



Comune di Padova  
Settore Lavori Pubblici - Servizio Manutenzioni Infrastrutturali  
Regione Veneto

# MANUTENZIONE STRAORDINARIA E ADEGUAMENTO NORMATIVO DELLE BARRIERE METALLICHE NELLA TANGENZIALE SUD-EST

**LLPP OPI 2023/013**

**PROGETTO ESECUTIVO  
CUP H97H23000310004**

**Elaborato**

**1.02**

**Titolo**

**CORDOLO SU MANUFATTO  
RELAZIONE DI CALCOLO**

**Data emissione**

**Marzo 2024**

**Scala**

**1:-**

**Nome file**

**FMI 23089-E-A4COP\_R1.dwg**



**Autorizzazioni**

**R.U.P. Responsabile unico procedimento**

**ing. Roberto Piccolo**  
Settore Lavori Pubblici - Servizio Manutenzioni  
Infrastrutturali - Comune di Padova

**Progettista , D.LL. e C.S.E.**

**ing. Ferrigato Mirko**  
Albo Ing. VR 2305/96 - Collaudatori Veneto 1626/11  
Verona, Via Morgagni 24 - Legnago, Via Rovigo 85  
+320.211.30.84 - ferrigato.mirko@gmail.com

**Appaltatore**

n.	data	descrizione rev.	Revisioni
00	Marzo 2024	emissione	

<b>Ferrigato Mirko Ingegneria</b> Via Rovigo 85 37045 Legnago Albo VR 2305 Albo Veneto 1626 Mobile: +39.320.211.30.84 Mail: ferrigato.mirko@gmail.com Pec Mail: mirko.ferrigato@ingpec.eu	MANUTENZIONE STRAORDINARIA E ADEGUAMENTO NORMATIVO BARRIERE METALLICHE NELLA TANGENZIALE SUD-EST	PROG.	DOC.	PR./ED.
		<b>FMI 20129E</b>	FMI 23087-E-0102- relaz_calc_cordolo_ponte-R1.doc	<b>FM/fm</b>
	<b>RELAZIONE CALCOLO CORDOLO BARRIERA</b>	REV.	DATA	PAG.
		<b>0A</b>	<b>Marzo 2024</b>	<b>1/21</b>

**REGIONE VENETO  
COMUNE DI PADOVA  
SETTORE LAVORI PUBBLICI**

**MANUTENZIONE STRAORDINARIA  
E ADEGUAMENTO NORMATIVO  
BARRIERE METALLICHE  
NELLA TANGENZIALE SUD-EST**

**(LLPP OPI 2023/013 )**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA**

**RELAZIONE CALCOLO CORDOLO  
DI SUPPORTO BARRIERE DI SICUREZZA**

**INDICE**

1.	PREMESSA.....	2
2.	ZONA DI INTERVENTO.....	2
3.	SPECIFICHE TECNICHE BARRIERA UTILIZZATA.....	3
4.	VERIFICA ATTACCO BARRIERA SU CORDOLO.....	5
5.	NORMATIVA.....	6
6.	MATERIALI.....	6
7.	ANALISI DEI CARICHI.....	6
8.	TABULATO DI CALCOLO.....	21

<b>Ferrigato Mirko Ingegneria</b> Via Rovigo 85 37045 Legnago Albo VR 2305 Albo Veneto 1626 Mobile: +39.320.211.30.84 Mail: ferrigato.mirko@gmail.com Pec Mail: mirko.ferrigato@ingpec.eu	MANUTENZIONE STRAORDINARIA E ADEGUAMENTO NORMATIVO BARRIERE METALLICHE NELLA TANGENZIALE SUD-EST	PROG.	DOC.	PR./ED.
		<b>FMI 20129E</b>	FMI 23087-E-0102- relaz_calc_cordolo_ponte-R1.doc	<b>FM/fm</b>
	RELAZIONE CALCOLO CORDOLO BARRIERA	REV.	DATA	PAG.
		<b>0A</b>	<b>Marzo 2024</b>	<b>2/21</b>

## 1. PREMESSA

L'elaborato descrive il calcolo di verifica del cordolo di supporto della barriera su manufatto. La presente relazione è redatta in conformità a quanto richiesto dall'art. 2 del Decreto 18 febbraio 1992 n. 223 e alle NTC 2018 per i progetti esecutivi delle barriere di sicurezza stradali per veicoli.

## 2. ZONA DI INTERVENTO

Il presente progetto Manutenzione straordinaria e adeguamento normativo barriere metalliche nella tangenziale sud-est (LLPP OPI 2023/013 ) prevede l'esecuzione di lavori adeguamento normativo della barriere metalliche in un tratto della Tangenziale sud est di Padova, presso la corsia di marcia normale, della carreggiata direzione sud, dal km 6+550 al km 5+186 per una lunghezza di 1360 m, con barriere bordo ponte L=156 m su 4 manufatti in c.a. anch'essi da adeguare con opere in c.a. (Lungargine Donati L=10m, Via Inghilterra L=62m, manufatto RFI L=38m, Corso Spagna L=46m,)

E con barriere bordo rilevato L=1204 m da installare su banchina erbosa.

Le barriere bordo rilevato sono rinforzate da sistema di trattenuta del paletto, a causa del terreno tipo "soft" della banchina erbosa esistente. Le barriere sono in classe di contenimento classe H3, con deflessione dinamica normalizzata in classe W3 per le bordo ponte e classe W4 per le bordo laterale.

L'ubicazione degli interventi sono presso la Tangenziale sud est Padova su carreggiata Sud in banchina destra (Padova).

L'intervento comporta:

A. l'installazione dei seguenti dispositivi di sicurezza:

- Barriere da bordo laterale in classe H3;
- Barriere da bordo ponte in classe H3;
- Sistemi di raccordo e transizione tra diverse tipologie di barriere;
- Terminale speciale P4 ad inizio tratto in direzione di marcia .

B: La realizzazione di cordolo c.a. bordo manufatto e altre opere stradali affini per l'installazione di barriera bordo ponte

<b>Ferrigato Mirko Ingegneria</b> Via Rovigo 85 37045 Legnago Albo VR 2305 Albo Veneto 1626 Mobile: +39.320.211.30.84 Mail: ferrigato.mirko@gmail.com Pec Mail: mirko.ferrigato@ingpec.eu	MANUTENZIONE STRAORDINARIA E ADEGUAMENTO NORMATIVO BARRIERE METALLICHE NELLA TANGENZIALE SUD-EST	PROG.	DOC.	PR./ED.
		<b>FMI 20129E</b>	FMI 23087-E-0102- relaz_calc_cordolo_ponte-R1.doc	<b>FMI/fm</b>
	<b>RELAZIONE CALCOLO CORDOLO BARRIERA</b>	REV.	DATA	PAG.
		<b>0A</b>	<b>Marzo 2024</b>	<b>3/21</b>

### 3. SPECIFICHE TECNICHE BARRIERA UTILIZZATA

#### **BORDO PONTE**

Barriera	con montanti e lama in acciaio ZINCATO
Aggancio	con montante, piastra di base e tirafondi di aggancio al cordolo
<b>Livello di contenimento</b>	<b>Classe H3</b>
Larghezza operativa	Classe W 3 (deflessione normalizzata 100 cm )
Severità all'urto	classe B (Asi < 1.40)
Massimo interasse montanti:	max i < = 150 mm
Altezza di montaggio :	non minore di 250 mm certificata su cordolo
	Standard 150 mm con un +/- 100 mm quindi da 50 / 250 mm

\_Vedasi

- Crash test

- Certificato CE

<b>Ferrigato Mirko Ingegneria</b> Via Rovigo 85 37045 Legnago Albo VR 2305 Albo Veneto 1626 Mobile: +39.320.211.30.84 Mail: ferrigato.mirko@gmail.com Pec Mail: mirko.ferrigato@ingpec.eu	MANUTENZIONE STRAORDINARIA E ADEGUAMENTO NORMATIVO BARRIERE METALLICHE NELLA TANGENZIALE SUD-EST	PROG.	DOC.	PR./ED.
		<b>FMI 20129E</b>	FMI 23087-E-0102- relaz_calc_cordolo_ponte-R1.doc	<b>FM/fm</b>
	RELAZIONE CALCOLO CORDOLO BARRIERA	REV.	DATA	PAG.
		<b>0A</b>	<b>Marzo 2024</b>	<b>4/21</b>


<b>Ferrigato Mirko Ingegneria</b> Via Rovigo 85 37045 Legnago Albo VR 2305 Albo Veneto 1626 Mobile: +39.320.211.30.84 Mail: ferrigato.mirko@gmail.com Pec Mail: mirko.ferrigato@ingpec.eu	MANUTENZIONE STRAORDINARIA E ADEGUAMENTO NORMATIVO BARRIERE METALLICHE NELLA TANGENZIALE SUD-EST	PROG.	DOC.	PR./ED.
		<b>FMI 20129E</b>	FMI 23087-E-0102- relaz_calc_cordolo_ponte-R1.doc	<b>FM/fm</b>
	RELAZIONE CALCOLO CORDOLO BARRIERA	REV.	DATA	PAG.
		<b>0A</b>	<b>Marzo 2024</b>	<b>5/21</b>

#### 4. VERIFICA ATTACCO BARRIERA SU CORDOLO

Gli elementi di margine sui viadotti sono individuati dalle barriere stradali, installate su appositi cordoli bordo-ponte.

In caso di interventi di manutenzione straordinaria, quali installazione di nuove barriere di sicurezza o sostituzione delle barriere esistenti è frequentemente necessario l'intervento di rifacimento parziale o totale del cordolo.

Le azioni di calcolo, previste dall'attuale quadro normativo, hanno intensità tale da non permettere, spesso, l'adeguamento delle sotto strutture esistenti al nuovo stato di sollecitazione di progetto.

La presente relazione illustra la procedura di calcolo considerata nel progetto del nuovo cordolo di supporto della barriera di sicurezza bordo-ponte della carreggiata ma non indaga le sottostrutture quali la soletta dell'impalcato né tantomeno le travi dell'impalcato.

L'intervento si configura come locale, quindi la sezione di analisi è limitata al solo cordolo, prescindendo dagli altri elementi cui esso è connesso (soletta di supporto del cordolo e travi di impalcato).

<b>Ferrigato Mirko Ingegneria</b> Via Rovigo 85 37045 Legnago Albo VR 2305 Albo Veneto 1626 Mobile: +39.320.211.30.84 Mail: ferrigato.mirko@gmail.com Pec Mail: mirko.ferrigato@ingpec.eu	MANUTENZIONE STRAORDINARIA E ADEGUAMENTO NORMATIVO BARRIERE METALLICHE NELLA TANGENZIALE SUD-EST	PROG.	DOC.	PR./ED.
		<b>FMI 20129E</b>	FMI 23087-E-0102- relaz_calc_cordolo_ponte-R1.doc	<b>FM/fm</b>
	RELAZIONE CALCOLO CORDOLO BARRIERA	REV.	DATA	PAG.
		<b>0A</b>	<b>Marzo 2024</b>	<b>6/21</b>

## 5. NORMATIVA

NTC 2018 – Nuove norme sismiche per il calcolo strutturale

**Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7**

## 6. MATERIALI

**Calcestruzzo cordolo Rck 45 MPa (C35/45) – XF4 – dn 20 mm - slump S4**

**Armatura cordolo B 450 C**

**Inghisaggio del cordolo su soletta impalcato**

con resina ad iniezione tipo Hilti HIT-RE 500 V3, profondità fori 200 mm, inghisaggio armatura per c.a. classe B450 C diametro barre dn 16mm, foro eseguito con roto-percussione (installazione come da ETA 16/0143 ) e profondità fori 200 mm e diametro fori 20 mm

## 7. ANALISI DEI CARICHI

**Forza urto secondo CRASH TEST BARRIERA**

Si assumono i dati reali del crash test cui si fa riferimento.

Paletto C 125 x 100 x 25 spessore 5 mm

Modulo plastico  $W_{pl} = 109.7 \text{ cmc}$

Acciaio S355 JR

Snervamento  $f_y = 355 \text{ MPa}$  (frattile 95%)

Snervamento  $f_y = 355 * 1.30 = 461 \text{ MPa}$  (frattile 5%)

<b>Ferrigato Mirko Ingegneria</b> Via Rovigo 85 37045 Legnago Albo VR 2305 Albo Veneto 1626 Mobile: +39.320.211.30.84 Mail: ferrigato.mirko@gmail.com Pec Mail: mirko.ferrigato@ingpec.eu	MANUTENZIONE STRAORDINARIA E ADEGUAMENTO NORMATIVO BARRIERE METALLICHE NELLA TANGENZIALE SUD-EST	PROG.	DOC.	PR./ED.
		<b>FMI 20129E</b>	FMI 23087-E-0102- relaz_calc_cordolo_ponte-R1.doc	<b>FM/fm</b>
	RELAZIONE CALCOLO CORDOLO BARRIERA	REV.	DATA	PAG.
		<b>0A</b>	<b>Marzo 2024</b>	<b>7/21</b>

**Momento plastico**      **Mpl = 51 kNm/palo**

**Forza urto plastica**      **Fpl = 56 kN/palo**

Altezza lama da terra      1.00 m

Altezza calcolo       $1.00 - 0.10 = 0.90$  m

Interasse pali      1.50 m

Forza urto plastica       $56 / 1.50 = 38$  kN/m

fyk	355	MPa	N/mm <sup>2</sup>
fyk'	1.3		
fyk	461.5	MPa	
Wpl	109710	mm <sup>3</sup>	
Mpl urto	<b>51</b>	kNm/palo	
	1	m	
	-0.1	m	
	0.9	m	
F urto	<b>56</b>	kN/palo	
interasse	1.5	m	
F urto	38	kN/m	



<b>Ferrigato Mirko Ingegneria</b> Via Rovigo 85 37045 Legnago Albo VR 2305 Albo Veneto 1626 Mobile: +39.320.211.30.84 Mail: ferrigato.mirko@gmail.com Pec Mail: mirko.ferrigato@ingpec.eu	MANUTENZIONE STRAORDINARIA E ADEGUAMENTO NORMATIVO BARRIERE METALLICHE NELLA TANGENZIALE SUD-EST	PROG.  <b>FMI 20129E</b>	DOC.  FMI 23087-E-0102- relaz_calc_cordolo_ponte-R1.doc	PR./ED.  <b>FM/fm</b>
		REV.	DATA	PAG.
	RELAZIONE CALCOLO CORDOLO BARRIERA	<b>0A</b>	<b>Marzo 2024</b>	<b>8/21</b>

## Forza urto secondo NTC 2018

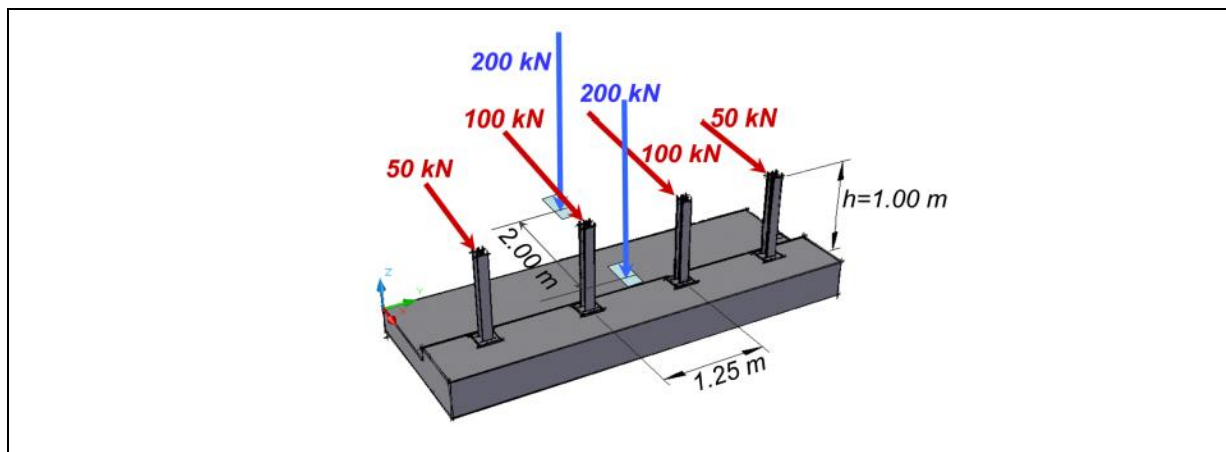
Ai sensi del § 5.1.3.10 “Urto di veicolo in svio” delle NTC “I sicurvia e gli elementi strutturali ai quali sono collegati devono essere dimensionati in funzione della classe di contenimento richiesta per l'impiego specifico (vedi D.M. 21-06-04 n.2367)”.

Schemi comunemente utilizzati (IN ASSENZA DI DATI EMPIRICI DA CRASH) nella progettazione dei cordoli utilizzano la seguente definizione del sistema di forze equivalenti alle azioni causate da collisioni sugli elementi di sicurezza in condizioni di progettazione ordinarie:

– forze trasversali: si assumono quattro forze orizzontali in corrispondenza dei montanti della barriera, il cui interasse è stabilito in 1.25 m; le due forze applicate ai paletti di estremità della zona considerata sono pari a 50kN e le altre due, applicate ai montanti interni, sono pari a 100kN. Tutte le forze agiscono trasversalmente ad un'altezza di 1.00 m dal piano viabile e sono dirette verso l'esterno dell'impalcato;

– carichi verticali: oltre al peso proprio della struttura, si considera lo Schema di Carico 2 previsto nelle NTC, costituito da due impronte di carico di dimensioni 0.35 x 0.60 m su ciascuna delle quali è applicata una forza di 200 kN; le impronte sono collocate longitudinalmente in mezzzeria della zona di impalcato interessata dall'applicazione del suindicato carico orizzontale e trasversalmente una è posta all'estremità della piattaforma stradale mentre l'altra è distante 2.00 m da essa;

Lo schema di carico equivalente sopra descritto può rappresentarsi come mostrato nella figura seguente.



<b>Ferrigato Mirko Ingegneria</b> Via Rovigo 85 37045 Legnago Albo VR 2305 Albo Veneto 1626 Mobile: +39.320.211.30.84 Mail: ferrigato.mirko@gmail.com Pec Mail: mirko.ferrigato@ingpec.eu	MANUTENZIONE STRAORDINARIA E ADEGUAMENTO NORMATIVO BARRIERE METALLICHE NELLA TANGENZIALE SUD-EST	PROG.	DOC.	PR./ED.
		<b>FMI 20129E</b>	FMI 23087-E-0102- relaz_calc_cordolo_ponte-R1.doc	<b>FM/fm</b>
	<b>RELAZIONE CALCOLO CORDOLO BARRIERA</b>	REV.	DATA	PAG.
		<b>0A</b>	<b>Marzo 2024</b>	<b>9/21</b>

NB

La forza sul paletto è doppia rispetto a quanto assunto come indicato e giustificato sul crash testa della : si avrà cura di verificare che in ogni caso sia verificata anche essa

NB

La forza verticale 200 kN del carico da impronta del mezzo impattante è stabilizzante – riduce il carico sui tirafondi di ancoraggio cordolo - e pertanto viene trascurata per il dimensionamento del cordolo stesso, ancoraggi su soletta e armatura trave cordolo .

## 7.1. COMBINAZIONE DELLE AZIONI

A seguito della definizione della geometria e delle armature occorre verificare l'elemento nei confronti della combinazione eccezionale, che come visto prevede l'introduzione dell'azione da urto. Ai sensi di quanto definito al punto 2.5.3 del D.M. 14 gennaio 2008, la combinazione eccezionale dei carichi assume la forma:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \sum_{i=2}^n \psi_{2i} Q_{ki}$$

dove:

- G1 è il valore caratteristico delle azioni permanenti strutturali;
- G2 è il valore caratteristico delle azioni permanenti non strutturali;
- P è il valore caratteristico delle azioni di precompressione (se presenti);
- Ad è il valore delle azioni eccezionali;
- Qki è il valore caratteristico della i-esima azione variabile;
- psi2i è il coefficiente di combinazione che tiene conto di azioni variabili concomitanti (pari a zero per neve o azioni termiche, ovviamente zero per altri azioni non eccezionali) .

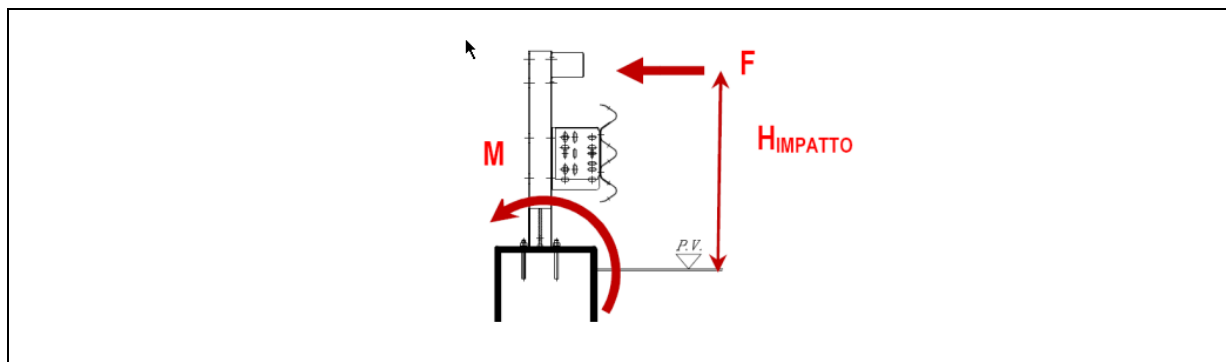
Come si vede il coefficiente parziale relativo alle azioni eccezionali è pari a ZERO.

<b>Ferrigato Mirko Ingegneria</b> Via Rovigo 85 37045 Legnago Albo VR 2305 Albo Veneto 1626 Mobile: +39.320.211.30.84 Mail: ferrigato.mirko@gmail.com Pec Mail: mirko.ferrigato@ingpec.eu	MANUTENZIONE STRAORDINARIA E ADEGUAMENTO NORMATIVO BARRIERE METALLICHE NELLA TANGENZIALE SUD-EST	PROG.	DOC.	PR./ED.
		FMI 20129E	FMI 23087-E-0102- relaz_calc_cordolo_ponte-R1.doc	FM/fm
	RELAZIONE CALCOLO CORDOLO BARRIERA	REV.	DATA	PAG.
		0A	Marzo 2024	10/21

## 7.2. SCHEMA DI CALCOLO

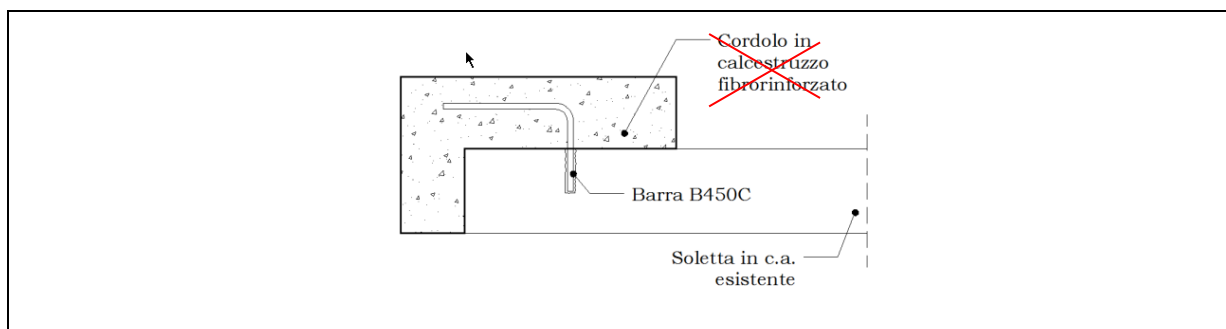
Come premesso, le sollecitazioni gravanti sul cordolo sono legate principalmente agli effetti dell'urto del veicolo in svio, quindi con la combinazione di carico legata alla seguente schematizzazione statica equivalente. Il cordolo dovrà essere progettato/verificato per:

- sollecitazioni taglio scorrimento per azione da urto (connessione del cordolo alla soletta);
- ribaltamento cordolo per effetto del momento indotto dall'urto (connessione del cordolo alla soletta);
- verifiche locali relative agli ancoraggi cordolo-barriera (combinazione eccezionale).



con resina ad iniezione tipo Hilti HIT-RE 500 V3, profondità fori 200 mm, inghisaggio armatura per c.a. classe B450 C diametro barre dn 16mm, foro eseguito con roto-percussione (installazione come da ETA 16/0143 ) e profondità fori 200 mm e diametro fori 20 mm

Si prevede l'utilizzo di connessioni del tipo "ad L rovescio", inghisate nella soletta mediante ancorante chimico ed annegate nel calcestruzzo all'interno del cordolo, lavorando quindi per aderenza.



<b>Ferrigato Mirko Ingegneria</b> Via Rovigo 85 37045 Legnago Albo VR 2305 Albo Veneto 1626 Mobile: +39.320.211.30.84 Mail: ferrigato.mirko@gmail.com Pec Mail: mirko.ferrigato@ingpec.eu	MANUTENZIONE STRAORDINARIA E ADEGUAMENTO NORMATIVO BARRIERE METALLICHE NELLA TANGENZIALE SUD-EST	PROG.	DOC.	PR./ED.
		<b>FMI 20129E</b>	FMI 23087-E-0102- relaz_calc_cordolo_ponte-R1.doc	<b>FMI/fm</b>
		REV.	DATA	PAG.
	RELAZIONE CALCOLO CORDOLO BARRIERA	<b>0A</b>	<b>Marzo 2024</b>	<b>11/21</b>

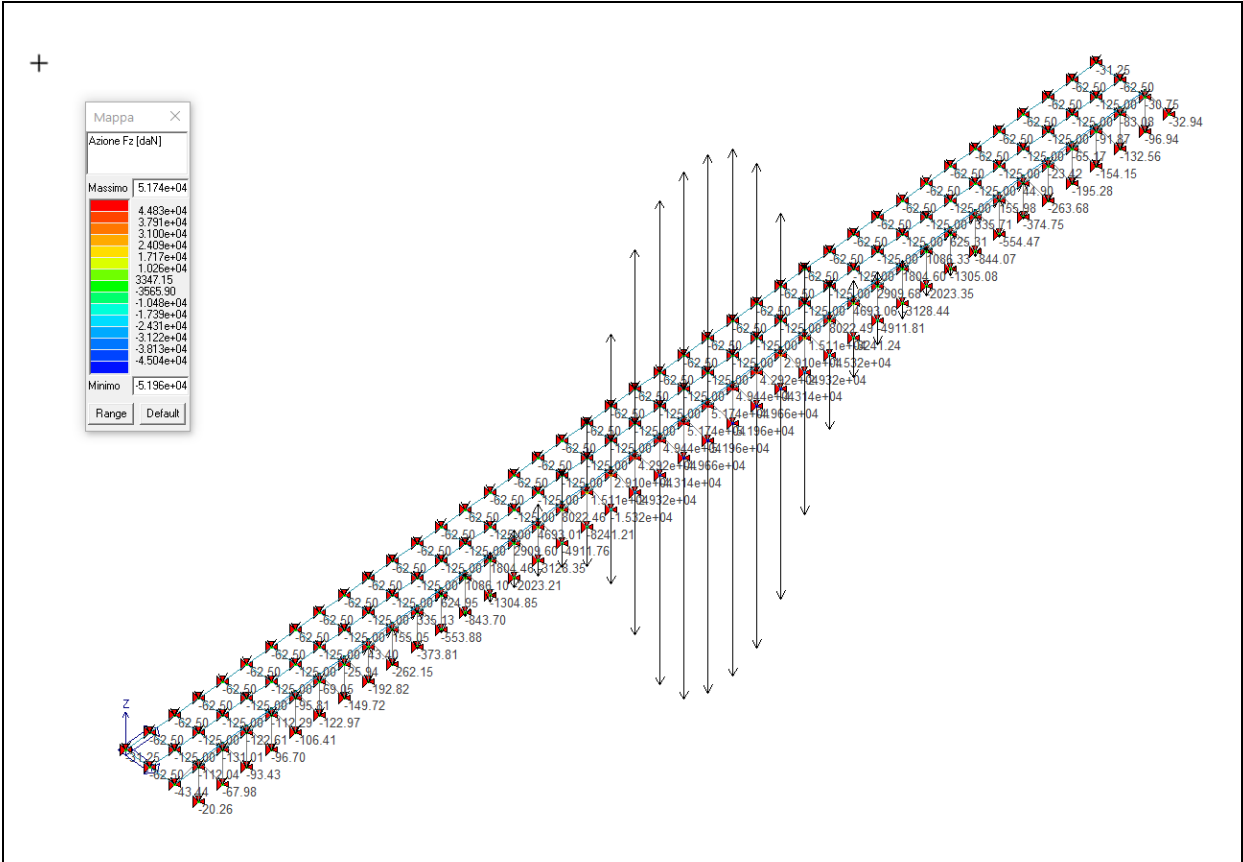
### 7.3. VERIFICHE INGHISAGGIO SU SOLETTA

Per l' inghisaggio del cordolo su soletta impalcato si utilizza resina ad iniezione tipo Hilti HIT-RE 500 V3, profondità fori 200 mm, inghisaggio armatura per c.a. classe B450 C diametro barre dn 12-16mm come da ELABORATO GRAFICO, foro eseguito con roto-percussione (installazione come da ETA 16/0143 ) e profondità fori 200 mm e diametro fori 16-20 mm.

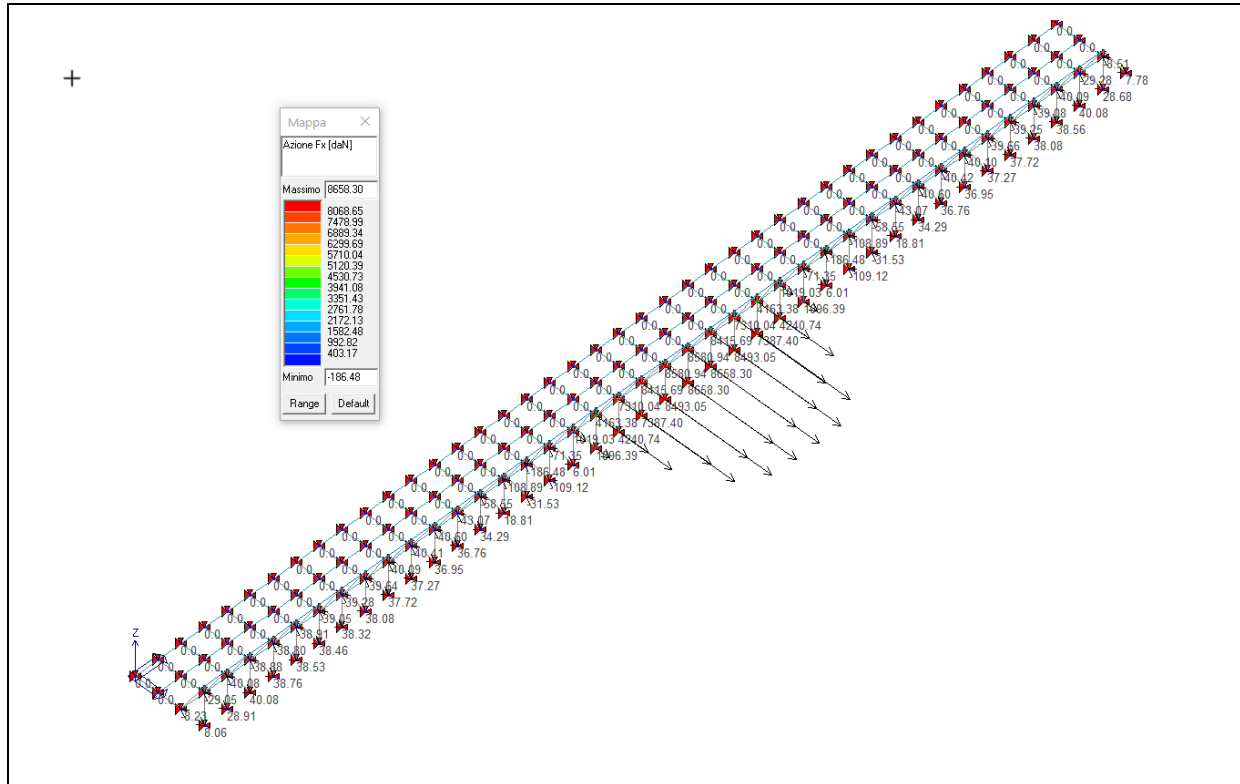
#### 7.3.1. CALCOLO AZIONI

Lungo il cordolo si dispongono tre file di Inghisaggi dn 16 mm con passo 10 cm ovvero 10 Inghisaggi a metro con foro dn 20 mm x 200 mm e inghisaggio su soletta c.a. e barra in acciaio per c.a. a forma di elle.

Sulla soletta a lato cordolo si dispongono Inghisaggi dn 12 mm con passo 20 x 20 cm ovvero 5 Inghisaggi a metro con foro dn 16 mm x 200 mm e inghisaggio su soletta c.a. e barra in acciaio per c.a. a forma di elle.



<b>Ferrigato Mirko Ingegneria</b> Via Rovigo 85 37045 Legnago Albo VR 2305 Albo Veneto 1626 Mobile: +39.320.211.30.84 Mail: ferrigato.mirko@gmail.com Pec Mail: mirko.ferrigato@ingpec.eu	MANUTENZIONE STRAORDINARIA E ADEGUAMENTO NORMATIVO BARRIERE METALLICHE NELLA TANGENZIALE SUD-EST	PROG.	DOC.	PR/ED.
		FMI 20129E	FMI 23087-E-0102- relaz_calco_cordolo_ponte-R1.doc	FM/fm
	RELAZIONE CALCOLO CORDOLO BARRIERA	REV.	DATA	PAG.
		0A	Marzo 2024	12/21



Posto (vedi diagramma di trazione effettuato nel modello PROSAP ) che il carico è pari a

- Sul singolo piolo (vedi diagrammi allegati)

$N=5200 \text{ dN/cadauno piolo}$  (nel modello sn stati modellati pioli interasse  $50 \times 50 \text{ cm}$  )

$N=8900 \text{ dN/cadauno piolo}$  (nel modello sn stati modellati pioli interasse  $50 \times 50 \text{ cm}$  )

posto che il passo prescelto è 3 pioli / 10 cm,

$N=5200 / 5 = 1050 \text{ dN/piolo}$  (passo 10 cm ) – sul singolo inghisaggio agisce una forza di trazione

$T=8900 / 5 = 1780 \text{ dN/piolo}$  (passo 10 cm ) – sul singolo inghisaggio agisce una forza di taglio

$N=10.5 \text{ kN/piolo}$  (passo 10 cm )      in trazione

$V=17.8 \text{ kN/piolo}$  (passo 10 cm )      a taglio

<b>Ferrigato Mirko Ingegneria</b> Via Rovigo 85 37045 Legnago Albo VR 2305 Albo Veneto 1626 Mobile: +39.320.211.30.84 Mail: ferrigato.mirko@gmail.com Pec Mail: mirko.ferrigato@ingpec.eu	MANUTENZIONE STRAORDINARIA E ADEGUAMENTO NORMATIVO BARRIERE METALLICHE NELLA TANGENZIALE SUD-EST	PROG.	DOC.	PR./ED.
		<b>FMI 20129E</b>	FMI 23087-E-0102- relaz_calc_cordolo_ponte-R1.doc	<b>FMI/fm</b>
	RELAZIONE CALCOLO CORDOLO BARRIERA	REV.	DATA	PAG.
		<b>0A</b>	<b>Marzo 2024</b>	<b>13/21</b>

## Verifica BARRA

$\sigma = 1000 / 2.01 = 500 \text{ kg/cm}^2$

$\tau = 1780 / 2.01 = 890 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{ideale} = (500^2 + 3 * 890^2)^{0.5} = 1620 \text{ kg/cm}^2 << 4500 / 1.15 = 3900 \text{ kg/cm}^2$  (circa 40%)

⇒ VERIFICA POSITIVA

## Verifica ANCORAGGIO

In opera si prescrive una prova inghisaggi di pull out fino a snervamento barra per verificare che cede prima a barra dell'ancoraggio in resina

(da fare una prova su 1000 inghisaggi)

Si allega la verifica dell'ancoraggio

<b>Ferrigato Mirko Ingegneria</b> Via Rovigo 85 37045 Legnago Albo VR 2305 Albo Veneto 1626 Mobile: +39.320.211.30.84 Mail: ferrigato.mirko@gmail.com Pec Mail: mirko.ferrigato@ingpec.eu	MANUTENZIONE STRAORDINARIA E ADEGUAMENTO NORMATIVO BARRIERE METALLICHE NELLA TANGENZIALE SUD-EST	PROG.	DOC.	PR./ED.
		FMI 20129E	FMI 23087-E-0102- relaz_calc_cordolo_ponte-R1.doc	FM/fm
	RELAZIONE CALCOLO CORDOLO BARRIERA	REV.	DATA	PAG.
		0A	Marzo 2024	14/21



Hilti PROFIS Engineering 3.0.64

www.hilti.it

Impresa:	Pagina:	1
Indirizzo:	Progettista:	
Telefono I Fax:	E-mail:	
Design:	Data:	06/10/2020
Contratto N°:	ancoraggio cordolo barriera su soletta ca impalcato esistente	

**Commenti del progettista:** ancoraggio del cordolo barriera su soletta ca - lato a valle dell'impalcato ponte Principe Umberto a Legnago VR Ottobre 2020 - Verifica urto carico eccezionale secondo NTC 2018

## 1 Dati da inserire

**Tipo e dimensione dell'ancorante:** HIT-RE 500 V3 + Rebar B500B 16mm

Periodo di ritorno (durata in anni): 50

Codice articolo: non disponibile (inserire) / 2123403 HIT-RE 500 V3 (composto indurente)

Profondità di posa effettiva:  $h_{ef,op6} = 209,0 \text{ mm}$  ( $h_{ef,limit} = 210,0 \text{ mm}$ )

Materiale: B500B

Certificazione No.: ETA 16/0143

Emesso I Valido: 14/05/2019 | -

Prova: metodo di calcolo EN 1992-4, chimica

Fissaggio distanziato:

Profilo:

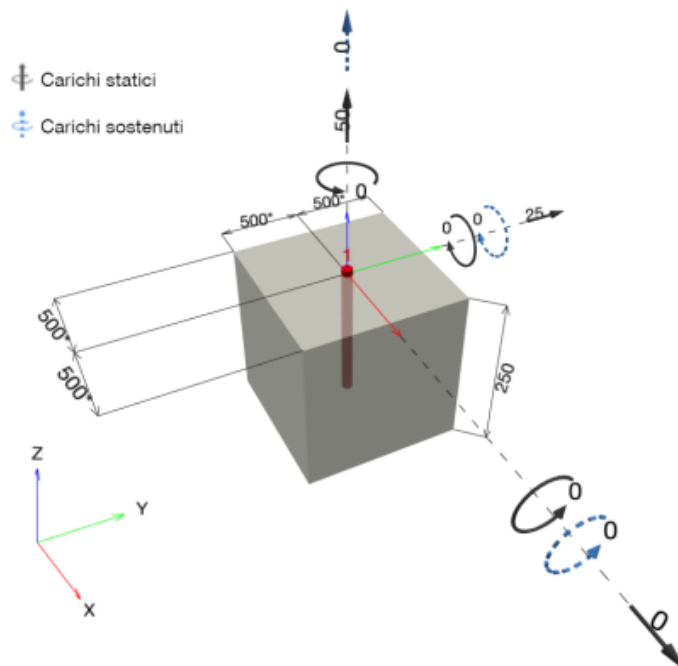
Materiale base: fessurato calcestruzzo, C30/37,  $f_{c,cyl} = 30,00 \text{ N/mm}^2$ ;  $h = 250,0 \text{ mm}$ , Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C, Coefficiente parziale di sicurezza materiale definito dall'utente  $\gamma_c = 1,500$

**Installazione:** **Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto**

Armatura: nessuna armatura o interasse tra le armature  $\geq 150 \text{ mm}$  (qualunque  $\emptyset$ ) o  $\geq 100 \text{ mm}$  ( $\emptyset \leq 10 \text{ mm}$ ) senza armatura di bordo longitudinale



## Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



<b>Ferrigato Mirko Ingegneria</b> Via Rovigo 85 37045 Legnago Albo VR 2305 Albo Veneto 1626 Mobile: +39.320.211.30.84 Mail: ferrigato.mirko@gmail.com Pec Mail: mirko.ferrigato@ingpec.eu	MANUTENZIONE STRAORDINARIA E ADEGUAMENTO NORMATIVO BARRIERE METALLICHE NELLA TANGENZIALE SUD-EST	PROG.	DOC.	PR./ED.
		FMI 20129E	FMI 23087-E-0102- relaz_calc_cordolo_ponte-R1.doc	FMI/fm
		REV.	DATA	PAG.
	RELAZIONE CALCOLO CORDOLO BARRIERA	0A	Marzo 2024	15/21



## Hilti PROFIS Engineering 3.0.64

www.hilti.it

Impresa:	Pagina:	2
Indirizzo:	Progettista:	
Telefono / Fax:	E-mail:	
Design:	cordolo ponte legnago connettore singolo ottobre 202	Data: 06/10/2020
Contratto N°:	ancoraggio cordolo barriera su soletta ca impalcato esistente	

### 1.1 Combinazione carichi

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max. Tassello [%]
1	Combinazione 1	$N = 50,000; V_x = 0,000; V_y = 25,000;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$ $N_{susc} = 0,000; M_{x,susc} = 0,000; M_{y,susc} = 0,000;$	no	no	100



## Hilti PROFIS Engineering 3.0.64

www.hilti.it

Impresa:	Pagina:	3
Indirizzo:	Progettista:	
Telefono / Fax:	E-mail:	
Design:	cordolo ponte legnago connettore singolo ottobre 202	Data: 06/10/2020
Contratto N°:	ancoraggio cordolo barriera su soletta ca impalcato esistente	

### 2 Prova I Utilizzo (Configurazioni maggiormente caricate)

		Valori di calcolo [kN]		Utilizzo		
Carico	Prova	Carico	Resistenza	$\beta_N / \beta_V$ [%]	Stato	
Trazione	Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento	50,000	72,935	69 / -	OK	
Taglio	Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)	25,000	36,667	- / 69	OK	
Carico		$\beta_N$	$\beta_V$	$\alpha$	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
Carichi combinati a trazione e taglio		0,686	0,569	1,500	100	OK

### 3 Attenzione

- Si prega di considerare tutti i dettagli e le avvertenze contenute nel report di calcolo!

**L'ancoraggio risulta verificato!**



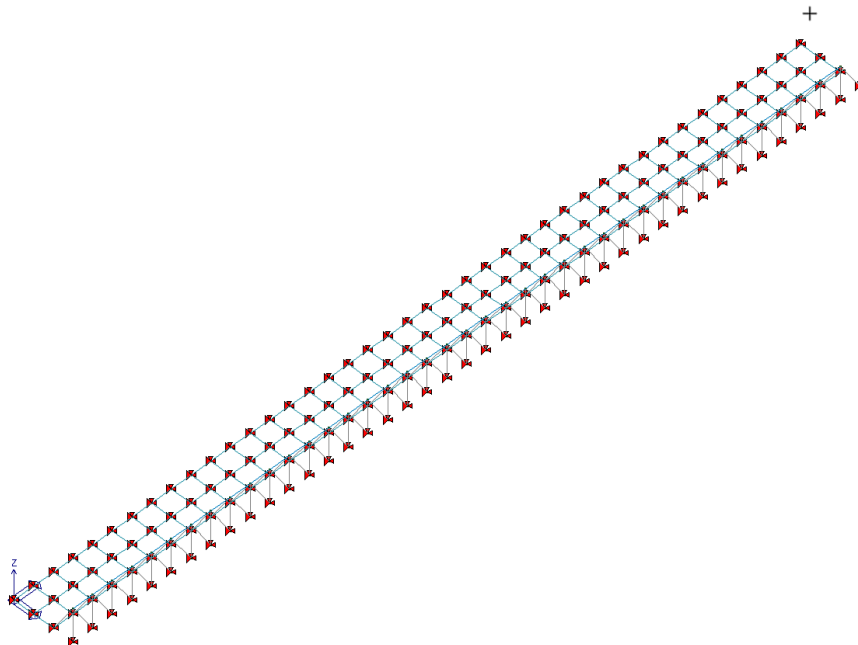
<b>Ferrigato Mirko Ingegneria</b> Via Rovigo 85 37045 Legnago Albo VR 2305 Albo Veneto 1626 Mobile: +39.320.211.30.84 Mail: ferrigato.mirko@gmail.com Pec Mail: mirko.ferrigato@ingpec.eu	MANUTENZIONE STRAORDINARIA E ADEGUAMENTO NORMATIVO BARRIERE METALLICHE NELLA TANGENZIALE SUD-EST	PROG.	DOC.	PR./ED.
		<b>FMI 20129E</b>	FMI 23087-E-0102- relaz_calc_cordolo_ponte-R1.doc	<b>FM/fm</b>
	RELAZIONE CALCOLO CORDOLO BARRIERA	REV.	DATA	PAG.
		<b>0A</b>	<b>Marzo 2024</b>	<b>16/21</b>

#### 7.4. VERIFICHE DEL CORDOLO

Per il calcolo delle sollecitazioni del cordolo si predispose un modello FEM che modella

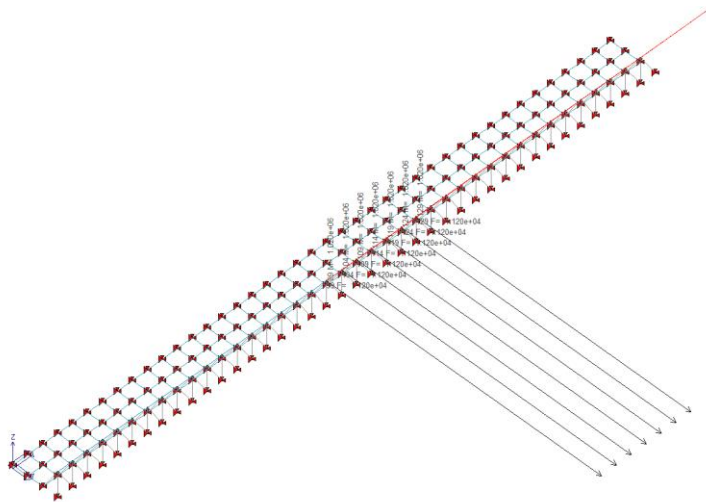
- Il cordolo dell'impalcato di dimensioni 50 x 25 cm
- I connettori – rigidi – tra soletta e cordolo in numero convenzionale di 3 pioli passo 10 cm

Con azioni eccezionali – valori convenzionali da normativa, già definiti - che insistono sulla barriera anche essa modellata con link rigidi alle quote previste in norma

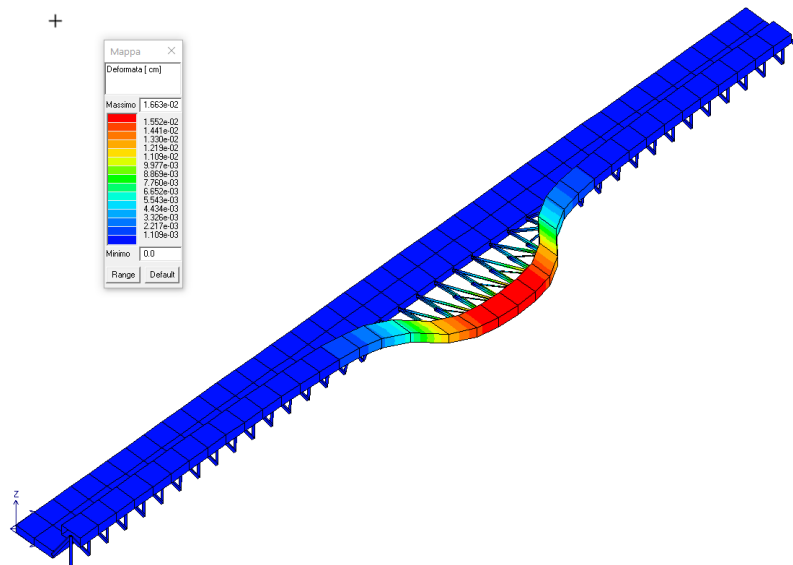


MODELLO DI CALCOLO

<b>Ferrigato Mirko Ingegneria</b> Via Rovigo 85 37045 Legnago Albo VR 2305 Albo Veneto 1626 Mobile: +39.320.211.30.84 Mail: ferrigato.mirko@gmail.com Pec Mail: mirko.ferrigato@ingpec.eu	MANUTENZIONE STRAORDINARIA E ADEGUAMENTO NORMATIVO BARRIERE METALLICHE NELLA TANGENZIALE SUD-EST	PROG. <b>FMI 20129E</b>	DOC. FMI 23087-E-0102- relaz_calc_cordolo_ponte-R1.doc	PR./ED. <b>FM/fm</b>
		REV.	DATA	PAG.
	RELAZIONE CALCOLO CORDOLO BARRIERA	<b>0A</b>	<b>Marzo 2024</b>	<b>17/21</b>

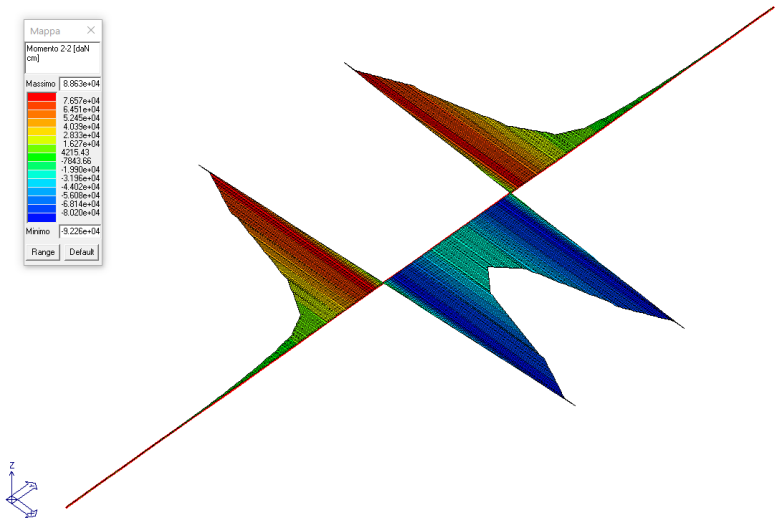


CARICO ECCEZIONALE ORIZZONTALE 50+100+100+50 KN

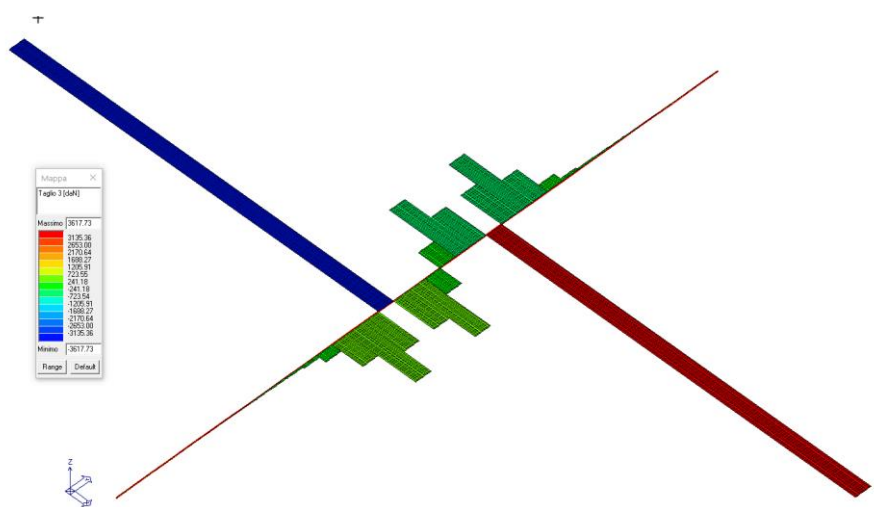


DEFORMATA CORDOLO DI BASE 3D

<b>Ferrigato Mirko Ingegneria</b> Via Rovigo 85 37045 Legnago Albo VR 2305 Albo Veneto 1626 Mobile: +39.320.211.30.84 Mail: ferrigato.mirko@gmail.com Pec Mail: mirko.ferrigato@ingpec.eu	MANUTENZIONE STRAORDINARIA E ADEGUAMENTO NORMATIVO BARRIERE METALLICHE NELLA TANGENZIALE SUD-EST	PROG.  <b>FMI 20129E</b>	DOC.  FMI 23087-E-0102- relaz_calc_cordolo_ponte-R1.doc	PR./ED.  <b>FM/fm</b>
		REV.  <b>0A</b>	DATA  <b>Marzo 2024</b>	PAG.  <b>18/21</b>
	<b>RELAZIONE CALCOLO CORDOLO BARRIERA</b>			



CORDOLO C.A. - MOMENTO



CORDOLO C.A. -TAGLIO

<b>Ferrigato Mirko Ingegneria</b> Via Rovigo 85 37045 Legnago Albo VR 2305 Albo Veneto 1626 Mobile: +39.320.211.30.84 Mail: ferrigato.mirko@gmail.com Pec Mail: mirko.ferrigato@ingpec.eu	MANUTENZIONE STRAORDINARIA E ADEGUAMENTO NORMATIVO BARRIERE METALLICHE NELLA TANGENZIALE SUD-EST  RELAZIONE CALCOLO CORDOLO BARRIERA	PROG. <b>FMI 20129E</b>	DOC. FMI 23087-E-0102- relaz_calc_cordolo_ponte-R1.doc	PR./ED. <b>FM/fm</b>
		REV.	DATA	PAG.
		<b>0A</b>	<b>Marzo 2024</b>	<b>19/21</b>

## 7.5. ARMATURA C.A.

Per il cordolo si utilizza la seguente armatura

4 dn 16 correnti superiori

4 dn 16 correnti inferiori

Staffe 1 staffa 16/20

Verifica C.A. S.L.U. - File: cordolo ca vcaslu pd

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

Titolo: **CORDOLO CA PADOVA**

N° strati barre **2** Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	50	25

N°	As [cm²]	d [cm]
1	8	5
2	8	20

**Tipo Sezione**

☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.  
☐ DXF

**Sollecitazioni**

S.L.U. Metodo n

N Ed **0** kN  
M xEd **10** kNm  
M yEd **0,22** kNm

**P.to applicazione N**

☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN **0** yN **0**

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**

**B450C** **C35/45**

$\epsilon_{su}$  **67,5** ‰  $\epsilon_{c2}$  **2** ‰  
 $f_{yd}$  **391,3** N/mm²  $\epsilon_{cu}$  **3,5** ‰  
 $E_s$  **200 000** N/mm²  $f_{cd}$  **19,83** N/mm²  
 $E_s/E_c$  **15**  $f_{cc}/f_{cd}$  **0,8** ?  
 $\epsilon_{syd}$  **1,957** ‰  $\sigma_{c,adm}$  **13,5** N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  **255** N/mm²  $\tau_{co}$  **0,8** N/mm²  
 $\tau_{c1}$  **2,257** N/mm²

**M** xRd **58,32** kN m

$\sigma_c$  **-19,83** N/mm²  
 $\sigma_s$  **391,3** N/mm²  
 $\epsilon_c$  **3,5** ‰  
 $\epsilon_s$  **11,84** ‰  
d **20** cm  
x **4,564** x/d **0,2282**  
 $\delta$  **0,7253**

**Metodo di calcolo**

☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☐ Metodo n

**Tipo flessione**

☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. **100**

Calcola MRd Dominio M-N

L<sub>0</sub> **0** cm Col. modello

M-curvatura

☐ Precompresso

<b>Ferrigato Mirko Ingegneria</b> Via Rovigo 85 37045 Legnago Albo VR 2305 Albo Veneto 1626 Mobile: +39.320.211.30.84 Mail: ferrigato.mirko@gmail.com Pec Mail: mirko.ferrigato@ingpec.eu	MANUTENZIONE STRAORDINARIA E ADEGUAMENTO NORMATIVO BARRIERE METALLICHE NELLA TANGENZIALE SUD-EST	PROG.	DOC.	PR/ED.
		<b>FMI 20129E</b>	FMI 23087-E-0102- relaz_calc_cordolo_ponte-R1.doc	<b>FM/fm</b>
		REV.	DATA	PAG.
	RELAZIONE CALCOLO CORDOLO BARRIERA	<b>0A</b>	<b>Marzo 2024</b>	<b>20/21</b>

## 7.6. VERIFICHE C.A A TAGLIO

**Progetto Sezione Rettangolare - F1 per aiuto**

Normativa: NTC 2018

Sollecitazioni e metodo di calcolo

☒ S.L.U. ☐ Metodo n

Ricoprimento armatura c: 4 cm

A's/As %: 0 %

Criteri di progetto

☐ Fissa altezza H: 25 cm ☐ Arrotond. 1 cm

☐ Fissa Base B: 50 cm ☐ 5 cm

☒ Fissa Base e Altezza

M<sub>xEd</sub> 10 0 kNm

V<sub>Ed</sub> 36 0 kN

Acciaio B450C Calcestruzzo C35/45

Deformazione adimensionale armatura tesa

Armatura forte (NO) SA  $\epsilon_s/\epsilon_{yd}$  14,45 x/d 0,110  $\delta$  0,700 CR Armatura debole (OK)

Risultati

Armatura superiore

**2 $\phi$ 16**

A's 4,02 cm<sup>2</sup> +0,0% A's min 4,02

Armatura inferiore

**2 $\phi$ 16**

As 4,02 cm<sup>2</sup> +2833,5% As min 0,14

A's/As: 100% %  $\rho_s$  0,44 %

Incidenza acciaio 178,6 kg/m<sup>3</sup>

Taglio

$\tau_{max}$  0,4348 N/mm<sup>2</sup>


Staffe  **$\phi$ 16/14** a 2 bracci

Staffatura minima  **$\phi$ 16/14**

Staff. minima per VEd = 186,1 kN

Inserisce Risultati per Verifiche

Effettivi Minimi

Help  Ricalcola

Sceita diametri autom.

$\phi$  minimo 16 mm

$\phi$  massimo 20 mm

Opzioni taglio

☐ minimizza staffe

cot  $\theta$  1

☐ no staffe  $\rho_l$  0 %

$\phi$  staffe 16 mm

n° bracci 2

$\phi$  reggistaffe 16

☐ gancio 135°

Sceita diametri manuale

N°  $\phi$

Armatura superiore

☒ 0 16

☐ 0 18

☐ 0 20

Armatura inferiore

☒ 0 16

☐ 0 18

☐ 0 20

Comb. barre superiori Comb. barre inferiori

Osservazioni

Nel calcolo dell'armatura minima a taglio governa il passo massimo  $s=14$ cm rispetto al rapporto minimo di armatura (NTC #4.1.6.1.1). Il diametro della staffatura minima può quindi essere limitato a 8mm.

<b>Ferrigato Mirko Ingegneria</b> Via Rovigo 85 37045 Legnago Albo VR 2305 Albo Veneto 1626 Mobile: +39.320.211.30.84 Mail: ferrigato.mirko@gmail.com Pec Mail: mirko.ferrigato@ingpec.eu	MANUTENZIONE STRAORDINARIA E ADEGUAMENTO NORMATIVO BARRIERE METALLICHE NELLA TANGENZIALE SUD-EST	PROG.	DOC.	PR./ED.
		<b>FMI 20129E</b>	FMI 23087-E-0102- relaz_calc_cordolo_ponte-R1.doc	<b>FM/fm</b>
	RELAZIONE CALCOLO CORDOLO BARRIERA	REV.	DATA	PAG.
		<b>0A</b>	<b>Marzo 2024</b>	<b>21/21</b>

## 8. TABULATO DI CALCOLO



## **Elaborato: RELAZIONE ILLUSTRATIVO SINTETICA**

**Ubicazione:** Località - Comune di PADOVA

**Progetto:** CORDOLO BARRIERE TANGENZIALE PADOVA  
-  
-

**Progettista:** ing. Mirko Ferrigato  
Via Dall'Oca Bianca 59 37010 Torri del Benico VR  
320.211.30.84  
ferrigato.mirko@gmail.com

# **INDICE**

1. RELAZIONE ILLUSTRATIVO SINTETICA.....	2
1.1    PREMESSA.....	2
1.2    QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ADOTTATO .....	2
1.3    ANALISI STORICO-CRITICA ED ESITO DEL RILIEVO GEOMETRICO-STRUTTURALE.....	2
1.3.1    Analisi storico-critica .....	2
1.3.2    Esito del rilievo geometrico-strutturale .....	2
1.4    DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA .....	2
2. MODELLAZIONE .....	4
2.1    ELEMENTI FINITI – SEZIONI E SPESSORI .....	4
3. CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI.....	5
3.1    ELENCO DEI MATERIALI IMPIEGATI .....	5
4. SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO .....	6
5. DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI.....	7
5.1    TIPO DI ANALISI EFFETTUATE.....	8
5.2    COMBINAZIONI E/O PERCORSI DI CARICO.....	8



## Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo

Codice di calcolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione:	PROFESSIONAL (build 2023-07-199)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l. Via Garibaldi, 90 44121 Ferrara FE ( Italy) Tel. +39 0532 200091 <a href="http://www.2si.it">www.2si.it</a>
Codice Licenza:	Licenza dsi4470

In merito al punto 10.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (*Affidabilità dei codici utilizzati*), si fa riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST" disponibile per il download sul sito: <https://www.2si.it/it/prodotti/affidabilita/>

# 1. RELAZIONE ILLUSTRATIVO SINTETICA

## 1.1 PREMESSA

Nella presente introduzione sono riportati i principali elementi di inquadramento del progetto esecutivo riguardante le strutture, in relazione agli strumenti urbanistici, al progetto architettonico, al progetto delle componenti tecnologiche in generale e alle prestazioni attese dalla struttura.

## 1.2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ADOTTATO

Le Norme e i documenti assunti a riferimento per la progettazione strutturale vengono indicati di seguito.

Progetto-verifica degli elementi	
Progetto cemento armato	D.M. 17-01-2018
Progetto acciaio	D.M. 17-01-2018
Progetto legno	D.M. 17-01-2018
Progetto muratura	D.M. 17-01-2018
Azione sismica	
Norma applicata per l' azione sismica	D.M. 17-01-2018

## 1.3 ANALISI STORICO-CRITICA ED ESITO DEL RILIEVO GEOMETRICO-STRUTTURALE

Per edifici esistenti, in coerenza con il paragrafo 8.2 delle NTC-18, l'analisi storico-critica e il rilievo geometrico-strutturale devono evidenziare i seguenti aspetti: (a) la costruzione riflette lo stato delle conoscenze al tempo della sua realizzazione; (b) possono essere insiti e non palesi difetti di impostazione e di realizzazione; (c) la costruzione può essere stata soggetta ad azioni, anche eccezionali, i cui effetti non siano completamente manifesti; (d) le strutture possono presentare degrado e/o modificazioni significative rispetto alla situazione originaria.

### 1.3.1 Analisi storico-critica

### 1.3.2 Esito del rilievo geometrico-strutturale

## 1.4 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

Descrizione generale dell'opera	
Opera di nuova realizzazione	SI
Ubicazione	Comune di FERRARA (FE) (Regione EMILIA-ROMAGNA)
	Località
	Longitudine 0.000, Latitudine 0.000 (Riferimento WGS84)
Tipo di fondazione	-

Materiali impiegati	
Cemento Armato	SI
Acciaio	NO
Legno	NO
Muratura	NO

Principali caratteristiche della struttura	
Struttura regolare in pianta	SI
Struttura regolare in altezza	SI
Analisi per carichi non sismici	SI
Analisi sismica	Non prevista
Verifica SLD di resistenza	NO

Parametri della struttura			
Classe d'uso	Vita Vn [anni]	Coeff. Uso	Periodo Vr [anni]
IV	100.0	2.0	200.0

Di seguito si riportano le immagini del modello strutturale:

## 2. MODELLAZIONE

L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tenso-deformativo indotto da carichi statici. L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tenso-deformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico).

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

$$\mathbf{K} * \mathbf{u} = \mathbf{F} \quad \text{dove} \quad \begin{array}{l} \mathbf{K} = \text{matrice di rigidezza} \\ \mathbf{u} = \text{vettore spostamenti nodali} \\ \mathbf{F} = \text{vettore forze nodali} \end{array}$$

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente a una terna locale all'elemento stesso.

Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.

### 2.1 ELEMENTI FINITI – SEZIONI E SPESSORI

A seguire si riportano le immagini relative alle numerazioni di interesse:

Si riportano di seguito le caratteristiche di sezioni e spessori degli elementi strutturali, in formato tabellare e immagini:

TABELLA_SEZIONI											
Id	Tipo SEZ	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
-	-	cm2	cm2	cm2	cm4	cm4	cm4	cm3	cm3	cm3	cm3
1	link - Rettangolare: b=5 h=5	25.00	20.83	20.83	87.85	52.08	52.08	20.83	20.83	31.25	31.25
2	cordolo barriera - Rettangolare: b=50 h=25	1250.00	1041.67	1041.67	1.784e+05	2.604e+05	6.510e+04	1.042e+04	5208.33	1.562e+04	7812.50

#### Legenda

Tipo SEZ	Indica il nome identificativo e la tipologia di sezione
Area	Area della sezione
A V2	Area della sezione/Fattore di taglio (direzione 2)
A V3	Area della sezione/Fattore di taglio (direzione 3)
Jt	Momento di inerzia torsionale della sezione
J 2-2	Momento di inerzia della sezione riferito all'Asse 2
J 3-3	Momento di inerzia della sezione riferito all'Asse 3
W 2-2	Modulo di resistenza della sezione riferito all'Asse 2
W 3-3	Modulo di resistenza della sezione riferito all'Asse 3
Wp 2-2	Modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'Asse 2
Wp 3-3	Modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'Asse 3

TABELLA_SPESSORI			
Id	Spessore Gusci	Spessore Setti	Sp. solai piano rigido
-	cm	cm	cm
1	20.00	-	-

#### Legenda

Spessore Gusci	Spessore degli elementi shell con sviluppo orizzontale
Spessore Setti	Spessore degli elementi shell con sviluppo verticale

### 3. CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

Nell'esecuzione delle opere oggetto della presente relazione è previsto l'utilizzo dei seguenti materiali con le relative caratteristiche:

#### 3.1 ELENCO DEI MATERIALI IMPIEGATI

[5]- MATERIALE PER ELEVAZIONE -			
Calcestruzzo Classe C32/40			
Id	-	-	u.m.
5		< MATERIALE NUOVO >	
		Resistenza caratteristica cubica Rck	400.0 daN/cm2
		Resistenza caratteristica cilindrica fck	332.0 daN/cm2
		Resistenza fctm	31.0 daN/cm2
		Tensione caratteristica di snervamento acciaio	4500.0 daN/cm2
		Tipo acciaio	tipo C
		Coefficiente gamma c	1.5
		Coefficiente gamma s	1.1
		Rapporto Rfessurata (assiale)	1.00
		Rapporto Rfessurata (flessione)	1.00
		Rapporto Rfessurata (taglio)	1.00

[6]- MATERIALE PER ELEVAZIONE -			
Calcestruzzo Classe C35/45			
Id	-	-	u.m.
6		< MATERIALE NUOVO >	
		Resistenza caratteristica cubica Rck	450.0 daN/cm2
		Resistenza caratteristica cilindrica fck	373.5 daN/cm2
		Resistenza fctm	33.5 daN/cm2
		Tensione caratteristica di snervamento acciaio	4500.0 daN/cm2
		Tipo acciaio	tipo C
		Coefficiente gamma c	1.5
		Coefficiente gamma s	1.1
		Rapporto Rfessurata (assiale)	1.00
		Rapporto Rfessurata (flessione)	1.00
		Rapporto Rfessurata (taglio)	1.00

[157]- MATERIALE PER ELEVAZIONE -			
Materiale inf. rigido no peso E = 1.000e+07-materiale E = 1.000e+07			
Id	-	-	u.m.
157		< MATERIALE NUOVO >	

## 4. SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO

E' possibile definire i casi di carico scegliendo fra le dodici tipologie elencate nella tabella seguente:

	Tipo CDC	Descrizione
1	Ggk	caso di carico comprensivo del peso proprio struttura
2	Gk	caso di carico con azioni permanenti
3	Qk	caso di carico con azioni variabili
4	Gsk	caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture
5	Qsk	caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai
6	Qnk	caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture
7	Qtk	caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura
8	Qvk	caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura
9	Esk	caso di carico sismico con analisi statica equivalente
10	Edk	caso di carico sismico con analisi dinamica
11	Etk	caso di carico comprensivo di azioni derivanti dall' incremento di spinta delle terre in condizione sismica
12	Pk	caso di carico comprensivo di azioni derivanti da coazioni, cedimenti e precompressioni

I casi di carico utilizzati nella modellazione oggetto della presente relazione sono i seguenti:

TABELLA\_CASI\_DI\_CARICO

CDC	Tipo CDC	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Qk	CDC=Qk (variabile generico) urto orizzontale	

Legenda

Tipo CDC                      Indica il tipo di caso di carico

## 5. DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI

Le combinazioni previste per i diversi casi di carico (CDC) seguono le regole previste dalla Normativa vigente e sono destinate al controllo di sicurezza della struttura e alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

### **Combinazione fondamentale SLU**

$$\gamma G_1 \cdot G_1 + \gamma G_2 \cdot G_2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q_1 \cdot Q_{k1} + \gamma Q_2 \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma Q_3 \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

### **Combinazione caratteristica (rara) SLE**

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

### **Combinazione frequente SLE**

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

### **Combinazione quasi permanente SLE**

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

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

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

**Combinazione eccezionale**, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

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

Dove:

NTC 2018 Tabella 2.5.I

Destinazione d'uso/azione	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30\text{kN}$ )	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30\text{kN}$ )	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota $\leq 1000\text{ m}$	0,50	0,20	0,00
Neve a quota $> 1000\text{ m}$	0,70	0,50	0,20
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

Nelle verifiche possono essere adottati in alternativa due diversi approcci progettuali:

- per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza globale (combinazione 1 con coefficienti A1 e combinazione 2 con coefficienti A2),
- per l'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2018 Tabella 2.6.I

		Coefficiente $\gamma_F$	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli Sfavorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9 1,1	1,0 1,3	1,0 1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non computatamente definiti)	Favorevoli Sfavorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8 1,5	0,8 1,5	0,8 1,3
Carichi variabili	Favorevoli Sfavorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0 1,5	0,0 1,5	0,0 1,3

## 5.1 TIPO DI ANALISI EFFETTUATE

Tipo di analisi strutturale	
Analisi per carichi non sismici	SI
Sismica statica lineare	NO
Sismica dinamica lineare	NO
Sismica statica non lineare (triangolare; G1 – a §7.3.3.2)	NO
Sismica statica non lineare (prop. modo; G1 – b §7.3.4.2)	NO
Sismica statica non lineare (prop. tagli di piano; G1 – c §7.3.4.2)	NO
Sismica statica non lineare (prop. masse; G2 – a §7.3.4.2)	NO
Sismica statica non lineare (multimod; G2 – c §7.3.4.2)	NO
Non linearità geometriche (fattore P delta)	NO

## 5.2 COMBINAZIONI E/O PERCORSI DI CARICO

Combinazioni dei casi di carico	
APPROCCIO PROGETTUALE	Approccio 2
SLU	SI
SLV (SLU con sisma)	NO
SLC	NO
SLD	NO
SLO	NO
SLU GEO A2 (per approccio 1)	NO
SLU EQU	NO
Combinazione caratteristica (rara)	SI
Combinazione frequente	NO
Combinazione quasi permanente (SLE)	NO
SLA (accidentale quale incendio)	NO

TABELLA_COMBINAZIONI				
Tipo CMB	Da	Da	A	A
-	Id	Nome	Id	Nome
SLU	1	Comb. SLU A1 1	4	Comb. SLU A1 4
SLE rara	5	Comb. SLE(rara) 5	6	Comb. SLE(rara) 6

### Legenda

Tipo CMB          Indica la categoria di combinazione

Si riportano di seguito, per completezza, le videate delle opzioni così come impostate nel programma:









**Relazione di calcolo strutturale impostata e redatta secondo le modalità previste nel D.M. 17 Gennaio 2018 cap. 10 “Redazione dei progetti strutturali esecutivi e delle relazioni di calcolo”.**

# RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

## LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne gli elementi tipo trave, è possibile in relazione alle tabelle sotto riportate.

Gli elementi vengono suddivisi in relazione alle proprietà in elementi:

- tipo **pilastro**
- tipo **trave in elevazione**
- tipo **trave in fondazione**

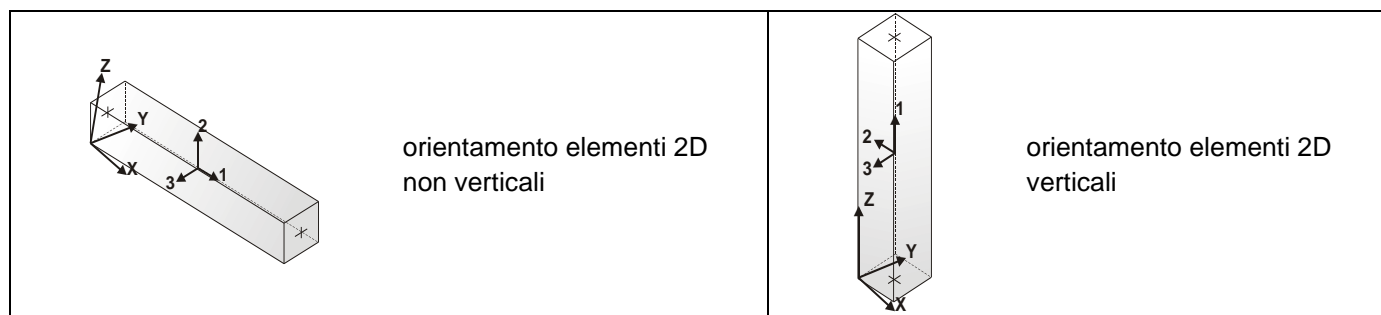
Per ogni elemento e per ogni combinazione (o caso di carico) vengono riportati i risultati più significativi.

Per gli elementi tipo *pilastro* sono riportati in tabella i seguenti valori:

<b>Pilas.</b>	numero dell'elemento pilastro
<b>Cmb</b>	combinazione in cui si verificano i valori riportati
<b>M3 mx/mn</b>	momento flettente in campata M3 max (prima riga) / min (seconda riga)
<b>M2 mx/mn</b>	momento flettente in campata M2 max (prima riga) / min (seconda riga)
<b>D2/D3</b>	freccia massima in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga)
<b>Q2/Q3</b>	carico totale in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga)
<b>Pos.</b>	ascissa del punto iniziale e finale dell'elemento
<b>N, V2, ecc..</b>	sei componenti di sollecitazione al piede ed in sommità dell'elemento

Per gli elementi tipo *trave in elevazione* sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri.

Per gli elementi tipo *trave in fondazione* (trave f.) sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri e la massima pressione sul terreno.



Trave	Cmb	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3	Pos.	N	V 2	V 3	T	M 2	M 3
		daN cm	daN cm	cm	daN	cm	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
161	1	423.18	0.0	-1.16e-05	-203.12	0.0	-1.45e-03	101.56	0.0	0.0	0.0	-846.35
		-846.35	0.0	0.0	0.0	6.2	-1.45e-03	76.17	0.0	0.0	0.0	-290.93
						12.5	-1.45e-03	50.78	0.0	0.0	0.0	105.79
						18.8	-1.45e-03	25.39	0.0	0.0	0.0	343.83
						25.0	-1.45e-03	-1.98e-05	0.0	0.0	0.0	423.18
						31.2	-1.45e-03	-25.39	0.0	0.0	0.0	343.83
						37.5	-1.45e-03	-50.78	0.0	0.0	0.0	105.79
						43.8	-1.45e-03	-76.17	0.0	0.0	0.0	-290.93
						50.0	-1.45e-03	-101.56	0.0	0.0	0.0	-846.35
161	2	423.18	4587.46	-1.16e-05	-203.12	0.0	-1.45e-03	101.56	27.27	1.420e+05	3224.17	-846.35
		-846.35	3224.17	2.52e-04	0.0	6.2	-1.45e-03	76.17	27.27	1.420e+05	3394.58	-290.93
						12.5	-1.45e-03	50.78	27.27	1.420e+05	3564.99	105.79
						18.8	-1.45e-03	25.39	27.27	1.420e+05	3735.40	343.83
						25.0	-1.45e-03	-1.98e-05	27.27	1.420e+05	3905.81	423.18
						31.2	-1.45e-03	-25.39	27.27	1.420e+05	4076.22	343.83
						37.5	-1.45e-03	-50.78	27.27	1.420e+05	4246.63	105.79
						43.8	-1.45e-03	-76.17	27.27	1.420e+05	4417.05	-290.93
						50.0	-1.45e-03	-101.56	27.27	1.420e+05	4587.46	-846.35
161	3	325.52	0.0	-8.94e-06	-156.25	0.0	-1.12e-03	78.12	0.0	0.0	0.0	-651.04
		-651.04	0.0	0.0	0.0	6.2	-1.12e-03	58.59	0.0	0.0	0.0	-223.80
						12.5	-1.12e-03	39.06	0.0	0.0	0.0	81.38
						18.8	-1.12e-03	19.53	0.0	0.0	0.0	264.49
						25.0	-1.12e-03	-1.53e-05	0.0	0.0	0.0	325.52
						31.2	-1.12e-03	-19.53	0.0	0.0	0.0	264.49
						37.5	-1.12e-03	-39.06	0.0	0.0	0.0	81.38
						43.8	-1.12e-03	-58.59	0.0	0.0	0.0	-223.80
						50.0	-1.12e-03	-78.13	0.0	0.0	0.0	-651.04
161	5	325.52	0.0	-8.94e-06	-156.25	0.0	-1.12e-03	78.12	0.0	0.0	0.0	-651.04
		-651.04	0.0	0.0	0.0	6.2	-1.12e-03	58.59	0.0	0.0	0.0	-223.80
						12.5	-1.12e-03	39.06	0.0	0.0	0.0	81.38
						18.8	-1.12e-03	19.53	0.0	0.0	0.0	264.49
						25.0	-1.12e-03	-1.53e-05	0.0	0.0	0.0	325.52
						31.2	-1.12e-03	-19.53	0.0	0.0	0.0	264.49
						37.5	-1.12e-03	-39.06	0.0	0.0	0.0	81.38
						43.8	-1.12e-03	-58.59	0.0	0.0	0.0	-223.80
						50.0	-1.12e-03	-78.13	0.0	0.0	0.0	-651.04
161	6	325.52	3058.30	-8.94e-06	-156.25	0.0	-1.12e-03	78.12	18.18	9.465e+04	2149.45	-651.04
		-651.04	2149.45	1.68e-04	0.0	6.2	-1.12e-03	58.59	18.18	9.465e+04	2263.05	-223.80
						12.5	-1.12e-03	39.06	18.18	9.465e+04	2376.66	81.38
						18.8	-1.12e-03	19.53	18.18	9.465e+04	2490.27	264.49
						25.0	-1.12e-03	-1.53e-05	18.18	9.465e+04	2603.88	325.52
						31.2	-1.12e-03	-19.53	18.18	9.465e+04	2717.48	264.49
						37.5	-1.12e-03	-39.06	18.18	9.465e+04	2831.09	81.38
						43.8	-1.12e-03	-58.59	18.18	9.465e+04	2944.70	-223.80
						50.0	-1.12e-03	-78.13	18.18	9.465e+04	3058.30	-651.04
162	1	423.18	0.0	-1.16e-05	-203.12	0.0	-0.04	101.56	0.0	0.0	0.0	-846.34
		-846.36	0.0	0.0	0.0	6.2	-0.04	76.17	0.0	0.0	0.0	-290.93
						12.5	-0.04	50.78	0.0	0.0	0.0	105.80
...												
199	6	-616.80	2.55	-1.93e-06	0.0	50.0	-1.06	-67.41	-0.92	-816.74	2.55	-81.09
Trave		M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3		N	V 2	V 3	T		
		-862.99	-9.226e+04	-6.00e-03	-203.12		-1.38	-115.49	-3617.73	-1.513e+06		
		839.59	8.863e+04	6.00e-03	0.0		-4.13e-05	115.49	3617.73	1.513e+06		