

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

RADDOPPIO TRATTA FIUME TORTO – LERCARA DIRAMAZIONE
LOTTO 1 + 2

VIABILITÀ

NV22 – Viabilità di accesso alla Nuova Fermata Lercara dir. e Piazzale di stazione
Relazione di calcolo muri di imbocco

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.
RS3Z 00 D 26 CL NV2203 003 B

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|------|-----------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|------------|--------------|--|------|
| A | EMISSIONE ESECUTIVA | C. INTEGRA | Gennaio 2020 | M.SALLEOLINI | Gennaio 2020 | A. BARRECA | Gennaio 2020 | F. GREGORI Maggiore Dir. Inf. e Sicurezza Ordine degli Ingegneri della provincia di Roma n. 25372/Str. | 2020 |
| B | 1° AGG. A CONSEGNA GSLPP | C. INTEGRA | Maggio 2020 | M.SALLEOLINI | Maggio 2020 | A. BARRECA | Maggio 2020 | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

File: RS3Z00D26CLNV2203003B

n. Elab.:

INDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. PREMESSA | 2 |
| 2. DESCRIZIONE..... | 3 |
| 3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO | 4 |
| 4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | 5 |
| 5. PARAMETRI GEOTECNICI | 7 |
| 5.1 Profondità della falda | 7 |
| 6. ANALISI DEI CARICHI | 8 |
| 6.1 Pesi propri | 8 |
| 6.2 Permanenti non strutturali | 8 |
| 6.3 Carichi mobili (carico stradale)..... | 8 |
| 6.4 Azione di frenamento (Q_3)..... | 8 |
| 6.5 Azione del sisma | 8 |
| 6.6 Ritiro del calcestruzzo..... | 11 |
| 6.7 Variazione termica | 11 |
| 6.8 Spinta statica del terreno | 12 |
| 6.9 Spinta dovuta al sovraccarico accidentale..... | 12 |
| 7. COMBINAZIONE DEI CARICHI..... | 14 |
| 8. VERIFICHE STRUTTURALI | 16 |
| 8.1 Verifiche per gli stati limite ultimi a flessione-pressoflessione | 16 |
| 8.2 Verifica agli stati limite ultimi a taglio | 16 |
| 8.3 Verifica agli stati limite d'esercizio | 18 |
| 9. ANALISI STRUTTURALE | 19 |
| 9.1 Modellazione strutturale : Muro ad U..... | 19 |
| 9.2 Analisi dei carichi | 21 |

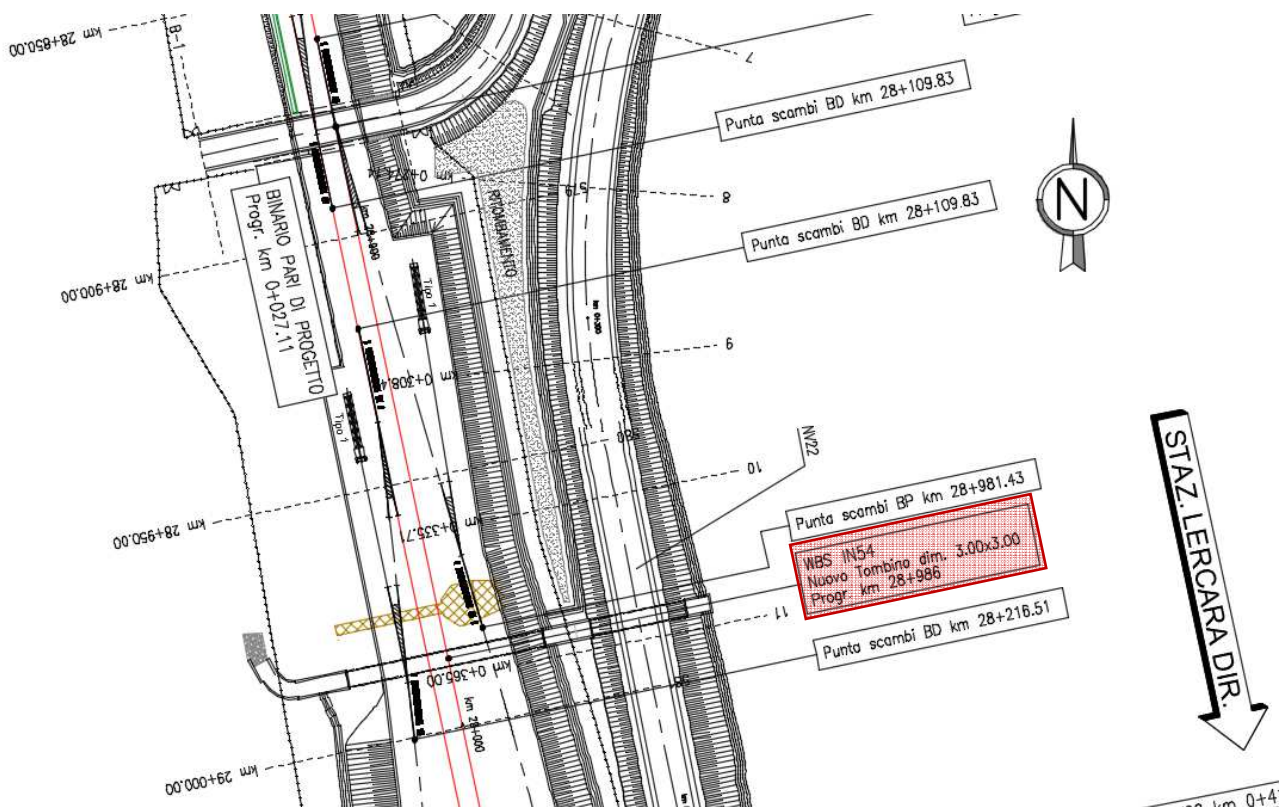
| | | |
|------------|--|-----------|
| 9.3 | Combinazioni | 23 |
| 9.4 | Sezioni di verifica | 25 |
| 9.5 | Verifiche strutturali | 26 |
| 9.5.1 | Verifica piedritti | 26 |
| 9.5.2 | Verifica soletta inferiore | 31 |
| 10. | INCIDENZA MURO U..... | 37 |
| 11. | DICHIARAZIONI SECONDO D.M. 17/01/2018 (P.TO 10.2) | 38 |
| 11.1 | Tipo di analisi svolte | 38 |
| 11.2 | Origine e caratteristiche dei Codici di Calcolo | 38 |
| 11.3 | Giudizio motivato di accettabilità dei risultati | 38 |

1. PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici relativi alla progettazione definitiva del collegamento Palermo-Catania, raddoppio tratta Fiumetorto-Lercara Diramazione, appartenente alla Direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo.

Nella presente relazione è riportato il calcolo strutturale dei muri di imbocco di spessore $0.4m$ del tombino 3×3 proseguimento di IN54.

Segue uno stralcio della planimetria di progetto con ubicazione dell'opera.

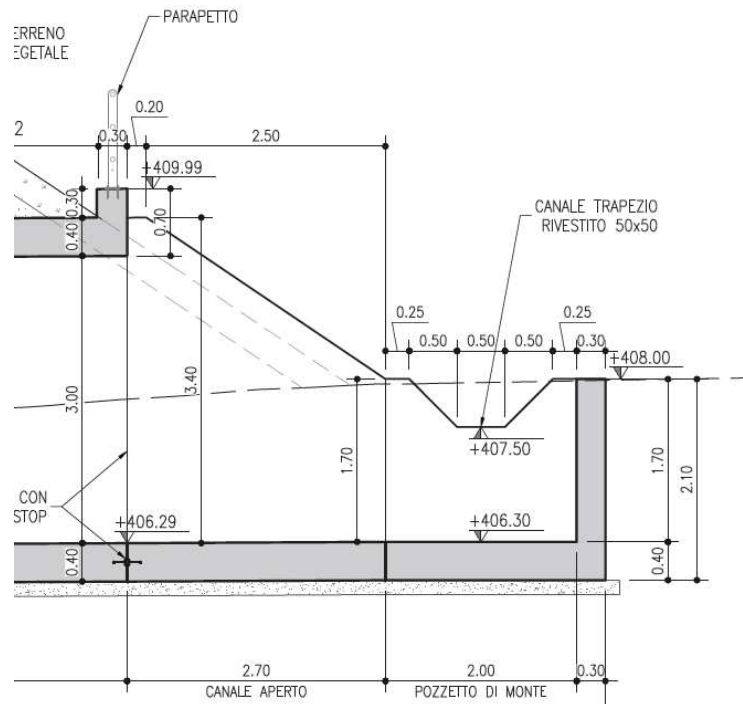


Si è considerata l'altezza corrispondente ai $2/3$ della base del muro a U, pari a $1.80m$ (esclusa la fondazione).

2. DESCRIZIONE

Nella seguente relazione, in particolare, vengono descritte le verifiche agli Stati Limite del muro di imbocco a U utilizzabile per attraversamenti stradali avente le caratteristiche riportate nella seguente tabella:

| Geometria del muro a U | | | |
|----------------------------|------|------|---|
| Larghezza totale | Ltot | 3.60 | m |
| Altezza totale | Htot | 3.20 | m |
| Spessore piedritti | sp | 0.30 | m |
| Spessore soletta inferiore | sf | 0.40 | m |
| Luce libera | Lint | 3.00 | m |
| Altezza libera | Hint | 2.80 | m |



La struttura sarà realizzata in c.a. gettato in opera senza giunti intermedi.

Si trascura, a favore di sicurezza, l'eventuale presenza del riempimento interno.

3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Il dimensionamento e la verifica degli elementi strutturali sono stati condotti nel rispetto delle seguenti normative:

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni;
- Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP.: Istruzioni per l'applicazione dell'“Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018;
- Circolare 15 ottobre 1996, n.252 AA.GG./S.T.C.: Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche” di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996;
- RFI DTC SI MA IFS 001 B: “Manuale di progettazione delle opere civili” del 22/12/2017.
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 B: Sezione 2 – Ponti e Strutture

Riferimenti STI:

– Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

| MAGRONE - C12/15 | | | | |
|----------------------------------|----------|---------|-------------------|--------|
| Descrizione | Simbolo | Formula | Unità di misura | Valore |
| Resistenza cubica a compressione | R_{ck} | | N/mm ² | 15 |
| Contenuto minimo cemento | | | kg/m ³ | 150 |

| CALCESTRUZZO CLASSE 30/37 | | | | |
|---|------------------------|-------------------------------------|-------------------|--------|
| Descrizione | Simbolo | Formula | Unità di misura | Valore |
| Resistenza cubica a compressione | R_{ck} | | N/mm ² | 37.0 |
| Resistenza cilindrica a compressione | f_{ck} | $0.83 * R_{ck}$ | N/mm ² | 30.7 |
| Resistenza cilindrica media a compressione | f_{cm} | $f_{ck}+8$ | N/mm ² | 38.7 |
| Coefficiente per effetti a lungo termine e sfavorevoli | α_{cc} (t>28gg) | | - | 0.85 |
| Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo | γ_c | | - | 1.5 |
| Resistenza di calcolo a compressione | f_{cd} | $(\alpha_{cc} * f_{ck}) / \gamma_c$ | N/mm ² | 17.4 |
| Resistenza cilindrica media a trazione | f_{ctm} | $0.3 * (f_{ck})^{2/3}$ | N/mm ² | 2.9 |
| Resistenza cilindrica media a trazione | f_{ctk} | $0.7 * f_{ctm}$ | N/mm ² | 2.1 |
| Resistenza di calcolo a trazione | f_{ctd} | f_{ctk} / γ_c | N/mm ² | 1.4 |
| Resistenza media a trazione per flessione | f_{ctm} | $1.2 * f_{ctm}$ | N/mm ² | 3.5 |
| Resistenza cilindrica caratteristica a trazione | f_{ctk} | $0.7 * f_{ctm}$ | N/mm ² | 2.5 |
| Modulo elastico | E_{cm} | $22000 * (f_{cm} / 10)^{0.3}$ | N/mm ² | 33019 |
| Peso proprio | γ_c | | N/m ³ | 25000 |
| Coefficiente di Poisson | ν | | - | 0.2 |
| Coefficiente di aderenza | η | | - | 1.0 |
| Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza | f_{bk} | $2.25 * \eta * f_{ctk}$ | N/mm ² | 4.6 |
| Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo | f_{bd} | f_{bk} / γ_c | N/mm ² | 3.1 |

| Acciaio ad aderenza migliorata B450C | | | | |
|---|--------------|---------------------|-------------------|--------|
| Descrizione | Simbolo | Formula | Unità di misura | Valore |
| Resistenza caratteristica di rottura | $f_{t\ nom}$ | | N/mm ² | 540 |
| Resistenza caratteristica a snervamento | $f_{y\ nom}$ | | N/mm ² | 450 |
| Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio | γ_s | | - | 1.15 |
| Resistenza di calcolo | f_{yd} | f_{yk} / γ_s | N/mm ² | 391.3 |
| Modulo elastico | E_s | | N/mm ² | 206000 |
| Tensioni di progetto del cls allo S.L.E. | | | | |
| Tensione massima di esercizio per l'acciaio | σ_s | $0.75 * f_{yk}$ | N/mm ² | 337.5 |

Con riferimento al punto 4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato nella tabella C4.1.IV della Circolare 21.01.2019, riportata di seguito, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.III delle NTC.

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

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

Classe di esposizione: XA1

Copriferro di progetto: 50 mm

Condizioni ambientali: Aggressive

Il valore limite di apertura delle fessure calcolato secondo le combinazioni agli SLE (frequente e quasi permanente) è pari ad uno dei seguenti valori nominali:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

| Gruppi di Esigenze | Condizioni ambientali | Combinazione di azioni | Armatura | | | |
|--------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | | Sensibile | | Poco sensibile | |
| | | | Stato limite | w _k | Stato limite | w _k |
| A | Ordinarie | frequente | apertura fessure | ≤ w ₂ | apertura fessure | ≤ w ₃ |
| | | quasi permanente | apertura fessure | ≤ w ₁ | apertura fessure | ≤ w ₂ |
| B | Aggressive | frequente | apertura fessure | ≤ w ₁ | apertura fessure | ≤ w ₂ |
| | | quasi permanente | decompressione | - | apertura fessure | ≤ w ₁ |
| C | Molto aggressive | frequente | formazione fessure | - | apertura fessure | ≤ w ₁ |
| | | quasi permanente | decompressione | - | apertura fessure | ≤ w ₁ |

5. PARAMETRI GEOTECNICI

Gli elaborati di riferimento sono:

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Planimetria e Sezioni geotecniche viabilità - Tav. 1/7 | R | S | 3 | Z | 0 | 0 | D | 2 | 6 | P | Z | G | E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Planimetria e Sezioni geotecniche viabilità - Tav. 2/7 | R | S | 3 | Z | 0 | 0 | D | 2 | 6 | P | Z | G | E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Planimetria e Sezioni geotecniche viabilità - Tav. 3/7 | R | S | 3 | Z | 0 | 0 | D | 2 | 6 | P | Z | G | E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Planimetria e Sezioni geotecniche viabilità - Tav. 4/7 | R | S | 3 | Z | 0 | 0 | D | 2 | 6 | P | Z | G | E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Planimetria e Sezioni geotecniche viabilità - Tav. 5/7 | R | S | 3 | Z | 0 | 0 | D | 2 | 6 | P | Z | G | E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Planimetria e Sezioni geotecniche viabilità - Tav. 6/7 | R | S | 3 | Z | 0 | 0 | D | 2 | 6 | P | Z | G | E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| Planimetria e Sezioni geotecniche viabilità - Tav. 7/7 | R | S | 3 | Z | 0 | 0 | D | 2 | 6 | P | Z | G | E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| Profilo longitudinale geotecnico viabilità - Tav. 1/7 | R | S | 3 | Z | 0 | 0 | D | 2 | 6 | F | 9 | G | E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Profilo longitudinale geotecnico viabilità - Tav. 2/7 | R | S | 3 | Z | 0 | 0 | D | 2 | 6 | F | 9 | G | E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Profilo longitudinale geotecnico viabilità - Tav. 3/7 | R | S | 3 | Z | 0 | 0 | D | 2 | 6 | F | 9 | G | E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Profilo longitudinale geotecnico viabilità - Tav. 4/7 | R | S | 3 | Z | 0 | 0 | D | 2 | 6 | F | 9 | G | E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Profilo longitudinale geotecnico viabilità - Tav. 5/7 | R | S | 3 | Z | 0 | 0 | D | 2 | 6 | F | 9 | G | E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Profilo longitudinale geotecnico viabilità - Tav. 6/7 | R | S | 3 | Z | 0 | 0 | D | 2 | 6 | F | 9 | G | E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| Profilo longitudinale geotecnico viabilità - Tav. 7/7 | R | S | 3 | Z | 0 | 0 | D | 2 | 6 | F | 9 | G | E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |

A titolo cautelativo si assumono i seguenti parametri geotecnici:

- Angolo di attrito (rinterro), ϕ' : 35°
- Modulo elastico terreno, E' : 25 MPa
- Coefficiente di Poisson, ν' : 0.3
- Categoria di sottosuolo: C
- Condizione topografica: T1

5.1 Profondità della falda

Ai fini dell'analisi dell'opera non si è considerata la presenza della falda idrica in quanto il livello di falda è al di sotto del piano di fondazione.

6. ANALISI DEI CARICHI

Nel seguente paragrafo si descrivono i carichi elementari che agiscono sulla struttura in oggetto. Tali azioni sono definite secondo le normative e sono utilizzate per la generazione delle combinazioni di carico nell'ambito delle verifiche di resistenza, in esercizio e in presenza dell'evento sismico. Tutti i carichi elementari si riferiscono a un concio longitudinale di larghezza unitaria, pertanto sono tutti definiti rispetto all'unità di lunghezza.

6.1 Pesì propri

Il peso dei differenti elementi strutturali viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato.

- Soletta di fondazione;
- Piedritti;

Per i materiali si assumono i seguenti pesi specifici:

Calcestruzzo armato: $\gamma_{c.a.} = 25.00 \text{ kN/m}^3$

Rilevato: $\gamma_{ril} = 19.00 \text{ kN/m}^3$

6.2 Permanenti non strutturali

Non sono stati considerati i carichi permanenti sulla soletta di fondazione.

6.3 Carichi mobili (carico stradale)

Non sono stati considerati i carichi da traffico stradale.

6.4 Azione di frenamento (Q_3)

Non è stata considerata la forza di frenamento o accelerazione.

6.5 Azione del sisma

Per tutte le opere d'arte di progetto vengono utilizzati, a vantaggio di sicurezza, i seguenti valori: $V_N=50$ anni e classe d'uso III a cui corrisponde un coefficiente d'uso $C_U = 1.50$.

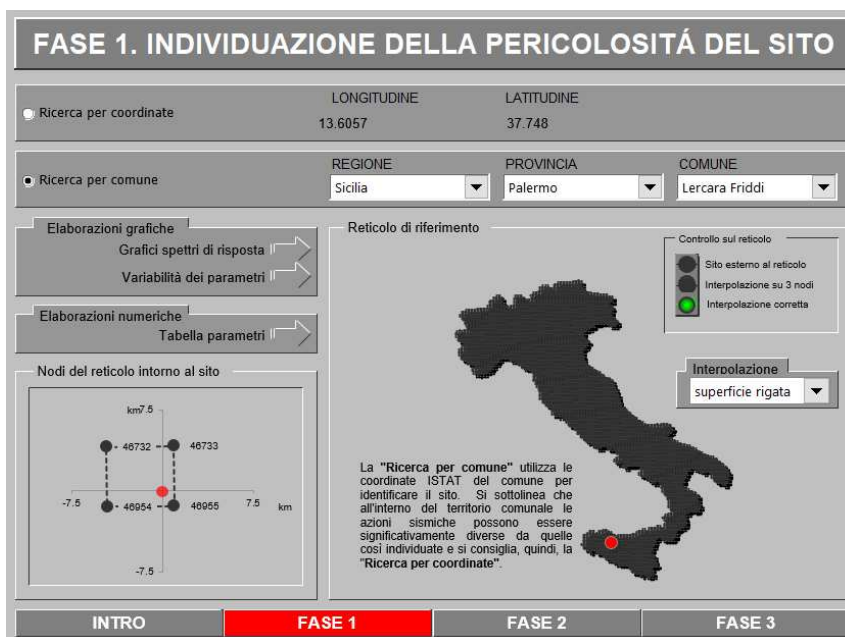
La vita di riferimento V_R è quindi pari a 75 anni.

I parametri utilizzati per la definizione dell'azione sismica sono riportati di seguito.

- Classe d'uso: III
- Coefficiente d'uso $C_U = 1.5$
- Vita nominale $V_N = 50$ anni
- Categoria di suolo: C
- Condizione topografica: T1
- Fattore di struttura $q = 1$

L'azione sismica è stata calcolata per mezzo del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3 messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

I parametri per la determinazione dei punti dello spettro di risposta orizzontale e verticale sono riportati :



Di seguito si riportano gli spettri di risposta orizzontale e verticale allo Stato limite di salvaguardia della vita SLV utilizzati per il calcolo dell'azione sismica. Con tale azione sismica agente, le forze risultanti trasmesse dall'impalcato al piano appoggi della spalla in corrispondenza della sommità del muro di testata sono riportate al paragrafo successivo, sotto le voci **Ex**, **Ey** ed **Ez**.

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info
Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

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

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

Stati limite di esercizio - SLE

| | |
|-----------------------|----------------------------------|
| SLO - $P_{VR} = 81\%$ | <input type="text" value="68"/> |
| SLD - $P_{VR} = 63\%$ | <input type="text" value="113"/> |

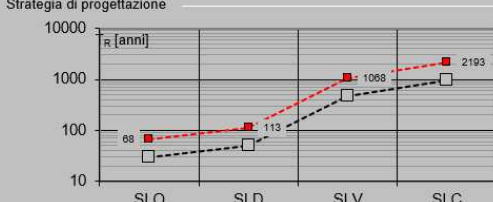
Stati limite ultimi - SLU

| | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| SLV - $P_{VR} = 10\%$ | <input type="text" value="1068"/> |
| SLC - $P_{VR} = 5\%$ | <input type="text" value="2193"/> |

Elaborazioni

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

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO FASE 1 **FASE 2** FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo info $S_S = 1.500$ $C_C = 1.478$ info
Categoria topografica info $h/H = 0.000$ $S_T = 1.000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) $\eta = 1.000$ info
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q Regol. in altezza info

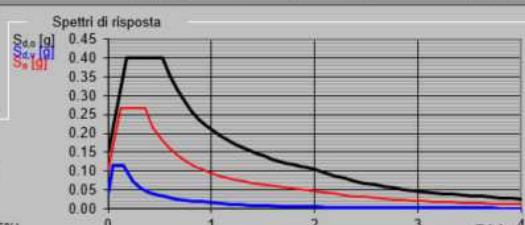
Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore q $\eta = 1.000$ info

Elaborazioni

- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta

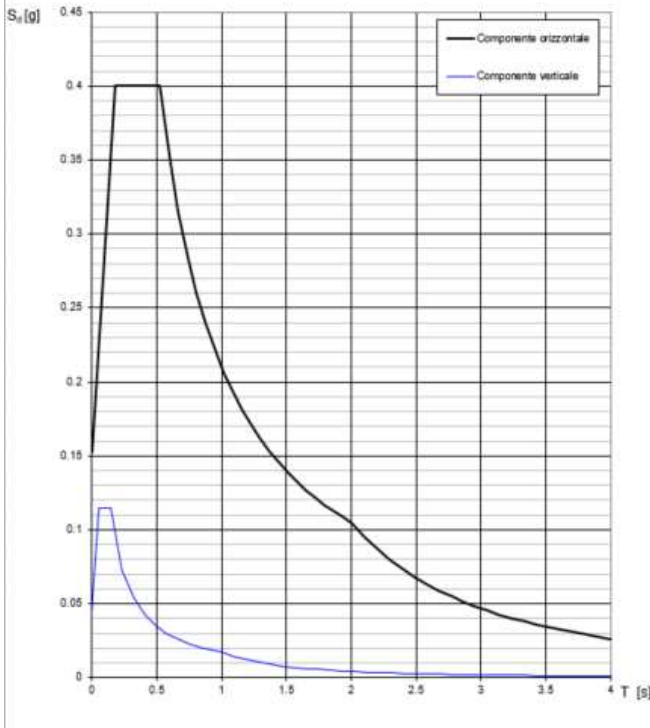


— Spettro di progetto - componente orizzontale
— Spettro di progetto - componente verticale
— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO FASE 1 FASE 2 **FASE 3**

Di seguito si riporta a titolo di esempio lo **spettro di progetto** per lo **Stato Limite di salvaguardia della Vita SLV** relativamente alle componenti **orizzontali**, con coefficiente di smorzamento strutturale canonico pari al 5%.

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite SLV



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

| STATO LIMITE | SLV |
|--------------|---------|
| a_g | 0.102 g |
| F_a | 2.622 |
| T_c | 0.355 s |
| S_B | 1.500 |
| C_c | 1.478 |
| S_T | 1.000 |
| q | 1.000 |

| Parametri dipendenti | |
|----------------------|---------|
| S | 1.500 |
| η | 1.000 |
| T_B | 0.175 s |
| T_C | 0.524 s |
| T_D | 2.007 s |

Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = \sqrt{0.5 + \xi} \geq 0.55, \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6 § 3.2.3.5})$$

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

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

$$T_D = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

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

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

 Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con η_q , dove q è il fattore di struttura (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

| T [s] | S_e [g] |
|-------|---------|
| 0.000 | 0.153 |
| 0.175 | 0.400 |
| 0.524 | 0.400 |
| 0.595 | 0.353 |
| 0.666 | 0.315 |
| 0.736 | 0.285 |
| 0.807 | 0.260 |
| 0.877 | 0.239 |
| 0.948 | 0.221 |
| 1.019 | 0.206 |
| 1.089 | 0.193 |
| 1.160 | 0.181 |
| 1.230 | 0.171 |
| 1.301 | 0.161 |
| 1.372 | 0.153 |
| 1.442 | 0.146 |
| 1.513 | 0.139 |
| 1.583 | 0.133 |
| 1.654 | 0.127 |
| 1.725 | 0.122 |
| 1.795 | 0.117 |
| 1.866 | 0.112 |
| 1.936 | 0.109 |
| 2.007 | 0.105 |
| 2.102 | 0.095 |
| 2.197 | 0.087 |
| 2.292 | 0.080 |
| 2.387 | 0.074 |
| 2.482 | 0.068 |
| 2.576 | 0.063 |
| 2.671 | 0.059 |
| 2.766 | 0.055 |
| 2.861 | 0.051 |
| 2.956 | 0.048 |
| 3.051 | 0.045 |
| 3.146 | 0.043 |
| 3.241 | 0.040 |
| 3.336 | 0.038 |
| 3.431 | 0.036 |
| 3.525 | 0.034 |
| 3.620 | 0.032 |
| 3.715 | 0.031 |
| 3.810 | 0.029 |
| 3.905 | 0.028 |
| 4.000 | 0.026 |

6.6 Ritiro del calcestruzzo

Gli effetti del ritiro del calcestruzzo sono valutati impiegando i coefficienti indicati al punto 11.2.10.6 delle NTC2018. La deformazione totale da ritiro è data dalla somma della deformazione per ritiro da essiccamento e della deformazione da ritiro autogeno. Il ritiro è stato applicato mediante una variazione termica equivalente pari a 10° , ed un umidità relativa del 75% a 7 gg.

Il fenomeno del ritiro è stato applicato solo alla soletta di copertura nel caso dello scatolare mentre viene trascurato nel muro.

6.7 Variazione termica

La variazione termica applicata sulla struttura è pari a $\Delta T = +15^\circ\text{C}$, con un variazione termica aggiuntiva a farfalla pari a $\Delta T = +5^\circ\text{C}$ applicata sulla soletta di copertura.

Per il coefficiente di dilatazione termica si assume:

$$\alpha = 10 \times 10^{-6} = 0.00001$$

6.8 Spinta statica del terreno

Le spinte del terreno a monte degli elementi verticali sono calcolate con la teoria di Rankine, con distribuzione triangolare delle tensioni e conseguente risultante della spinta al metro pari a $S=1/2 \cdot k_0 \cdot \gamma \cdot H^2$, applicata ad 1/3 dal basso.

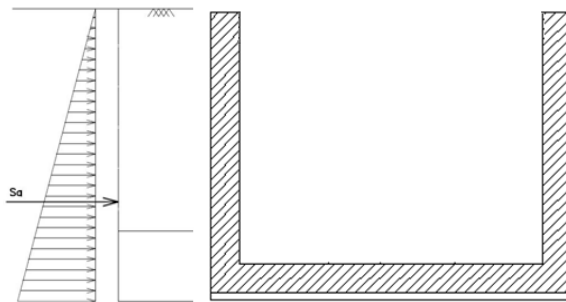


Figura 6.1 – Schema per il calcolo degli effetti della spinta statica del terreno

La spinta in condizioni di esercizio viene calcolata con il coefficiente di spinta a riposo k_0 .

6.9 Spinta dovuta al sovraccarico accidentale

Per considerare la presenza di un sovraccarico da traffico gravante a tergo, si considera un carico uniformemente distribuito. Il valore della spinta risultante al metro è dunque pari a $S=k_0 \cdot q \cdot H$, con punto di applicazione posizionato a metà dell'altezza dell'elemento su cui insiste.

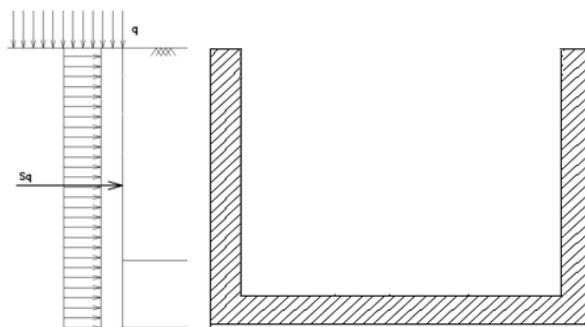


Figura 6.2– Schema per il calcolo degli effetti della spinta dovuta al sovraccarico accidentale

In condizione sismica si considera un incremento della spinta del terreno rispetto alla condizione statica in esercizio. La sovraspinta sismica è calcolata con la teoria di Wood, risultando in un valore di spinta al metro, distribuito uniformemente sull'intera altezza del piedritto, da applicare ad una quota pari ad $H/2$.

NV22 – Viabilità di accesso alla Nuova Fermata
 Lercara dir. e Piazzale di stazione
Relazione di calcolo muri di imbocco

| COMMESSA | LOTTO | FASE-ENTE | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|-----------|-----------|------|----------|
| RS3Z | 00 | D26 | NV2203003 | B | 13 di 41 |

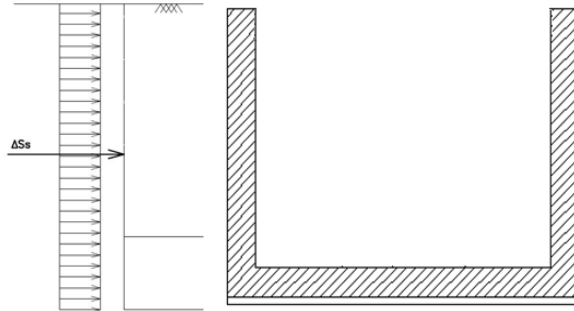


Figura 6.3– Schema per il calcolo degli effetti della sovraspinta sismica

7. COMBINAZIONE DEI CARICHI

In linea con quanto riportato nel quadro normativo vigente, le azioni descritte nei paragrafi precedenti, sono combinate nel modo seguente:

combinazione fondamentale (SLU):

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

combinazione sismica:

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

combinazione eccezionale:

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

combinazione Rara (SLE irreversibile):

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

combinazione Frequente (SLE reversibile):

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

combinazione Quasi Permanente (SLE per gli effetti a lungo termine):

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

Ai fini della determinazione dei valori caratteristici delle azioni dovute al traffico, si devono considerare, generalmente, le combinazioni riportate in TAb. 5.1.IV.

| Gruppo di azioni | Carichi sulla superficie carrabile | | | | | Carichi su marciapiedi e piste ciclabili non sormontabili |
|------------------|--|----------------------------------|---|-----------------------|-----------------------|--|
| | Carichi verticali | | | Carichi orizzontali | | Carichi verticali |
| | Modello principale (schemi di carico 1, 2, 3, 4 e 6) | Veicoli speciali | Folla (Schema di carico 5) | Frenatura | Forza centrifuga | Carico uniformemente distribuito |
| 1 | Valore caratteristico | | | | | Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5kN/m ² |
| 2a | Valore frequente | | | Valore caratteristico | | |
| 2b | Valore frequente | | | | Valore caratteristico | |
| 3 (*) | | | | | | Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m ² |
| 4 (**) | | | Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m ² | | | Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m ² |
| 5 (***) | Da definirsi per il singolo progetto | Valore caratteristico o nominale | | | | |

(*) Ponti pedonali
 (**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)
 (***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

Tab. 1 – Valutazione dei carichi da traffico

Per le verifiche agli stati limite ultimi si adottano i valori dei coefficienti parziali ed i coefficienti di combinazione ψ delle tabelle seguenti.

| | | Coefficiente | EQU ⁽¹⁾ | A1 | A2 |
|--|-------------|---|---------------------|---------------------|------|
| Azioni permanenti g_1 e g_3 | favorevoli | γ_{G1} e γ_{G3} | 0,90 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,10 | 1,35 | 1,00 |
| Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2 | favorevoli | γ_{G2} | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 |
| Azioni variabili da traffico | favorevoli | γ_Q | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,35 | 1,35 | 1,15 |
| Azioni variabili | favorevoli | γ_{Qi} | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 |
| Distorsioni e presollecitazioni di progetto | favorevoli | γ_{r1} | 0,90 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,00 ⁽³⁾ | 1,00 ⁽⁴⁾ | 1,00 |
| Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari | favorevoli | γ_{r2} , γ_{r3} , γ_{r4} | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,20 | 1,20 | 1,00 |

Tab. 2 – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica

| Azioni | Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV) | Coefficiente Ψ_0 di combinazione | Coefficiente Ψ_1 (valori frequenti) | Coefficiente Ψ_2 (valori quasi permanenti) |
|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|---|
| Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV) | Schema 1 (carichi tandem) | 0,75 | 0,75 | 0,0 |
| | Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti) | 0,40 | 0,40 | 0,0 |
| | Schemi 3 e 4 (carichi concentrati) | 0,40 | 0,40 | 0,0 |
| | Schema 2 | 0,0 | 0,75 | 0,0 |
| | 2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 4 (folla) | -- | 0,75 | 0,0 |
| | 5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Vento | a ponte scarico SLU e SLE | 0,6 | 0,2 | 0,0 |
| | in esecuzione | 0,8 | 0,0 | 0,0 |
| | a ponte carico SLU e SLE | 0,6 | 0,0 | 0,0 |
| Neve | SLU e SLE | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | in esecuzione | 0,8 | 0,6 | 0,5 |
| Temperatura | SLU e SLE | 0,6 | 0,6 | 0,5 |

Tab. 3 – Coefficienti di combinazione ψ delle azioni

8. VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche di resistenza delle sezioni sono eseguite secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite. I coefficienti di sicurezza adottati sono i seguenti:

- coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo: 1.50;
- coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio in barre: 1.15.

Il paragrafo in oggetto illustra nel dettaglio i criteri generali adottati per le verifiche strutturali e geotecniche condotte nel progetto. Ulteriori dettagli di carattere specifico, laddove impiegati, sono dichiarati e motivati nelle relative risultanze delle verifiche.

Per le sezioni in cemento armato si effettuano:

- verifiche per gli stati limite ultimi a presso-flessione;
- verifiche per gli stati limite ultimi a taglio;
- verifiche per gli stati limite di esercizio.

8.1 Verifiche per gli stati limite ultimi a flessione-pressoflessione

Allo stato limite ultimo, le verifiche a flessione o presso-flessione sono condotte confrontando (per le sezioni più significative) le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando di conseguenza il corrispondente fattore di sicurezza.

8.2 Verifica agli stati limite ultimi a taglio

La verifica allo stato limite ultimo per azioni di taglio è condotta secondo quanto prescritto dal DM17/01/2018, per elementi con armatura a taglio verticali.

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

- Resistenza di progetto dell'elemento privo di armatura a taglio:

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

- Resistenza di progetto a “taglio trazione”:

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

- Resistenza di progetto a “taglio compressione”:

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot v f_{cd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \theta)$$

Nelle espressioni precedenti i simboli hanno i seguenti significati:

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 \text{ con } d \text{ in mm};$$

$$\rho_1 = \frac{A_{st}}{b_w \cdot d} \leq 0.02;$$

A_{st} è l'area dell'armatura tesa;

b_w è la larghezza minima della sezione in zona tesa;

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} < 0.2 \cdot f_{cd};$$

N_{Ed} è la forza assiale nella sezione dovuta ai carichi;

A_c è l'area della sezione di calcestruzzo;

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

$l \leq \cot \vartheta \leq 2.5$ è l'inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave

A_{sw} è l'area della sezione trasversale dell'armatura a taglio;

s è il passo delle staffe;

α è l'angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;

$v f_{cd}$ è la resistenza di progetto a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($v=0.5$);

$\alpha_c = 1$ coefficiente maggiorativo per membrature non compresse.

8.3 Verifica agli stati limite d'esercizio

Si effettuano le seguenti verifiche agli stati limite di esercizio:

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

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

$$\sigma_c < 0.60 f_{ck} \text{ per combinazione di carico caratteristica (rara);}$$

$$\sigma_c < 0.45 f_{ck} \text{ per combinazione di carico quasi permanente;}$$

$$\sigma_s < 0.80 f_{yk} \text{ per combinazione di carico caratteristica (rara).}$$

Nel secondo caso, si verifica che le aperture delle fessure siano inferiori al valore limite dell'apertura delle fessure nella combinazione caratteristica Frequente e Quasi Permanente. I valori nominali di riferimento sono:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

9. ANALISI STRUTTURALE

Le analisi sono state condotte mediante l'ausilio del SAP2000, un Codice di calcolo F.E.M. (Finite Element Method) capace di gestire analisi lineari e non lineari ed analisi sismiche con integrazione al passo delle equazioni nel tempo. Dal modello sono state dedotte, per le combinazioni di calcolo statiche e sismiche descritte in precedenza, le sollecitazioni complessive agenti sugli elementi strutturali al fine di procedere con le verifiche di sicurezza previste dalle Normative di riferimento. Dallo stesso modello sono state poi ricavate le sollecitazioni agenti all'intradosso della soletta di fondazione necessarie ai fini delle verifiche geotecniche del sistema terreno-fondazione e delle verifiche strutturali.

Convenzione assi

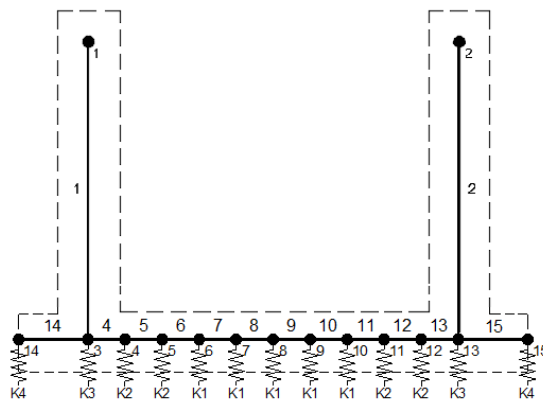
x = asse trasversale dello scatolare

y = asse longitudinale dello scatolare

z = asse verticale dello scatolare

9.1 Modellazione strutturale : Muro ad U

Il modello di calcolo attraverso il quale viene discretizzata la struttura è quello di una struttura ad U. Per simulare il comportamento del terreno di fondazione vengono inserite molle alla Winkler.



La soletta inferiore viene divisa in elementi per poter schematizzare, tramite molle applicate, l'interazione terreno- struttura.

Per la rigidità delle molle, nell'opera in esame si considera un modulo di reazione verticale K_w pari a 5000 kN/m^3 . Tale valore viene valutato tramite la teoria di Bowles, note le dimensioni della fondazione dell'opera e il modulo elastico del terreno di fondazione:

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

Dove:

| | |
|----|---|
| E | modulo elastico del terreno |
| v | coefficiente di Poisson |
| B | larghezza della fondazione |
| L | lato maggiore della fondazione |
| Ct | fattore di forma (Bowles, 1960) |
| Kw | coefficiente di sottofondo alla Winkler |

Con questo valore si ricavano i valori delle singole molle:

| | | | |
|------------------|----|--|------------|
| Interasse molle | i | $(0.30/2 + 3.00 + 0.30/2) / 10 =$ | 0.33 m |
| Molle centrali | K1 | $5000 \cdot 0.33 =$ | 1 650 kN/m |
| Molle intermedie | K2 | $1.5 \cdot 5000 \cdot 0.33 =$ | 2 475 kN/m |
| Molle laterali | K3 | $2.0 \cdot 5000 \cdot (0.33/2 + 0.30/2) =$ | 3 150 kN/m |
| Molle risolto | K4 | - | 0 kN/m |

La rigidezza delle molle in corrispondenza dei piedritti è stata aumentata, seguendo le indicazioni riportate nella letteratura tecnica, al fine di tenere in conto l'irrigidimento apportato dai piedritti al solettone di fondo.

9.2 Analisi dei carichi

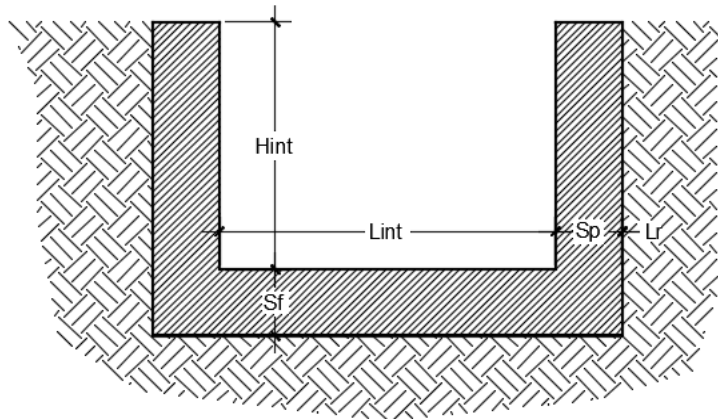
Geometria

Caratteristiche materiali e terreno

| | | | |
|---|-----------|------------|-------------------|
| Calcestruzzo armato - Peso specifico | γ | 25 | kN/m ³ |
| Calcestruzzo armato - Tipo | | C30/37 | |
| Calcestruzzo armato - Res. caratt. cubica | R_{ck} | 37 | N/mm ² |
| Calcestruzzo armato - Res. caratt. cilindrica | f_{ck} | 30.7 | N/mm ² |
| Calcestruzzo armato - Modulo elastico | E | 33000 | N/mm ² |
| Pacchetto stradale - Peso specifico | γ | 24 | kN/m ³ |
| Terreno del rilevato - Peso specifico | γ | 19 | kN/m ³ |
| Terreno del rilevato - Angolo di attrito | φ | 35 | ° |
| Terreno di fondazione | K_w | 5000 | kN/m ³ |
| Condizioni ambientali per ver. a fessurazione | | aggressive | |

Geometria

| | | | |
|--------------------------------|-----------|------|---|
| Spessore soletta superiore | S_s | 0.00 | m |
| Spessore soletta di fondazione | S_f | 0.40 | m |
| Spessore piedritti | S_p | 0.30 | m |
| Altezza netta | H_{int} | 2.80 | m |
| Larghezza netta | L_{int} | 3.00 | m |
| Lunghezza risvolti sol. inf. | L_r | 0.00 | m |



Tab. 4: Geometria del modello

Azioni elementari applicate

Spinta del terreno

| | | | | |
|---|----|--|--------------|-------------------------|
| K0 | | $1 - \text{sen}(35^\circ) =$ | 0.426 | |
| Spinta alla quota di estradosso sol. sup. | p1 | $0.426 \cdot 0.00 =$ | 0.00 | kN/m ² |
| Spinta in asse sol. sup. | p2 | $0.426 \cdot (0.00 + 19 \cdot 0.00/2) =$ | 0.00 | kN/m² |
| Spinta in asse sol. inf. | p3 | $0.426 \cdot [0.00 + 19 \cdot (0.00/2 + 2.80 + 0.40/2)] =$ | 24.31 | kN/m² |
| Spinta alla quota di intradosso sol. inf. | p4 | $0.426 \cdot [0.00 + 19 \cdot (0.00/2 + 2.80 + 0.40)] =$ | 25.93 | kN/m ² |
| Spinta semispessore sol. sup. | F1 | $(0.00 + 0.00)/2 \cdot 0.00/2$ | 0.00 | kN/m |
| Spinta semispessore sol. inf. | F2 | $(24.31 + 25.93)/2 \cdot 0.40/2$ | 5.02 | kN/m |

Spinta del carico accidentale

| | | | | |
|---------------------|---|--------------------|-------------|-------------------------|
| Spinta dovuta al q1 | p | $0.426 \cdot 20 =$ | 8.53 | kN/m² |
|---------------------|---|--------------------|-------------|-------------------------|

Sisma orizzontale

| | | | | |
|---|-------------|--|-------------|-------------------------|
| Stato limite | | Salvaguardia della vita - SLU - | SLV | |
| Vita nominale | V_N | | 50 | anni |
| Classe d'uso | C_u | | III | |
| Coefficiente C_U | C_U | | 1.5 | |
| Periodo di riferimento | V_R | | 75 | anni |
| accelerazione orizzontale | a_g/g | | 0.102 | |
| amplificazione spettrale | Fo | | 2.622 | |
| Categoria sottosuolo | | A, B, C, D, E | C | |
| Coeff. Amplificazione stratigrafica | Ss | | 1.500 | |
| Coeff. Amplificazione topografica | St | | 1 | |
| Coefficiente S | S | $= Ss \cdot St$ | 1.500 | |
| accelerazione orizzontale max | a_{max}/g | $= a_g/g \cdot S$ | 0.153 | |
| Fattore di struttura | q | | 1.00 | |
| Forza orizz. sul s. di cop. dovuta a perm+0.2acc. | FHs | $0.153 \cdot (0.00 \cdot 25 + 0.00 + 0.2 \cdot 0.00) / 1.00 =$ | 0.00 | kN/m² |
| Forza orizz. sui piedritti | FHp | $0.153 \cdot (0.30 \cdot 25) / 1.00 =$ | 1.15 | kN/m² |

Spinta del terreno in fase sismica

| | | | | |
|----------------------------------|--------------|--|------------|-------------------------|
| Coefficiente sismico orizzontale | k_h | $= a_{max}/g$ | 0.153 | |
| Coefficiente sismico verticale | k_v | $= \pm 0.5 \cdot k_h$ | 0.077 | |
| Risultante della spinta sismica | ΔS_E | $= (a_{max}/g) \cdot \gamma \cdot [(Hint + Ss + Sf + Hr)^2]$ | 29.8 | kN/m |
| Pressione risultante | Δp_E | $= \Delta S_E / [(Hint + Ss/2 + Sf/2)]$ | 9.9 | kN/m² |

NV22 – Viabilità di accesso alla Nuova Fermata
 Lercara dir. e Piazzale di stazione
Relazione di calcolo muri di imbocco

| | | | | | |
|----------|-------|-----------|-----------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE-ENTE | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| RS3Z | 00 | D26 | NV2203003 | B | 23 di 41 |

9.3 Combinazioni

| N | PERM | PERM-G2 | Q1-M | Q1-T | Q2 | Q3 | SPTSX | SPTDX | SPACCSX | SPACCDX | TERM | RITIRO | SISMAH | SPSDX | |
|----|----------|---------|------|------|------|------|-------|-------|---------|---------|------|--------|--------|-------|-----|
| 01 | 01S1-11M | 1.35 | 1.50 | 1.35 | 0.0 | 1.35 | 0.0 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 02 | 02S1-11T | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 1.35 | 1.35 | 0.0 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 03 | 03S1-12M | 1.35 | 1.50 | 1.35 | 0.0 | 1.35 | 0.0 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 04 | 04S1-12T | 1.35 | 1.50 | 0.00 | 1.35 | 1.35 | 0.0 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 05 | 05S1-13M | 1.35 | 1.50 | 1.35 | 0.0 | 1.35 | 0.0 | 1.00 | 1.35 | 0.0 | 1.35 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 06 | 06S1-13T | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 1.35 | 1.35 | 0.0 | 1.00 | 1.35 | 0.0 | 1.35 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 07 | 07S1-14- | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 08 | 08S1-15- | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 1.35 | 0.0 | 1.35 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 09 | 09S1-21M | 1.35 | 1.50 | 1.35 | 0.0 | 1.35 | 0.0 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | -0.9 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 10S1-21T | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 1.35 | 1.35 | 0.0 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | -0.9 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 11 | 11S1-22M | 1.35 | 1.50 | 1.35 | 0.0 | 1.35 | 0.0 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | -0.9 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 12 | 12S1-22T | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 1.35 | 1.35 | 0.0 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | -0.9 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 13 | 13S1-23M | 1.35 | 1.50 | 1.35 | 0.0 | 1.35 | 0.0 | 1.00 | 1.35 | 0.0 | 1.35 | -0.9 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 14 | 14S1-23T | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 1.35 | 1.35 | 0.0 | 1.00 | 1.35 | 0.0 | 1.35 | -0.9 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 15 | 15S1-24- | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | -0.9 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 16 | 16S1-25- | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 1.00 | 1.35 | 0.0 | 1.35 | -0.9 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 17 | 17S1T11M | 1.35 | 1.50 | 1.01 | 0.0 | 0.54 | 0.0 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 18 | 18S1T11T | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 1.01 | 0.54 | 0.0 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 19 | 19S1T12M | 1.35 | 1.50 | 1.01 | 0.0 | 0.54 | 0.0 | 1.35 | 1.35 | 1.01 | 1.01 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 20 | 20S1T12T | 1.35 | 1.50 | 0.00 | 1.01 | 0.54 | 0.0 | 1.35 | 1.35 | 1.01 | 1.01 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 21 | 21S1T13M | 1.35 | 1.50 | 1.01 | 0.0 | 0.54 | 0.0 | 1.00 | 1.35 | 0.0 | 1.01 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 22 | 22S1T13T | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 1.01 | 0.54 | 0.0 | 1.00 | 1.35 | 0.0 | 1.01 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 23 | 23S1T14- | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.35 | 1.35 | 1.01 | 1.01 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 24 | 24S1T15- | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 1.35 | 0.0 | 1.01 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 25 | 25S1T21M | 1.35 | 1.50 | 1.01 | 0.0 | 0.54 | 0.0 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | -1.5 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 26 | 26S1T21T | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 1.01 | 0.54 | 0.0 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | -1.5 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 27 | 27S1T22M | 1.35 | 1.50 | 1.01 | 0.0 | 0.54 | 0.0 | 1.35 | 1.35 | 1.01 | 1.01 | -1.5 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 28 | 28S1T22T | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 1.01 | 0.54 | 0.0 | 1.35 | 1.35 | 1.01 | 1.01 | -1.5 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 29 | 29S1T23M | 1.35 | 1.50 | 1.01 | 0.0 | 0.54 | 0.0 | 1.00 | 1.35 | 0.0 | 1.01 | -1.5 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 30 | 30S1T23T | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 1.01 | 0.54 | 0.0 | 1.00 | 1.35 | 0.0 | 1.01 | -1.5 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 31 | 31S1T24- | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.35 | 1.35 | 1.01 | 1.01 | -1.5 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 32 | 32S1T25- | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 1.35 | 0.0 | 1.01 | -1.5 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 33 | 33S2-11M | 1.35 | 1.50 | 1.01 | 0.0 | 0.54 | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 34 | 34S2-11T | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 1.01 | 0.54 | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 35 | 35S2-12M | 1.35 | 1.50 | 1.01 | 0.0 | 0.54 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.01 | 1.01 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 36 | 36S2-12T | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 1.01 | 0.54 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.01 | 1.01 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 37 | 37S2-13M | 1.35 | 1.50 | 1.01 | 0.0 | 0.54 | 1.35 | 1.00 | 1.35 | 0.0 | 1.01 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 38 | 38S2-13T | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 1.01 | 0.54 | 1.35 | 1.00 | 1.35 | 0.0 | 1.01 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 39 | 39S2-21M | 1.35 | 1.50 | 1.01 | 0.0 | 0.54 | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | -0.9 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 40 | 40S2-21T | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 1.01 | 0.54 | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | -0.9 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 41 | 41S2-22M | 1.35 | 1.50 | 1.01 | 0.0 | 0.54 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.01 | 1.01 | -0.9 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 42 | 42S2-22T | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 1.01 | 0.54 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.01 | 1.01 | -0.9 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 43 | 43S2-23M | 1.35 | 1.50 | 1.01 | 0.0 | 0.54 | 1.35 | 1.00 | 1.35 | 0.0 | 1.01 | -0.9 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 44 | 44S2-23T | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 1.01 | 0.54 | 1.35 | 1.00 | 1.35 | 0.0 | 1.01 | -0.9 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 45 | 45S2T11M | 1.35 | 1.50 | 1.01 | 0.0 | 0.54 | 0.0 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 46 | 46S2T11T | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 1.01 | 0.54 | 0.0 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 47 | 47S2T12M | 1.35 | 1.50 | 1.01 | 0.0 | 0.54 | 0.0 | 1.35 | 1.35 | 1.01 | 1.01 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 48 | 48S2T12T | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 1.01 | 0.54 | 0.0 | 1.35 | 1.35 | 1.01 | 1.01 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 49 | 49S2T13M | 1.35 | 1.50 | 1.01 | 0.0 | 0.54 | 0.0 | 1.00 | 1.35 | 0.0 | 1.01 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 50 | 50S2T13T | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 1.01 | 0.54 | 0.0 | 1.00 | 1.35 | 0.0 | 1.01 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 51 | 51S2T21M | 1.35 | 1.50 | 1.01 | 0.0 | 0.54 | 0.0 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | -1.5 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 52 | 52S2T21T | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 1.01 | 0.54 | 0.0 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | -1.5 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 53 | 53S2T22M | 1.35 | 1.50 | 1.01 | 0.0 | 0.54 | 0.0 | 1.35 | 1.35 | 1.01 | 1.01 | -1.5 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 54 | 54S2T22T | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 1.01 | 0.54 | 0.0 | 1.35 | 1.35 | 1.01 | 1.01 | -1.5 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 55 | 55S2T23M | 1.35 | 1.50 | 1.01 | 0.0 | 0.54 | 0.0 | 1.00 | 1.35 | 0.0 | 1.01 | -1.5 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 56 | 56S2T23T | 1.35 | 1.50 | 0.0 | 1.01 | 0.54 | 0.0 | 1.00 | 1.35 | 0.0 | 1.01 | -1.5 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| 57 | 57SED1- | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.00 | 0.20 | 0.0 | 0.70 | 1.00 | 0.0 | 0.2 | 0.5 | 0.0 | 1.0 | 1.0 |
| 58 | 58SED2- | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.00 | 0.20 | 0.0 | 0.70 | 1.00 | 0.0 | 0.2 | -0.5 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |

NV22 – Viabilità di accesso alla Nuova Fermata
 Lercara dir. e Piazzale di stazione
Relazione di calcolo muri di imbocco

| | | | | | |
|----------|-------|-----------|-----------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE-ENTE | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| RS3Z | 00 | D26 | NV2203003 | B | 24 di 41 |

| N | PERM | PERM-G2 | Q1-M | Q1-T | Q2 | Q3 | SPTSX | SPTDX | SPACCSX | SPACCDX | TERM | RITIRO | SISMAH | SPSDX | |
|----|----------|---------|------|------|------|------|-------|-------|---------|---------|------|--------|--------|-------|-----|
| 59 | 59Q1-11- | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.70 | 0.70 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 60 | 60Q1-12- | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 61 | 61Q1-13- | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.70 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 62 | 62Q1-21- | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.70 | 0.70 | 0.0 | 0.0 | -0.5 | 1.0 | 0.0 | 0.0 |
| 63 | 63Q1-22- | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | -0.5 | 1.0 | 0.0 | 0.0 |
| 64 | 64Q1-23- | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.70 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | -0.5 | 1.0 | 0.0 | 0.0 |
| 65 | 65F1-11M | 1.00 | 1.00 | 0.75 | 0.0 | 0.40 | 0.0 | 0.70 | 0.70 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 66 | 66F1-11T | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.75 | 0.40 | 0.0 | 0.70 | 0.70 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 67 | 67F1-12M | 1.00 | 1.00 | 0.75 | 0.0 | 0.40 | 0.0 | 1.00 | 1.00 | 0.75 | 0.75 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 68 | 68F1-12T | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.75 | 0.40 | 0.0 | 1.00 | 1.00 | 0.75 | 0.75 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 69 | 69F1-13M | 1.00 | 1.00 | 0.75 | 0.0 | 0.40 | 0.0 | 0.70 | 1.00 | 0.0 | 0.75 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 70 | 70F1-13T | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.75 | 0.40 | 0.0 | 0.70 | 1.00 | 0.0 | 0.75 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 71 | 71F1-14- | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 1.00 | 0.75 | 0.75 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 72 | 72F1-15- | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.70 | 1.00 | 0.0 | 0.75 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 73 | 73F1-21M | 1.00 | 1.00 | 0.75 | 0.0 | 0.40 | 0.0 | 0.70 | 0.70 | 0.0 | 0.0 | -0.5 | 1.0 | 0.0 | 0.0 |
| 74 | 74F1-21T | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.75 | 0.40 | 0.0 | 0.70 | 0.70 | 0.0 | 0.0 | -0.5 | 1.0 | 0.0 | 0.0 |
| 75 | 75F1-22M | 1.00 | 1.00 | 0.75 | 0.0 | 0.40 | 0.0 | 1.00 | 1.00 | 0.75 | 0.75 | -0.5 | 1.0 | 0.0 | 0.0 |
| 76 | 76F1-22T | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.75 | 0.40 | 0.0 | 1.00 | 1.00 | 0.75 | 0.75 | -0.5 | 1.0 | 0.0 | 0.0 |
| 77 | 77F1-23M | 1.00 | 1.00 | 0.75 | 0.0 | 0.40 | 0.0 | 0.70 | 1.00 | 0.0 | 0.75 | -0.5 | 1.0 | 0.0 | 0.0 |
| 78 | 78F1-23T | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.75 | 0.40 | 0.0 | 0.70 | 1.00 | 0.0 | 0.75 | -0.5 | 1.0 | 0.0 | 0.0 |
| 79 | 79F1-24- | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 1.00 | 0.75 | 0.75 | -0.5 | 1.0 | 0.0 | 0.0 |
| 80 | 80F1-25- | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.70 | 1.00 | 0.0 | 0.75 | -0.5 | 1.0 | 0.0 | 0.0 |
| 81 | 81C025- | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 1.00 | 0.0 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 0.6 | 1.0 | 0.0 | 0.0 |
| 82 | 82C025- | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 1.00 | 0.0 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | -0.6 | 1.0 | 0.0 | 0.0 |
| 83 | 83C025- | 1.00 | 1.00 | 0.75 | 0.0 | 0.40 | 1.0 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.75 | 0.6 | 1.0 | 0.0 | 0.0 |
| 84 | 84C025- | 1 | 1.00 | 0.75 | 0 | 0.4 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0.75 | -0.6 | 1 | 0 | 0 |

dove:

- PERM** : carichi permanenti strutturali
PERM-G2 : carichi permanenti non strutturali
Q1k-M : carichi da traffico concentrato (disposizione per massimizzare il momento)
Q1K-T : carichi da traffico concentrato (disposizione per massimizzare il taglio)
Q2-M : carichi da traffico distribuito (disposizione per massimizzare il momento)
Q2-T : carichi da traffico distribuito (disposizione per massimizzare il taglio)
Q3 : azione longitudinale di frenamento
SPTSx : spinta del terreno sulla parete sx
SPTDx : spinta del terreno sulla parete dx
SPACCSx : spinta del carico accidentale sulla parete sx
SPACCDx : spinta del carico accidentale sulla parete dx
TERM : termica
RITIRO : ritiro
SISMAH : azione sismica
SISDX : incremento sismico della spinta del terreno

9.4 Sezioni di verifica

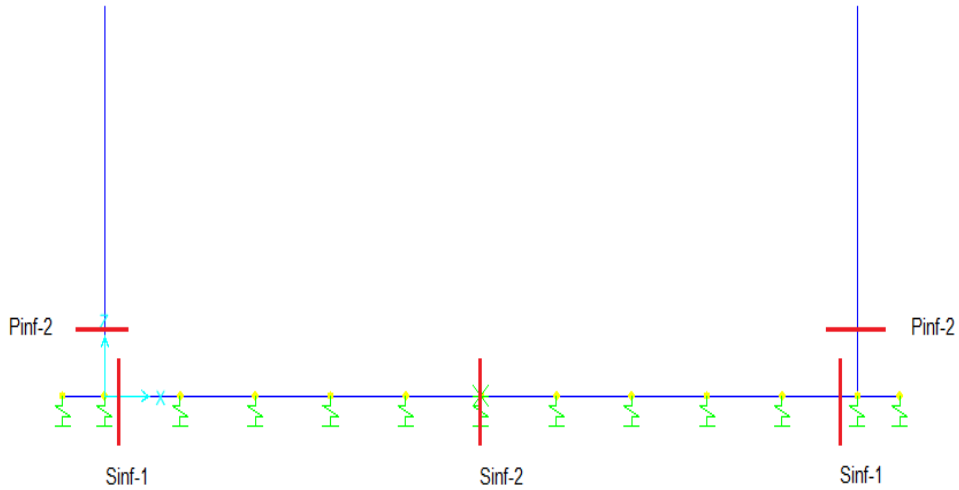


Figura 9.1 - Sezioni di verifica

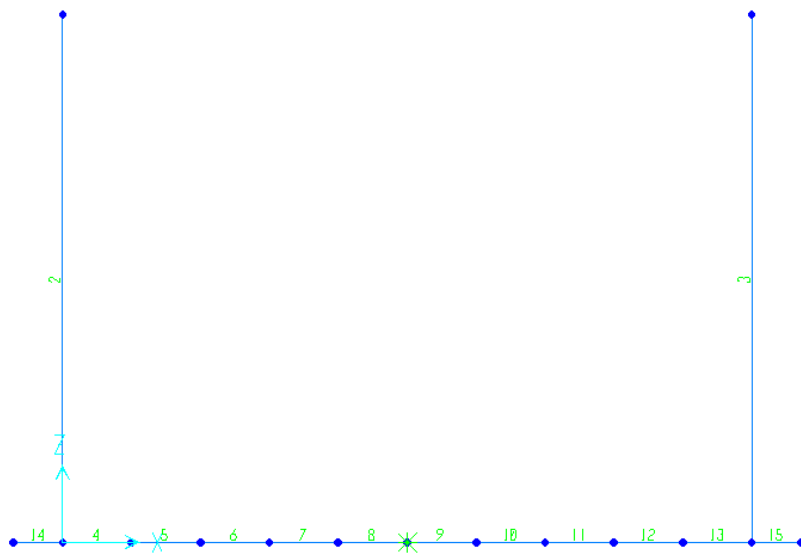


Figura 9.2 - Nomenclatura frame

9.5 Verifiche strutturali

9.5.1 Verifica piedritti

Sezione: 30 x 100 cm

Armatura a flessione:

- Spiccato (Pied-Spicc)

Armatura tesa

φ 16/20 cm

Armatura compressa

φ 16/20 cm

Armatura a taglio:

Non necessarie ai fini del calcolo, si dispongono comunque Spille φ 10/40x40 cm.

NV22 – Viabilità di accesso alla Nuova Fermata
Lercara dir. e Piazzale di stazione
Relazione di calcolo muri di imbocco

COMMESSA LOTTO FASE-ENTE DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3Z 00 D26 NV2203003 B 27 di 41

• Verifica a pressoflessione spiccato (Pied-Spicc)

Acciaio

| | | |
|------------------------------|----------------------------|-------------------|
| Tensione car. di rottura | $f_{tk} = 540$ | N/mm ² |
| Tensione car. di snervamento | $f_{yk} = 450$ | N/mm ² |
| Coeff. parziale di sicurezza | $\gamma_s = 1.15$ | |
| Resistenza di calcolo | $f_{y,d} = 391$ | N/mm ² |
| Modulo elastico | $E_s = 200000$ | N/mm ² |
| | $\epsilon_{y,d} = 0.00196$ | |

Calcestruzzo

| | | |
|------------|---------------|-------------------|
| Tipo | C30/37 | |
| R_{ck} | 37 | N/mm ² |
| f_{ck} | 30.71 | N/mm ² |
| γ_c | 1.5 | |
| f_{cd} | 20.5 | N/mm ² |
| $f_{ct,c}$ | 17.4 | N/mm ² |

| | | |
|-------------|----|----|
| copriferro | 50 | mm |
| staffe | 12 | mm |
| armat. sec. | 12 | mm |

Geometria della sezione

| | | |
|----------------------------------|------------|----|
| Altezza geometrica della sezione | $h = 30$ | cm |
| Base della sezione | $b = 100$ | cm |
| Copriferro | $d' = 8.2$ | cm |
| Altezza utile della sezione | $d = 21.8$ | cm |

Armatura tesa

| N° ferri | Diametro | Area |
|----------|----------|-----------------------------|
| 5 | 16 | 10.05 cm ² |
| | | 0.00 cm ² |
| | | 0.00 cm ² |
| | | 10.05 cm² |

Armatura compressa

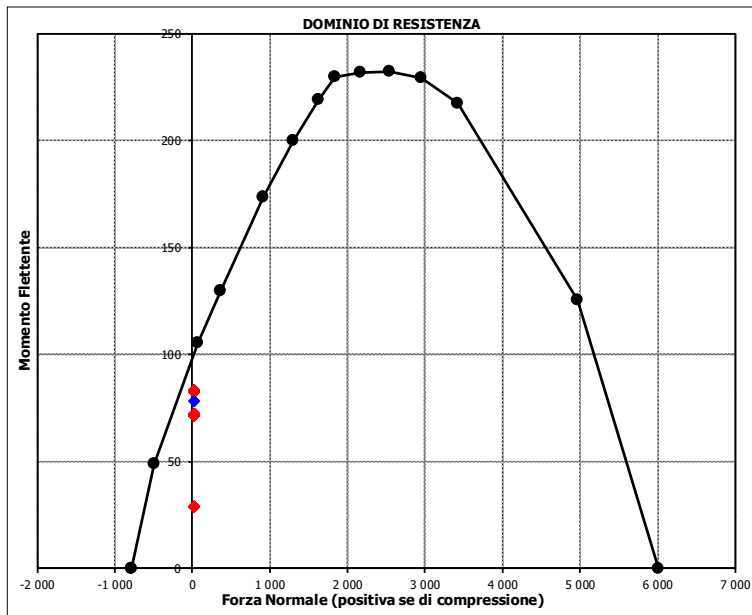
| N° ferri | Diametro | Area |
|----------|----------|-----------------------------|
| 5 | 16 | 10.05 cm ² |
| | | 0.00 cm ² |
| | | 0.00 cm ² |
| | | 10.05 cm² |

Caratteristiche di sollecitazione

| | Comb. | Nsd | Msd |
|--------|---------|-----|-----|
| (Nmax) | 11M_0.2 | 28 | 29 |
| (Nmin) | 1_0.2 | 21 | 78 |
| (Mmax) | 13M_0.2 | 28 | 83 |
| (Mmin) | 11M_0.2 | 28 | 29 |

Caratteristiche di sollecitazione

| Comb. | Nsd | Msd |
|----------|-----|-----|
| 01S1-11M | 28 | 29 |
| 02S1-11T | 28 | 29 |
| 03S1-12M | 28 | 82 |
| 04S1-12T | 28 | 82 |
| 05S1-13M | 28 | 83 |
| 06S1-13T | 28 | 83 |
| 07S1-14 | 28 | 82 |
| 08S1-15 | 28 | 83 |
| 09S1-21M | 28 | 29 |
| 10S1-21T | 28 | 29 |
| 11S1-22M | 28 | 82 |
| 12S1-22T | 28 | 82 |
| 13S1-23M | 28 | 83 |
| 14S1-23T | 28 | 83 |
| 15S1-24 | 28 | 82 |
| 16S1-25 | 28 | 83 |
| 17S1T11M | 28 | 29 |
| 18S1T11T | 28 | 29 |
| 19S1T12M | 28 | 72 |
| 20S1T12T | 28 | 72 |
| 21S1T13M | 28 | 72 |
| 22S1T13T | 28 | 72 |
| 23S1T14 | 28 | 72 |
| 24S1T15 | 28 | 72 |
| 25S1T21M | 28 | 29 |
| 26S1T21T | 28 | 29 |
| 27S1T22M | 28 | 72 |
| 28S1T22T | 28 | 72 |
| 29S1T23M | 28 | 72 |
| 30S1T23T | 28 | 72 |
| 31S1T24 | 28 | 72 |
| 32S1T25 | 28 | 72 |
| 33S2-11M | 28 | 29 |
| 34S2-11T | 28 | 29 |
| 35S2-12M | 28 | 72 |
| 36S2-12T | 28 | 72 |
| 37S2-13M | 28 | 72 |
| 38S2-13T | 28 | 72 |
| 39S2-21M | 28 | 29 |
| 40S2-21T | 28 | 29 |
| 41S2-22M | 28 | 72 |
| 42S2-22T | 28 | 72 |
| 43S2-23M | 28 | 72 |
| 44S2-23T | 28 | 72 |
| 45S2T11M | 28 | 29 |
| 46S2T11T | 28 | 29 |
| 47S2T12M | 28 | 72 |
| 48S2T12T | 28 | 72 |
| 49S2T13M | 28 | 72 |
| 50S2T13T | 28 | 72 |
| 51S2T21M | 28 | 29 |
| 52S2T21T | 28 | 29 |
| 53S2T22M | 28 | 72 |
| 54S2T22T | 28 | 72 |
| 55S2T23M | 28 | 72 |
| 56S2T23T | 28 | 72 |
| 57SED1- | 21 | 78 |
| 58SED2- | 21 | 78 |



- Verifica a taglio

La verifica a taglio viene condotta nel seguente modo:

1. Verifica della sezione senza armatura al taglio → se $V_{Ed} < V_{Rd1}$ la verifica è soddisfatta;
2. Altrimenti si verifica la sezione con armatura a taglio → se $V_{Ed} < V_{Rd2}$ la verifica è soddisfatta.

Calcestruzzo

| | | |
|---------------|--------|-------------------|
| Tipo | C30/37 | |
| R_{ck} | 37 | N/mm ² |
| f_{ck} | 30.7 | N/mm ² |
| γ_c | 1.5 | |
| α_{cc} | 0.85 | |
| f_{cd} | 17.4 | N/mm ² |

Acciaio

| | | |
|------------|------|-------------------|
| f_{tk} | 540 | N/mm ² |
| f_{yk} | 450 | N/mm ² |
| γ_s | 1.15 | |
| f_{yd} | 391 | N/mm ² |

Sollecitazioni

| | | |
|----------|----|-----------|
| V_{Ed} | kN | 75 |
| N_{Ed} | kN | 0 |

Piedritto dx
Armatura a taglio

| | | |
|-----------------|-----------------|------|
| Diametro | mm | 12 |
| Numero barre | | 2.5 |
| A_{sw} | cm ² | 2.83 |
| Passo s | cm | 40 |
| Angolo α | ° | 90 |

Armatura longitudinale

| | | |
|-----------------|-----------------|-------|
| n_1 | | 5 |
| \varnothing_1 | mm | 16 |
| n_2 | | |
| \varnothing_2 | mm | |
| A_{sl} | cm ² | 10.05 |

Sezione

| | | |
|---------------|-------------------|--------|
| b_w | cm | 100 |
| H | cm | 30 |
| c | cm | 8.2 |
| d | cm | 21.8 |
| k | N/mm ² | 1.96 |
| v_{min} | N/mm ² | 0.53 |
| ρ | | 0.0046 |
| σ_{cp} | N/mm ² | 0.00 |
| α_c | | 1.00 |

Resistenza senza armatura a taglio

| | | |
|----------|----|------------|
| V_{Rd} | kN | 124 |
|----------|----|------------|

- Verifica a fessurazione spiccato (Pied-Spicc)

Sollecitazioni

| | | | |
|--|-------|--------------|-----|
| Momento flettente - Combinazione rara | M_R | 61.69 | kNm |
| Sforzo normale - Combinazione rara | N_R | 21.00 | kN |
| Momento flettente - Combinazione frequente | M_F | 53.62 | kNm |
| Sforzo normale - Combinazione frequente | N_F | 21.00 | kN |

Materiali

| | | | |
|--|-----------------|---------------|-------------------|
| Resistenza caratteristica cubica calcestruzzo | R_{ck} | 37 | N/mm ² |
| Resistenza caratteristica cilindrica calcestruzzo | f_{ck} | 30.71 | N/mm ² |
| Modulo elastico del calcestruzzo | E_{cm} | 33019.43 | N/mm ² |
| Tensione ammissibile di compressione calcestruzzo | σ_{camm} | 18.43 | N/mm ² |
| Resistenza media a trazione calcestruzzo | f_{ctm} | 3.36 | N/mm ² |
| Resistenza caratteristica a trazione calcestruzzo | f_{ctk} | 2.35 | N/mm ² |
| Tensione ammissibile di trazione calcestruzzo | σ_{tamm} | 2.80 | N/mm ² |
| Tensione di snervamento acciaio | f_{yk} | 450.00 | N/mm ² |
| Modulo elastico dell'acciaio | E_s | 200000.00 | N/mm ² |
| Tensione ammissibile acciaio | σ_{samm} | 360.00 | N/mm ² |
| Coefficiente omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo | n | 15.00 | - |

Caratteristiche geometriche

| | | | | | |
|--------------------------------|---------|---------------|-----------------|----------------------|----------------------------|
| Altezza sezione | H | 30.00 | cm | | |
| Larghezza sezione | B | 100.00 | cm | | |
| Armatura compressa (1° strato) | AS_1' | 10.05 | cm ² | 5 Ø 16 | $c_{s1} = \mathbf{8.2}$ cm |
| Armatura compressa (2° strato) | AS_2' | 0.00 | cm ² | 0 Ø 0 | $c_{s2} = \mathbf{9.0}$ cm |
| Armatura tesa (1° strato) | AS_1 | 10.05 | cm ² | 5 Ø 16 | $c_{t1} = \mathbf{8.2}$ cm |
| Armatura tesa (2° strato) | AS_2 | 0.00 | cm ² | 0 Ø 0 | $c_{t2} = \mathbf{9.0}$ cm |

Proprietà sezione in combinazione rara

| | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------------|--------------------------|
| Eccentricità dello sforzo normale | e (M) | 293.73 | cm | > H/6 Sez. parzializzata |
| Distanza sforzo N dal bordo sezione | u (M) | 278.73 | cm | |
| Posizione asse neutro | y (M) | 7.12 | cm | |
| Area ideale (sezione interamente reagente) | A_{id} | 3281.49 | cm ² | |
| Momento di inerzia ideale (sez. int. reag.) | J_{id} | 238945.66 | cm ⁴ | |
| Momento di inerzia ideale (sez. parz. N=0) | J_{id*} | 44703.80 | cm ⁴ | |

Tensioni nei materiali

| | | | | |
|-----------------------------------|------------|---------------|-------------------|-------------------|
| Compressione max nel cls. | σ_c | 9.56 | N/mm ² | < σ_{camm} |
| Trazione nell'acciaio (1° strato) | σ_s | 295.73 | N/mm ² | < σ_{samm} |

Proprietà sezione in combinazione frequente

| | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------------|--------------------------|
| Eccentricità dello sforzo normale | e (M) | 255.30 | cm | > H/6 Sez. parzializzata |
| Distanza sforzo N dal bordo sezione | u (M) | 240.30 | cm | |
| Posizione asse neutro | y (M) | 7.14 | cm | |
| Area ideale (sez. int. reagente) | A_{id} | 3281.49 | cm ² | |
| Momento di inerzia ideale (sez. int. reag.) | J_{id} | 238945.66 | cm ⁴ | |
| Momento di inerzia ideale (sez. parz. N=0) | J_{id*} | 44711.88 | cm ⁴ | |

NV22 – Viabilità di accesso alla Nuova Fermata
 Lercara dir. e Piazzale di stazione
Relazione di calcolo muri di imbocco

| COMMESSA | LOTTO | FASE-ENTE | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|-----------|-----------|------|----------|
| RS3Z | 00 | D26 | NV2203003 | B | 30 di 41 |

Verifica a fessurazione

| | | | | |
|--|------------------|-------------|-------------------|------------------------|
| Momento di fessurazione (σ_{tamm}) | M_{fess} | 45.58 | kNm | La sezione è fessurata |
| Eccentricità per $M=M_{fess}$ | $e (M_{fess})$ | 217.03 | cm | |
| Distanza sforzo N dal bordo sezione per $M=M_{fess}$ | $u (M_{fess})$ | 202.03 | cm | |
| Posizione asse neutro per $M=M_{fess}$ | $y (M_{fess})$ | 7.17 | cm | |
| Compressione massima nel cls. per $M=M_{fess}$ | σ_{cf} | 7.05 | N/mm ² | |
| Trazione nell'acciaio (1° str.) per $M=M_{fess}$ | σ_{sf} | 215.50 | N/mm ² | |
| Coefficiente dipendente dalla durata del carico | k_t | 0.40 | - | |
| Altezza efficace | $h_{c,eff}$ | 7.61 | cm | |
| Rapporto tra moduli elastici | α_e | 6.06 | - | |
| Armatura nell'area efficace | $A_{s,eff}$ | 10.05 | cm ² | |
| Area efficace | $A_{c,eff}$ | 760.84 | cm ² | |
| Rapporto geometrico di armatura | ρ_{eff} | 0.0132 | - | |
| Deformazione unitaria media dell'armatura | ϵ_{sm} | 0.0005 | - | |
| Copriferro netto | c' | 5.00 | cm | |
| Coefficiente dipendente dall'aderenza dell'acciaio | K_1 | 0.80 | - | |
| Coefficiente dipendente dal diagramma tensioni | K_2 | 0.50 | - | |
| Coefficiente adimensionale | K_3 | 3.40 | - | |
| Coefficiente adimensionale | K_4 | 0.425 | - | |
| Diametro equivalente delle barr edi armatura | ϕ_{eq} | 16.00 | mm | |
| Distanza massima tra le fessure | Δs_{max} | 375.86 | mm | |
| Distanza media tra le fessure | Δs_m | 221.09 | mm | |
| Valore medio dell'apertura delle fessure | w_m | 0.12 | mm | |
| Valore di calcolo dell'apertura delle fessure | w_d | 0.20 | mm | |



PROGETTO DEFINITIVO
DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA
DIRAMAZIONE – LOTTO 1+2

NV22 – Viabilità di accesso alla Nuova Fermata
Lercara dir. e Piazzale di stazione
Relazione di calcolo muri di imbocco

| COMMESSA | LOTTO | FASE-ENTE | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|-----------|-----------|------|----------|
| RS3Z | 00 | D26 | NV2203003 | B | 31 di 41 |

9.5.2 Verifica soletta inferiore

Sezione: 40 x 100 cm

Armatura a flessione:

- Appoggio (Solinf-App)

Armatura tesa

ϕ 16/20 cm

Armatura compressa

ϕ 16/20 cm

- Campata (Solinf-Camp)

Armatura tesa

ϕ 16/20 cm

Armatura compressa

ϕ 16/20 cm

Armatura a taglio:

Non necessarie ai fini del calcolo, si dispongono comunque Spille ϕ 10/40x40 cm.

NV22 – Viabilità di accesso alla Nuova Fermata
Lercara dir. e Piazzale di stazione
Relazione di calcolo muri di imbocco

| | | | | | |
|----------|-------|-----------|-----------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE-ENTE | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| RS3Z | 00 | D26 | NV2203003 | B | 32 di 41 |

• Verifica a pressoflessione appoggio (Solinf-App)

| Acciaio | |
|------------------------------|----------------------------------|
| Tensione car. di rottura | $f_{tk} = 540$ N/mm ² |
| Tensione car. di snervamento | $f_{yk} = 450$ N/mm ² |
| Coeff. parziale di sicurezza | $\gamma_s = 1.15$ |
| Resistenza di calcolo | $f_{yd} = 391$ N/mm ² |
| Modulo elastico | $E_s = 205000$ N/mm ² |
| | $\epsilon_{yd} = 0.00191$ |

| Calcestruzzo | |
|--------------|-------------------------|
| Tipo | C30/37 |
| R_{ck} | 37 N/mm ² |
| f_{ck} | 30.71 N/mm ² |
| γ_c | 1.5 |
| f_{cd} | 20.5 N/mm ² |
| f_{cc} | 17.4 N/mm ² |

| | | |
|-------------|----|----|
| copriferro | 50 | mm |
| staffe | 12 | mm |
| armat. sec. | 12 | mm |

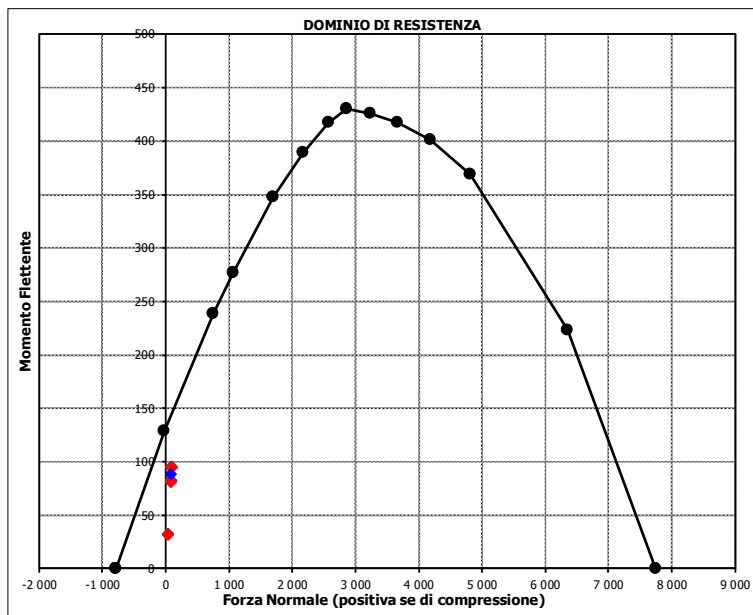
| Geometria della sezione | |
|----------------------------------|---------------|
| Altezza geometrica della sezione | $h = 40$ cm |
| Base della sezione | $b = 100$ cm |
| Copriferro | $d' = 8.2$ cm |
| Altezza utile della sezione | $d = 31.8$ cm |

| Armatura tesa | | | |
|---------------|----------|--------------|-----------------------|
| N° ferri | Diametro | Area | |
| 5 | 16 | 10.05 | cm ² |
| | | 0.00 | cm ² |
| | | 0.00 | cm ² |
| | | 10.05 | cm² |

| Armatura compressa | | | |
|--------------------|----------|--------------|-----------------------|
| N° ferri | Diametro | Area | |
| 5 | 16 | 10.05 | cm ² |
| | | 0.00 | cm ² |
| | | 0.00 | cm ² |
| | | 10.05 | cm² |

| Caratteristiche di sollecitazione | | | |
|-----------------------------------|----------|-----|----|
| Comb. | Nsd | Msd | |
| (Nmax) | 13M_0.18 | 92 | 94 |
| (Nmin) | 11M_0.18 | 41 | 33 |
| (Mmax) | 12M_0.18 | 92 | 95 |
| (Mmin) | 11M_0.18 | 41 | 33 |

| Caratteristiche di sollecitazione | | |
|-----------------------------------|-----|-----|
| Comb. | Nsd | Msd |
| 01S1-11M | 41 | 33 |
| 02S1-11T | 41 | 33 |
| 03S1-12M | 92 | 95 |
| 04S1-12T | 92 | 95 |
| 05S1-13M | 92 | 94 |
| 06S1-13T | 92 | 94 |
| 07S1-14- | 92 | 95 |
| 08S1-15- | 92 | 94 |
| 09S1-21M | 41 | 33 |
| 10S1-21T | 41 | 33 |
| 11S1-22M | 92 | 95 |
| 12S1-22T | 92 | 95 |
| 13S1-23M | 92 | 94 |
| 14S1-23T | 92 | 94 |
| 15S1-24- | 92 | 95 |
| 16S1-25- | 92 | 94 |
| 17S1T11M | 41 | 33 |
| 18S1T11T | 41 | 33 |
| 19S1T12M | 83 | 82 |
| 20S1T12T | 83 | 82 |
| 21S1T13M | 83 | 82 |
| 22S1T13T | 83 | 82 |
| 23S1T14- | 83 | 82 |
| 24S1T15- | 83 | 82 |
| 25S1T21M | 41 | 33 |
| 26S1T21T | 41 | 33 |
| 27S1T22M | 83 | 82 |
| 28S1T22T | 83 | 82 |
| 29S1T23M | 83 | 82 |
| 30S1T23T | 83 | 82 |
| 31S1T24- | 83 | 82 |
| 32S1T25- | 83 | 82 |
| 33S2-11M | 41 | 33 |
| 34S2-11T | 41 | 33 |
| 35S2-12M | 83 | 82 |
| 36S2-12T | 83 | 82 |
| 37S2-13M | 83 | 82 |
| 38S2-13T | 83 | 82 |
| 39S2-21M | 41 | 33 |
| 40S2-21T | 41 | 33 |
| 41S2-22M | 83 | 82 |
| 42S2-22T | 83 | 82 |
| 43S2-23M | 83 | 82 |
| 44S2-23T | 83 | 82 |
| 45S2T11M | 41 | 33 |
| 46S2T11T | 41 | 33 |
| 47S2T12M | 83 | 82 |
| 48S2T12T | 83 | 82 |
| 49S2T13M | 83 | 82 |
| 50S2T13T | 83 | 82 |
| 51S2T21M | 41 | 33 |
| 52S2T21T | 41 | 33 |
| 53S2T22M | 83 | 82 |
| 54S2T22T | 83 | 82 |
| 55S2T23M | 83 | 82 |
| 56S2T23T | 83 | 82 |
| 57SED1- | 80 | 88 |
| 58SED2- | 80 | 88 |



• Verifica a pressoflessione campata (Solinf-Camp)

Acciaio

| | | |
|------------------------------|---------------------------|-------------------|
| Tensione car. di rottura | $f_{yk} = 540$ | N/mm ² |
| Tensione car. di snervamento | $f_{yk} = 450$ | N/mm ² |
| Coeff. parziale di sicurezza | $\gamma_s = 1.15$ | |
| Resistenza di calcolo | $f_{yd} = 391$ | N/mm ² |
| Modulo elastico | $E_s = 205000$ | N/mm ² |
| | $\epsilon_{yd} = 0.00191$ | |

Calcestruzzo

| | |
|------------|-------------------------|
| Tipo | C30/37 |
| R_{ck} | 37 N/mm ² |
| f_{ck} | 30.71 N/mm ² |
| γ_c | 1.5 |
| f_{cd} | 20.5 N/mm ² |
| f_{ctd} | 17.4 N/mm ² |

| | | |
|-------------|----|----|
| copriferro | 50 | mm |
| staffe | 12 | mm |
| armat. sec. | 12 | mm |

Geometria della sezione

| | | |
|----------------------------------|------------|----|
| Altezza geometrica della sezione | $h = 30$ | cm |
| Base della sezione | $b = 100$ | cm |
| Copriferro | $d' = 8.2$ | cm |
| Altezza utile della sezione | $d = 21.8$ | cm |

Armatura tesa

| N° ferri | Diametro | Area |
|----------|----------|-----------------------------|
| 5 | 16 | 10.05 cm ² |
| | | 0.00 cm ² |
| | | 0.00 cm ² |
| | | 10.05 cm² |

Armatura compressa

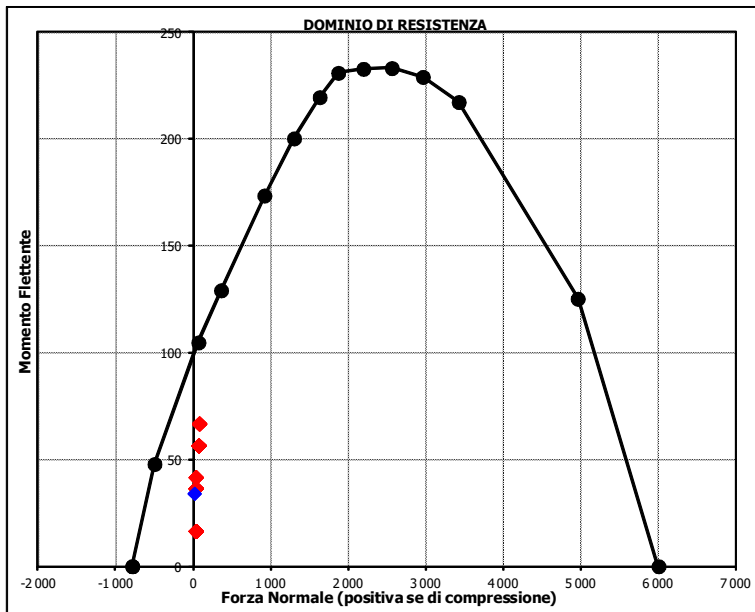
| N° ferri | Diametro | Area |
|----------|----------|-----------------------------|
| 5 | 16 | 10.05 cm ² |
| | | 0.00 cm ² |
| | | 0.00 cm ² |
| | | 10.05 cm² |

Caratteristiche di sollecitazione

| | Comb. | Nsd | Msd |
|--------|----------|-----|-----|
| (Nmax) | 12M_0.23 | 78 | 67 |
| (Nmin) | 1_-0.23 | 20 | 34 |
| (Mmax) | 12M_0.23 | 78 | 67 |
| (Mmin) | 11M_0.23 | 34 | 17 |

Caratteristiche di sollecitazione

| | Comb. | Nsd | Msd |
|----------|-------|-----|-----|
| 01S1-11M | 34 | 17 | |
| 02S1-11T | 34 | 17 | |
| 03S1-12M | 78 | 67 | |
| 04S1-12T | 78 | 67 | |
| 05S1-13M | 33 | 42 | |
| 06S1-13T | 33 | 42 | |
| 07S1-14- | 78 | 67 | |
| 08S1-15- | 33 | 42 | |
| 09S1-21M | 34 | 17 | |
| 10S1-21T | 34 | 17 | |
| 11S1-22M | 78 | 67 | |
| 12S1-22T | 78 | 67 | |
| 13S1-23M | 33 | 42 | |
| 14S1-23T | 33 | 42 | |
| 15S1-24- | 78 | 67 | |
| 16S1-25- | 33 | 42 | |
| 17S1T11M | 34 | 17 | |
| 18S1T11T | 34 | 17 | |
| 19S1T12M | 70 | 57 | |
| 20S1T12T | 70 | 57 | |
| 21S1T13M | 33 | 37 | |
| 22S1T13T | 33 | 37 | |
| 23S1T14- | 70 | 57 | |
| 24S1T15- | 33 | 37 | |
| 25S1T21M | 34 | 17 | |
| 26S1T21T | 34 | 17 | |
| 27S1T22M | 70 | 57 | |
| 28S1T22T | 70 | 57 | |
| 29S1T23M | 33 | 37 | |
| 30S1T23T | 33 | 37 | |
| 31S1T24- | 70 | 57 | |
| 32S1T25- | 33 | 37 | |
| 33S2-11M | 34 | 17 | |
| 34S2-11T | 34 | 17 | |
| 35S2-12M | 70 | 57 | |
| 36S2-12T | 70 | 57 | |
| 37S2-13M | 33 | 37 | |
| 38S2-13T | 33 | 37 | |
| 39S2-21M | 34 | 17 | |
| 40S2-21T | 34 | 17 | |
| 41S2-22M | 70 | 57 | |
| 42S2-22T | 70 | 57 | |
| 43S2-23M | 33 | 37 | |
| 44S2-23T | 33 | 37 | |
| 45S2T11M | 34 | 17 | |
| 46S2T11T | 34 | 17 | |
| 47S2T12M | 70 | 57 | |
| 48S2T12T | 70 | 57 | |
| 49S2T13M | 33 | 37 | |
| 50S2T13T | 33 | 37 | |
| 51S2T21M | 34 | 17 | |
| 52S2T21T | 34 | 17 | |
| 53S2T22M | 70 | 57 | |
| 54S2T22T | 70 | 57 | |
| 55S2T23M | 33 | 37 | |
| 56S2T23T | 33 | 37 | |
| 57SED1- | 20 | 34 | |
| 58SED2- | 20 | 34 | |



- Verifica a taglio

La verifica a taglio viene condotta nel seguente modo:

1. Verifica della sezione senza armatura a taglio → se $V_{Ed} < V_{Rd1}$ la verifica è soddisfatta;
2. Altrimenti si verifica la sezione con armatura a taglio → se $V_{Ed} < V_{Rd2}$ la verifica è soddisfatta.

Calcestruzzo

| | | |
|---------------|--------|-------------------|
| Tipo | C30/37 | |
| R_{ck} | 37 | N/mm ² |
| f_{ck} | 30.7 | N/mm ² |
| γ_c | 1.5 | |
| α_{cc} | 0.85 | |
| f_{cd} | 17.4 | N/mm ² |

Acciaio

| | | |
|------------|------|-------------------|
| f_{tk} | 540 | N/mm ² |
| f_{yk} | 450 | N/mm ² |
| γ_s | 1.15 | |
| f_{yd} | 391 | N/mm ² |

Sollecitazioni

| | | |
|----------|----|-----------|
| V_{Ed} | kN | 34 |
| N_{Ed} | kN | 0 |

Soletta inf
Armatura a taglio

| | | |
|-----------------|-----------------|------|
| Diametro | mm | 10 |
| Numero barre | | 2.5 |
| A_{sw} | cm ² | 1.96 |
| Passo s | cm | 40 |
| Angolo α | ° | 90 |

Armatura longitudinale

| | | |
|-----------------|-----------------|-------|
| n_1 | | 5 |
| \varnothing_1 | mm | 16 |
| n_2 | | |
| \varnothing_2 | mm | |
| Asl | cm ² | 10.05 |

Sezione

| | | |
|---------------|-------------------|--------|
| b_w | cm | 100 |
| H | cm | 40 |
| c | cm | 8.2 |
| d | cm | 31.8 |
| k | N/mm ² | 1.79 |
| v_{min} | N/mm ² | 0.47 |
| ρ | | 0.0032 |
| σ_{cp} | N/mm ² | 0.00 |
| α_c | | 1.00 |

Resistenza senza armatura a taglio

| | | |
|----------|----|------------|
| V_{Rd} | kN | 148 |
|----------|----|------------|

NV22 – Viabilità di accesso alla Nuova Fermata
 Lercara dir. e Piazzale di stazione
Relazione di calcolo muri di imbocco

| | | | | | |
|----------|-------|-----------|-----------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE-ENTE | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| RS3Z | 00 | D26 | NV2203003 | B | 35 di 41 |

- Verifica a fessurazione appoggio (Solinf-App)

Sollecitazioni

| | | | |
|--|-------|--------------|-----|
| Momento flettente - Combinazione rara | M_R | 70.08 | kNm |
| Sforzo normale - Combinazione rara | N_R | 68.29 | kN |
| Momento flettente - Combinazione frequente | M_F | 61.07 | kNm |
| Sforzo normale - Combinazione frequente | N_F | 61.35 | kN |

Materiali

| | | | |
|--|-----------------|---------------|-------------------|
| Resistenza caratteristica cubica calcestruzzo | R_{ck} | 37 | N/mm ² |
| Resistenza caratteristica cilindrica calcestruzzo | f_{ck} | 30.71 | N/mm ² |
| Modulo elastico del calcestruzzo | E_{cm} | 33019.43 | N/mm ² |
| Tensione ammissibile di compressione calcestruzzo | σ_{camm} | 18.43 | N/mm ² |
| Resistenza media a trazione calcestruzzo | f_{ctm} | 3.36 | N/mm ² |
| Resistenza caratteristica a trazione calcestruzzo | f_{ctk} | 2.35 | N/mm ² |
| Tensione ammissibile di trazione calcestruzzo | σ_{tamm} | 2.80 | N/mm ² |
| Tensione di snervamento acciaio | f_{yk} | 450.00 | N/mm ² |
| Modulo elastico dell'acciaio | E_s | 205000.00 | N/mm ² |
| Tensione ammissibile acciaio | σ_{samm} | 360.00 | N/mm ² |
| Coefficiente omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo | n | 15.00 | - |

Caratteristiche geometriche

| | | | | | |
|--------------------------------|---------|---------------|-----------------|----------------------|----------------------------|
| Altezza sezione | H | 40.00 | cm | | |
| Larghezza sezione | B | 100.00 | cm | | |
| Armatura compressa (1° strato) | AS_1' | 10.05 | cm ² | 5 Ø 16 | $c_{s1} = \mathbf{8.2}$ cm |
| Armatura compressa (2° strato) | AS_2' | 0.00 | cm ² | 0 Ø 0 | $c_{s2} = \mathbf{9.0}$ cm |
| Armatura tesa (1° strato) | AS_1 | 10.05 | cm ² | 5 Ø 16 | $c_{t1} = \mathbf{8.2}$ cm |
| Armatura tesa (2° strato) | AS_2 | 0.00 | cm ² | 0 Ø 0 | $c_{t2} = \mathbf{9.0}$ cm |

Proprietà sezione in combinazione rara

| | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------------|--------------------------|
| Eccentricità dello sforzo normale | e (M) | 102.63 | cm | > H/6 Sez. parzializzata |
| Distanza sforzo N dal bordo sezione | u (M) | 82.63 | cm | |
| Posizione asse neutro | y (M) | 9.32 | cm | |
| Area ideale (sezione interamente reagente) | A_{id} | 4281.49 | cm ² | |
| Momento di inerzia ideale (sez. int. reag.) | J_{id} | 575327.13 | cm ⁴ | |
| Momento di inerzia ideale (sez. parz. N=0) | J_{id*} | 103383.51 | cm ⁴ | |

Tensioni nei materiali

| | | | | |
|-----------------------------------|------------|---------------|-------------------|-------------------|
| Compressione max nel cls. | σ_c | 5.66 | N/mm ² | < σ_{camm} |
| Trazione nell'acciaio (1° strato) | σ_s | 204.78 | N/mm ² | < σ_{samm} |

Proprietà sezione in combinazione frequente

| | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------------|--------------------------|
| Eccentricità dello sforzo normale | e (M) | 99.54 | cm | > H/6 Sez. parzializzata |
| Distanza sforzo N dal bordo sezione | u (M) | 79.54 | cm | |
| Posizione asse neutro | y (M) | 9.35 | cm | |
| Area ideale (sez. int. reagente) | A_{id} | 4281.49 | cm ² | |
| Momento di inerzia ideale (sez. int. reag.) | J_{id} | 575327.13 | cm ⁴ | |
| Momento di inerzia ideale (sez. parz. N=0) | J_{id*} | 103456.65 | cm ⁴ | |

Verifica a fessurazione

| | | | | |
|---|------------|-------|-----|----------------------------|
| Momento di fessurazione (σ_{tamm}) | M_{fess} | 84.59 | kNm | La sezione non è fessurata |
|---|------------|-------|-----|----------------------------|

- Verifica a fessurazione campata (Solinf-Camp)

Sollecitazioni

| | | | |
|--|-------|--------------|-----|
| Momento flettente - Combinazione rara | M_R | 41.65 | kNm |
| Sforzo normale - Combinazione rara | N_R | 41.03 | kN |
| Momento flettente - Combinazione frequente | M_F | 51.17 | kNm |
| Sforzo normale - Combinazione frequente | N_F | 28.84 | kN |

Materiali

| | | | |
|--|-----------------|---------------|-------------------|
| Resistenza caratteristica cubica calcestruzzo | R_{ck} | 37 | N/mm ² |
| Resistenza caratteristica cilindrica calcestruzzo | f_{ck} | 30.71 | N/mm ² |
| Modulo elastico del calcestruzzo | E_{cm} | 33019.43 | N/mm ² |
| Tensione ammissibile di compressione calcestruzzo | σ_{camm} | 18.43 | N/mm ² |
| Resistenza media a trazione calcestruzzo | f_{ctm} | 3.36 | N/mm ² |
| Resistenza caratteristica a trazione calcestruzzo | f_{ctk} | 2.35 | N/mm ² |
| Tensione ammissibile di trazione calcestruzzo | σ_{tamm} | 2.80 | N/mm ² |
| Tensione di snervamento acciaio | f_{yk} | 450.00 | N/mm ² |
| Modulo elastico dell'acciaio | E_s | 205000.00 | N/mm ² |
| Tensione ammissibile acciaio | σ_{samm} | 360.00 | N/mm ² |
| Coefficiente omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo | n | 15.00 | - |

Caratteristiche geometriche

| | | | | |
|--------------------------------|---------|---------------|-----------------|--|
| Altezza sezione | H | 40.00 | cm | |
| Larghezza sezione | B | 100.00 | cm | |
| Armatura compressa (1° strato) | AS_1' | 10.05 | cm ² | 5 Ø 16 $C_{s1} = 8.2$ cm |
| Armatura compressa (2° strato) | AS_2' | 0.00 | cm ² | 0 Ø 0 $C_{s2} = 9.0$ cm |
| Armatura tesa (1° strato) | AS_1 | 10.05 | cm ² | 5 Ø 16 $C_{t1} = 8.2$ cm |
| Armatura tesa (2° strato) | AS_2 | 0.00 | cm ² | 0 Ø 0 $C_{t2} = 9.0$ cm |

Proprietà sezione in combinazione rara

| | | | | |
|---|------------|-----------|-----------------|--------------------------|
| Eccentricità dello sforzo normale | e (M) | 101.51 | cm | > H/6 Sez. parzializzata |
| Distanza sforzo N dal bordo sezione | u (M) | 81.51 | cm | |
| Posizione asse neutro | y (M) | 9.33 | cm | |
| Area ideale (sezione interamente reagente) | A_{id} | 4281.49 | cm ² | |
| Momento di inerzia ideale (sez. int. reag.) | J_{id} | 575327.13 | cm ⁴ | |
| Momento di inerzia ideale (sez. parz. N=0) | J_{id}^* | 103409.25 | cm ⁴ | |

Tensioni nei materiali

| | | | | |
|-----------------------------------|------------|---------------|-------------------|-------------------|
| Compressione max nel cls. | σ_c | 3.36 | N/mm ² | < σ_{camm} |
| Trazione nell'acciaio (1° strato) | σ_s | 121.48 | N/mm ² | < σ_{samm} |

Proprietà sezione in combinazione frequente

| | | | | |
|---|------------|-----------|-----------------|--------------------------|
| Eccentricità dello sforzo normale | e (M) | 177.43 | cm | > H/6 Sez. parzializzata |
| Distanza sforzo N dal bordo sezione | u (M) | 157.43 | cm | |
| Posizione asse neutro | y (M) | 8.90 | cm | |
| Area ideale (sez. int. reagente) | A_{id} | 4281.49 | cm ² | |
| Momento di inerzia ideale (sez. int. reag.) | J_{id} | 575327.13 | cm ⁴ | |
| Momento di inerzia ideale (sez. parz. N=0) | J_{id}^* | 102656.52 | cm ⁴ | |

Verifica a fessurazione

| | | | | |
|---|------------|-------|-----|----------------------------|
| Momento di fessurazione (σ_{tamm}) | M_{fess} | 82.40 | kNm | La sezione non è fessurata |
|---|------------|-------|-----|----------------------------|



PROGETTO DEFINITIVO
DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA
DIRAMAZIONE – LOTTO 1+2

NV22 – Viabilità di accesso alla Nuova Fermata
Lercara dir. e Piazzale di stazione
Relazione di calcolo muri di imbocco

| COMMESSA | LOTTO | FASE-ENTE | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|-----------|-----------|------|----------|
| RS3Z | 00 | D26 | NV2203003 | B | 37 di 41 |

10. INCIDENZA MURO U

I valori delle incidenze di armatura lenta sono indicati nella seguente tabella:

| | |
|-------------------|------------------|
| Piedritti | 71 kg/mc |
| Soletta inferiore | 100 kg/mc |

Come previsto dall' Eurocodice (UNI EN 1992-1-1) per le piastre a portanza unidirezionale si raccomanda di prevedere un'armatura secondaria in quantità non minore del 20% dell'armatura principale.

Pertanto nel calcolo è stata considerata un' armatura longitudinale diffusa $\phi 12/20$ ed un incremento del 15% per tener conto della presenza di legature e spille.



**PROGETTO DEFINITIVO
DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA
RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA
DIRAMAZIONE – LOTTO 1+2**

NV22 – Viabilità di accesso alla Nuova Fermata
Lercara dir. e Piazzale di stazione
Relazione di calcolo muri di imbocco

| COMMESSA | LOTTO | FASE-ENTE | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|-----------|-----------|------|----------|
| RS3Z | 00 | D26 | NV2203003 | B | 38 di 41 |

11. DICHIARAZIONI SECONDO D.M. 17/01/2018 (P.TO 10.2)

11.1 Tipo di analisi svolte

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. L'analisi strutturale è condotta con l'analisi statica, utilizzando il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato limite indotto dai carichi statici. L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti, schematizzando la struttura in elementi lineari e nodi. Le incognite del problema sono le componenti di spostamento in corrispondenza di ogni nodo (2 spostamenti e 1 rotazioni).

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

11.2 Origine e caratteristiche dei Codici di Calcolo

Titolo: SAP2000 Ultimate
Versione: 21.0.2
Produttore: CSI Computers and Structures, Inc.

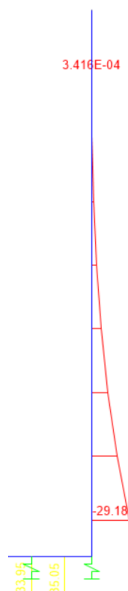
11.3 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a valutazione che ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali.

In particolare, è stato confrontato il valore del momento flettente allo spiccatto del piedritto con i rispettivi valori ottenuti per uno schema statico a mensola verticale.

Come carico di confronto è stato utilizzato la spinta triangolare del terreno a riposo $SPTDX=24.31$ kN/m.

La figura seguente mostra il momento flettente ottenuto dal modello agli elementi finiti utilizzato per le verifiche:



| Calcolo analitico | | | |
|--------------------------------|-----------|-------|-------|
| Carico triangolare distribuito | G_2 | 24.31 | kN/m |
| Luce di calcolo | L | 2.8 | m |
| Momento all'incastro | M_{max} | 31.77 | kNm/m |
| SAP2000 | | | |
| Momento all'incastro | $M_{1/2}$ | 29.18 | kNm/m |
| Errore | e | 8.9% | |

Dal confronto numerico delle deformate e dello stato sollecitativo, si ritengono i risultati del calcolo congrui con le azioni applicate e la geometria del problema.

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