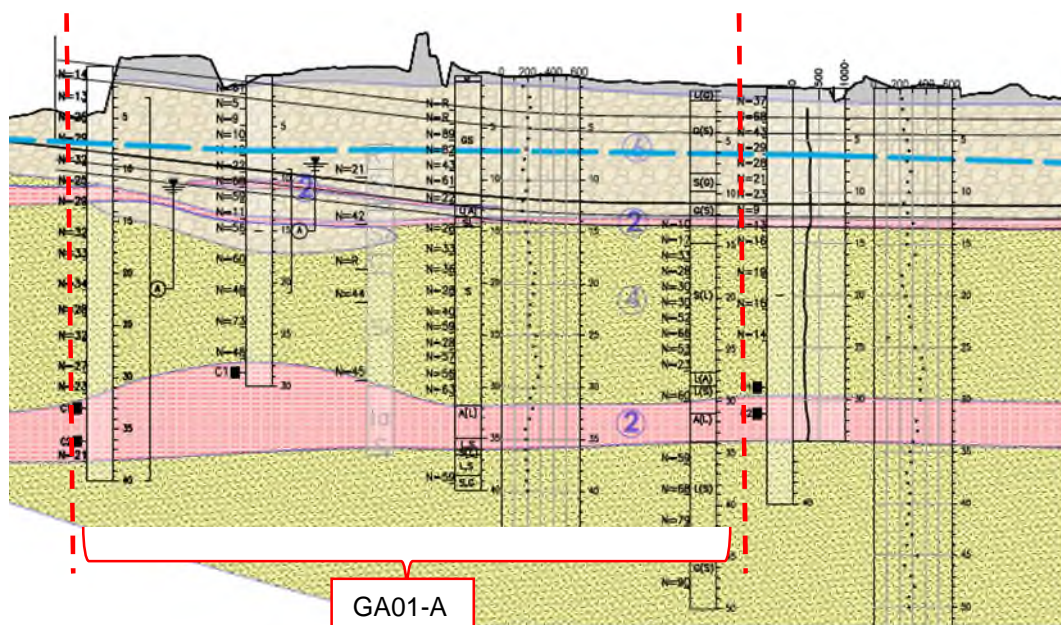


Figura 1 GA01-A estratto del profilo geotecnico

Tabella 1 GA01-A Stratigrafie di progetto

| QUOTA PIANO CAMPAGNA DI RIFERIMENTO: | | 47.66 m slm | | | |
|--------------------------------------|-----------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| QUOTA FALDA DI COSTRUZIONE: | | 40.43m slm, soggiacenza ≈7m dal p.c. | | | |
| Schema di calcolo | Unità | Descrizione | Quota superiore unità (m slm) | Spessore unità (m) | Quota inferiore unità (m slm) |
| TS-2 (pk 5+325) | Terreno 1 | Riporti | 47.66 | 2 | 45.66 |
| | Terreno 6 | Ghiaie con sabbie | 45.66 | 11.5 | 34.16 |
| | Terreno 2 | Limi argillosi superficiali | 34.16 | 2 | 32.17 |
| | Terreno 4 | Sabbie | 32.16 | 16.5 | 15.66 |
| | Terreno 2 | Limi argillosi profondi | 15.66 | 5.5 | 10.16 |
| | Terreno 4 | Sabbie | 10.16 | - | - |

| QUOTA PIANO CAMPAGNA DI RIFERIMENTO: | | 47.93 m slm | | | |
|--------------------------------------|-----------|--|-------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| QUOTA FALDA DI COSTRUZIONE: | | 40.43m slm, soggiacenza ≈7.5m dal p.c. | | | |
| Schema di calcolo | Unità | Descrizione | Quota superiore unità (m slm) | Spessore unità (m) | Quota inferiore unità (m slm) |
| TS-3 (pk 5+250) | Terreno 1 | Riporti | 47.93 | 1.50 | 46.43 |
| | Terreno 6 | Ghiaie con sabbie | 46.43 | 1.50 | 44.93 |
| | Terreno 2 | Limi argillosi superficiali | 44.93 | 1.00 | 43.93 |
| | Terreno 6 | Ghiaie con sabbie | 43.93 | 1.80 | 42.13 |
| | Terreno 2 | Limi argillosi superficiali | 42.13 | 1.00 | 41.13 |
| | Terreno 6 | Ghiaie con sabbie | 41.13 | 1.50 | 39.63 |
| | Terreno 4 | Sabbie | 39.63 | 12.00 | 27.63 |
| | Terreno 2 | Limi argillosi profondi | 27.63 | 8.00 | 19.63 |
| | Terreno 4 | Sabbie | 19.63 | - | - |

| QUOTA PIANO CAMPAGNA DI RIFERIMENTO: | | 49 m slm | | | |
|--------------------------------------|-----------|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| QUOTA FALDA DI COSTRUZIONE: | | 40.8m slm, soggiacenza ≈8.2m dal p.c. | | | |
| Schema di calcolo | Unità | Descrizione | Quota superiore unità (m slm) | Spessore unità (m) | Quota inferiore unità (m slm) |
| TS-4 (pk 5+050) | Terreno 1 | Riporti | 49 | 2.5 | 46.5 |
| | Terreno 6 | Ghiaie con sabbie | 46.5 | 10.8 | 35.7 |
| | Terreno 2 | Limi argillosi superficiali | 35.7 | 1.5 | 34.2 |
| | Terreno 6 | Ghiaie con sabbie | 34.2 | 1.5 | 32.7 |
| | Terreno 4 | Sabbie | 32.7 | 13.5 | 19.2 |
| | Terreno 2 | Limi argillosi profondi | 19.2 | 9.5 | 9.7 |
| | Terreno 4 | Sabbie | 9.7 | - | - |

| QUOTA PIANO CAMPAGNA DI RIFERIMENTO: | | 48.88 m slm | | | |
|--------------------------------------|-----------|--|-------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| QUOTA FALDA DI COSTRUZIONE: | | 41.22m slm, soggiacenza ≈7.6m dal p.c. | | | |
| Schema di calcolo | Unità | Descrizione | Quota superiore unità (m slm) | Spessore unità (m) | Quota inferiore unità (m slm) |
| TA (Pk 5+025) | Terreno 1 | Riporti | 48.88 | 2 | 46.88 |
| | Terreno 6 | Ghiaie con sabbie | 46.88 | 11 | 35.88 |
| | Terreno 2 | Limi argillosi superficiali | 35.88 | 1.5 | 34.38 |
| | Terreno 6 | Ghiaie con sabbie | 34.38 | 2 | 32.38 |
| | Terreno 4 | Sabbie | 32.38 | 14 | 18.38 |
| | Terreno 2 | Limi argillosi profondi | 18.38 | 8.5 | 9.88 |
| | Terreno 4 | Sabbie | 9.88 | - | - |

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 14 di 205 |

4.3 Livelli di falda

I livelli di falda utilizzati nella progettazione delle opere sono stati definiti coerentemente con le misurazioni piezometriche effettuate tra aprile 2014 e febbraio 2018 e con quanto previsto nel PD (cfr. Relazione Idrogeologica progetto definitivo IN0D00DI2RHGE0002003A); dunque, i livelli della falda di riferimento, per il dimensionamento delle opere in fase transitoria, valgono:

1. quota della falda di riferimento in fase di costruzione: pari alla falda media "misurata" incrementata di 0.5 m;
2. quota della falda a breve termine: pari alla falda media "misurata" incrementata di 3.0 m. Tale livello è stato utilizzato per il dimensionamento del tampone in jet grouting e delle opere di sostegno a breve termine, cioè a scavi aperti in assenza di jet grouting;
3. quota della falda a lungo termine: pari alla falda media "misurata" incrementata di 4.5 m. Tale livello è stato utilizzato per il dimensionamento delle opere di sostegno a lungo termine.

In sede di PD, la progettazione della galleria artificiale è stata effettuata assumendo la falda di costruzione come quota di riferimento per il dimensionando opere di scavo e tampone di fondo.

Nel corso della presente fase di progettazione esecutiva, è stato ritenuto più vantaggioso modificare tale criterio progettuale dimensionando opere di sostegno a scavi aperti (in assenza delle strutture interne) e tampone di fondo sulla falda di breve termine. Questo comporta un certo incremento delle incidenze di armatura dei diaframmi dovuto al fatto che essi ora sono dimensionati per sopportare in fase di scavo, in assenza del solettone di fondo, una escursione della falda fino al livello di breve termine.

Lungo l'estensione della GA01-A la falda riferimento in fase di breve termine utilizzata per opere di scavo e tampone di fondo varia tra 43.7÷42.9m s.l.m circa. La profondità di tale falda da piano campagna si attesta quindi intorno ai 3.5-5.4.5m nel centrale e terminale GA01-B riducendosi progressivamente fino ad un valore pressoché nullo nel tratto di ingresso dell'opera.

I livelli di falda di breve termine nelle tratte in esame determinano un battente variabile tra 6 e 10m sul fondo scavo.

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 15 di 205 |

4.4 Parametri geotecnici per la tratta in esame

Parametri di riferimento per le stratigrafie individuate sono riassunti nella successiva tabella

Tabella 2: Parametri geotecnici caratteristici

| Unità | Descrizione | γ | c' | φ' | k | C_u | G_0 | E_{vc} | E_{UR} |
|-------|-------------------|----------------------|-------|------------|------------------------------------|-----------|---------|----------|----------|
| | | [kN/m ³] | [kPa] | [°] | [m/sec] | [kPa] | [MPa] | [MPa] | [MPa] |
| 1 | Riporto | 18-19 | - | 28 - 30 | - | - | | 20 | 60 |
| 6 | Ghiaie con sabbia | 19-20 | - | 40 - 42 | 10 ⁻³ /10 ⁻⁴ | - | 120-180 | 125 | 200 |
| 4 | Sabbie | 19-20 | - | 36 - 40 | 10 ⁻⁴ /10 ⁻⁵ | - | 150-200 | 150 | 240 |
| 2 | Limi argillosi* | 19-20 | 5 -10 | 26 - 28 | 10 ⁻⁶ /10 ⁻⁷ | 100 - 150 | 80 | 20 | 32 |

* i parametri si riferiscono allo strato limoso argilloso più superficiale di natura discontinua e riscontrabile a tratti al contatto tra sabbie e ghiaie

γ : Peso di volume

c' : coesione efficace

φ : Angolo di resistenza al taglio

k : Permeabilità

C_u : Coesione non drenata

G_0 : Modulo di taglio iniziale

E_{vc} : Modulo di Young di primo carico

E_{UR} : Modulo di Young di scarico/ricarico

4.5 Parametri geotecnici del terreno trattato

I parametri di riferimento per il terreno trattato con il tampone di fondo sono i seguenti:

Unità stratigrafiche 4 – 6 (materiali sabbiosi – ghiaiosi cfr.§4)

- peso di volume del terreno consolidato $\gamma = 20\text{kN/m}^3$
- resistenza a compressione del terreno consolidato $\sigma_c \geq 3.0\text{ MPa}$
- coesione del terreno consolidato $c' \geq 1000\text{ kPa}$
- angolo d'attrito interno $\varphi' \geq 38^\circ$
- modulo E_{c50} del terreno consolidato $E_{c50} \geq 2500\text{ MPa}$
- coefficiente di Poisson $\nu = 0.3.$
- permeabilità $k < 5 \times 10^{-7}\text{ m/s}$ (min. $1 \times 10^{-6}\text{ m/s}$)

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 16 di 205 |

5 DESCRIZIONE DELLE OPERE

5.1 Aspetti generali

La galleria artificiale S. Martino è lunga 1900m ed è suddivisa in 5 differenti WBS riassunte nella successiva tabella.

Tabella 3 WBS GA01

| WBS | Progressiva inizio (m) | Progressiva fine (m) | Lunghezza (m) |
|--------|------------------------|----------------------|---------------|
| GA01-A | 4+942.53 | 5+336.53 | 393.91 |
| GA01-B | 5+336.53 | 5+856.53 | 549.50 |
| GA01-C | 5+856.53 | 6+184.03 | 297.43 |
| GA01-D | 6+184.03 | 6+241.33 | 57.36 |
| GA01-E | 6+241.33 | 6+842.53 | 602.24 |

Per tutte le WBS il sistema di opere di sostegno necessarie all'esecuzione degli scavi per la realizzazione della galleria artificiale (la cui disposizione planimetrica generale è rappresentata in Figura 2) è costituito principalmente da diaframmi in c.a. di spessore 1.0m. Lo scavo dei diaframmi è realizzato in presenza di fango stabilizzante con benna mordente e con una sequenza primari/secondari tale da minimizzare il numero dei giunti, così come rappresentato negli elaborati grafici di progetto. Considerato il battente della falda, per tutti i giunti è previsto l'impiego di palancole di spalla e giunto water stop tra un pannello e l'altro.

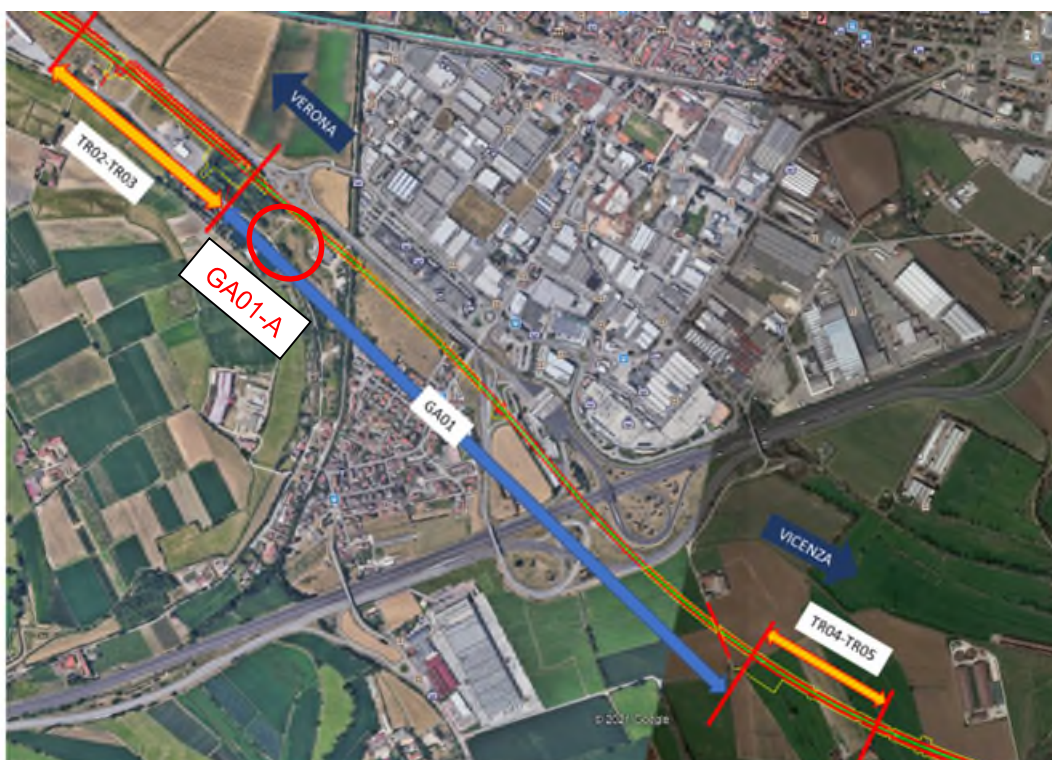


Figura 2 Planimetria di inquadramento galleria artificiale GA01 e trincee

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 17 di 205 |

Come brevemente accennato nel §1, la galleria artificiale è costituita da una struttura scatolare di luce interna tra diaframmi di 12m avente un ricoprimento variabile tra 1.0 e 4.0m. La necessità di predisporre impianti tecnologici e di sicurezza in apposite nicchie QdT (quadro di tratta) lungo lo sviluppo della galleria comporta un incremento della luce interna fino a 3.5m distanziando quindi i diaframmi fino a 15.50m. La copertura appoggia sui diaframmi in c.a. ed è costituita da travi prefabbricate di altezza 1.3m e soletta di completamento di spessore 0.25m realizzata in opera con armatura lenta. In corrispondenza delle nicchie tecnologiche, considerata la maggiore luce, l'altezza delle travi è pari a 1.50 m. La connessione tra diaframma e solaio di copertura è realizzata con una trave di coronamento di larghezza 2.05m ed altezza complessiva di 1m in cui sono posizionati i ferri di attesa sia per il collegamento con la copertura, sia per il collegamento con le contropareti. Le contropareti interne hanno uno spessore nominale di 0.8m, altezza 8.40m e spiccano dal solettone di fondo avente spessore di 1.0m.

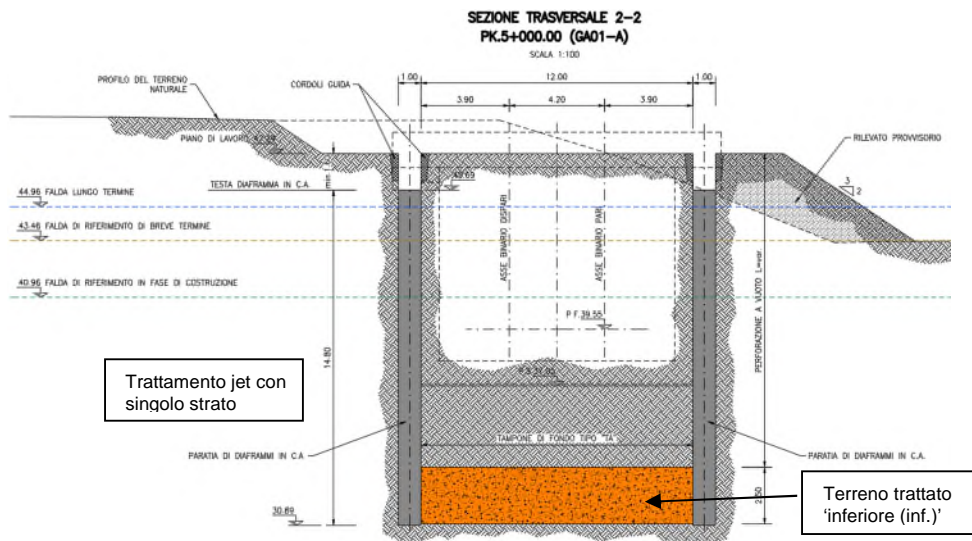
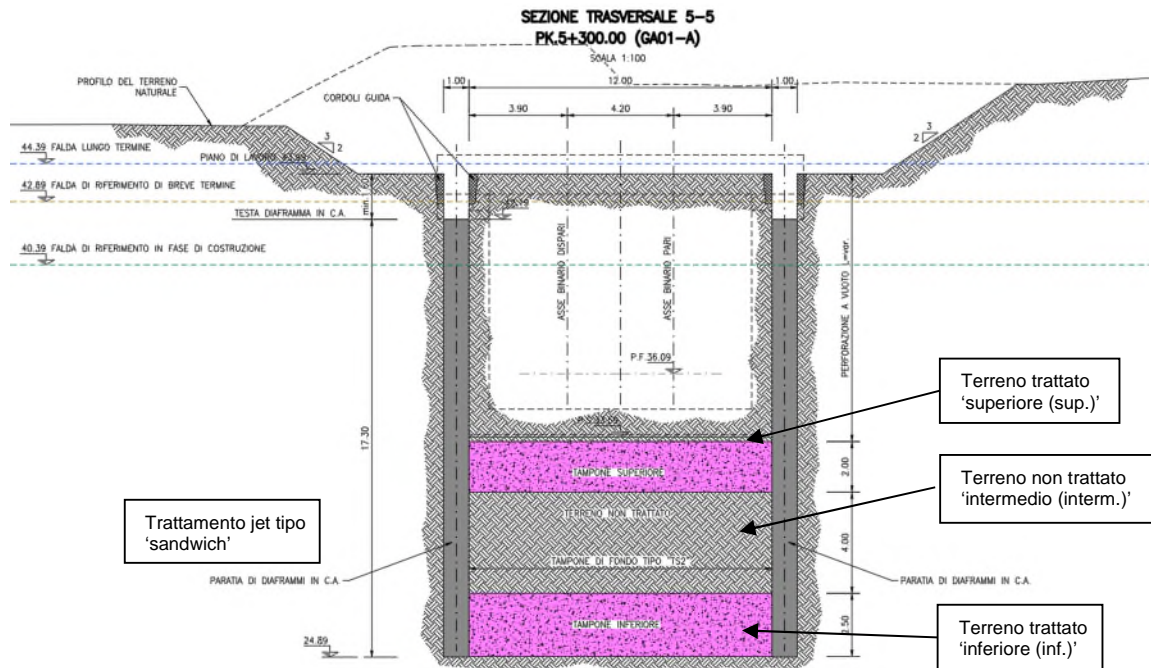
Per il dimensionamento delle contropareti si è tenuto conto delle tolleranze esecutive dei diaframmi stimate pari a 10cm. Tale tolleranza è coerente con i requisiti del 'Capitolato Generale Tecnico di Appalto Parte II – Sezione 8 PARATIE DI PALI, DIAFRAMMI E PALANCOLATE' di RFI, Sezione 8.9.3. Per comodità, i requisiti RFI sono riproposti di seguito (Figura 3).

Tabella 8.9.1: Tolleranze

| OGGETTO DEL CONTROLLO | DESCRIZIONE PARAMETRO DI CONTROLLO | UNITA' DI MISURA | PRECISIONE | VALORE NOMINALE | TOLLERANZA | | |
|-----------------------|------------------------------------|--|------------|-----------------|-------------|--------|--|
| | | | | | | | |
| 1 - DIAFRAMMI | 1.1 | Posizionamento planimetrico cordoli guida | mm | 5 | di progetto | 20 | |
| | 1.2 | Posizionamento altimetrico cordoli guida | mm | 2 | di progetto | 20 | |
| | 1.3 | Profondità "L" diaframma | mm | 2 | di progetto | +L/100 | |
| | 1.4 | Verticalità diaframma (generico) | % | 0.4 | di progetto | 0.5 | |
| | 1.5 | Verticalità diaframma (realizzato con idrofresa) | % | 0.4 | di progetto | 0.4 | |
| | 1.6 | Copriferro armatura metallica | mm | 1 | 60 | -10 | |
| | 1.7 | Passo di posizionamento distanziatori | mm | 10 | 30 | +100 | |
| 2 - PALANCOLATI | 2.1 | Posizionamento planimetrico palancolato | mm | 5 | di progetto | 50 | |
| | 2.2 | Profondità d'infissione palancolato | mm | 5 | di progetto | 50 | |

Figura 3 Tolleranze costruttive RFI (Estratto Sez. 8.9.3)

La Figura 4 e Figura 5 mostrano una sezione trasversale esplicativa dell'opera nella quale si possono apprezzare i livelli di falda di costruzione, di breve e lungo termine così come si possono osservare i diversi trattamenti jet-grouting previsti per la stabilizzazione del fondo scavo della galleria. Maggiori dettagli sulla funzionalità e criteri di dimensionamento dell'intervento jet grouting sono forniti nella relazione IN1711EI2RHGA0100001A.



Le caratteristiche dei singoli schemi di sostegno proposti per la GA01-A sono descritte nel §5.3 di seguito.

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 19 di 205 |

5.2 Geometria delle opere di sostegno

Nel seguito sono descritte sinteticamente le caratteristiche delle opere di sostegno sottoposte a verifica nei successivi paragrafi:

▪ Diaframmi Sezione di calcolo TS-2

Con la sezione di calcolo *TS-2* si identificano i seguenti diaframmi:

- Lunghezza diaframma: 17.3m da quota testa diaframma. Si identifica come 'quota testa diaframma' la quota di intradosso della trave di coronamento di altezza 1.0m sulla quale appoggia la soletta di copertura (vedi particolare esemplificativo in Figura 6).
- Lunghezza di infissione paratia: 8.5m
- Intervento di consolidamento: intervento jet-grouting 'sandwich' con doppio strato di geometria seguente:
 - o Spessore terreno trattato superiore: 2.0m
 - o Spessore terreno non trattato intermedio: 4.0m
 - o Spessore terreno trattato inferiore: 2.5m
- Altezza di scavo: 8.40 m da testa paratia.

▪ Diaframmi Sezione di calcolo TS3

Con la sezione di calcolo *TS-3* si identificano i seguenti diaframmi:

- Lunghezza diaframma: 16.8m da quota testa diaframma
- Lunghezza di infissione paratia: 8.0m
- Intervento di consolidamento: intervento jet-grouting 'sandwich' con doppio strato di geometria seguente:
 - o Spessore terreno trattato superiore: 2.0m
 - o Spessore terreno non trattato intermedio: 3.5m
 - o Spessore terreno trattato inferiore: 2.5m
- Altezza di scavo: 8.40 m da testa paratia.

▪ Diaframmi Sezione di calcolo TS4

Con la sezione di calcolo *TS-4* si identificano i seguenti diaframmi:

- Lunghezza diaframma: 15.8m da quota testa diaframma
- Lunghezza di infissione paratia: 7.0m
- Intervento di consolidamento: intervento jet-grouting 'sandwich' con doppio strato di geometria seguente:
 - o Spessore terreno trattato superiore: 1.5m
 - o Spessore terreno non trattato intermedio: 3.0m
 - o Spessore terreno trattato inferiore: 2.5m
- Altezza di scavo: 8.40 m da testa paratia.

▪ Diaframmi Sezione di calcolo TA

Con la sezione di calcolo *TA* si identificano i seguenti diaframmi:

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 20 di 205 |

- Lunghezza diaframma: 14.8m da quota testa diaframma
- Lunghezza di infissione paratia: 6.0m
- Intervento di consolidamento: intervento jet-grouting 'sandwich' con singolo strato di geometria seguente:
 - o Spessore terreno non trattato superiore: 3.0m
 - o Spessore terreno trattato inferiore: 2.5m
- Altezza di scavo: 8.40 m da testa paratia.

SEZIONE TRASVERSALE NODO DI COPERTURA



Figura 6 Sezione trasversale nodo di copertura

5.3 Schemi di calcolo

Il metodo di realizzazione previsto per il tratto GA01-A della galleria San Martino Buon Albergo è di tipo Top-Down nel quale lo scavo in sotterraneo della galleria avverrà dopo la realizzazione del solettone di copertura.

5.3.1 Criteri di identificazione delle sezioni di calcolo

Le sezioni di calcolo rappresentative del comportamento geotecnico e strutturale dal tratto di galleria in esame sono state selezionate sulla base dei seguenti criteri:

- individuazione del battente idraulico della galleria inteso come differenza di quota tra il livello di falda di costruzione ed il fondo scavo;
- dimensionamento del trattamento jet grouting necessario per la stabilità del fondo scavo;
- suddivisione del tratto di galleria in esame in tratti omogenei di trattamento jet;
- studio e risoluzione delle interferenze stradali presenti lungo il tracciato della galleria
 - o per il tratto GA01-A in esame sono state riscontrate le seguenti interferenze:
 - Svincolo Autostradale NV51 alla progressiva pk 5+050 circa per il quale si è previsto un'opera provvisoria apposita denominata con 'Opera Provvisoria A'.
 - torrente Rossella WBS IN12 alla progressiva 5+286 circa.
 - o La risoluzione di tale interferenza non ha comportato la necessità di identificare ulteriori schemi di calcolo o modifica dei criteri di verifica esposti al §6.
- analisi della variabilità del ricoprimento dell'opera ed individuazione della sezione di massimo ricoprimento.

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 21 di 205 |

5.3.2 Caratteristiche e quote di riferimento delle sezioni di calcolo

Gli schemi rappresentativi per il dimensionamento del tratto di galleria GA01-A sono riassunti nelle tabelle seguenti (Tabella 4 e Tabella 5).

In particolare, la Tabella 4 individua i tratti omogeni della galleria per i quali si prevede un intervento jet tipo 'sandwich' con doppio strato (acronimo 'TS') o jet compensato con singolo strato (acronimo 'TA'). Per ciascun tratto si è sviluppato un opportuno modello di calcolo descritto nel §5.3.3.

Tabella 4 Caratteristiche delle sezioni di calcolo

| Sezioni di riferimento | Battente idraulico (m) | Tipologia di intervento jet | Dettagli intervento | Denominazione Modello |
|-------------------------|------------------------|--|---|-----------------------|
| Progressiva Pk 5+325 | ≈10 | Tampone 'sandwich' con doppio strato | Spessore trattato sup: 2m Spessore non trattato interm.: 4.0m Spessore trattato inf: 2.5m | TS2 |
| Progressiva Pk 5+250 | ≈9 | Tampone 'sandwich' con doppio strato | Spessore trattato sup: 2m Spessore non trattato interm.: 3.5m Spessore trattato inf: 2.5m | TS3 |
| Progressiva Pk 5+150 | ≈8 | Tampone 'sandwich' con doppio strato | Spessore trattato sup: 1.5m Spessore non trattato interm.: 3m Spessore trattato inf: 2.5m | TS4 |
| Progressiva Pk 5+025 | ≈7 | Tampone 'sandwich' con singolo strato | Spessore non trattato sup.: 3.5m Spessore trattato inf: 2.5m | TA |

| | | | | | | |
|--|------------------|--|--|-----------|---------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 22 di 205 | |

Tabella 5 Quote di riferimento delle sezioni di calcolo

| | Dati tampone di fondo | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------------|--|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------|
| | Quota piano campagna | Spessore ricoprimento copertura | Quota testa copertura | Quota testa paratia | Quota testa solaio di fondo | Quota fondo scavo | Quota falda costruzione | Battente idraulico su falda di costruzione | Spessore terreno trattato sup. | Quota base terreno trattato sup. | Spessore terreno trattato inter. | Quota base terreno trattato inf. | Spessore terreno trattato inf. | Quota piede paratia | Quota falda breve termine | Quota falda lungo termine |
| | mslm | m | mslm | mslm | mslm | m | mslm | m | m | m | m | m | m | m | m | m |
| Sez. TS2 (Pk 5+325) | 47.66 | 3.3 | 44.40 | 41.80 | 34.40 | 33.40 | 40.43 | 7.0 | 2.0 | 31.40 | 4 | 27.40 | 2.5 | 24.90 | 42.93 | 44.43 |
| Sez. TS3 (Pk 5+250) | 47.93 | 2.7 | 45.26 | 42.66 | 35.26 | 34.26 | 40.43 | 6.2 | 2.0 | 32.26 | 3.5 | 28.76 | 2.5 | 26.26 | 42.93 | 44.43 |
| Sez. TS4 (Pk 5+150) | 49 | 2.6 | 46.41 | 43.81 | 36.41 | 35.41 | 40.80 | 5.4 | 1.5 | 33.91 | 3 | 30.91 | 2.5 | 28.41 | 43.30 | 44.80 |
| Sez. TA (Pk 5+025) | 48.88 | 1.0 | 47.86 | 45.26 | 37.86 | 36.86 | 41.22 | 4.4 | 0 | 36.86 | 3.5 | 33.36 | 2.5 | 30.86 | 43.72 | 45.22 |

| | | | | | |
|---|---|-------------|--|-----------|---------------------|
|  Consorzio IricAV Due | ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANI | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 23 di 205 |

5.3.3 Fasi costruttive considerate

Di seguito sono descritte brevemente la sequenza delle fasi salienti degli schemi di calcolo 'TS-2', 'TS-3', 'TS-4', 'TA' sviluppati per il progetto della GA01-A. Tale successione è identica per i vari schemi.

Tabella 6 Sequenza fasi costruttive assunte nella progettazione

| No. Fase | Descrizione | |
|----------|--|---|
| 1 | Condizioni iniziali | Modellazione della condizione esistente in termini di quota piano campagna, stratigrafia, regime e quota di falda, eventuali carichi preesistenti (La falda considerata da Fase 1 a Fase 10 è la falda di costruzione). |
| 2 | Scavo fino a piano di lavoro | Applicazione accidentale di cantiere di 20kPa a piano campagna e scavo con pendenza 2V:3H da piano campagna a quota piano lavoro (lungo la GA01-A il piano di lavoro varia tra 47.81 e 43.52m slm c.a. mantenendosi sempre al di sotto della falda di breve termine). |
| 3 | Esecuzione dei diaframmi | Realizzazione delle corree di guida. Scavo dei diaframmi, posa delle gabbie di armatura e getto del calcestruzzo. |
| 4 | Realizzazione jet-grouting' | Realizzazione intervento jet tipo 'sandwich' con doppio strato o singolo al di sotto della quota di fondo scavo della galleria artificiale (Figura 7) |
| 5 | Scavo fino a quota testa paratia | Approfondimento pre-scavo da quota piano di lavoro a quota testa paratia. Lungo la GA01-A la testa paratia varia tra 46.21 e 41.92m slm c.a. |
| 6 | Realizzazione trave di coronamento | Realizzazione trave di coronamento di altezza 1.0m e larghezza 2.05m |
| 7 | Costruzione solettone di copertura | Posa in opera della trave di prefabbricata. Predisposizione di tubi getto per la realizzazione futura della controparete interna. Getto di completamento della soletta di copertura di completamento e del nodo di connessione con i diaframmi. |
| 8 | Ripristino quota piano campagna | Ricoprimento al di sopra della copertura fino a quota piano campagna iniziale. |
| 9 | Carico accidentale | Applicazione accidentale di 20kPa a piano campagna e sul ricoprimento posato sulla copertura. |
| 10 | Scavo quota fondo scavo | Scavo fino a quota imposta soletta |
| 11 | Risalita falda a quota di breve termine | Innalzamento transitorio del livello di falda da quota falda di costruzione a quota breve termine. Tale innalzamento può avvenire causa evento meteorico improvviso. |
| 12 | Discesa falda a quota di breve costruzione | Esaurimento degli effetti dell'evento meteorico improvviso con conseguente abbassamento del livello di falda da quota di breve termine a quota di costruzione, livello che rappresenta le condizioni statiche quasi-permanenti in condizioni iniziali ad opere ultimate. |
| 13 | Costruzione solaio di fondo | Posa in opera dell'impermeabilizzazione e del massetto di fondazione. Posa delle gabbie di armatura del solaio di fondo ed attese delle contropareti inclusa. Getto del solaio di fondo. |
| 14 | Costruzione contropareti | Posa in opera dell'impermeabilizzazione e getto della contropareti interne. |
| 15 | Condizioni di lungo termine | Simulazione del degrado completo dell'intervento di jet-grouting realizzato precedentemente. |
| 16 | Condizioni di lungo termine | Simulazione delle condizioni di lungo termine. Innalzamento del livello di falda da quota falda di costruzione a quota lungo termine. Riduzione dei moduli elastici delle strutture da istantanei a quelli di lungo termine e raggiungimento condizioni quasi permanenti di lungo termine |
| 17 | Condizioni sismiche | Attivazione del carico sismico definito con il metodo pseudostatico. |

Le condizioni di lungo termine della struttura sono state simulate assumendo che la falda risalga dalla quota di costruzione a quella di lungo termine. Tale condizione è stata suddivisa in due step di calcolo distinti per cogliere l'effetto della perdita dell'azione stabilizzante del tampone jet e simulare un decadimento dei parametri

di resistenza del jet grouting a lungo termine. In condizioni di massima spinta della quota di falda, infine, è applicata l'azione sismica sui diaframmi. Si rimanda al §6.1 per i criteri assunti per l'interazione tra diaframmi e strutture interne nella condizione di lungo termine e applicazione dell'azione sismica.

Si rimanda al §7 e 8 per maggiori dettagli sulla modellazione delle singole sezioni di calcolo considerate ed i risultati delle analisi effettuate.

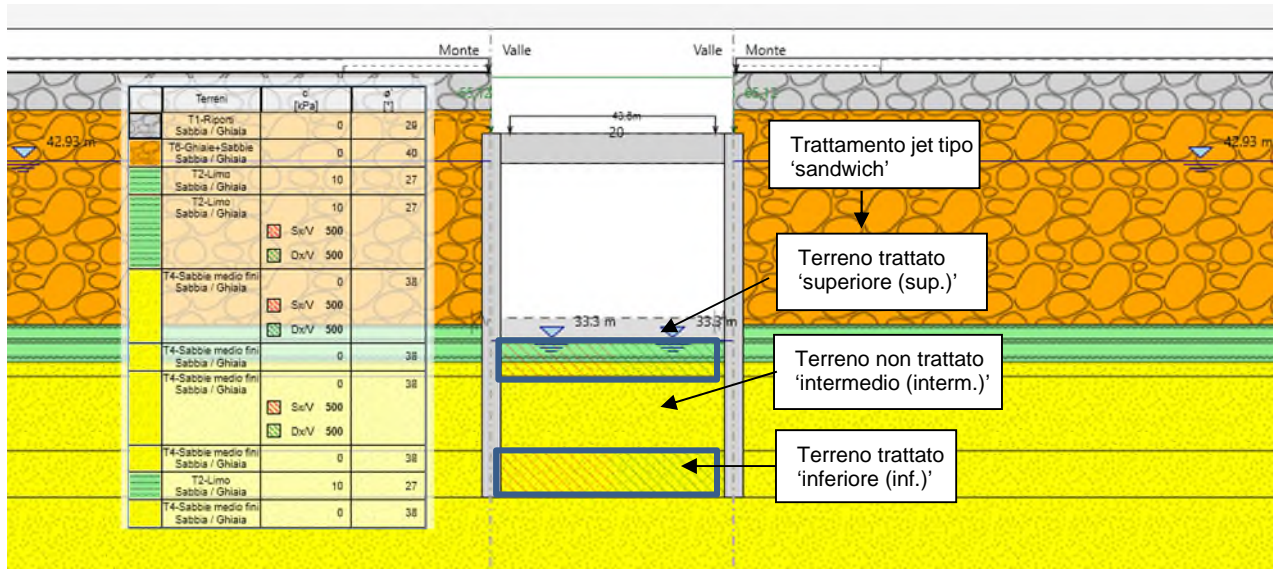


Figura 7 Sezione 'TS2' - Schema esemplificativo di una costruttiva definita nel modello di calcolo

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 25 di 205 |

6 CRITERI DI VERIFICA

6.1 Criteri di dimensionamento e modellazione delle opere di sostegno

6.1.1 Riferimenti normativi

Le verifiche sono condotte, in osservanza al D.M. del 14.01.2008 “Norme tecniche per le costruzioni”, attraverso il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite.

Il calcolo delle paratie viene eseguito in accordo con il § 6.5.3.1.2 delle NTC, per quanto riguarda la verifica nei confronti degli Stati Limite Ultimi e degli Stati Limite di Esercizio in condizioni statiche.

Al fine di rappresentare il comportamento delle paratie durante le fasi di lavoro (scavi ed inserimento degli elementi di contrasto) è opportuno l'impiego di un metodo di calcolo iterativo atto a simulare l'interazione, in fase elasto-plastica, tra terreno e paratia. Per questo scopo si impiega il programma di calcolo “Paratie Ceas v. 7.0” che consente di studiare elementi strutturali tipo “beam” disposti su un letto di molle di tipo elasto-plastico in modo da tenere conto dell'interazione con il terreno e con gli eventuali puntoni intermedi.

6.2 Modellazione delle sezioni e sistemi di vincolo

La descrizione completa dei criteri di modellazione utilizzati per il calcolo delle opere di sostegno dell'intera galleria artificiale San Martino Buon Albergo è fornita nella relazione IN1711E12RHGA0100001A dei criteri di dimensionamento delle opere di sostegno della GA01.

Per le ragioni indicate nella relazione sopra citata, i diaframmi previsti per il tratto GA01-A della galleria sono stati progettati assumendo due diversi schemi di vincolo del nodo diaframma-solettone di copertura:

- *Vincolo di appoggio*: la paratia è stata dimensionata lato scavo assumendo che ci sia un vincolo tipo ‘cerniera’ a quota asse copertura.
- *Vincolo di incastro*: Le sollecitazioni flettenti e taglianti dedotte da tale schema alla quota di testa paratia sono state utilizzate per dimensionare le armature lato terra della paratia. Sulla copertura sono applicati tutti i massimi carichi permanenti e variabili, al netto del peso proprio, le cui sollecitazioni sono affidate alle travi di copertura nella fase iniziale di getto in auto-portanza.

Come indicato nella relazione sui criteri di dimensionamento, per quantificare l'interazione tra diaframmi e struttura interna a lungo termine, si assume che la spinta delle terre possa essere ripartita in ragione del rapporto r tra le rigidità degli elementi strutturali posti a contatto:

$$r = \frac{E_p I_p}{E_p I_p + E_c I_c}$$

dove:

E_p : modulo elastico della paratia;

I_p : momento inerzia della paratia;

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 26 di 205 |

Ec: modulo elastico della controparete;
Ic: momento di inerzia della controparete;

Tale criterio si applica a tutte le fasi di calcolo di lungo termine identificate come tali nella Tabella 6 di §5.3.3. Nel caso specifico in esame, il rapporto “r” sopra definito è stato determinato, a favore di sicurezza, considerando le diverse classi di calcestruzzo dei due elementi così come lo spessore minimo della controparete pari a 70 cm. Nella successiva tabella (Tabella 7) sono indicate le percentuali di ripartizione applicate alle sollecitazioni flettenti e taglianti tra diaframmi e contropareti nelle condizioni di lungo termine.

Tabella 7 Calcolo ripartizione tra controparete e diaframma

METODOLOGIA RIPARTIZIONE FODERA-DIAFRAMMA

Calcolo sezione equivalente

| | | |
|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Spessore diaframma | s_d | 1 m |
| Classe CLS diaframma | fck_diaf | 25 MPa |
| Classe CLS controfodera | fck_fod | 30 MPa |
| Modulo Elastico Diaframma | E_diaf | 3.15E+04 MPa |
| Modulo Elastico Fodera | E_fod | 3.43E+04 MPa |
| Spessore controfodera | s_f | 0.7 m |
| Inerzia paratia | I _{diaf} | 0.0833 m ⁴ |
| Inerzia diaframma | I _{fod} | 0.0286 m ⁴ |
| Inerzia diaframma equivalente BT | I _{diaf_eq} | 0.1145 m ⁴ |
| Spessore equivalente in parallelo BT | $s_{eq}=(s_d^3+s_f^3)^{1/3}$ | 1.112 m |
| Percentuali di ripartizione | | |
| Partie | r partie | 72.8 % |
| Controparete | r controparete | 27.2 % |

6.2.1 Spinta del terreno in condizioni statiche

Noti i parametri di resistenza, è possibile definire il valore dei coefficienti di spinta in condizioni di equilibrio limite, come di seguito commentato; per la definizione della spinta dei terreni si rimanda alla relazione IN1711EI2RHGA0100001A.

6.2.2 Spinta del terreno in condizioni sismiche

Nel caso in cui le paratie possono considerarsi come una struttura “rigida”, poco deformabile, per esempio in presenza di più ordini di tiranti/puntoni, in accordo con § E.9 dell’Eurocodice 8, l’incremento di spinta sismico è calcolato secondo la teoria di Wood applicando la seguente pressione distribuita:

$$\Delta p = (a_g/g) \times S \times \gamma_t \times H$$

dove:

S= fattore suolo per sisma orizzontale (= $S_s \times S_T$, Categoria C per il terreno)

a_g = accelerazione del suolo distinguendo tra fase sismica provvisoria (a fondo scavo) e definitiva (in esercizio)

γ_t = peso specifico del terreno

H = altezza totale della paratia

I valori accelerazione sismica considerati nelle analisi sono i seguenti:

- Accelerazione sismica SLV: 0.339g

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 27 di 205 |

- Accelerazione sismica SLD: 0.162g

6.2.3 Spinta dell'acqua

Il calcolo è stato condotto tenendo conto della presenza della falda, considerata alla quota di costruzione e successivamente innalzata alla quota breve termine per simulare gli effetti di un effetto meteorico improvviso e successivamente a quota di lungo termine. Vista la natura dei terreni interessati dall'opera si sono considerate condizioni di terreno pervio con i criteri indicati nella relazione IN1711EI2RHGA0100001A.

Le quote di falda considerate per la progettazione dei diaframmi del tratto GA01-A della galleria sono riportate in Tabella 5.

6.2.4 Passaggio moduli di lungo termine

Come ultimo step di calcolo nella progettazione delle paratie in esame, si è tenuto conto della riduzione dei moduli elastici degli elementi strutturali (paratie e strutture interne) dovute ad effetti viscosi. Tale riduzione si è assunta pari al 20% ($E_{LT} = 0.8 \times E_{BT}$).

6.3 Sovraccarico permanente in copertura

Nel caso della GA01-B si sono assunte le altezze di ricoprimento per i diversi modelli di calcolo, come indicato nella successiva tabella

$$p_r = \gamma \cdot D$$

con:

γ : peso di volume del terreno

D: differenza di quota tra piano campagna a monte e testa paratia

Tabella 8 Calcolo ripartizione tra controparete e diaframma

| Modello di calcolo | Altezza max di ricoprimento (m) | Sovraccarico p in copertura (kPa) |
|--------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| TS2 | ≈3.3 | ≈66 |
| TS3 | ≈2.5 | ≈50 |
| TS4 | ≈2 | ≈40 |
| TA | ≈1 | ≈20 |

6.4 Sovraccarico accidentale in copertura

Si è considerato un sovraccarico accidentale a monte della paratia pari a 20kPa posizionato a piano campagna ed anche sul ricoprimento disposto al di sopra del solettone di copertura una volta che questa è stata realizzata.

6.5 Combinazioni per la verifica agli SLU

Le combinazioni di carico agli stati limite considerate ai fini delle verifiche sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto nel Cap. 2 delle NTC 2008. Per i criteri generali di applicazione

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 28 di 205 |

dei coefficienti di sicurezza e delle combinazioni di calcolo definiti nei vari modelli si rimanda alla relazione IN1711EI2RHGA0100001A.

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 29 di 205 |

7 VERIFICHE SEZIONE TS2

I diaframmi dimensionati con tale sezione sono previsti da progressiva pk 5+251.53 alla pk 5+336.53 della GA01-A, per un'estensione complessiva di circa 85m. I diaframmi sono lunghi 17.3m con un'altezza di scavo di 8.40m da quota testa paratia. I parametri geotecnici caratteristici adottati per il dimensionamento dell'opera di sostegno, la stratigrafia di progetto e le ipotesi di falda sono state esposte nel §4 e 5.

7.1 Fasi di calcolo

Tale paragrafo descrive con maggior dettaglio le fasi costruttive brevemente presentate nella §5.3.3. Di seguito le fasi di calcolo e lo schema di scavo:

- Fase 0: start – nihil;
- Fase 1: condizione geostatica:
 - quota piano campagna a 47.66m slm;
 - quota falda di costruzione a quota 40.43m slm a circa 7.2m da piano campagna;
- Fase 2: Scavo fino a piano di lavoro:
 - Scavo con pendenza 2V:3H da piano campagna a quota piano lavoro variabile tra 44.40 e 43.52m slm ed applicazione del carico accidentale di cantiere di 20kPa a quota piano campagna.
- Fase 3: Realizzazione diaframmi da piano di lavoro:
- Fase 4: Realizzazione intervento jet tipo 'sandwich' con doppio strato al di sotto del piano di scavo:
 - L'intervento è così composto:
 - Spessore terreno trattato superiore: 2.0m
 - Spessore terreno non trattato intermedio: 4.0m
 - Spessore terreno trattato inferiore: 2.5m
 - L'intervento è stato modellato modificando i parametri geotecnici di base degli strati interessati di terreno considerando i seguenti parametri caratteristici:
 - valore di coesione c': 500kPa; rigidità del terreno incrementata di 20 volte rispetto ai valori caratteristici;
- Fase 5: Approfondimento pre-scavo da quota piano di lavoro a quota testa paratia per la realizzazione del solettone di copertura
- Fase 6: Realizzazione del solettone di copertura:
 - Come descritto nel §6.2, il nodo di connessione tra diaframma e copertura è stato simulato sia come una 'cerniera' che 'pienamente incastrata'. La copertura è stata pertanto modellata in Paratia come elemento 'soletta' di spessore 1.6m.
- Fase 7: Posa in opera del ricoprimento al di sopra della copertura tale da stabilire la quota di piano campagna:
 - Lo spessore di ricoprimento considerato lungo tale tratto è pari a 3.3m.
- Fase 8: Applicazione del carico accidentale di 20kPa a piano campagna

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 30 di 205 |

- Fase 9: Scavo della Galleria fino a quota di fondo scavo 33.3m, 10.2m circa al di sotto del piano di lavoro
 - In tale fase, la quota falda di valle tra le paratie è stata considerata cautelativamente a quota di fondo scavo.
- Fase 10: Risalita falda a quota di breve termine:
 - Innalzamento del livello di falda quota falda da quota falda di costruzione a quota breve termine. Con tale scenario si riproduce le condizioni di un innalzamento del livello di falda a causa evento meteorico improvviso (il §7.3.1 riporta la verifica della stabilità del fondo scavo nei confronti di tale evento).
- Fase 11: Discesa falda a quota di breve costruzione
 - Con tale fase, si assumono che gli effetti di un evento meteorico improvviso siano esauriti e che il livello di falda diminuisca alla quota di falda di costruzione.
- Fase 12: Costruzione del solettone di fondo:
 - Il solettone di fondo è stato modellato in Paratie con un elemento di tipo 'Puntone' alla quota dell'asse del solaio 33.90m.
- Fase 13: Costruzione delle contropareti interne di spessore 0.80m:
 - L'azione irrigidente della controparete interna è stata simulata calcolando una rigidezza equivalente tra diaframma e controparete assumendo che si comportino come elementi in parallelo' (Figura 8).

Calcolo sezione equivalente

| | | |
|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Spessore diaframma | s_d | 1 m |
| Classe CLS diaframma | fck_diaf | 25 MP |
| Classe CLS controfodera | fck_fod | 30 MP |
| Modulo Elastico Diaframma | E_diaf | 3.15E+04 MP |
| Modulo Elastico Fodera | E_fod | 3.43E+04 MP |
| Spessore controfodera | s_f | 0.8 m |
| Inerzia paratia | I_diaf | 0.0833 m ⁴ |
| Inerzia diaframma | I_fod | 0.0427 m ⁴ |
| Inerzia diaframma equivalente BT | I_diaf_eq | 0.1299 m ⁴ |
| Spessore equivalente in parallelo BT | $s_{eq}=(s_d^3+s_f^3)^{1/3}$ | 1.16 m |

Figura 8 Calcolo sezione equivalente diaframma-controparete interna

- Fase 14: Risalita della falda a quota di lungo termine con tampone jet grouting ancora attivo:
 - In tale fase si simula la risalita della falda a quota di lungo termine 44.43m a monte ed a valle della paratia. L'azione irrigidente del tampone jet a valle è ancora considerata presente.
- Fase 15: Quota di falda a quota di lungo termine e perdita dell'azione stabilizzante del tampone jet
 - In tale fase, parametri geotecnici dei terreni interessati dall'intervento jet vengono riportati ad i loro valori caratteristici di base
- Fase 16: Riduzione dei moduli elastici delle strutture da istantanei a quelli di lungo termine
 - Come accennato al §6.2.4, la riduzione di rigidezza degli elementi strutturali causata da effetti viscosi è stata riducendo i moduli elastici degli elementi strutturali del 20%.

- Fase 17: Applicazione dell'azione sismica
 - Applicazione del sovraccarico sismico ottenuto applicando la teoria di Wood secondo quanto descritto al §6.2.2. Tale sovraccarico è stato applicato da quota testa a quota piede paratia.
 - $\Delta p = (a_g/g) \times S \times \gamma_t \times H = \approx 128\text{kPa}$

Nelle figure seguenti si riportano delle immagini di alcuni step sviluppati nel modello di calcolo Paratie.

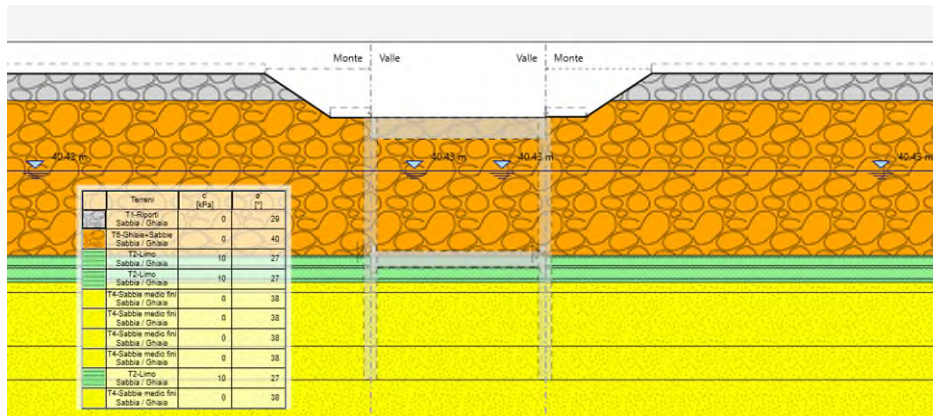


Figura 9 Fase 4-Realizzazione tampone jet tipo 'sandwich' con doppio stato

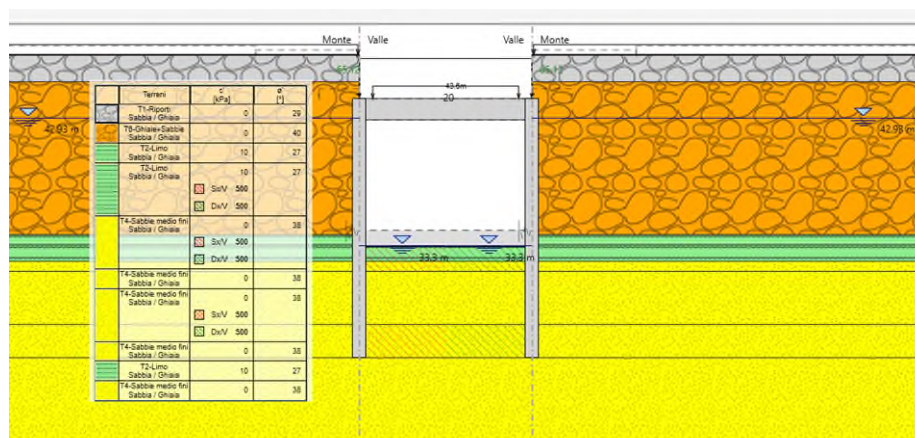


Figura 10 Fase 10-Scavo della Galleria fino a quota di fondo scavo e falda a quota falda di breve termine

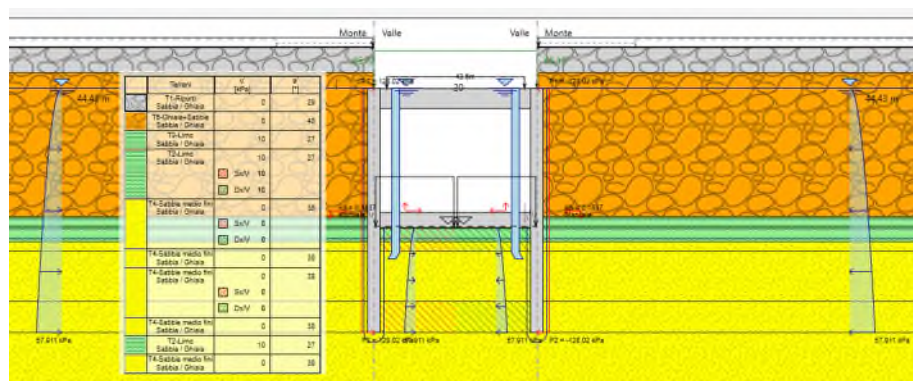


Figura 11 Fase 17-Applicazione azione sismica

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 32 di 205 |

7.2 Risultati di calcolo

Di seguito sono schematizzati i risultati principali del dimensionamento della paratia di sostegno. La Tabella 9 riporta gli involuipi delle sollecitazioni flettenti e taglianti al metro lineare di diaframma ottenute dai modelli sviluppati per la sezione 'TS-2'. I risultati dei modelli di copertura appoggiata ed incastrata alle paratie sono stati raggruppati secondo gli stati limite SLE-RARA, SLU A1+M1+R1 e SISMA-STR nel modo seguente:

- Condizioni di Breve Termine (BT):
Tali condizioni identificano le fasi di costruzione della galleria artificiale dalle condizioni geostatiche (Fase 0) al raggiungimento della quota di fondo scavo con falda pari alla falda di breve termine (Fase 11)
- Condizioni di Lungo Termine (LT):
Tali condizioni comprendono le fasi di calcolo nelle quali si completano le strutture definitive della galleria (Fase 12-Costruzione solaio di fondo) e si instaurano le condizioni di lungo termine (Fase 16-Riduzione dei moduli elastici delle strutture da istantanei a quelli di lungo termine).
- Condizioni Sismiche (SISMA STR):
Tali condizioni identificano le sollecitazioni che si verificano al raggiungimento dello stato limite SISMA STR definito come richiesto dalla normativa vigente.

In Figura 12 e Figura 13 vengono riportati i diagrammi delle sollecitazioni flettenti e taglianti al metro lineare di paratia. Le verifiche a taglio sono eseguite per le combinazioni SLU e SLV. In ascissa sono indicate le azioni a metro lineare di pannello, mentre in ordinata è indicata la quota altimetrica.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO

Progetto
IN17Lotto
11Codifica Documento
EI2 CL GA 01 A4 0014Rev.
AFoglio
33 di 205

Tabella 9 Sezione 'TS2' Sollecitazioni flettenti e taglianti di verifica

| | SLS-rara | | | | | | | | SLU (A1+M+R1) | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| | Momento - Caso copertura appoggiata | | | | Momento - Caso copertura incastrata | | | | Momento - Caso copertura appoggiata | | | | Momento - Caso copertura incastrata | | | |
| | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | |
| | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo |
| | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) |
| Sollecitazioni Flettenti | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Quota asse copertura | 17 | 0 | 18 | 0 | 1151 | 0 | 1200 | 0 | 22 | 0 | 23 | 0 | 1575 | 0 | 1702 | 0 |
| Quota intradosso copertura | 7 | 191 | 7 | 219 | 836 | 0 | 860 | 0 | 10 | 248 | 10 | 285 | 1157 | 0 | 1241 | 0 |
| Testa diaframma | 16 | 429 | 16 | 481 | 468 | 0 | 468 | 0 | 22 | 557 | 22 | 625 | 669 | 0 | 708 | 0 |
| Gabbia di armatura No.1 | 20 | 923 | 20 | 973 | 468 | 627 | 468 | 645 | 27 | 1199 | 27 | 1265 | 669 | 801 | 708 | 824 |
| Sovrapposizione Gabbia No.1-No.2 | 4 | 799 | 152 | 801 | 4 | 624 | 4 | 633 | 6 | 1039 | 197 | 1042 | 6 | 799 | 6 | 811 |
| Gabbia di armatura No.2 | 817 | 280 | 817 | 280 | 494 | 363 | 494 | 363 | 1062 | 364 | 1062 | 364 | 620 | 477 | 620 | 477 |

| | SISMA (STRU) | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| | Momento - Caso copertura appoggiata | | | | Momento - Caso copertura incastrata | | | |
| | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | |
| | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo |
| | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) |
| Sollecitazioni Flettenti | | | | | | | | |
| Quota asse copertura | 17 | 0 | 51 | 0 | 1151 | 0 | 1200 | 0 |
| Quota intradosso copertura | 7 | 191 | 7 | 481 | 836 | 0 | 860 | 0 |
| Testa diaframma | 16 | 429 | 16 | 1016 | 468 | 0 | 468 | 0 |
| Gabbia di armatura No.1 | 20 | 923 | 20 | 1628 | 468 | 627 | 468 | 645 |
| Sovrapposizione Gabbia No.1-No.2 | 4 | 799 | 1599 | 801 | 4 | 624 | 4 | 633 |
| Gabbia di armatura No.2 | 817 | 280 | 1888 | 280 | 494 | 363 | 494 | 363 |

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO

Progetto
IN17Lotto
11Codifica Documento
EI2 CL GA 01 A4 0014Rev.
AFoglio
34 di 205

| Sollecitazioni Taglianti | Inviluppo A1+M1+R1 | | | | | | | | Inviluppo SISMA STR | | | | | | | |
|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-----|
| | Taglio - Caso copertura appoggiata | | | | Taglio - Caso copertura incastrata | | | | Taglio - Caso copertura appoggiata | | | | Taglio - Caso copertura incastrata | | | |
| | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | |
| Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | |
| Quota asse copertura | 31 | 345 | 33 | 390 | 21 | 533 | 23 | 590 | 24 | 266 | 102 | 706 | 16 | 401 | 92 | 911 |
| Quota intradosso copertura | 12 | 330 | 12 | 368 | 12 | 513 | 12 | 564 | 9 | 254 | 9 | 624 | 9 | 385 | 9 | 827 |
| Testa diaframma | 10 | 294 | 10 | 320 | 10 | 471 | 10 | 511 | 7 | 226 | 7 | 474 | 7 | 355 | 7 | 677 |
| Gabbia di armatura No.1 | 237 | 294 | 319 | 320 | 61 | 471 | 123 | 511 | 183 | 226 | 683 | 474 | 54 | 355 | 480 | 677 |
| Quota estradosso solaio fondo | 440 | 10 | 585 | 10 | 264 | 7 | 379 | 7 | 339 | 8 | 1262 | 8 | 210 | 5 | 1034 | 5 |
| Sovrapposizione gabbia No.1-2 | 472 | 12 | 657 | 12 | 295 | 8 | 451 | 8 | 363 | 9 | 1385 | 9 | 234 | 6 | 1157 | 6 |
| Asse solaio fondo | 540 | 5 | 733 | 202 | 365 | 5 | 528 | 172 | 416 | 4 | 1501 | 948 | 287 | 4 | 1274 | 903 |
| Quota intradosso solaio fondo | 652 | 1 | 652 | 92 | 478 | 1 | 478 | 61 | 501 | 1 | 501 | 794 | 375 | 1 | 375 | 748 |
| Gabbia di armatura No.2 | 696 | 445 | 733 | 445 | 570 | 342 | 570 | 342 | 535 | 343 | 1501 | 948 | 444 | 267 | 1274 | 903 |

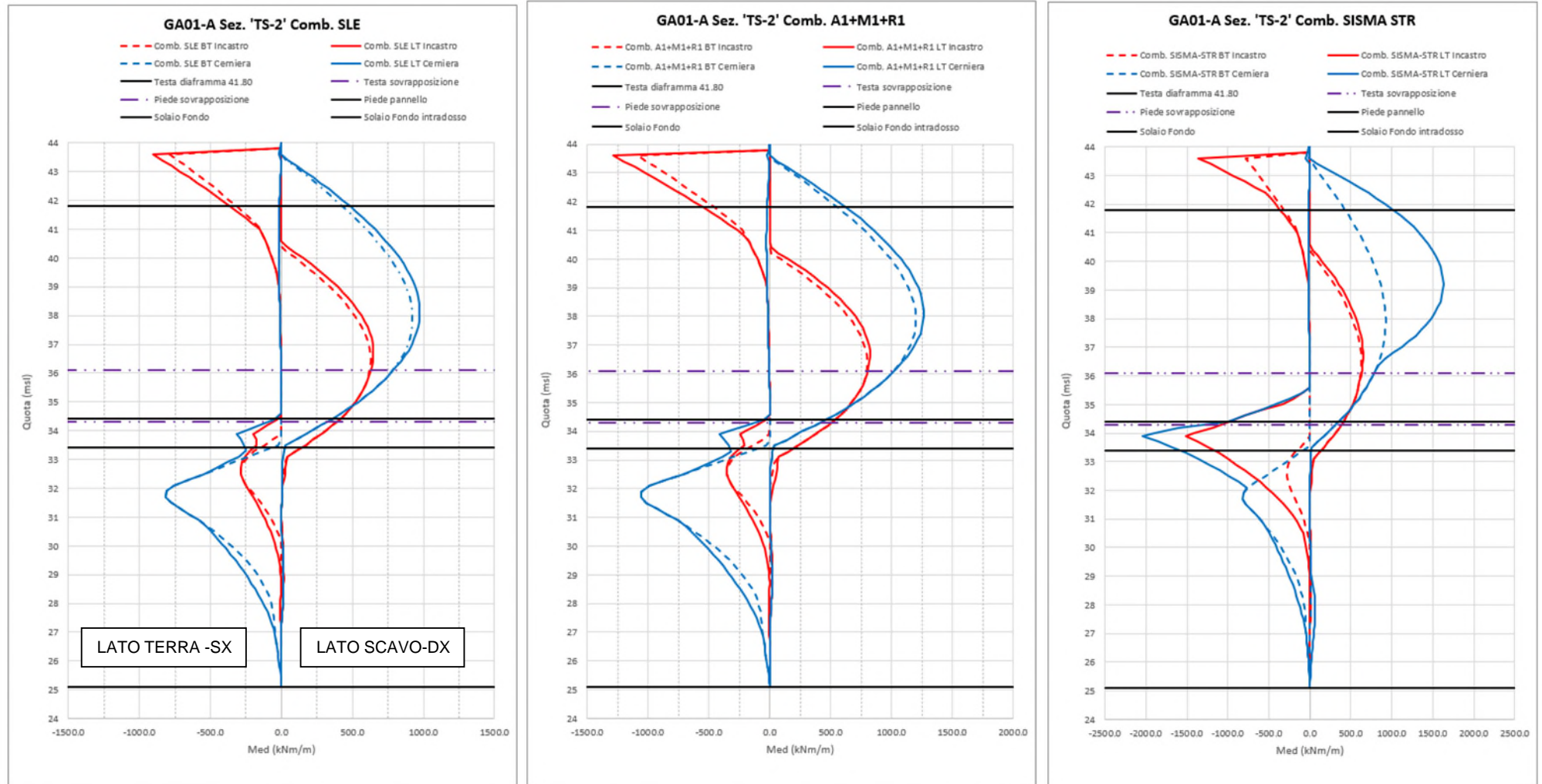


Figura 12 Sollecitazioni flettenti al metro lineare di paratia schema 'TS-2'

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO

Progetto
IN17

Lotto
11

Codifica Documento
EI2 CL GA 01 A4 0014

Rev.
A

Foglio
36 di 205

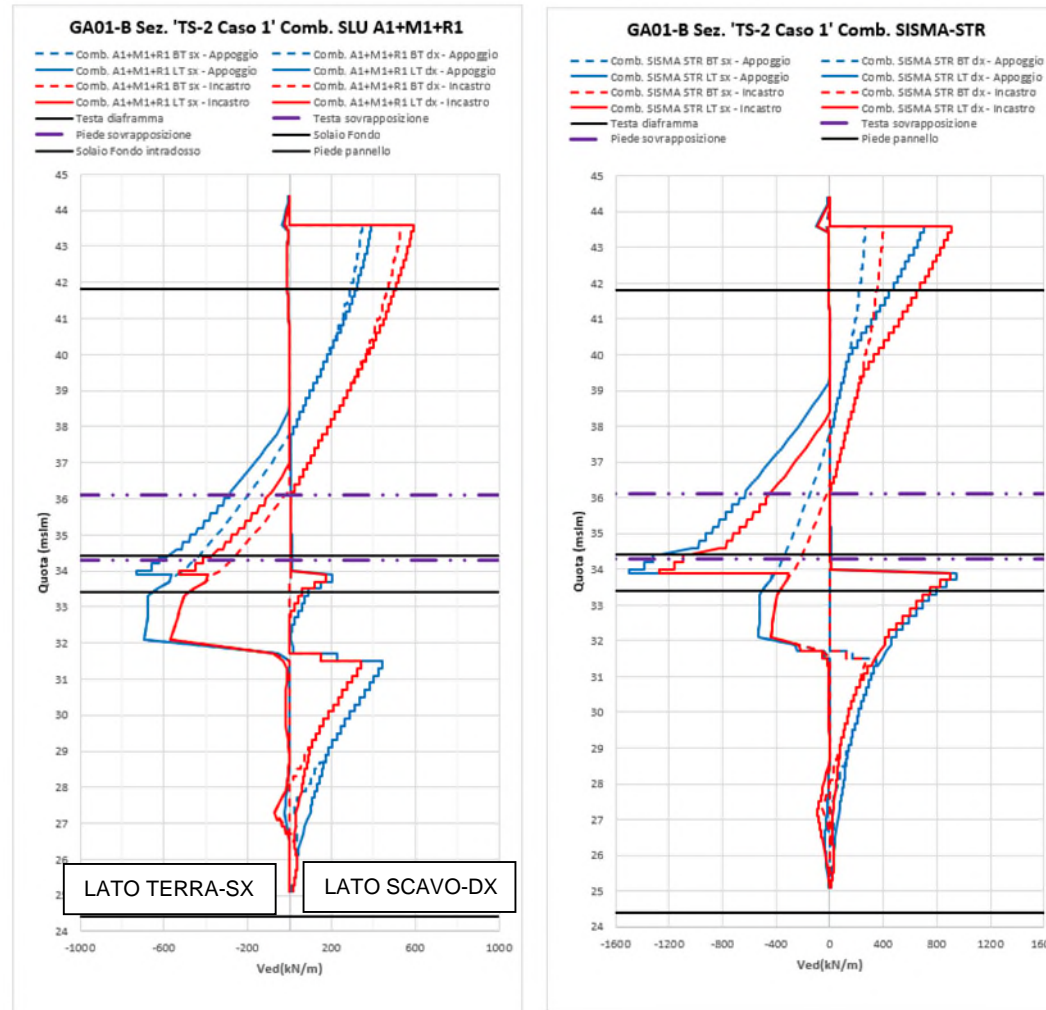


Figura 13 Sollecitazioni taglianti al metro lineare di paratia schema 'TS-2'

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 38 di 205 |

7.3 Verifiche geotecniche

7.3.1 Spostamenti e stabilità del fondo scavo

Come descritto nella relazione IN1711EI2RHGA0100001A dei criteri di dimensionamento delle opere di sostegno della GA01, la valutazione del corretto comportamento del modello di calcolo è basata sull'esame dei valori di spinta passiva mobilitata al piede della paratia. Il rapporto tra la risultante della spinta passiva e della spinta effettiva nel tratto infisso consente di valutare quanto la struttura disti dalla condizione limite. In combinazione SLU GEO tale rapporto deve essere maggiore o uguale a 1 affinché non sia violato il criterio di resistenza. I valori degli spostamenti dell'opera di sostegno e del terreno circostante devono essere compatibili con la funzionalità della struttura da realizzare e con la sicurezza e funzionalità dei manufatti adiacenti.

Nella tabella seguente sono riassunti i risultati di maggiore interesse sia allo SLE sia allo SLU, con riferimento agli spostamenti delle pareti e ai valori di mobilitazione della spinta passiva (Tabella 10).

Tabella 10 'TS2' Riassunto spostamento massimo laterale dei diaframmi e coefficienti di mobilitazione

| Sezione di calcolo | Comb. | Spostamenti orizzontali u(mm) | %Sp (Scavo a quota fondo scavo) | %Sp (Condizione di lungo termine) |
|-------------------------------|----------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| TS2 (copertura appoggiata) | SLE RARA | 6 (z=37.6m slm) | - | - |
| | SLU (A2+M2+R1) | - | 17 | 35 |
| | SLU Sisma-STR | - | - | 80 |
| TS2 (copertura incastrata) | SLE RARA | 3 (z=36.4m slm) | - | - |
| | SLU (A2+M2+R1) | - | 15 | 36 |
| | SLU Sisma-STR | - | - | 82 |

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 39 di 205 |

7.3.2 Verifiche deformazioni/cedimenti attesi

Gli spostamenti orizzontali attesi dei diaframmi sono modesti, sia con schema di semplice appoggio che nel caso di incastro: è presumibile che lo spostamento reale sia intermedio tra i due estremi considerati.

In base a quanto esposto nella citata relazione relativa ai criteri di dimensionamento ed agli spostamenti orizzontali massimi calcolati, si possono determinare gli spostamenti verticali massimi $S_{v,max}$ attesi a tergo della paratia e, in funzione dell'altezza di scavo H, una stima della loro distribuzione in funzione della distanza dall'opera di sostegno.

Lo spostamento verticale massimo calcolato nella sezione in analisi è pari a circa 4 mm ipotizzando lo spostamento in parete massimo pari a 5 mm per una altezza di scavo da testa copertura di circa 10 m: ne consegue una larghezza massima della conca di subsidenza di circa 15 m. Considerati lo spostamento orizzontale dei diaframmi modesti, il ciglio della Autostrada A4 è marginalmente interessato dai cedimenti indotti dallo scavo, che risultano trascurabili sotto la carreggiata autostradale posizionata a circa 15 m dal filo dello scavo.

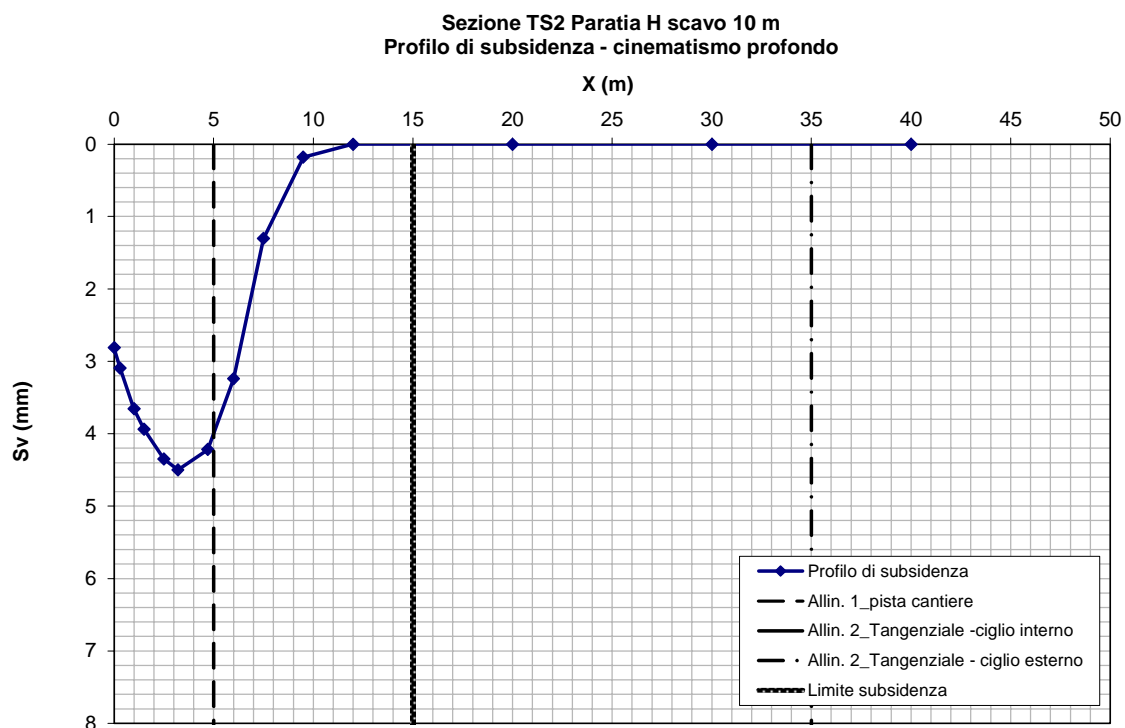


Figura 14 Diaframma TS-1- Analisi degli spostamenti attesi a piano campagna e della curva di subsidenza

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 40 di 205 |

7.3.3 Verifiche di capacità portante dei diaframmi

La verifica di capacità portante nella fase di breve termine (scavi aperti, massimo sovraccarico in copertura) è effettuata con i criteri riportati nella relazione IN1711EI2RHGA0100001A.

Di seguito si allegano:

- Stratigrafia e parametri di riferimento
- Curve di capacità portante in condizioni A1+M1+R3 e in condizioni di esercizio per la verifica della corretta ripartizione tra capacità portante di base e capacità portante laterale al fine della limitazione dei cedimenti attesi.

IRICAV: VERONE VICENZA
GALLERIA ARTIFICIALE SAN MARTINO BUON ALBERGO: GA01-A Sez. TS2

Stratigrafia e parametri geotecnici

| Dati di input | | |
|---|-------|-------------------|
| Spessore diaframma | 1 | m |
| Sovraccarico efficace VALLE | 0.0 | kPa |
| HW da testa diaframma valle | 0.0 | m |
| γ acqua | 9.81 | kN/m ³ |
| Δz palo/diaf da p.s. originario | 5.60 | m |
| N° diam. per riduzione qb | 5.0 | (-) |
| L diaframmi fuori terra | 8.50 | (m) |
| Peso calcestruzzo | 25.00 | kN/m ³ |
| Pressione max sul cls. | 8.5 | MPa |

| Legenda tipo di terreno: | |
|--------------------------|-------------------|
| SL | Sabbia limosa |
| S | Sabbia |
| G | Ghiaia |
| A | Materiali coesivi |

Inserisci stratigrafia

| Caratteristiche del terreno (massimo 10 strati) | | | | | | | | | | | |
|--|------|--------|---------|-------------------|------|----|-------------|-----|------------|--------------|----|
| Profondità (m) | | Strato | Terreno | γ_{sat} | Nspt | | c_u (kPa) | | Δz | ϕ° | |
| da | a | No. | (S, A) | kN/m ³ | da | a | da | a | (m) | da | a |
| 0.0 | 1.0 | 1 | A | 19.0 | | | 150 | 150 | 0.50 | | |
| 1.0 | 18.0 | 2 | S | 20.0 | 40 | 60 | | | 0.50 | 38 | 38 |
| 18.0 | 23.5 | 3 | A | 19.0 | | | 150 | 150 | 0.50 | | |
| 23.5 | 45.5 | 4 | S | 20.0 | 40 | 60 | | | 0.50 | 38 | 38 |
| 45.5 | 0.0 | | | | | | | | | | |
| 0.0 | | | | | | | | | | | |
| 0.0 | | | | | | | | | | | |
| 0.0 | | | | | | | | | | | |
| 0.0 | | | | | | | | | | | |
| Numero di strati = | | 4.0 | | | | | | | | | |

Figura 15 TS2 Capacità portante - Stratigrafia a e parametri di riferimento

Nelle tabelle seguenti si riassumono i valori di capacità portante a compressione ($R_{c,d}$) e a trazione ($R_{t,d}$), ottenuti dalla analisi, secondo l'approccio 2 (A1+M1+R3).

Tabella 11 Combinazione SLU: Sollecitazioni massime di compressione e trazione e valori limiti resistenti

| Combinazione di carico - SLU | Q tot |
|-------------------------------------|------------|
| Massima compressione, Ndc, max [kN] | 1169 (SLU) |

Si verifica, inoltre, che lo sforzo assiale massimo in esercizio sia inferiore della resistenza laterale di calcolo ($R_{c,s,lat}$) divisa per un fattore pari a 1.25.

Tabella 12: Combinazione SLE: Sollecitazione massima di compressione

| Combinazione di carico SLE | Qtot |
|---|-----------|
| Massima compressione, Ndc SLE, max [kN] | 866 (SLE) |

GALLERIA ARTIFICIALE S.MARTINO BUON ALBERGO - GA01-A Sez. TS-2
Capacità portante Comb. SLE diaframmi sp1000mm: Ltot 16.5m - Linfissa 8,5m
(Quota zero coincidente con il fondo dello scavo della galleria naturale)

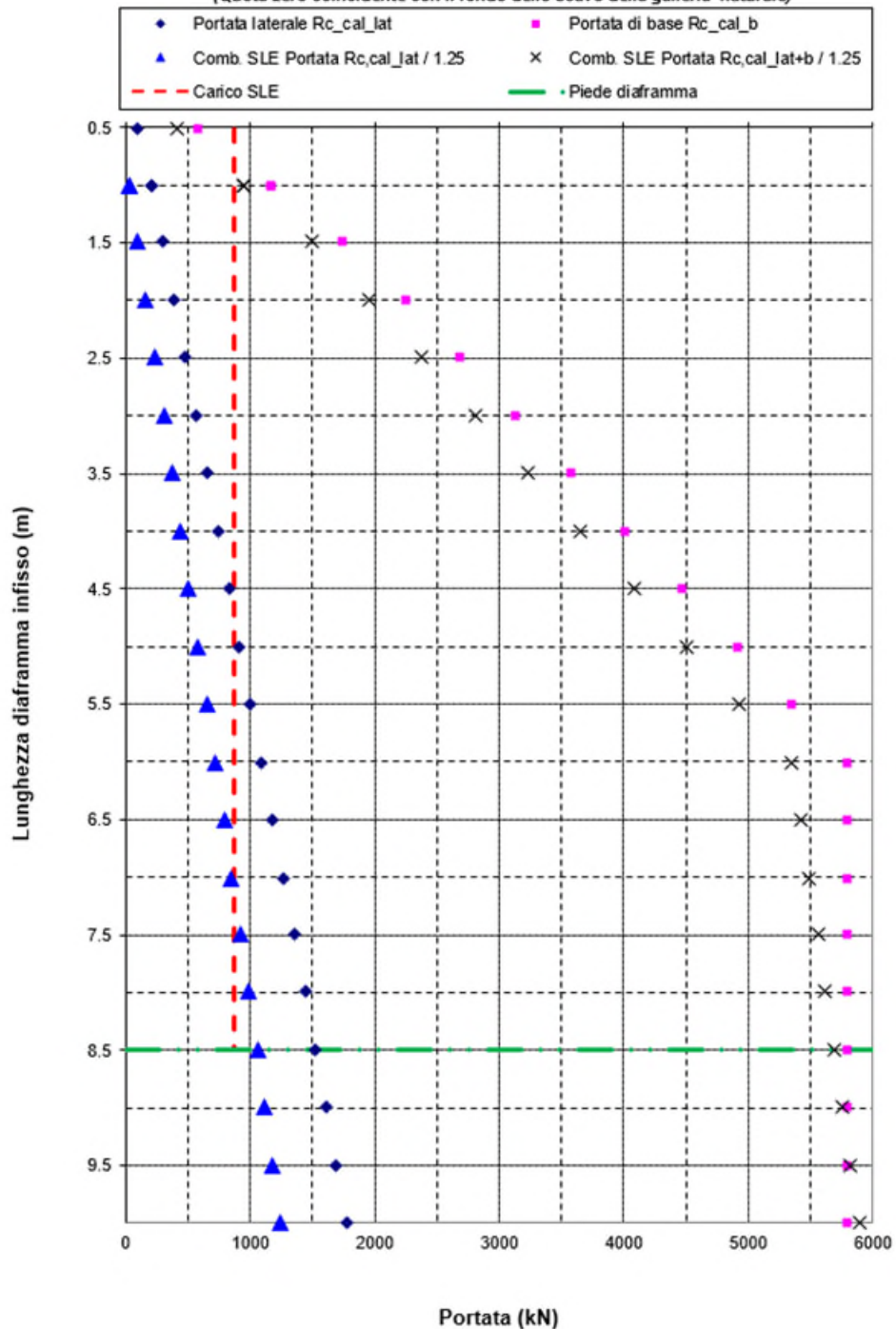


Figura 16 Sez. TS2 – Verifica capacità portante Comb. SLE

GALLERIA ARTIFICIALE S.MARTINO BUON ALBERGO - GA01-A Sez. TS-2
Capacità portante Comb. A1+M1+R3 diafr. sp1000mm: Ltot 15.5m - Linf. 8,5m
(Quota zero coincidente con il fondo dello scavo della galleria naturale)

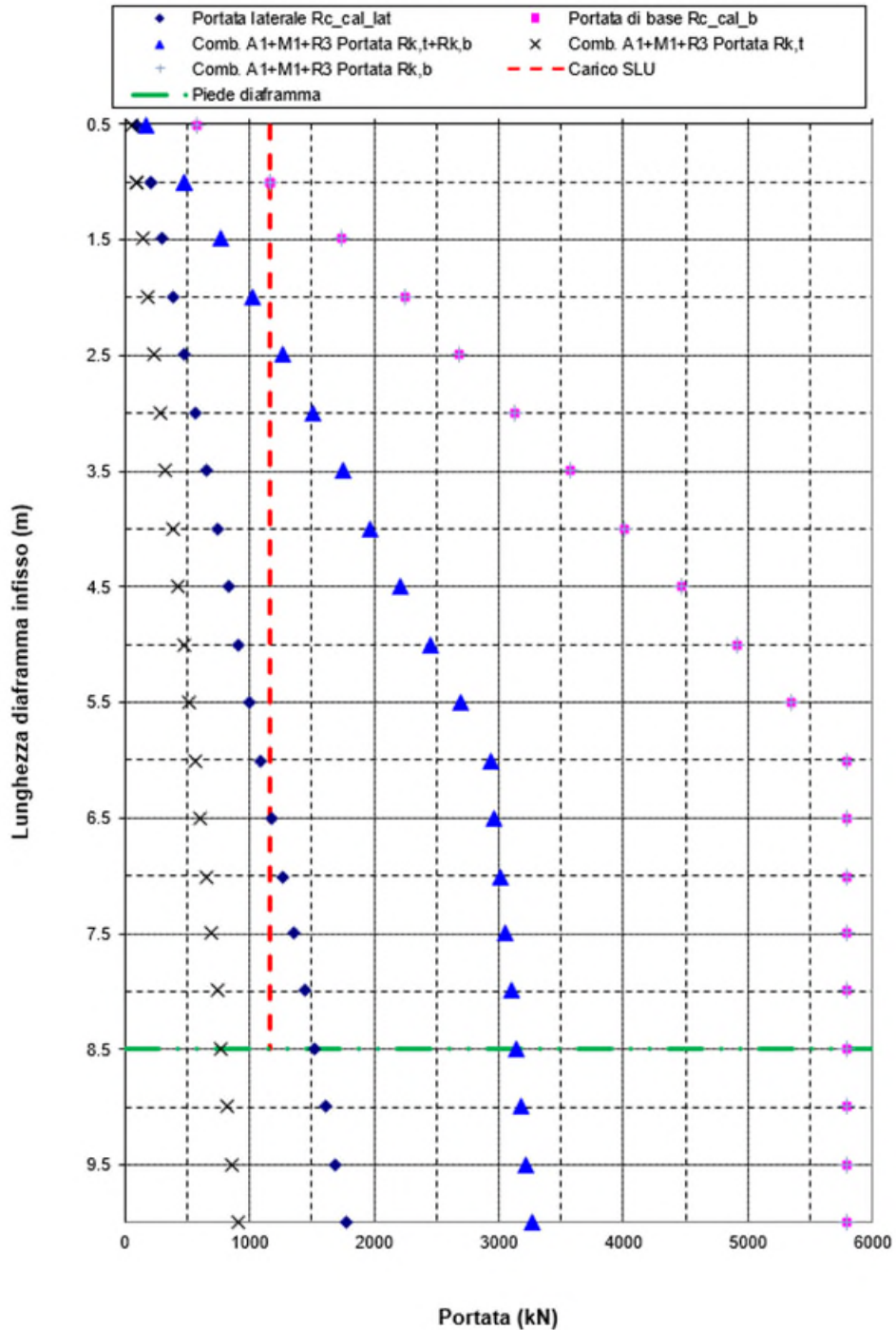


Figura 17 Sez. TS2 – Verifica capacità portante Comb. SLU (A1+M1+R3)

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 43 di 205 |

7.3.4 Verifiche di stabilità globale

Si riportano i risultati dell'analisi di stabilità globale della sezione di calcolo considerata agli step mostrati nella tabella seguente. Per l'analisi di stabilità è stato considerato un carico accidentale di cantiere pari a 10kPa. Le verifiche sono eseguite in accordo con il metodo di Janbu.

Tabella 13 Sezione TS1 Risultati stabilità globale

| Comb. | Step | Coefficiente di sicurezza |
|----------|---|---------------------------|
| A2+M2+R1 | Fase 2 - Scavo quota piano di lavoro | 1.17 |
| | Fase 10 – Risalita falda da quota di costruzione a quota di breve termine | 2.6 |

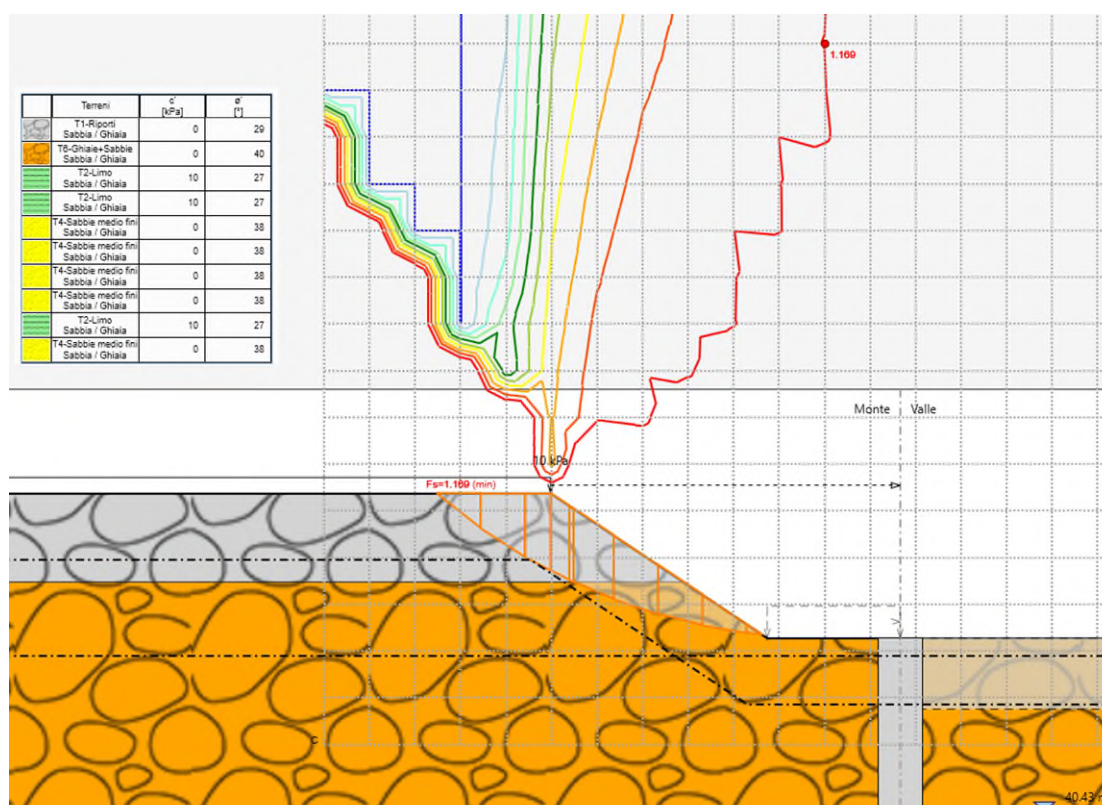


Figura 18 Fase 2-Stabilità scavo (Comb. A2+M2+R1)

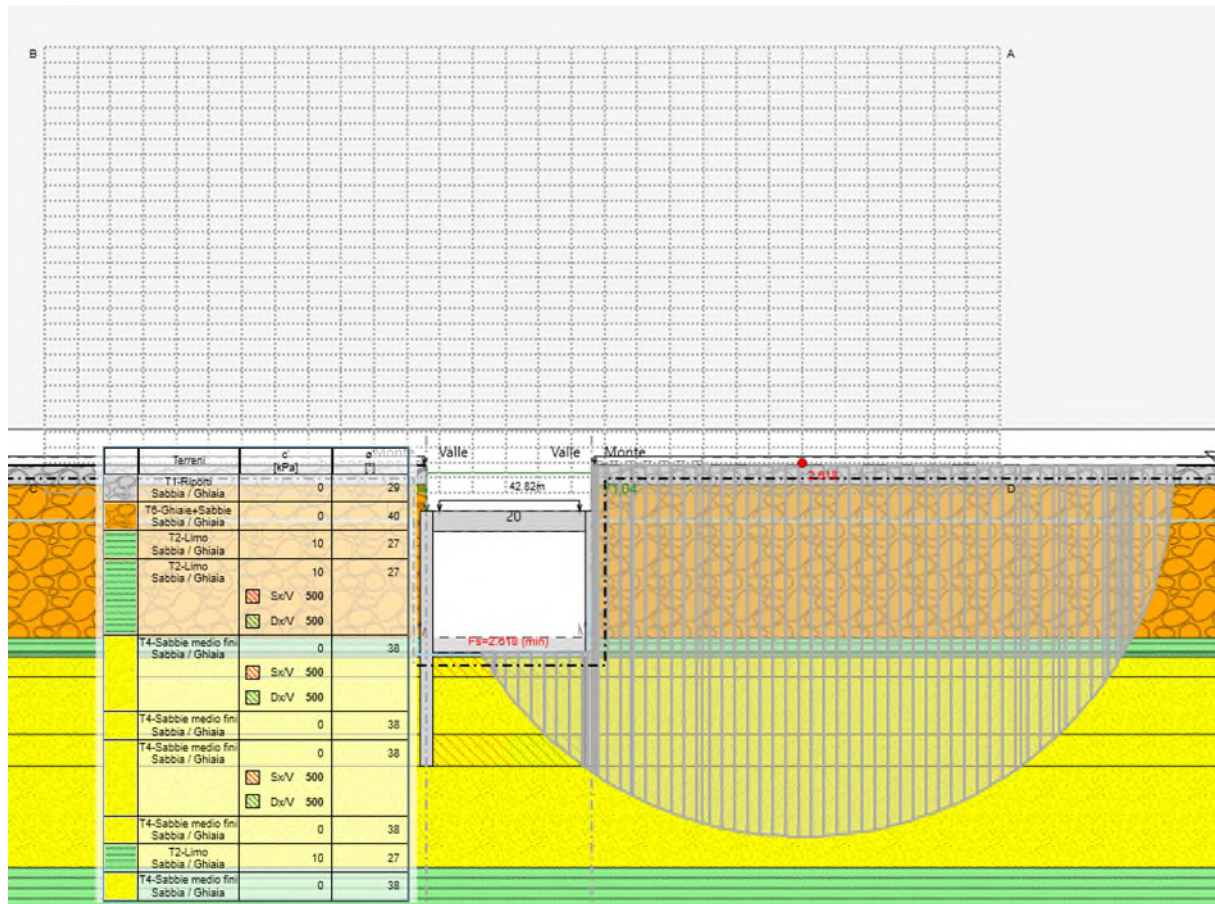


Figura 19 Fase 10-Stabilità scavo (Comb. A2+M2+R1)

7.3.5 Verifiche di stabilità del fondo scavo al galleggiamento

Per i criteri generali di verifica si rimanda alla relazione IN1711EI2RHGA0100001A relativa ai metodi di dimensionamento delle opere di sostegno della GA01.

Di seguito si riportano le verifiche di stabilità del tampone di fondo in jet grouting per le diverse tipologie analizzate. La quota di riferimento della falda considerata in tale verifica è pari alla quota della falda in fase di costruzione.

Per ulteriori considerazioni circa la validità del modello di calcolo - e la correttezza dei risultati ottenuti - si rimanda alla relazione IN1711EI2RHGA0100002A nella quale sono esaminati i fattori di sicurezza al sollevamento, tenendo conto tramite modellazione numerica dei più complessi meccanismi di interazione terreno-struttura. In particolare, le analisi numeriche hanno mostrato che la soluzione progettuale appare robusta anche nei più gravosi scenari analizzati e che il metodo di calcolo semplificato, adottato nella presente relazione è idoneo a effettuare il dimensionamento delle opere.

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 45 di 205 |

Tabella 14 TS2 Verifica a galleggiamento tampone di fondo

| GA01-B - VERIFICA TAMPONE DI FONDO - MAX BATTENTE 7.5m (TRATTO TS2) | | |
|---|--------------------------|--|
| Zfalda | 42.22 m s.l.m | Quota falda |
| Zfs | 32.1 m s.l.m | Quota fondo scavo |
| Hw | 10.12 m | Altezza falda a piano scavo |
| Lmin | 12 m | Dimensione minima in pianta del tampone |
| Lmax | 100 m | Dimensione massima in pianta del tampone |
| Htf | 2 | Altezza terreno trattato sotto il fondo scavo |
| Hte | 4 m | Altezza intermedia terreno non trattato |
| Hta | 2.5 m | Altezza tampone di fondo inferiore |
| Hinfission | 8.5 m | Altezza infissione paratia |
| γ_{tn} | 20.0 kN/m ³ | Peso specifico terreno naturale |
| γ_{ta} | 20.0 kN/m ³ | Peso specifico tampone |
| fa | 0.29 (-) | Aderenza massima tampone paratia |
| Hw | 18.6 m | = Zfalda - Zfs + Hte + Hta altezza battente idraulico |
| u_Hw | 182.7 kPa | pressione interstiziale in funzione del battente idraulico |
| Sw | 182.7 kPa | pressione interstiziale agente alla base del tampone |
| Np | 1300.0 kN/m | da calcolo Paratie |
| σ_{p1} | 152.94 kN/m ² | Np/Hinfissione Valore medio pressione passiva mobilitata su jet |
| σ_{p2} | 152.94 kN/m ² | valore medio sull'altezza del tampone letto in paratie |
| σ_{p3} | 21.25 kN/m ² | valore geostatico a fondo scavo alla profondità media del tampone |
| $\sigma_{p,calc}$ | 152.94 kN/m ² | valore adottato nei calcoli |
| fa | 44.35 kN/m ² | = $\sigma_p \cdot \tan \phi$ Aderenza massima tampone paratia |
| Wt | 12.0 m ³ | = $Hta^2/6$ W resistente flessione tampone per 1 m di larghezza |
| α | 0.99 (-) | = $1/(1+Lmin/Lmax)^2$ coeff riduttivo momento per effetto piastra |
| qtf | 103.79 kN/m | = $8 \cdot \sigma_p \cdot Wt / (\alpha \cdot Lmin^2)$ |
| qta | 62.83 kN/m | = $2 \cdot fa \cdot Hinf / Lmin$ |
| qt utile | 62.83 kN/m | |
| Pte | 960.0 kN | = $\gamma_{te} \cdot (Hte + Htf) \cdot Lmin$ Peso terreno per 1 metro di sezione |
| Pta | 1080.0 kN | = $\gamma_{ta} \cdot Hta \cdot Lmin$ = Peso tampone per 1 m di sezione |
| Sta | 754.0 kN | = qt utile $\cdot Lmin$ = risultante pressione assorbita dall infissione per 1 m |
| Sw | 2191.9 kN | = Hw $\cdot 10 \cdot Lmin$ = sottospinta falda per 1 metro di sezione |
| Ribasso locale in corrispondenza vasca di aggotamento | | |
| Wrib | 0 kN | |
| Verifica secondo NTC 08 | | |
| 0.9* St | 2514.6 kN | |
| 1.1*SW | 2411.1 kN | |
| St>Sw | Verificato | |
| St/Sw | 1.04 | |

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 46 di 205 |

7.3.6 Verifiche di stabilità della struttura interna

Nelle tabelle delle pagine successive sono riportate le verifiche al sollevamento della struttura interna della galleria (intesa come manufatto ad U) per verificare l'entità delle azioni agenti alla testa dei diaframmi derivanti dall'equilibrio delle seguenti forze:

- Azioni stabilizzanti:
 - o Peso proprio manufatto ad U (armamento e opere di finitura ed escluse)
 - o Peso della copertura e del rinterro considerando l'altezza minima di ricoprimento/rinterro lungo la tratta considerata
- Azioni instabilizzanti:
 - o Sottospinta idraulica calcolata rispetto alla falda di lungo termine

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 47 di 205 |

| VERIFICA SOLLEVAMENTO STRUTTURA DEFINITIVA | | |
|---|------------------------|--|
| GA01-A - VERIFICA SOLLEVAMENTO STRUTTURA DEFINITIVA - TRATTO TS 2 | | |
| Quote falda e battente | | |
| Zfalda | 44.43 m s.l.m | Quota falda lungo termine |
| Zfs | 33.3 m s.l.m | Quota fondo scavo |
| Hw | 11.13 m | Altezza falda lungo termine a piano scavo |
| Carichi struttura GA01 | | |
| Lmin | 12 m | Luce netta tra paratie |
| S_diaf | 1 m | Spessore diaframmi |
| S_Fondo | 1 m | Spessore solettone di fondo |
| S_Fodera | 0.8 m | Spessore controfodera |
| Lnet | 10.4 | Luce netta manufatto ad U |
| Atrave | 0.72 m ² | Area cls trave prefabbricata |
| Asol_trave | 0.25 m ² | Area cls soletta di completamento |
| γ cls | 24 kN/m ³ | Peso unità di volume calcestruzzo |
| W trave | 180.5 kN/m | Peso Trave prefabbricata |
| W sol_trave | 65 kN/m | Peso soletta di completamento trave |
| H_t-diaf | 1 m | Altezza trave di coronamento testa diaf. |
| B_t-diaf | 2.1 m | Base trave di coronamento testa diaf. |
| H_c-trave | 1.6 m | Altezza trave ripartizione trave prefabb. |
| B_c-trave | 2.1 m | Base trave ripartizione trave prefabb. |
| W_c | 262.08 kN/m | Peso trave di coronamento+cordolo trave |
| W_fondo | 288 kN/m | Peso solaio di fondo |
| H_fodera | 7.4 m | Altezza netta controfodera fino a intradosso cordolo |
| W_fodera | 284.16 kN/m | Peso controfodera |
| W_cls_tot | 1079.69 kN/m | Peso complessivo manufatto ad U + trave + cordoli |
| H_ricMin | 2.5 m | Altezza ricoprimento |
| γtn | 18.5 kN/m ³ | Peso specifico terreno naturale |
| W_ter | 675.25 kN/m | Peso ricoprimento |
| W_tot | 1754.9 kN/m | |
| pw | 111.3 kPa | |
| Sw | 1335.6 kN/m | = Hw *10 * Lmin = sottospinta falda per 1 metro di sezione |
| 0.9*W_d | 1579.4 kN/m | |
| 1.1*SW | 1469.16 | |
| St>Sw | Verificato | |
| St/Sw | 1.075 | |
| Calcolo azione assiale testa diaframma (compressione positiva) | | |
| N_inst_diaf | 667.8 kN/m | Azione instabilizzante indotta falda sul piedritto |
| N_stab_cop | 877 kN/m | Azione stabilizzante pesi propri sul piedritto |
| 1.3*N_inst_diaf | 868.1 kN/m | |
| 0.9*N_stab_cop | 789.7 kN/m | |
| N_testaDiaf_SLE | 210 kN/m | Azione assiale risultante sul piedritto SLE |
| N_testaDiaf_SLU | -78 kN/m | Azione assiale risultante sul piedritto SLU |

Dalle verifiche si evince come nelle condizioni caratteristiche i diaframmi risultano in tutti i casi compressi. Nelle condizioni allo Stato Limite Ultimo, SLU, i diaframmi risultano sostanzialmente scarichi con azione assiale pressoché nulla. Per questa ragione, nella verifica strutturali dei diaframmi in tutte le condizioni di carico si è assunto un'azione assiale nulla agente lungo l'intera altezza stesso.

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 48 di 205 |

7.3.7 Stima delle portate entranti al variare dei coefficienti di permeabilità del tampone di fondo

Per i criteri generali di verifica si rimanda alla relazione generale IN1711EI2RHGA0100001A della GA01. Nelle tabelle seguenti sono riportate le velocità di efflusso nei vari strati di terreno, sotto la quota di fondo scavo.

Tabella 15 Verifica velocità di flusso all'interno dello scavo

| CASO PERMEABILITA' ALTA - FALDA DI COSTRUZIONE | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|-------------------------------|--------------|------|-------|------|-----------------|-------------|-----------------|-----------------|----------|-------|
| Layer | Side | Soil Unit | Permeability | Li | Σ Li | Σ Li | Ki | Li/Ki | (Li/Ki)/Σ Li/Ki | ΔHwi | v=K*i | Layer |
| | | | | (m) | (m) | (m) | (m/s) | (s) | (-) | (m) | (m/s) | |
| 1 | | T6-Falda COSTR Fondo Scavo | High | 5.58 | 16.01 | | 1.00E-03 | 5.58E+03 | 0.002 | 0.014 | 2.45E-06 | 1 |
| 2 | | T4-Sabbie* | | 1.50 | | | 1.00E-04 | 1.50E+04 | 0.005 | 0.037 | 2.45E-06 | 2 |
| 3 | | T4-Sabbie* | | 0.43 | | | 1.00E-04 | 4.30E+03 | 0.001 | 0.011 | 2.45E-06 | 3 |
| 4 | | T4-Sabbie | | 2.00 | | | 1.00E-04 | 2.00E+04 | 0.007 | 0.049 | 2.45E-06 | 4 |
| 5 | | T4-Sabbie | | 4.00 | | | 1.00E-04 | 4.00E+04 | 0.014 | 0.098 | 2.45E-06 | 5 |
| 6 | | T4-Sabbie | | 2.50 | | | 1.00E-04 | 2.50E+04 | 0.009 | 0.061 | 2.45E-06 | 6 |
| 6 | downstream | T4-Sabbie | High | 2.50 | 8.93 | | 1.00E-06 | 2.50E+06 | 0.864 | 6.118 | 2.45E-06 | 6 |
| 5 | | T4-Sabbie-Jet sup | | 4.00 | | | 1.00E-04 | 4.00E+04 | 0.014 | 0.098 | 2.45E-06 | 5 |
| 4 | | T4-Sabbie-Jet sup | | 2.00 | | | 1.00E-05 | 2.00E+05 | 0.069 | 0.489 | 2.45E-06 | 4 |
| 3 | | T4-Sabbie* Jet Fondo Scavo | | 0.43 | | | 1.00E-05 | 4.30E+04 | 0.015 | 0.105 | 2.45E-06 | 3 |
| | | | | | 7.08 | | 2.89E+06 | 1.00 | 7.08 | 2.45E-06 | | |

*A fini di tale calcolo, la presenza dello strato limoso è trascurabile

La filtrazione all'interno dello scavo dovuta alla permeabilità del tampone di fondo determina la necessità di aggotare la portata entrante mediante pompe poste a fondo scavo. Assumendo un battente di falda a fondo scavo calcolato sulla falda di costruzione, si sono considerati due possibili scenari:

- 1) Trattamento Ottimale: Tampone inferiore con permeabilità 5×10^{-7} m/s e tampone superiore 1×10^{-6} m/s
- 2) Trattamento Sub-ottimale con presenza di possibili difetti locali: Tampone inferiore con permeabilità 1×10^{-6} m/s e tampone superiore 1×10^{-5} m/s

Cautelativamente, si considera una permeabilità media del terreno non trattato a fondo scavo pari a 1×10^{-4} m/s. Le portate entranti al fondo scavo sono stimate nella tabella seguente (valori riferiti alla larghezza della trincea per 100 m di sviluppo).

Tabella 16 TS1 Stima portate entranti nello scavo al variare della permeabilità del tampone di fondo

| Scenario | Permeabilità tampone 5×10^{-7} m/s | Permeabilità tampone 1×10^{-6} m/s | |
|--------------------------------------|--|--|----------------------------|
| Battente idraulico sopra quota falda | 7.08 | 7.08 | m |
| Ampiezza scavo | 12 | 12 | m |
| Sviluppo scavo | 100 | 100 | m |
| Superficie di efflusso | 1200 | 1200 | m ² |
| Portata in efflusso sul fondo scavo | 1.12×10^{-3} | 2.94×10^{-3} | m ³ /s per 100m |
| | 1.1 | 2.9 | l/s per 100m |
| Portata oraria da aggotare | 4.04×10^3 | 1.06×10^4 | l/h per 100m |
| | 4 | 10 | m ³ /h per 100m |

Nel caso di trattamento ottimale del tampone di fondo, i valori di permeabilità del tampone di fondo nel range di variabilità previsto in progetto sono tali da assicurare in tutti i casi portate filtranti all'interno dello scavo molto

| | | | | | | |
|---|------------------|--|--|-----------|---------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 49 di 205 | |

modeste. Sarà in ogni caso necessario prevedere pompe di aggotamento a fondo scavo per tenere conto anche di eventuali difetti locali nei giunti tra i pannelli di paratia e nel tampone stesso. Lo scenario 2) permette di individuare un limite superiore delle portate entranti e quindi del sistema di aggotamento che dovrà essere tale da allontanare circa 10 litri per secondo su una tratta di riferimento di 100m.

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 50 di 205 |

8 VERIFICHE SEZIONE TS3

I diaframmi dimensionati con tale sezione sono previsti da progressiva pk 5+154 alla pk 5+252 circa della GA01-A, per un'estensione complessiva di 100m circa. I diaframmi sono lunghi 16.8m con un'altezza di scavo di 8.40m da quota testa paratia. I parametri geotecnici caratteristici adottati per il dimensionamento dell'opera di sostegno, la stratigrafia di progetto e le ipotesi di falda sono state esposte nel §4 e 5.

8.1 Fasi di calcolo

Tale paragrafo descrive con maggior dettaglio le fasi costruttive brevemente presentate nella §5.3.3. Di seguito le fasi di calcolo e lo schema di scavo:

- Fase 0: start – nihil;
- Fase 1: condizione geostatica:
 - quota piano campagna a 47.93m slm;
 - quota falda di costruzione a 40.43m slm a circa 7.4m da piano campagna;
- Fase 2: Scavo fino a piano di lavoro:
 - Scavo con pendenza 2V:3H da piano campagna a quota piano lavoro variabile tra 44.40 e 44.96m slm ed applicazione del carico accidentale di cantiere di 20kPa a quota piano campagna.
- Fase 3: Realizzazione diaframmi da piano di lavoro:
- Fase 4: Realizzazione intervento jet tipo 'sandwich' con doppio strato al di sotto del piano di scavo:
 - L'intervento è così composto:
 - Spessore terreno trattato superiore: 2.0m
 - Spessore terreno non trattato intermedio: 3.5m
 - Spessore terreno trattato inferiore: 2.5m
 - L'intervento è stato modellato modificando i parametri geotecnici di base degli strati interessati di terreno considerando i seguenti parametri caratteristici:
 - valore di coesione c': 500kPa; rigidità del terreno incrementata di 20 volte rispetto ai valori caratteristici;
- Fase 5: Approfondimento pre-scavo da quota piano di lavoro a quota testa paratia per la realizzazione del solettone di copertura
- Fase 6: Realizzazione del solettone di copertura:
 - Come descritto nel §6.2, il nodo di connessione tra diaframma e copertura è stato simulato sia come una 'cerniera' che 'pienamente incastrata'. La copertura è stata pertanto modellata in Paratia come elemento 'soletta' di spessore 1.6m.
- Fase 7: Posa in opera del ricoprimento al di sopra della copertura tale da stabilire la quota di piano campagna:
 - Lo spessore di ricoprimento considerato lungo tale tratto è pari a 2.7m.
- Fase 8: Applicazione del carico accidentale di 20kPa a piano campagna

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 51 di 205 |

- Fase 9: Scavo della Galleria fino a quota di fondo scavo 34.16m, 10.8m circa al di sotto del piano di lavoro
 - In tale fase, la quota falda di valle tra le paratie è stata considerata cautelativamente a quota di fondo scavo.
- Fase 10: Risalita falda a quota di breve termine:
 - Innalzamento del livello di falda quota falda da quota falda di costruzione a quota breve termine. Con tale scenario si riproduce le condizioni di un innalzamento del livello di falda a causa evento meteorico improvviso (il §7.3.1 riporta la verifica della stabilità del fondo scavo nei confronti di tale evento).
- Fase 11: Discesa falda a quota di breve costruzione
 - Con tale fase, si assumono che gli effetti di un evento meteorico improvviso siano esauriti e che il livello di falda diminuisca alla quota di falda di costruzione.
- Fase 12: Costruzione del solettone di fondo:
 - Il solettone di fondo è stato modellato in Paratie con un elemento di tipo 'Puntone' alla quota dell'asse del solaio 34.76m.
- Fase 13: Costruzione delle contropareti interne di spessore 0.80m:
 - L'azione irrigidente della controparete interna è stata simulata calcolando una rigidezza equivalente tra diaframma e controparete assumendo che si comportino come elementi in parallelo' (Figura 8 presentata in precedenza).
- Fase 14: Risalita della falda a quota di lungo termine con tampone jet grouting ancora attivo:
 - In tale fase si simula la risalita della falda a quota di lungo termine 44.43m a monte ed a valle della paratia. In tale fase, l'azione irrigidente del tampone jet a valle è ancora considerata presente.
- Fase 15: Quota di falda a quota di lungo termine e perdita dell'azione stabilizzante del tampone jet
 - In tale fase, parametri geotecnici dei terreni interessati dall'intervento jet vengono riportati ad i loro valori caratteristici di base
- Fase 16: Riduzione dei moduli elastici delle strutture da istantanei a quelli di lungo termine
 - Come accennato al §6.2.4, la riduzione di rigidezza degli elementi strutturali causata da effetti viscosi è stata riducendo i moduli elastici degli elementi strutturali del 20%.
- Fase 17: Applicazione dell'azione sismica
 - Applicazione del sovraccarico sismico ottenuto applicando la teoria di Wood secondo quanto descritto al §6.2.2. Tale sovraccarico è stato applicato da quota testa a quota piede paratia.
 - $\Delta p = (a_g/g) \times S \times \gamma_t \times H = 124\text{kPa}$

Nelle figure seguenti si riportano delle immagini di alcuni step sviluppati nel modello di calcolo Paratie.

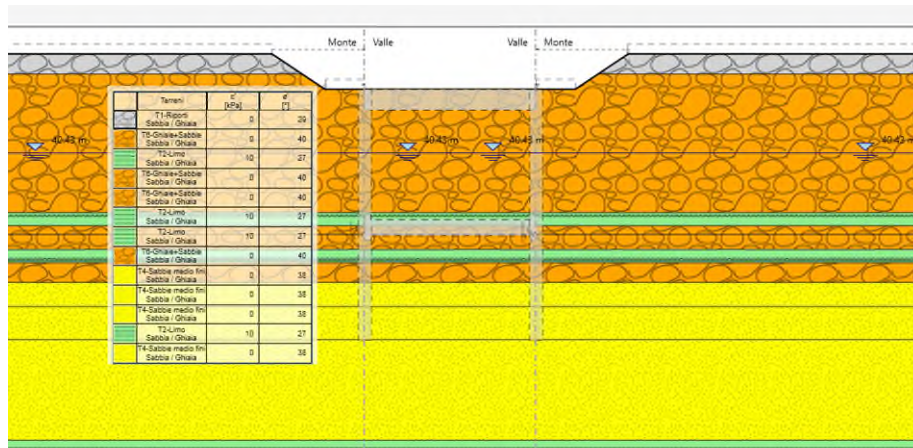


Figura 20 Fase 4 Realizzazione tampone jet tipo 'sandwich' con doppio stato

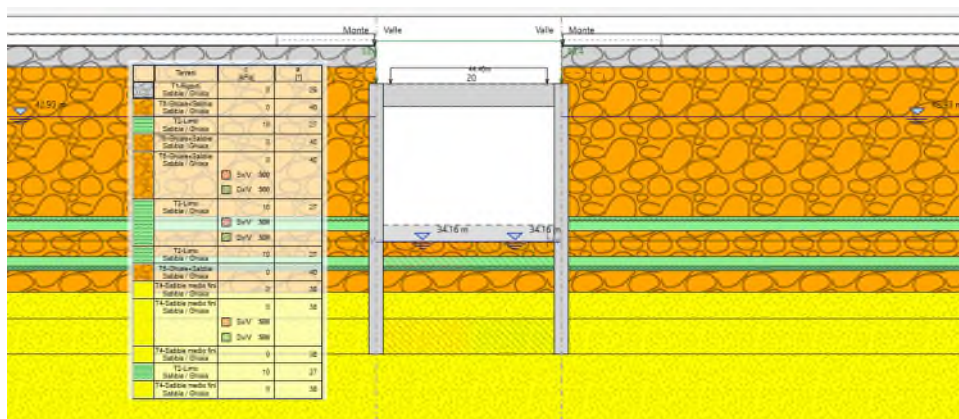


Figura 21 Fase 10 Scavo della Galleria fino a quota di fondo scavo e falda a quota falda di breve termine

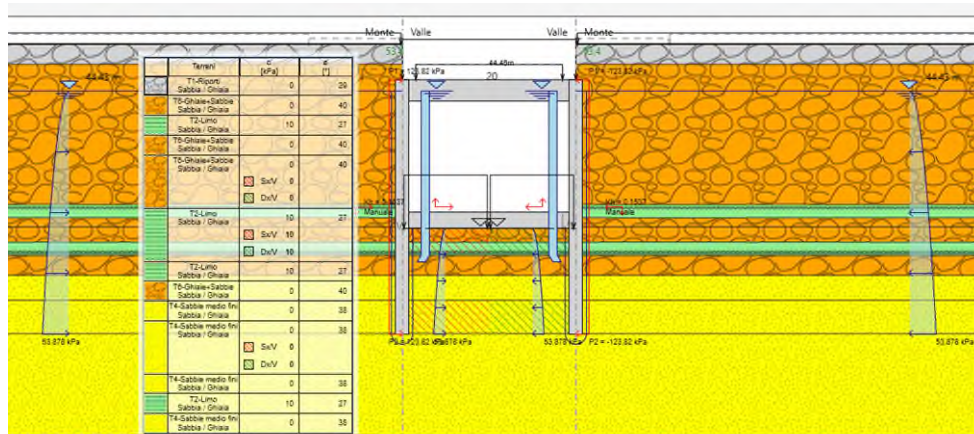


Figura 22 Fase 17 Applicazione azione sismica

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 53 di 205 |

8.2 Risultati di calcolo

Di seguito sono schematizzati i risultati principali del dimensionamento della paratia di sostegno. La Tabella 17 riporta gli involuipi delle sollecitazioni flettenti e taglianti al metro lineare di diaframma ottenute dai modelli sviluppati per la sezione 'TS-3'. I risultati dei modelli di copertura appoggiata ed incastrata alle paratie sono stati raggruppati secondo gli stati limite SLE-RARA, SLU A1+M1+R1 e SISMA-STR nel modo seguente:

- Condizioni di Breve Termine (BT):
Tali condizioni identificano le fasi di costruzione della galleria artificiale dalle condizioni geostatiche (Fase 0) al raggiungimento della quota di fondo scavo con falda pari alla falda di breve termine (Fase 11)
- Condizioni di Lungo Termine (LT):
Tali condizioni comprendono le fasi di calcolo nelle quali si completano le strutture definitive della galleria Fase 12-Costruzione solaio di fondo) e si instaurano le condizioni di lungo termine (Fase 16-Riduzione dei moduli elastici delle strutture da istantanei a quelli di lungo termine.
- Condizioni Sismiche (SISMA STR):
Tali condizioni identificano le sollecitazioni che si verificano al raggiungimento dello stato limite SISMA STR definito come richiesto dalla normativa vigente.

In Figura 23 e Figura 24 vengono riportati i diagrammi delle sollecitazioni flettenti e taglianti al metro lineare di sviluppo di paratia. In ascissa sono indicate le azioni a metro lineare di pannello, mentre in ordinata è indicata la quota altimetrica.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO

Progetto
IN17Lotto
11Codifica Documento
EI2 CL GA 01 A4 0014Rev.
AFoglio
54 di 205

Tabella 17 Sezione 'TS3' Sollecitazioni flettenti e taglianti di verifica

| | SLS-rara | | | | | | | | SLU (A1+M+R1) | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | Momento - Caso copertura appoggiata | | | | Momento - Caso copertura incastrata | | | | Momento - Caso copertura appoggiata | | | | Momento - Caso copertura incastrata | | | |
| | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | |
| | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) |
| Sollecitazioni Flettenti | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Quota asse copertura | 13 | 0 | 13 | 0 | 884 | 0 | 978 | 0 | 17 | 0 | 17 | 0 | 1224 | 0 | 1398 | 0 |
| Quota intradosso copertura | 7 | 141 | 7 | 168 | 639 | 0 | 701 | 0 | 9 | 183 | 9 | 218 | 894 | 0 | 1019 | 0 |
| Testa diaframma | 15 | 315 | 15 | 368 | 356 | 0 | 380 | 0 | 22 | 409 | 22 | 479 | 515 | 0 | 582 | 0 |
| Gabbia di armatura No.1 | 19 | 648 | 19 | 723 | 356 | 434 | 380 | 483 | 27 | 843 | 27 | 940 | 515 | 554 | 582 | 615 |
| Sovrapposizione Gabbia No.1-No.2 | 53 | 492 | 287 | 522 | 2 | 417 | 95 | 451 | 68 | 639 | 372 | 679 | 3 | 537 | 109 | 580 |
| Gabbia di armatura No.2 | 586 | 19 | 586 | 19 | 346 | 150 | 346 | 150 | 762 | 24 | 762 | 24 | 431 | 204 | 431 | 204 |

| | SISMA (STRU) | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | Momento - Caso copertura appoggiata | | | | Momento - Caso copertura incastrata | | | |
| | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | |
| | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) |
| Sollecitazioni Flettenti | | | | | | | | |
| Quota asse copertura | 13 | 0 | 45 | 0 | 884 | 0 | 1457 | 0 |
| Quota intradosso copertura | 7 | 141 | 7 | 423 | 639 | 0 | 842 | 0 |
| Testa diaframma | 15 | 315 | 15 | 893 | 356 | 0 | 380 | 0 |
| Gabbia di armatura No.1 | 19 | 648 | 19 | 1409 | 356 | 434 | 380 | 866 |
| Sovrapposizione Gabbia No.1-No.2 | 53 | 492 | 1673 | 522 | 2 | 417 | 1328 | 451 |
| Gabbia di armatura No.2 | 586 | 19 | 2107 | 81 | 346 | 150 | 1701 | 150 |

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO

Progetto
IN17Lotto
11Codifica Documento
E12 CL GA 01 A4 0014Rev.
AFoglio
55 di 205

| | Inviluppo A1+M1+R1 | | | | Inviluppo SISMA STR | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|
| | Taglio - Caso copertura appoggiata | | Taglio - Caso copertura incastrata | | Taglio - Caso copertura appoggiata | | Taglio - Caso copertura incastrata | | | | | | | | | |
| | Inv.BT (Diafr.) | Inv.LT (Fod+Diafr.) | Inv.BT (Diafr.) | Inv.LT (Fod+Diafr.) | Inv.BT (Diafr.) | Inv.LT (Fod+Diafr.) | Inv.BT (Diafr.) | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | | | | | | | |
| Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | | | | | | | |
| Sollecitazioni Taglianti | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Quota asse copertura | 24 | 313 | 24 | 313 | 18 | 421 | 18 | 484 | 18 | 197 | 88 | 621 | 14 | 313 | 81 | 805 |
| Quota intradosso copertura | 0 | 296 | 0 | 296 | 12 | 402 | 12 | 464 | 9 | 186 | 9 | 549 | 9 | 299 | 9 | 731 |
| Testa diaframma | 0 | 257 | 0 | 257 | 10 | 365 | 10 | 418 | 7 | 166 | 7 | 415 | 7 | 273 | 7 | 596 |
| Gabbia di armatura No.1 | 314 | 257 | 314 | 257 | 75 | 365 | 130 | 418 | 170 | 166 | 648 | 415 | 64 | 273 | 467 | 596 |
| Quota estradosso solaio fondo | 606 | 0 | 606 | 0 | 336 | 0 | 415 | 0 | 370 | 0 | 1059 | 0 | 265 | 0 | 880 | 0 |
| Sovrapposizione gabbia No.1-2 | 656 | 0 | 656 | 0 | 382 | 6 | 492 | 6 | 404 | 5 | 1361 | 5 | 300 | 5 | 1157 | 5 |
| Quota asse solaio fondo | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Quota intradosso solaio fondo | 584 | 141 | 584 | 141 | 523 | 0 | 523 | 89 | 512 | 0 | 512 | 799 | 408 | 0 | 408 | 732 |
| Gabbia di armatura No.2 | 732 | 336 | 732 | 336 | 523 | 315 | 569 | 315 | 512 | 303 | 1479 | 920 | 408 | 246 | 1276 | 853 |

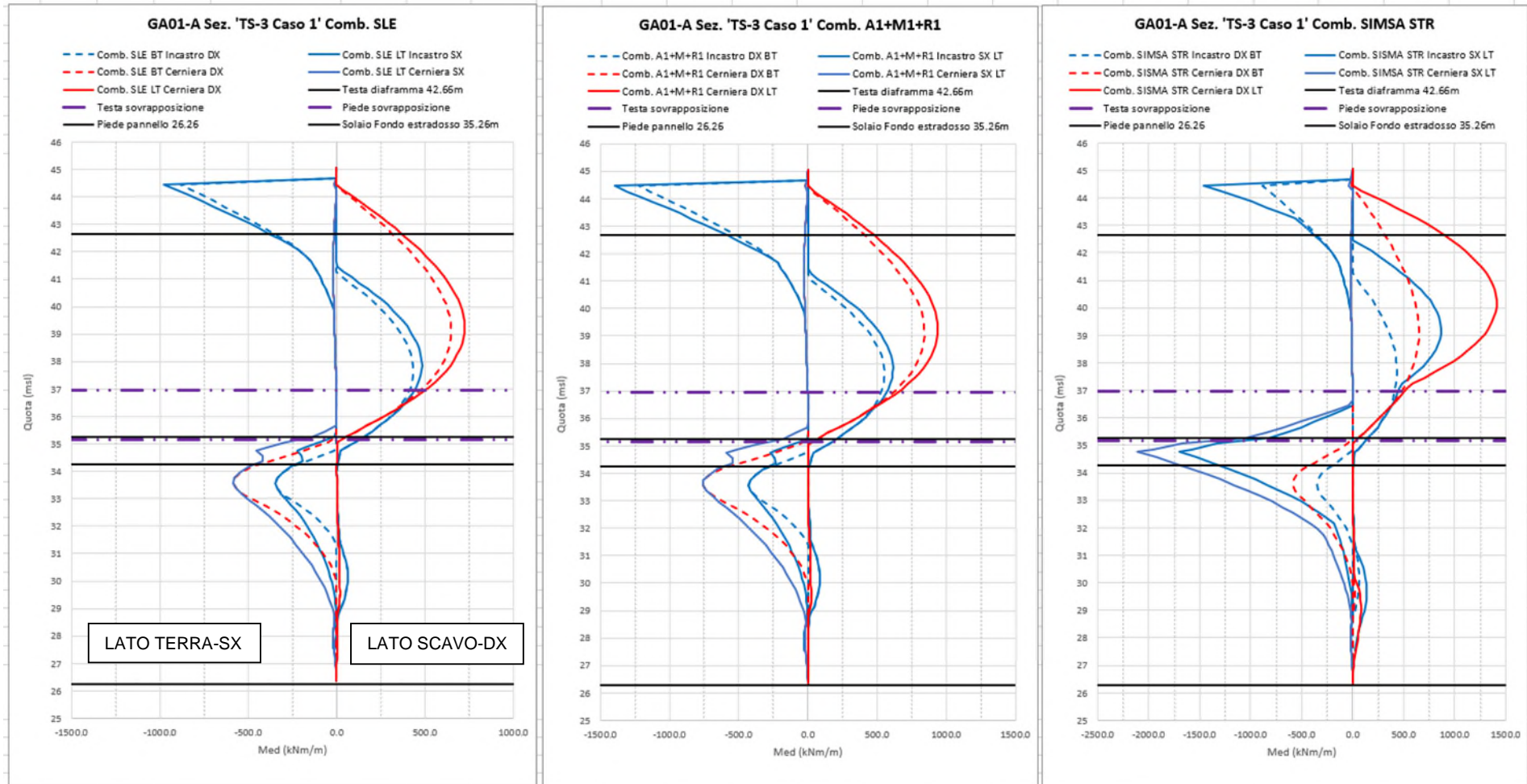


Figura 23 Sollecitazioni flettenti al metro lineare di paratia schema 'TS-3'

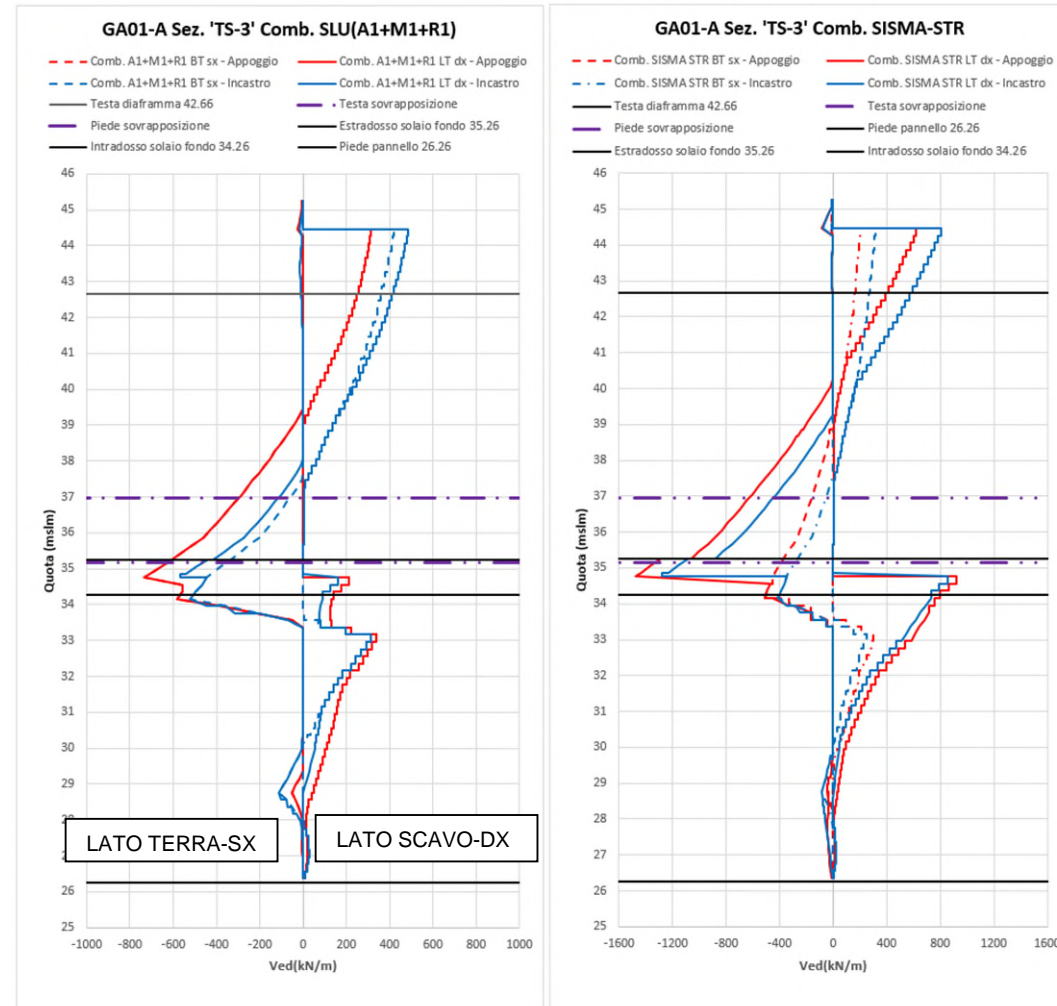


Figura 24 Sollecitazioni taglianti al metro lineare di paratia schema 'TS-3'

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 58 di 205 |

8.3 Verifiche geotecniche

8.3.1 Spostamenti e stabilità del fondo scavo

Come descritto nella relazione IN1711EI2RHGA0100001A dei criteri di dimensionamento delle opere di sostegno della GA01, la valutazione del corretto comportamento del modello di calcolo è basata sull'esame dei valori di spinta passiva mobilitata al piede della paratia. Il rapporto tra la risultante della spinta passiva e della spinta effettiva nel tratto infisso consente di valutare quanto la struttura disti dalla condizione limite. In combinazione SLU GEO tale rapporto deve essere maggiore o uguale a 1 affinché non sia violato il criterio di resistenza. I valori degli spostamenti dell'opera di sostegno e del terreno circostante devono essere compatibili con la funzionalità della struttura da realizzare e con la sicurezza e funzionalità dei manufatti adiacenti.

Nella tabella seguente sono riassunti i risultati di maggiore interesse sia allo SLE sia allo SLU, con riferimento agli spostamenti delle pareti e ai valori di mobilitazione della spinta passiva (Tabella 18).

Tabella 18 TS3 Riassunto spostamento massimo laterale dei diaframmi e coefficienti di mobilitazione

| Sezione di calcolo | Comb. | Spostamenti orizzontali u(mm) | %Sp (Scavo a quota fondo scavo) | %Sp (Condizione di lungo termine) |
|-------------------------------|----------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| TS3 (copertura appoggiata) | SLE RARA | 4 (z=37m) | - | - |
| | SLU (A2+M2+R1) | - | 15 | 32 |
| | SLU Sisma-STR | - | - | 72 |
| TS3 (copertura incastrata) | SLE RARA | 2 (z=37.7m) | - | - |
| | SLU (A2+M2+R1) | - | 13 | 35 |
| | SLU Sisma-STR | - | - | 77 |

8.3.2 Verifiche deformazioni/cedimenti attesi

Gli spostamenti orizzontali attesi dei diaframmi sono modesti, sia con schema di semplice appoggio che nel caso di incastro: è presumibile che lo spostamento reale sia intermedio tra i due estremi considerati. In base a quanto esposto nella citata relazione relativa ai criteri di dimensionamento ed agli spostamenti orizzontali massimi calcolati, si possono determinare gli spostamenti verticali massimi $S_{v,max}$ attesi a tergo della paratia e, in funzione dell'altezza di scavo H, una stima della loro distribuzione in funzione della distanza dall'opera di sostegno.

Per i risultati dell'analisi di cedimento si rimanda alla sezione 'TS2' in quanto più gravosa.

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 59 di 205 |

8.3.3 Verifiche di capacità portante dei diaframmi

La verifica di capacità portante nella fase di breve termine (scavi aperti, massimo sovraccarico in copertura) è effettuata con i criteri riportati nella relazione IN1711EI2RHGA0100001A.

Di seguito si allegano:

- Stratigrafia e parametri di riferimento
- Curve di capacità portante in condizioni A1+M1+R3 e in condizioni di esercizio per la verifica della corretta ripartizione tra capacità portante di base e capacità portante laterale al fine della limitazione dei cedimenti attesi.

IRICAV: VERONE VICENZA
 GALLERIA ARTIFICIALE SAN MARTINO BUON ALBERGO: GA01-A Sez. TS3

Stratigrafia e parametri geotecnici

| Dati di input | | |
|---------------------------------|-------|-------------------|
| Spessore diaframma | 1 | m |
| Sovraccarico efficace VALLE | 0.0 | kPa |
| Hw da testa diaframma valle | 0.0 | m |
| γ acqua | 9.81 | kN/m ³ |
| Az palo/diaf da p.c. originario | 5.10 | m |
| N° diam. per riduzione qb | 5.0 | (-) |
| L diaframmi fuori terra | 8.50 | (m) |
| Peso calcestruzzo | 25.00 | kN/m ³ |
| Pressione max sul cls. | 8.5 | MPa |

| Legenda tipo di terreno: | |
|--------------------------|-------------------|
| SL | Sabbia limosa |
| S | Sabbia |
| G | Ghiaia |
| A | Materiali coesivi |

Inserisci stratigrafia

| Caratteristiche del terreno (massimo 10 strati) | | | | | | | | | | | |
|--|------|--------|---------|-------------------|------|----|----------------------|-----|------|----|----|
| Profondità (m) | | Strato | Terreno | γ tot | Nspt | | c _u (kPa) | | Δ-z | φ° | |
| da | a | No. | (S, A) | kN/m ³ | da | a | da | a | (m) | da | a |
| 0.0 | 1.0 | 1 | G | 20.0 | 35 | 35 | | | 0.50 | 40 | 40 |
| 1.0 | 2.0 | 2 | A | 19.0 | | | 125 | 125 | 0.50 | | |
| 2.0 | 3.5 | 3 | G | 20.0 | 35 | 35 | | | 0.50 | 40 | 40 |
| 3.5 | 15.5 | 4 | S | 20.0 | 35 | 60 | | | 0.50 | 38 | 38 |
| 15.5 | 24.5 | 5 | A | 19.0 | | | 175 | 175 | 0.50 | | |
| 24.5 | | | | | | | | | | | |
| 0.0 | | | | | | | | | | | |
| 0.0 | | | | | | | | | | | |
| 0.0 | | | | | | | | | | | |
| 0.0 | | | | | | | | | | | |
| Numero di strati = | | 5.0 | | | | | | | | | |

N.B. La quota zero di riferimento è la quota di fondo scavo: le profondità degli strati vanno riferite alla quota di scavo

Figura 25 Sez. TS3 Capacità portante - Stratigrafia a e parametri di riferimento

Nelle tabelle seguenti si riassumono i valori di capacità portante a compressione (Rc,d) e a trazione (Rt,d), ottenuti dalla analisi, secondo l'approccio 2 (A1+M1+R3).

Tabella 19 Combinazione SLU: Sollecitazioni massime di compressione e trazione e valori limiti resistenti

| Combinazione di carico - SLU | Q tot |
|-------------------------------------|------------|
| Massima compressione, Ndc, max [kN] | 1060 (SLU) |

Si verifica, inoltre, che lo sforzo assiale massimo in esercizio sia inferiore della resistenza laterale di calcolo (Rc,s,lat) divisa per un fattore pari a 1.25.

Tabella 20: Combinazione SLE: Sollecitazione massima di compressione

| Combinazione di carico SLE | Qtot |
|---|-----------|
| Massima compressione, Ndc SLE, max [kN] | 783 (SLE) |

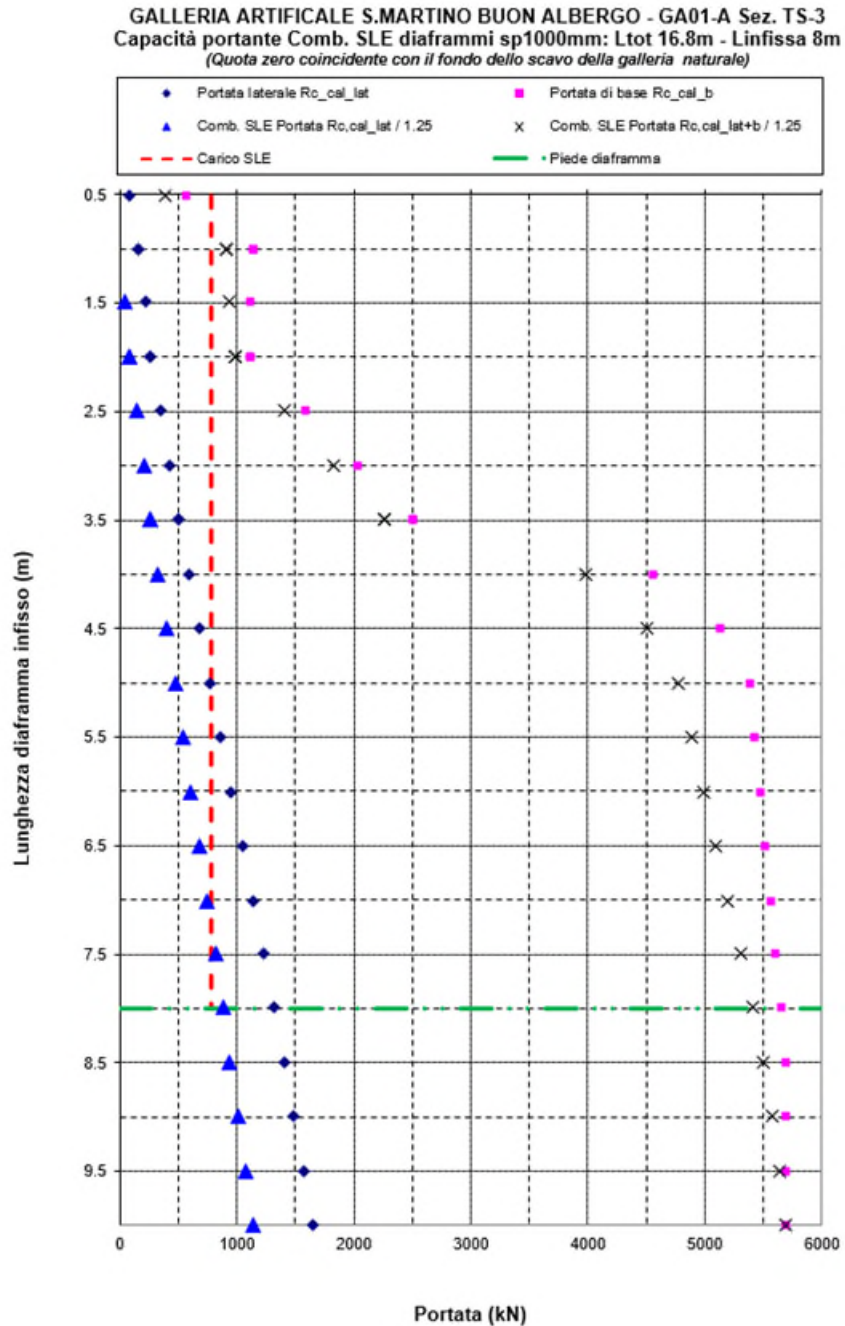


Figura 26 Sez. TS3 – Verifica capacità portante Comb. SLE

GALLERIA ARTIFICIALE S.MARTINO BUON ALBERGO - GA01-A Sez. TS-3
 Capacità portante Comb. A1+M1+R3 diafr. sp1000mm: Ltot 16.8m - Linfissa 8m
 (Quota zero coincidente con il fondo dello scavo della galleria naturale)

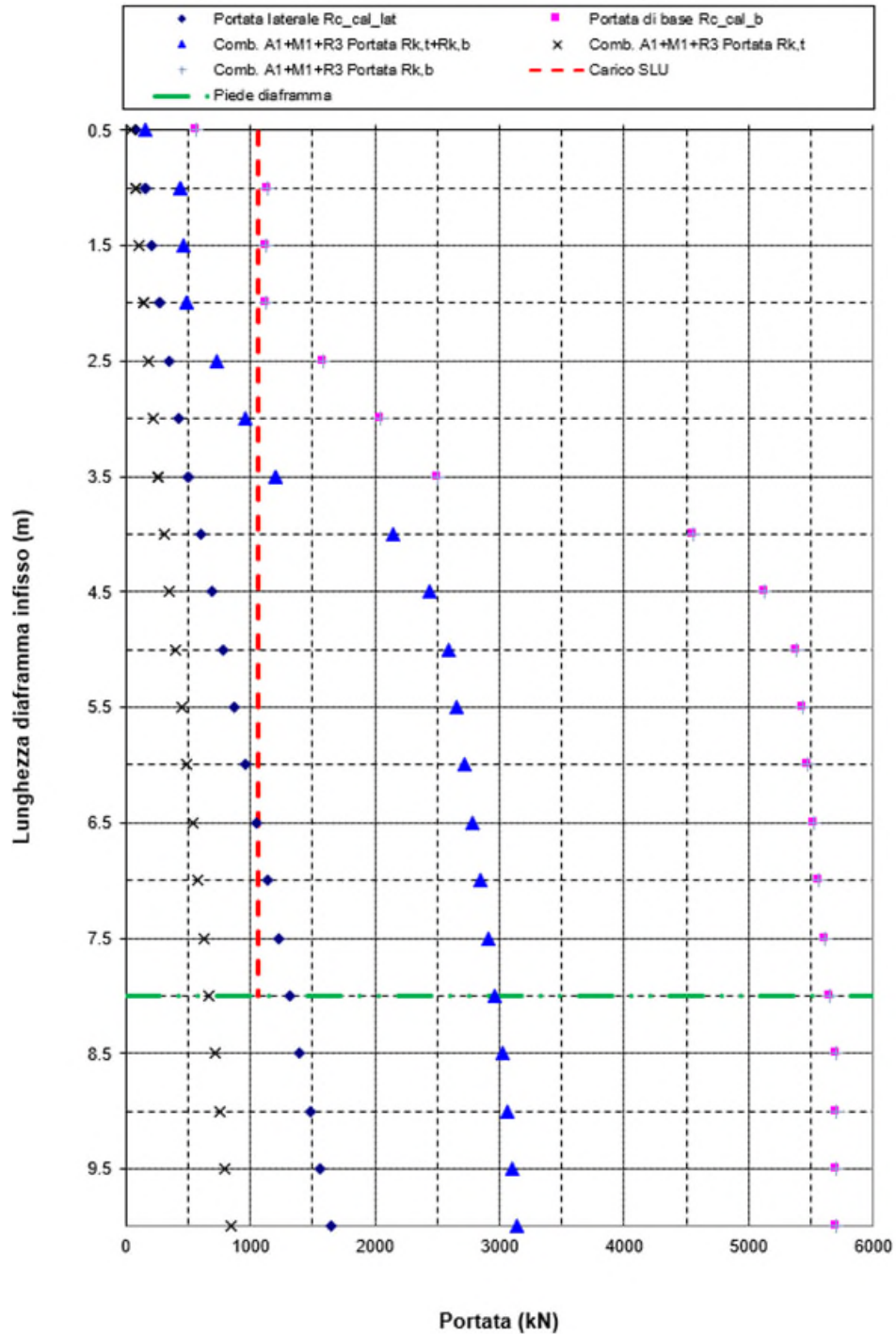


Figura 27 Sez. TS3 – Verifica capacità portante Comb. SLU (A1+M1+R3)

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 62 di 205 |

8.3.4 Verifiche di stabilità globale

Si riportano i risultati dell'analisi di stabilità globale della sezione di calcolo considerata agli step mostrati nella tabella seguente. Per l'analisi di stabilità è stato considerato un carico accidentale di cantiere pari a 10kPa. Le verifiche sono eseguite in accordo con il metodo di Janbu.

Tabella 21 Sezione TS2 Risultati stabilità globale

| Comb. | Step | Coefficiente di sicurezza |
|----------|---|---------------------------|
| A2+M2+R1 | Fase 2 - Scavo quota piano di lavoro | 1.12 |
| | Fase 10 - Risalita falda a quota di breve termine | 2.35 |

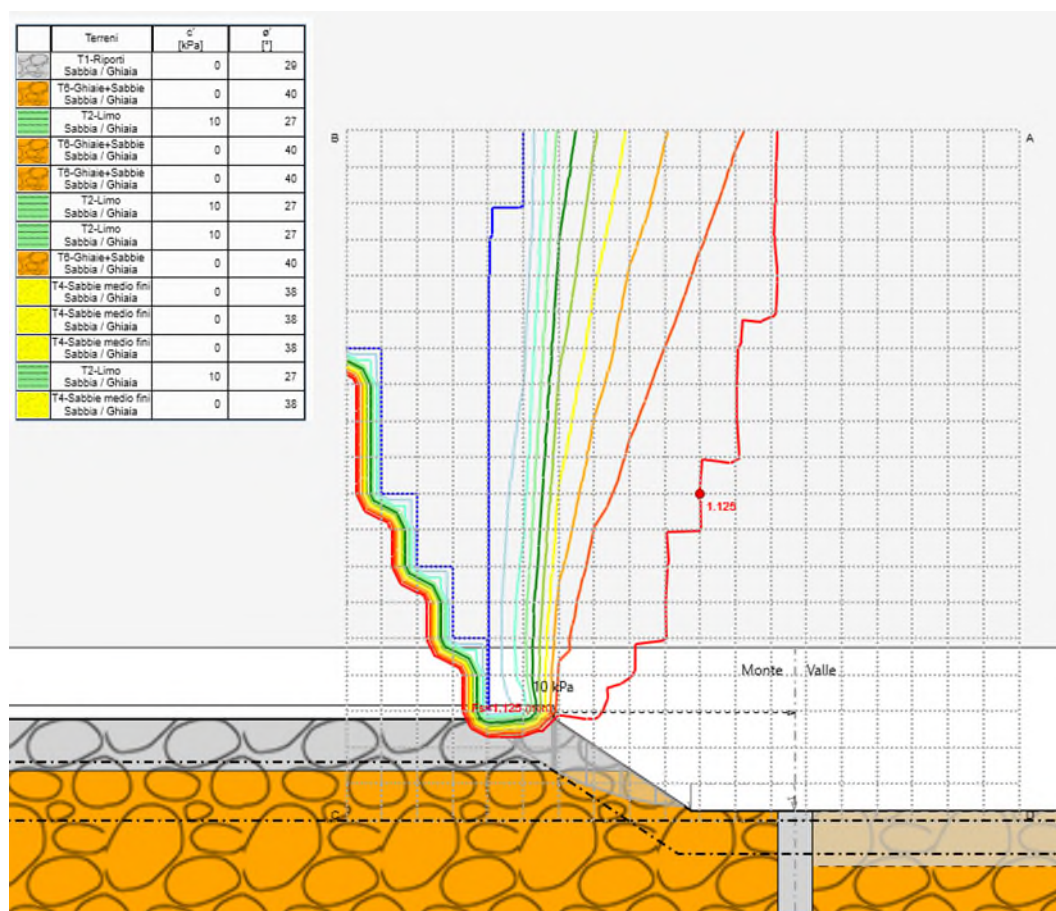


Figura 28 Fase 2 - Stabilità scavo (Comb. A2+M2+R1)

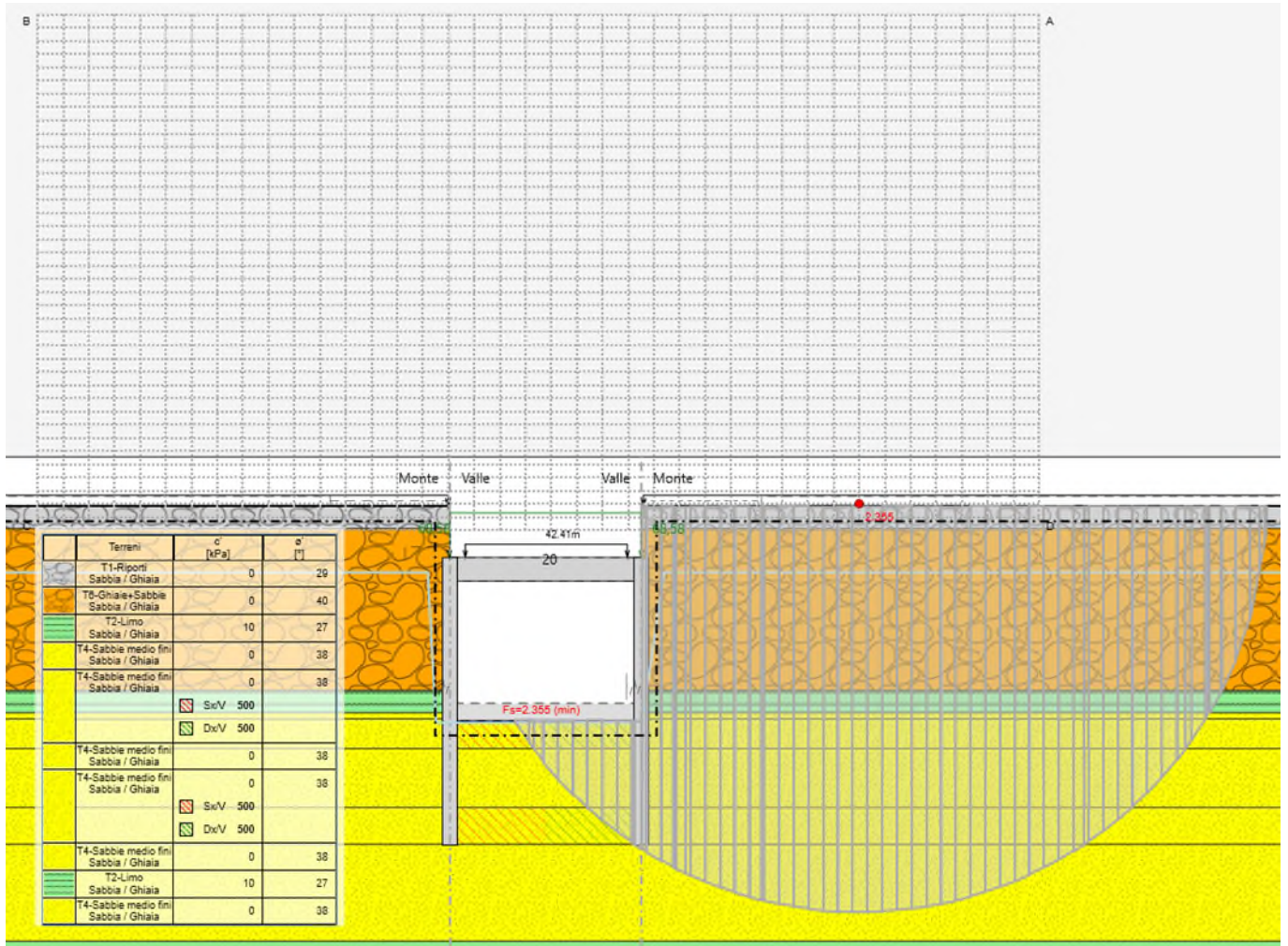


Figura 29 Fase 10 - Stabilità scavo (Comb. A2+M2+R1)

| | | | | | |
|---|---|-------------|--|-----------|---------------------|
|  Consorzio IricAV Due | ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANI | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 64 di 205 |

8.3.5 Verifiche di stabilità del fondo scavo al galleggiamento

Per i criteri generali di verifica si rimanda alla relazione IN1711E12RHGA0100001A relativa ai metodi dimensionamento delle opere di sostegno della GA01. Circa la robustezza del dimensionamento effettuato con il metodo semplificato proposto si rimanda a quanto già espresso al precedente § 7.3.5. Di seguito si riportano le verifiche di stabilità del tampone di fondo in jet grouting per le diverse tipologie analizzate. La quota di riferimento della falda considerata in tale verifica è pari alla quota della falda in fase di costruzione.

Tabella 22 TS3 Verifica a galleggiamento tampone di fondo

| VERIFICA CON ATTRITO CON SCAVO REALE - TAMPONE IMPERMEABILE | | |
|---|--------------------------|--|
| GA01-A - VERIFICA TAMPONE DI FONDO - MAX BATTENTE 6.5m (TRATTO TS3) | | |
| Zfalda | 42.93 m s.l.m | Quota falda |
| Zfs | 34.22 m s.l.m | Quota fondo scavo |
| Hw | 8.71 m | Altezza falda a piano scavo |
| Lmin | 12 m | Dimensione minima in pianta del tampone |
| Lmax | 100 m | Dimensione massima in pianta del tampone |
| Htf | 2 | Altezza terreno trattato sotto il fondo scavo |
| Hte | 3.5 m | Altezza intermedia terreno non trattato |
| Hta | 2.5 m | Altezza tampone di fondo inferiore |
| Hinfission | 8.0 m | Altezza infissione paratia |
| γ_{tn} | 20.0 kN/m ³ | Peso specifico terreno naturale |
| γ_{ta} | 20.0 kN/m ³ | Peso specifico tampone |
| fa | 0.29 () | Aderenza massima tampone paratia |
| Hw | 16.7 m | = Zfalda - Zfs +Hte+Hta altezza battente idraulico |
| u _{Hw} | 163.9 kPa | pressione interstiziale in funzione del battente idraulico |
| Sw | 163.9 kPa | pressione interstiziale agente alla base del tampone |
| Np | 900.0 kN/m | da calcolo Paratie |
| σ_{p1} | 112.50 kN/m ² | Np/Hinfissione Valore medio pressione passiva mobilitata su jet |
| σ_{p2} | 112.50 kN/m ² | valore medio sull'altezza del tampone letto in paratie |
| σ_{p3} | 20.00 kN/m ² | valore geostatico a fondo scavo alla profondità media del tampone |
| $\sigma_{p,calc}$ | 112.50 kN/m ² | valore adottato nei calcoli |
| fa | 32.63 kN/m ² | = $\sigma_p \cdot \tan \phi$ Aderenza massima tampone paratia |
| Wt | 10.7 m ³ | = $Hta^2/6$ W resistente flessione tampone per 1 m di larghezza |
| α | 0.99 (-) | = $1/(1+Lmin/Lmax)^2$ coeff riduttivo momento per effetto piastra |
| qtf | 67.63 kN/m | = $8 \cdot \sigma_p \cdot Wt / (\alpha \cdot Lmin^2)$ |
| qta | 43.50 kN/m | = $2 \cdot fa \cdot Hinf / Lmin$ |
| qt utile | 43.50 kN/m | |
| Pte | 840.0 kN | = $\gamma_{te} \cdot (Hte+Htf) \cdot Lmin$ Peso terreno per 1 metro di sezione |
| Pta | 1080.0 kN | = $\gamma_{ta} \cdot Hta \cdot Lmin$ = Peso tampone per 1 m di sezione |
| Sta | 522.0 kN | = qt utile $\cdot Lmin$ = risultante pressione assorbita dall'infissione per 1 m |
| Sw | 1967.1 kN | = Hw $\cdot 10 \cdot Lmin$ = sottospinta falda per 1 metro di sezione |
| Ribasso locale in corrispondenza vasca di aggotamento | | |
| Wrib | 0 kN | |
| Verifica secondo NTC 08 | | |
| 0.9* St | 2197.8 kN | |
| 1.1*SW | 2163.8 kN | |
| St>Sw | Verificato | |
| St/Sw | 1.02 | |

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 65 di 205 |

8.3.6 Verifiche di stabilità della struttura interna

Nelle tabelle delle pagine successive sono riportate le verifiche al sollevamento della struttura interna della galleria (intesa come manufatto ad U) per verificare l'entità delle azioni agenti alla testa dei diaframmi derivanti dall'equilibrio delle seguenti forze:

- Azioni stabilizzanti:
 - o Peso proprio manufatto ad U (armamento e opere di finitura ed escluse)
 - o Peso della copertura e del rinterro considerando l'altezza minima di ricoprimento/rinterro lungo la tratta considerata
- Azioni instabilizzanti:
 - o Sottospinta idraulica calcolata rispetto alla falda di lungo termine

| | | | | | |
|---|---|-------------|--|-----------|---------------------|
|  Consorzio IricAV Due | ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANI | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 66 di 205 |

| VERIFICA SOLLEVAMENTO STRUTTURA DEFINITIVA | | |
|---|------------------------|--|
| GA01-A - VERIFICA SOLLEVAMENTO STRUTTURA DEFINITIVA - TRATTO TS 3 | | |
| Quote falda e battente | | |
| Zfalda | 44.43 m s.l.m | Quota falda lungo termine |
| Zfs | 34.22 m s.l.m | Quota fondo scavo |
| Hw | 10.21 m | Altezza falda lungo termine a piano scavo |
| Carichi struttura GA01 | | |
| Lmin | 12 m | Luce netta tra paratie |
| S_diaf | 1 m | Spessore diaframmi |
| S_Fondo | 1 m | Spessore solettone di fondo |
| S_Fodera | 0.8 m | Spessore controfodera |
| Lnet | 10.4 | Luce netta manufatto ad U |
| Atrave | 0.72 m ² | Area cls trave prefabbricata |
| Asol_trave | 0.25 m ² | Area cls soletta di completamento |
| γ cls | 24 kN/m ³ | Peso unità di volume calcestruzzo |
| W trave | 180.5 kN/m | Peso Trave prefabbricata |
| W sol_trave | 65 kN/m | Peso soletta di completamento trave |
| H_t-diaf | 1 m | Altezza trave di coronamento testa diaf. |
| B_t-diaf | 2.1 m | Base trave di coronamento testa diaf. |
| H_c-trave | 1.6 m | Altezza trave ripartizione trave prefabb. |
| B_c-trave | 2.1 m | Base trave ripartizione trave prefabb. |
| W_c | 262.08 kN/m | Peso trave di coronamento+cordolo trave |
| W_fondo | 288 kN/m | Peso solaio di fondo |
| H_fodera | 7.4 m | Altezza netta controfodera fino a intradosso cordolo |
| W_fodera | 284.16 kN/m | Peso controfodera |
| W_cls_tot | 1079.69 kN/m | Peso complessivo manufatto ad U + trave + cordoli |
| H_ricMin | 2 m | Altezza ricoprimento |
| γtn | 18.5 kN/m ³ | Peso specifico terreno naturale |
| W_ter | 540.2 kN/m | Peso ricoprimento |
| W_tot | 1619.9 kN/m | |
| pw | 102.1 kPa | |
| Sw | 1225.2 kN/m | = Hw *10 * Lmin = sottospinta falda per 1 metro di sezione |
| 0.9*W_d | 1457.9 kN/m | |
| 1.1*SW | 1347.72 | |
| St>Sw | Verificato | |
| St/Sw | 1.082 | |
| Calcolo azione assiale testa diaframma (compressione positiva) | | |
| N_inst_diaf | 612.6 kN/m | Azione instabilizzante indotta falda sul piedritto |
| N_stab_cop | 810 kN/m | Azione stabilizzante pesi propri sul piedritto |
| 1.3*N_inst_diaf | 796.4 kN/m | |
| 0.9*N_stab_cop | 729.0 kN/m | |
| N_testaDiaf_SLE | 197 kN/m | Azione assiale risultante sul piedritto SLE |
| N_testaDiaf_SLU | -67 kN/m | Azione assiale risultante sul piedritto SLU |

Dalle verifiche si evince come nelle condizioni caratteristiche i diaframmi risultano in tutti i casi compressi. Nelle condizioni allo Stato Limite Ultimo, SLU, i diaframmi risultano sostanzialmente scarichi con azione assiale pressoché nulla. Per questa ragione, nella verifica strutturali dei diaframmi in tutte le condizioni di carico si è assunto un'azione assiale nulla agente lungo l'intera altezza stesso.

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 67 di 205 |

8.3.7 Stima delle portate entranti al variare dei coefficienti di permeabilità del tampone di fondo

Per i criteri generali di verifica si rimanda alla relazione generale IN1711EI2RHGA0100001A della GA01.

Per tale sezione il battente idrico sulla falda di costruzione è minore di quello previsto per la porzione di galleria analizzata nella sezione di calcolo 'TS-2'. Pertanto, ai fini della stima delle portate entranti nello scavo, si rimanda ai risultati relativi alla 'TS-2' descritti nel §7.3.7.

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 68 di 205 |

9 VERIFICHE SEZIONE TS4

I diaframmi dimensionati con tale sezione sono previsti da progressiva pk 5+032 alla pk 5+152 circa della GA01-A, per un'estensione complessiva di 120m circa. I diaframmi sono lunghi 15.8m con un'altezza di scavo di 8.40m da quota testa paratia. I parametri geotecnici caratteristici adottati per il dimensionamento dell'opera di sostegno, la stratigrafia di progetto e le ipotesi di falda sono state esposte nel §4 e 5.

9.1 Fasi di calcolo

Tale paragrafo descrive con maggior dettaglio le fasi costruttive brevemente presentate nella §5.3.3. Di seguito le fasi di calcolo e lo schema di scavo:

- Fase 0: start – nihil;
- Fase 1: condizione geostatica:
 - quota piano campagna a 49.0m slm;
 - quota falda di costruzione a 40.8m slm a circa 8.2m da piano campagna;
- Fase 2: Scavo fino a piano di lavoro:
 - Scavo con pendenza 2V:3H da piano campagna a quota piano lavoro variabile tra 46.90 e 45.80m slm ed applicazione del carico accidentale di cantiere di 20kPa a quota piano campagna.
- Fase 3: Realizzazione diaframmi da piano di lavoro:
- Fase 4: Realizzazione intervento jet tipo 'sandwich' con doppio strato al di sotto del piano di scavo:
 - L'intervento è così composto:
 - Spessore terreno trattato superiore: 1.5m
 - Spessore terreno non trattato intermedio: 3.0m
 - Spessore terreno trattato inferiore: 2.5m
 - L'intervento è stato modellato modificando i parametri geotecnici di base degli strati interessati di terreno considerando i seguenti parametri caratteristici:
 - valore di coesione c': 500kPa; rigidità del terreno incrementata di 20 volte rispetto ai valori caratteristici;
- Fase 5: Approfondimento pre-scavo da quota piano di lavoro a quota testa paratia per la realizzazione del solettone di copertura
- Fase 6: Realizzazione del solettone di copertura:
 - Come descritto nel §6.2, il nodo di connessione tra diaframma e copertura è stato simulato sia come una 'cerniera' che 'pienamente incastrata'. La copertura è stata pertanto modellata in Paratia come elemento 'soletta' di spessore 1.6m.
- Fase 7: Posa in opera del ricoprimento al di sopra della copertura tale da stabilire la quota di piano campagna:
 - Lo spessore di ricoprimento considerato lungo tale tratto è pari a 1.0m.
- Fase 8: Applicazione del carico accidentale di 20kPa a piano campagna

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 69 di 205 |

- Fase 9: Scavo della Galleria fino a quota di fondo scavo 35.31m, 10.3m circa al di sotto del piano di lavoro
 - In tale fase, la quota falda di valle tra le paratie è stata considerata cautelativamente a quota di fondo scavo.
- Fase 10: Risalita falda a quota di breve termine:
 - Innalzamento del livello di falda quota falda da quota falda di costruzione a quota breve termine. Con tale scenario si riproduce le condizioni di un innalzamento del livello di falda a causa evento meteorico improvviso (il §7.3.1 riporta la verifica della stabilità del fondo scavo nei confronti di tale evento).
- Fase 11: Discesa falda a quota di breve costruzione
 - Con tale fase, si assumono che gli effetti di un evento meteorico improvviso siano esauriti e che il livello di falda diminuisca alla quota di falda di costruzione.
- Fase 12: Costruzione del solettone di fondo:
 - Il solettone di fondo è stato modellato in Paratie con un elemento di tipo 'Puntone' alla quota dell'asse del solaio 35.91m.
- Fase 13: Costruzione delle contropareti interne di spessore 0.80m:
 - L'azione irrigidente della controparete interna è stata simulata calcolando una rigidezza equivalente tra diaframma e controparete assumendo che si comportino come elementi in parallelo' (Figura 8 presentata in precedenza).
- Fase 14: Risalita della falda a quota di lungo termine con tampone jet grouting ancora attivo:
 - In tale fase si simula la risalita della falda a quota di lungo termine 44.8m a monte ed a valle della paratia. In tale fase, l'azione irrigidente del tampone jet a valle è ancora considerata presente.
- Fase 15: Quota di falda a quota di lungo termine e perdita dell'azione stabilizzante del tampone jet
 - In tale fase, parametri geotecnici dei terreni interessati dall'intervento jet vengono riportati ad i loro valori caratteristici di base
- Fase 16: Riduzione dei moduli elastici delle strutture da istantanei a quelli di lungo termine
 - Come accennato al §6.2.4, la riduzione di rigidezza degli elementi strutturali causata da effetti viscosi è stata riducendo i moduli elastici degli elementi strutturali del 20%.
- Fase 17: Applicazione dell'azione sismica
 - Applicazione del sovraccarico sismico ottenuto applicando la teoria di Wood secondo quanto descritto al §6.2.2. Tale sovraccarico è stato applicato da quota testa a quota piede paratia.
 - $\Delta p = (a_g/g) \times S \times \gamma_t \times H = 118\text{kPa}$

Nelle figure seguenti si riportano delle immagini di alcuni step sviluppati nel modello di calcolo Paratie.

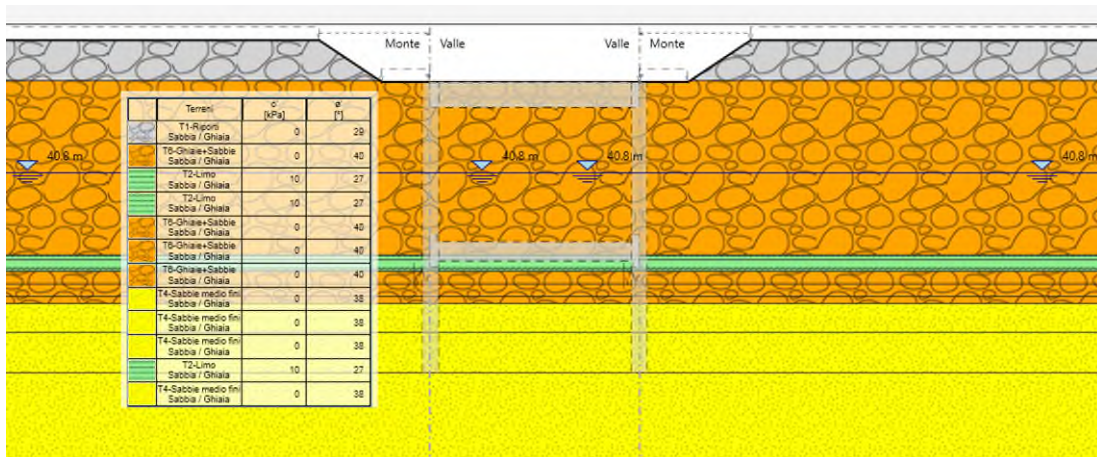


Figura 30 Fase 4 Realizzazione tampone jet tipo 'sandwich' con doppio stato

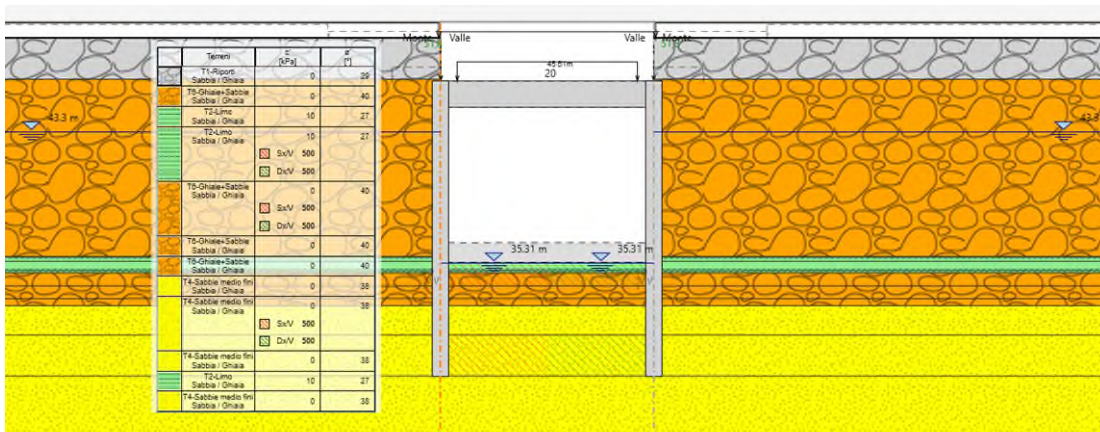


Figura 31 Fase 10 Scavo della Galleria fino a quota di fondo scavo 32.52m e falda a quota falda di breve termine

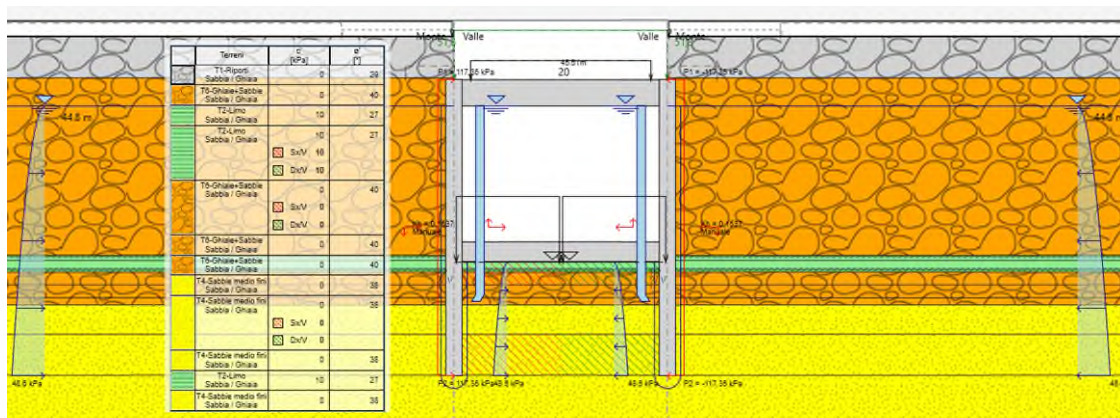


Figura 32 Fase 17 Applicazione azione sismica

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 71 di 205 |

9.2 Risultati di calcolo

Di seguito sono schematizzati i risultati principali del dimensionamento della paratia di sostegno. La Tabella 23 riporta gli involuipi delle sollecitazioni flettenti e taglianti al metro lineare di diaframma ottenute dai modelli sviluppati per la sezione 'TS-4'. I risultati dei modelli di copertura appoggiata ed incastrata alle paratie sono stati raggruppati secondo gli stati limite SLE-RARA, SLU A1+M1+R1 e SISMA-STR nel modo seguente:

- Condizioni di Breve Termine (BT):
Tali condizioni identificano le fasi di costruzione della galleria artificiale dalle condizioni geostatiche (Fase 0) al raggiungimento della quota di fondo scavo con falda pari alla falda di breve termine (Fase 11)
- Condizioni di Lungo Termine (LT):
Tali condizioni comprendono le fasi di calcolo nelle quali si completano le strutture definitive della galleria Fase 12-Costruzione solaio di fondo) e si instaurano le condizioni di lungo termine (Fase 16-Riduzione dei moduli elastici delle strutture da istantanei a quelli di lungo termine.
- Condizioni Sismiche (SISMA STR):
Tali condizioni identificano le sollecitazioni che si verificano al raggiungimento dello stato limite SISMA STR definito come richiesto dalla normativa vigente.

In Figura 33 e Figura 34 vengono riportati i diagrammi delle sollecitazioni flettenti e taglianti al metro lineare di sviluppo di paratia. In ascissa sono indicate le azioni a metro lineare di pannello, mentre in ordinata è indicata la quota altimetrica

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO

Progetto
IN17Lotto
11Codifica Documento
EI2 CL GA 01 A4 0014Rev.
AFoglio
72 di 205

Tabella 23 Sezione 'TS4' Sollecitazioni flettenti e taglianti di verifica

| | SLS-rara | | | | | | | | SLU (A1+M+R1) | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| | Momento - Caso copertura appoggiata | | | | Momento - Caso copertura incastrata | | | | Momento - Caso copertura appoggiata | | | | Momento - Caso copertura incastrata | | | |
| | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | |
| | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo |
| | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) |
| Sollecitazioni Flettenti | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Quota asse copertura | 15 | 0 | 15 | 0 | 905 | 0 | 973 | 0 | 20 | 0 | 20 | 0 | 1251 | 0 | 1390 | 0 |
| Quota intradosso copertura | 2 | 138 | 2 | 159 | 653 | 0 | 698 | 0 | 3 | 179 | 3 | 206 | 909 | 0 | 1012 | 0 |
| Testa diaframma | 3 | 311 | 3 | 354 | 366 | 0 | 384 | 0 | 4 | 404 | 4 | 460 | 523 | 0 | 579 | 0 |
| Gabbia di armatura No.1 | 3 | 684 | 3 | 734 | 366 | 477 | 384 | 500 | 4 | 889 | 4 | 955 | 523 | 612 | 579 | 640 |
| Sovrapposizione Gabbia No.1-No.2 | 1 | 581 | 168 | 589 | 1 | 467 | 1 | 473 | 2 | 756 | 218 | 766 | 2 | 602 | 2 | 610 |
| Gabbia di armatura No.2 | 567 | 143 | 567 | 143 | 308 | 239 | 308 | 239 | 736 | 186 | 736 | 186 | 383 | 317 | 383 | 317 |

| | SISMA (STRU) | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| | Momento - Caso copertura appoggiata | | | | Momento - Caso copertura incastrata | | | |
| | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | |
| | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo |
| | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) |
| Sollecitazioni Flettenti | | | | | | | | |
| Quota asse copertura | 15 | 0 | 45 | 0 | 905 | 0 | 1422 | 0 |
| Quota intradosso copertura | 2 | 138 | 2 | 393 | 653 | 0 | 841 | 0 |
| Testa diaframma | 3 | 311 | 3 | 838 | 366 | 0 | 384 | 0 |
| Gabbia di armatura No.1 | 3 | 684 | 3 | 1361 | 366 | 477 | 384 | 843 |
| Sovrapposizione Gabbia No.1-No.2 | 1 | 581 | 1388 | 589 | 1 | 467 | 1082 | 473 |
| Gabbia di armatura No.2 | 567 | 143 | 1771 | 143 | 308 | 239 | 1406 | 239 |

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO

Progetto
IN17Lotto
11Codifica Documento
EI2 CL GA 01 A4 0014Rev.
AFoglio
73 di 205

| | Inviluppo A1+M1+R1 | | | | | | | | Inviluppo SISMA STR | | | | | | | |
|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----|
| | Taglio - Caso copertura appoggiata | | | | Taglio - Caso copertura incastrata | | | | Taglio - Caso copertura appoggiata | | | | Taglio - Caso copertura incastrata | | | |
| | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | |
| Valore lato sinistro (kN/m) | Valore lato destro (kN/m) | Valore lato sinistro (kN/m) | Valore lato destro (kN/m) | Valore lato sinistro (kN/m) | Valore lato destro (kN/m) | Valore lato sinistro (kN/m) | Valore lato destro (kN/m) | Valore lato sinistro (kN/m) | Valore lato destro (kN/m) | Valore lato sinistro (kN/m) | Valore lato destro (kN/m) | Valore lato sinistro (kN/m) | Valore lato destro (kN/m) | Valore lato sinistro (kN/m) | Valore lato destro (kN/m) | |
| Quota asse copertura | 30 | 255 | 30 | 286 | 18 | 439 | 18 | 485 | 23 | 197 | 90 | 580 | 14 | 325 | 78 | 761 |
| Quota intradosso copertura | 2 | 241 | 2 | 271 | 2 | 415 | 2 | 461 | 1 | 185 | 1 | 515 | 1 | 306 | 1 | 693 |
| Testa diaframma | 1 | 214 | 1 | 241 | 1 | 366 | 1 | 411 | 1 | 165 | 1 | 397 | 0 | 272 | 0 | 572 |
| Gabbia di armatura No.1 | 154 | 214 | 230 | 241 | 37 | 366 | 101 | 411 | 118 | 165 | 541 | 397 | 34 | 272 | 411 | 572 |
| Quota estradosso solaio fondo | 320 | 2 | 398 | 2 | 182 | 1 | 266 | 1 | 247 | 1 | 803 | 1 | 145 | 1 | 672 | 1 |
| Sovrapposizione gabbia No.1-2 | 401 | 2 | 548 | 2 | 262 | 12 | 387 | 12 | 309 | 1 | 1205 | 1 | 207 | 4 | 1011 | 4 |
| Quota asse solaio fondo | 451 | 2 | 605 | 189 | 312 | 2 | 444 | 151 | 312 | 2 | 444 | 151 | 245 | 1 | 1110 | 743 |
| Quota intradosso solaio fondo | 451 | 2 | 605 | 189 | 312 | 2 | 444 | 151 | 347 | 1 | 1305 | 799 | 245 | 1 | 1110 | 743 |
| Gabbia di armatura No.2 | 555 | 305 | 605 | 305 | 449 | 216 | 449 | 216 | 427 | 235 | 1305 | 799 | 349 | 170 | 1110 | 743 |

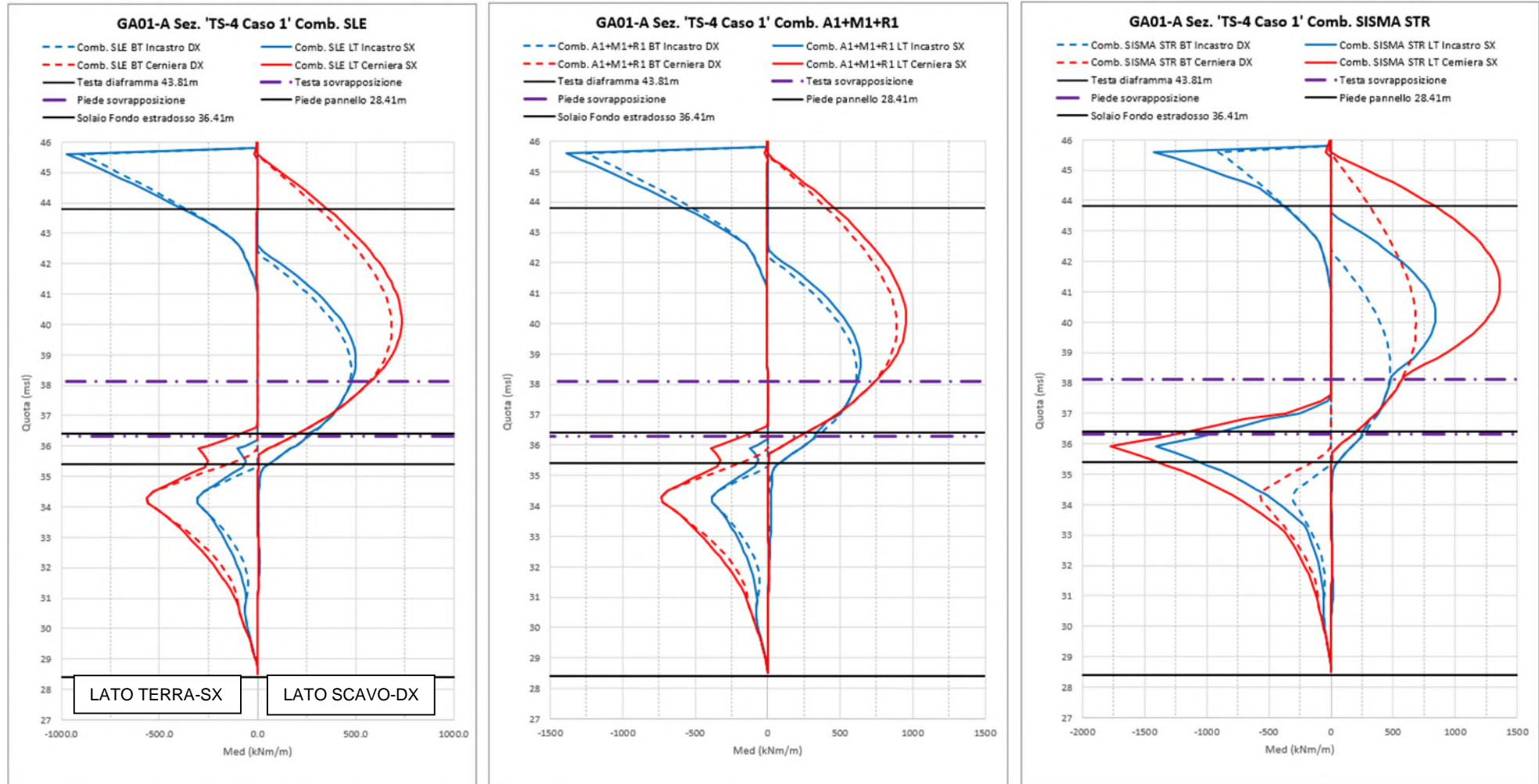


Figura 33 Sollecitazioni flettenti al metro lineare di paratia schema 'TS-4'

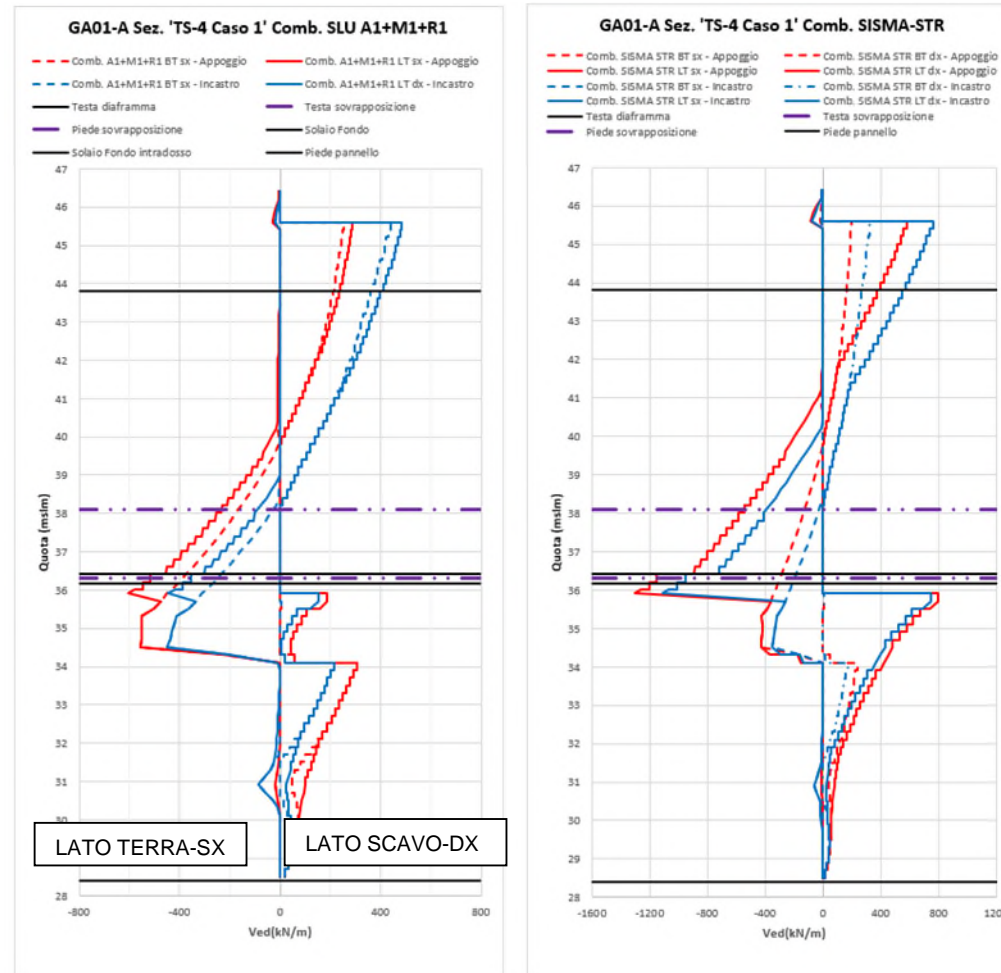


Figura 34 Sollecitazioni taglianti al metro lineare di paratia schema 'TS-4'

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 76 di 205 |

9.3 Verifiche geotecniche

9.3.1 Spostamenti e stabilità del fondo scavo

Come descritto nella relazione IN1711EI2RHGA0100001A dei criteri di dimensionamento delle opere di sostegno della GA01, la valutazione del corretto comportamento del modello di calcolo è basata sull'esame dei valori di spinta passiva mobilitata al piede della paratia. Il rapporto tra la risultante della spinta passiva e della spinta effettiva nel tratto infisso consente di valutare quanto la struttura disti dalla condizione limite. In combinazione SLU GEO tale rapporto deve essere maggiore o uguale a 1 affinché non sia violato il criterio di resistenza. I valori degli spostamenti dell'opera di sostegno e del terreno circostante devono essere compatibili con la funzionalità della struttura da realizzare e con la sicurezza e funzionalità dei manufatti adiacenti.

Nella tabella seguente sono riassunti i risultati di maggiore interesse sia allo SLE sia allo SLU, con riferimento agli spostamenti delle pareti e ai valori di mobilitazione della spinta passiva (Tabella 18).

Tabella 24 TS4 Riassunto spostamento massimo laterale dei diaframmi e coefficienti di mobilitazione

| Sezione di calcolo | Comb. | Spostamenti orizzontali u(mm) | %Sp (Scavo a quota fondo scavo) | %Sp (Condizione di lungo termine) |
|-------------------------------|----------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| TS4 (copertura appoggiata) | SLE RARA | 4 (z=36.9m) | - | - |
| | SLU (A2+M2+R1) | - | 15 | 34 |
| | SLU Sisma-STR | - | - | 75 |
| TS4 (copertura incastrata) | SLE RARA | 3 (z=38.4m) | - | - |
| | SLU (A2+M2+R1) | - | 13 | 38 |
| | SLU Sisma-STR | - | - | 80 |

9.3.2 Verifiche deformazioni/cedimenti attesi

Gli spostamenti orizzontali attesi dei diaframmi sono modesti, sia con schema di semplice appoggio che nel caso di incastro: è presumibile che lo spostamento reale sia intermedio tra i due estremi considerati. In base a quanto esposto nella citata relazione relativa ai criteri di dimensionamento ed agli spostamenti orizzontali massimi calcolati, si possono determinare gli spostamenti verticali massimi $S_{v,max}$ attesi a tergo della paratia e, in funzione dell'altezza di scavo H, una stima della loro distribuzione in funzione della distanza dall'opera di sostegno.

Per i risultati dell'analisi di cedimento si rimanda alla sezione 'TS2' in quanto più gravosa.

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 77 di 205 |

9.3.3 Verifiche di capacità portante dei diaframmi

La verifica di capacità portante nella fase di breve termine (scavi aperti, massimo sovraccarico in copertura) è effettuata con i criteri riportati nella relazione IN1711E12RHGA0100001A.

Di seguito si allegano:

- Stratigrafia e parametri di riferimento
- Curve di capacità portante in condizioni A1+M1+R3 e in condizioni di esercizio per la verifica della corretta ripartizione tra capacità portante di base e capacità portante laterale al fine della limitazione dei cedimenti attesi.

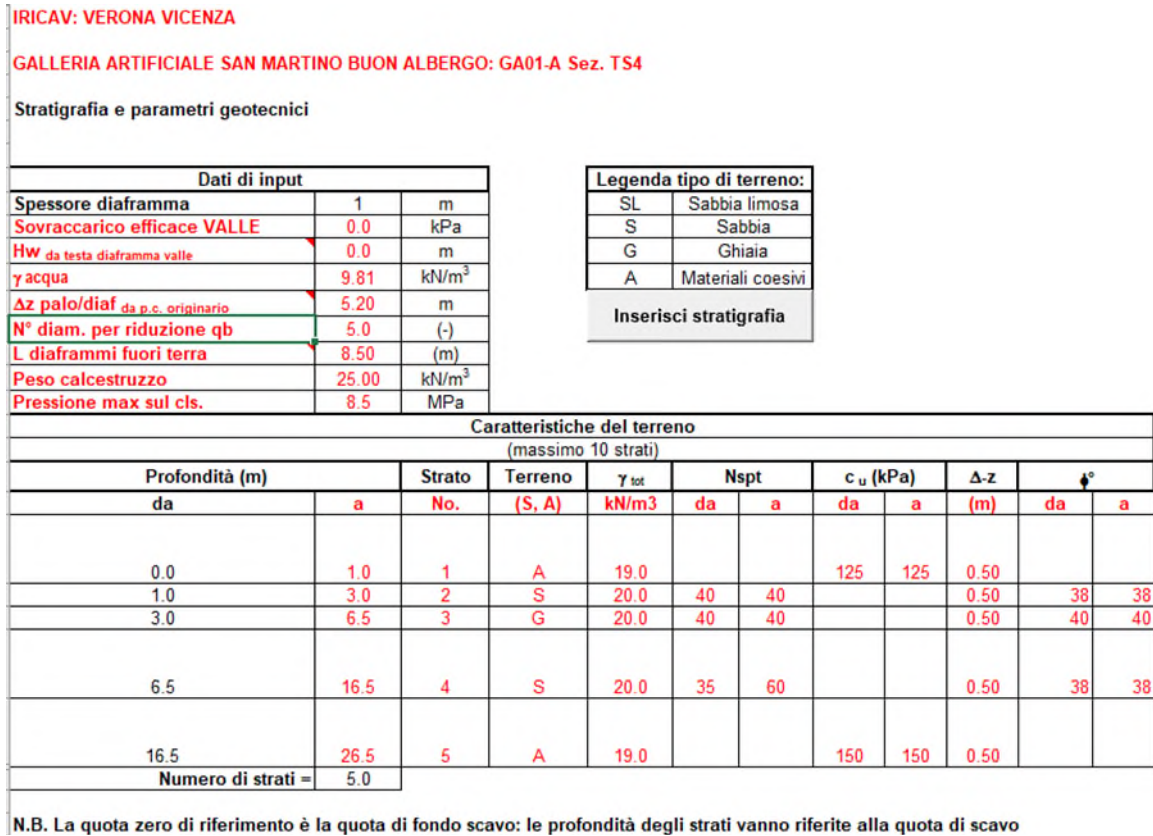


Figura 35 Sez. TS4 Capacità portante - Stratigrafia a e parametri di riferimento

Nelle tabelle seguenti si riassumono i valori di capacità portante a compressione (Rc,d) e a trazione (Rt,d), ottenuti dalla analisi, secondo l'approccio 2 (A1+M1+R3).

Tabella 25 Combinazione SLU: Sollecitazioni massime di compressione e trazione e valori limiti resistenti

| Combinazione di carico - SLU | Q tot |
|-------------------------------------|-----------|
| Massima compressione, Ndc, max [kN] | 930 (SLU) |

Si verifica, inoltre, che lo sforzo assiale massimo in esercizio sia inferiore della resistenza laterale di calcolo (Rc,s,lat) divisa per un fattore pari a 1.25.

Tabella 26: Combinazione SLE: Sollecitazione massima di compressione

| Combinazione di carico SLE | Qtot |
|---|-----------|
| Massima compressione, Ndc SLE, max [kN] | 690 (SLE) |

GALLERIA ARTIFICIALE S.MARTINO BUON ALBERGO - GA01-A Sez. TS-4
 Capacità portante Comb. SLE diaframmi sp1000mm: Ltot 15.8m Linfissa 7.0m
 (Quota zero coincidente con il fondo dello scavo della galleria artificiale)

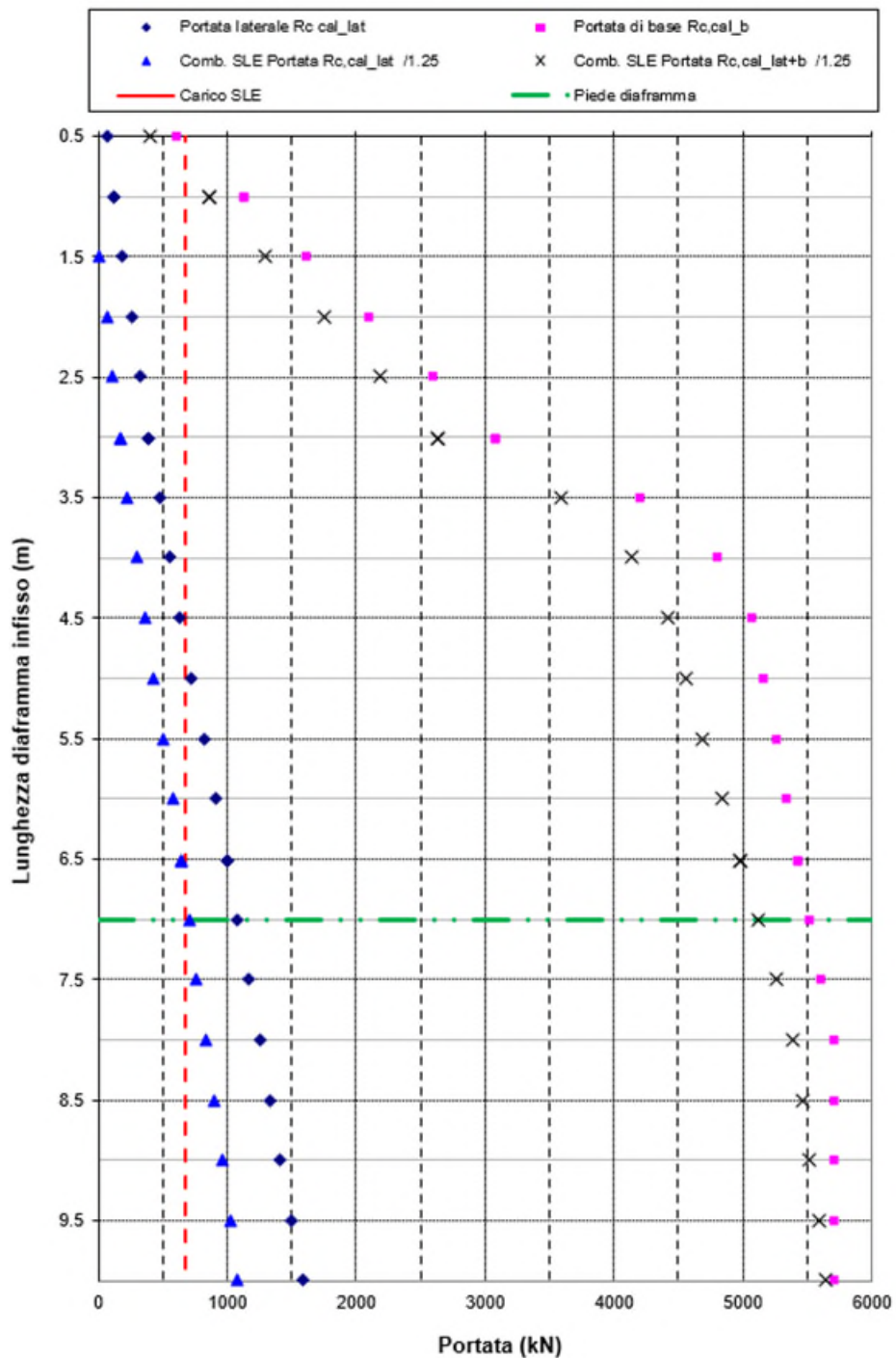


Figura 36 Sez. TS4 – Verifica capacità portante Comb. SLE

GALLERIA ARTIFICIALE S.MARTINO BUON ALBERGO - GA01-A Sez. TS-4
Capacità portante Comb. A1+M1+R3 diafr. sp1000mm: Ltot 15.8m Linfissa 7.0m
(Quota zero coincidente con il fondo dello scavo della galleria artificiale)

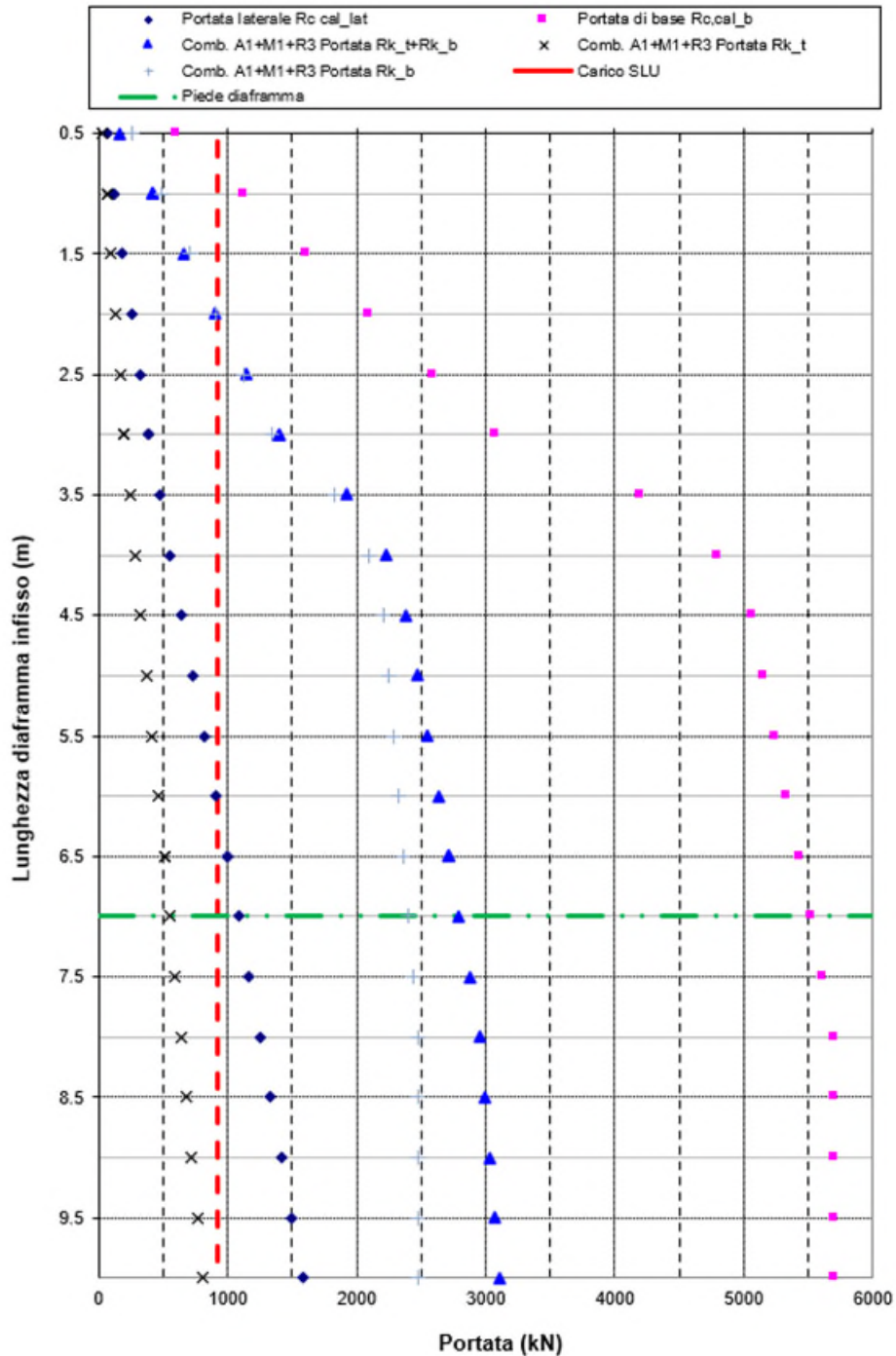


Figura 37 Sez. TS4 – Verifica capacità portante Comb. SLU (A1+M1+R3)

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 80 di 205 |

9.3.4 Verifiche di stabilità globale

Si riportano i risultati dell'analisi di stabilità globale della sezione di calcolo considerata agli step mostrati nella tabella seguente. Per l'analisi di stabilità è stato considerato un carico accidentale di cantiere pari a 10kPa. Le verifiche sono eseguite in accordo con il metodo di Janbu.

Tabella 27 Sezione TS2 Risultati stabilità globale

| Comb. | Step | Coefficiente di sicurezza |
|-----------------|---|---------------------------|
| A2+M2+R1 | Fase 2 - Scavo quota piano di lavoro | 1.17 |
| | Fase 10 - Risalita falda a quota di breve termine | 2.35 |

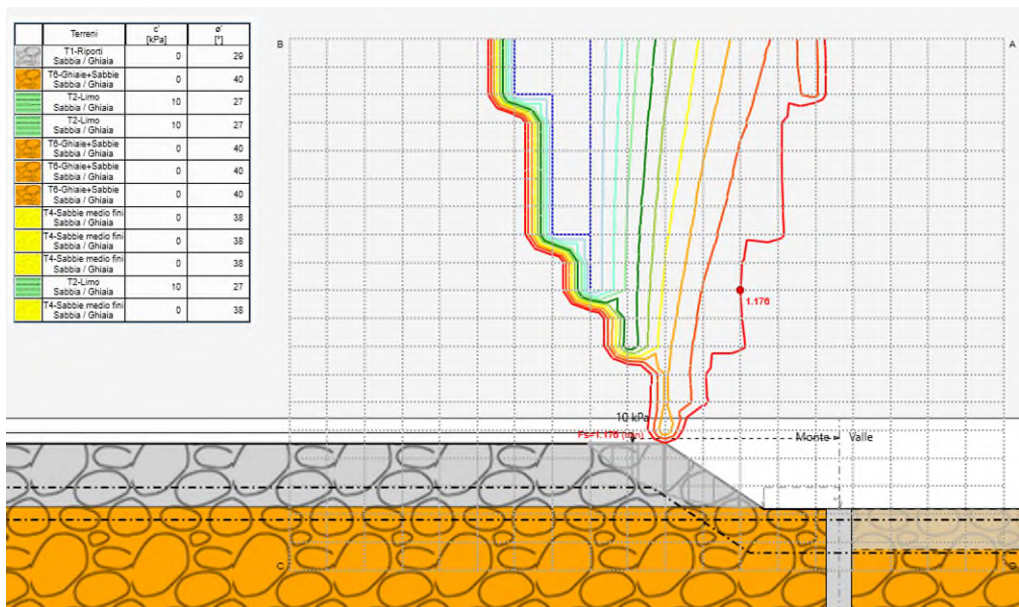


Figura 38 Fase 2 - Stabilità scavo (Comb. A2+M2+R1)

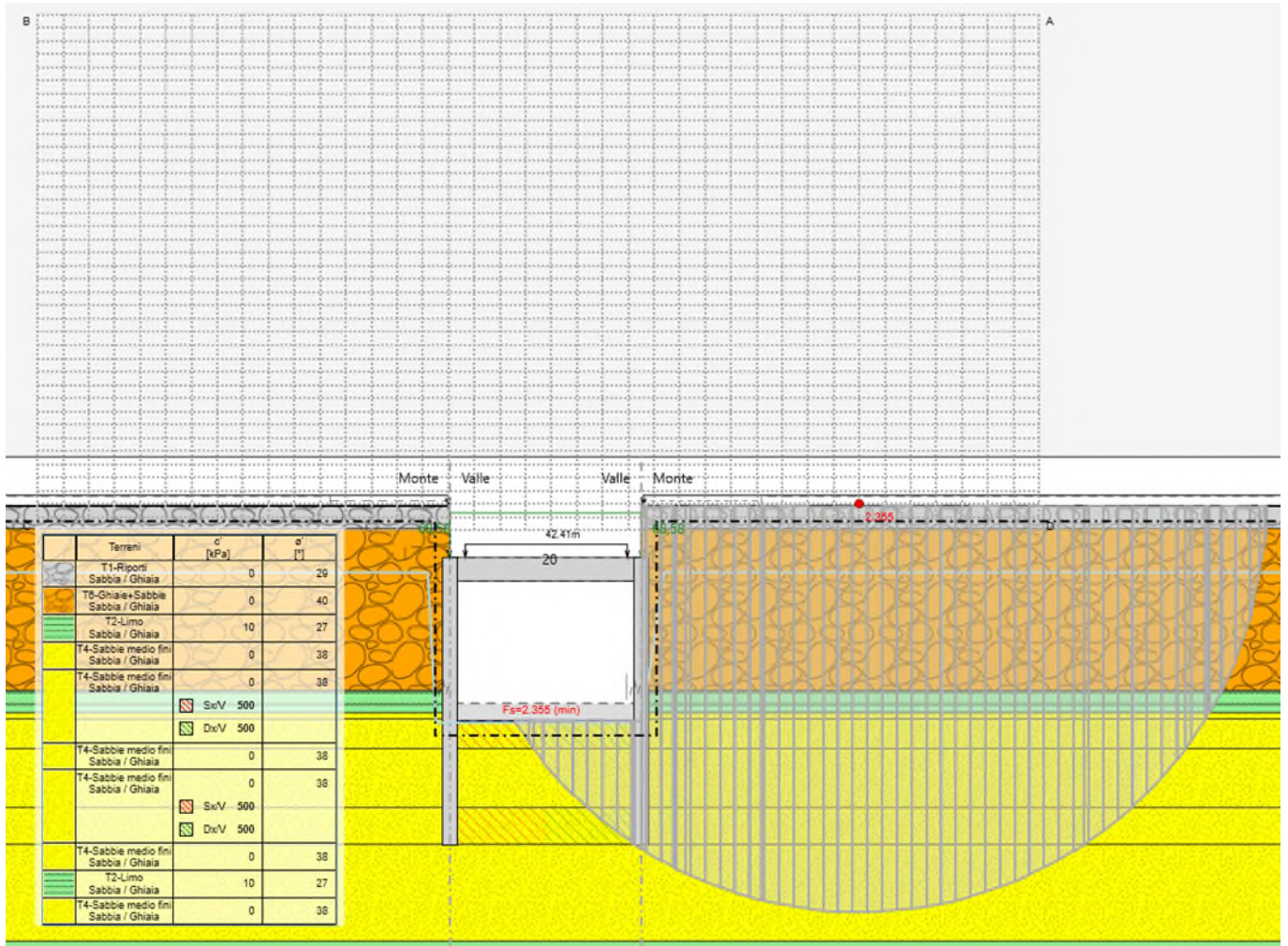


Figura 39 Fase 10 - Stabilità scavo (Comb. A2+M2+R1)

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 82 di 205 |

9.3.5 Verifiche di stabilità del fondo scavo al galleggiamento

Per i criteri generali di verifica si rimanda alla relazione IN1711E12RHGA0100001A relativa ai metodi dimensionamento delle opere di sostegno della GA01. Circa la robustezza del dimensionamento effettuato con il metodo semplificato proposto si rimanda a quanto già espresso al precedente § 7.3.5. Di seguito si riportano le verifiche di stabilità del tampone di fondo in jet grouting per le diverse tipologie analizzate. La quota di riferimento della falda considerata in tale verifica è pari alla quota della falda in fase di costruzione.

Tabella 28 TS4 Verifica a galleggiamento tampone di fondo

| VERIFICA CON ATTRITO CON SCAVO REALE - TAMPONE IMPERMEABILE | | |
|---|--------------------------|---|
| GA01 - VERIFICA TAMPONE DI FONDO - MAX BATTENTE 5.5m (TRATTO TS4) | | |
| Zfalda | 43.4 m s.l.m | Quota falda |
| Zfs | 35.4 m s.l.m | Quota fondo scavo |
| Hw | 8 m | Altezza falda a piano scavo |
| Lmin | 12 m | Dimensione minima in pianta del tampone |
| Lmax | 100 m | Dimensione massima in pianta del tampone |
| Htf | 1.5 | Altezza terreno trattato sotto il fondo scavo |
| Hte | 3 m | Altezza intermedia terreno non trattato |
| Hta | 2.5 m | Altezza tampone di fondo inferiore |
| Hinfission | 7.0 m | Altezza infissione paratia |
| γ_{tn} | 20.0 kN/m ³ | Peso specifico terreno naturale |
| γ_{ta} | 20.0 kN/m ³ | Peso specifico tampone |
| fa | 0.29 (-) | Aderenza massima tampone paratia |
| Hw | 15.0 m | = Zfalda - Zfs + Hte + Hta altezza battente idraulico |
| u_Hw | 147.2 kPa | pressione interstiziale in funzione del battente idraulico |
| Sw | 147.2 kPa | pressione interstiziale agente alla base del tampone |
| Np | 900.0 kN/m | da calcolo Paratie |
| σ_1 | 128.57 kN/m ² | Np/Hinfissione Valore medio pressione passiva mobilitata su jet |
| σ_2 | 128.57 kN/m ² | valore medio sull'altezza del tampone letto in paratie |
| σ_3 | 17.50 kN/m ² | valore geostatico a fondo scavo alla profondità media del tampone |
| $\sigma_{p,calc}$ | 128.57 kN/m ² | valore adottato nei calcoli |
| fa | 37.29 kN/m ² | = $\sigma_p \cdot \tan \phi$ Aderenza massima tampone paratia |
| Wt | 8.2 m ³ | = $H_{ta}^2/6$ W resistente flessione tampone per 1 m di larghezza |
| α | 0.99 (-) | = $1/(1+(L_{min}/L_{max})^2)$ coeff riduttivo momento per effetto piastra |
| qtf | 59.17 kN/m | = $8 \cdot \sigma_p \cdot Wt / (\alpha \cdot L_{min}^2)$ |
| qta | 43.50 kN/m | = $2 \cdot fa \cdot H_{inf}/L_{min}$ |
| qt utile | 43.50 kN/m | |
| Pte | 720.0 kN | = $\gamma_{te} \cdot (H_{te} + H_{tf}) \cdot L_{min}$ Peso terreno per 1 metro di sezione |
| Pta | 960.0 kN | = $\gamma_{ta} \cdot H_{ta} \cdot L_{min}$ = Peso tampone per 1 m di sezione |
| Sta | 522.0 kN | = qt utile $\cdot L_{min}$ = risultante pressione assorbita dall infissione per 1 m |
| Sw | 1765.8 kN | = Hw $\cdot 10 \cdot L_{min}$ = sottospinta falda per 1 metro di sezione |
| Ribasso locale in corrispondenza vasca di aggettamento | | |
| Wrib | 0 kN | |
| Verifica secondo NTC 08 | | |
| 0.9* St | 1981.8 kN | |
| 1.1*Sw | 1942.4 kN | |
| St>Sw | Verificato | |
| St/Sw | 1.02 | |

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 83 di 205 |

9.3.6 Verifiche di stabilità della struttura interna

Nelle tabelle delle pagine successive sono riportate le verifiche al sollevamento della struttura interna della galleria (intesa come manufatto ad U) per verificare l'entità delle azioni agenti alla testa dei diaframmi derivanti dall'equilibrio delle seguenti forze:

- Azioni stabilizzanti:
 - o Peso proprio manufatto ad U (armamento e opere di finitura ed escluse)
 - o Peso della copertura e del rinterro considerando l'altezza minima di ricoprimento/rinterro lungo la tratta considerata
- Azioni instabilizzanti:
 - o Sottospinta idraulica calcolata rispetto alla falda di lungo termine

| | | | | | |
|---|---|-------------|--|-----------|---------------------|
|  Consorzio IricAV Due | ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANI | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 84 di 205 |

| VERIFICA SOLLEVAMENTO STRUTTURA DEFINITIVA | | |
|---|------------|---|
| GA01-A - VERIFICA SOLLEVAMENTO STRUTTURA DEFINITIVA - TRATTO TS 4 | | |
| Quote falda e battente | | |
| Zfalda | 44.9 | m s.l.m Quota falda lungo termine |
| Zfs | 35.4 | m s.l.m Quota fondo scavo |
| Hw | 9.5 | m Altezza falda lungo termine a piano scavo |
| Carichi struttura GA01 | | |
| Lmin | 12 | m Dimensione minima in pianta del tampone |
| S_diaf | 1 | m Spessore diaframmi |
| S_Fondo | 1 | m Spessore solettone di fondo |
| S_Fodera | 0.8 | m Spessore controfodera |
| Lnet | 10.4 | m Luce netta manufatto ad U |
| Atrave | 0.72 | m ² Area cls trave prefabbricata |
| Asol_trave | 0.25 | m ² Area cls soletta di completamento |
| γ cls | 24 | kN/m ³ Peso unità di volume calcestruzzo |
| W trave | 180.5 | kN/m Peso Trave prefabbricata |
| W sol_trave | 65 | kN/m Peso soletta di completamento trave |
| H_t-diaf | 1 | m Altezza trave di coronamento testa diaf. |
| B_t-diaf | 2.1 | m Base trave di coronamento testa diaf. |
| H_c-trave | 1.6 | m Altezza trave ripartizione trave prefabb. |
| B_c-trave | 2.1 | m Base trave ripartizione trave prefabb. |
| W_c | 262.08 | kN/m Peso trave di coronamento+codolo trave |
| W_fondo | 288 | kN/m Peso solaio di fondo |
| H_fodera | 7.4 | m Altezza netta controfodera fino a intradosso cordolo |
| W_fodera | 284.16 | kN/m Peso controfodera |
| W_cls_tot | 1079.69 | kN/m Peso complessivo manufatto ad U + trave + cordoli |
| H_ricMin | 1.5 | m Altezza ricoprimento |
| γtn | 18.5 | kN/m ³ Peso specifico terreno naturale |
| W_ter | 405.15 | kN/m Peso ricoprimento |
| W_tot | 1484.8 | kN/m |
| pw | 95 | kPa |
| Sw | 1140.0 | kN/m = Hw *10 * Lmin = sottospinta falda per 1 metro di sezione |
| 0.9*W_d | 1336.4 | kN/m |
| 1.1*SW | 1254 | |
| St>Sw | Verificato | |
| St/Sw | 1.066 | |
| Calcolo azione assiale testa diaframma (compressione positiva) | | |
| N_inst_diaf | 570 | kN/m Azione instabilizzante indotta falda sul piedritto |
| N_stab_cop | 742 | kN/m Azione stabilizzante pesi propri sul piedritto |
| 1.3*N_inst_diaf | 741.0 | kN/m |
| 0.9*N_stab_cop | 668.2 | kN/m |
| N_testaDiaf_SLE | 172 | kN/m Azione assiale risultante sul piedritto SLE |
| N_testaDiaf_SLU | -73 | kN/m Azione assiale risultante sul piedritto SLU |

Dalle verifiche si evince come nelle condizioni caratteristiche i diaframmi risultano in tutti i casi compressi. Nelle condizioni allo Stato Limite Ultimo, SLU, i diaframmi risultano sostanzialmente scarichi con azione assiale pressoché nulla. Per questa ragione, nella verifica strutturali dei diaframmi in tutte le condizioni di carico si è assunto un'azione assiale nulla agente lungo l'intera altezza stesso.

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 85 di 205 |

9.3.7 Stima delle portate entranti al variare dei coefficienti di permeabilità del tampone di fondo

Per i criteri generali di verifica si rimanda alla relazione generale IN1711EI2RHGA0100001A della GA01.

Per tale sezione il battente idrico sulla falda di costruzione è minore di quello previsto per la porzione di galleria analizzata nella sezione di calcolo 'TS-2'. Pertanto, ai fini della stima delle portate entranti nello scavo, si rimanda ai risultati relativi alla 'TS-2' descritti nel §7.3.7.

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 86 di 205 |

10 VERIFICHE SEZIONE TA

I diaframmi dimensionati con tale sezione sono previsti da progressiva pk 4+942 alla pk 5+032 circa della GA01-A, per un'estensione complessiva di 90m circa. I diaframmi sono lunghi 14.8m con un'altezza di scavo di 8.40m da quota testa paratia. I parametri geotecnici caratteristici adottati per il dimensionamento dell'opera di sostegno, la stratigrafia di progetto e le ipotesi di falda sono state esposte nel §4 e 5.

10.1 Fasi di calcolo

Tale paragrafo descrive con maggior dettaglio le fasi costruttive brevemente presentate nella §5.3.3. Di seguito le fasi di calcolo e lo schema di scavo:

- Fase 0: start – nihil;
- Fase 1: condizione geostatica:
 - quota piano campagna a 48.9m slm;
 - quota falda di costruzione a 41.2m slm a circa 7.7m da piano campagna;
- Fase 2: Scavo fino a piano di lavoro:
 - Scavo con pendenza 2V:3H da piano campagna a quota piano lavoro variabile tra 47.80 e 47.30m slm ed applicazione del carico accidentale di cantiere di 20kPa a quota piano campagna.
- Fase 3: Realizzazione diaframmi da piano di lavoro:
- Fase 4: Realizzazione intervento jet tipo 'sandwich' con strato singolo al di sotto del piano di scavo:
 - L'intervento è così composto:
 - Spessore terreno trattato superiore: assente
 - Spessore terreno non trattato intermedio: 3.5m
 - Spessore terreno trattato inferiore: 2.5m
 - L'intervento è stato modellato modificando i parametri geotecnici di base degli strati interessati di terreno considerando i seguenti parametri caratteristici:
 - valore di coesione c': 500kPa; rigidità del terreno incrementata di 20 volte rispetto ai valori caratteristici;
- Fase 5: Approfondimento pre-scavo da quota piano di lavoro a quota testa paratia per la realizzazione del solettone di copertura
- Fase 6: Realizzazione del solettone di copertura:
 - Come descritto nel §6.2, il nodo di connessione tra diaframma e copertura è stato simulato sia come una 'cerniera' che 'pienamente incastrata'. La copertura è stata pertanto modellata in Paratia come elemento 'soletta' di spessore 1.6m.
- Fase 7: Posa in opera del ricoprimento al di sopra della copertura tale da stabilire la quota di piano campagna:
 - Lo spessore di ricoprimento considerato lungo tale tratto è pari a 1.0m.
- Fase 8: Applicazione del carico accidentale di 20kPa a piano campagna

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 87 di 205 |

- Fase 9: Scavo della Galleria fino a quota di fondo scavo 36.76m, 10.8m circa al di sotto del piano di lavoro
 - In tale fase, la quota falda di valle tra le paratie è stata considerata cautelativamente a quota di fondo scavo.
- Fase 10: Risalita falda a quota di breve termine:
 - Innalzamento del livello di falda quota falda da quota falda di costruzione a quota breve termine. Con tale scenario si riproduce le condizioni di un innalzamento del livello di falda a causa evento meteorico improvviso (il §7.3.1 riporta la verifica della stabilità del fondo scavo nei confronti di tale evento).
- Fase 11: Discesa falda a quota di breve costruzione
 - Con tale fase, si assumono che gli effetti di un evento meteorico improvviso siano esauriti e che il livello di falda diminuisca alla quota di falda di costruzione.
- Fase 12: Costruzione del solettone di fondo:
 - Il solettone di fondo è stato modellato in Paratie con un elemento di tipo 'Puntone' alla quota dell'asse del solaio 37.36m.
- Fase 13: Costruzione delle contropareti interne di spessore 0.80m:
 - L'azione irrigidente della controparete interna è stata simulata calcolando una rigidità equivalente tra diaframma e controparete assumendo che si comportino come elementi in parallelo' (Figura 8 presentata in precedenza).
- Fase 14: Risalita della falda a quota di lungo termine con tampone jet grouting ancora attivo:
 - In tale fase si simula la risalita della falda a quota di lungo termine 45.22m a monte ed a valle della paratia. In tale fase, l'azione irrigidente del tampone jet a valle è ancora considerata presente.
- Fase 15: Quota di falda a quota di lungo termine e perdita dell'azione stabilizzante del tampone jet
 - In tale fase, parametri geotecnici dei terreni interessati dall'intervento jet vengono riportati ad i loro valori caratteristici di base
- Fase 16: Riduzione dei moduli elastici delle strutture da istantanei a quelli di lungo termine
 - Come accennato al §6.2.4, la riduzione di rigidità degli elementi strutturali causata da effetti viscosi è stata riducendo i moduli elastici degli elementi strutturali del 20%.
- Fase 17: Applicazione dell'azione sismica
 - Applicazione del sovraccarico sismico ottenuto applicando la teoria di Wood secondo quanto descritto al §6.2.2. Tale sovraccarico è stato applicato da quota testa a quota piede paratia.
 - $\Delta p = (a_g/g) \times S \times \gamma_t \times H = 110\text{kPa}$

Nelle figure seguenti si riportano delle immagini di alcuni step sviluppati nel modello di calcolo Paratie.

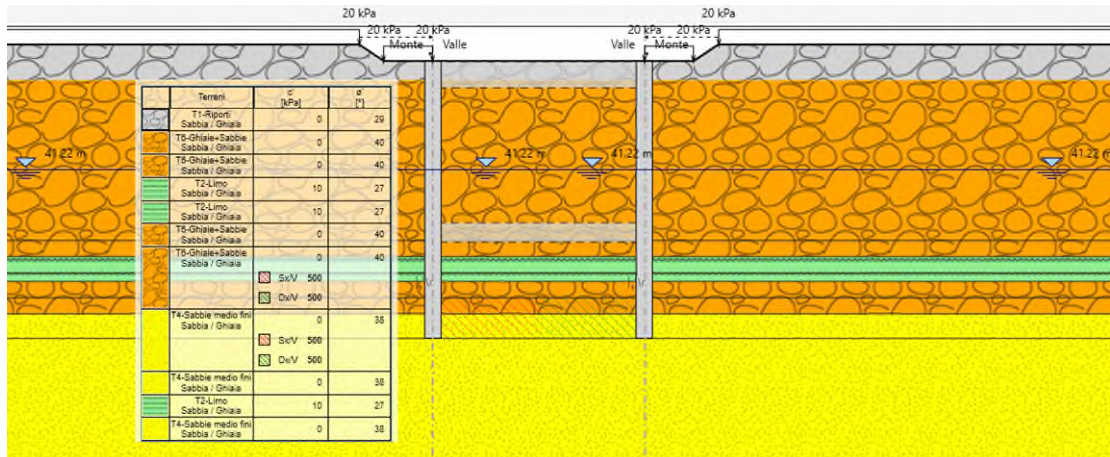


Figura 40 Fase 4 Realizzazione tampone jet tipo 'sandwich' con stato singolo

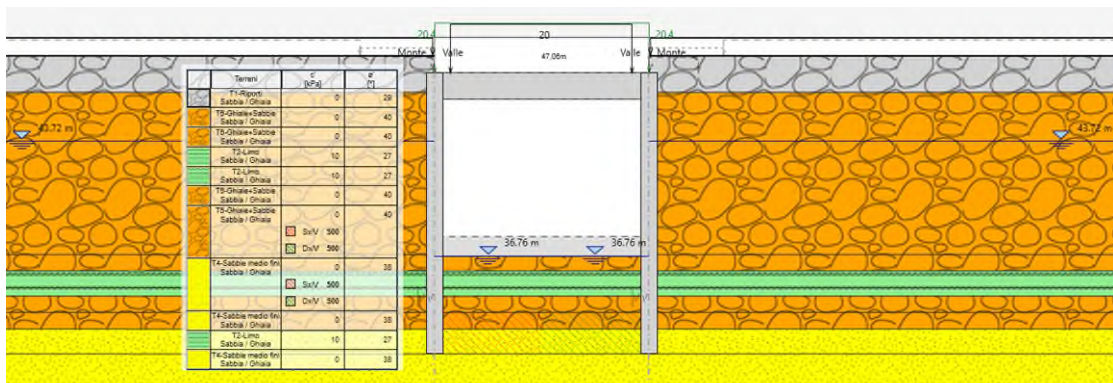


Figura 41 Fase 10 Scavo della Galleria fino a quota di fondo scavo 32.52m e falda a quota falda di breve termine

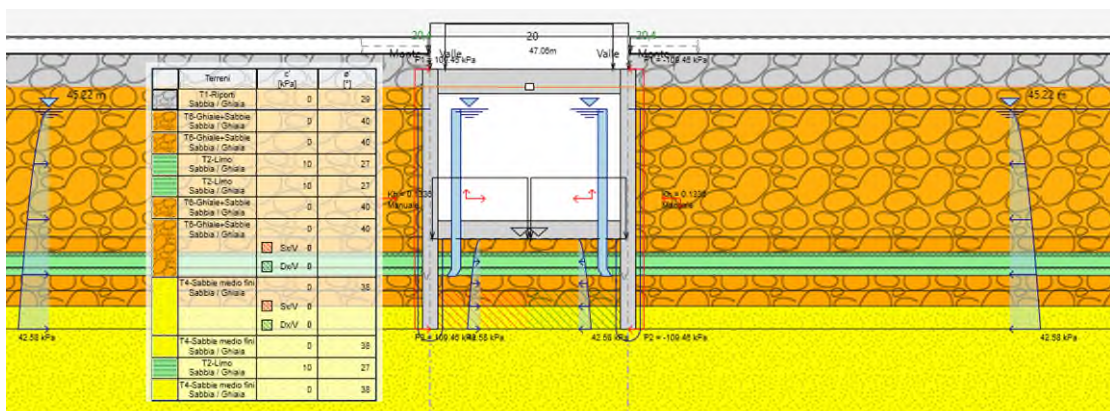


Figura 42 Fase 17 Applicazione azione sismica

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 89 di 205 |

10.2 Risultati di calcolo

Di seguito sono schematizzati i risultati principali del dimensionamento della paratia di sostegno. La Tabella 29 riporta gli involuipi delle sollecitazioni flettenti e taglianti al metro lineare di diaframma ottenute dai modelli sviluppati per la sezione 'TA'. I risultati dei modelli di copertura appoggiata ed incastrata alle paratie sono stati raggruppati secondo gli stati limite SLE-RARA, SLU A1+M1+R1 e SISMA-STR nel modo seguente:

- Condizioni di Breve Termine (BT):
Tali condizioni identificano le fasi di costruzione della galleria artificiale dalle condizioni geostatiche (Fase 0) al raggiungimento della quota di fondo scavo con falda pari alla falda di breve termine (Fase 11)
- Condizioni di Lungo Termine (LT):
Tali condizioni comprendono le fasi di calcolo nelle quali si completano le strutture definitive della galleria Fase 12-Costruzione solaio di fondo) e si instaurano le condizioni di lungo termine (Fase 16-Riduzione dei moduli elastici delle strutture da istantanei a quelli di lungo termine.
- Condizioni Sismiche (SISMA STR):
Tali condizioni identificano le sollecitazioni che si verificano al raggiungimento dello stato limite SISMA STR definito come richiesto dalla normativa vigente.

In Figura 43 e Figura 44 vengono riportati i diagrammi delle sollecitazioni flettenti e taglianti al metro lineare di sviluppo di paratia. In ascissa sono indicate le azioni a metro lineare di pannello, mentre in ordinata è indicata la quota altimetrica.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO

Progetto
IN17Lotto
11Codifica Documento
EI2 CL GA 01 A4 0014Rev.
AFoglio
90 di 205

Tabella 29 Sezione 'TA' Sollecitazioni flettenti e taglianti di verifica

| | SLS-rara | | | | | | | | SLU (A1+M+R1) | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------------|--------------------|---------------------|------|
| | Momento - Caso copertura appoggiata | | | | Momento - Caso copertura incastrata | | | | Momento - Caso copertura appoggiata | | | | Momento - Caso copertura incastrata | | | |
| | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | |
| Valore lato sinistro | | Valore lato destro | | Valore lato sinistro | | Valore lato destro | | Valore lato sinistro | | Valore lato destro | | Valore lato sinistro | | Valore lato destro | | |
| (kN*m/m) | | (kN*m/m) | | (kN*m/m) | | (kN*m/m) | | (kN*m/m) | | (kN*m/m) | | (kN*m/m) | | (kN*m/m) | | |
| Sollecitazioni flettenti | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Quota asse copertura | 14 | 0 | 14 | 0 | 1123 | 0 | 1142 | 0 | 18 | 0 | 18 | 0 | 1490 | 0 | 1515 | 0 |
| Quota intradosso copertura | 10 | 188 | 10 | 214 | 847 | 0 | 850 | 0 | 14 | 244 | 14 | 278 | 1129 | 0 | 1134 | 0 |
| Testa diaframma | 23 | 427 | 23 | 479 | 515 | 0 | 515 | 0 | 32 | 555 | 32 | 623 | 695 | 0 | 695 | 0 |
| Gabbia di armatura No.1 | 31 | 1261 | 31 | 1275 | 515 | 910 | 515 | 910 | 43 | 1639 | 43 | 1657 | 695 | 1175 | 695 | 1175 |
| Sovrapposizione Gabbia No.1-No.2 | 0 | 904 | 0 | 904 | 0 | 799 | 0 | 799 | 0 | 1175 | 0 | 1175 | 0 | 1035 | 0 | 1035 |
| Gabbia di armatura No.2 | 356 | 316 | 356 | 338 | 249 | 335 | 249 | 335 | 462 | 411 | 462 | 440 | 321 | 436 | 321 | 436 |

| | SISMA (STRU) | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------------|--------------------|---------------------|------|
| | Momento - Caso copertura appoggiata | | | | Momento - Caso copertura incastrata | | | |
| | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | |
| Valore lato sinistro | | Valore lato destro | | Valore lato sinistro | | Valore lato destro | | |
| (kN*m/m) | | (kN*m/m) | | (kN*m/m) | | (kN*m/m) | | |
| Sollecitazioni flettenti | | | | | | | | |
| Quota asse copertura | 14 | 0 | 38 | 0 | 886 | 0 | 1287 | 0 |
| Quota intradosso copertura | 10 | 188 | 10 | 402 | 670 | 0 | 806 | 0 |
| Testa diaframma | 23 | 427 | 23 | 861 | 414 | 0 | 490 | 0 |
| Gabbia di armatura No.1 | 31 | 1261 | 821 | 1734 | 414 | 667 | 954 | 1081 |
| Sovrapposizione Gabbia No.1-No.2 | 0 | 904 | 447 | 858 | 0 | 595 | 638 | 799 |
| Gabbia di armatura No.2 | 356 | 316 | 304 | 338 | 203 | 245 | 249 | 335 |

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO

Progetto
IN17Lotto
11Codifica Documento
EI2 CL GA 01 A4 0014Rev.
AFoglio
91 di 205

| | Inviluppo A1+M1+R1 | | | | | | | | Inviluppo SISMA STR | | | | | | | |
|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Taglio - Caso copertura appoggiata | | | | Taglio - Caso copertura incastrata | | | | Taglio - Caso copertura appoggiata | | | | Taglio - Caso copertura incastrata | | | |
| | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | |
| Sollecitazioni taglianti | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) |
| Quota asse copertura | 20 | 335 | 20 | 370 | 18 | 459 | 18 | 485 | 16 | 257 | 75 | 580 | 14 | 276 | 73 | 695 |
| Quota intradosso copertura | 17 | 322 | 17 | 357 | 17 | 445 | 17 | 471 | 13 | 248 | 13 | 519 | 13 | 265 | 13 | 634 |
| Testa diaframma | 16 | 303 | 16 | 336 | 16 | 426 | 16 | 452 | 11 | 233 | 11 | 420 | 11 | 250 | 11 | 533 |
| Quota estradosso solaio fondo | 161 | 9 | 296 | 9 | 38 | 5 | 182 | 5 | 124 | 7 | 736 | 7 | 15 | 4 | 839 | 4 |
| Quota asse solaio fondo | 227 | 11 | 427 | 11 | 104 | 6 | 267 | 6 | 175 | 9 | 1081 | 541 | 55 | 4 | 978 | 577 |
| Quota intradosso solaio fondo | 272 | 13 | 310 | 13 | 149 | 7 | 194 | 7 | 209 | 10 | 238 | 489 | 82 | 6 | 151 | 526 |
| Gabbia di aramtura No.1 | 326 | 303 | 427 | 336 | 203 | 426 | 267 | 452 | 251 | 233 | 1081 | 541 | 115 | 250 | 978 | 577 |
| Sovrapposizione gabbia No.1-2 | 517 | 19 | 517 | 19 | 419 | 16 | 419 | 16 | 398 | 15 | 398 | 402 | 257 | 12 | 324 | 438 |
| Gabbia di aramtura No.2 | 631 | 344 | 631 | 344 | 540 | 256 | 540 | 256 | 485 | 265 | 485 | 265 | 302 | 159 | 417 | 199 |

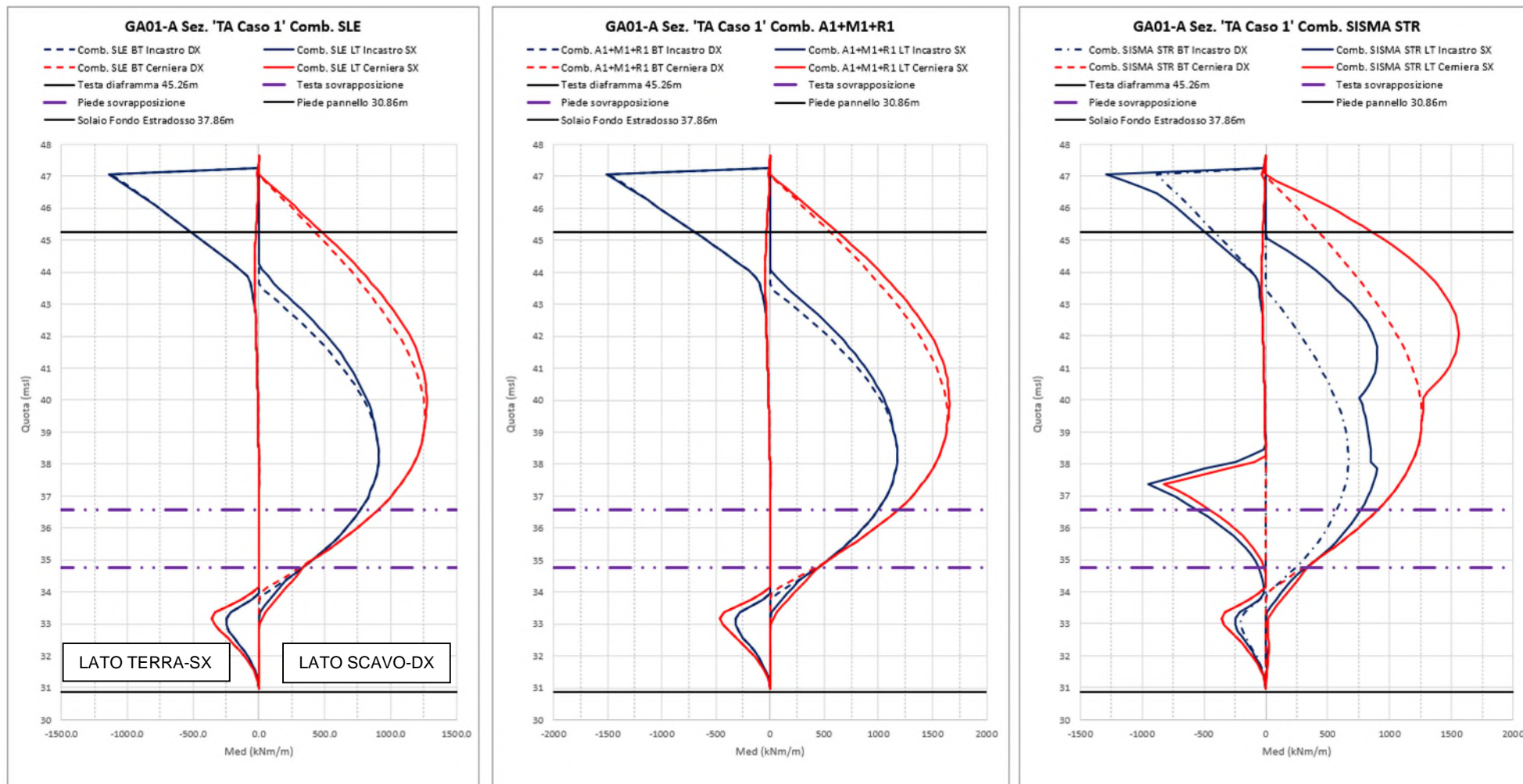


Figura 43 Sollecitazioni flettenti al metro lineare di paratia schema 'TA'

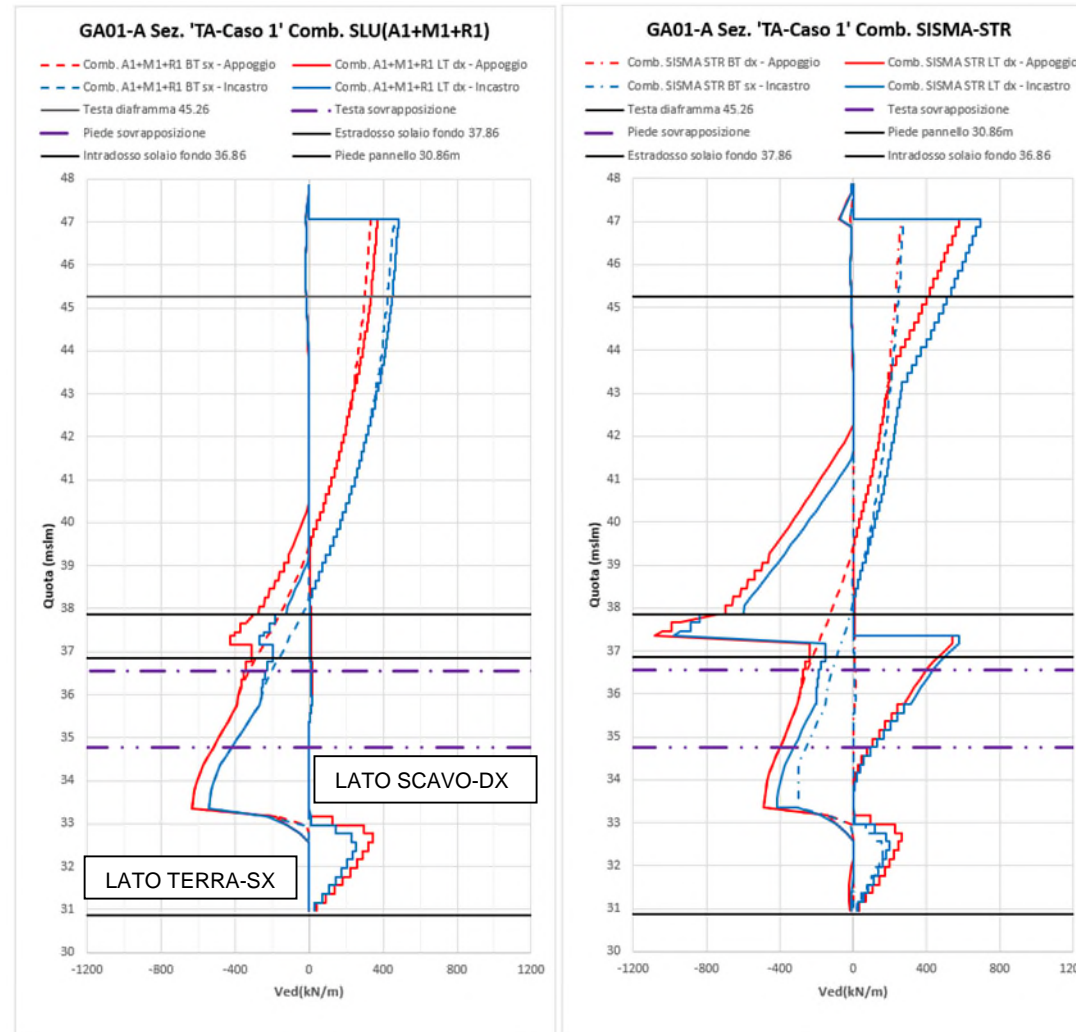


Figura 44 Sollecitazioni taglianti al metro lineare di paratia schema 'TA'

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 94 di 205 |

10.3 Verifiche geotecniche

10.3.1 Spostamenti e stabilità del fondo scavo

Come descritto nella relazione IN1711EI2RHGA0100001A dei criteri di dimensionamento delle opere di sostegno della GA01, la valutazione del corretto comportamento del modello di calcolo è basata sull'esame dei valori di spinta passiva mobilitata al piede della paratia. Il rapporto tra la risultante della spinta passiva e della spinta effettiva nel tratto infisso consente di valutare quanto la struttura disti dalla condizione limite. In combinazione SLU GEO tale rapporto deve essere maggiore o uguale a 1 affinché non sia violato il criterio di resistenza. I valori degli spostamenti dell'opera di sostegno e del terreno circostante devono essere compatibili con la funzionalità della struttura da realizzare e con la sicurezza e funzionalità dei manufatti adiacenti.

Nella tabella seguente sono riassunti i risultati di maggiore interesse sia allo SLE sia allo SLU, con riferimento agli spostamenti delle pareti e ai valori di mobilitazione della spinta passiva (Tabella 18).

Tabella 30 TS4 Riassunto spostamento massimo laterale dei diaframmi e coefficienti di mobilitazione

| Sezione di calcolo | Comb. | Spostamenti orizzontali u(mm) | %Sp (Scavo a quota fondo scavo) | %Sp (Condizione di lungo termine) |
|-------------------------------|----------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| TS4 (copertura appoggiata) | SLE RARA | 10 (z=39.9m) | - | - |
| | SLU (A2+M2+R1) | - | 16 | 60 |
| | SLU Sisma-STR | - | - | 87 |
| TS4 (copertura incastrata) | SLE RARA | 6 (z=38.9m) | - | - |
| | SLU (A2+M2+R1) | - | 15 | 55 |
| | SLU Sisma-STR | - | - | 85 |

10.3.2 Verifiche deformazioni/cedimenti attesi

Gli spostamenti orizzontali attesi dei diaframmi sono modesti, sia con schema di semplice appoggio che nel caso di incastro: è presumibile che lo spostamento reale sia intermedio tra i due estremi considerati. In base a quanto esposto nella citata relazione relativa ai criteri di dimensionamento ed agli spostamenti orizzontali massimi calcolati, si possono determinare gli spostamenti verticali massimi $S_{v,max}$ attesi a tergo della paratia e, in funzione dell'altezza di scavo H, una stima della loro distribuzione in funzione della distanza dall'opera di sostegno.

Per i risultati dell'analisi di cedimento si rimanda alla sezione 'TS2' in quanto più gravosa.

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 95 di 205 |

10.3.3 Verifiche di capacità portante dei diaframmi

La verifica di capacità portante nella fase di breve termine (scavi aperti, massimo sovraccarico in copertura) è effettuata con i criteri riportati nella relazione IN1711E12RHGA0100001A.

Di seguito si allegano:

- Stratigrafia e parametri di riferimento
- Curve di capacità portante in condizioni A1+M1+R3 e in condizioni di esercizio per la verifica della corretta ripartizione tra capacità portante di base e capacità portante laterale al fine della limitazione dei cedimenti attesi.

IRICAV: VERONE VICENZA

GALLERIA ARTIFICIALE SAN MARTINO BUON ALBERGO: GA01-A Sez. TA

Stratigrafia e parametri geotecnici

| Dati di input | | | Legenda tipo di terreno: | | |
|---|-------|-------------------|-----------------------------|-------------------|--|
| Spessore diaframma | 1 | m | SL | Sabbia limosa | |
| Sovraccarico efficace VALLE | 0.0 | kPa | S | Sabbia | |
| HW da testa diaframma valle | 0.0 | m | G | Ghiaia | |
| γ acqua | 10.00 | kN/m ³ | A | Materiali coesivi | |
| Δz palo/diaf da p.c. originario | 3.60 | m | Inserisci stratigrafia | | |
| N° diam. per riduzione qb | 5.0 | (-) | | | |
| L diaframmi fuori terra | 8.50 | (m) | Caratteristiche del terreno | | |
| Peso calcestruzzo | 25.00 | kN/m ³ | (massimo 10 strati) | | |
| Pressione max sul cls. | 8.5 | MPa | | | |

| Profondità (m) | | Strato | Terreno | γ_{tot} | Nspt | | c_u (kPa) | | Δz | ϕ° | |
|--------------------|------|--------|---------|-------------------|------|----|-------------|-----|------------|--------------|----|
| da | a | No. | (S, A) | kN/m ³ | da | a | da | a | (m) | da | a |
| 0.0 | 1.0 | 1 | G | 20.0 | 40 | 50 | | | 0.50 | 40 | 40 |
| 1.0 | 2.0 | 2 | A | 19.0 | 10 | 10 | 125 | 125 | 0.50 | | |
| 2.0 | 2.5 | 3 | A | 19.0 | 10 | 10 | 125 | 125 | 0.50 | | |
| 2.5 | 4.5 | 4 | G | 20.0 | 40 | 50 | | | 0.50 | 39 | 39 |
| 4.5 | 18.5 | 5 | S | 20.0 | 35 | 50 | | | 0.50 | 38 | 38 |
| 18.5 | 27.0 | 6 | SL | 19.0 | 25 | 25 | 125 | 125 | 0.50 | 39 | 39 |
| 27.0 | 47.0 | 7 | S | 20.0 | 40 | 65 | 125 | 125 | 0.50 | 39 | 39 |
| 47.0 | | | | | | | | | | | |
| 0.0 | | | | | | | | | | | |
| 0.0 | | | | | | | | | | | |
| Numero di strati = | | 7.0 | | | | | | | | | |

N.B. La quota zero di riferimento è la quota di fondo scavo: le profondità degli strati vanno riferite alla quota di scavo

Figura 45 Sez. TA Capacità portante - Stratigrafia a e parametri di riferimento

Nelle tabelle seguenti si riassumono i valori di capacità portante a compressione ($R_{c,d}$) e a trazione ($R_{t,d}$), ottenuti dalla analisi, secondo l'approccio 2 (A1+M1+R3).

Tabella 31 Combinazione SLU: Sollecitazioni massime di compressione e trazione e valori limiti resistenti

| Combinazione di carico - SLU | Q tot |
|-------------------------------------|-----------|
| Massima compressione, Ndc, max [kN] | 760 (SLU) |

Si verifica, inoltre, che lo sforzo assiale massimo in esercizio sia inferiore della resistenza laterale di calcolo ($R_{c,s,lat}$) divisa per un fattore pari a 1.25.

Tabella 32: Combinazione SLE: Sollecitazione massima di compressione

| Combinazione di carico SLE | Qtot |
|---|-----------|
| Massima compressione, Ndc SLE, max [kN] | 560 (SLE) |

GALLERIA ARTIFICIALE S.MARTINO BUON ALBERGO GA01-A Sez. TA
 Capacità portante SLE diaframmi sp1000 mm: Ltot 14.8 m - Linfissa 6m
 (Quota zero coincidente con il fondo dello scavo della galleria artificiale)

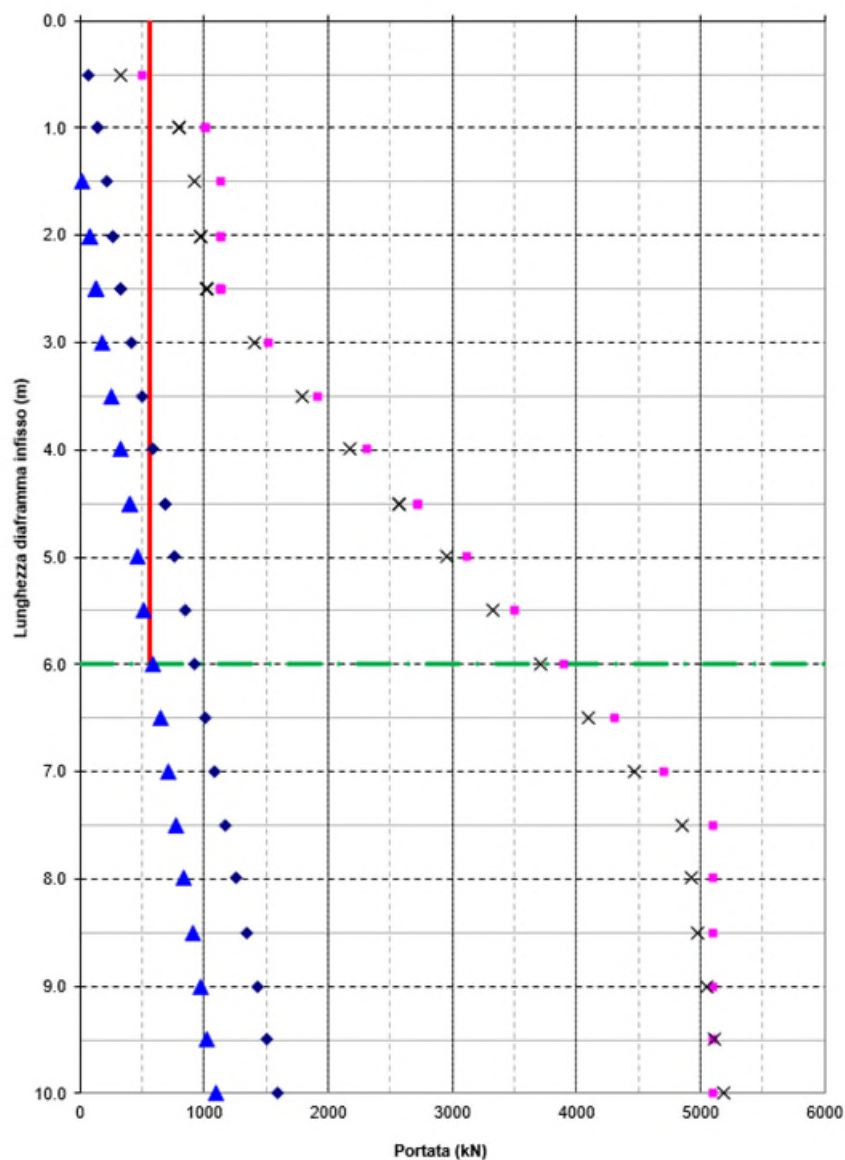


Figura 46 Sez. TA – Verifica capacità portante Comb. SLE

GALLERIA ARTIFICIALE S.MARTINO BUON ALBERGO GA01-A Sez. TA
Capacità portante Comb. A1+M1+R3 diafr. sp1000 mm: Ltot 14.8 m - Linfissa
6m (Quota zero coincidente con il fondo dello scavo della galleria artificiale)

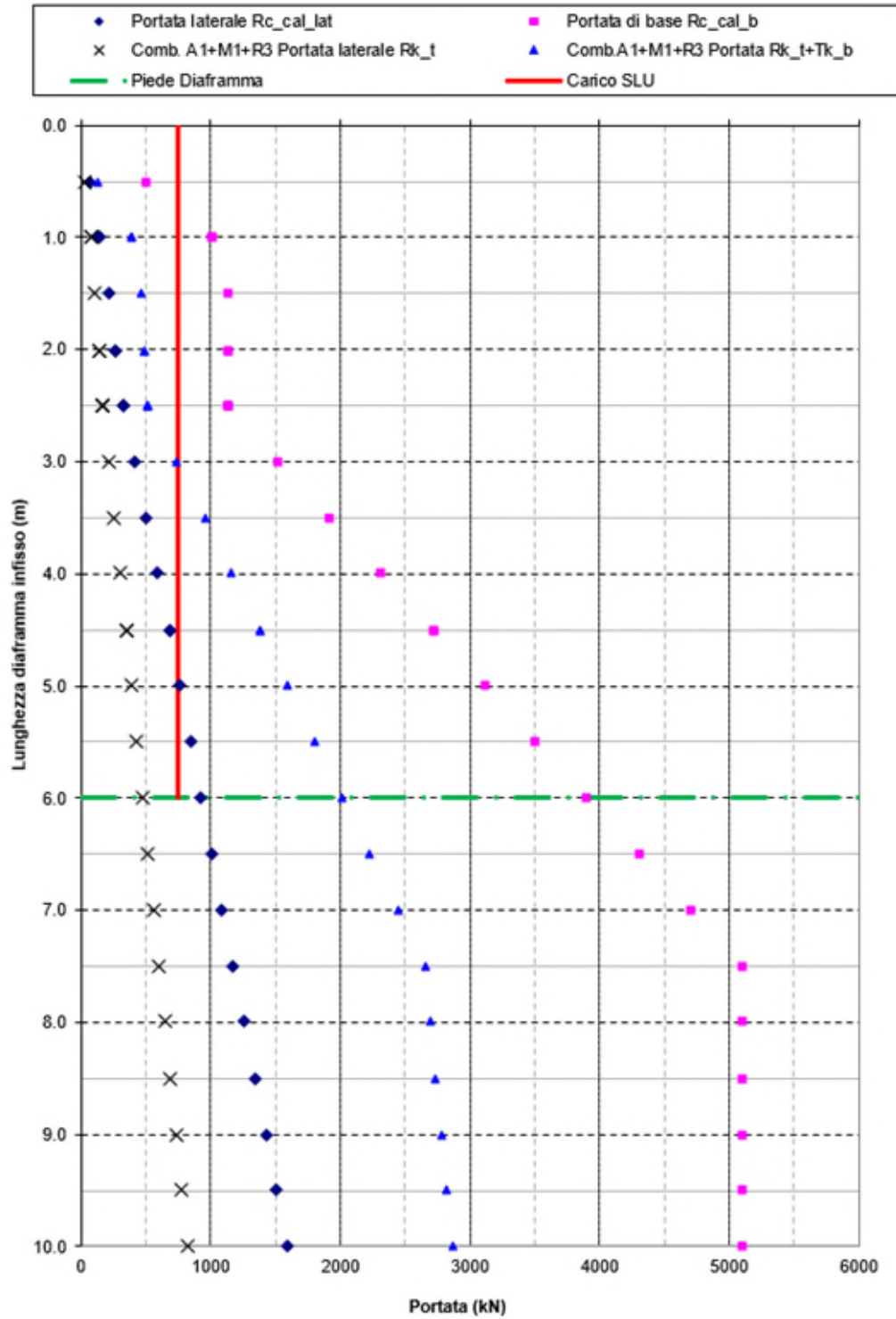


Figura 47 Sez. TS4 – Verifica capacità portante Comb. SLU (A1+M1+R3)

10.3.4 Verifiche di stabilità globale

Si riportano i risultati dell'analisi di stabilità globale della sezione di calcolo considerata agli step mostrati nella tabella seguente. Per l'analisi di stabilità è stato considerato un carico accidentale di cantiere pari a 10kPa. Le verifiche sono eseguite in accordo con il metodo di Janbu.

Tabella 33 Sezione TS2 Risultati stabilità globale

| Comb. | Step | Coefficiente di sicurezza |
|---------|---|---------------------------|
| Sez. TA | Fase 10 - Risalita falda a quota di breve termine | 2.35 |

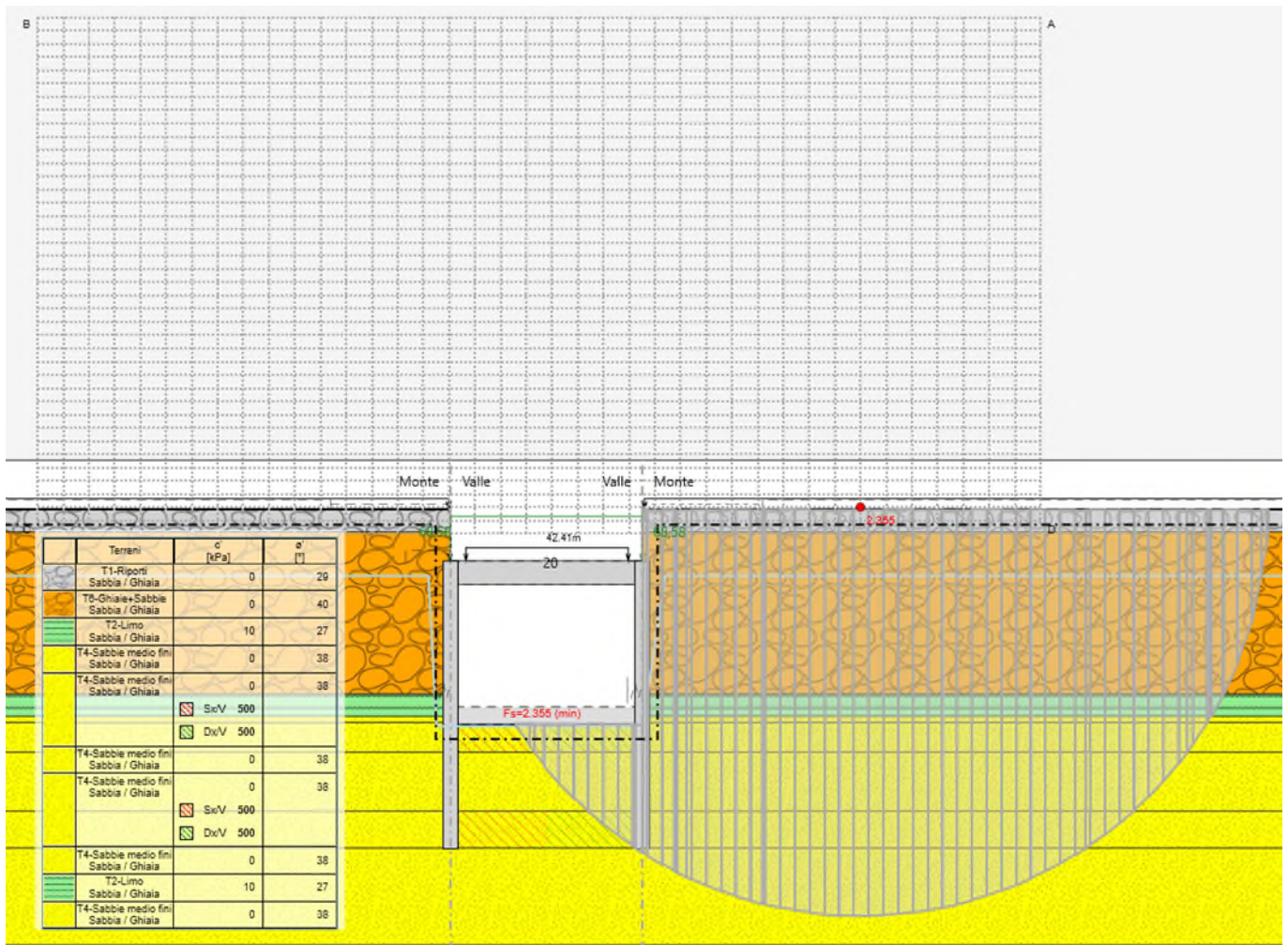


Figura 48 Fase 10 - Stabilità scavo (Comb. A2+M2+R1)

| | | | | | |
|---|---|-------------|--|-----------|---------------------|
|  Consorzio IricAV Due | ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANI | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 99 di 205 |

10.3.5 Verifiche di stabilità del fondo scavo al galleggiamento

Per i criteri generali di verifica si rimanda alla relazione IN1711E12RHGA0100001A relativa ai metodi dimensionamento delle opere di sostegno della GA01. Circa la robustezza del dimensionamento effettuato con il metodo semplificato proposto si rimanda a quanto già espresso al precedente § 7.3.5. Di seguito si riportano le verifiche di stabilità del tampone di fondo in jet grouting per le diverse tipologie analizzate. La quota di riferimento della falda considerata in tale verifica è pari alla quota della falda in fase di costruzione.

Tabella 34 TA Verifica a galleggiamento tampone di fondo

| GA01-A - VERIFICA TAMPONE DI FONDO - MAX BATTENTE 4.5m (TRATTO TA) | | |
|--|--------------------------|--|
| Zfalda | 43.72 m s.l.m | Quota falda |
| Zfs | 36.86 m s.l.m | Quota fondo scavo |
| Hw | 6.86 m | Altezza falda a piano scavo |
| Lmin | 12 m | Dimensione minima in pianta del tampone |
| Lmax | 100 m | Dimensione massima in pianta del tampone |
| Htf | 0 | Altezza terreno trattato sotto il fondo scavo |
| Hte | 3.5 m | Altezza intermedia terreno non trattato |
| Hta | 2.5 m | Altezza tampone di fondo inferiore |
| Hinfission | 6.0 m | Altezza infissione paratia |
| γ_{tn} | 20.0 kN/m ³ | Peso specifico terreno naturale |
| γ_{ta} | 20.0 kN/m ³ | Peso specifico tampone |
| fa | 0.29 () | Aderenza massima tampone paratia |
| Hw | 12.9 m | = Zfalda - Zfs + Hte + Hta altezza battente idraulico |
| u_Hw | 126.2 kPa | pressione interstiziale in funzione del battente idraulico |
| Sw | 126.2 kPa | pressione interstiziale agente alla base del tampone |
| Np | 850.0 kN/m | da calcolo Paratie |
| σ_{p1} | 141.67 kN/m ² | Np/Hinfissione Valore medio pressione passiva mobilitata su jet |
| σ_{p2} | 141.67 kN/m ² | valore medio sull'altezza del tampone letto in paratie |
| σ_{p3} | 15.00 kN/m ² | valore geostatico a fondo scavo alla profondità media del tampone |
| $\sigma_{p,calc}$ | 141.67 kN/m ² | valore adottato nei calcoli |
| fa | 41.08 kN/m ² | = $\sigma_p \cdot \tan \phi$ Aderenza massima tampone paratia |
| Wt | 6.0 m ³ | = $Hta^2/6$ W resistente flessione tampone per 1 m di larghezza |
| α | 0.99 (-) | = $1/(1+(Lmin/Lmax)^2)$ coeff riduttivo momento per effetto piastra |
| qtf | 47.90 kN/m | = $8 \cdot \sigma_p \cdot Wt / (\alpha \cdot Lmin^2)$ |
| qta | 41.08 kN/m | = $2 \cdot fa \cdot Hinf / Lmin$ |
| qt utile | 41.08 kN/m | |
| Pte | 840.0 kN | = $\gamma_{te} \cdot (Hte + Htf) \cdot Lmin$ Peso terreno per 1 metro di sezione |
| Pta | 600.0 kN | = $\gamma_{ta} \cdot Hta \cdot Lmin$ = Peso tampone per 1 m di sezione |
| Sta | 493.0 kN | = qt utile $\cdot Lmin$ = risultante pressione assorbita dall infissione per 1 m |
| Sw | 1513.9 kN | = Hw $\cdot 10 \cdot Lmin$ = sottospinta falda per 1 metro di sezione |
| Ribasso locale in corrispondenza vasca di aggotamento | | |
| Wrib | 0 kN | |
| Verifica secondo NTC 08 | | |
| 0.9* St | 1739.7 kN | |
| 1.1*SW | 1665.3 kN | |
| St>Sw | Verificato | |
| St/Sw | 1.04 | |

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|-----------|----------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 100 di 205 |

10.3.6 Verifiche di stabilità della struttura interna

Nelle tabelle delle pagine successive sono riportate le verifiche al sollevamento della struttura interna della galleria (intesa come manufatto ad U) per verificare l'entità delle azioni agenti alla testa dei diaframmi derivanti dall'equilibrio delle seguenti forze:

- Azioni stabilizzanti:
 - o Peso proprio manufatto ad U (armamento e opere di finitura ed escluse)
 - o Peso della copertura e del rinterro considerando l'altezza minima di ricoprimento/rinterro lungo la tratta considerata
- Azioni instabilizzanti:
 - o Sottospinta idraulica calcolata rispetto alla falda di lungo termine

| | |
|---|--|
|  GENERAL CONTRACTOR |  ALTA SORVEGLIANZA |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 Lotto 11 Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 Rev. A Foglio 101 di 205 |

| VERIFICA SOLLEVAMENTO STRUTTURA DEFINITIVA | | |
|---|------------------------|--|
| GA01-A - VERIFICA SOLLEVAMENTO STRUTTURA DEFINITIVA - TRATTO TA | | |
| Quote falda e battente | | |
| Zfalda | 45.22 m s.l.m | Quota falda lungo termine |
| Zfs | 36.86 m s.l.m | Quota fondo scavo |
| Hw | 8.36 m | Altezza falda lungo termine a piano scavo |
| Carichi struttura GA01 | | |
| Lmin | 12 m | Dimensione minima in pianta del tampone |
| S_diaf | 1 m | Spessore diaframmi |
| S_Fondo | 1 m | Spessore solettone di fondo |
| S_Fodera | 0.8 m | Spessore controfodera |
| Lnet | 10.4 | Luce netta manufatto ad U |
| Atrave | 0.72 m ² | Area cls trave prefabbricata |
| Asol_trave | 0.25 m ² | Area cls soletta di completamento |
| γ cls | 24 kN/m ³ | Peso unità di volume calcestruzzo |
| W trave | 180.5 kN/m | Peso Trave prefabbricata |
| W sol_trave | 65 kN/m | Peso soletta di completamento trave |
| H_t-diaf | 1 m | Altezza trave di coronamento testa diaf. |
| B_t-diaf | 2.1 m | Base trave di coronamento testa diaf. |
| H_c-trave | 1.6 m | Altezza trave ripartizione trave prefabb. |
| B_c-trave | 2.1 m | Base trave ripartizione trave prefabb. |
| W_c | 262.08 kN/m | Peso trave di coronamento+cordolo trave |
| W_fondo | 288 kN/m | Peso solaio di fondo |
| H_fodera | 7.4 m | Altezza netta controfodera fino a intradosso cordolo |
| W_fodera | 284.16 kN/m | Peso controfodera |
| W_cls_tot | 1079.69 kN/m | Peso complessivo manufatto ad U + trave + cordoli |
| H_ricMin | 0.75 m | Altezza ricoprimento |
| γtn | 18.5 kN/m ³ | Peso specifico terreno naturale |
| W_ter | 202.575 kN/m | Peso ricoprimento |
| W_tot | 1282.3 kN/m | |
| pw | 83.6 kPa | |
| Sw | 1003.2 kN/m | = Hw *10 * Lmin = sottospinta falda per 1 metro di sezione |
| 0.9*W_d | 1154.0 kN/m | |
| 1.1*SW | 1103.52 | |
| St>Sw | Verificato | |
| St/Sw | 1.046 | |
| Calcolo azione assiale testa diaframma (compressione positiva) | | |
| N_inst_diaf | 501.6 kN/m | Azione instabilizzante indotta falda sul piedritto |
| N_stab_cop | 641 kN/m | Azione stabilizzante pesi propri sul piedritto |
| 1.3*N_inst_diaf | 652.1 kN/m | |
| 0.9*N_stab_cop | 577.0 kN/m | |
| N_testaDiaf_SLE | 140 kN/m | Azione assiale risultante sul piedritto SLE |
| N_testaDiaf_SLU | -75 kN/m | Azione assiale risultante sul piedritto SLU |

Dalle verifiche si evince come nelle condizioni caratteristiche i diaframmi risultano in tutti i casi compressi. Nelle condizioni allo Stato Limite Ultimo, SLU, i diaframmi risultano sostanzialmente scarichi con azione assiale pressoché nulla. Per questa ragione, nella verifica strutturali dei diaframmi in tutte le condizioni di carico si è assunto un'azione assiale nulla agente lungo l'intera altezza stesso.

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|-----------|----------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 102 di 205 |

10.3.7 Stima delle portate entranti al variare dei coefficienti di permeabilità del tampone di fondo

Per i criteri generali di verifica si rimanda alla relazione generale IN1711EI2RHGA0100001A della GA01.

Per tale sezione il battente idrico sulla falda di costruzione è minore di quello previsto per la porzione di galleria analizzata nella sezione di calcolo 'TS-2'. Pertanto, ai fini della stima delle portate entranti nello scavo, si rimanda ai risultati relativi alla 'TS-2' descritti nel §7.3.7.

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|----------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 103 di 205 |

11 VERIFICHE STRUTTURALI DEI DIAFRAMMI

L'elevato battente idrico causato dalla presenza della falda presente a profondità ridotta da piano campagna ha reso necessario stabilizzare il fondo scavo della galleria con colonne di jet-grouting. Tale intervento è stato proposto per la quasi totalità dello scavo della galleria. Nei tratti di linea di avvicinamento alla galleria artificiale, lato Verona, e di sbocco della galleria, lato Vicenza, la limitata soggiacenza della falda dal piano campagna ha permesso di omettere la realizzazione del tampone di fondo o stabilizzare il fondo scavo con un sistema di pozzi di aggotamento posizionati all'esterno dello scavo tra paratie.

Gli interventi proposti per la realizzazione dell'opera sono riepilogati in Tabella 35 e sono descritti dettagliatamente nella relazione generale alla quale si rimanda. La tabella mostra anche come il profilo altimetrico della galleria è tale che l'altezza delle paratie di sostegno è sostanzialmente simmetrica rispetto al punto di minimo della corda molle imposta dalla livelletta ferroviaria.

Tabella 35 Riepilogo intervento di stabilizzazione del fondo **scavo** della galleria

| Opera WBS | Tipologia di tampone di fondo/Schemi di calcolo | Spessore Tampone di Fondo (m) | Battente idrico (m) | Altezza Paratie (m) | Tipologia armatura omogenea |
|--------------|---|--------------------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------------|
| GA01-A | Sez. TA | 3.5(nt*) +2.5 jet (inf.) | 2.0<H _w <4.5 | 14.8 | Tipo 3 |
| | Sez. TS4 | 1.5jet(sup.) +3.0(nt*) +2.5jet(inf.) | 4.5<H _w <7.0 | 15.8 | Tipo 2 |
| | Sez. TS3 | 2jet(sup.) +3.5(nt*) +2.5jet(inf.) | 7.0<H _w <8.0 | 16.8 | |
| | Sez. TS2 | 2jet(sup.) +4.0(nt*) +2.5 jet (inf.) | 8<H _w <9.0 | 17.3 | Tipo 1 |
| GA01-B | Sez. TS1 | 2jet(sup.) +4.5(nt*) +2.5jet (inf.) | 9<H _w <10 | 17.8 | |
| | Sez. TS2 | 2jet(sup.) +4.0(nt*) +2.5 jet (inf.) | 8<H _w <9.0 | 17.3 | |
| GA01-C /E | Sez. Attrav. A4 | Tampone pieno | 7.0<H _w <8.0 | 20.5 | Tipo 5 |
| | Sez. TS4 | 1.5jet(sup.) +3.0(nt*) +2.5jet(inf.) | 4.5<H _w <7.0 | 15.8 | Tipo 2 |
| | Sez. TA | 3.5(nt*) +2.5 jet (inf.) | 2.0<H _w <4.5 | 14.8 | Tipo 3 |
| | Tratto No.2 | Assenza di tampone / Dewatering | H _w <2.0 | 15.8 | Tipo 4 |

Limitatamente alla WBS oggetto della presente relazione, la Tabella 35 evidenzia che la GA01-A è interessata da interventi di consolidamento jet-grouting 'sandwich' con doppio strato di geometria seguente:

- Schema di calcolo 'TS-2':
 - o Spessore terreno trattato superiore: 2.0m
 - o Spessore terreno non trattato intermedio: 4.0m
 - o Spessore terreno trattato inferiore: 2.5m
 - o Lunghezza paratie: 17.30m
- Schema di calcolo 'TS-3':
 - o Spessore terreno trattato superiore: 2.0m
 - o Spessore terreno non trattato intermedio: 3.5m
 - o Spessore terreno trattato inferiore: 2.5m
 - o Lunghezza paratie: 16.80m

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|-----------|----------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 104 di 205 |

- Schema di calcolo 'TS-4':
 - o Spessore terreno trattato superiore: 1.5m
 - o Spessore terreno non trattato intermedio: 3.0m
 - o Spessore terreno trattato inferiore: 2.5m
 - o Lunghezza paratie: 15.80m
- Schema di calcolo 'TA':
 - o Spessore terreno non trattato superiore: 3.5m
 - o Spessore terreno trattato inferiore: 2.5m
 - o Lunghezza paratie: 14.80m

Le verifiche strutturali dei diaframmi sono state effettuate dividendo la galleria artificiale in gruppi omogeni di diaframmi in base alla tipologia di intervento di stabilizzazione del fondo proposto e limitando ad 1m la differenza di altezza di paratia tra i vari gruppi omogeni. Identificati tali gruppi, l'armatura è stata dimensionata effettuando l'inviluppo delle forze interne ottenute dagli schemi di calcolo sviluppati per ciascun gruppo omogeneo.

Ne risulta che la GA01-A è interessata da armature dei diaframmi 'Tipo 1' di lunghezza 17.8-17.3m, 'Tipo 2' lunghezza 16.80-15.80 e 'Tipo 3' lunghezza 14.8m. Tali armature sono state ottenute dall'inviluppo dei risultati dei corrispondenti schemi di calcolo indicati in tabella precedente. Si precisa che lo schema di calcolo 'TS-2' è rappresentativo non solo di una porzione della GA01-A, ma anche di una porzione della GA01-B. Quest'ultimo caso è trattato per esteso nella relazione di calcolo 'IN1711E12CLGA01B4001A'.

Per maggiori dettagli in merito ai criteri di verifica adottati in combinazione SLE-RARA e SLU si rimanda alla relazione IN1711E12GA010A 'Criteri di dimensionamento opere di sostegno degli scavi e tampone di fondo.

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|----------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 105 di 205 |

11.1 Tipologia armatura 'Tipo 1' (Schema TS-1 e TS-2)

11.1.1 Verifiche sollecitazioni flettenti

Nella tabella seguente si riassumono le massime sollecitazioni flettenti ottenute dall'involuppo dei risultati degli schemi di calcolo 'TS-1' e 'TS-2' utilizzate per il dimensionamento dell'armatura 'Tipo 1'.

Le verifiche sono effettuate considerando i fili strutturali di seguito indicati:

- sollecitazioni testa diaframma riferite ad asse cordolo.
- in corrispondenza del solettone di fondo del manufatto a "U" interno, il picco delle sollecitazioni flettenti è valutato ad $\frac{1}{4}$ dello spessore dall'asse della soletta.

Tabella 36 Sollecitazioni flettenti dimensionanti

| INVILUPPO TS-1_TS-2 | SLS-rara | | | | SLU | | | |
|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | |
| | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) |
| Asse copertura | 1268 | 0 | 1345 | 0 | 1733 | 0 | 1900 | 0 |
| Intradosso copertura | 921 | 254 | 964 | 254 | 1272 | 274 | 1385 | 486 |
| Testa diaframma | 518 | 552 | 526 | 552 | 737 | 611 | 792 | 1024 |
| Gabbia 1 | 518 | 1059 | 526 | 1077 | 737 | 1282 | 792 | 1628 |
| Sovrapposizione | 62 | 841 | 301 | 870 | 79 | 1093 | 1761 | 1131 |
| Gabbia 2 | 817 | 424 | 817 | 424 | 1062 | 556 | 2075 | 556 |

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|----------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 106 di 205 |

11.1.1.1 Dimensionamento armatura longitudinale

Di seguito si riportano le tabelle con le sollecitazioni a flessione per le singole tipologie di diaframmi presenti. Per ognuno di essi è effettuato il dimensionamento dell'armatura longitudinale. Le verifiche sono state effettuate con il software di calcolo RC-Sec indicato al § 2.3.

- P1 pannello primario di lunghezza L=5.45 m
- S1 pannello secondario di lunghezza L=5.05 m
- P2 e S2 Pannelli primari e secondari di lunghezza 2.5 m

Le gabbie di armatura sono riportate negli elaborati di progetto allegati alla presente relazione: le gabbie di armatura definite di seguito, si susseguono lungo l'altezza del diaframma, e si rendono necessarie considerato il limite sulla massima lunghezza trasportabile.

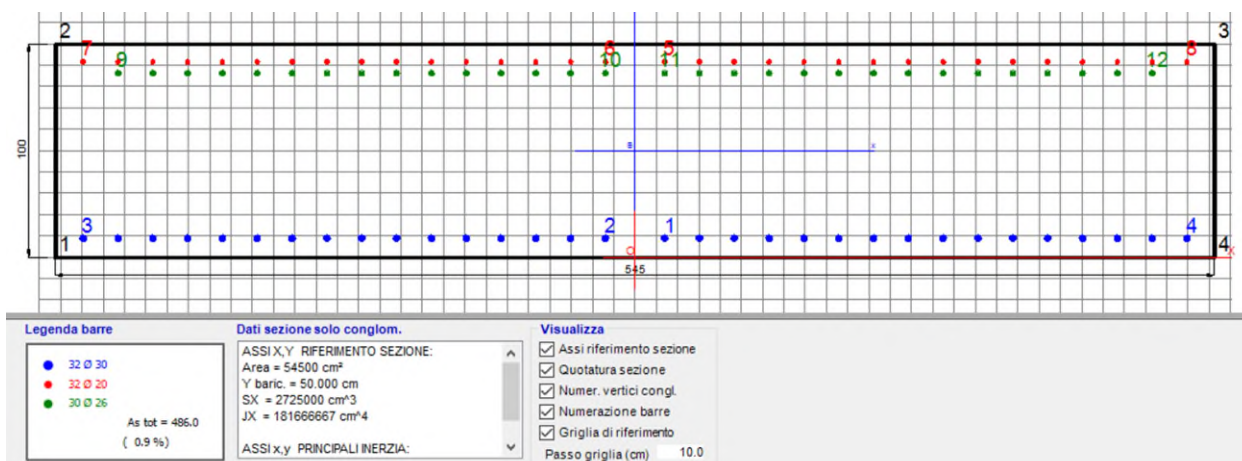
Le verifiche sono effettuate in accordo con il metodo semiprobabilistico agli stati limite ultimi secondo i criteri riportati nelle NTC 08 per le strutture in calcestruzzo armato.

11.1.1.1.1 Pannello P1 (base pannello 5.45m)

Tabella 37 Pannello P1 Sollecitazioni di progetto allo SLE e SLU

| P1 | I | | | | 5.45 m | | | |
|-----------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | SLS-rara | | | | SLU | | | |
| | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Diafr.) | |
| | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) |
| Testa diaframma | 2822 | 3010 | 2865 | 3010 | 4019 | 3331 | 4319 | 5581 |
| Gabbia 1 | 2822 | 5772 | 2865 | 5869 | 4019 | 6986 | 4319 | 8871 |
| Sovrapposizione | 336 | 4581 | 1642 | 4741 | 433 | 5957 | 9595 | 6164 |
| Gabbia 2 | 4451 | 2312 | 4451 | 2312 | 5785 | 3029 | 11311 | 3029 |

- Gabbia di armatura No. 1 (Lembo teso superiore lato terra, M<0)



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 |
| 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 |
| 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 Totale | Area totale barre longitudinali [cm ²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa] |

| N° Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms. Sic. | As Totale |
|---------|-----|------|----------|-------|----------|----------|--------------|
| 1 | S | 0.00 | -4320.00 | 0.00 | -8373.98 | 1.94 | 486.0(163.5) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

| N° Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|---------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -272.5 | 0.0 | 0.00071 | -259.5 | 8.9 | -0.02525 | 259.5 | 91.6 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |

| N° Comb. | N | Mx | My |
|----------|------|----------|------|
| 1 | 0.00 | -2900.00 | 0.00 |

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

| | |
|----------------|--|
| Ver | S = comb. verificata / N = comb. non verificata |
| Sc max | Massima tensione (e 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 a considerate efficaci per l'apertura delle fessure |

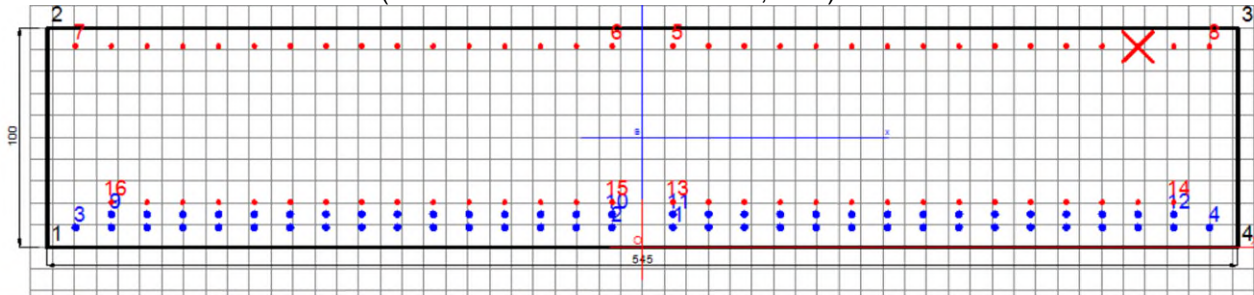
| N° Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 3.90 | -272.5 | 0.0 | -147.3 | 243.1 | 91.6 | 13299 | 259.8 |

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

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Ver. | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} | | | | | | | | | | | | |
| e1 | Esito della verifica | | | | | | | | | | | | |
| e2 | Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata | | | | | | | | | | | | |
| k1 | Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2] | | | | | | | | | | | | |
| kt | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cf. eq.(7.9)EC2] | | | | | | | | | | | | |
| k2 | = 0.5 per flessione; = (e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2] | | | | | | | | | | | | |
| k3 | = 3400 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 e compres e 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 | -0.00083 | 0.00000 | 0.500 | 23.3 | 74 | 0.00044 (0.00044) | 454 | 0.200 (990.00) | -2922.97 | 0.00 |

- Gabbia di armatura No. 1 (Lembo teso inferiore lato scavo, M>0)



| | | |
|---|--|---|
| Legenda barre <ul style="list-style-type: none"> ● 62 Ø 30 ● 62 Ø 20 <p>As tot = 633.0 (1.2 %)</p> | Dati sezione solo conglom. ASSI X,Y RIFERIMENTO SEZIONE: Area = 54500 cm ² Y baric. = 50.000 cm SX = 2725000 cm ³ JX = 181666667 cm ⁴ ASSI x,y PRINCIPALI INERZIA: | Visualizza <input checked="" type="checkbox"/> Assi riferimento sezione <input checked="" type="checkbox"/> Quotatura sezione <input checked="" type="checkbox"/> Numer. vertici congl. <input checked="" type="checkbox"/> Numerazione barre <input checked="" type="checkbox"/> Griglia di riferimento Passo griglia (cm) 10.0 |
|---|--|---|

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Storzio 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
 N Res Storzio 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
 Ms.Sic. Msura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N° Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms. Sic. | As Totale |
|---------|-----|------|---------|-------|----------|----------|--------------|
| 1 | S | 0.00 | 8900.00 | 0.00 | 15827.42 | 1.78 | 633.0(163.5) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARE ALLO STATO ULTIMO

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

| N° Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|---------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -272.5 | 100.0 | 0.00241 | 13.9 | 91.6 | -0.00828 | 13.9 | 8.9 |

| | |
|---|--|
|  Consorzio IricAV Due |  ALTA SORVEGLIANZA ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANI |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 Lotto 11 Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 Rev. A Foglio 109 di 205 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|---------|------|
| 1 | 0.00 | 5870.00 | 0.00 |

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 | 7.05 | -272.5 | 100.0 | -159.2 | 243.1 | 8.9 | 11514 | 532.5 |

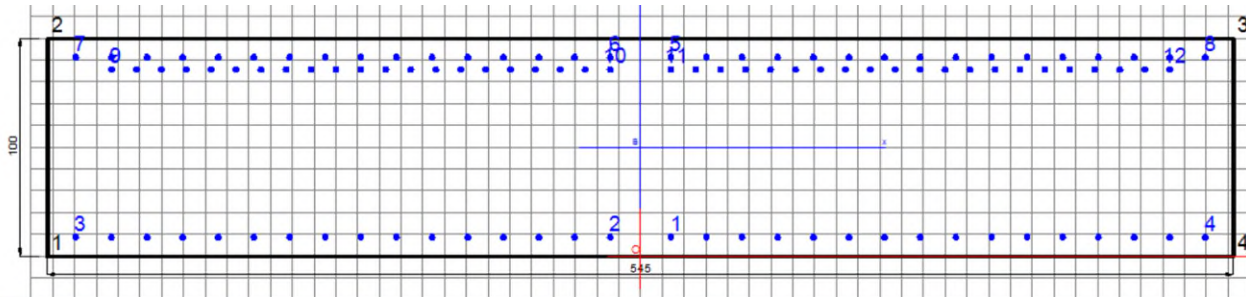
COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

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

Ver. Esito della verifica
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cf. 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]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|----------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00093 | 0.00000 | 0.500 | 27.6 | 74 | 0.00058 (0.00048) | 353 | 0.200 (990.00) | 3204.61 | 0.00 |

- Gabbia di armatura No. 2 (Lembo teso superiore lato terra $M < 0$)



| | | |
|--|--|---|
| Legenda barre ● 106 Ø 26 As tot = 562.8 (1.0 %) | Dati sezione solo conglom. ASSI X,Y RIFERIMENTO SEZIONE: Area = 54500 cm ² Y baric. = 50.000 cm SX = 2725000 cm ³ JX = 181666667 cm ⁴ ASSI x,y PRINCIPALI INERZIA: | Visualizza <input checked="" type="checkbox"/> Assi riferimento sezione <input checked="" type="checkbox"/> Quotatura sezione <input checked="" type="checkbox"/> Numer. vertici congl. <input checked="" type="checkbox"/> Numerazione barre <input checked="" type="checkbox"/> Griglia di riferimento Passo griglia (cm) 10.0 |
|--|--|---|

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
 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
 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 Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Mis.Sic. | As Totale |
|--------|-----|------|-----------|-------|-----------|----------|--------------|
| 1 | S | 0.00 | -11311.00 | 0.00 | -12415.55 | 1.10 | 562.8(163.5) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
 Xc max Ascissa in cm della fibra comp. 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 | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -272.5 | 0.0 | 0.00159 | -259.5 | 8.7 | -0.01653 | 259.5 | 91.3 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|----------|------|
| 1 | 0.00 | -4460.00 | 0.00 |

| | | | | | |
|--|------------------|---|--|-----------|----------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 111 di 205 |

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 comp. 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 |

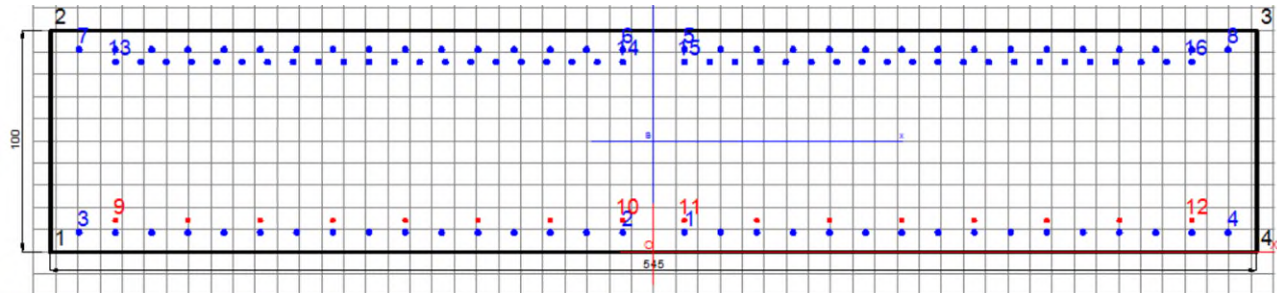
| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 5.45 | -272.5 | 0.0 | -153.7 | 243.1 | 91.3 | 12281 | 392.9 |

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

| | |
|-------------|---|
| Ver. | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} |
| e1 | Esito della verifica |
| e2 | Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata |
| k1 | Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2] |
| kt | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2] |
| k2 | = 0.5 per flessione; = $(e1 + e2)/(2 * e1)$ 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] |

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|---------------|----------|---------|
| 1 | S | -0.00088 | 0.00000 | 0.500 | 26.0 | 74 | 0.00048 (0.00046) | 390 | 0.187 (99.00) | -3094.54 | 0.00 |

- Gabbia di armatura No. 2 (Lembo teso inferiore lato scavo M>0)



| | | |
|--|--|---|
| Legenda barre <ul style="list-style-type: none"> ● 106 Ø 26 ● 16 Ø 20 <p>As tot = 613.1 (1.1 %)</p> | Dati sezione solo conglom. ASSI X,Y RIFERIMENTO SEZIONE: Area = 54500 cm ² Y baric. = 50.000 cm SX = 2725000 cm ³ JX = 181666667 cm ⁴ ASSI x,y PRINCIPALI INERZIA: | Visualizza <input checked="" type="checkbox"/> Assi riferimento sezione <input checked="" type="checkbox"/> Quotatura sezione <input checked="" type="checkbox"/> Numer. vertici congl. <input checked="" type="checkbox"/> Numerazione barre <input checked="" type="checkbox"/> Griglia di riferimento Passo griglia (cm) 10.0 |
|--|--|---|

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
 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
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (NMx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >= 1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms. Sic. | As Totale |
|--------|-----|------|---------|-------|---------|----------|--------------|
| 1 | S | 0.00 | 3030.00 | 0.00 | 7427.44 | 2.45 | 613.1(163.5) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -272.5 | 100.0 | 0.00102 | 13.9 | 91.3 | -0.02248 | 13.9 | 8.7 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|---------|------|
| 1 | 0.00 | 2320.00 | 0.00 |

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 | 3.06 | -272.5 | 100.0 | -132.1 | 243.1 | 8.7 | 13402 | 220.2 |

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 |
| k2 | = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2] |
| kt | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cf. 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] |
| | Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC] |
| sr max | Massima distanza tra le fessure [mm] |
| wk | Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi |
| Mxfess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm] |
| Myfess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm] |

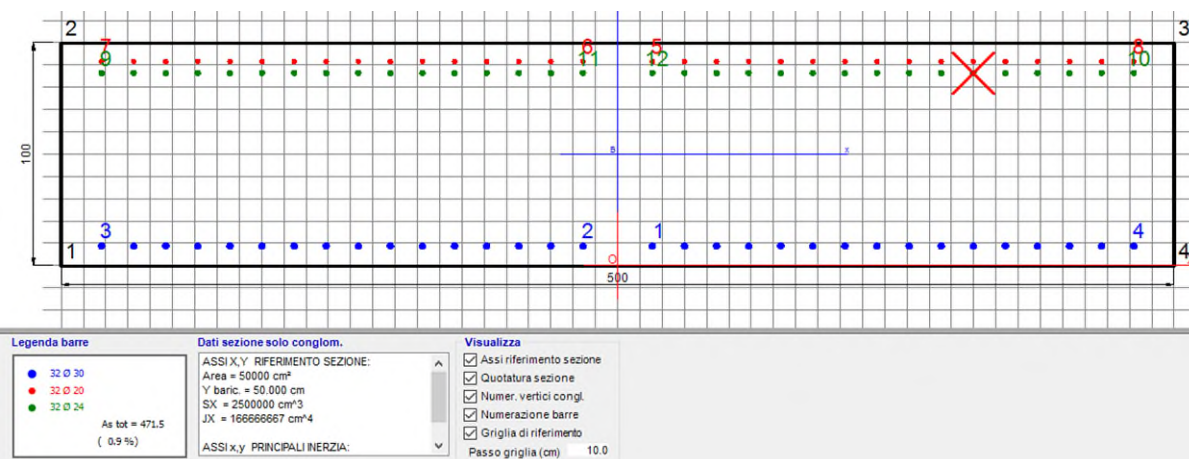
| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mxfess | Myfess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|----------------|---------|--------|
| 1 | S | -0.00075 | 0.00000 | 0.500 | 24.3 | 74 | 0.00040 (0.00040) | 503 | 0.200 (990.00) | 2946.19 | 0.00 |

11.1.1.1.2 Pannello S1 (base pannello 5.05m)

Tabella 38 Pannello P1 Sollecitazioni di progetto allo SLE e SLU

| S1 | I | | | | 5.00 m | | | |
|------------------|-----------------|-------------|---------------------|-------------|-----------------|-------------|---------------------|-------------|
| | SLS-rara | | | | SLU | | | |
| | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | |
| | Valore lato | Valore lato | Valore lato | Valore lato | Valore lato | Valore lato | Valore lato | Valore lato |
| | Terra | Scavo | Terra | Scavo | Terra | Scavo | Terra | Scavo |
| | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) |
| Testa diaframma* | 2589 | 2762 | 2629 | 2762 | 3687 | 3056 | 3962 | 5120 |
| Gabbia 1 | 2589 | 5295 | 2629 | 5385 | 3687 | 6409 | 3962 | 8138 |
| Sovrapposizione | 308 | 4203 | 1506 | 4350 | 397 | 5465 | 8803 | 5656 |
| Gabbia 2 | 4083 | 2121 | 4083 | 2121 | 5308 | 2779 | 10375 | 2779 |

Gabbia di armatura No. 1 (Lembo teso superiore lato terra M<0)



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 |
| 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 |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N _r , M _x Res, M _y Res) e (N, M _x , M _y) |
| | Verifica positiva se tale rapporto risulta >= 1.000 |
| As Totale | Area totale barre longitudinali [cm ²]. (Tra parentesi il valore minimo di normativa) |

| N° Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Mis. Sic. | As Totale |
|---------|-----|------|----------|-------|----------|-----------|--------------|
| 1 | S | 0.00 | -4000.00 | 0.00 | -7915.44 | 1.98 | 471.5(150.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARE ALLO STATO ULTIMO

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

| N° Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|---------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -250.0 | 0.0 | 0.00071 | -231.9 | 8.9 | -0.02524 | 231.9 | 91.6 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|----------|------|
| 1 | 0.00 | -2650.00 | 0.00 |

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

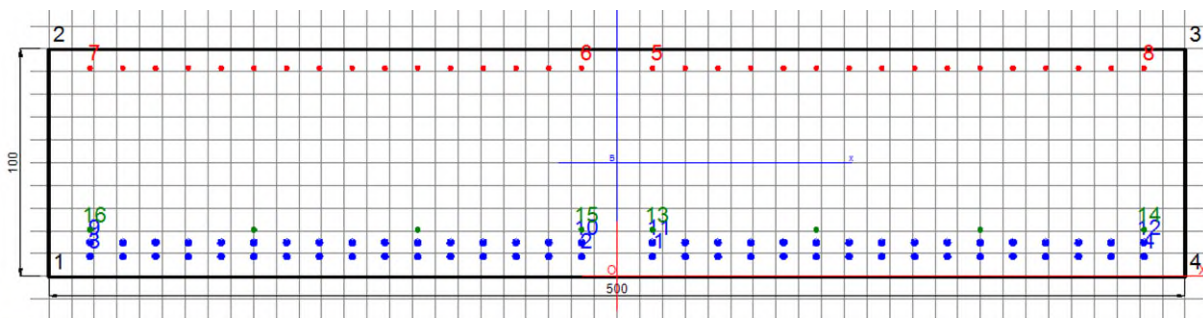
| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 3.78 | -250.0 | 0.0 | -141.9 | 217.5 | 91.6 | 12134 | 245.3 |

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
e3 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 [cf. eq.(7.9)EC2]
k2 = 0.5 per fessure; = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3 = 3400 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 = 0.5 Smax/ Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max\{e_{sm} - e_{cm}\}$ [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 | -0.00080 | 0.00000 | 0.500 | 22.2 | 74 | 0.00043 (0.00043) | 438 0.187 (990.00) | -2709.90 | 0.00 |

- Gabbia di armatura No. 1 (Lembo teso inferiore lato scavo M>0)



| | | |
|---|---|---|
| <p>Legenda barre</p> <ul style="list-style-type: none"> 64 Ø 30 32 Ø 20 8 Ø 22 <p>As tot = 583.3 (1.2 %)</p> | <p>Dati sezione solo conglom.</p> <p>ASSI X,Y RIFERIMENTO SEZIONE: Area = 50000 cm² Y baric. = 50.000 cm SX = 2500000 cm³ JX = 166666667 cm⁴</p> <p>ASSI x,y PRINCIPALI INERZIA:</p> | <p>Visualizza</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Assi riferimento sezione <input checked="" type="checkbox"/> Quotatura sezione <input checked="" type="checkbox"/> Numer. vertici congl. <input checked="" type="checkbox"/> Numerazione barre <input checked="" type="checkbox"/> Griglia di riferimento <p>Passo griglia (cm) 10.0</p> |
|---|---|---|

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO

Progetto
IN17Lotto
11Codifica Documento
E12 CL GA 01 A4 0014Rev.
AFoglio
116 di 205

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 ds.(positivo se di compressione) |
| Mx | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia |
| N Res | Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione ds.(positivo se di compress.) |
| Mx Res | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia |
| Ms.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) |
| As Totale | Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1,000$ Area totale barre longitudinali [cm ²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa] |

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms. Sic. | As Totale |
|--------|-----|------|---------|-------|----------|----------|--------------|
| 1 | S | 0.00 | 8138.00 | 0.00 | 14585.81 | 1.79 | 583.3(150.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARE ALLO STATO ULTIMO

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione |
| Xc max | Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione |
| Yc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, O sez.) |
| es min | 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 | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -250.0 | 100.0 | 0.00237 | 15.6 | 91.6 | -0.00872 | 15.6 | 8.9 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|---------|------|
| 1 | 0.00 | 5400.00 | 0.00 |

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 barre corrisp. a Ss min (sistem a 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 |

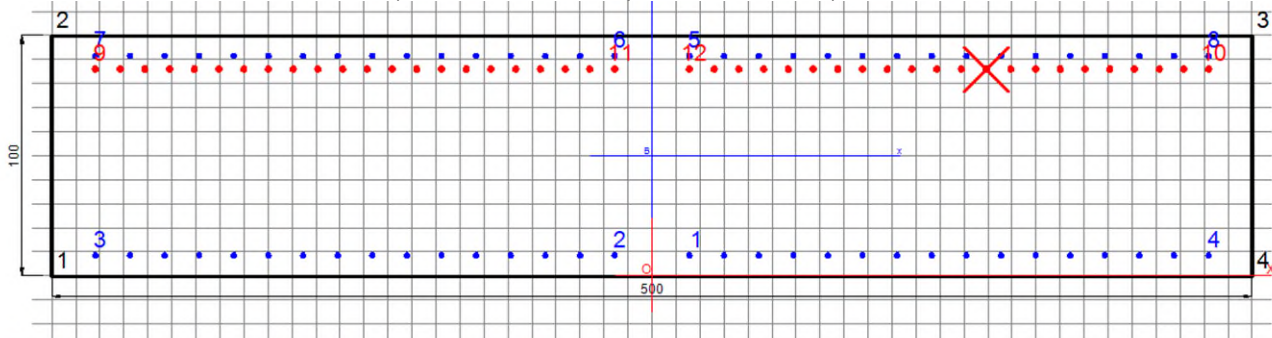
| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 6.93 | -250.0 | 100.0 | -157.1 | 217.5 | 8.9 | 10563 | 482.8 |

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

| | |
|-------------|---|
| Ver. | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} |
| e1 | Esito della verifica |
| e2 | Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata |
| k1 | Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2] |
| kt | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb frequenti [cf. eq.(7.9)EC2] |
| k2 | = 0.5 per fessure; = (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] |

| 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 | 29.3 | 74 | 0.00057 (0.00047) | 361 | 0.205 (990.00) | 2967.83 | 0.00 |

- Gabbia di armatura No. 2 (Lembo teso lato superiore terra M<0)



| | | |
|---|--|---|
| Legenda barre <ul style="list-style-type: none"> 64 Ø 22 44 Ø 25 <p>As tot = 476,9 (1,0 %)</p> | Dati sezione solo conglom. ASSI X,Y RIFERIMENTO SEZIONE: Area = 50000 cm² Y baric. = 50.000 cm SX = 2500000 cm³ JX = 166666667 cm⁴ ASSI x,y PRINCIPALI INERZIA: | Visualizza <input checked="" type="checkbox"/> Assi riferimento sezione <input checked="" type="checkbox"/> Quotatura sezione <input checked="" type="checkbox"/> Numer. vertici congl. <input checked="" type="checkbox"/> Numerazione barre <input checked="" type="checkbox"/> Griglia di riferimento Passo griglia (cm) 10,0 |
|---|--|---|

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
 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
 Ms.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 Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms. Sic. | As Totale |
|--------|-----|------|-----------|-------|-----------|----------|--------------|
| 1 | S | 0.00 | -10375.00 | 0.00 | -11180.80 | 1.08 | 476.9(150.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -250.0 | 0.0 | 0.00172 | -231.9 | 8.6 | -0.01541 | 231.9 | 91.5 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|----------|------|
| 1 | 0.00 | -4100.00 | 0.00 |

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 barre corrisp. a Ss min (sistem a 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 | 5.54 | -250.0 | 0.0 | -148.4 | 217.5 | 91.4 | 11220 | 378.4 |

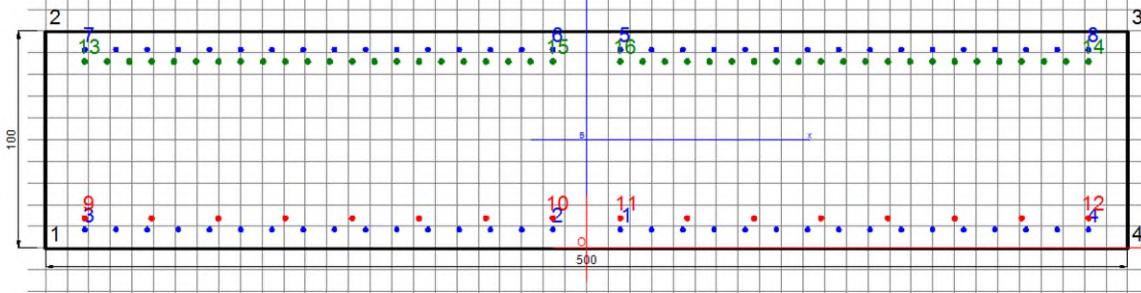
COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm

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 [cf. 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 annesse nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annesse nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Aceff [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 | -0.00085 | 0.00000 | 0.500 | 25.2 | 74 | 0.00047 (0.00045) | 379 | 0.176 (99.00) | -28.36.00 | 0.00 |

- Gabbia di armatura No. 2 (Lembo teso inferiore lato scavo M>0)



Legenda barre

- 64 Ø 22
- 16 Ø 24
- 44 Ø 26

As tot = 549.3
(1.1 %)

Dati sezione solo conglom.

ASSI X,Y RIFERIMENTO SEZIONE:
 Area = 50000 cm²
 Y baric. = 50.000 cm
 SX = 2500000 cm³
 JX = 166666667 cm⁴

ASSI x,y PRINCIPALI INERZIA:

Visualizza

- Assi riferimento sezione
- Quotatura sezione
- Numer. vertici congl.
- Numerazione barre
- Griglia di riferimento

Passo griglia (cm) 10.0

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 ds.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione ds.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 Ms.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (NMx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms. Sic. | As Totale |
|--------|-----|------|---------|-------|---------|----------|--------------|
| 1 | S | 0.00 | 2780.00 | 0.00 | 6520.12 | 2.35 | 572.4(150.0) |

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO

Progetto
IN17Lotto
11Codifica Documento
E12 CL GA 01 A4 0014Rev.
AFoglio
119 di 205

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARE ALLO STATO ULTIMO

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

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -250.0 | 100.0 | 0.00104 | 15.6 | 91.4 | -0.02259 | 15.6 | 8.6 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|---------|------|
| 1 | 0.00 | 2130.00 | 0.00 |

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 | 3.13 | -250.0 | 100.0 | -140.0 | 217.5 | 8.6 | 12376 | 194.0 |

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 fctm |
| 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 [cf. eq.(7.9)EC2] |
| k3 | = 0.5 per flessione; = (e1 + e2)/(2 * e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2] |
| k4 | = 3400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali |
| Ø | = 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 | Copri ferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa |
| e sm - e cm | Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] |
| sr max | Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax/ Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC] |
| wk | Massima distanza tra le fessure [mm] |
| Mxfess. | Apertura fessure in mm calcolata = sr max * (e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi |
| Myfess. | 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 | Mxfess | Myfess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|----------------|---------|--------|
| 1 | S | -0.00079 | 0.00000 | 0.500 | 22.7 | 75 | 0.00042 (0.00042) | 501 | 0.200 (990.00) | 2686.69 | 0.00 |

11.1.1.1.3 Pannello P2 e S2 Pannelli primari e secondari (base pannello 2.5 m)

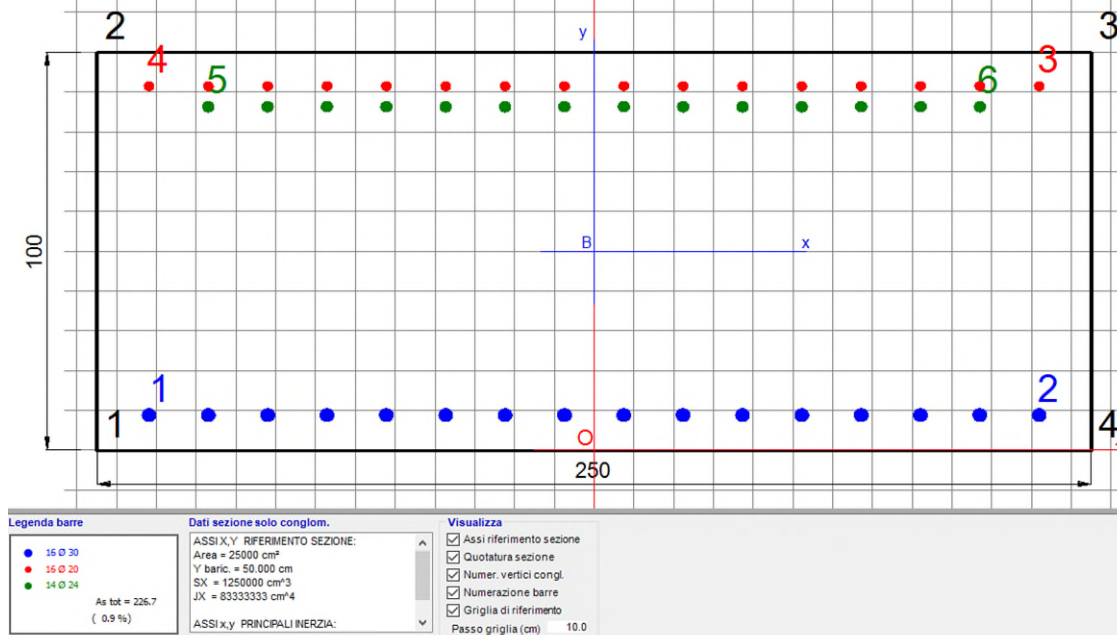
P2-S2

I

2.50 m

| | SLS-rara | | | | SLU | | | |
|-----------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | |
| | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) |
| Testa diaframma | 1294 | 1381 | 1314 | 1381 | 1843 | 1528 | 1981 | 2560 |
| Gabbia 1 | 1294 | 2648 | 1314 | 2692 | 1843 | 3205 | 1981 | 4069 |
| Sovrapposizione | 154 | 2102 | 753 | 2175 | 199 | 2733 | 4401 | 2828 |
| Gabbia 2 | 2042 | 1060 | 2042 | 1060 | 2654 | 1390 | 5598 | 1390 |

- Gabbia di armatura No. 1 (Lembo teso superiore lato terra M<0)



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 ds. (positivo se di compressione) |
| Mx | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse xprinc. d'inerzia |
| N Res | Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione ds. (positivo se di compress.) |
| Mx Res | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse xprinc. d'inerzia |
| Ms.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N Mx, My) |
| As Totale | Verifica positiva se tale rapporto risulta >= 1.000 Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa] |

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms. Sic. | As Totale |
|--------|-----|--------|----------|--------|----------|----------|-------------|
| 1 | S | 980.00 | -1990.00 | 980.02 | -4084.58 | 2.05 | 226.7(75.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARE ALLO STATO ULTIMO

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

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -125.0 | 0.0 | 0.00089 | -111.9 | 8.9 | -0.02339 | 111.9 | 91.6 |

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

| N°Comb. | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) | | |
|---------|---|----------|------|
| | N | Mx | My |
| 1 | 0.00 | -1320.00 | 0.00 |

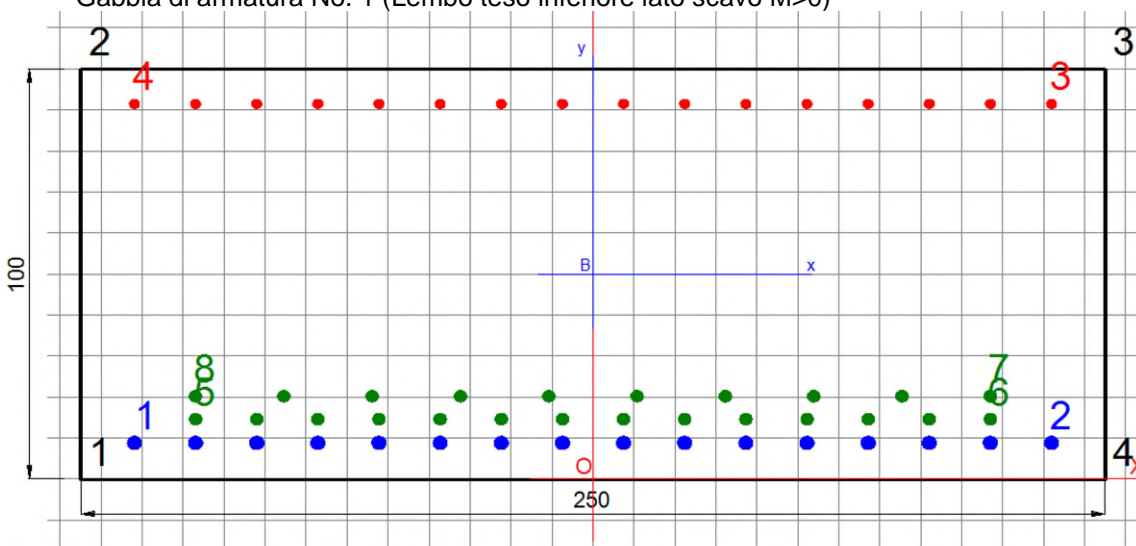
COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb. | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 3.86 | -125.0 | 0.0 | -151.4 | -97.0 | 91.6 | 6027 | 113.6 |

COMBINAZIONI RARE 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 | -0.00085 | 0.00000 | 0.500 | 22.0 | 74 | 0.00045 (0.00045) | 450 | 0.205 (990.00) | -1341.05 | 0.00 |

- Gabbia di armatura No. 1 (Lembo teso inferiore lato scavo M>0)



| | | |
|--|--|--|
| <p>Legenda barre</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 16 Ø 30 ● 16 Ø 20 ● 24 Ø 26 <p>As tot = 290.8 (1.2 %)</p> | <p>Dati sezione solo conglom.</p> <p>ASSI X,Y RIFERIMENTO SEZIONE: Area = 25000 cm² Y baric. = 50.000 cm SX = 1250000 cm³ JX = 83333333 cm⁴</p> <p>ASSI X,y PRINCIPALI INERZIA:</p> | <p>Visualizza</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Assi riferimento sezione <input checked="" type="checkbox"/> Quattatura sezione <input checked="" type="checkbox"/> Numer. vertici congl. <input checked="" type="checkbox"/> Numerazione barre <input checked="" type="checkbox"/> Griglia di riferimento <p>Passo griglia (cm) 10.0</p> |
|--|--|--|

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO

Progetto
IN17Lotto
11Codifica Documento
E12 CL GA 01 A4 0014Rev.
AFoglio
122 di 205

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 |
| N Res | Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione ds.(positivo se di compress.) |
| Mx Res | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (NMx, My) |
| As Totale | Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000 Area totale barre longitudinali [cm ²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa] |

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Mis. Sic. | As Totale |
|--------|-----|------|---------|-------|---------|-----------|-------------|
| 1 | S | 0.00 | 4070.00 | 0.00 | 7198.51 | 1.77 | 290.8(75.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -125.0 | 100.0 | 0.00237 | 111.9 | 91.6 | -0.00878 | -111.9 | 8.9 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|---------|------|
| 1 | 0.00 | 2700.00 | 0.00 |

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 (sistem a 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 |

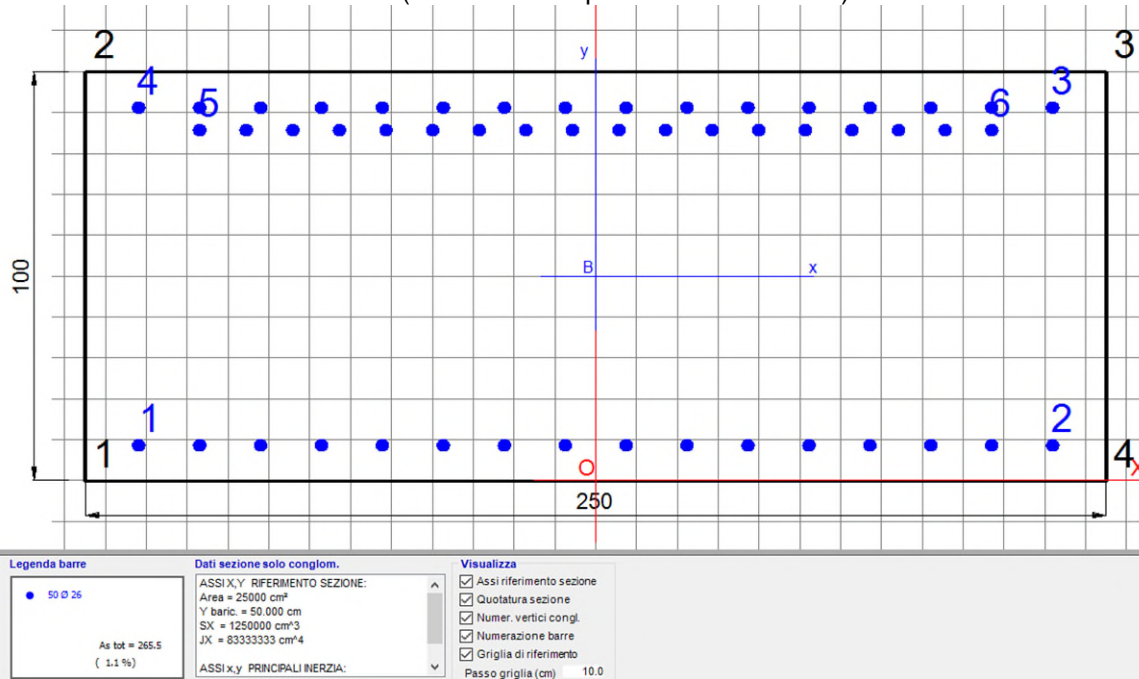
| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 7.03 | -125.0 | 100.0 | -161.1 | 97.0 | 8.9 | 5282 | 240.5 |

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 [cf. 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 Aceff [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] | | | | | | | | | |
| Mxfess. | Massima distanza tra le fessure [mm] | | | | | | | | | |
| Myfess. | Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi | | | | | | | | | |
| | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [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 | Mxfess | Myfess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|--------------------|--------------------|---------|--------|
| 1 | S | -0.00094 | 0.00000 | 0.500 | 27.7 | 74 | 0.00059 (0.00048) | 355 0.209 (990.00) | 1470.95 | 0.00 |

- Gabbia di armatura No. 2 (Lembo teso superiore lato terra M<0)



| | | |
|---|--|--|
| Legenda barre | Dati sezione solo conglom. | Visualizza |
| ● 50 Ø 26 As tot = 265.5 (1.1 %) | ASSI X,Y RIFERIMENTO SEZIONE: Area = 25000 cm² Y baric. = 50.000 cm SX = 1250000 cm³ JX = 83333333 cm⁴ ASSI x,y PRINCIPALI INERZIA: | <input checked="" type="checkbox"/> Assi riferimento sezione <input checked="" type="checkbox"/> Quotatura sezione <input checked="" type="checkbox"/> Numer. vertici congl. <input checked="" type="checkbox"/> Numerazione barre <input checked="" type="checkbox"/> Griglia di riferimento Passo griglia (cm) 10.0 |

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 ds.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione ds.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (NMx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >= 1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N° Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Mis. Sic. | As Totale |
|---------|-----|------|----------|-------|----------|-----------|-------------|
| 1 | S | 0.00 | -5600.00 | 0.00 | -5728.56 | 1.02 | 265.5(75.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARE ALLO STATO ULTIMO

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

| N° Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|---------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -125.0 | 0.0 | 0.00154 | -111.9 | 8.7 | -0.01709 | 111.9 | 91.3 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N° Comb. | N | Mx | My |
|----------|------|----------|------|
| 1 | 0.00 | -2050.00 | 0.00 |

| | |
|--|---|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 Lotto 11 Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 Rev. A Foglio 124 di 205 |

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 barre corrisp. a Ss min (sistem a 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 |

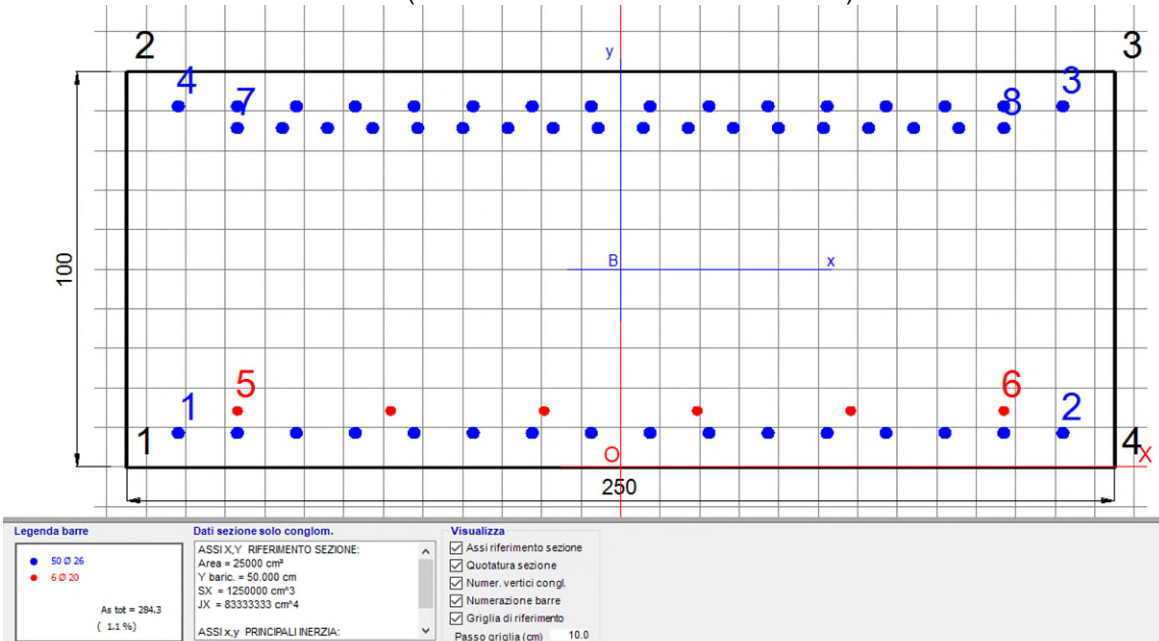
| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 5.37 | -125.0 | 0.0 | -152.4 | -97.0 | 91.3 | 5633 | 180.5 |

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

| | |
|-------------|---|
| Ver. | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} |
| e1 | Esito della verifica |
| e2 | Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata |
| k1 | Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2] |
| kt | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2] |
| k2 | = 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2] |
| k3 | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali |
| k4 | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali |
| Ø | Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Aceff [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 |
| Mxfess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm] |
| Myfess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm] |

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mxfess | Myfess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|----------------|----------|--------|
| 1 | S | -0.00087 | 0.00000 | 0.500 | 26.0 | 74 | 0.00047 (0.00046) | 390 | 0.184 (990.00) | -1429.26 | 0.00 |

- Gabbia di armatura No. 2 (Lembo teso inferiore lato scavo M>0)



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
 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
 Ms.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (NMx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms.Sic. | As Totale |
|--------|-----|------|---------|-------|---------|---------|-------------|
| 1 | S | 0.00 | 1390.00 | 0.00 | 3501.83 | 2.52 | 284.3(75.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARE ALLO STATO ULTIMO

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

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -125.0 | 100.0 | 0.00100 | 111.9 | 91.3 | -0.02277 | -111.9 | 8.7 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|---------|------|
| 1 | 0.00 | 1100.00 | 0.00 |

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 comp. 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 comp. a Ss min (sistem a 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 | 3.10 | -125.0 | 100.0 | -132.1 | 97.0 | 8.7 | 5979 | 103.8 |

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

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

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mxfess | Myfess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|----------------|---------|--------|
| 1 | S | -0.00075 | 0.00000 | 0.500 | 24.7 | 74 | 0.00040 (0.00040) | 493 | 0.195 (990.00) | 1360.44 | 0.00 |

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|----------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 127 di 205 |

11.1.2 Verifiche sollecitazioni taglianti

Nella tabella seguente si riassume le massime sollecitazioni taglianti ottenute dall'involuppo dei risultati degli schemi di calcolo 'TS-1' e 'TS-2' utilizzati per il dimensionamento dell'armatura 'Tipo 1'.

Le verifiche sono effettuate considerando i fili strutturali di seguito indicati:

- sollecitazioni testa diaframma riferite ad asse cordolo.
- in corrispondenza del solettone di fondo del manufatto a "U" interno, il picco delle sollecitazioni taglianti è valutato ad ¼ dello spessore dall'asse della soletta.

Tabella 39 Sollecitazioni taglianti dimensionanti

| INVILUPPO TS-1_TS-2 | Involuppo A1+M1+R1 | | | | SLU | | | |
|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Diafr.) | |
| | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) |
| Asse copertura | 34 | 587 | 40 | 658 | 26 | 442 | 113 | 981 |
| Intradosso copertura | 17 | 564 | 17 | 628 | 13 | 425 | 13 | 891 |
| Testa diaframma | 10 | 514 | 10 | 568 | 7 | 389 | 7 | 729 |
| Gabbia 1 | 263 | 514 | 328 | 568 | 202 | 389 | 715 | 729 |
| Sovrapposizione | 567 | 18 | 703 | 18 | 436 | 13 | 1417 | 13 |
| Estradosso solaio Fondo | 614 | 18 | 759 | 18 | 472 | 13 | 1495 | 13 |
| Asse Solaio fondo | 696 | 5 | 861 | 212 | 535 | 4 | 1637 | 958 |
| Sezione 1/4 da estradosso | 631 | 10 | 782 | 106 | 486 | 7 | 1527 | 479 |
| Intradosso solaio fondo | 773 | 1 | 773 | 163 | 594 | 1 | 594 | 827 |
| Gabbia 2 | 787 | 445 | 861 | 445 | 605 | 343 | 1637 | 958 |

11.1.2.1 Dimensionamento armatura trasversale

Per il dimensionamento dell'armatura resistente a taglio si è proceduto armando il pannello soggetto alla sollecitazione maggiore (pannello P1 L=5.45 m) L'armatura così dimensionata è valida per ogni pannello, unica differenza è il passaggio da 2 gabbie (8 bracci resistenti a taglio) per i pannelli di tipo P1 e S1 a 1 gabbia (4 bracci resistenti a taglio) per i pannelli di tipo P2 e S2. Le verifiche sono effettuate in accordo con il metodo semiprobabilistico agli stati limite ultimi secondo i criteri riportati nelle NTC 08 per le strutture in calcestruzzo armato.

Tabella 40 Involuppo sollecitazioni taglianti dimensionanti

| INVILUPPO TS-1_TS-2 | Involuppo A1+M1+R1 / SISMA STR | |
|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) |
| Testa diaframma | 10 | 729 |
| Sezione 1/4 da estradosso | 1527 | 479 |

Di seguito si riportano le resistenze per i vari passi utilizzati. Nel dettaglio si valuta la resistenza a taglio delle staffe nelle seguenti condizioni:

1. Armatura trasversale composta da nr. 4 braccia $\phi 14$, passo 25cm
2. Armatura trasversale composta da nr. 4 braccia $\phi 14$, passo 15cm
3. Armatura trasversale composta da nr. 4 braccia $\phi 14$, passo 10cm

Caso 1: 4 braccia $\phi 14$, passo 25cm

verifica a taglio di una sezione rettangolare

secondo EN 1992-1-1:2004:E

geometria

sezione trasversale

| | | | | |
|----------------------------------|---|---|------|----|
| base | B | = | 545 | cm |
| altezza | H | = | 100 | cm |
| copriferro (asse armatura long.) | c | = | 11.4 | cm |
| altezza utile | d | = | 88.6 | cm |
| braccio coppia interna | z | = | 79.8 | cm |

armatura a taglio

| | | | | |
|----------------|----------|---|-------|-----------------|
| numero braccia | n | = | 8 | |
| diametro | ϕ | = | 14 | mm |
| passo | s | = | 25 | cm |
| inclinazione | α | = | 90 | ° |
| area | A_{sw} | = | 12.32 | cm ² |

armatura longitudinale tesa

| | | | | |
|--------------|----------|---|-------|-----------------|
| numero barre | n_1 | = | 30 | |
| diametro | ϕ_1 | = | 24 | mm |
| numero barre | n_2 | = | 32 | |
| diametro | ϕ_2 | = | 20 | mm |
| area totale | A_{sl} | = | 236.2 | cm ² |

materiali

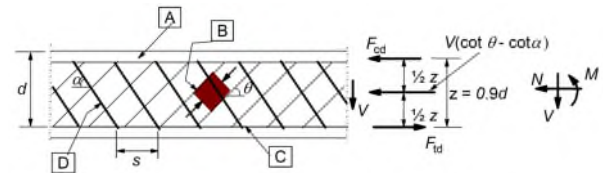
calcestruzzo

| | | | | |
|--|---------------|---|-------|-----|
| resistenza caratt. cilindrica a 28 gg. | f_{ck} | = | 24.9 | MPa |
| coeff. parziale di sicurezza | γ_c | = | 1.5 | |
| coeff. effetti a lungo termine | α_{cc} | = | 0.85 | |
| tensione di calcolo | f_{cd} | = | 14.1 | MPa |
| coeff. riduzione resistenza bielle | ν | = | 0.540 | |
| tensione di calcolo bielle | νf_{cd} | = | 7.6 | MPa |

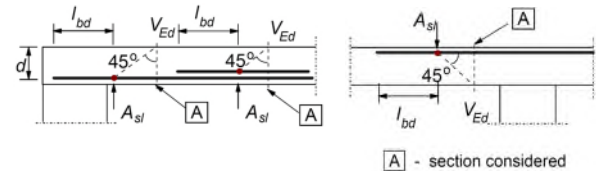
acciaio

| | | | | |
|------------------------------------|------------|---|-------|-----|
| tensione caratt. di snervamento | f_{yk} | = | 450.0 | MPa |
| coeff. parziale di sicurezza | γ_s | = | 1.15 | |
| tensione di snervamento di calcolo | f_{yd} | = | 391.3 | MPa |

legenda



[A] - compression chord, [B] - struts, [C] - tensile chord, [D] - shear reinforcement



[A] - section considered

sollecitazioni e verifiche

| | | | | |
|----------------------------------|-------------|---|--------|---------|
| taglio | V_{Ed} | = | 0 | kN |
| azione assiale | N_{Ed} | = | 0 | kN |
| resistenza elemento non armato | V_{Rdc} | = | 1511.1 | kN |
| resistenza armatura a taglio | V_{Rds} | = | 2662.6 | kN |
| resistenza bielle calcestruzzo | V_{Rdmax} | = | ##### | kN |
| inclinazione bielle calcestruzzo | θ | = | 30.0 | ° |
| sezione | | | | duttile |
| traslazione armatura long. | al | = | 88.6 | cm |

Caso 2: 4 braccia $\phi 14$, passo 15cm

verifica a taglio di una sezione rettangolare
secondo EN 1992-1-1:2004:E

geometria

sezione trasversale

| | | | | |
|----------------------------------|---|---|------|----|
| base | B | = | 545 | cm |
| altezza | H | = | 100 | cm |
| copriferro (asse armatura long.) | c | = | 11.4 | cm |
| altezza utile | d | = | 88.6 | cm |
| braccio coppia interna | z | = | 79.8 | cm |

armatura a taglio

| | | | | |
|----------------|----------|---|-------|-----------------|
| numero braccia | n | = | 8 | |
| diametro | ϕ | = | 14 | mm |
| passo | s | = | 15 | cm |
| inclinazione | α | = | 90 | ° |
| area | A_{sw} | = | 12.32 | cm ² |

armatura longitudinale tesa

| | | | | |
|--------------|----------|---|-------|-----------------|
| numero barre | n_1 | = | 30 | |
| diametro | ϕ_1 | = | 24 | mm |
| numero barre | n_2 | = | 32 | |
| diametro | ϕ_2 | = | 20 | mm |
| area totale | A_{sl} | = | 236.2 | cm ² |

materiali

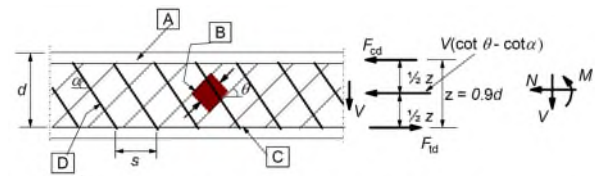
calcestruzzo

| | | | | |
|--|---------------|---|-------|-----|
| resistenza caratt. cilindrica a 28 gg. | f_{ck} | = | 24.9 | MPa |
| coeff. parziale di sicurezza | γ_c | = | 1.5 | |
| coeff. effetti a lungo termine | α_{cc} | = | 0.85 | |
| tensione di calcolo | f_{cd} | = | 14.1 | MPa |
| coeff. riduzione resistenza bielle | v | = | 0.540 | |
| tensione di calcolo bielle | $v f_{cd}$ | = | 7.6 | MPa |

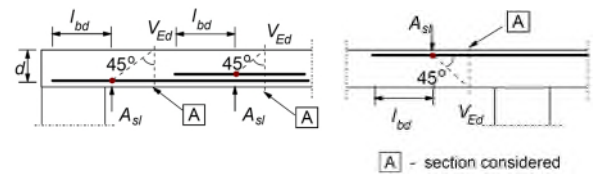
acciaio

| | | | | |
|------------------------------------|------------|---|-------|-----|
| tensione caratt. di snervamento | f_{yk} | = | 450.0 | MPa |
| coeff. parziale di sicurezza | γ_s | = | 1.15 | |
| tensione di snervamento di calcolo | f_{yd} | = | 391.3 | MPa |

legenda



[A] - compression chord, [B] - struts, [C] - tensile chord, [D] - shear reinforcement



[A] - section considered

sollecitazioni e verifiche

| | | | | |
|----------------------------------|-------------|---|--------|---------|
| taglio | V_{Ed} | = | 0 | kN |
| azione assiale | N_{Ed} | = | 0 | kN |
| resistenza elemento non armato | V_{Rdc} | = | 1511.1 | kN |
| resistenza armatura a taglio | V_{Rds} | = | 4437.7 | kN |
| resistenza bielle calcestruzzo | V_{Rdmax} | = | ##### | kN |
| inclinazione bielle calcestruzzo | θ | = | 30.0 | ° |
| sezione | | | | duttile |
| traslazione armatura long. | a_l | = | 88.6 | cm |

Caso 3: 4 braccia $\phi 14$, passo 10cm

verifica a taglio di una sezione rettangolare

secondo EN 1992-1-1:2004:E

geometria

sezione trasversale

| | | | | |
|----------------------------------|---|---|------|----|
| base | B | = | 545 | cm |
| altezza | H | = | 100 | cm |
| copriferro (asse armatura long.) | c | = | 11.4 | cm |
| altezza utile | d | = | 88.6 | cm |
| braccio coppia interna | z | = | 79.8 | cm |

armatura a taglio

| | | | | |
|----------------|----------|---|-------|-----------------|
| numero braccia | n | = | 8 | |
| diametro | ϕ | = | 14 | mm |
| passo | s | = | 10 | cm |
| inclinazione | α | = | 90 | ° |
| area | A_{sw} | = | 12.32 | cm ² |

armatura longitudinale tesa

| | | | | |
|--------------|----------|---|-------|-----------------|
| numero barre | n_1 | = | 30 | |
| diametro | ϕ_1 | = | 24 | mm |
| numero barre | n_2 | = | 32 | |
| diametro | ϕ_2 | = | 20 | mm |
| area totale | A_{sl} | = | 236.2 | cm ² |

materiali

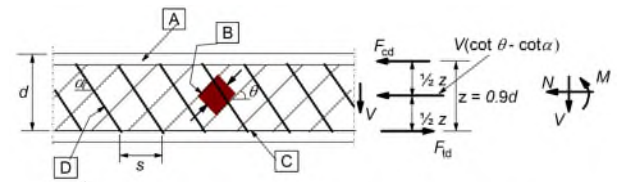
calcestruzzo

| | | | | |
|--|---------------|---|-------|-----|
| resistenza caratt. cilindrica a 28 gg. | f_{ck} | = | 24.9 | MPa |
| coeff. parziale di sicurezza | γ_c | = | 1.5 | |
| coeff. effetti a lungo termine | α_{cc} | = | 0.85 | |
| tensione di calcolo | f_{cd} | = | 14.1 | MPa |
| coeff. riduzione resistenza bielle | ν | = | 0.540 | |
| tensione di calcolo bielle | νf_{cd} | = | 7.6 | MPa |

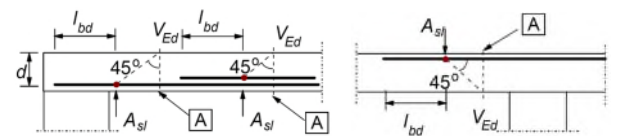
acciaio

| | | | | |
|------------------------------------|------------|---|-------|-----|
| tensione caratt. di snervamento | f_{yk} | = | 450.0 | MPa |
| coeff. parziale di sicurezza | γ_s | = | 1.15 | |
| tensione di snervamento di calcolo | f_{yd} | = | 391.3 | MPa |

legenda



[A] - compression chord, [B] - struts, [C] - tensile chord, [D] - shear reinforcement



[A] - section considered

sollecitazioni e verifiche

| | | | | |
|----------------------------------|-------------|---|--------|---------|
| taglio | V_{Ed} | = | 0 | kN |
| azione assiale | N_{Ed} | = | 0 | kN |
| resistenza elemento non armato | V_{Rdc} | = | 1511.1 | kN |
| resistenza armatura a taglio | V_{Rds} | = | 6656.6 | kN |
| resistenza bielle calcestruzzo | V_{Rdmax} | = | ##### | kN |
| inclinazione bielle calcestruzzo | θ | = | 30.0 | ° |
| sezione | | | | duttile |
| traslazione armatura long. | a_l | = | 88.6 | cm |

4. Caso 3A: 4 braccia $\phi 14$, passo 10cm ($\theta=25^\circ$)**verifica a taglio di una sezione rettangolare**

secondo EN 1992-1-1:2004:E

geometria**sezione trasversale**

| | | | | |
|----------------------------------|---|---|------|----|
| base | B | = | 545 | cm |
| altezza | H | = | 100 | cm |
| copriferro (asse armatura long.) | c | = | 11.4 | cm |
| altezza utile | d | = | 88.6 | cm |
| braccio coppia interna | z | = | 79.8 | cm |

armatura a taglio

| | | | | |
|----------------|----------|---|-------|-----------------|
| numero braccia | n | = | 8 | |
| diametro | ϕ | = | 14 | mm |
| passo | s | = | 10 | mm |
| inclinazione | α | = | 90 | ° |
| area | A_{sw} | = | 12.32 | cm ² |

armatura longitudinale tesa

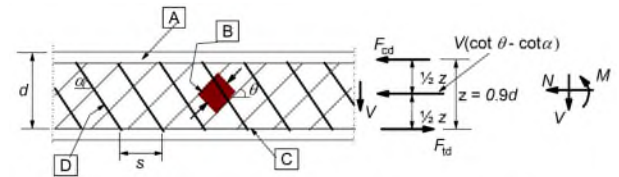
| | | | | |
|--------------|----------|---|-------|-----------------|
| numero barre | n_1 | = | 30 | |
| diametro | ϕ_1 | = | 24 | mm |
| numero barre | n_2 | = | 32 | |
| diametro | ϕ_2 | = | 20 | mm |
| area totale | A_{sl} | = | 236.2 | cm ² |

materiali**calcestruzzo**

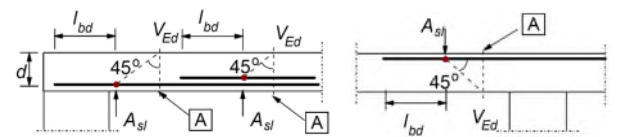
| | | | | |
|--|---------------|---|-------|-----|
| resistenza caratt. cilindrica a 28 gg. | f_{ck} | = | 24.9 | MPa |
| coeff. parziale di sicurezza | γ_c | = | 1.5 | |
| coeff. effetti a lungo termine | α_{cc} | = | 0.85 | |
| tensione di calcolo | f_{cd} | = | 14.1 | MPa |
| coeff. riduzione resistenza bielle | ν | = | 0.540 | |
| tensione di calcolo bielle | νf_{cd} | = | 7.6 | MPa |

acciaio

| | | | | |
|------------------------------------|------------|---|-------|-----|
| tensione caratt. di snervamento | f_{yk} | = | 450.0 | MPa |
| coeff. parziale di sicurezza | γ_s | = | 1.15 | |
| tensione di snervamento di calcolo | f_{yd} | = | 391.3 | MPa |

legenda

[A] - compression chord, [B] - struts, [C] - tensile chord, [D] - shear reinforcement



[A] - section considered

sollecitazioni e verifiche

| | | | | |
|----------------------------------|-------------|---|--------|---------|
| taglio | V_{Ed} | = | 0 | kN |
| azione assiale | N_{Ed} | = | 0 | kN |
| resistenza elemento non armato | V_{Rdc} | = | 1511.1 | kN |
| resistenza armatura a taglio | V_{Rds} | = | 8241.7 | kN |
| resistenza bielle calcestruzzo | V_{Rdmax} | = | ##### | kN |
| inclinazione bielle calcestruzzo | θ | = | 25.0 | ° |
| sezione | | | | duttile |
| traslazione armatura long. | a_l | = | 88.6 | cm |

5. Caso 3B: 4 braccia $\phi 14$, passo 10cm ($\theta=21^\circ$)

verifica a taglio di una sezione rettangolare
secondo EN 1992-1-1:2004:E

geometria

sezione trasversale

| | | | |
|----------------------------------|-----|------|----|
| base | B = | 545 | cm |
| altezza | H = | 100 | cm |
| copriferro (asse armatura long.) | c = | 12.1 | cm |
| altezza utile | d = | 87.9 | cm |
| braccio coppia interna | z = | 79.2 | cm |

armatura a taglio

| | | | |
|----------------|------------|-------|-----------------|
| numero braccia | n = | 8 | |
| diametro | ϕ = | 14 | mm |
| passo | s = | 10 | cm |
| inclinazione | α = | 90 | ° |
| area | A_{sw} = | 12.32 | cm ² |

armatura longitudinale tesa

| | | | |
|--------------|------------|-------|-----------------|
| numero barre | n_1 = | 42 | |
| diametro | ϕ_1 = | 26 | mm |
| numero barre | n_2 = | 32 | |
| diametro | ϕ_2 = | 20 | mm |
| area totale | A_{sl} = | 323.5 | cm ² |

materiali

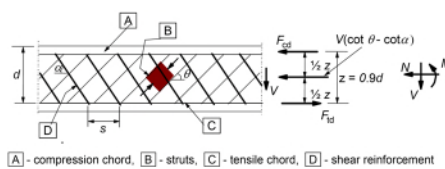
calcestruzzo

| | | | |
|--|-----------------|-------|-----|
| resistenza caratt. cilindrica a 28 gg. | f_{ck} = | 24.9 | MPa |
| coeff. parziale di sicurezza | γ_c = | 1.5 | |
| coeff. effetti a lungo termine | α_{cc} = | 0.85 | |
| tensione di calcolo | f_{cd} = | 14.1 | MPa |
| coeff. riduzione resistenza bielle | ν = | 0.540 | |
| tensione di calcolo bielle | νf_{cd} = | 7.6 | MPa |

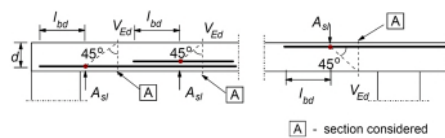
acciaio

| | | | |
|------------------------------------|--------------|-------|-----|
| tensione caratt. di snervamento | f_{yk} = | 450.0 | MPa |
| coeff. parziale di sicurezza | γ_s = | 1.15 | |
| tensione di snervamento di calcolo | f_{yd} = | 391.3 | MPa |

legenda



[A] - compression chord, [B] - struts, [C] - tensile chord, [D] - shear reinforcement



[A] - section considered

sollecitazioni e verifiche

| | | | |
|----------------|------------|---|----|
| taglio | V_{Ed} = | 0 | kN |
| azione assiale | N_{Ed} = | 0 | kN |

| | | | |
|--------------------------------|-------------|--------|----|
| resistenza elemento non armato | V_{Rdc} = | 2175.9 | kN |
|--------------------------------|-------------|--------|----|

| | | | |
|------------------------------|-------------|--------|----|
| resistenza armatura a taglio | V_{Rds} = | 9535.7 | kN |
|------------------------------|-------------|--------|----|

| | | | |
|--------------------------------|---------------|-------|----|
| resistenza bielle calcestruzzo | V_{Rdmax} = | ##### | kN |
|--------------------------------|---------------|-------|----|

| | | | |
|----------------------------------|------------|------|---|
| inclinazione bielle calcestruzzo | θ = | 21.8 | ° |
|----------------------------------|------------|------|---|

| | | |
|---------|--|---------|
| sezione | | duttile |
|---------|--|---------|

| | | | |
|----------------------------|---------|------|----|
| traslazione armatura long. | a_l = | 87.9 | cm |
|----------------------------|---------|------|----|

servizio

| | | | |
|---------------|---|--------|-----|
| α | = | 1.571 | rad |
| θ | = | 0.380 | rad |
| C_{Rdc} | = | 0.12 | |
| k | = | 1.48 | |
| ρ_l | = | 0.0067 | |
| k_1 | = | 0.15 | |
| V_{min} | = | 0.313 | |
| σ_{cp} | = | 0.00 | MPa |
| V_{Rdc} | = | 2175.9 | kN |
| $V_{Rdcmmin}$ | = | 1502.5 | kN |
| α_{cw} | = | 1.0 | |

angolo θ

scelta **imposto**

$\theta_{imposto}$ = 21.8 °

$\theta_{calcolato}$ = 19.9 °

θ_{inf} = 21.8 °

θ_{sup} = 45 °

A partire dalle resistenze di calcolo sopra definite, le resistenze calcolate a metro lineare per il caso in esame sono:

- 4 braccia $\phi 14$ passo 25cm: $V_{rds}/L = 488.6$ kN/m
- 4 braccia $\phi 14$ passo 15cm: $V_{rds}/L = 814.3$ kN/m
- 4 braccia $\phi 14$ passo 10: $V_{rds}/L = 1221.4$ kN/m
- 4 braccia $\phi 14$ passo 10 ($\theta=25^\circ$): $V_{rds}/L = 1512.2$ kN/m
- 4 braccia $\phi 14$ passo 10 ($\theta=21^\circ$): $V_{rds}/L = 1750$ kN/m

I diagrammi del taglio resistente a metro lineare così calcolato sono confrontati con le sollecitazioni di taglio a metro lineare determinate dal programma Paratie, in modo da verificare la resistenza a taglio lungo tutta l'altezza dei diaframmi, come riportato nelle seguenti immagini,

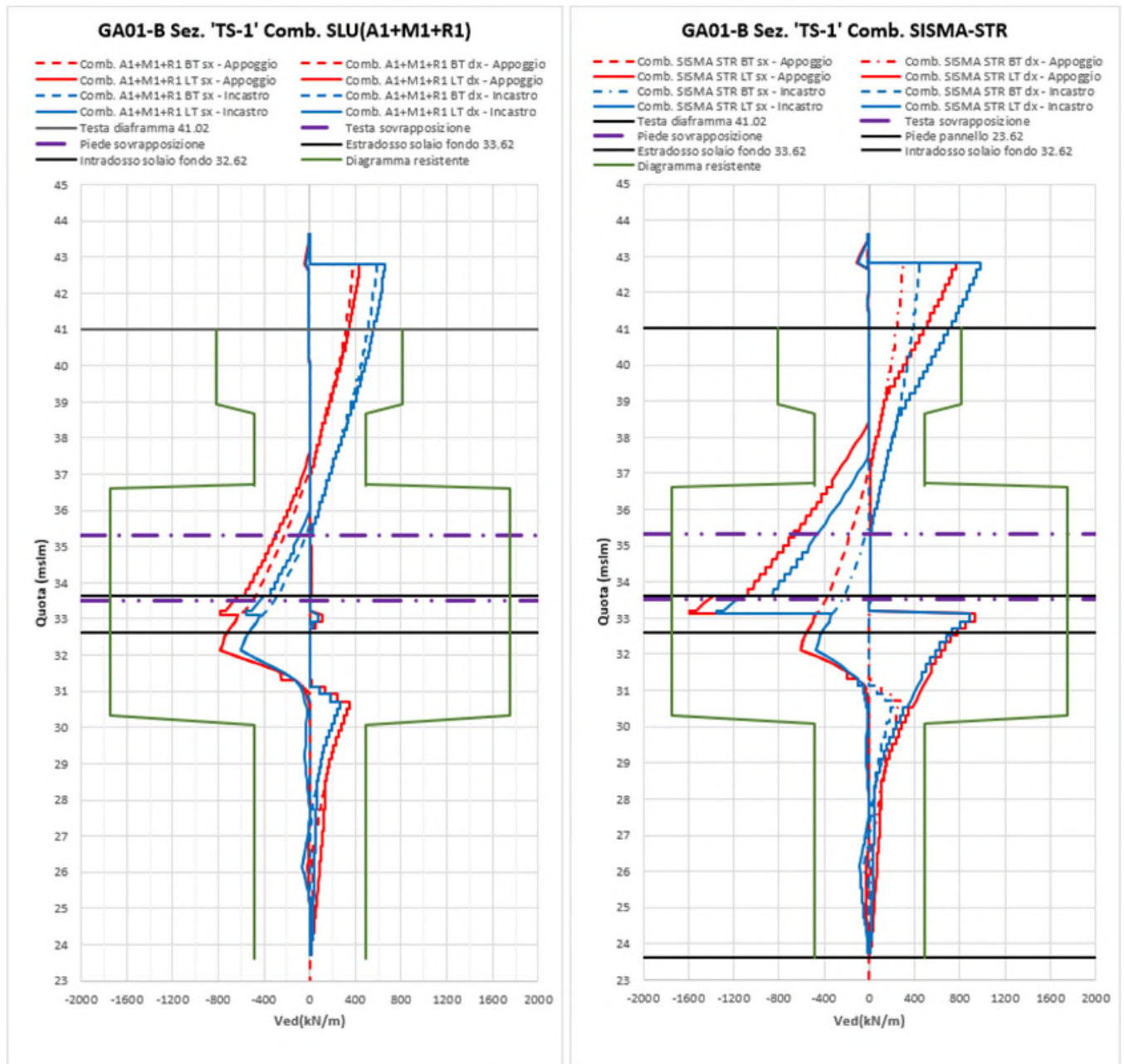


Figura 49 Diaframma TS-1- Diagramma azioni taglianti e resistenti allo SLU - valori in kN/m

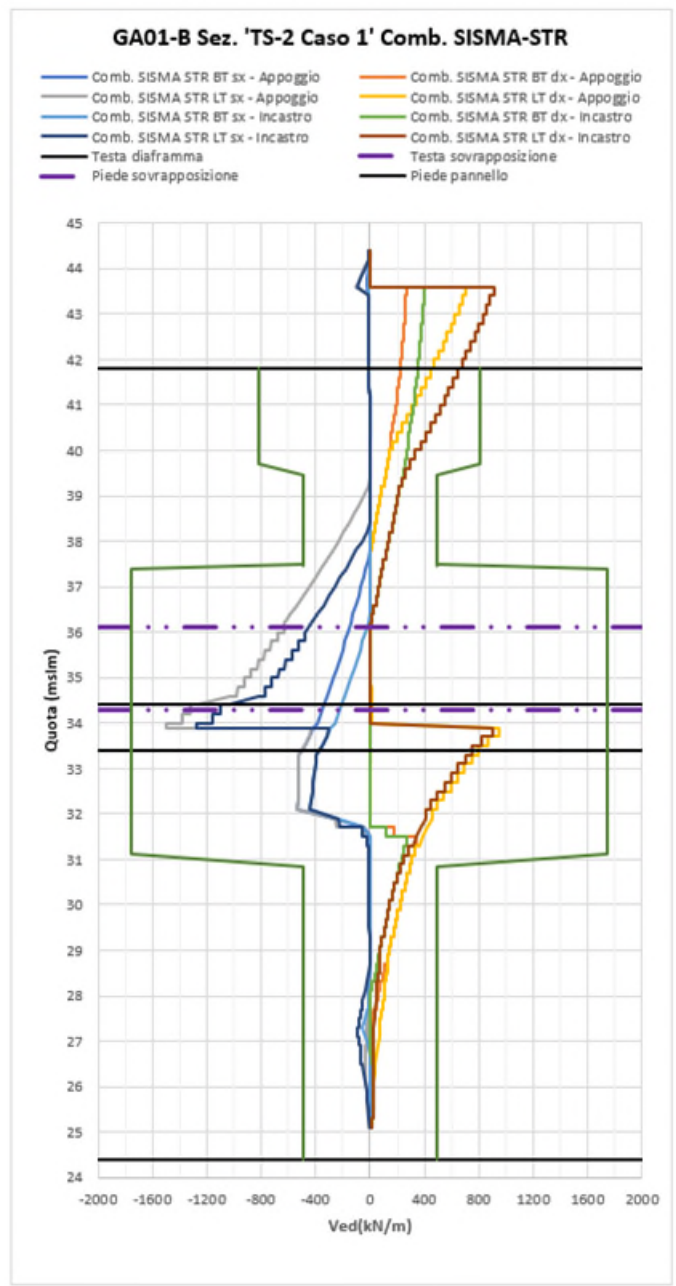
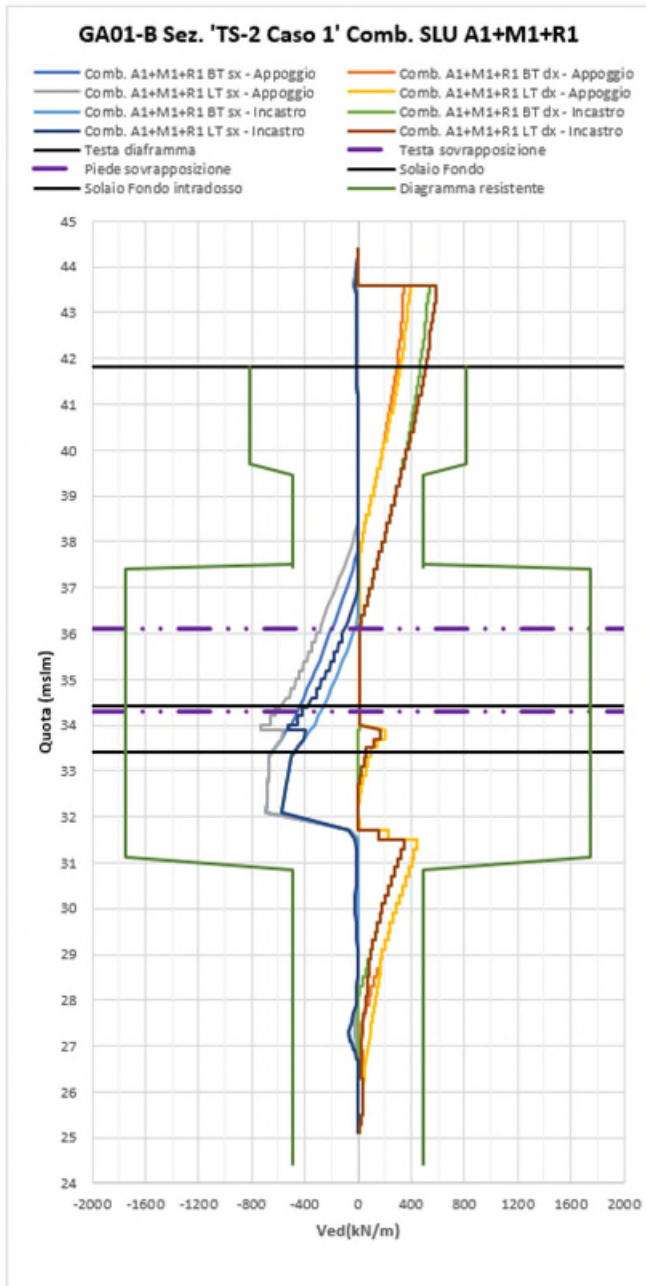


Figura 50 Diaframma TS-2-Caso 1- Diagramma azioni taglianti e resistenti allo SLU - valori in kN/m

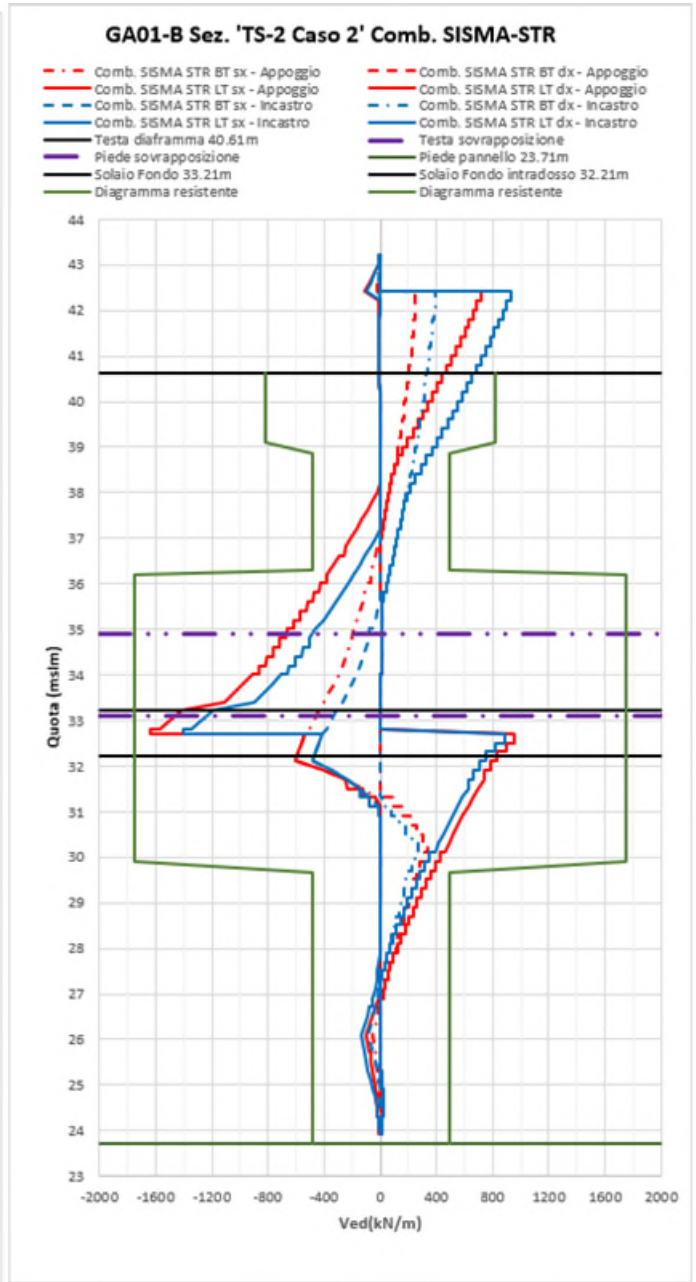
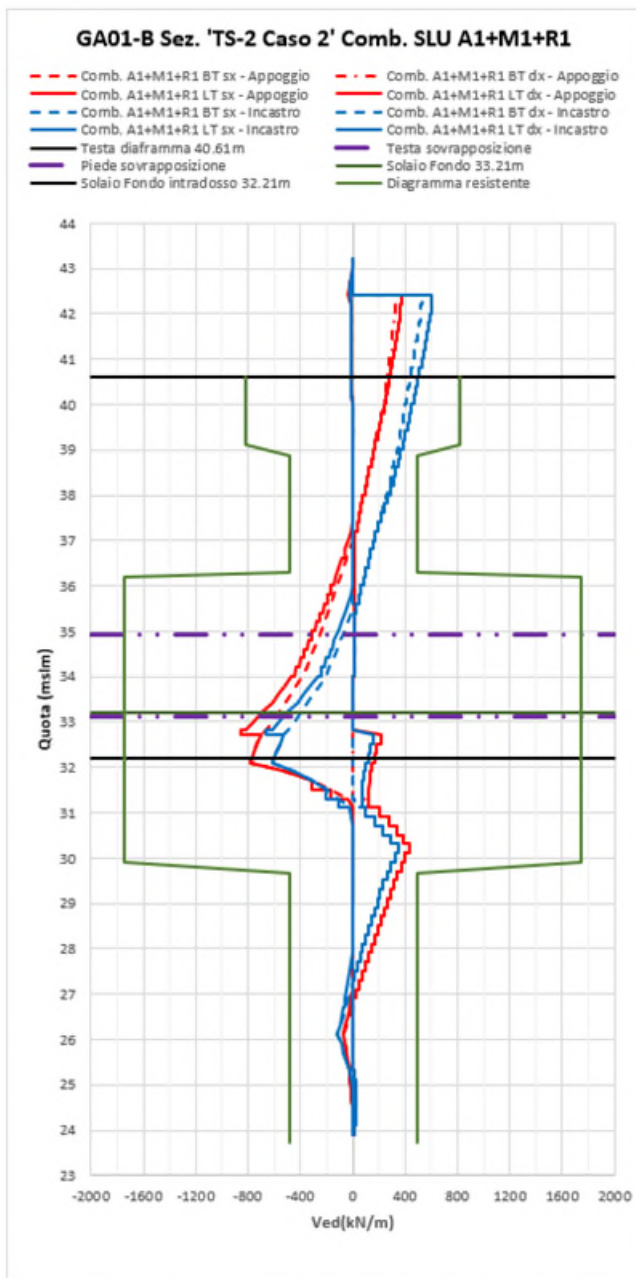


Figura 51 Diaframma TS-2-Caso 2- Diagramma azioni taglianti e resistenti allo SLU - valori in kN/m

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|----------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 136 di 205 |

11.2 Tipologia armatura 'Tipo 2' (Schema TS-3 e TS-4)

Nella tabella seguente si riassumono le massime sollecitazioni flettenti ottenute dall'involuppo dei risultati degli schemi di calcolo 'TS-3' e 'TS-4' utilizzate per il dimensionamento dell'armatura 'Tipo 2'.

Le verifiche sono effettuate considerando i fili strutturali di seguito indicati:

- sollecitazioni testa diaframma riferite ad asse cordolo.
- in corrispondenza del solettone di fondo del manufatto a "U" interno, il picco delle sollecitazioni flettenti è valutato ad $\frac{1}{4}$ dello spessore dall'asse della soletta.

Tabella 41 Sollecitazioni flettenti dimensionanti

| INVILUPPO TS-4 / TS-3 | SLS-rara | | | | SLU | | | |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT Diafr.) | |
| | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo |
| Sollecitazioni | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | Terra (kN*m/m) | Scavo (kN*m/m) | (kN*m/m) | Scavo (kN*m/m) |
| Asse copertura | 905 | 0 | 978 | 0 | 1251 | 0 | 1457 | 0 |
| Intradosso copertura | 653 | 141 | 701 | 168 | 909 | 183 | 1019 | 423 |
| Testa diaframma* | 366 | 315 | 384 | 368 | 523 | 409 | 582 | 893 |
| Gabbia 1 | 366 | 684 | 384 | 734 | 523 | 889 | 582 | 1409 |
| Sovrapposizione | 53 | 581 | 287 | 589 | 68 | 756 | 1673 | 766 |
| Gabbia 2 | 586 | 239 | 586 | 239 | 762 | 317 | 2107 | 317 |

11.2.1.1 Dimensionamento armatura longitudinale

Di seguito si riportano le tabelle con le sollecitazioni a flessione per le singole tipologie di diaframmi presenti. Per ognuno di essi è effettuato il dimensionamento dell'armatura longitudinale. Le verifiche sono state effettuate con il software di calcolo RC-Sec indicato al § 2.3.

- P1 pannello primario di lunghezza L=5.45 m
- S1 pannello secondario di lunghezza L=5.05 m
- P2 e S2 Pannelli primari e secondari di lunghezza 2.5 m

Le gabbie di armatura sono riportate negli elaborati di progetto allegati alla presente relazione: le gabbie di armatura definite di seguito, si susseguono lungo l'altezza del diaframma, e si rendono necessarie considerato il limite sulla massima lunghezza trasportabile.

Le verifiche sono effettuate in accordo con il metodo semiprobabilistico agli stati limite ultimi secondo i criteri riportati nelle NTC 08 per le strutture in calcestruzzo armato.

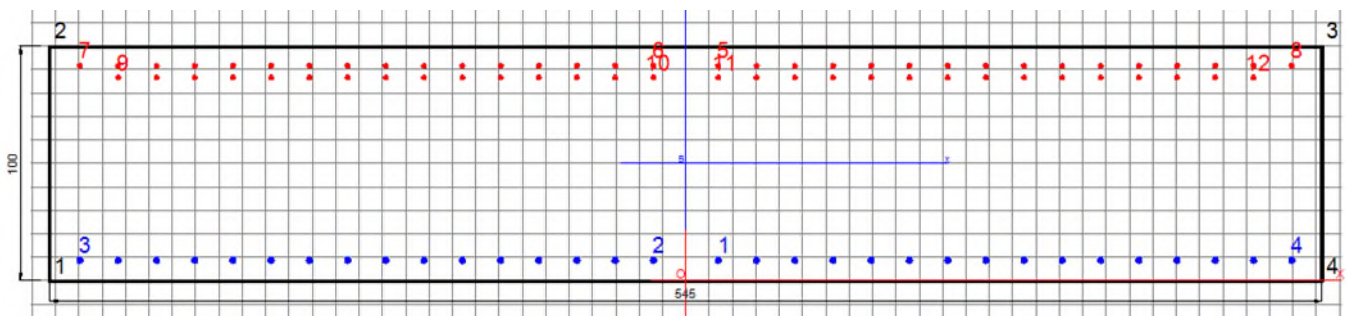
11.2.1.1.1 Pannello P1 (base pannello 5.45m)

Tabella 42 Pannello P1 Sollecitazioni di progetto allo SLE e SLU

P1

| | I | | | | 5.45 m | | | |
|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | SLS-rara | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | SLU | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | |
| | Inv.BT (Diafr.) | Inv.LT (Fod+Diafr.) | Inv.BT (Diafr.) | Inv.LT (Fod+Diafr.) | Inv.BT (Diafr.) | Inv.LT (Fod+Diafr.) | Inv.BT (Diafr.) | Inv.LT (Fod+Diafr.) |
| Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | |
| (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | Terra (kN*m/m) | Scavo (kN*m/m) | Terra (kN*m/m) | Scavo (kN*m/m) | |
| Testa diaframma | 1997 | 1717 | 2094 | 2007 | 2852 | 2231 | 3170 | 4866 |
| Gabbia 1 | 1997 | 3726 | 2094 | 4003 | 2852 | 4845 | 3170 | 7679 |
| Sovrapposizione | 287 | 3167 | 1563 | 3209 | 371 | 4119 | 9117 | 4173 |
| Gabbia 2 | 3194 | 1303 | 3194 | 1303 | 4151 | 1729 | 11484 | 1729 |

- Gabbia di armatura No. 1 (Lembo teso superiore lato terra, M<0)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriero netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interfero 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 Storzo 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
 N Res Storzo 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
 Ms.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 Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms.Sic. | As Totale |
|--------|-----|------|----------|-------|----------|---------|--------------|
| 1 | S | 0.00 | -3170.00 | 0.00 | -6417.14 | 2.02 | 364.7(163.5) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
 Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
 Xc max Ascissa in cm della fibra corisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corisp. 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 corisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys min Ordinata in cm della barra corisp. 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 corisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys max Ordinata in cm della barra corisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -272.5 | 0.0 | 0.00042 | -259.5 | 8.7 | -0.02890 | 259.5 | 91.6 |

| | |
|---|---|
|  Consorzio IricAV Due |  ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANI |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 Lotto 11 Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 Rev. A Foglio 138 di 205 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione | | |
| N°Comb. | N | Mx | My |
| 1 | 0.00 | -2100.00 | 0.00 |

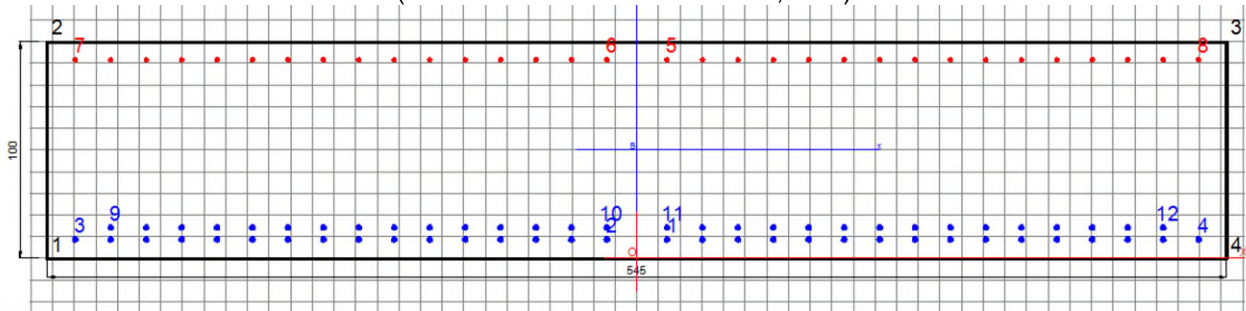
COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NT/EC2)

| | | | | | | | | | |
|----------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 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 | 3.20 | -272.5 | 0.0 | -137.7 | 243.1 | 91.6 | 13553 | 194.8 |

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 [cf. 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 ammessi nazionali | | | | | | | | | | |
| Ø | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi nazionali | | | | | | | | | | |
| Cf | Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2] | | | | | | | | | | |
| e sm - e cm | Copri ferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa | | | | | | | | | | |
| sr max | Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] | | | | | | | | | | |
| wk | Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC] | | | | | | | | | | |
| Mx fess. | Massima distanza tra le fessure [mm] | | | | | | | | | | |
| My fess. | Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi | | | | | | | | | | |
| | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [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 | -0.00077 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 74 | 0.00041 (0.00041) | 488 | 0.200 (990.00) | -2786.97 | 0.00 |

- Gabbia di armatura No. 1 (Lembo teso inferiore lato scavo, M>0)



| | | |
|--|--|---|
| Legenda barre ● 62 Ø 26 ● 32 Ø 20 As tot = 429.7 (0.8 %) | Dati sezione solo conglom. ASSI X,Y RIFERIMENTO SEZIONE: Area = 54500 cm² Y baric. = 50.000 cm SX = 2725000 cm³ JX = 181666667 cm⁴ ASSI x,y PRINCIPALI INERZIA: | Visualizza <input checked="" type="checkbox"/> Assi riferimento sezione <input checked="" type="checkbox"/> Quotatura sezione <input checked="" type="checkbox"/> Numer. vertici congl. <input checked="" type="checkbox"/> Numerazione barre <input checked="" type="checkbox"/> Griglia di riferimento Passo griglia (cm) 10.0 |
|--|--|---|

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Coprifero netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interfero 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
 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
 Ms.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 Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms.Sic. | As Totale |
|--------|-----|------|---------|-------|----------|---------|--------------|
| 1 | S | 0.00 | 7680.00 | 0.00 | 10518.56 | 1.37 | 429.7(163.5) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -272.5 | 100.0 | 0.00160 | 13.9 | 91.6 | -0.01716 | 13.9 | 8.7 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|---------|------|
| 1 | 0.00 | 4010.00 | 0.00 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NT/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 |

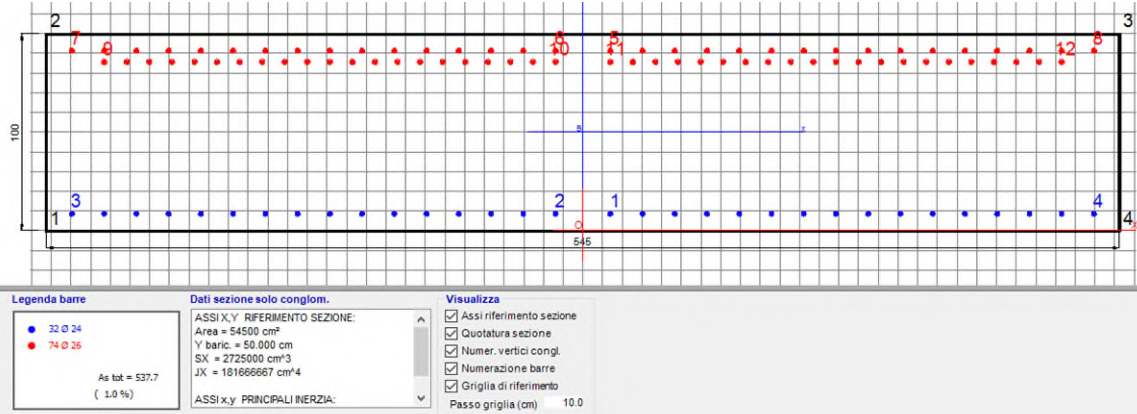
| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 5.41 | -272.5 | 100.0 | -161.9 | 243.1 | 8.7 | 12663 | 329.2 |

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; = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2] |
| k3 | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi nazionali |
| k4 | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi 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 = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC] |
| sr max | Massima distanza tra le fessure [mm] |
| wk | Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(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 | -0.00093 | 0.00000 | 0.500 | 26.0 | 74 | 0.00049 (0.00049) | 422 | 0.200 (990.00) | 2947.31 | 0.00 |

- Gabbia di armatura No. 2 (Lembo teso superiore lato terra $M < 0$)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 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
 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
 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 Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Mis. Sic. | As Totale |
|--------|-----|------|-----------|-------|-----------|-----------|--------------|
| 1 | S | 0.00 | -11490.00 | 0.00 | -12396.70 | 1.08 | 537.7(163.5) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -272.5 | 0.0 | 0.00170 | -259.5 | 8.6 | -0.01560 | 259.5 | 91.3 |

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|----------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 142 di 205 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione | | |
| N°Comb. | N | Mx | My |
| 1 | 0.00 | -3200.00 | 0.00 |

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 | | | | | | | | |

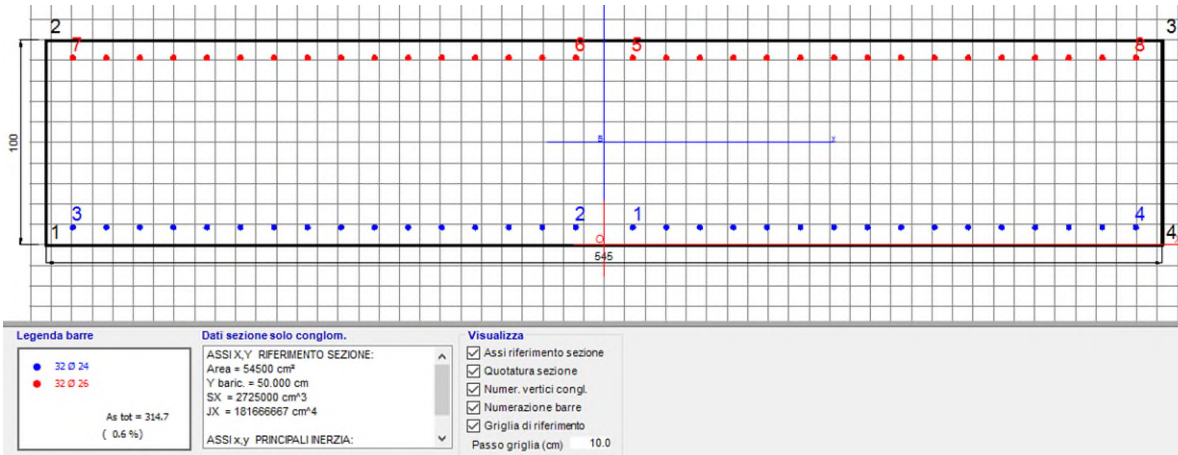
| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 3.98 | -272.5 | 0.0 | -110.5 | 243.1 | 91.3 | 12281 | 392.9 |

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 | | | | | | | | | | | |
| e1 | Esito della verifica | | | | | | | | | | | |
| e2 | Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata | | | | | | | | | | | |
| k1 | Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2] | | | | | | | | | | | |
| kt | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cf. 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 ammessi nazionali | | | | | | | | | | | |
| k4 | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi nazionali | | | | | | | | | | | |
| Ø | Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2] | | | | | | | | | | | |
| Cf | Copri ferro [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 | -0.00063 | 0.00000 | 0.500 | 26.0 | 74 | 0.00033 (0.00033) | 390 0.129 (990.00) | -3074.29 | 0.00 |

- Gabbia di armatura No. 2 (Lembo teso inferiore lato scavo M>0)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copifero netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interfero netto minimo barre longitudinali: 13.8 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
 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
 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 Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N° Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms. Sic. | As Totale |
|---------|-----|------|---------|-------|---------|----------|--------------|
| 1 | S | 0.00 | 1780.00 | 0.00 | 4961.64 | 2.79 | 314.7(163.5) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

| N° Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|---------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -272.5 | 100.0 | 0.00005 | 13.9 | 91.3 | -0.03276 | 13.9 | 8.6 |

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|----------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 144 di 205 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|---------|------|
| 1 | 0.00 | 1320.00 | 0.00 |

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 | 2.17 | -272.5 | 100.0 | -108.5 | 243.1 | 8.6 | 11880 | 144.8 |

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

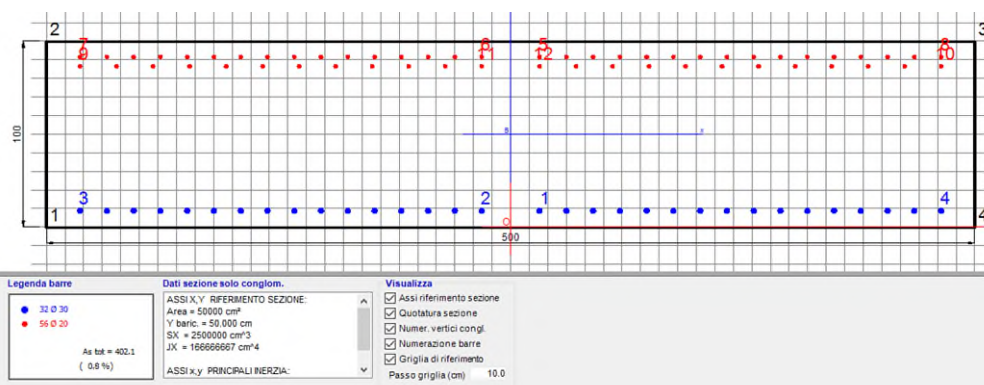
La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
Ver. Esito della verifica
e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cf. 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 ammessi nazionali
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi 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
Mxfess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
Myfess. 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 | -0.00061 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 74 | 0.00033 (0.00033) | 586 | 0.191 (990.00) | 2724.12 | 0.00 |

11.2.1.1.2 Pannello S1 (base pannello 5.0m)

| Pannello secondario S1 | SLS-rara | | | | SLU | | | |
|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | |
| | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) |
| Testa diaframma* | 1832 | 1575 | 1921 | 1842 | 2617 | 2047 | 2908 | 4464 |
| Gabbia 1 | 1832 | 3419 | 1921 | 3672 | 2617 | 4445 | 2908 | 7045 |
| Sovrapposizione | 263 | 2906 | 1434 | 2944 | 341 | 3779 | 8364 | 3829 |
| Gabbia 2 | 2931 | 1195 | 2931 | 1195 | 3808 | 1586 | 10536 | 1586 |

- Gabbia di armatura No. 1 (Lembo teso superiore lato terra, M<0)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriero netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
Interfero 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
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
Ms.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ; Mx Res, My Res) e (N,Mx,My)
As Totale Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1,000
Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms. Sic. | As Totale |
|--------|-----|------|----------|-------|----------|----------|--------------|
| 1 | S | 0.00 | -2920.00 | 0.00 | -5815.97 | 1.99 | 402.1(150.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -250.0 | 0.0 | 0.00029 | -231.9 | 8.9 | -0.02952 | 231.9 | 91.6 |

| | |
|--|---|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 Lotto 11 Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 Rev. A Foglio 146 di 205 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|----------|------|
| 1 | 0.00 | -1950.00 | 0.00 |

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 (sistem a 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

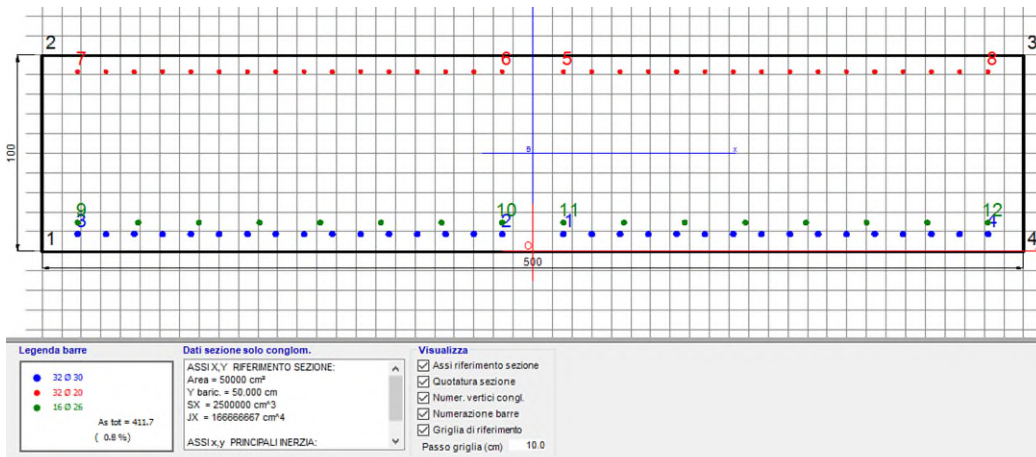
| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 3.08 | -250.0 | 0.0 | -140.2 | 217.5 | 91.6 | 12387 | 175.9 |

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

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
 Ver. Esito della verifica
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanent / = 0.6 per comb. frequent [cf. eq.(7.9)EC2]
 k2 = 0.5 per fessure; = (e1 + e2)/(2 * e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi 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 less. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 My less. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cmsr max | wk | Mx less | My less | |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|-----|----------------|----------|------|
| 1 | S | -0.00079 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 74 | 0.00042 (0.00042) | 491 | 0.200 (990.00) | -2503.99 | 0.00 |

- Gabbia di armatura No. 1 (Lembo teso inferiore lato scavo, M>0)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 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
 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
 Ms.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (NMx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms. Sic. | As Totale |
|--------|-----|------|---------|-------|----------|----------|--------------|
| 1 | S | 0.00 | 7050.00 | 0.00 | 10047.02 | 1.43 | 411.7(150.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -250.0 | 100.0 | 0.00161 | 15.6 | 91.6 | -0.01697 | 15.6 | 8.9 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|---------|------|
| 1 | 0.00 | 3680.00 | 0.00 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NT/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 |

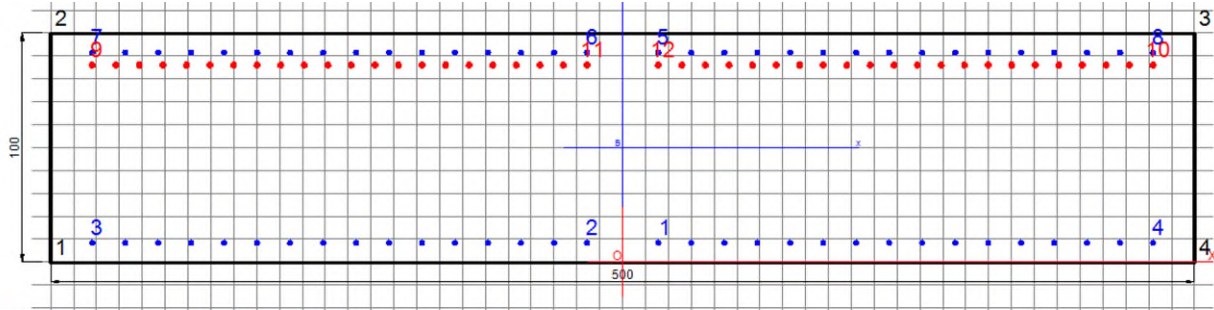
| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 5.24 | -250.0 | 100.0 | -152.7 | 217.5 | 8.9 | 11612 | 311.1 |

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

| | |
|-------------|---|
| Ver. | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} |
| e1 | Esito della verifica |
| e2 | Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata |
| k1 | Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata |
| kt | = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2] |
| k2 | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cf. eq.(7.9)EC2] |
| k3 | = 0.5 per fessure; = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2] |
| k4 | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi nazionali |
| k4 | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi 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] |
| sr max | Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC] |
| wk | Massima distanza tra le fessure [mm] |
| Mx fess. | Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max\{e_{sm} - e_{cm}\}$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi |
| My fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm] |
| 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 | -0.00088 | 0.00000 | 0.500 | 28.8 | 74 | 0.00046 (0.00046) | 434 | 0.199 (990.00) | 2747.22 | 0.00 |

- Gabbia di armatura No. 2 (Lembo teso superiore lato terra $M < 0$)



| | | |
|---|--|---|
| Legenda barre <ul style="list-style-type: none"> 64 Ø 22 44 Ø 26 <p>As tot = 476.9 (1.0 %)</p> | Dati sezione solo conglom. ASSI X,Y RIFERIMENTO SEZIONE: Area = 50000 cm ² Y baric. = 50.000 cm SX = 2500000 cm ³ JX = 166666667 cm ⁴ ASSI x,y PRINCIPALI INERZIA: | Visualizza <input checked="" type="checkbox"/> Assi riferimento sezione <input checked="" type="checkbox"/> Quotatura sezione <input checked="" type="checkbox"/> Numer. vertici congl. <input checked="" type="checkbox"/> Numerazione barre <input checked="" type="checkbox"/> Griglia di riferimento Passo griglia (cm) 10.0 |
|---|--|---|

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriero netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interfero 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
 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
 Ms.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (NMx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >= 1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms.Sic. | As Totale |
|--------|-----|------|-----------|-------|-----------|---------|--------------|
| 1 | S | 0.00 | -10540.00 | 0.00 | -11186.93 | 1.06 | 476.9(150.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -250.0 | 0.0 | 0.00174 | -231.9 | 8.5 | -0.01548 | 231.9 | 91.5 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|----------|------|
| 1 | 0.00 | -2950.00 | 0.00 |

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 |

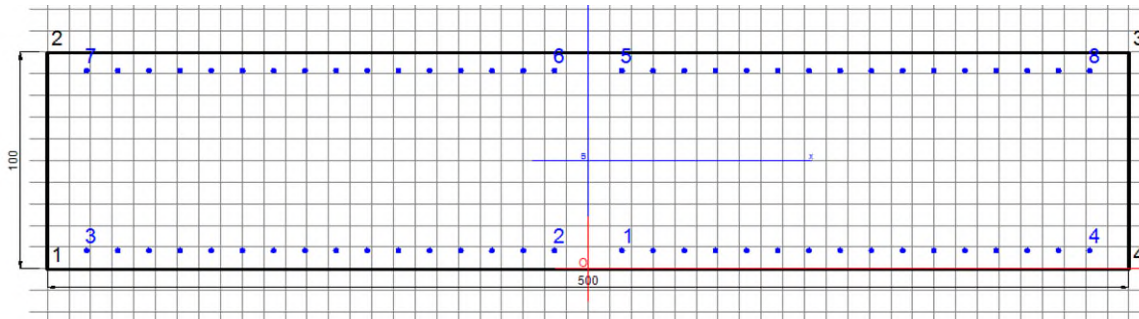
| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 4.07 | -250.0 | 0.0 | -113.6 | 217.5 | 91.5 | 11193 | 355.3 |

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 ammessi nazionali |
| k4 | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi 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 |
| M _x fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm] |
| M _y 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 | M _x fess | M _y fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-----------------------------------|--------|----------------|---------------------|---------------------|
| 1 | S | -0.00065 | 0.00000 | 0.500 | 24.5 | 74 | 0.00034 (0.00034) | 383 | 0.130 (990.00) | -2798.48 | 0.00 |

- Gabbia di armatura No. 2 (Lembo teso inferiore lato scavo M>0)



| | | |
|--|---|--|
| Legenda barre | Dati sezione solo conglom. | Visualizza |
| <ul style="list-style-type: none"> 64 Ø 22 As tot = 243.3 (0.5 %) | ASSI X,Y RIFERIMENTO SEZIONE: Area = 50000 cm² Y baric. = 50.000 cm SX = 2500000 cm³ JX = 166666667 cm⁴ ASSI x,y PRINCIPALI INERZIA: | <input checked="" type="checkbox"/> Assi riferimento sezione <input checked="" type="checkbox"/> Quotatura sezione <input checked="" type="checkbox"/> Numer. vertici congl. <input checked="" type="checkbox"/> Numerazione barre <input checked="" type="checkbox"/> Griglia di riferimento Passo griglia (cm) 10.0 |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Coprifero netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interfero netto minimo barre longitudinali: 12.2 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
 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
 Ms.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (NMx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms. Sic. | As Totale |
|--------|-----|------|---------|-------|---------|----------|--------------|
| 1 | S | 0.00 | 1600.00 | 0.00 | 4191.77 | 2.62 | 243.3(150.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -250.0 | 100.0 | -0.00003 | 15.6 | 91.5 | -0.03451 | 15.6 | 8.5 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|---------|------|
| 1 | 0.00 | 1200.00 | 0.00 |

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO

Progetto
IN17Lotto
11Codifica Documento
E12 CL GA 01 A4 0014Rev.
AFoglio
152 di 205

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 | 2.28 | -250.0 | 100.0 | -117.0 | 217.5 | 8.5 | 10313 | 121.6 |

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 [cf. 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 ammessi nazionali |
| Ø | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi 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 = $0.5 * S_{max} / E_s$ [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] |

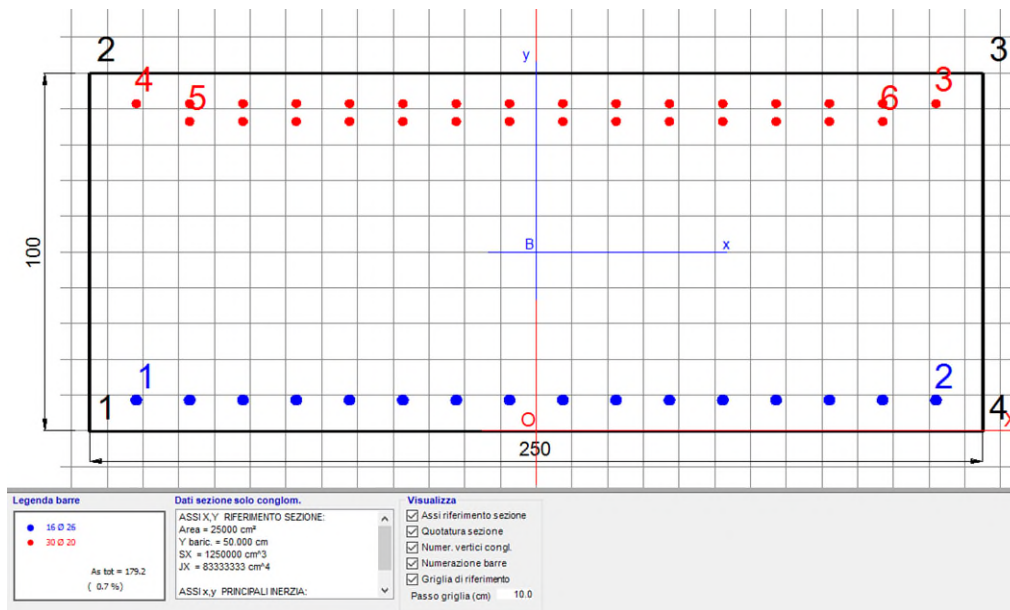
| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|----------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00066 | 0.00000 | 0.500 | 22.0 | 74 | 0.00035 (0.00035) | 569 | 0.200 (990.00) | 2455.12 | 0.00 |

11.2.1.1.3 Pannello P2 e S2 Pannelli primari e secondari (base pannello 2.5 m)

P2-S2

| | I | | | | 2.50 m | | | |
|------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | SLS-rara | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | SLU | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | |
| | Inv.BT (Diafr.) | Inv.LT (Fod+Diafr.) | Inv.LT (Fod+Diafr.) | Inv.LT (Fod+Diafr.) | Inv.BT (Diafr.) | Inv.LT (Fod+Diafr.) | Inv.LT (Fod+Diafr.) | Inv.LT (Fod+Diafr.) |
| | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo | Valore lato Terra | Valore lato Scavo |
| | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) | (kN*m/m) |
| Testa diaframma* | 916 | 788 | 961 | 921 | 1308 | 1023 | 1454 | 2232 |
| Gabbia 1 | 916 | 1709 | 961 | 1836 | 1308 | 2223 | 1454 | 3523 |
| Sovrapposizione | 132 | 1453 | 717 | 1472 | 170 | 1890 | 4182 | 1914 |
| Gabbia 2 | 1465 | 598 | 1465 | 598 | 1904 | 793 | 5268 | 793 |

- Gabbia di armatura No. 1 (Lembo teso superiore lato terra, M<0)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copri ferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interfero 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
 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
 Ms.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N e Mx Res, My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N° Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms. Sic. | As Totale |
|---------|-----|------|----------|-------|----------|----------|-------------|
| 1 | S | 0.00 | -1460.00 | 0.00 | -3101.32 | 2.12 | 179.2(75.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

| N° Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|---------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -125.0 | 0.0 | 0.00047 | -111.9 | 8.7 | -0.02836 | 111.9 | 91.6 |

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO

Progetto
IN17Lotto
11Codifica Documento
E12 CL GA 01 A4 0014Rev.
AFoglio
154 di 205

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|----------|------|
| 1 | 0.00 | -1000.00 | 0.00 |

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 (sistem a 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 apertura delle fessure

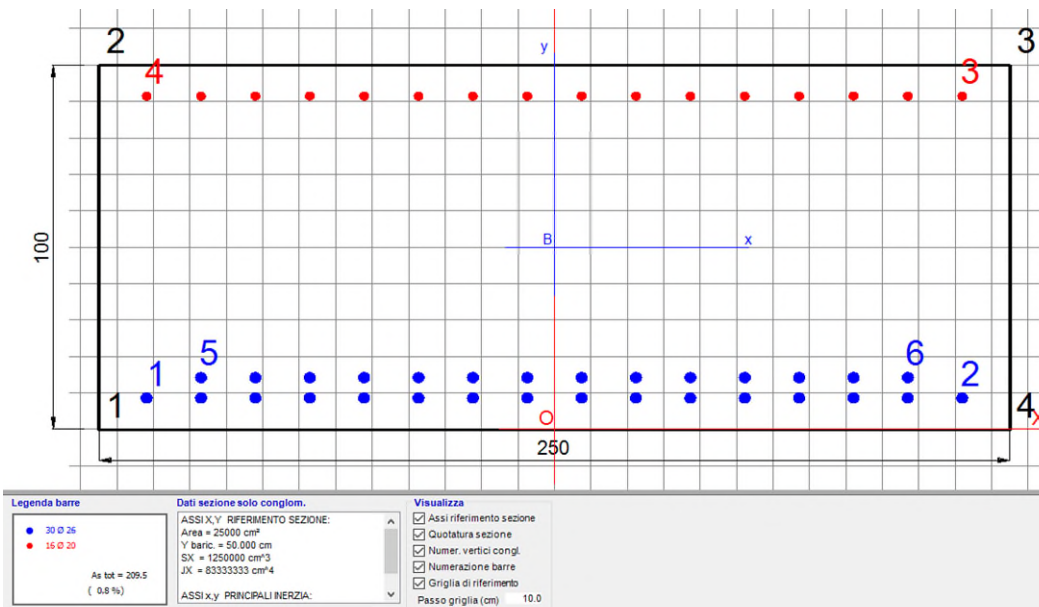
| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 3.22 | -125.0 | 0.0 | -135.4 | -97.0 | 91.6 | 6157 | 94.2 |

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

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
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 ammessi nazionali
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi 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 = 0.5 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 | -0.00076 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 74 | 0.00041 (0.00041) | 474 | 0.192 (990.00) | -1292.68 | 0.00 |

- Gabbia di armatura No. 1 (Lembo teso inferiore lato scavo, M>0)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copri ferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interfero 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
 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
 Ms.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r Mx Res, My Res) e (NMx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms. Sic. | As Totale |
|--------|-----|------|---------|-------|---------|----------|-------------|
| 1 | S | 0.00 | 3530.00 | 0.00 | 5084.74 | 1.44 | 209.5(75.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -125.0 | 100.0 | 0.00166 | 111.9 | 91.6 | -0.01654 | -111.9 | 8.7 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|---------|------|
| 1 | 0.00 | 1850.00 | 0.00 |

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 a 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

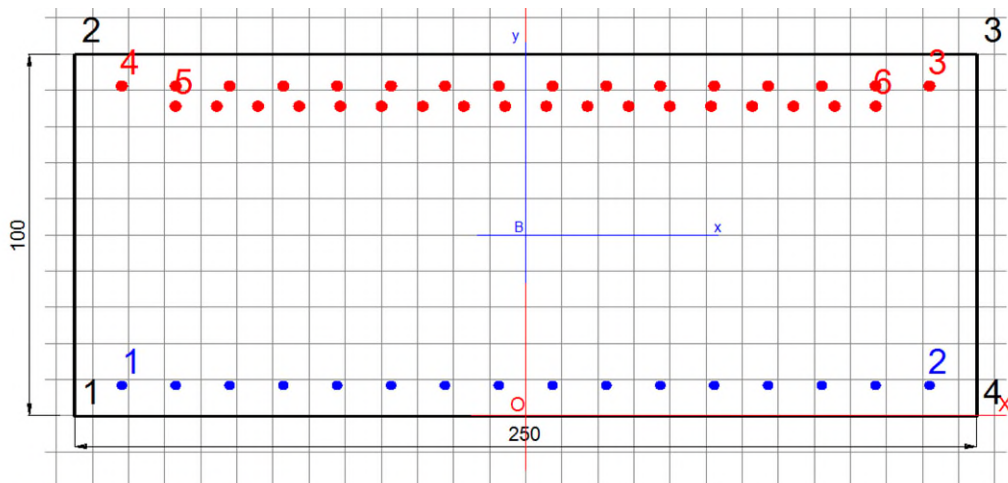
| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 5.30 | -125.0 | 100.0 | -154.3 | 97.0 | 8.7 | 5807 | 159.3 |

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

Ver. Esito della verifica
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cf. eq.(7.9)EC2]
 k2 = 0.5 per fessure; = (e1 + e2)/(2 * e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferito [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 sr max Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [§(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 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 | -0.00088 | 0.00000 | 0.500 | 26.0 | 74 | 0.00046 (0.00046) | 413 | 0.191 (990.00) | 1370.18 | 0.00 |

- Gabbia di armatura No. 2 (Lembo teso superiore lato terra M<0)



| | | |
|---|---|---|
| <p>Legenda barre</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 16 Ø 22 ● 34 Ø 25 <p>As tot = 241.3 (1.0 %)</p> | <p>Dati sezione solo conglom.</p> <p>ASSI X, Y RIFERIMENTO SEZIONE:</p> <p>Area = 25000 cm² Y baric. = 50.000 cm Sx = 1250000 cm³ Jx = 83333333 cm⁴</p> <p>ASSI x, y PRINCIPALI INERZIA:</p> | <p>Visualizza</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Assi riferimento sezione <input checked="" type="checkbox"/> Quotatura sezione <input checked="" type="checkbox"/> Numer. vertici congl. <input checked="" type="checkbox"/> Numerazione barre <input checked="" type="checkbox"/> Griglia di riferimento <p>Passo griglia (cm) 10.0</p> |
|---|---|---|

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

| | |
|---|--------|
| Copri ferro netto minimo barre longitudinali: | 7.4 cm |
| Interfero 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 |
| 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 |
| Ms.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N _r , M _x Res, My Res) e (N, M _x , My) |
| | Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000 |
| As Totale | Area totale barre longitudinali [cm ²]. (Tra parentesi il valore minimo di normativa) |

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms.Sic. | As Totale |
|--------|-----|------|----------|-------|----------|---------|-------------|
| 1 | S | 0.00 | -5270.00 | 0.00 | -5706.37 | 1.08 | 241.3(75.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| | |
|--------|---|
| ec max | Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione |
| | Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrip. a ec max (sistema rif. X, Y, O sez.) |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrip. 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 corrip. a es min (sistema rif. X, Y, O sez.) |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrip. 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 corrip. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.) |
| Ys max | Ordinata in cm della barra corrip. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.) |

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -125.0 | 0.0 | 0.00177 | -111.9 | 8.5 | -0.01513 | 111.9 | 91.3 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione |

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|----------|------|
| 1 | 0.00 | -1470.00 | 0.00 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NT/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 corrip. 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 corrip. a Ss min (sistem a 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 |

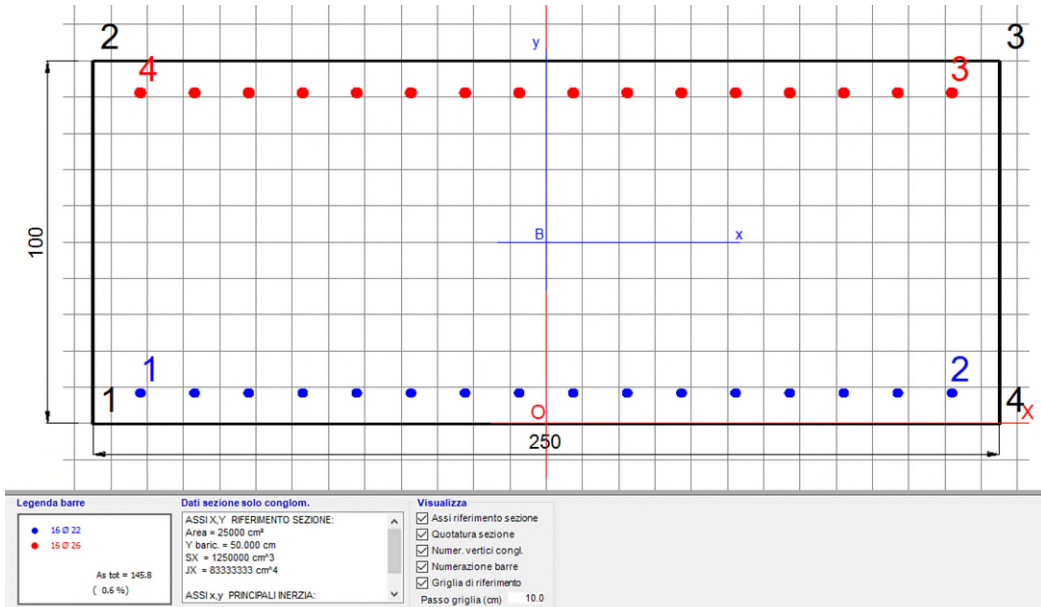
| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 4.00 | -125.0 | 0.0 | -109.9 | -97.0 | 91.3 | 5633 | 180.5 |

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

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Ver. | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} | | | | | | | | | | |
| e1 | Esito della verifica | | | | | | | | | | |
| e2 | Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata | | | | | | | | | | |
| k1 | Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2] | | | | | | | | | | |
| kt | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cf. 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 ammessi nazionali | | | | | | | | | | |
| k4 | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi nazionali | | | | | | | | | | |
| Ø | Diametro [mm] equivalente delle barre tese compresse nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2] | | | | | | | | | | |
| Cf | Copri ferro [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 = 0.5 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 | | |
|-------|-----|----|----------|---------|-------|------|--------------------|-------------------|---------|----------------|----------|------|
| 9 | 1 | S | -0.00063 | 0.00000 | 0.500 | 26.0 | 74 | 0.00033 (0.00033) | 390 | 0.128 (990.00) | -1409.09 | 0.00 |

- Gabbia di armatura No. 2 (Lembo teso inferiore lato scavo M>0)



| | |
|---|--|
|  Consorzio IricAV Due |  ALTA SORVEGLIANZA ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANI |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 Lotto 11 Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 Rev. A Foglio 159 di 205 |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 12.3 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x 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
 Ms.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (NMx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms.Sic. | As Totale |
|--------|-----|------|--------|-------|---------|---------|-------------|
| 1 | S | 0.00 | 800.00 | 0.00 | 2096.65 | 2.62 | 145.8(75.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -125.0 | 100.0 | -0.00005 | 111.9 | 91.3 | -0.03381 | -111.9 | 8.5 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|--------|------|
| 1 | 0.00 | 600.00 | 0.00 |

| | |
|---|---|
|  Consorzio IricAV Due |  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANI |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 Lotto 11 Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 Rev. A Foglio 160 di 205 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NT/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 | 2.20 | -125.0 | 100.0 | -117.0 | 97.0 | 8.5 | 5266 | 60.8 |

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

| | |
|-----------------------------------|--|
| Ver. | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} Esito della verifica |
| e1 | Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata |
| e2 | Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata |
| k1 | = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2] |
| kt | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2] |
| k2 | = 0.5 per flessione; = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2] |
| k3 | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi nazionali |
| k4 | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi 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 = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC] |
| sr max | Massima distanza tra le fessure [mm] |
| wk | Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi |
| M _x fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm] |
| M _y 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 | M _x fess | M _y fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-----------------------------------|--------|----------------|---------------------|---------------------|
| 1 | S | -0.00065 | 0.00000 | 0.500 | 22.0 | 74 | 0.00035 (0.00035) | 575 | 0.200 (990.00) | 1244.47 | 0.00 |

11.2.1.2 Verifiche sollecitazioni taglianti

Nella tabella seguente si riassume le massime sollecitazioni taglianti ottenute dall'involuppo dei risultati degli schemi di calcolo 'TS-3' e 'TS-4' utilizzati per il dimensionamento dell'armatura 'Tipo 2'.

Le verifiche sono effettuate considerando i fili strutturali di seguito indicati:

- sollecitazioni testa diaframma riferite ad asse cordolo.
- in corrispondenza del solettone di fondo del manufatto a "U" interno, il picco delle sollecitazioni taglianti è valutato ad $\frac{1}{4}$ dello spessore dall'asse della soletta.

| | |
|---|---|
|  Consorzio IricAV Due | ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANI |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 Lotto 11 Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 Rev. A Foglio 161 di 205 |

Tabella 43 Sollecitazioni taglianti dimensionanti

| SOLLECITAZIONI | INVILUPPO TS-3_TS-4 | | | | INVILUPPO A1+M1+R1 | | | | INVILUPPO SISMA STR | | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Inv. BT (Diafr.) | | Inv. LT (Diafr.) | | Inv. BT (Diafr.) | | Inv. LT (Diafr.) | | Inv. BT (Diafr.) | | Inv. LT (Diafr.) | |
| | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) |
| Asse copertura | 30 | 439 | 30 | 485 | 23 | 325 | 90 | 805 | | | | |
| Intradosso copertura | 16 | 415 | 16 | 464 | 12 | 306 | 12 | 731 | | | | |
| Testa diaframma | 11 | 366 | 11 | 418 | 8 | 273 | 8 | 596 | | | | |
| Gabbia 1 | 314 | 366 | 314 | 418 | 170 | 273 | 648 | 596 | | | | |
| Sovrapposizione | 606 | 2 | 606 | 2 | 370 | 1 | 1168 | 1 | | | | |
| Estradosso solaio Fondo | 656 | 12 | 656 | 12 | 404 | 5 | 1361 | 5 | | | | |
| Asse Solaio fondo | 476 | 2 | 605 | 189 | 365 | 2 | 1319 | 801 | | | | |
| Sezione 1/4 da estradosso | 437 | 2 | 558 | 95 | 336 | 2 | 1243 | 401 | | | | |
| Intradosso solaio fondo | 584 | 141 | 605 | 189 | 512 | 1 | 1305 | 799 | | | | |
| Gabbia 2 | 732 | 336 | 732 | 336 | 512 | 303 | 1479 | 920 | | | | |

11.2.1.2.1 Dimensionamento armatura trasversale

Per il dimensionamento dell'armatura resistente a taglio si è proceduto armando il pannello soggetto alla sollecitazione maggiore (pannello P1 L=5.45 m) L'armatura così dimensionata è valida per ogni pannello, unica differenza è il passaggio da 2 gabbie (8 bracci resistenti a taglio) per i pannelli di tipo P1 e S1 a 1 gabbia (4 bracci resistenti a taglio) per i pannelli di tipo P2 e S2. Le verifiche sono effettuate in accordo con il metodo semiprobabilistico agli stati limite ultimi secondo i criteri riportati nelle NTC 08 per le strutture in calcestruzzo armato.

Tabella 44 Inviluppo sollecitazioni taglianti dimensionanti

| INVILUPPO TS-3_TS-4 | INVILUPPO A1+M1+R1 / SISMA STR | |
|---------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Sollecitazioni taglianti | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) |
| Testa diaframma | 11 | 596 |
| Sezione 1/4 da estradosso | 1243 | 401 |

Di seguito si riportano le resistenze per i vari passi utilizzati. Nel dettaglio si valuta la resistenza a taglio delle staffe nelle seguenti condizioni:

1. Armatura trasversale composta da nr. 8 braccia $\phi 14$, passo 25cm
2. Armatura trasversale composta da nr. 8 braccia $\phi 14$, passo 15cm
3. Armatura trasversale composta da nr. 8 braccia $\phi 14$, passo 10cm

Caso 1: 8 braccia $\phi 14$, passo 25cm

verifica a taglio di una sezione rettangolare

secondo EN 1992-1-1:2004:E

geometria

sezione trasversale

| | | | |
|----------------------------------|-----|------|----|
| base | B = | 545 | cm |
| altezza | H = | 100 | cm |
| copriferro (asse armatura long.) | c = | 11.4 | cm |
| altezza utile | d = | 88.6 | cm |
| braccio coppia interna | z = | 79.8 | cm |

armatura a taglio

| | | | |
|----------------|------------|-------|-----------------|
| numero braccia | n = | 8 | |
| diametro | ϕ = | 14 | mm |
| passo | s = | 25 | cm |
| inclinazione | α = | 90 | ° |
| area | A_{sw} = | 12.32 | cm ² |

armatura longitudinale tesa

| | | | |
|--------------|------------|-------|-----------------|
| numero barre | n_1 = | 30 | |
| diametro | ϕ_1 = | 24 | mm |
| numero barre | n_2 = | 32 | |
| diametro | ϕ_2 = | 20 | mm |
| area totale | A_{sl} = | 236.2 | cm ² |

materiali

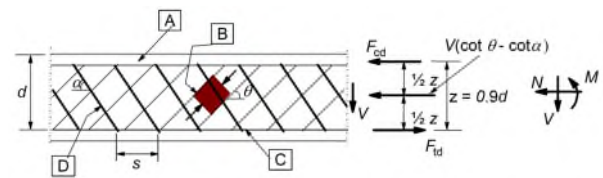
calcestruzzo

| | | | |
|--|-----------------|-------|-----|
| resistenza caratt. cilindrica a 28 gg. | f_{ck} = | 24.9 | MPa |
| coeff. parziale di sicurezza | γ_c = | 1.5 | |
| coeff. effetti a lungo termine | α_{cc} = | 0.85 | |
| tensione di calcolo | f_{cd} = | 14.1 | MPa |
| coeff. riduzione resistenza bielle | ν = | 0.540 | |
| tensione di calcolo bielle | νf_{cd} = | 7.6 | MPa |

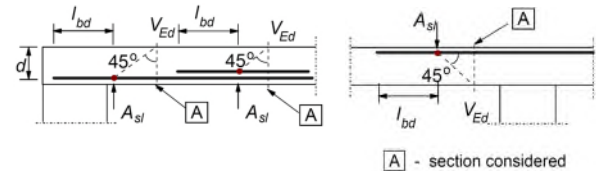
acciaio

| | | | |
|------------------------------------|--------------|-------|-----|
| tensione caratt. di snervamento | f_{yk} = | 450.0 | MPa |
| coeff. parziale di sicurezza | γ_s = | 1.15 | |
| tensione di snervamento di calcolo | f_{yd} = | 391.3 | MPa |

legenda



A - compression chord, B - struts, C - tensile chord, D - shear reinforcement



A - section considered

sollecitazioni e verifiche

| | | | |
|----------------------------------|---------------|--------|----|
| taglio | V_{Ed} = | 0 | kN |
| azione assiale | N_{Ed} = | 0 | kN |
| resistenza elemento non armato | V_{Rdc} = | 1511.1 | kN |
| resistenza armatura a taglio | V_{Rds} = | 2662.6 | kN |
| resistenza bielle calcestruzzo | V_{Rdmax} = | ##### | kN |
| inclinazione bielle calcestruzzo | θ = | 30.0 | ° |
| sezione | duttile | | |
| traslazione armatura long. | al = | 88.6 | cm |

Caso 2: 8 braccia $\phi 14$, passo 15cm

verifica a taglio di una sezione rettangolare
secondo EN 1992-1-1:2004:E

geometria**sezione trasversale**

| | | | | |
|----------------------------------|---|---|------|----|
| base | B | = | 545 | cm |
| altezza | H | = | 100 | cm |
| copriferro (asse armatura long.) | c | = | 11.4 | cm |
| altezza utile | d | = | 88.6 | cm |
| braccio coppia interna | z | = | 79.8 | cm |

armatura a taglio

| | | | | |
|----------------|----------|---|-------|-----------------|
| numero braccia | n | = | 8 | |
| diametro | ϕ | = | 14 | mm |
| passo | s | = | 15 | cm |
| inclinazione | α | = | 90 | ° |
| area | A_{sw} | = | 12.32 | cm ² |

armatura longitudinale tesa

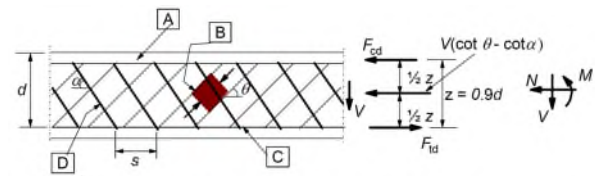
| | | | | |
|--------------|----------|---|-------|-----------------|
| numero barre | n_1 | = | 30 | |
| diametro | ϕ_1 | = | 24 | mm |
| numero barre | n_2 | = | 32 | |
| diametro | ϕ_2 | = | 20 | mm |
| area totale | A_{sl} | = | 236.2 | cm ² |

materiali**calcestruzzo**

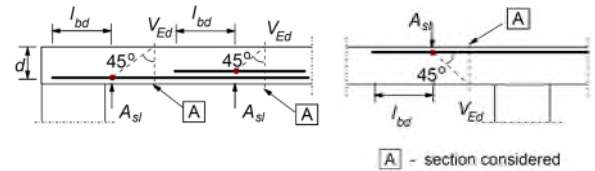
| | | | | |
|--|---------------|---|-------|-----|
| resistenza caratt. cilindrica a 28 gg. | f_{ck} | = | 24.9 | MPa |
| coeff. parziale di sicurezza | γ_c | = | 1.5 | |
| coeff. effetti a lungo termine | α_{cc} | = | 0.85 | |
| tensione di calcolo | f_{cd} | = | 14.1 | MPa |
| coeff. riduzione resistenza bielle | ν | = | 0.540 | |
| tensione di calcolo bielle | νf_{cd} | = | 7.6 | MPa |

acciaio

| | | | | |
|------------------------------------|------------|---|-------|-----|
| tensione caratt. di snervamento | f_{yk} | = | 450.0 | MPa |
| coeff. parziale di sicurezza | γ_s | = | 1.15 | |
| tensione di snervamento di calcolo | f_{yd} | = | 391.3 | MPa |

legenda

[A] - compression chord, [B] - struts, [C] - tensile chord, [D] - shear reinforcement



[A] - section considered

sollecitazioni e verifiche

| | | | | |
|----------------------------------|-------------|---|--------|---------|
| taglio | V_{Ed} | = | 0 | kN |
| azione assiale | N_{Ed} | = | 0 | kN |
| resistenza elemento non armato | V_{Rdc} | = | 1511.1 | kN |
| resistenza armatura a taglio | V_{Rds} | = | 4437.7 | kN |
| resistenza bielle calcestruzzo | V_{Rdmax} | = | ##### | kN |
| inclinazione bielle calcestruzzo | θ | = | 30.0 | ° |
| sezione | | | | duttile |
| traslazione armatura long. | a_l | = | 88.6 | cm |

Caso 3: 8 braccia $\phi 14$, passo 10cm

verifica a taglio di una sezione rettangolare

secondo EN 1992-1-1:2004:E

geometria

sezione trasversale

| | | | | |
|----------------------------------|---|---|------|----|
| base | B | = | 545 | cm |
| altezza | H | = | 100 | cm |
| copriferro (asse armatura long.) | c | = | 11.4 | cm |
| altezza utile | d | = | 88.6 | cm |
| braccio coppia interna | z | = | 79.8 | cm |

armatura a taglio

| | | | | |
|----------------|----------|---|-------|-----------------|
| numero braccia | n | = | 8 | |
| diametro | ϕ | = | 14 | mm |
| passo | s | = | 10 | cm |
| inclinazione | α | = | 90 | ° |
| area | A_{sw} | = | 12.32 | cm ² |

armatura longitudinale tesa

| | | | | |
|--------------|----------|---|-------|-----------------|
| numero barre | n_1 | = | 30 | |
| diametro | ϕ_1 | = | 24 | mm |
| numero barre | n_2 | = | 32 | |
| diametro | ϕ_2 | = | 20 | mm |
| area totale | A_{sl} | = | 236.2 | cm ² |

materiali

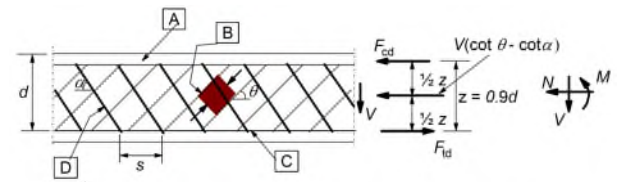
calcestruzzo

| | | | | |
|--|---------------|---|-------|-----|
| resistenza caratt. cilindrica a 28 gg. | f_{ck} | = | 24.9 | MPa |
| coeff. parziale di sicurezza | γ_c | = | 1.5 | |
| coeff. effetti a lungo termine | α_{cc} | = | 0.85 | |
| tensione di calcolo | f_{cd} | = | 14.1 | MPa |
| coeff. riduzione resistenza bielle | ν | = | 0.540 | |
| tensione di calcolo bielle | νf_{cd} | = | 7.6 | MPa |

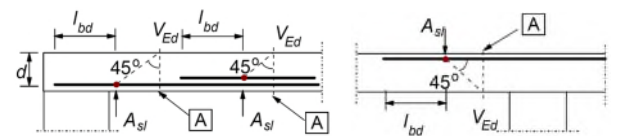
acciaio

| | | | | |
|------------------------------------|------------|---|-------|-----|
| tensione caratt. di snervamento | f_{yk} | = | 450.0 | MPa |
| coeff. parziale di sicurezza | γ_s | = | 1.15 | |
| tensione di snervamento di calcolo | f_{yd} | = | 391.3 | MPa |

legenda



[A] - compression chord, [B] - struts, [C] - tensile chord, [D] - shear reinforcement



[A] - section considered

sollecitazioni e verifiche

| | | | | |
|----------------------------------|-------------|---|--------|---------|
| taglio | V_{Ed} | = | 0 | kN |
| azione assiale | N_{Ed} | = | 0 | kN |
| resistenza elemento non armato | V_{Rdc} | = | 1511.1 | kN |
| resistenza armatura a taglio | V_{Rds} | = | 6656.6 | kN |
| resistenza bielle calcestruzzo | V_{Rdmax} | = | ##### | kN |
| inclinazione bielle calcestruzzo | θ | = | 30.0 | ° |
| sezione | | | | duttile |
| traslazione armatura long. | a_l | = | 88.6 | cm |

4. Caso 3A: 8 braccia $\phi 14$, passo 10cm ($\theta=25^\circ$)

verifica a taglio di una sezione rettangolare

secondo EN 1992-1-1:2004:E

geometria

sezione trasversale

| | | | | |
|----------------------------------|---|---|------|----|
| base | B | = | 545 | cm |
| altezza | H | = | 100 | cm |
| copriferro (asse armatura long.) | c | = | 11.4 | cm |
| altezza utile | d | = | 88.6 | cm |
| braccio coppia interna | z | = | 79.8 | cm |

armatura a taglio

| | | | | |
|----------------|----------|---|-------|-----------------|
| numero braccia | n | = | 8 | |
| diametro | ϕ | = | 14 | mm |
| passo | s | = | 10 | cm |
| inclinazione | α | = | 90 | ° |
| area | A_{sw} | = | 12.32 | cm ² |

armatura longitudinale tesa

| | | | | |
|--------------|----------|---|-------|-----------------|
| numero barre | n_1 | = | 30 | |
| diametro | ϕ_1 | = | 24 | mm |
| numero barre | n_2 | = | 32 | |
| diametro | ϕ_2 | = | 20 | mm |
| area totale | A_{sl} | = | 236.2 | cm ² |

materiali

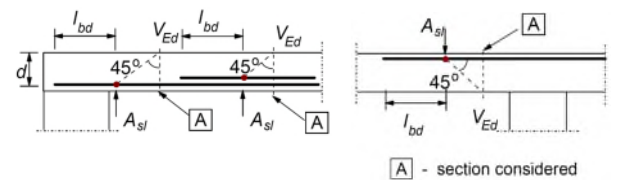
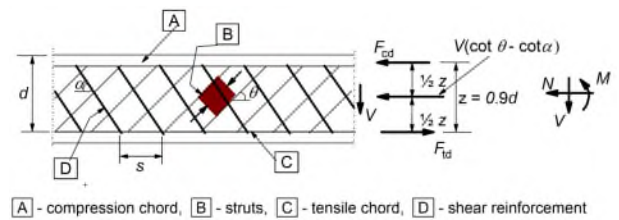
calcestruzzo

| | | | | |
|--|---------------|---|-------|-----|
| resistenza caratt. cilindrica a 28 gg. | f_{ck} | = | 24.9 | MPa |
| coeff. parziale di sicurezza | γ_c | = | 1.5 | |
| coeff. effetti a lungo termine | α_{cc} | = | 0.85 | |
| tensione di calcolo | f_{cd} | = | 14.1 | MPa |
| coeff. riduzione resistenza bielle | ν | = | 0.540 | |
| tensione di calcolo bielle | νf_{cd} | = | 7.6 | MPa |

acciaio

| | | | | |
|------------------------------------|------------|---|-------|-----|
| tensione caratt. di snervamento | f_{yk} | = | 450.0 | MPa |
| coeff. parziale di sicurezza | γ_s | = | 1.15 | |
| tensione di snervamento di calcolo | f_{yd} | = | 391.3 | MPa |

legenda



sollecitazioni e verifiche

| | | | | |
|----------------------------------|-------------|---|--------|---------|
| taglio | V_{Ed} | = | 0 | kN |
| azione assiale | N_{Ed} | = | 0 | kN |
| resistenza elemento non armato | V_{Rdc} | = | 1511.1 | kN |
| resistenza armatura a taglio | V_{Rds} | = | 8241.7 | kN |
| resistenza bielle calcestruzzo | V_{Rdmax} | = | ##### | kN |
| inclinazione bielle calcestruzzo | θ | = | 25.0 | ° |
| sezione | | | | duttile |
| traslazione armatura long. | a_l | = | 88.6 | cm |

A partire dalle resistenze di calcolo sopra definite, le resistenze calcolate a metro lineare per il caso in esame sono:

- 8 braccia $\phi 14$ passo 25cm: $V_{rds}/L = 2662/5.45 = 488.6$ kN/m
- 8 braccia $\phi 14$ passo 15cm: $V_{rds}/L = 4437/5.45 = 814.3$ kN/m
- 8 braccia $\phi 14$ passo 10: $V_{rds}/L = 6656/5.45 = 1221.4$ kN/m
- 8 braccia $\phi 14$ passo 10 ($\theta=25^\circ$): $V_{rds}/L = 8241/5.45 = 1512.2$ kN/m

I diagrammi del taglio resistente a metro lineare così calcolato sono stati confrontati con le sollecitazioni di taglio a metro lineare determinate dal programma Paratie, in modo da verificare la resistenza a taglio lungo tutta l'altezza dei diaframmi, come riportato nelle seguenti immagini.

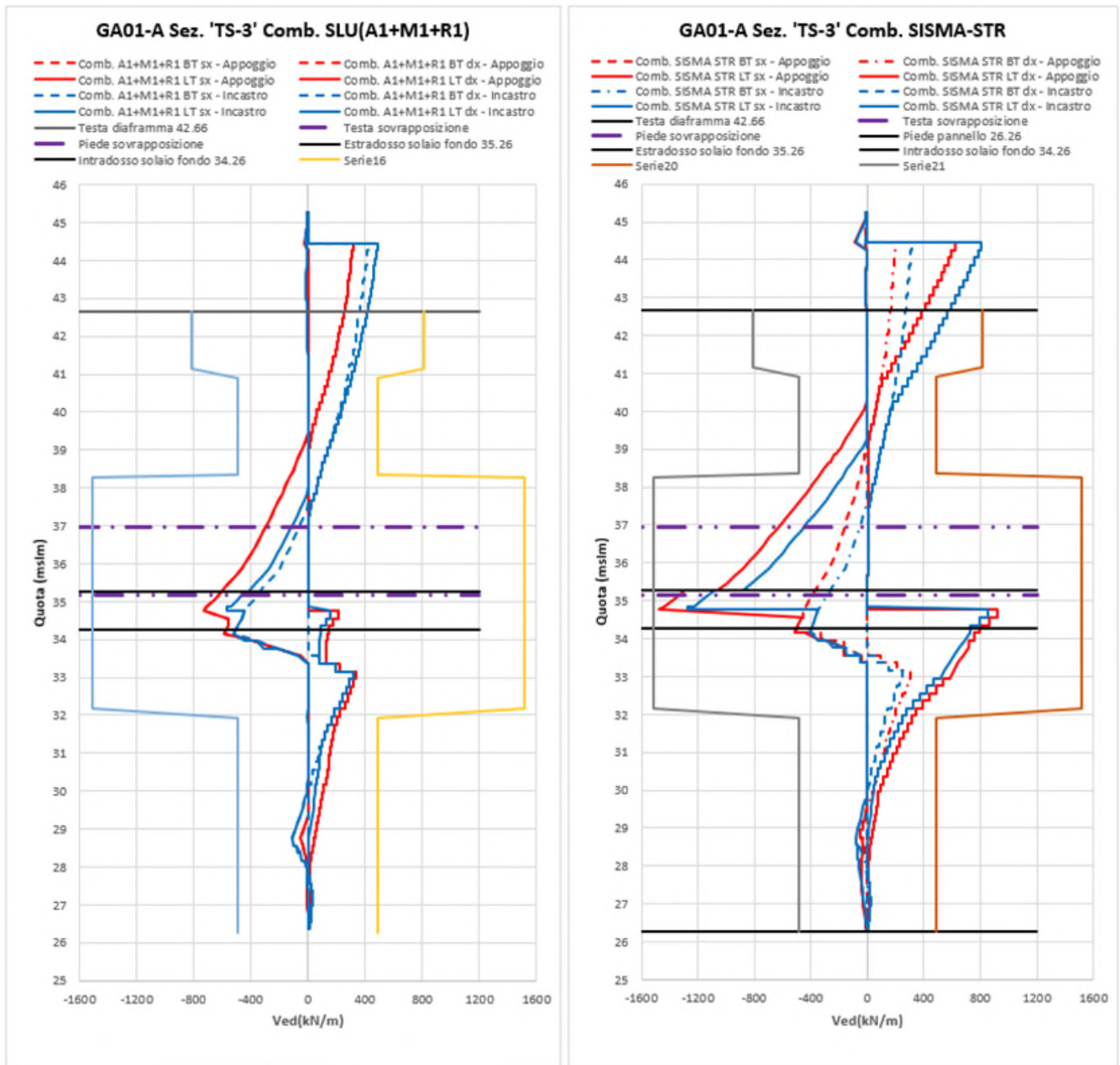


Figura 52 Diaframma TS-3- Diagramma azioni taglianti e resistenti allo SLU - valori in kN/m

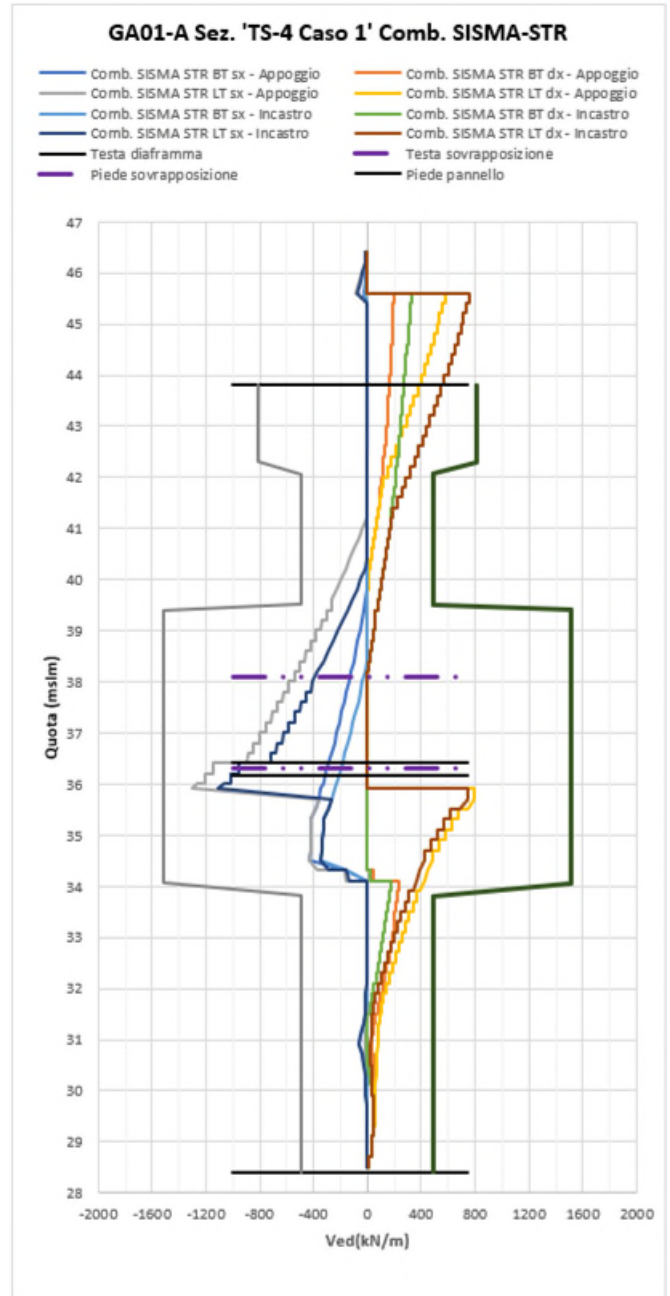
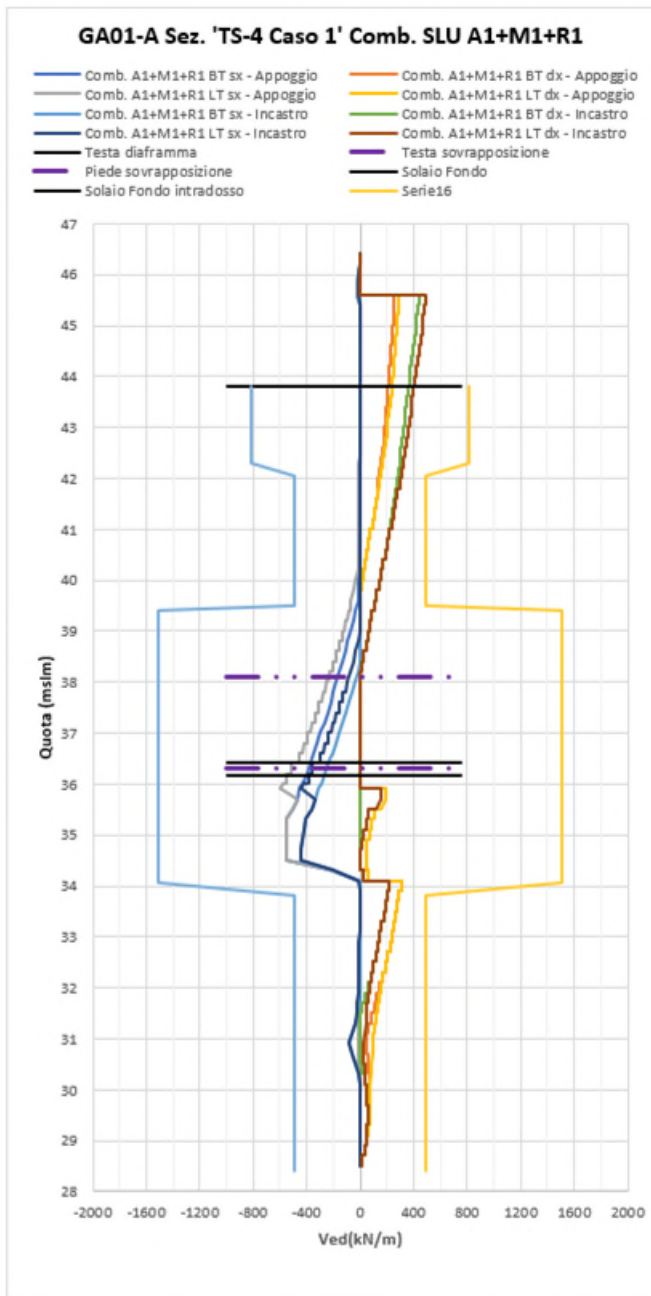


Figura 53 Diaframma TS-4-Caso 1- Diagramma azioni taglianti e resistenti allo SLU - valori in kN/m

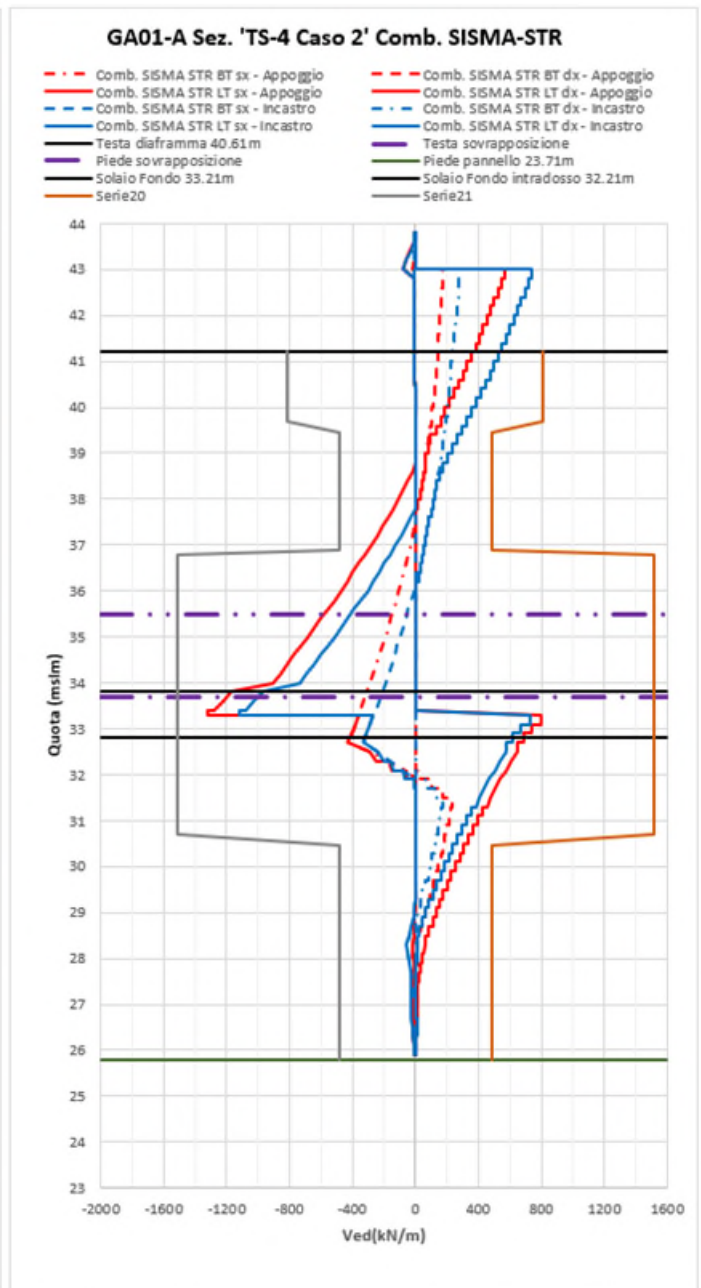
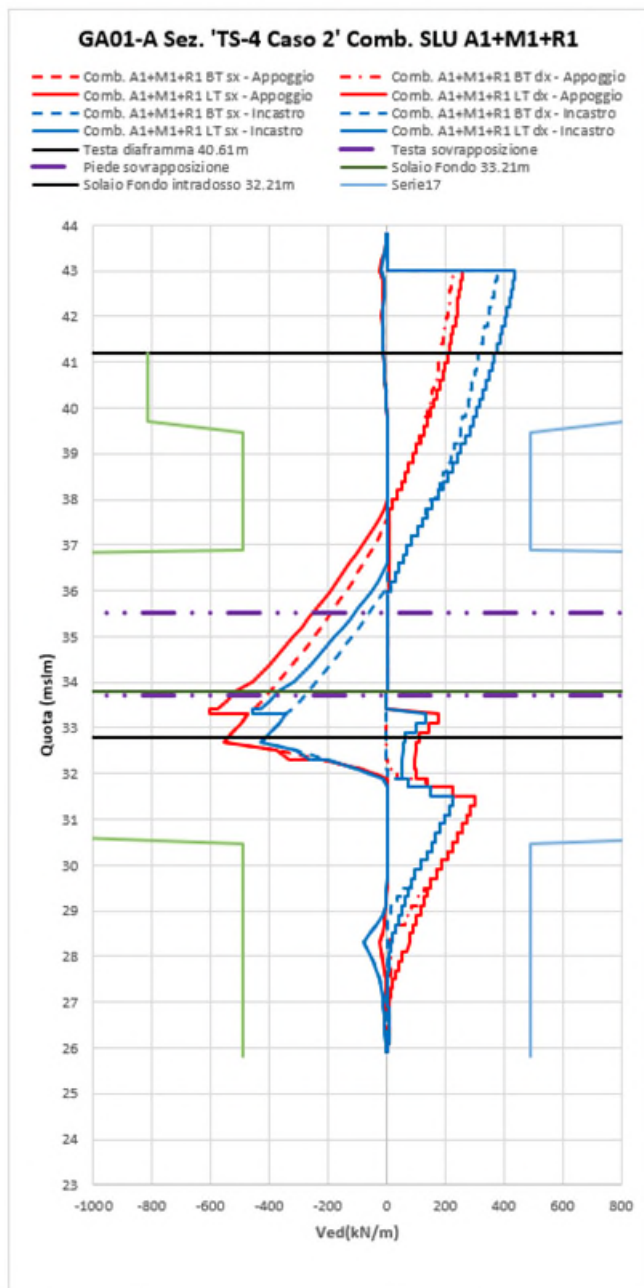


Figura 54 Diaframma TS-4-Caso 2- Diagramma azioni taglianti e resistenti allo SLU - valori in kN/m

| | |
|---|--|
|  Consorzio IricAV Due |  ALTA SORVEGLIANZA ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANI |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 Lotto 11 Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 Rev. A Foglio 169 di 205 |

11.3 Tipologia armatura 'Tipo 3' (Schema TA)

Nella tabella seguente si riassumono le massime sollecitazioni flettenti ottenute dall'involuppo dei risultati degli schemi di calcolo 'TA' utilizzati per il dimensionamento dell'armatura 'Tipo 3'.

Le verifiche sono effettuate considerando i fili strutturali di seguito indicati:

- sollecitazioni testa diaframma riferite ad asse cordolo.
- in corrispondenza del solettone di fondo del manufatto a "U" interno, il picco delle sollecitazioni flettenti è valutato ad $\frac{1}{4}$ dello spessore dall'asse della soletta.

Tabella 45 Sollecitazioni flettenti dimensionanti

| INVILUPPO TA | SLS-rara | | | | SLU | | | |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | Inv. BT (Diafr.) | | Inv. LT (Diafr.) | | Inv. BT (Diafr.) | | Inv. LT Diafr.) | |
| | Valore lato Terra (kN' m/m) | Valore lato Scavo (kN' m/m) | Valore lato Terra (kN' m/m) | Valore lato Scavo (kN' m/m) | Valore lato Terra (kN' m/m) | Valore lato Scavo (kN' m/m) | Valore lato Terra (kN' m/m) | Valore lato Scavo (kN' m/m) |
| Asse copertura | 1123 | 0 | 1142 | 0 | 1490 | 0 | 1515 | 0 |
| Intradosso copertura | 847 | 188 | 850 | 214 | 1129 | 244 | 1134 | 402 |
| Testa diaframma* | 515 | 427 | 515 | 479 | 695 | 555 | 695 | 861 |
| Gabbia 1 | 515 | 1261 | 515 | 1275 | 695 | 1639 | 1092 | 1734 |
| Sovrapposizione | 0 | 904 | 3 | 904 | 0 | 1175 | 729 | 1175 |
| Gabbia 2 | 356 | 335 | 356 | 338 | 462 | 436 | 462 | 440 |

11.3.1.1 Dimensionamento armatura longitudinale

Di seguito si riportano le tabelle con le sollecitazioni a flessione per le singole tipologie di diaframmi presenti. Per ognuno di essi è effettuato il dimensionamento dell'armatura longitudinale. Le verifiche sono state effettuate con il software di calcolo RC-Sec indicato al § 2.3.

- P1 pannello primario di lunghezza L=5.45 m
- S1 pannello secondario di lunghezza L=5.05 m
- P2 e S2 Pannelli primari e secondari di lunghezza 2.5 m

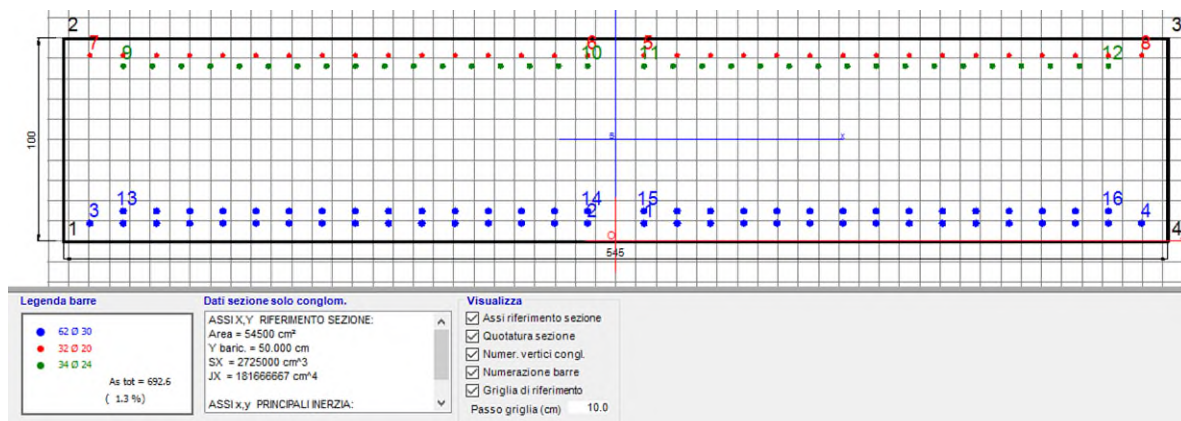
Le gabbie di armatura sono riportate negli elaborati di progetto allegati alla presente relazione: le gabbie di armatura definite di seguito, si susseguono lungo l'altezza del diaframma, e si rendono necessarie considerato il limite sulla massima lunghezza trasportabile.

Le verifiche sono effettuate in accordo con il metodo semiprobabilistico agli stati limite ultimi secondo i criteri riportati nelle NTC 08 per le strutture in calcestruzzo armato.

11.3.1.1.1 Pannello P1 (base pannello 5.45m)

| P1 | I | | | | 5.45 m | | | |
|------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | SLS-rara | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | | SLU | | Inv.LT (Fod+Diafr.) | |
| | Inv.BT (Diafr.) | Inv.LT (Fod+Diafr.) | Inv.LT (Fod+Diafr.) | Inv.LT (Fod+Diafr.) | Inv.BT (Diafr.) | Inv.LT (Fod+Diafr.) | Inv.LT (Fod+Diafr.) | Inv.LT (Fod+Diafr.) |
| | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) | Valore lato Terra (kN*m/m) | Valore lato Scavo (kN*m/m) |
| Testa diaframma* | 2806 | 2327 | 2806 | 2612 | 3790 | 3025 | 3790 | 4695 |
| Gabbia 1 | 2806 | 6871 | 2806 | 6947 | 3790 | 8934 | 5949 | 9452 |
| Sovrapposizione | 0 | 4924 | 18 | 4924 | 0 | 6404 | 3976 | 6404 |
| Gabbia 2 | 1943 | 1823 | 1943 | 1844 | 2521 | 2375 | 2521 | 2400 |

- Gabbia di armatura No. 1 (Lembo teso superiore lato terra, M<0)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriero netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interfero 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
 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
 Ms.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (NMx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms. Sic. | As Totale |
|--------|-----|------|----------|-------|----------|----------|--------------|
| 1 | S | 0.00 | 4700.00 | 0.00 | 13663.74 | 2.91 | 692.6(163.5) |
| 2 | S | 0.00 | -3890.00 | 0.00 | -8347.59 | 2.15 | 692.6(163.5) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -272.5 | 100.0 | 0.00182 | 13.9 | 91.5 | -0.01447 | 13.9 | 8.9 |
| 2 | 0.00350 | -272.5 | 0.0 | 0.00104 | -259.5 | 8.9 | -0.02182 | 259.5 | 91.5 |

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO

Progetto
IN17Lotto
11Codifica Documento
E12 CL GA 01 A4 0014Rev.
AFoglio
171 di 205

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione | | |
| N°Comb. | N | Mx | My |
| 1 | 0.00 | -2810.00 | 0.00 |

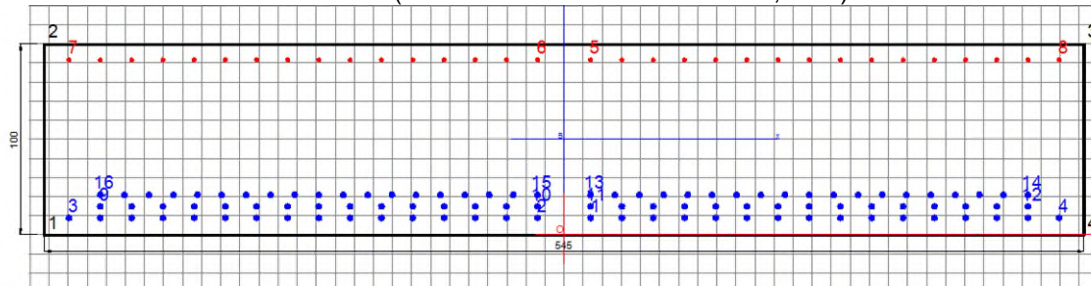
COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NT/EC2)

| | | | | | | | | | |
|----------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 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 | 3.54 | -272.5 | 0.0 | -146.3 | 243.1 | 91.5 | 13642 | 254.3 |

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 | Eccentricità 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 [cf. 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 ammessi nazionali | | | | | | | | | | |
| Ø | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi nazionali | | | | | | | | | | |
| Cf | Diametro [mm] equivalente delle barre tese e compresse nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2] | | | | | | | | | | |
| e sm - e cm | Copertura [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa | | | | | | | | | | |
| sr max | Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] | | | | | | | | | | |
| wk | Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC] | | | | | | | | | | |
| Mx fess. | Massima distanza tra le fessure [mm] | | | | | | | | | | |
| My fess. | Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi | | | | | | | | | | |
| | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [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 | -0.00082 | 0.00000 | 0.500 | 22.2 | 75 | 0.00044 (0.00044) | 458 | 0.201 (99.00) | -3001.37 | 0.00 |

- Gabbia di armatura No. 1 (Lembo teso inferiore lato scavo, M>0)



| | | |
|---|--|---|
| Legenda barre ● 100 Ø 30 ● 32 Ø 20 As tot = 807,4 (1,5 %) | Dati sezione solo conglom. ASSI X,Y RIFERIMENTO SEZIONE: Area = 54500 cm ² Y baric. = 50.000 cm SX = 2725000 cm ³ JX = 181866667 cm ⁴ ASSI x,y PRINCIPALI INERZIA: | Visualizza <input checked="" type="checkbox"/> Assi riferimento sezione <input checked="" type="checkbox"/> Quotatura sezione <input checked="" type="checkbox"/> Numer. vertici congl. <input checked="" type="checkbox"/> Numerazione barre <input checked="" type="checkbox"/> Griglia di riferimento Passo griglia (cm) 10.0 |
|---|--|---|

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copri ferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interfero 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
 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
 Ms.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (NMx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N° Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms. Sic. | As Totale |
|---------|-----|------|---------|-------|----------|----------|--------------|
| 1 | S | 0.00 | 9500.00 | 0.00 | 19359.82 | 2.04 | 807.4(163.5) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
 Xc max Deform. unit. massima della fibra corrip. a ec max (sistema ref. X,Y,O sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrip. a ec max (sistema ref. X,Y,O sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xs min Ascissa in cm della barra corrip. a es min (sistema ref. X,Y,O sez.)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrip. a es min (sistema ref. X,Y,O sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xs max Ascissa in cm della barra corrip. a es max (sistema ref. X,Y,O sez.)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrip. a es max (sistema ref. X,Y,O sez.)

| N° Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|---------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -272.5 | 100.0 | 0.00273 | 13.9 | 91.6 | -0.00490 | 13.9 | 8.9 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N° Comb. | N | Mx | My |
|----------|------|---------|------|
| 1 | 0.00 | 7000.00 | 0.00 |

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO

Progetto
IN17Lotto
11Codifica Documento
E12 CL GA 01 A4 0014Rev.
AFoglio
173 di 205

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NT/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 | 8.03 | -272.5 | 100.0 | -155.8 | 243.1 | 8.9 | 11130 | 438.3 |

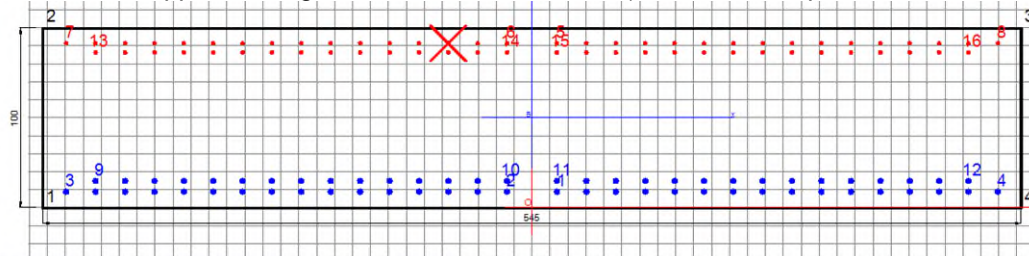
COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

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

Ver. Esito della verifica
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cf. eq.(7.9)EC2]
 k2 = 0.5 per flessione; = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
 k3 = 3400 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi 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 = $sr \cdot \max\{e_{sm} - e_{cm}\}$ [(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 | -0.00091 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 74 | 0.00054 (0.00047) | 381 | 0.200 (990.00) | 3364.68 | 0.00 |

- Sovrapposizione gabbia di armatura No. 1-2 (Lembo teso superiore lato terra M<0)



| | | |
|---|--|--|
| Legenda barre | Dati sezione solo conglom. | Visualizza |
| <ul style="list-style-type: none"> ● 62 Ø 30 ● 62 Ø 20 <p>As tot = 633.0 (1.2 %)</p> | <p>ASSI X,Y RIFERIMENTO SEZIONE:</p> <p>Area = 54500 cm² Y baric. = 50.000 cm Sx = 2725000 cm³ Jx = 181666667 cm⁴</p> <p>ASSI X,y PRINCIPALI INERZIA:</p> | <input checked="" type="checkbox"/> Assi riferimento sezione <input checked="" type="checkbox"/> Quotatura sezione <input checked="" type="checkbox"/> Numer. vertici congl. <input checked="" type="checkbox"/> Numerazione barre <input checked="" type="checkbox"/> Griglia di riferimento Passo griglia (cm) 10.0 |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Coprifero netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interfero 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
 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
 Ms.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r Mx Res, My Res) e (NMx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

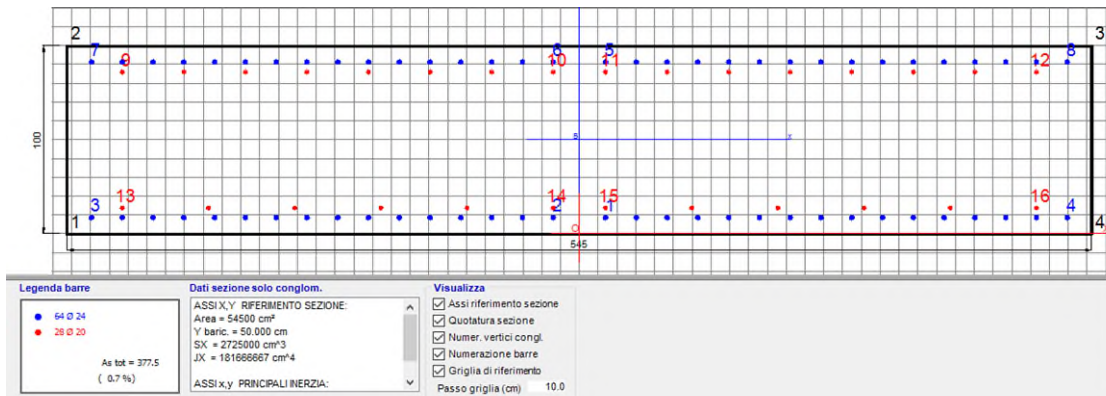
| N° Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms. Sic. | As Totale |
|---------|-----|------|----------|-------|----------|----------|--------------|
| 1 | S | 0.00 | -6000.00 | 0.00 | -6623.83 | 1.10 | 633.0(163.5) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

| N° Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|---------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -272.5 | 0.0 | 0.00088 | -259.5 | 8.9 | -0.02346 | 259.5 | 91.5 |

- Gabbia di armatura No. 2 (Lembo teso superiore lato terra $M < 0$ e lato scavo $M > 0$)



| | | |
|--|--|---|
| Legenda barre ● 64 Ø 24 ● 28 Ø 20 As tot = 377,5 (0,7 %) | Dati sezione solo conglom. ASSI X,Y RIFERIMENTO SEZIONE: Area = 54500 cm ² Y baric. = 50,000 cm SX = 2725000 cm ³ JX = 181666667 cm ⁴ ASSI x,y PRINCIPALI INERZIA: | Visualizza <input checked="" type="checkbox"/> Assi riferimento sezione <input checked="" type="checkbox"/> Quotatura sezione <input checked="" type="checkbox"/> Numer. vertici congl. <input checked="" type="checkbox"/> Numerazione barre <input checked="" type="checkbox"/> Griglia di riferimento Passo griglia (cm) 10.0 |
|--|--|---|

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copri ferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interfero 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
 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
 Ms.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N e Mx Res, My Res) e (NMx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms. Sic. | As Totale |
|--------|-----|------|----------|-------|----------|----------|--------------|
| 1 | S | 0.00 | 2400.00 | 0.00 | 6173.87 | 2.57 | 377.5(163.5) |
| 2 | S | 0.00 | -2520.00 | 0.00 | -6526.80 | 2.59 | 377.5(163.5) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -272.5 | 100.0 | 0.00060 | 13.9 | 91.3 | -0.02695 | 13.9 | 8.6 |
| 2 | 0.00350 | -272.5 | 0.0 | 0.00064 | -259.5 | 8.6 | -0.02683 | 259.5 | 91.3 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|----------|------|
| 1 | 0.00 | 1850.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | -1950.00 | 0.00 |

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

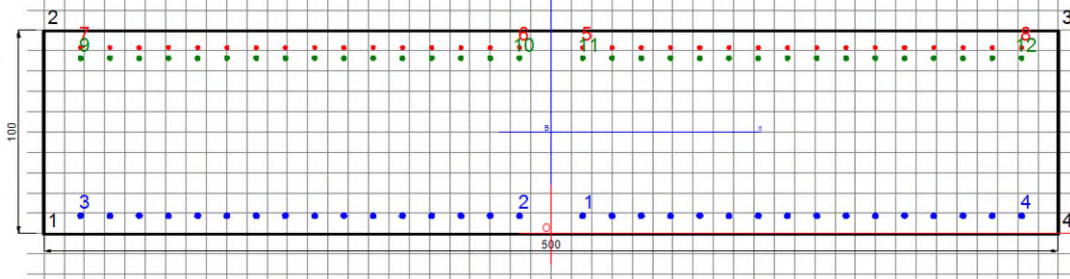
| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 2.83 | -272.5 | 100.0 | -125.2 | 243.1 | 8.6 | 12990 | 182.5 |
| 2 | S | 2.94 | -272.5 | 0.0 | -124.8 | 243.1 | 91.3 | 13645 | 195.0 |

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

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cmsr max | wk | Mx fess | My fess | |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|-----|----------------|----------|------|
| 1 | S | -0.00070 | 0.00000 | 0.500 | 23.0 | 74 | 0.00038 (0.00038) | 531 | 0.199 (990.00) | 2787.48 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00070 | 0.00000 | 0.500 | 22.8 | 75 | 0.00037 (0.00037) | 526 | 0.197 (990.00) | -2799.47 | 0.00 |

11.3.1.1.2 Pannello S1 (base pannello 5.0m)

- Gabbia di armatura No. 1 (Lembo teso superiore lato terra, M<0)



| | | |
|---|--|---|
| Legenda barre ● 32 Ø 30 ● 32 Ø 20 ● 32 Ø 24 As tot = 471.5 (0.9 %) | Dati sezione solo conglom. ASSI X,Y RIFERIMENTO SEZIONE: Area = 50000 cm² Y baric. = 50.000 cm SX = 2500000 cm³ JX = 166666667 cm⁴ ASSI x,y PRINCIPALI INERZIA: | Visualizza <input checked="" type="checkbox"/> Assi riferimento sezione <input checked="" type="checkbox"/> Quotatura sezione <input checked="" type="checkbox"/> Numer. vertici congl. <input checked="" type="checkbox"/> Numerazione barre <input checked="" type="checkbox"/> Griglia di riferimento Passo griglia (cm) 10.0 |
|---|--|---|

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copri ferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interfero 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
 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
 Ms.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 Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms. Sic. | As Totale |
|--------|-----|------|----------|-------|----------|----------|--------------|
| 1 | S | 0.00 | -3500.00 | 0.00 | -7915.44 | 2.26 | 471.5(150.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -250.0 | 0.0 | 0.00071 | -231.9 | 8.9 | -0.02524 | 231.9 | 91.6 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|----------|------|
| 1 | 0.00 | -2600.00 | 0.00 |

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO

Progetto
IN17Lotto
11Codifica Documento
E12 CL GA 01 A4 0014Rev.
AFoglio
178 di 205

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 |

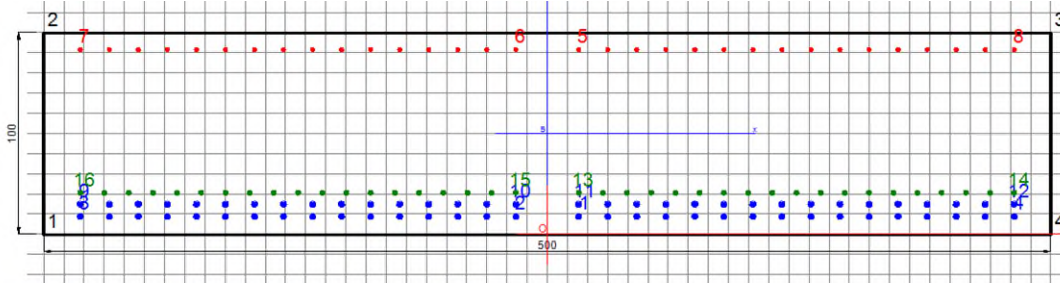
| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 3.71 | -250.0 | 0.0 | -139.2 | 217.5 | 91.6 | 12134 | 245.3 |

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

| | |
|-------------|--|
| Ver. | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} |
| e1 | Esito della verifica |
| e2 | Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata |
| k1 | Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2] |
| k2 | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cf. eq.(7.9)EC2] |
| k3 | = 0.5 per fessione, $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2] |
| k4 | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi nazionali |
| Ø | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi 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 |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|----------------|----------|---------|
| 1 | S | -0.00079 | 0.00000 | 0.500 | 22.2 | 74 | 0.00042 (0.00042) | 438 | 0.183 (990.00) | -2709.90 | 0.00 |

- Gabbia di armatura No. 1 (Lembo teso superiore lato scavo, M>0)



| | | |
|--|--|---|
| Legenda barre <ul style="list-style-type: none"> 64 Ø 30 32 Ø 20 38 Ø 24 As tot = 724.8 (1.4 %) | Dati sezione solo conglom. ASSI X,Y RIFERIMENTO SEZIONE: Area = 50000 cm² Y baric = 50.000 cm SX = 2500000 cm³ JX = 16666667 cm⁴ ASSI X,y PRINCIPALI INERZIA: | Visualizza <input checked="" type="checkbox"/> Assi riferimento sezione <input checked="" type="checkbox"/> Quotatura sezione <input checked="" type="checkbox"/> Numer. vertici congl. <input checked="" type="checkbox"/> Numerazione barre <input checked="" type="checkbox"/> Griglia di riferimento Passo griglia (cm) 10.0 |
|--|--|---|

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Coprifero netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interfero 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 cis. (positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cis. (positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 Ms.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N x Mx Res, My Res) e (NMx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >= 1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N° Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms. Sic. | As Totale |
|---------|-----|------|---------|-------|----------|----------|---------------|
| 1 | S | 0.00 | 8700.00 | 0.00 | 17557.32 | 2.02 | 724.8 (150.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

| N° Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|---------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -250.0 | 100.0 | 0.00268 | 15.6 | 91.6 | -0.00542 | 15.6 | 8.9 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

| N° Comb. | N | Mx | Vy |
|----------|------|---------|------|
| 1 | 0.00 | 8700.00 | 0.00 |

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO

Progetto
IN17Lotto
11Codifica Documento
E12 CL GA 01 A4 0014Rev.
AFoglio
180 di 205

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 | 7.87 | -250.0 | 100.0 | -155.1 | 217.5 | 8.9 | 10211 | 452.4 |

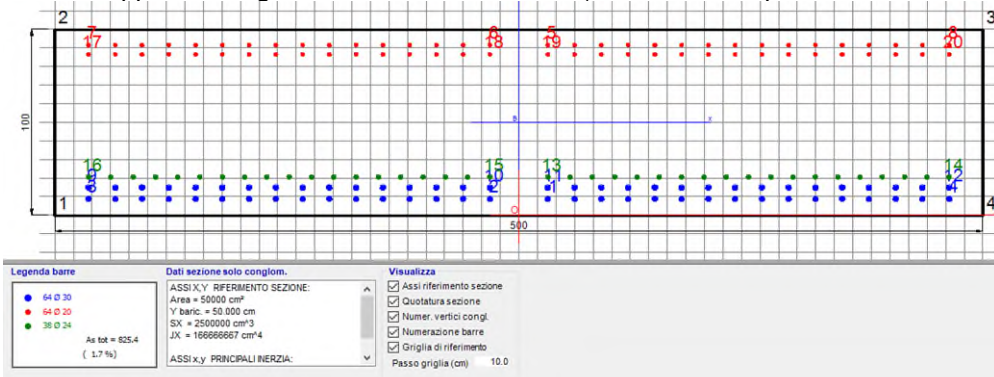
COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

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

Ver. Esito della verifica
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cf. 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 ammessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Coefficiente [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 | -0.00091 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 74 | 0.00055 (0.00047) | 367 | 0.203 (990.00) | 3103.43 | 0.00 |

- Sovrapposizione gabbia di armatura No. 1-2 (Lembo teso superiore lato terra, M<0)



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
 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
 Ms.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ; Mx Res, My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

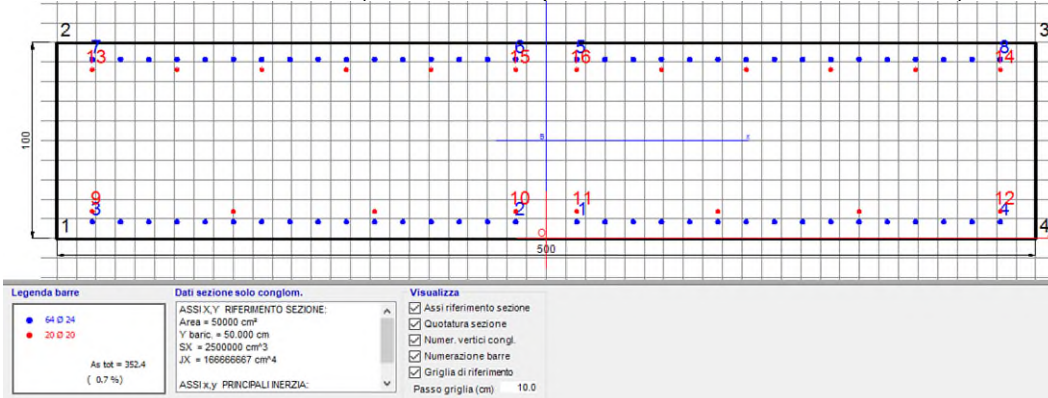
| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms. Sic. | As Totale |
|--------|-----|------|----------|-------|----------|----------|--------------|
| 1 | S | 0.00 | -5460.00 | 0.00 | -7233.15 | 1.32 | 825.4(150.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -250.0 | 0.0 | 0.00131 | -231.9 | 8.9 | -0.01907 | 231.9 | 91.6 |

- Gabbia di armatura No. 2 (Lembo teso superiore lato terra $M < 0$ e scavo $M > 0$)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Coprifero netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interfero 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 cis. (positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cis. (positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 Ms Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ; Mx Res, My Res) e (NMx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >= 1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms Sic. | As Totale |
|--------|-----|------|----------|-------|----------|---------|--------------|
| 1 | S | 0.00 | 2210.00 | 0.00 | 5754.99 | 2.60 | 352.4(150.0) |
| 2 | S | 0.00 | -2350.00 | 0.00 | -6119.45 | 2.60 | 352.4(150.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -250.0 | 100.0 | 0.00057 | 15.6 | 91.4 | -0.02761 | 15.6 | 8.6 |
| 2 | 0.00350 | -250.0 | 0.0 | 0.00061 | -231.9 | 8.6 | -0.02726 | 231.9 | 91.4 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|----------|------|
| 1 | 0.00 | 1700.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | -1800.00 | 0.00 |

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO

Progetto
IN17Lotto
11Codifica Documento
E12 CL GA 01 A4 0014Rev.
AFoglio
183 di 205**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NT/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 | 2.78 | -250.0 | 100.0 | -122.5 | 217.5 | 8.6 | 11438 | 169.9 |
| 2 | S | 2.90 | -250.0 | 0.0 | -122.0 | 217.5 | 91.4 | 11771 | 182.5 |

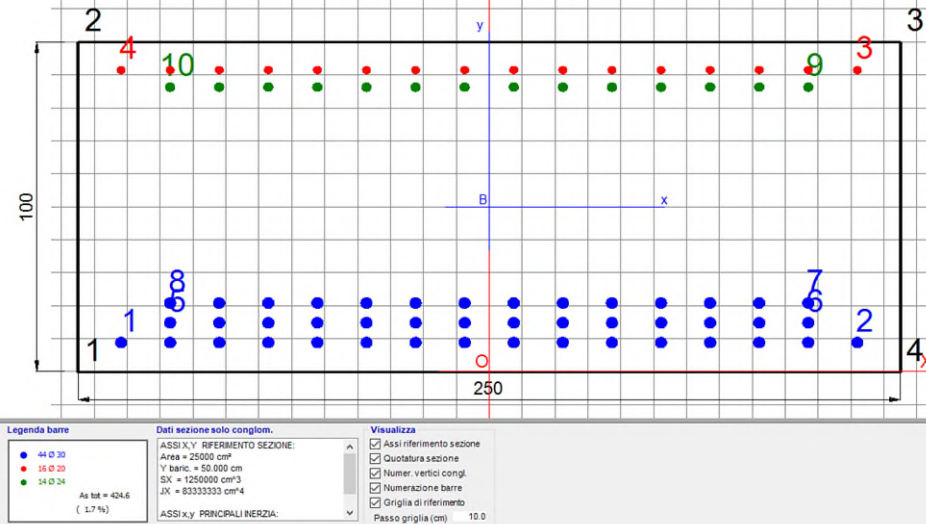
COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| | |
|-------------|--|
| Ver. | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} |
| e1 | Esito della verifica |
| e2 | Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata |
| k1 | Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2] |
| kt | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cdr. eq.(7.9)EC2] |
| k2 | = 0.5 per flessione; = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2] |
| k3 | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi nazionali |
| k4 | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi nazionali |
| Ø | Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2] |
| Cf | Copri ferro [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 fless. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm] |
| My fless. | 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 fless | My fless |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|----------------|----------|----------|
| 1 | S | -0.00069 | 0.00000 | 0.500 | 23.3 | 74 | 0.00037 (0.00037) | 518 | 0.191 (990.00) | 2571.29 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00069 | 0.00000 | 0.500 | 23.0 | 74 | 0.00037 (0.00037) | 504 | 0.185 (990.00) | -2584.02 | 0.00 |

11.3.1.1.3 Pannello P2 e S2 Pannelli primari e secondari (base pannello 2.5 m)

- Gabbia di armatura No. 1 (Lembo teso superiore lato terra, M<0)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copifero netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
Interfero 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 cis (positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cis (positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Ms 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 Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms Sic. | As Totale |
|--------|-----|--------|----------|--------|----------|---------|-------------|
| 1 | S | 0.00 | 4070.00 | 0.00 | 9001.40 | 2.21 | 424.6(75.0) |
| 2 | S | 980.00 | -1800.00 | 979.82 | -4348.84 | 2.46 | 424.6(75.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Defurm. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Xc max Acciassa in cm della fibra corrip. a ec max (sistema ref. X, Y, O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrip. a ec max (sistema ref. X, Y, O sez.)
es min Defurm. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Acciassa in cm della barra corrip. a es min (sistema ref. X, Y, O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrip. a es min (sistema ref. X, Y, O sez.)
es max Defurm. unit. massima nell'acciaio (positive se di compress.)
Xs max Acciassa in cm della barra corrip. a es max (sistema ref. X, Y, O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrip. a es max (sistema ref. X, Y, O sez.)

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -125.0 | 100.0 | 0.00244 | 111.9 | 91.6 | -0.00800 | -111.9 | 8.9 |
| 2 | 0.00350 | -125.0 | 0.0 | 0.00147 | -111.9 | 8.9 | -0.01739 | 111.9 | 91.6 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom. Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|----------|------|
| 1 | 0.00 | -1300.00 | 0.00 |

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO

Progetto
IN17Lotto
11Codifica Documento
E12 CL GA 01 A4 0014Rev.
AFoglio
185 di 205

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 |

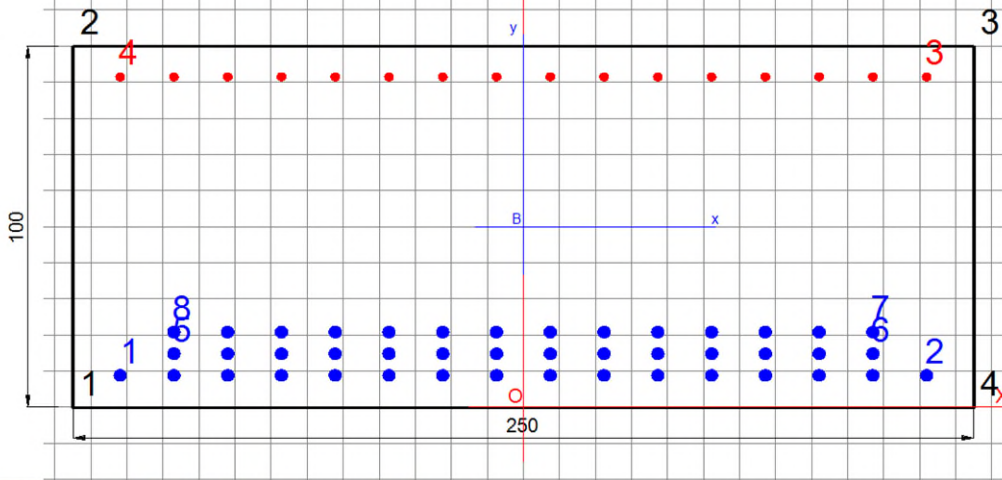
| N° Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 3.47 | -125.0 | 0.0 | -150.5 | -97.0 | 91.6 | 6181 | 113.6 |

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

| | |
|-------------|--|
| Ver. | Esito della verifica |
| e1 | Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata |
| e2 | Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata |
| k1 | = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2] |
| kt | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2] |
| k2 | = 0.5 per flessione; = (e1 + e2)/(2 * e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2] |
| k3 | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi nazionali |
| k4 | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi nazionali |
| Ø | Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2] |
| Cf | Copri ferro [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 = 0.5 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 | -0.00085 | 0.00000 | 0.500 | 22.0 | 74 | 0.00045 (0.00045) | 456 | 0.206 (990.00) | -1398.29 | 0.00 |

- Gabbia di armatura No. 1 (Lembo teso superiore lato scavo, M>0)



| | | |
|---|--|---|
| Legenda barre | Dati sezione solo conglom. | Visualizza |
| <ul style="list-style-type: none"> ● 44 Ø 30 ● 16 Ø 20 <p>As tot = 361.3 (1.4 %)</p> | <p>ASSI X, Y RIFERIMENTO SEZIONE:</p> <p>Area = 25000 cm²</p> <p>Y baric. = 50.000 cm</p> <p>SX = 1250000 cm³</p> <p>JX = 83333333 cm⁴</p> <p>ASSI x, y PRINCIPALI INERZIA:</p> | <input checked="" type="checkbox"/> Assi riferimento sezione <input checked="" type="checkbox"/> Quotatura sezione <input checked="" type="checkbox"/> Numer. vertici congl. <input checked="" type="checkbox"/> Numerazione barre <input checked="" type="checkbox"/> Griglia di riferimento <p>Passo griglia (cm) 10.0</p> |

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copri ferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interfero 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'inertia
 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'inertia
 Ms Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (NMx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >= 1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N° Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms Sic. | As Totale |
|---------|-----|------|---------|-------|---------|---------|-------------|
| 1 | S | 0.00 | 4400.00 | 0.00 | 8713.61 | 1.98 | 361.3(75.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
 Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
 Xc max Ascissa in cm della fibra corisp. a ec max (sistema rif. X, Y, O sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corisp. 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 corisp. a es min (sistema rif. X, Y, O sez.)
 Ys min Ordinata in cm della barra corisp. 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 corisp. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.)
 Ys max Ordinata in cm della barra corisp. a es max (sistema a rif. X, Y, O sez.)

| N° Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|---------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -125.0 | 100.0 | 0.00267 | 111.9 | 91.6 | -0.00545 | -111.9 | 8.9 |
| 2 | 0.00350 | -125.0 | 0.0 | 0.00127 | -111.9 | 8.9 | -0.01948 | 111.9 | 91.6 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom. Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N° Comb. | N | Mx | My |
|----------|------|---------|------|
| 1 | 0.00 | 3190.00 | 0.00 |

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO

Progetto
IN17Lotto
11Codifica Documento
E12 CL GA 01 A4 0014Rev.
AFoglio
187 di 205

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NT/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 (sistem a 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 |

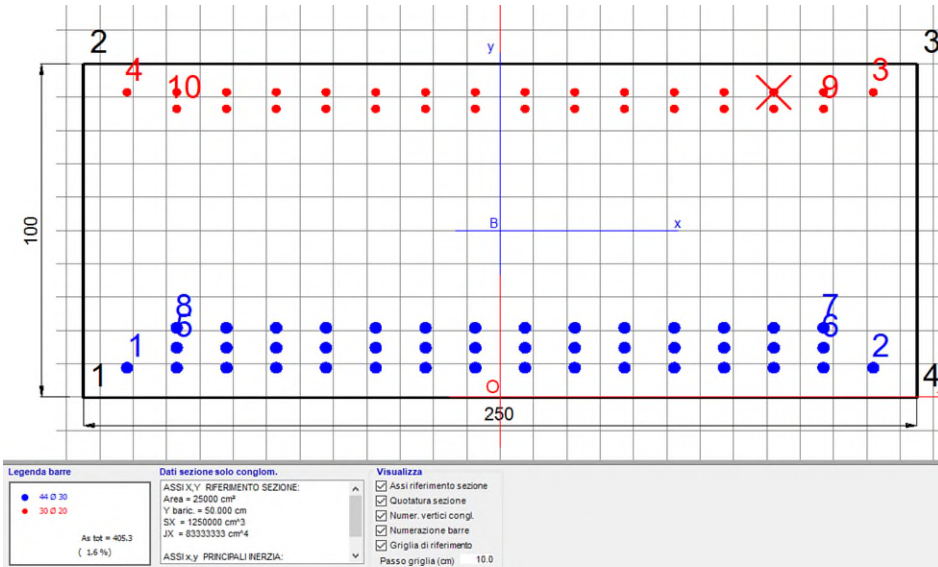
| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 7.92 | -125.0 | 100.0 | -167.2 | 97.0 | 8.9 | 5106 | 212.1 |

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

| | |
|-------------|---|
| Ver. | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} |
| e1 | Esito della verifica |
| e2 | Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata |
| k1 | Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata |
| kt | = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2] |
| k2 | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cf. eq.(7.9)EC2] |
| k3 | = 0.5 per fessure; = $(e1 + e2)/(2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2] |
| k4 | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi nazionali |
| Ø | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi 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] |
| sr max | Tra parentesi: valore minimo = 0.5 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 | -0.00092 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 74 | 0.00055 (0.00047) | 374 | 0.200 (990.00) | 1543.78 | 0.00 |

- Sovrapposizione gabbia di armatura No. 1-2 (Lembo teso superiore lato terra, $M < 0$)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriero netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interfero 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
 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
 Ms.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 Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

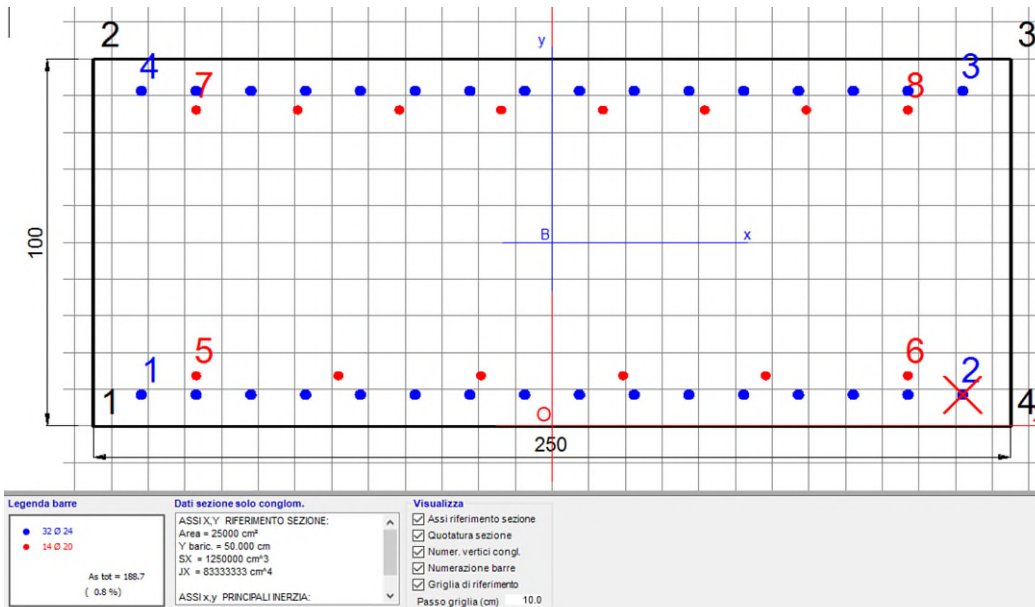
| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms. Sic. | As Totale |
|--------|-----|------|----------|-------|----------|----------|-------------|
| 1 | S | 0.00 | -2750.00 | 0.00 | -3479.95 | 1.27 | 405.3(75.0) |

METODO AGU STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrip. a ec max (sistema rif. X, Y, O sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrip. 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 corrip. a es min (sistema rif. X, Y, O sez.)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrip. 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 corrip. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrip. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.)

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -125.0 | 0.0 | 0.00133 | -111.9 | 8.9 | -0.01884 | 111.9 | 91.6 |

- Gabbia di armatura No. 2 (Lembo teso superiore lato scavo M>0 e lato terra M<0)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copri ferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
Interfero 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
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
Ms.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N x Mx Res, My Res) e (NMx, My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >= 1,000
As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Ms. Sic. | As Totale |
|--------|-----|------|----------|-------|----------|----------|-------------|
| 1 | S | 0.00 | 1120.00 | 0.00 | 3070.81 | 2.74 | 188.7(75.0) |
| 2 | S | 0.00 | -1160.00 | 0.00 | -3253.80 | 2.81 | 188.7(75.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | -125.0 | 100.0 | 0.00069 | 111.9 | 91.4 | -0.02634 | -111.9 | 8.6 |
| 2 | 0.00350 | -125.0 | 0.0 | 0.00073 | -111.9 | 8.6 | -0.02593 | 111.9 | 91.4 |

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 di riferimento (tra parentesi Mom. Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|---------|------|
| 1 | 0.00 | 850.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | -900.00 | 0.00 |

| | |
|--|---|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 Lotto 11 Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 Rev. A Foglio 190 di 205 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NT/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 (sistem a 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 | 2.71 | -125.0 | 100.0 | -115.3 | 97.0 | 8.6 | 5961 | 91.2 |
| 2 | S | 2.82 | -125.0 | 0.0 | -115.3 | -97.0 | 91.4 | 6118 | 97.5 |

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 | | | | | | | | | | |
| e1 | Esito della verifica | | | | | | | | | | |
| e2 | Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata | | | | | | | | | | |
| k1 | Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2] | | | | | | | | | | |
| kt | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2] | | | | | | | | | | |
| k2 | = 0.5 per flessione; = (e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2] | | | | | | | | | | |
| k3 | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi nazionali | | | | | | | | | | |
| k4 | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da ammessi nazionali | | | | | | | | | | |
| Ø | Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2] | | | | | | | | | | |
| Cf | Copri ferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa | | | | | | | | | | |
| e sm - e cm | Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] | | | | | | | | | | |
| sr max | Tra parentesi: valore minimo = 0.6 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 | -0.00065 | 0.00000 | 0.500 | 23.0 | 74 | 0.00035 (0.00035) | 508 | 0.176 (990.00) | 1298.28 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00065 | 0.00000 | 0.500 | 22.8 | 74 | 0.00035 (0.00035) | 495 | 0.171 (990.00) | -1304.67 | 0.00 |

11.3.1.2 Verifiche sollecitazioni taglianti

Nella tabella seguente si riassume le massime sollecitazioni taglianti ottenute dall'involuppo dei risultati degli schemi di calcolo 'TA' utilizzati per il dimensionamento dell'armatura 'Tipo 3'.

Le verifiche sono effettuate considerando i fili strutturali di seguito indicati:

- sollecitazioni testa diaframma riferite ad asse cordolo.
- in corrispondenza del solettone di fondo del manufatto a "U" interno, il picco delle sollecitazioni taglianti è valutato ad ¼ dello spessore dall'asse della soletta.

Tabella 46 Sollecitazioni taglianti dimensionanti

| SOLLECITAZIONI TAGLIANTI | INVILUPPO TA-Caso 1-Caso2 Involuppo A1+M1+R1 | | | | SLU | | | |
|---------------------------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Diafr.) | | Inv.BT (Diafr.) | | Inv.LT (Diafr.) | |
| | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) |
| Asse copertura | 20 | 459 | 20 | 485 | 18 | 419 | 75 | 695 |
| Intradosso copertura | 18 | 445 | 18 | 471 | 18 | 400 | 18 | 634 |
| Testa diaframma | 28 | 426 | 28 | 452 | 28 | 357 | 28 | 533 |
| Gabbia 1 | 177 | 9 | 296 | 9 | 124 | 7 | 839 | 7 |
| Sovrapposizione | 238 | 11 | 427 | 11 | 175 | 9 | 1081 | 577 |
| Estradosso solaio fondo | 272 | 13 | 325 | 13 | 209 | 10 | 238 | 528 |
| Asse Solaio fondo | 326 | 426 | 427 | 452 | 251 | 250 | 1081 | 577 |
| Sezione 1/4 da estradosso | 325 | 245 | 380 | 273 | 219 | 357 | 960 | 378 |
| Intradosso solaio fondo | 517 | 19 | 517 | 19 | 398 | 15 | 398 | 438 |
| Gabbia 2 | 631 | 344 | 631 | 344 | 485 | 265 | 485 | 265 |

11.3.1.2.1 Dimensionamento armatura trasversale

Per il dimensionamento dell'armatura resistente a taglio si è proceduto armando il pannello soggetto alla sollecitazione maggiore (pannello P1 L=5.45 m) L'armatura così dimensionata è valida per ogni pannello, unica differenza è il passaggio da 2 gabbie (8 bracci resistenti a taglio) per i pannelli di tipo P1 e S1 a 1 gabbia (8 bracci resistenti a taglio) per i pannelli di tipo P2 e S2. Le verifiche sono effettuate in accordo con il metodo

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|----------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 191 di 205 |

semiprobabilistico agli stati limite ultimi secondo i criteri riportati nelle NTC 08 per le strutture in calcestruzzo armato.

Tabella 47 Inviluppo sollecitazioni taglianti dimensionanti

| INVILUPPO TA-Caso 1-Caso2 | | |
|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| Sollecitazioni taglianti | Inviluppo A1+M1+R1 / SISMA STR | |
| | Valore lato Terra (kN/m) | Valore lato Scavo (kN/m) |
| Testa diaframma | 28 | 533 |
| Sezione 1/4 da estradosso | 960 | 378 |

Di seguito si riportano le resistenze per i vari passi utilizzati. Nel dettaglio si valuta la resistenza a taglio delle staffe nelle seguenti condizioni:

5. Armatura trasversale composta da nr. 8 braccia $\phi 14$, passo 25cm
6. Armatura trasversale composta da nr. 8 braccia $\phi 14$, passo 15cm

Caso 1: 8 braccia $\phi 14$, passo 25cm

verifica a taglio di una sezione rettangolare

secondo EN 1992-1-1:2004:E

geometria

sezione trasversale

| | | | | |
|----------------------------------|---|---|------|----|
| base | B | = | 545 | cm |
| altezza | H | = | 100 | cm |
| copriferro (asse armatura long.) | c | = | 11.4 | cm |
| altezza utile | d | = | 88.6 | cm |
| braccio coppia interna | z | = | 79.8 | cm |

armatura a taglio

| | | | | |
|----------------|----------|---|-------|-----------------|
| numero braccia | n | = | 8 | |
| diametro | ϕ | = | 14 | mm |
| passo | s | = | 25 | cm |
| inclinazione | α | = | 90 | ° |
| area | A_{sw} | = | 12.32 | cm ² |

armatura longitudinale tesa

| | | | | |
|--------------|----------|---|-------|-----------------|
| numero barre | n_1 | = | 30 | |
| diametro | ϕ_1 | = | 24 | mm |
| numero barre | n_2 | = | 32 | |
| diametro | ϕ_2 | = | 20 | mm |
| area totale | A_{sl} | = | 236.2 | cm ² |

materiali

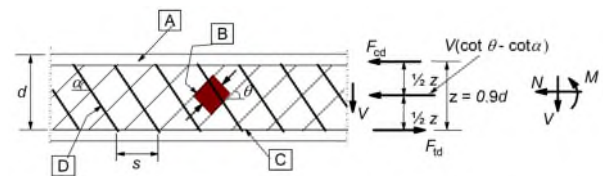
calcestruzzo

| | | | | |
|--|---------------|---|-------|-----|
| resistenza caratt. cilindrica a 28 gg. | f_{ck} | = | 24.9 | MPa |
| coeff. parziale di sicurezza | γ_c | = | 1.5 | |
| coeff. effetti a lungo termine | α_{cc} | = | 0.85 | |
| tensione di calcolo | f_{cd} | = | 14.1 | MPa |
| coeff. riduzione resistenza bielle | ν | = | 0.540 | |
| tensione di calcolo bielle | νf_{cd} | = | 7.6 | MPa |

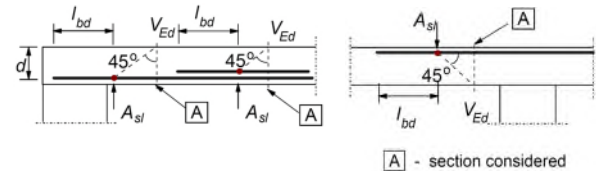
acciaio

| | | | | |
|------------------------------------|------------|---|-------|-----|
| tensione caratt. di snervamento | f_{yk} | = | 450.0 | MPa |
| coeff. parziale di sicurezza | γ_s | = | 1.15 | |
| tensione di snervamento di calcolo | f_{yd} | = | 391.3 | MPa |

legenda



A - compression chord, B - struts, C - tensile chord, D - shear reinforcement



A - section considered

sollecitazioni e verifiche

| | | | | |
|----------------------------------|-------------|---|--------|---------|
| taglio | V_{Ed} | = | 0 | kN |
| azione assiale | N_{Ed} | = | 0 | kN |
| resistenza elemento non armato | V_{Rdc} | = | 1511.1 | kN |
| resistenza armatura a taglio | V_{Rds} | = | 2662.6 | kN |
| resistenza bielle calcestruzzo | V_{Rdmax} | = | ##### | kN |
| inclinazione bielle calcestruzzo | θ | = | 30.0 | ° |
| sezione | | | | duttile |
| traslazione armatura long. | al | = | 88.6 | cm |

Caso 2: 8 braccia $\phi 14$, passo 15cm

verifica a taglio di una sezione rettangolare
secondo EN 1992-1-1:2004:E

geometria**sezione trasversale**

| | | | | |
|----------------------------------|---|---|------|----|
| base | B | = | 545 | cm |
| altezza | H | = | 100 | cm |
| copriferro (asse armatura long.) | c | = | 11.4 | cm |
| altezza utile | d | = | 88.6 | cm |
| braccio coppia interna | z | = | 79.8 | cm |

armatura a taglio

| | | | | |
|----------------|----------|---|-------|-----------------|
| numero braccia | n | = | 8 | |
| diametro | ϕ | = | 14 | mm |
| passo | s | = | 15 | cm |
| inclinazione | α | = | 90 | ° |
| area | A_{sw} | = | 12.32 | cm ² |

armatura longitudinale tesa

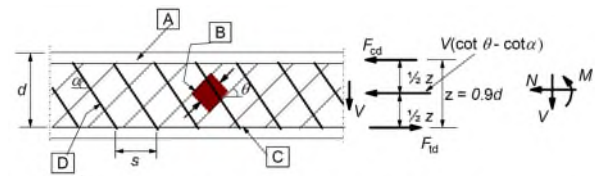
| | | | | |
|--------------|----------|---|-------|-----------------|
| numero barre | n_1 | = | 30 | |
| diametro | ϕ_1 | = | 24 | mm |
| numero barre | n_2 | = | 32 | |
| diametro | ϕ_2 | = | 20 | mm |
| area totale | A_{sl} | = | 236.2 | cm ² |

materiali**calcestruzzo**

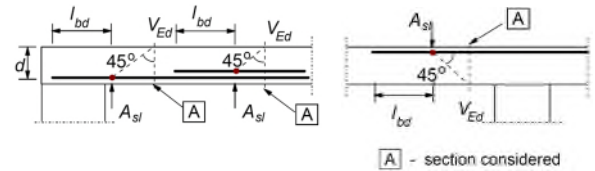
| | | | | |
|--|---------------|---|-------|-----|
| resistenza caratt. cilindrica a 28 gg. | f_{ck} | = | 24.9 | MPa |
| coeff. parziale di sicurezza | γ_c | = | 1.5 | |
| coeff. effetti a lungo termine | α_{cc} | = | 0.85 | |
| tensione di calcolo | f_{cd} | = | 14.1 | MPa |
| coeff. riduzione resistenza bielle | ν | = | 0.540 | |
| tensione di calcolo bielle | νf_{cd} | = | 7.6 | MPa |

acciaio

| | | | | |
|------------------------------------|------------|---|-------|-----|
| tensione caratt. di snervamento | f_{yk} | = | 450.0 | MPa |
| coeff. parziale di sicurezza | γ_s | = | 1.15 | |
| tensione di snervamento di calcolo | f_{yd} | = | 391.3 | MPa |

legenda

[A] - compression chord, [B] - struts, [C] - tensile chord, [D] - shear reinforcement



[A] - section considered

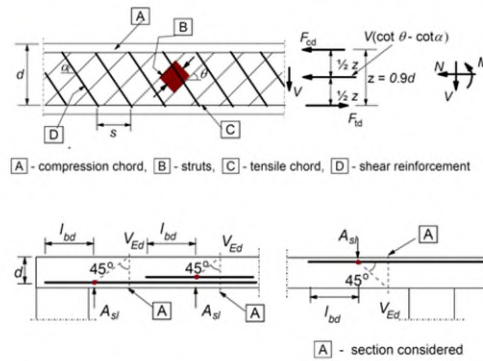
sollecitazioni e verifiche

| | | | | |
|----------------------------------|-------------|---|--------|---------|
| taglio | V_{Ed} | = | 0 | kN |
| azione assiale | N_{Ed} | = | 0 | kN |
| resistenza elemento non armato | V_{Rdc} | = | 1511.1 | kN |
| resistenza armatura a taglio | V_{Rds} | = | 4437.7 | kN |
| resistenza bielle calcestruzzo | V_{Rdmax} | = | ##### | kN |
| inclinazione bielle calcestruzzo | θ | = | 30.0 | ° |
| sezione | | | | duttile |
| traslazione armatura long. | al | = | 88.6 | cm |

- Caso 2: 8 braccia $\phi 14$, passo 15cm ($\theta=22^\circ$)

| verifica a taglio di una sezione rettangolare secondo EN 1992-1-1:2004:E | |
|---|---|
| geometria | |
| sezione trasversale | |
| base | B = 545 cm |
| altezza | H = 100 cm |
| copriferro (asse armatura long.) | c = 12.1 cm |
| altezza utile | d = 87.9 cm |
| braccio coppia interna | z = 79.2 cm |
| armatura a taglio | |
| numero braccia | n = 8 |
| diametro | ϕ = 14 mm |
| passo | s = 15 cm |
| inclinazione | α = 90 ° |
| area | A _{sw} = ##### cm ² |
| armatura longitudinale tesa | |
| numero barre | n ₁ = 42 |
| diametro | ϕ_1 = 26 mm |
| numero barre | n ₂ = 32 |
| diametro | ϕ_2 = 20 mm |
| area totale | A _{sl} = ##### cm ² |
| materiali | |
| calcestruzzo | |
| resistenza caratt. cilindrica a 28 gg. | f _{ck} = 24.9 MPa |
| coeff. parziale di sicurezza | γ_c = 1.5 |
| coeff. effetti a lungo termine | α_{cc} = 0.85 |
| tensione di calcolo | f _{cd} = 14.1 MPa |
| coeff. riduzione resistenza bielle | v = ##### |
| tensione di calcolo bielle | v _{fcd} = 7.6 MPa |
| acciaio | |
| tensione caratt. di snervamento | f _{yk} = ##### MPa |
| coeff. parziale di sicurezza | γ_s = 1.15 |
| tensione di snervamento di calcolo | f _{yd} = ##### MPa |

legenda



| servizio | |
|--------------------|-------------|
| α | = 1.571 rad |
| θ | = 0.384 rad |
| C _{Rdc} | = 0.12 |
| k | = 1.48 |
| ρ_1 | = 0.0067 |
| k ₁ | = 0.15 |
| V _{min} | = 0.313 |
| σ_{cp} | = 0.00 MPa |
| V _{Rdc} | = 2175.9 kN |
| V _{Rdmin} | = 1502.5 kN |
| α_{cw} | = 1.0 |

sollecitazioni e verifiche

| | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| taglio | V _{Ed} = 0 kN |
| azione assiale | N _{Ed} = 0 kN |
| resistenza elemento non armato | V _{Rdc} = 2175.9 kN |
| resistenza armatura a taglio | V _{Rds} = 6293.8 kN |
| resistenza bielle calcestruzzo | V _{Rdmax} = ##### kN |
| inclinazione bielle calcestruzzo | θ = 22.0 ° |
| sezione | duttile |
| traslazione armatura long. | a _l = 87.9 cm |

| angolo θ | |
|----------------------|----------|
| scelta | imposto |
| $\theta_{imposto}$ | = 22 ° |
| $\theta_{calcolato}$ | = 16.1 ° |
| θ_{inf} | = 21.8 ° |
| θ_{sup} | = 45 ° |

A partire dalle resistenze di calcolo sopra definite, le resistenze calcolate a metro lineare per il caso in esame sono:

- 8 braccia $\phi 14$ passo 25cm: $V_{rds}/L = 2662/5.45 = 488.6$ kN/m
- 8 braccia $\phi 14$ passo 15cm: $V_{rds}/L = 4437/5.45 = 814.3$ kN/m
- 8 braccia $\phi 14$ passo 15cm ($\theta=22^\circ$): $V_{rds}/L = 6656/5.45 = 1221.4$ kN/m

I diagrammi del taglio resistente a metro lineare così calcolato sono stati confrontati con le sollecitazioni di taglio a metro lineare determinate dal programma Paratie, in modo da verificare la resistenza a taglio lungo tutta l'altezza dei diaframmi, come riportato nelle seguenti immagini,

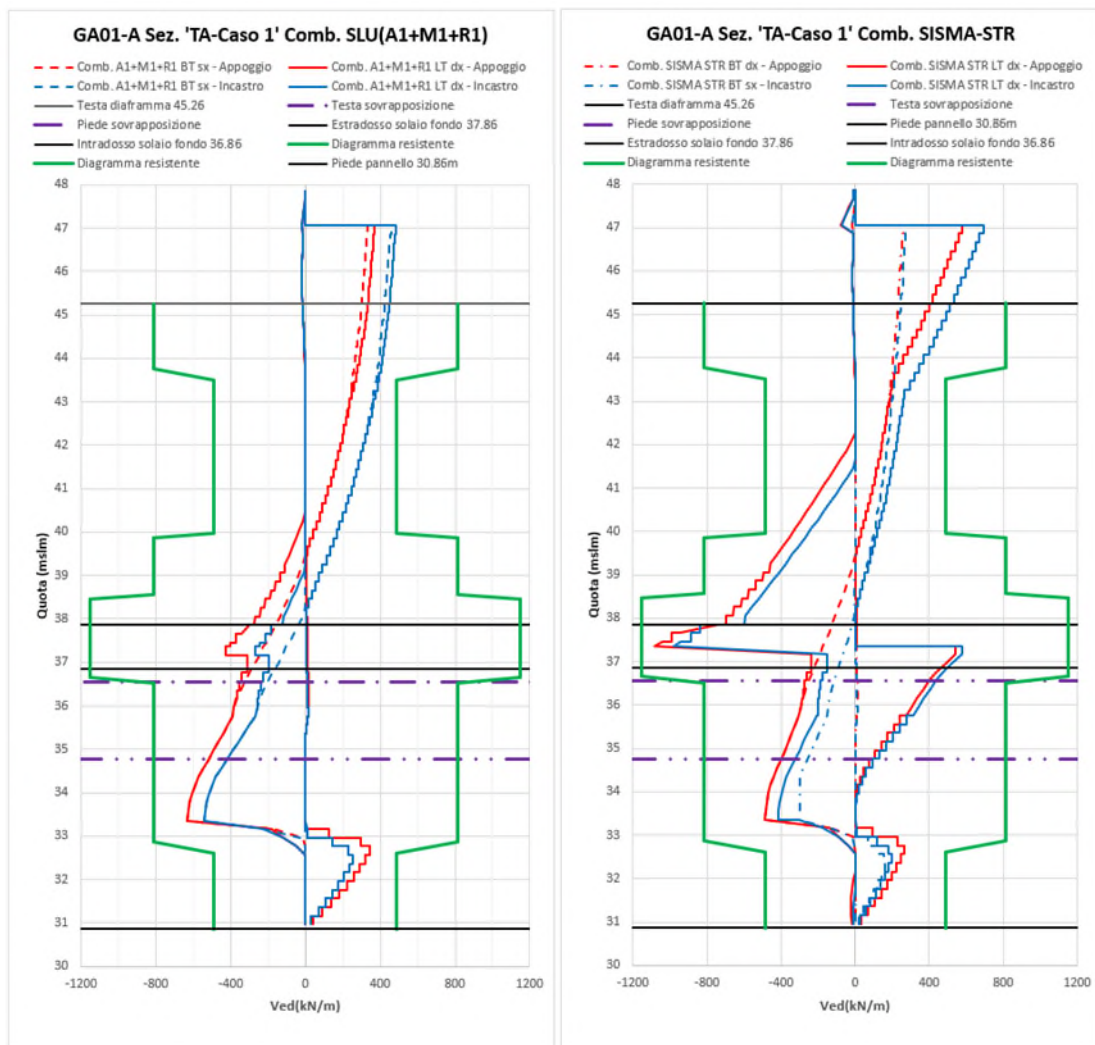


Figura 55 Diaframma TA-Caso 1- Diagramma azioni taglianti e resistenti allo SLU - valori in kN/m

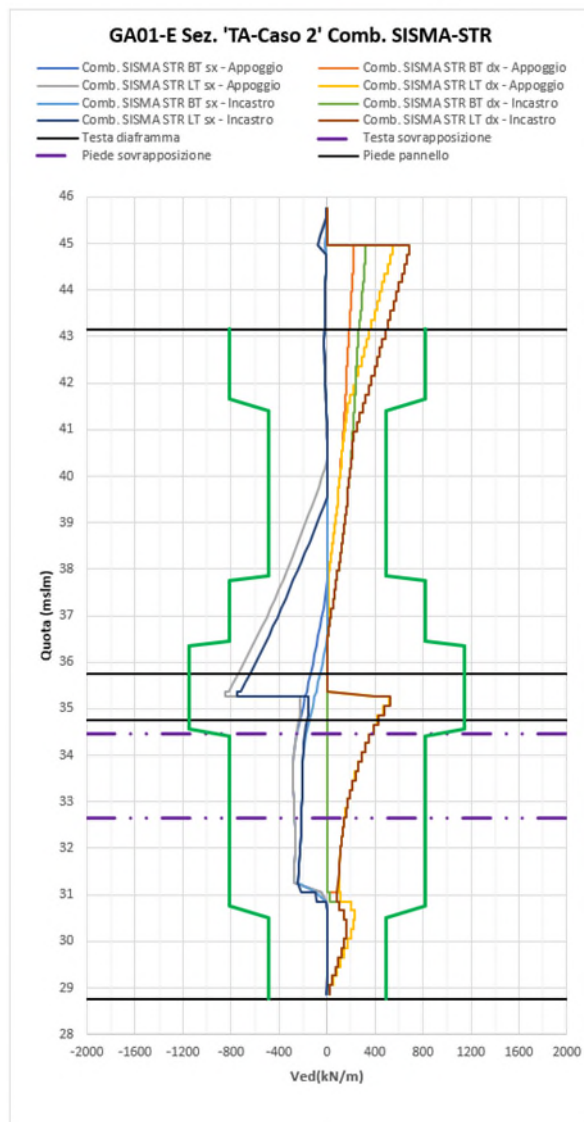
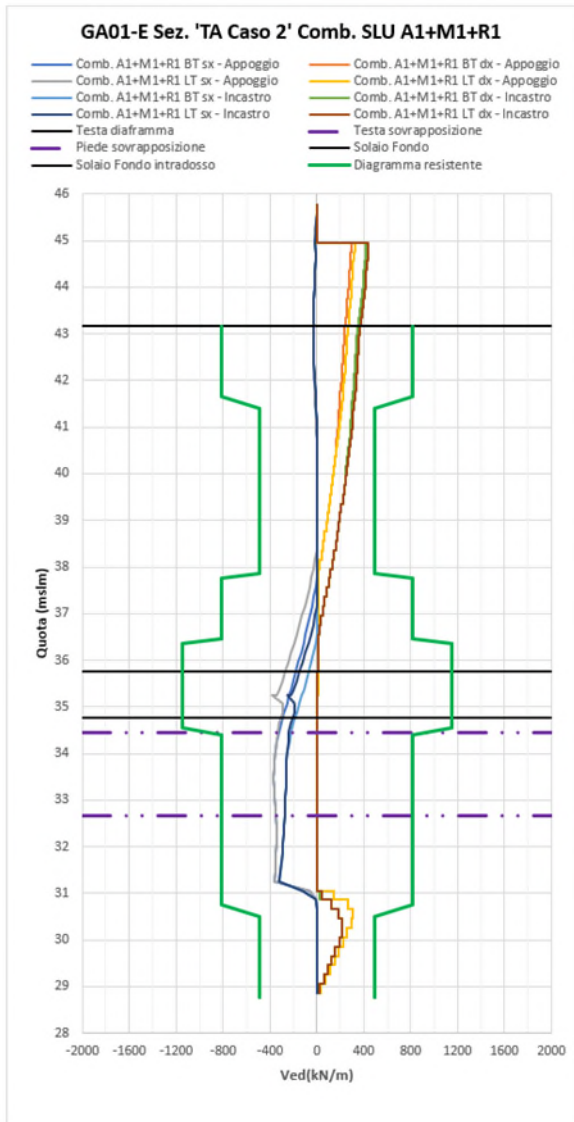


Figura 56 Diaframma TA-Caso 2- Diagramma azioni taglianti e resistenti allo SLU - valori in kN/m

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|-----------|----------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 197 di 205 |

12 OPERE PROVVISORIALI DI PRESIDIO

12.1 Inquadramento delle opere provvisorie della WBS GA01-A

Per la realizzazione degli scavi necessari alla realizzazione della galleria artificiale GA01-A è prevista un'opera di sostegno a presidio delle preesistenze che si pongono in adiacenza all'impronta planimetrica della galleria stessa. Tale opera consente di limitare le deformazioni conseguenti agli scavi della galleria e al fine di garantire la funzionalità anche durante tutte le fasi di lavorazione.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva con l'indicazione delle principali caratteristiche geometriche delle opere da realizzare nella tratta in esame:

Tabella 48 Sollecitazioni flettenti dimensionanti

| Opera Provvisoria | Tipologia di opera | Pk. _Inizio [km] | Pk. _Fine [km] | Altezza max scavo [m] | Opere a tergo [-] |
|-------------------|---|------------------|----------------|-----------------------|-------------------|
| A | Paratia di pali ϕ 600 mm passo 800mm | 5+035 | 5+090 | 4.50 | Rotatoria |

Per la realizzazione delle opere in oggetto è stato considerato il quadro geotecnico e stratigrafico definito al § 4 del presente documento. Nel caso dell'Opera Provvisoria A la quota di falda di breve termine si trova al di sotto prevista per la realizzazione della soletta di copertura della GA01-A.

L'opera è da intendersi come provvisoria; pertanto, le analisi sismiche non vengono eseguite in quanto essa hanno durata prevista in progetto inferiore a 2 anni.

12.2 Opera provvisoria A

12.2.1 Descrizione dell'opera

L'opera provvisoria A è realizzata tramite una paratia di pali di diametro 600 mm posti a passo 0.80 m: essa è realizzata in fregio alla rotatoria esistente sul raccordo autostradale Verona Est in corrispondenza di Viale del Lavoro in prossimità dell'abitato di San Martino Buon Albergo. Al fine di poter realizzare l'opera provvisoria in oggetto necessaria per sostenere lo scavo di sbancamento per la realizzazione della galleria artificiale, la rotatoria dovrà essere riconfigurata come indicato in rosso nello stralcio planimetrico seguente.

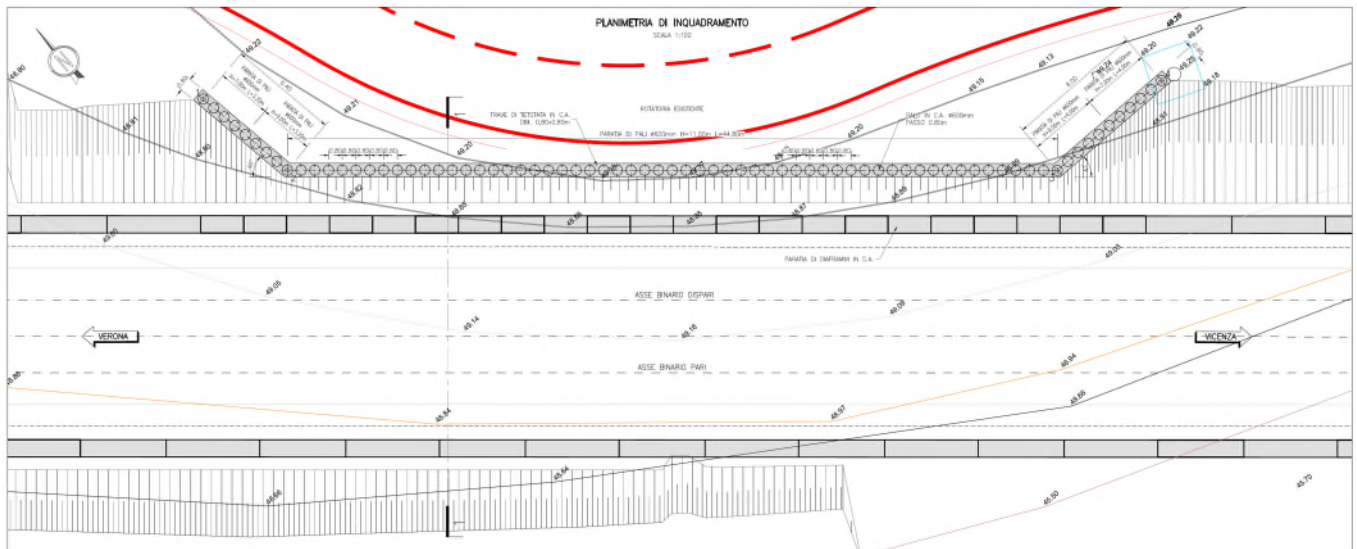


Figura 57 Planimetria di inquadramento – Opera Provvisoriale A

Sono di seguito riportate le principali caratteristiche della struttura e del modello sviluppato per le analisi di verifica dell'opera. La sezione tipo di verifica è riportata nella figura successiva.

Tabella 49 Riassunto caratteristiche geometriche e sovraccarichi – Opera Provvisoriale A.

| RIASSUNTO CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E SOVRACCARICHI – OPERA PROV. A. | |
|--|---|
| Tipologia di struttura di sostegno | Paratia di pali ϕ 600 mm - passo 800mm |
| Altezza totale paratia (compresa trave coronamento) | $9.00+0.80 = 9.80$ m |
| Altezza totale scavo | 4.50 m |
| Inclinazione piano campagna monte/valle | $0^\circ/0^\circ$ |
| Sovraccarichi permanenti monte/valle | 0/0 kPa |
| Sovraccarichi variabili monte/valle | 20 kPa/0 |

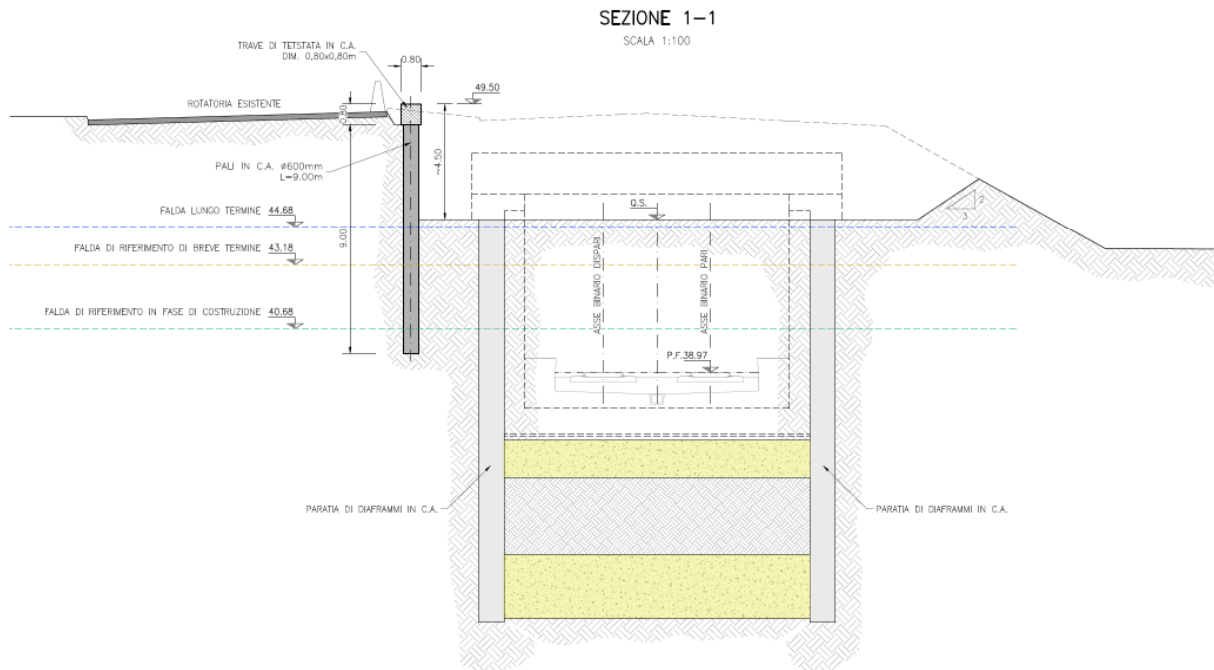


Figura 58 Sezione trasversale in corrispondenza opera provvisoria A

12.2.2 Modello di calcolo

La figura seguente riporta la stratigrafia e il modello di calcolo sviluppato con ParatiePlus 2020.

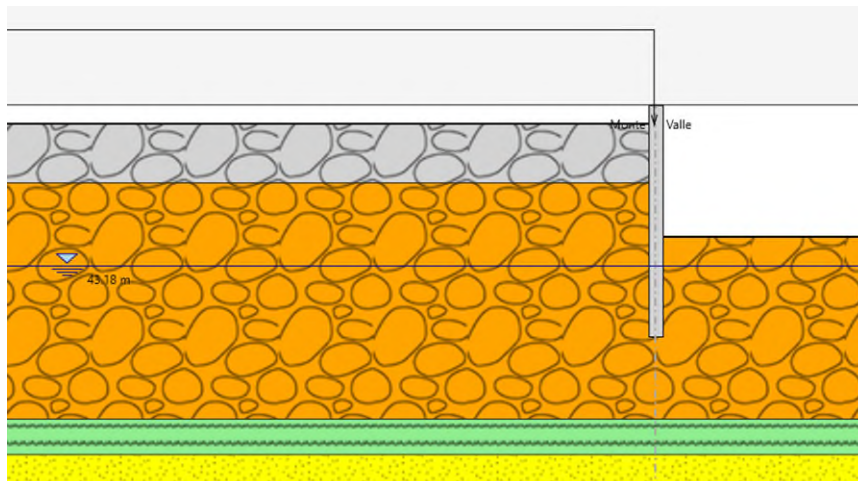


Figura 59 Modello di calcolo implementato nel software Paratie Plus 2020

La stratigrafia e i parametri geotecnici adottati nelle elaborazioni sono riportati nella figura seguente. In particolare, si è fatto riferimento alla successione stratigrafica riportata nel profilo geotecnico generale di cui al § 2.2..

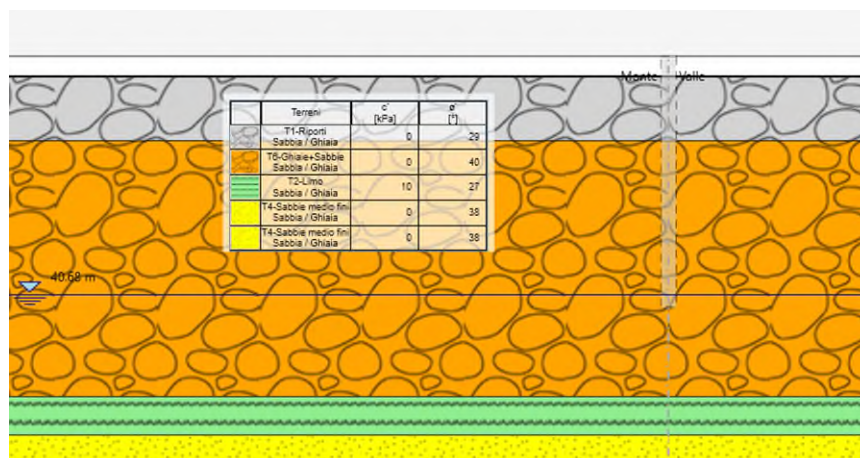


Figura 60 Stratigrafia di calcolo adottata nel modello

I coefficienti di spinta corrispondenti allo stato attivo e passivo sono valutati dal programma di calcolo a partire dai parametri geotecnici riportati al § 4. In particolare, i coefficienti di spinta attiva (k_a) sono calcolati secondo la formulazione di Coulomb, considerando un angolo di attrito terreno/calcestruzzo (δ) pari a $2/3 \phi'$; i coefficienti di spinta passiva (k_p) sono calcolati secondo la formulazione di Lancellotta (2007), considerando un angolo di attrito terreno/calcestruzzo (d) pari a $2/3 \phi'$.

12.2.3 Descrizione delle fasi di calcolo

Le fasi di calcolo considerate nelle elaborazioni sono le seguenti:

- *fase 0 – fase geostatica iniziale*
 - tutte le unità geotecniche in condizioni drenate;
- *fase 1 – realizzazione della paratia di pali F600/0.8 m*
 - realizzazione cordolo di sommità
 - applicazione sovraccarico accidentale a monte della paratia
- *fase 2 – scavo a -4.5 m*
- *fase 3 – innalzamento della falda dal livello di costruzione a quello di breve termine*

12.2.4 Sintesi risultati allo SLE – Spostamenti

Nel seguito vengono riportati i risultati delle elaborazioni in termini di deformata della paratia (Combinazione SLE rara), per la fase di calcolo 2.

Il massimo spostamento a testa palo è pari a circa 37 mm; con riferimento alle indicazioni contenute nella relazione IN1711EI2RHGA0100001A relativa ai criteri generali di dimensionamento delle opere è possibile stimare per il cinematismo a sbalzo in questione un cedimento massimo a tergo paratia dell'ordine di:

$$\frac{S_{v,\max}}{S_{w,\max}} = 0.64$$

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|----------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento EI2 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 201 di 205 |

Da cui si ottiene un cedimento massimo $S_{v,max}$ a piano campagna dell'ordine dei 20 mm circa, valore che si ritiene compatibile con il carattere provvisorio della viabilità interferita a tergo dei pali.

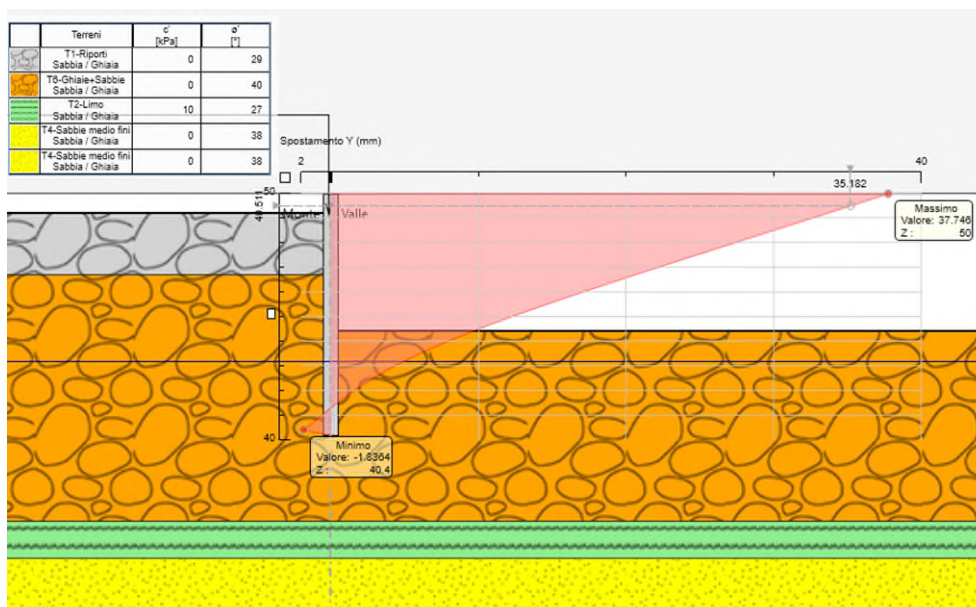


Figura 61 Spostamenti della paratia in condizione SLE – falda di breve termine

12.2.5 Sintesi risultati analisi strutturale

Nella seguente si riassumono i valori massimi di azione tagliante e flettente sul singolo palo, mentre nelle figure successive sono riportati i risultati delle elaborazioni in termini di:

- Azione flettente (SLU in approccio 1 – Combinazione 1);
- Azione tagliante (SLU in approccio 1 – Combinazione 1);

Si ricorda che le sollecitazioni riportate in tabella corrispondono a quelle risultanti dal calcolo tramite ParatiePlus moltiplicate per l'interasse dei pali.

Tabella 50 SLU A1+M1+R1: Sollecitazioni agenti sul singolo palo

| Fase | M SLE [kNm] | M SLU [kNm] | V [kN] |
|------|-------------|-------------|--------|
| 3 | 177 | 232 | 120 |

Le immagini seguenti riportano le massime sollecitazioni allo SLU sul palo (momento flettente +taglio), nella fase di calcolo finale.

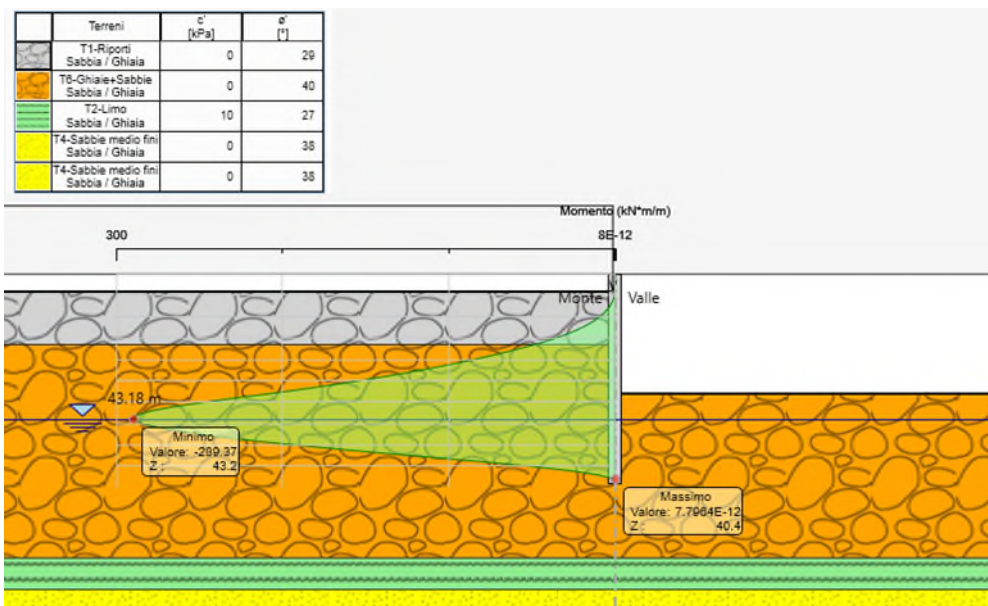


Figura 62 Sollecitazioni flettenti SLU A1+M1+R1 – falda di breve termine

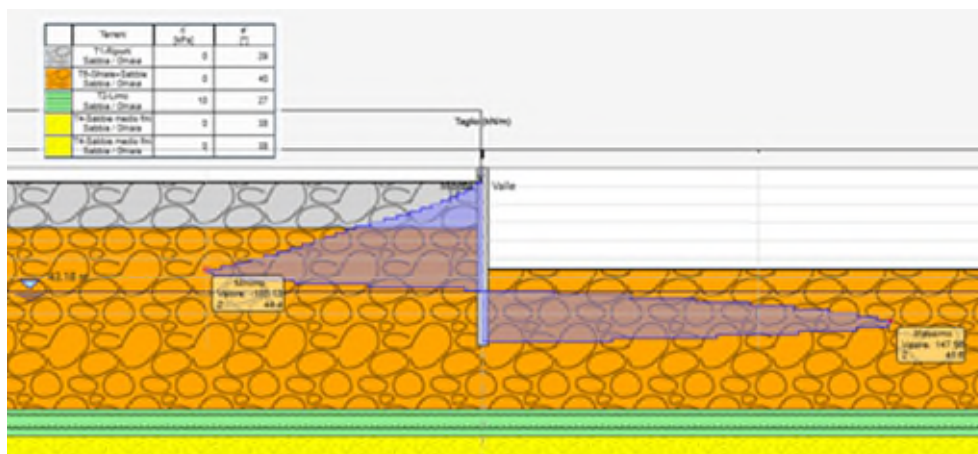


Figura 63 Sollecitazioni taglianti SLU A1+M1+R1 – falda di breve termine

12.2.6 Verifiche allo SLU di tipo STR

Di seguito si riportano le verifiche strutturali dei pali della palificata.

Verifica flessionale e tagliante

Nella seguente tabella si riassume l'armatura longitudinale e trasversale prevista.

Tabella 51 Armatura pali

| | Lunghezza gabbia [m] | Armatura longitudinale | Armatura trasversale |
|-----------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| GABBIA 1 | 9.30 | 12Φ24 | Spirale Φ12/200mm |

| geometria | | | | | sollecitazioni e risultati | | | | | verifica DM08 | | |
|-------------------------------|------|----------------|--------------------|----------------|------------------------------------|-------|-------|-------------------------|-------|---------------|---|--|
| sezione trasversale | | | | | SLE | | | | | SLU | | |
| D | c | d | passo | interferro | M _{Ek} | 180.0 | [kNm] | M _{Ed} | 232.0 | [kNm] | Verifica a taglio contributo A _{sl} scelta si angolo θ scelta imposto θ _{imposto} 28 [°] θ _{calcolato} 19.7 [°] θ _{inf} 21.8 [°] θ _{sup} 45 [°] Incidenza Armatura min CD 'A' | |
| [cm] | [cm] | [cm] | [cm] | [cm] | N _{Ek} | 0.0 | [kN] | N _{Ed} | 0.0 | [kN] | | |
| 60 | 6.0 | 51.6 | 11.3 | 8.9 | momento di cracking | | | | | | | |
| armatura longitudinale | | | | | M _{cr} | 58.7 | [kNm] | presso-flessione | | | | |
| n _{barre} | φ | r _i | A _{sl} | c _i | quota asse neutro | | | | | | | |
| [mm] | [mm] | [cm] | [cm ²] | [cm] | y _n | 20.79 | [cm] | M _{Rd} | 388.6 | [kNm] | | |
| 12 | 24 | 21.6 | 54.29 | 8.40 | tensioni e fessure | | | | | | | |
| | | | | | σ _{c,min} | -10.7 | [MPa] | FS | 1.68 | | | |
| | | | | | σ _{s,min} | -95.5 | [MPa] | taglio | | | | |
| | | | | | σ _{s,max} | 237.5 | [MPa] | V _{Rdc} | 133.5 | [kN] | | |
| armatura a taglio | | | | | non serve armatura a taglio | | | | | | | |
| Tipo | φ | p | A _{sw} | | k ₂ | 0.5 | | V _{Rds} | 278.5 | [kN] | | |
| [mm] | [mm] | [cm] | [cm ²] | | ε _{sm-ε_{cm}} | 0.74 | [‰] | V _{Rdmax} | 627.4 | [kN] | | |
| spirale | 12 | 20 | 2.26 | | S _{r,max} | 38.2 | [cm] | θ | 28.0 | [°] | | |
| | | | | | W _k | 0.28 | [mm] | sezione duttile | | | | |
| | | | | | ai 36.4 [cm] | | | | | | | |

| materiali | | | | legenda | | |
|---------------------|------------|----------------------|--------------|----------------------|--|---|
| calcestruzzo | | acciaio | | | d riferito all'asse barra c copriferro netto M >0, se tese fibre inferiori N >0, se di trazione V in valore assoluto | |
| R _{ck} | 30 [MPa] | f _{yk} | 450 [MPa] | | | α _{cc} coeff. effetti a lungo termine |
| f _{ck} | 24.9 [MPa] | γ _s | 1.15 | | | V coeff. riduzione resistenza bielle |
| γ _c | 1.5 | f _{yd} | 391.3 [MPa] | | | α _e =E _s /E _c |
| α _{cc} | 0.85 | E _s | 200000 [MPa] | | | k _t 0.6 azioni di breve durata |
| f _{cd} | 14.1 [MPa] | ε _{uk} | 75 [‰] | | | 0.4 azioni di lunga durata |
| V | 0.5 | valori limite | | | | k ₁ 0.8 barre aderenza migliorata |
| ε _{c2} | 2.0 [‰] | 0,55 f _{ck} | 13.7 [MPa] | | | 1.6 barre lisce |
| ε _{cu2} | 3.5 [‰] | 0,75 f _{yk} | 337.5 [MPa] | | | k ₂ 0.5 flessione |
| α _e | 15.0 | W _{k,lim} | 0.2 [mm] | | | (ε ₁ +ε ₂)/2ε _s trazione eccentrica |
| k _t | 0.6 | | | 1 trazione pura | | |
| k ₁ | 0.8 | | | k ₃ 3.4 | | |
| k ₃ | 3.4 | | | k ₄ 0.425 | | |
| k ₄ | 0.425 | | | σ >0 se di trazione | | |

12.2.7 Verifica allo SLU di tipo GEO

12.2.7.1 Verifica di stabilità globale

La verifica di stabilità globale dell'opera provvisoria deve essere condotta in accordo all'approccio 1, Combinazione 2 (A2+M2+R1). Nella figura seguente è riportato il risultato delle verifiche in accordo con il metodo di Janbu. L'analisi di stabilità risulta essere soddisfatta con un coefficiente di sicurezza di 3.1.

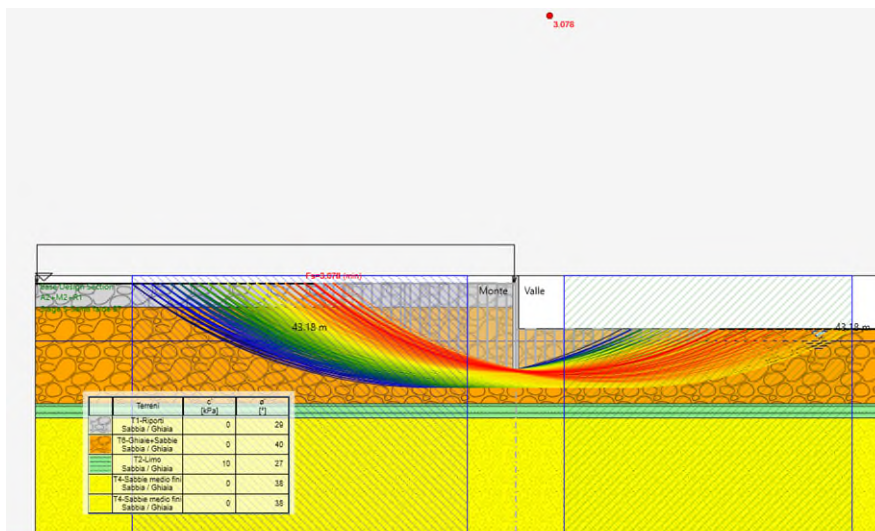


Figura 64 Opera Provvisoria A – risultati stabilità globale Comb. A2+M2+R1

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|----------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 204 di 205 |

12.2.7.2 Verifica delle spinte a valle della paratia

La verifica delle spinte a valle della paratia è condotta in accordo all'Approccio 1, Combinazione 2 (A2+M2+R1). Nella seguente figura si mostrano la risultante delle spinte agenti sulla paratia relativi all'ultima fase di calcolo (Fase 2), in particolare deve risultare che la spinta mobilitata a valle (Spinta reale efficace), moltiplicata per il coefficiente $gF = 1.0$, sia inferiore alla resistenza del terreno (Massima spinta ammissibile) corrispondente alla spinta passiva divisa per il coefficiente di resistenza $gR = 1.0$).

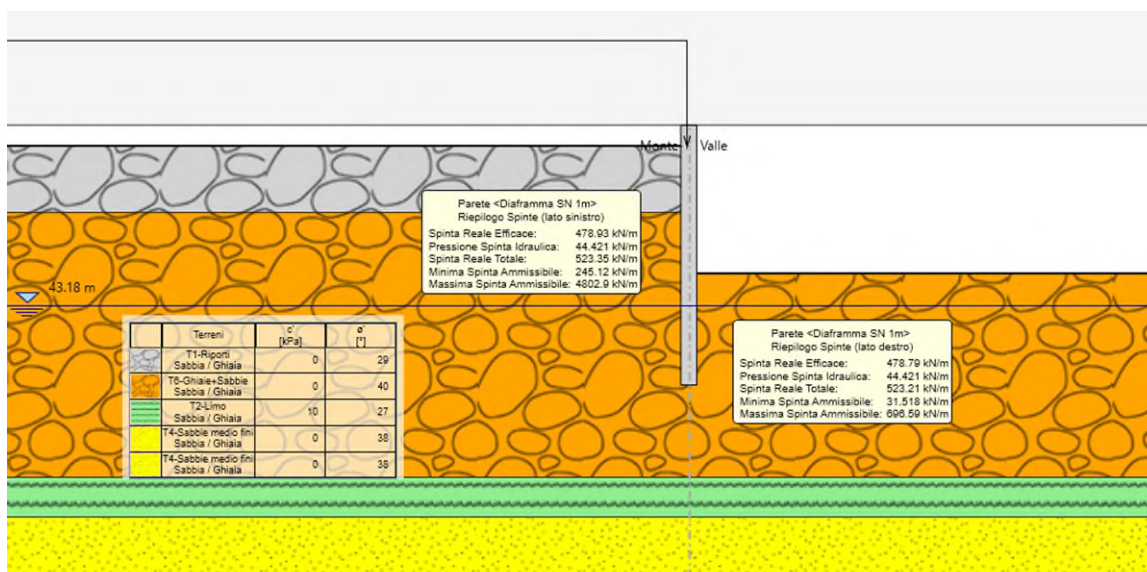


Figura 65 Risultati spinte paratia Comb. A2+M+R1

| | | | | | |
|---|--|-------------|--|-----------|----------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| GA01-A OPERE SOSTEGNO DEGLI SCAVI E TAMPONE DI FONDO | Progetto IN17 | Lotto 11 | Codifica Documento E12 CL GA 01 A4 0014 | Rev. A | Foglio 205 di 205 |

13 GIUDIZIO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI DELLE VERIFICHE STRUTTURALI

In accordo con le indicazioni contenute nel capitolo 10 delle NTC 2008, a commento delle verifiche riportate nei precedenti capitoli si precisa quanto segue:

- le verifiche degli elementi strutturali, laddove eseguite con programmi di calcolo automatico, sono state effettuate mediante l'utilizzo di codici di riconosciuta affidabilità ed impiego in ambito nazionale: tali codici contengono adeguata documentazione, nonché numerosi test di verifica e validazione circa l'affidabilità dei risultati ottenuti;
- i file di input e output dei programmi, riportati nella presente relazione e nell'apposito allegato, sono stati sottoposti a verifica mediante:
 - o controllo dei dati inseriti in merito a caratteristiche dei materiali, carichi e parametri di resistenza e deformabilità dei terreni, condizioni di vincolo imposte e coerenza con gli schemi statici rappresentati negli elaborati di progetto, nonché della successione delle fasi costruttive imposte nel progetto stesso;
 - o valutazione delle reazioni ai vincoli e verifica equilibrio globale della struttura analizzata;
 - o analisi speditiva dei risultati per confronto con schemi di calcolo semplificati, oppure con i risultati ed i dimensionamenti già svolti in sede di Progetto Definitivo: questi ultimi, in particolare, hanno costituito un primario riferimento per il dimensionamento delle opere e la valutazione dei risultati, nonché per la comprensione/ elaborazione del giudizio di accettabilità in presenza di eventuali scostamenti, qualora osservati a motivo delle diverse ipotesi di carico/vincolo e sequenze operative imposte;
 - o analisi comparativa eseguita con altri approcci numerici e di calcolo (cfr. doc. IN1711E12RHGA0100002A).