

CONSORZIO PER L'AREA DI SVILUPPO INDUSTRIALE DI BARI

Via delle Dalie, 5 - Z.I. - 70026 - Modugno (Ba)

080.964.16.00-fax080.990.43.06 P.I./C.F.:00830890729

PROGETTO DEFINITIVO

DATA

27/ 10/2016

Interventi di salvaguardia idraulica della zona ASI di Molfetta

Affidamento progettazione
Deliberazione CdA n. 146 del
29/07/2016

CODICE ELABORATO

D.13

SCALA

Relazione di calcolo strutturale

IL PROGETTISTA :

Ing. Simone Milella

Assistenza e Supporto progettazione :

Ing. Salvatore Vernole

(Deliberazione presidenziale n. 268 del 05/08/2016)

Arch. Ottavio Felice Morea

(Deliberazione presidenziale n. 312 del 30/09/2016)

Ing. Michele Vitti

(Deliberazione presidenziale n. 331 del 12/10/2016)

Per presa visione
IL R.U.P.:

Ing. Giuseppe A. LATROFA

Sommario

Premessa	2
Condizioni ambientali e materiali impiegati.....	3
Parametri geotecnici	4
Descrizione del modello di calcolo	5
Analisi dei carichi	10
Analisi dei risultati	16

PREMESSA

La presente **relazione di calcolo strutturale**, redatta dal sottoscritto, rientra nel numero degli elaborati alla base dell'incarico professionale ricevuto dal CONSORZIO PER L'AREA DI SVILUPPO INDUSTRIALE DI BARI (Determinazione presidenziale n.331/2016 del 12/10/2016); si precisa altresì, che essa è stata redatta ai sensi del cap. 10 del Decreto Ministeriale dei Lavori Pubblici, del 14 gennaio 2008 e della Circolare Esplicativa del 2 febbraio 2009 n. 617, del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Secondo le direttive dei riferimenti legislativi citati, la presente relazione di calcolo strutturale risulta comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica riguardante gli attraversamenti sotterranei di un canale di convogliamento delle acque in corrispondenza della SS16, exSS16, SP Molfetta-Corato, Strada Comunale Lama di Macina, Strada Vicinale San Lorenzo e dell'Attraversamento ferroviario RFI relativamente agli **INTERVENTI DI SALVAGUARDIA IDRAULICA DELLA ZONA ASI DI MOLFETTA**.

Per quello che riguarda la normativa utilizzata per tutte le operazioni di progetto e verifica, si fa riferimento al metodo delle **Stati Limite Ultimi, DM 14.01.2008**.

CONDIZIONI AMBIENTALI E MATERIALI IMPIEGATI

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare alcuni provvedimenti con il fine di ridurre al massimo gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e derivante dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

A tal fine, con riferimento alle classi di esposizione definite dalle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale, i manufatti oggetto della presente relazione, vengono classificati come appartenenti alla classe di esposizione XC2, essendo le superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo.

Per garantire i necessari requisiti di durabilità delle opere oggetto di realizzazione, il calcestruzzo impiegato per la struttura avrà una resistenza caratteristica $R_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$, con rapporto acqua/cemento massimo pari a $a/cem = 0.60$ e dosaggio minimo di cemento pari a 280 Kg/m^3 .

L'acciaio delle armature sarà, invece, del tipo B450C.

Verranno impiegati dei distanziatori per assicurare un copriferro minimo non inferiore ai 5 cm, così come previsto in fase di progetto.

Le caratteristiche di riferimento per i materiali prescelti sono le seguenti:

calcestruzzo:

- modulo di elasticità: $E_c = 32600 \text{ MPa}$
- modulo di elasticità tangenziale: $G = 13583 \text{ MPa}$
- modulo di Poisson: $\nu = 0.2$
- resistenza cilindrica caratteristica: $f_{ck} = 28.0 \text{ MPa}$
- resistenza cubica caratteristica: $R_{ck} = 35.0 \text{ MPa}$
- resistenza caratteristica a trazione semplice: $f_{ctk} = 2.835 \text{ MPa}$

acciaio:

- modulo di elasticità: $E_s = 210000 \text{ MPa}$
- tensione di snervamento: $f_{yk} = 450.0 \text{ MPa}$
- tensione di calcolo: $f_{yd} = 391.3 \text{ MPa}$

PARAMETRI GEOTECNICI

Le caratteristiche geomeccaniche delle rocce di fondazione e del terreno di rinfiaccio delle opere strutturali oggetto di studio, di seguito riportate, sono state estrapolate dalla relazione geologica allegata:

ATTRAVERSAMENTO SS 16	
Peso specifico	26 KN/m ³
Coefficiente di reazione	15.9 KN/m ³

ATTRAVERSAMENTO RFI	
Peso specifico	26 KN/m ³
Coefficiente di reazione	15.9 KN/m ³

ATTRAVERSAMENTO SP MOLFETTA-CORATO	
Peso specifico	26 KN/m ³
Coefficiente di reazione	16.3 KN/m ³

ATTRAVERSAMENTO SC LAMA MACINA	
Peso specifico	26 KN/m ³
Coefficiente di reazione	17.5 KN/m ³

ATTRAVERSAMENTO STRADA VIC. S.LORENZO	
Peso specifico	25 KN/m ³
Coefficiente di reazione	15.6 KN/m ³

ATTRAVERSAMENTO EX SS 16	
Peso specifico	26 KN/m ³

Coefficiente di reazione	17.5 KN/m ³
--------------------------	------------------------

DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

La presente relazione di calcolo riguarda il progetto strutturale di un canale in conglomerato cementizio armato, in corrispondenza di 6 attraversamenti principali:

- Attraversamento SS 16
- Attraversamento RFI
- Attraversamento SP Molfetta-Corato
- Attraversamento SC Lama Macina
- Attraversamento strada vic. S.Lorenzo
- Attraversamento ex SS 16

I primi due attraversamenti elencati verranno posti in opera mediante operazioni di spinta, i restanti saranno parzialmente gettati in opera (piedritti e soletta di fondazione) con travi di copertura prefabbricate.

Le caratteristiche geometriche del canale oggetto di studio variano da caso a caso, motivo per il quale si riportano le seguenti tabelle esemplificative.

ATTRAVERSAMENTO SS 16	
Spessore soletta superiore	90 cm
Spessore soletta inferiore	100 cm
Spessore piedritti	90 cm
Altezza complessiva sezione	513 cm
Larghezza complessiva sezione	1160 cm

ATTRAVERSAMENTO RFI	
Spessore soletta superiore	100 cm
Spessore soletta inferiore	100 cm
Spessore piedritti	100 cm
Altezza complessiva sezione	450 cm
Larghezza complessiva sezione	1200 cm

ATTRAVERSAMENTO SP MOLFETTA-CORATO	
Spessore soletta superiore	50 cm
Spessore soletta inferiore	100 cm
Spessore piedritti	80 cm
Altezza complessiva sezione	489 cm
Larghezza complessiva sezione	760 cm

ATTRAVERSAMENTO SC LAMA MACINA	
Spessore soletta superiore	60 cm
Spessore soletta inferiore	100 cm
Spessore piedritti	80 cm
Altezza complessiva sezione	571 cm
Larghezza complessiva sezione	1160 cm

ATTRAVERSAMENTO STRADA VIC. S.LORENZO	
Spessore soletta superiore	70 cm
Spessore soletta inferiore	100 cm
Spessore piedritti	80 cm
Altezza complessiva sezione	580 cm
Larghezza complessiva sezione	1360 cm

ATTRAVERSAMENTO EX SS 16	
Spessore soletta superiore	60 cm
Spessore soletta inferiore	100 cm
Spessore piedritti	80 cm
Altezza complessiva sezione	488 cm
Larghezza complessiva sezione	1160 cm

La distanza tra l'estradosso della soletta superiore e il piano carrabile è pari a 1.5 m per gli attraversamenti varati a spinta e, per i restanti pari a 0.1 m. La falda risulta essere profonda, motivo per il quale non verrà considerata in fase di calcolo.

Per il calcolo delle strutture in esame è stata considerata l'intera lunghezza del ponte sulla quale sono stati applicati i carichi previsti dalle norme. Lo scatolare è stato dunque schematizzato da un insieme di elementi bidimensionali, shell, in cui gli elementi verticali verranno verificati come pareti, le solette superiore e inferiore come gusci, quest'ultima su suolo elastico alla Winkler. L'azione di spinta del terreno sulle pareti dello scatolare è stata considerata come un carico permanente facendo riferimento ad uno stato di equilibrio a riposo. Inoltre, è stata presa in considerazione la presenza di un battente d'acqua all'interno dello scatolare con un livello variabile dipendente dalla portata massima agente, comprensiva del franco di sicurezza di 1m.

L'azione sismica è stata considerata con riferimento ad una classe d'uso II, categoria di suolo di fondazione A, categoria topografica T1.

Per la risoluzione del modello di calcolo, la verifica e l'ottenimento dello stato tensionale e deformativo delle strutture in oggetto, si è fatto uso del software Pro_Sap, prodotto e distribuito da 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara. Si ritiene che il codice di calcolo sia affidabile ed esaustivo in quanto il suo utilizzo è stato accompagnato da un'attenta valutazione dei risultati con i metodi tradizionali della scienza delle costruzioni.

Per rappresentare la rigidità degli elementi strutturali si possono adottare modelli lineari, che trascurano le non linearità di materiale e geometriche, e modelli non lineari, che le considerano. Nel caso di comportamento non dissipativo si adottano unicamente i modelli lineari, come nel caso in esame. Le azioni conseguenti al moto sismico sono modellate sia direttamente, attraverso forze statiche equivalenti o spettri di risposta, sia indirettamente, attraverso accelerogrammi. L'analisi effettuata con il codice di calcolo suddetto è l' *Analisi statica lineare per la valutazione della risposta sismica delle strutture*.

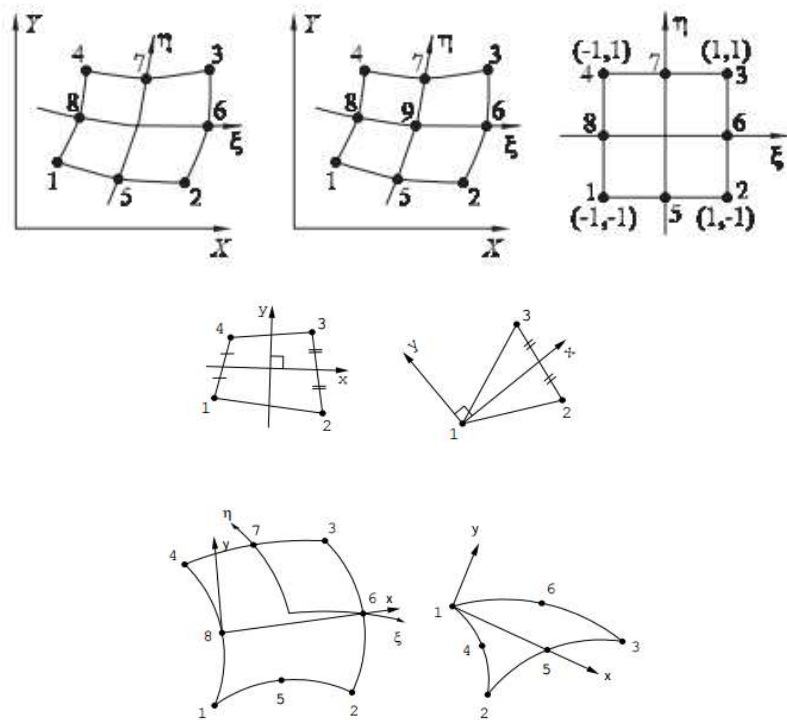
Lo scopo dell'analisi computerizzata è stato quello di determinare sollecitazioni e spostamenti degli elementi componenti la struttura per poter fare una corretta valutazione del comportamento della stessa agli stati limite. Si può pertanto asserire che l'elaborazione sia corretta e completa, in rapporto al livello di accuratezza eseguito.

L'analisi della struttura è stata sviluppata con un'analisi FEM (Finite Element Method) allo scopo di rappresentare nel miglior modo possibile il reale comportamento dell'edificio. Tutti i programmi che impiegano il metodo degli elementi finiti per l'analisi strutturale sono dotati di una libreria di elementi finiti (in campo elastico lineare ma anche in quello elastoplastico) monodimensionali, bidimensionali e tridimensionali per facilitare la modellazione di una struttura reale.

I più comuni sono i seguenti.

- *Monodimensionali*;
- *Bidimensionali*;
- *lastra o stress plane*: elemento piano a 3 o 4 nodi per stati di sforzo piano che possiede solo due gradi di libertà per nodo corrispondenti alle traslazioni nel suo piano (rigidezza membranale) e pertanto atto a trasmettere solo gli sforzi lungo il suo piano. Non trasferisce alcuna rigidezza per gli altri gradi di libertà. Usato per la modellazione di strutture caricate nel loro stesso piano;
- *piastra*: elemento piano a 3 o 4 nodi che possiede solo tre gradi di libertà per nodo corrispondenti alla traslazione perpendicolare al suo piano e alle rotazioni rispetto ai due assi giacenti nel piano (rigidezza flessionale), e pertanto atto a trasmettere solo lo sforzo tagliante e i 2 momenti flettenti. Non trasferisce alcuna rigidezza per gli altri gradi di libertà. Usato per la modellazione di strutture bidimensionali inflesse;
- *lastra-piastra o guscio o shell*: elemento piano a 3 o 4 nodi costituito dalla sovrapposizione dell'elemento piastra e dell'elemento lastra e che pertanto è dotato sia di rigidezza flessionale che membranale;
- *deformazione piana o plane strain*: elemento piano a 3 o 4 nodi per stati di deformazione piana che possiede solo due gradi di libertà per nodo corrispondenti alle traslazioni nel suo piano. Non trasferisce alcuna rigidezza per gli altri gradi di libertà. È utilizzato per la modellazione di strutture nelle quali lo spessore è prevalente rispetto alle altre dimensioni e dove si può considerare impedita la deformazione nello spessore e pertanto lo stato di deformazione si considera piano come nell'analisi delle sezioni di condotte o di muri di sostegno.
- *assialsimmetrico*: elemento piano a 3 o 4 nodi che rappresenta un settore di un radiante di una struttura a simmetria radiale. Questo elemento è impiegato per modellare strutture solide ottenute per rotazione delle quali si sfrutta la simmetria radiale per analizzare solo un settore della struttura dell'ampiezza di un radiante. Ogni nodo ha 2 gradi di libertà corrispondenti alle traslazioni nel suo piano;
- *tridimensionali*

Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assumono l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto, l'asse X approssimativamente Est-Ovest con verso positivo ad Est e l'asse Y il suo ortogonale in pianta orientato verso Nord.



Nel caso in esame, le strutture sono state modellate per mezzo di elementi shell.

ANALISI DEI CARICHI

L'analisi dei carichi a cui è soggetta la struttura, si può differenziare in:

- azioni derivanti dai pesi propri degli elementi strutturali (strutture murarie, solai e volte), dai carichi permanenti portati (riempimenti rinfianchi di volte), dai carichi variabili di solaio (affollamento per luoghi di culto, accessibilità per manutenzione) e dai carichi dovuti alle azioni naturali quali sisma e neve.;
- azione sismica, caratteristica del sito di costruzione, del grado di importanza dell'opera (Vita di riferimento V_R) e dello stato limite di verifica (Stato Limite di Salvaguardia della Vita, SLV).

Le azioni applicate sono di seguito elencate:

1. Peso proprio delle strutture

Automaticamente valutata dal solutore in base alle dimensioni geometriche degli elementi FEM e in base al peso specifico del calcestruzzo armato pari a: $\gamma_{c.a.} = 25 \text{ KN/m}^3$.

2. Peso della sovrastruttura stradale

Considerato come carico permanente ipotizzando un pacchetto stradale pari a 10 cm e un peso specifico pari a $\gamma_{c.a.} = 15 \text{ KN/m}^3$.

3. Peso del riempimento di terreno

$$\sigma_{riemp} = \gamma_t \cdot h_{riemp}$$

4. Spinta delle terre

Come prescritto dalle NTC, la spinta del terreno di rinfiango sulle pareti laterali del canale deve essere considerata come carico permanente.

$$\sigma_t = K_0 \cdot \gamma_t \cdot h$$

L'andamento della pressione del terreno viene considerata triangolare.

4. Carichi stradali

Sulla base dei carichi stradali ammessi al transito, il ponte in questione è classificato di I categoria; i carichi previsti dal DM 14-1-2008 sono, dunque, i seguenti:

- Schema di carico 1: è costituito da carichi concentrati su due assi in tandem, applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0,40 m, e da carichi uniformemente distribuiti. Questo schema è da assumere a riferimento sia per le verifiche globali, sia per le verifiche locali, considerando un solo carico tandem per corsia, disposto in asse alla corsia stessa. Il carico tandem, se presente, va considerato per intero. Tali carichi vanno disposti su più corsie convenzionali, col loro valore intero in una corsia (corsia n°1) e con valori ridotti sulle altre. Inoltre le NTC danno indicazioni sulla modalità di combinazione dei due carichi sopra indicati (non compaiono tutti simultaneamente col loro valore intero sulla struttura) in "gruppi".

Per i ponti di 1a Categoria si devono considerare le seguenti intensità dei carichi, estrapolate dalla Tab. 5.1.II delle NTC:

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

I carichi concentrati sono stati considerati uniformemente distribuiti sulla superficie della rispettiva impronta. La diffusione attraverso la pavimentazione e lo spessore della soletta si considera avvenire secondo un angolo di 45°, fino al piano medio della struttura della soletta sottostante.

- Azione di frenamento

La forza di frenamento o di accelerazione q_3 è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale n. 1 ed è uguale a:

$$144 \text{ kN} \leq q_3 = 0,6(2Q_{1k}) + 0,10 \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900 \text{ kN}$$

essendo w_1 la larghezza della corsia e L la lunghezza della zona caricata.

Le combinazioni di carico da considerare ai fini delle verifiche devono essere stabilite in modo da garantire la sicurezza. Ai fini della determinazione dei valori caratteristici delle azioni dovute al traffico, si dovranno considerare, generalmente, le combinazioni riportate in Tab. 5.1.IV delle NTC. Nel caso specifico:

- Gruppi di carico
 - Gruppo 1: schema di carico 1 con valore caratteristico
 - Gruppo 2a: schema di carico 1 con valore frequente e azione di frenamento con valore caratteristico.

5. Spinta del battente d'acqua presente all'interno dello scatolare

Considerando, a favore di sicurezza, un'altezza dell'acqua all'interno dello scatolare corrispondente al franco di sicurezza, la spinta viene valutata come:

$$\sigma_w = \gamma_w \cdot h$$

6. Azione sismica

Ai fini dell'azione sismica, si assimila la struttura ad un ponte con la travata collegata a due spalle che sostengono il terreno naturale per più dell' 80% dell'altezza delle spalle (ultimo comma del par. 7.9.5.6.2 NTC 2008) e si ammette che lo scatolare si muova insieme al terreno. Per le NTC si può assumere in questo caso fattore di struttura $q=1$ e le forze di inerzia possono essere determinate considerando un'accelerazione pari ad ag . Dovendosi adottare un fattore di struttura unitario, la struttura avrà un comportamento non dissipativo allo SLU, per cui non vanno applicati i dettagli costruttivi (di cui al par. 7.9.6 delle NTC) atti a conferire duttilità.

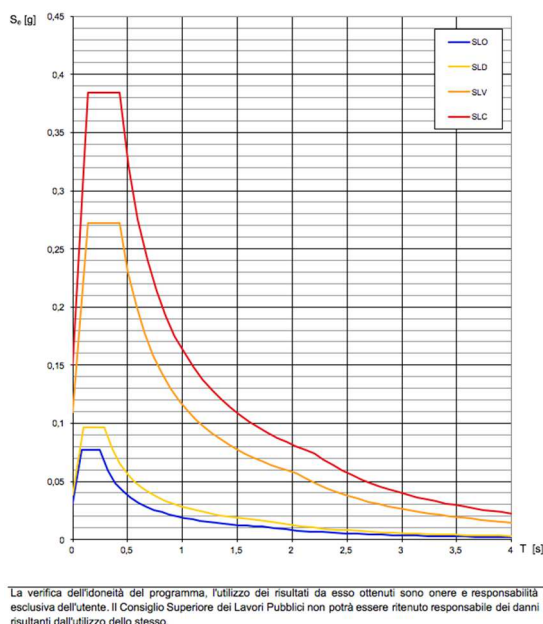
In base alle indicazioni delle NTC si è fatto riferimento ai seguenti dati:

Parametri della struttura					
Classe d'uso	Vita V_n [anni]	Coeff. Uso	Periodo V_r [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
II	50.0	1.0	50.0	A	T1

SL	P _{ver}	Tr	ag	Fo	T*c
		Anni	g		sec
SLO	81.0	30.0	0.031	2.470	0.240
SLD	63.0	50.0	0.038	2.510	0.290
SLV	10.0	475.0	0.110	2.490	0.420
SLC	5.0	975.0	0.150	2.560	0.420

SL	ag	S	Fo	Fv	Tb	Tc	Td
	g				sec	sec	sec
SLO	0.031	1.000	2.470	0.588	0.080	0.240	1.724
SLD	0.038	1.000	2.510	0.664	0.097	0.290	1.754
SLV	0.110	1.000	2.490	1.112	0.140	0.420	2.038
SLC	0.150	1.000	2.560	1.341	0.140	0.420	2.202

Da cui gli spettri elastici e di progetto (coincidenti in quanto $q=1$) risultano:



Si riportano, di seguito, i carichi applicati per ogni tipologia di attraversamento.

ATTRAVERSAMENTO SS 16	
Peso proprio	Definito dal solutore
Sovraccarico terreno di riempimento	52,5 KN/m ²
Sovraccarico sovrastruttura stradale	1,5 KN/m ²
Spinta terre massima	75,8 KN/m ²
Spinta idrostatica	20 KN/m ²
Variabile strada uniformemente distribuito 1° corsia	9 KN/m ²

Variabile strada uniformemente distribuito restanti corsie	2,5 KN/m ²
Variabile strada tandem complessivo 1°corsia	600 KN
Variabile strada tandem complessivo 2°corsia	400 KN
Variabile strada tandem complessivo 3°corsia	200 KN
Frenamento	2,6 KN/m ²

ATTRAVERSAMENTO RFI	
Peso proprio	Definito dal solutore
Sovraccarico terreno di riempimento	26 KN/m ²
Sovraccarico sovrastruttura ferroviaria - ballast	18 KN/m ²
Spinta terre massima	72,8 KN/m ²
Spinta idrostatica	25 KN/m ²
Variabile carico distribuito SW/2	66,4 KN/m ²
Frenamento	0,81 KN/m ²

ATTRAVERSAMENTO SP MOLFETTA-CORATO	
Peso proprio	Definito dal solutore
Sovraccarico sovrastruttura stradale	1,5 KN/m ²
Spinta terre massima	63,7 KN/m ²
Spinta idrostatica	16,8 KN/m ²
Variabile strada uniformemente distribuito 1°corsia	9 KN/m ²
Variabile strada tandem complessivo 1°corsia	600 KN
Frenamento	2,6 KN/m ²
Reazioni di taglio derivanti dalla trave per nodo	125,125 KN

ATTRAVERSAMENTO SC LAMA MACINA	
Peso proprio	Definito dal solutore
Sovraccarico sovrastruttura stradale	1,5 KN/m ²
Spinta terre massima	59,8 KN/m ²

Spinta idrostatica	30,7 KN/m ²
Variabile strada uniformemente distribuito 1°corsia	9 KN/m ²
Variabile strada tandem complessivo 1°corsia	600 KN
Frenamento	2,6 KN/m ²
Reazioni di taglio derivanti dalla trave per nodo	220 KN

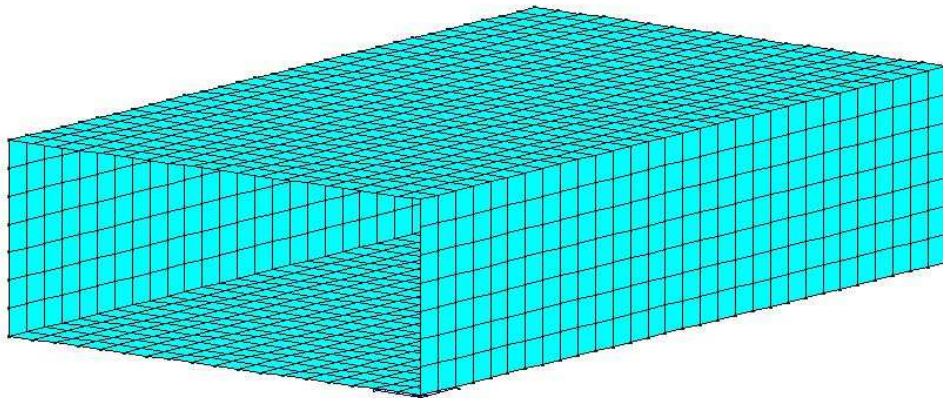
ATTRAVERSAMENTO STRADA VIC. S.LORENZO	
Peso proprio	Definito dal solutore
Sovraccarico sovrastruttura stradale	1,5 KN/m ²
Spinta terre massima	51,5 KN/m ²
Spinta idrostatica	31,2 KN/m ²
Variabile strada uniformemente distribuito 1°corsia	9 KN/m ²
Variabile strada tandem complessivo 1°corsia	600 KN
Frenamento	2,6 KN/m ²
Reazioni di taglio derivanti dalla trave per nodo	228 KN

ATTRAVERSAMENTO EX SS 16	
Peso proprio	Definito dal solutore
Sovraccarico sovrastruttura stradale	1,5 KN/m ²
Spinta terre massima	65,0 KN/m ²
Spinta idrostatica	16,6 KN/m ²
Variabile strada uniformemente distribuito 1°corsia	9 KN/m ²
Variabile strada uniformemente distribuito restanti corsie	2,5 KN/m ²
Variabile strada tandem complessivo 1°corsia	600 KN
Variabile strada tandem complessivo 2°corsia	400 KN
Frenamento	2,6 KN/m ²
Reazioni di taglio derivanti dalla trave per nodo	230,28 KN

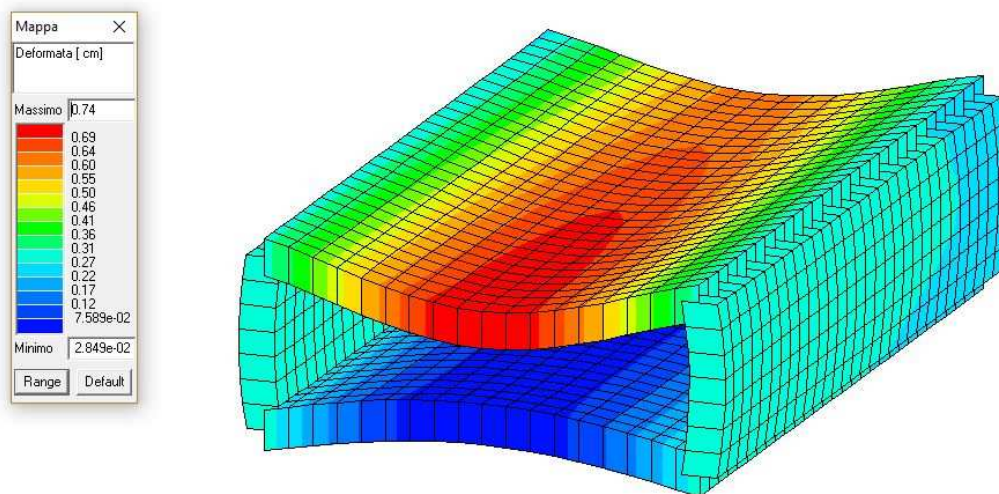
ANALISI DEI RISULTATI

Attraversamento SS16

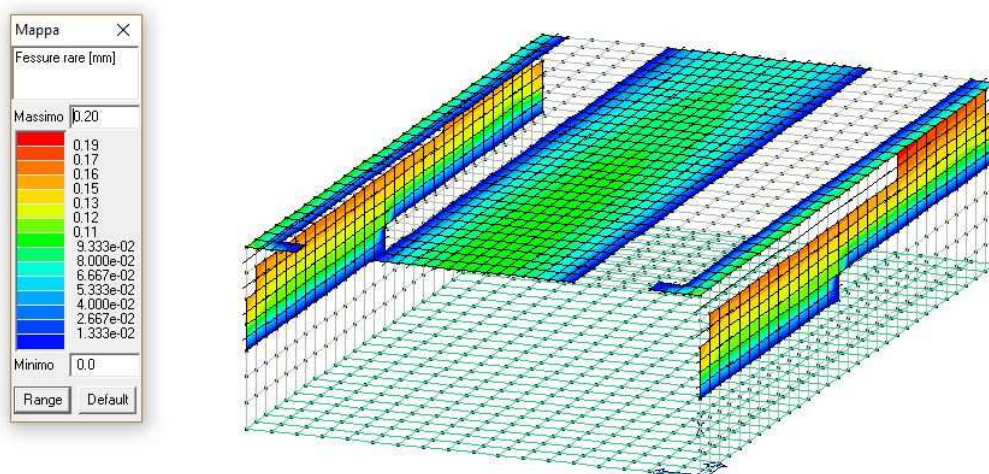
- Stato di progetto allo SLU e allo SLE



- Deformate della struttura nella combinazione di carico che prevede i carichi permanenti incrementati del coefficiente parziale di sicurezza pari a 1,3, il battente idrico e il carico variabile derivante dai carichi variabili stradali del gruppo 1 di 1,5.

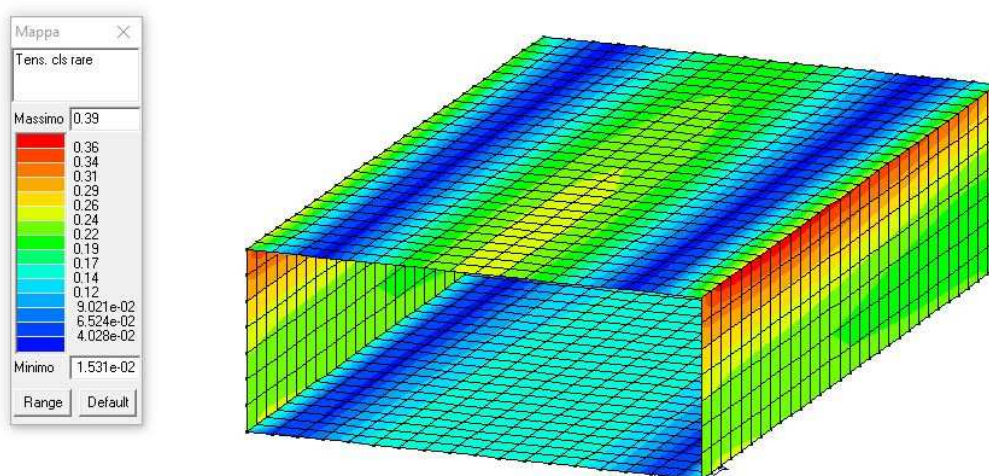


- Visualizzazione, mediante mappa di colore, dei valori massimi dell'apertura caratteristica delle fessure in combinazioni rare; valori espressi in mm (D.M. 09/01/1996 par. 4.3; D.M.2008, par 4.1.2.2.4). La verifica è positiva se i valori sono minori di quelli indicati in normativa per ciascuna combinazione e ciascun ambiente.

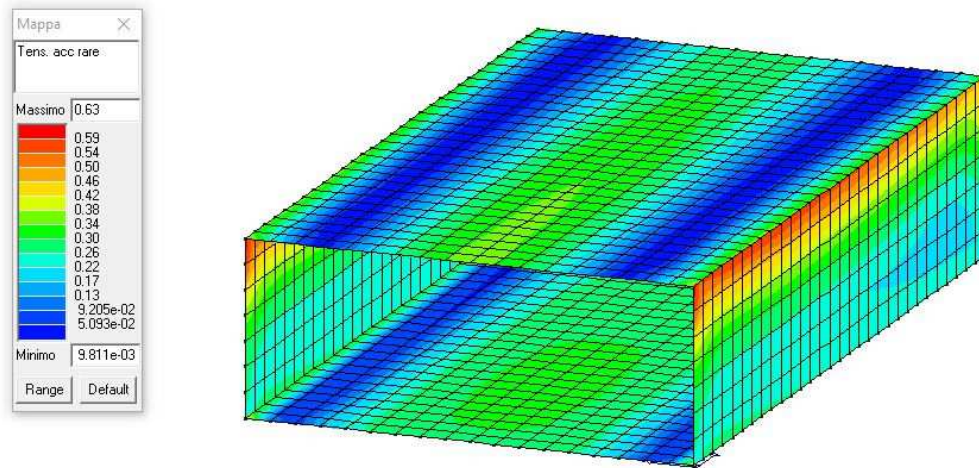


Nel caso in esame la verifica risulta essere soddisfatta in quanto l'apertura delle fessure risulta essere massimo pari a 0,2 mm.

- Visualizzazione, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione caratteristica del cls in combinazioni rare fattorizzata in base ai casi previsti dalla normativa.

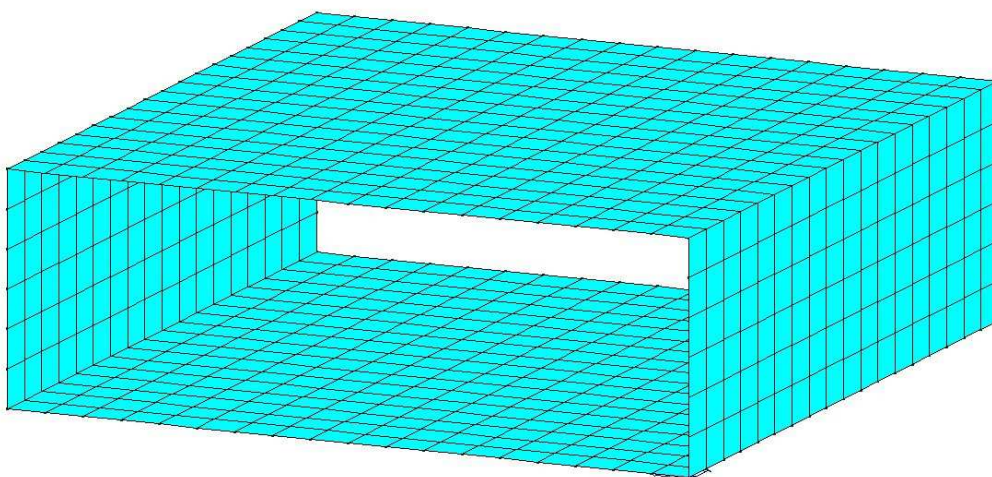


- Visualizzazione, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima compressione nell'acciaio e la tensione caratteristica dell'acciaio in combinazioni rare fattorizzata in base ai casi previsti dalla normativa.

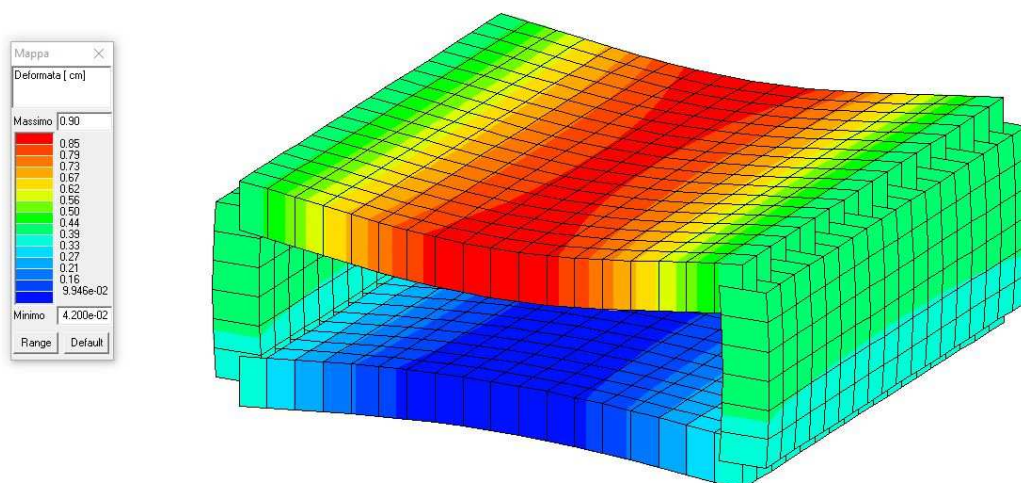


Attraversamento RFI

- Stato di progetto allo SLU e allo SLE

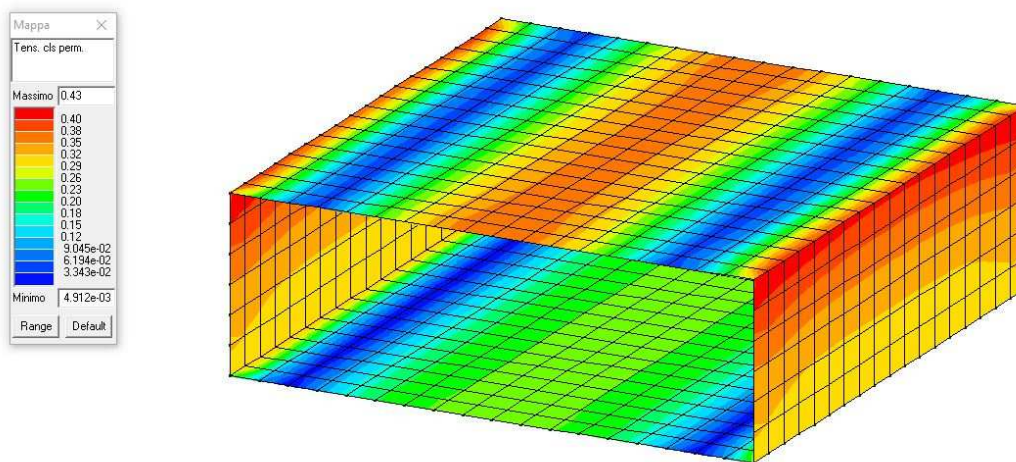


- Deformate della struttura nella combinazione di carico che prevede i carichi permanenti incrementati del coefficiente parziale di sicurezza pari a 1,3, il battente idrico e il carico variabile derivante dai treni di carico di 1,5.

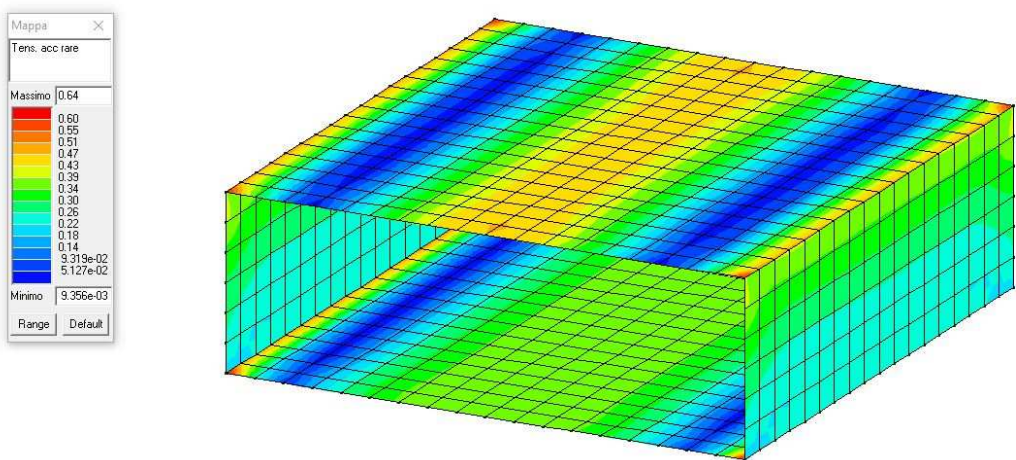


è possibile notare come le deformate massime risultano essere pari a 9mm in corrispondenza della mezzeria della soletta superiore.

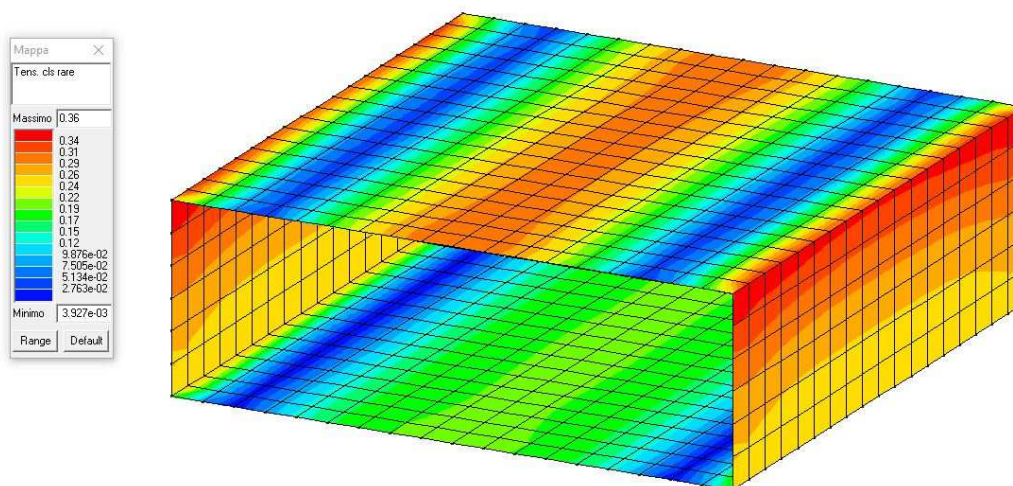
- Visualizzazione, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione caratteristica del cls in combinazioni quasi permanenti fattorizzata in base ai casi previsti dalla normativa.



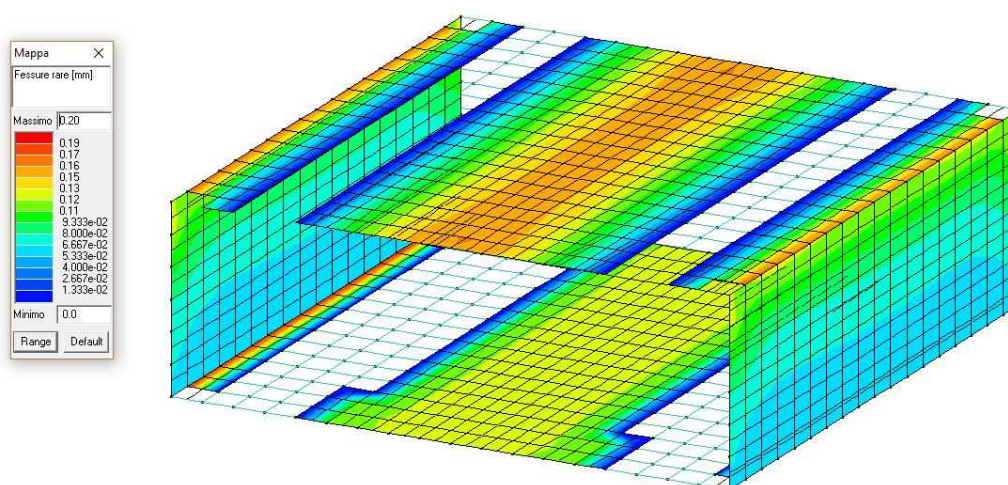
- Visualizzazione, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima compressione nell'acciaio e la tensione caratteristica dell'acciaio in combinazioni rare fattorizzata in base ai casi previsti dalla normativa.



- Visualizzazione, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione caratteristica del cls in combinazioni rare fattorizzata in base ai casi previsti dalla normativa.

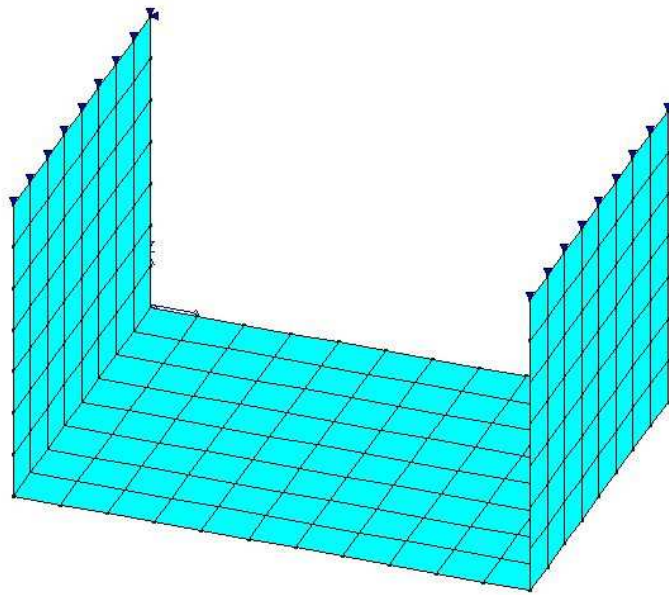


- Visualizzazione, mediante mappa di colore, dei valori massimi dell'apertura caratteristica delle fessure in combinazioni rare; valori espressi in mm (D.M. 09/01/1996 par. 4.3; D.M.2008, par 4.1.2.2.4). La verifica è positiva se i valori sono minori di quelli indicati in normativa per ciascuna combinazione e ciascun ambiente.

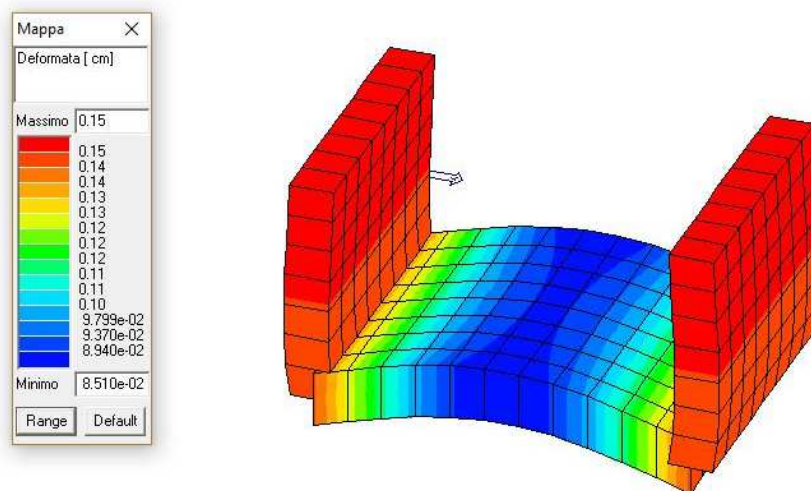


Nel caso in esame la verifica risulta essere soddisfatta in quanto l'apertura delle fessure risulta essere massimo pari a 0,2 mm.

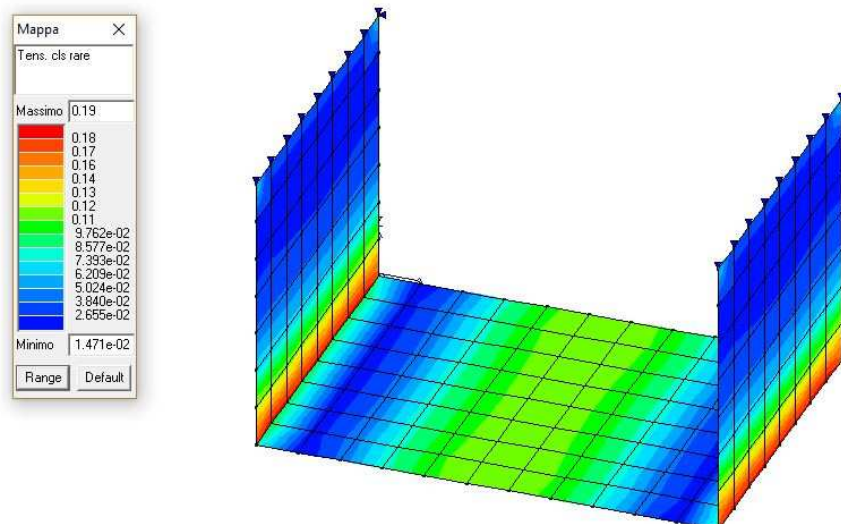
- Stato di progetto allo SLU e allo SLE



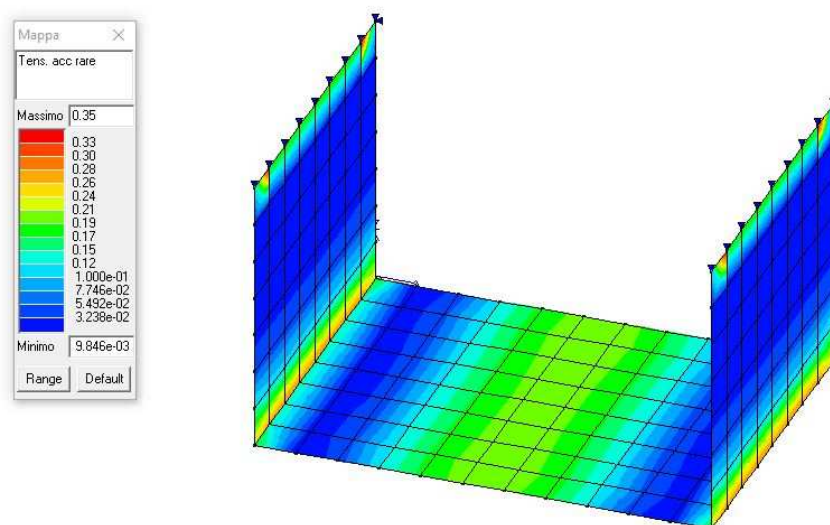
- Deformate della struttura nella combinazione di carico che prevede i carichi permanenti incrementati del coefficiente parziale di sicurezza pari a 1,3 e il battente idrico di 1,5.



- Visualizzazione, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione caratteristica del cls in combinazioni rare fattorizzata in base ai casi previsti dalla normativa.

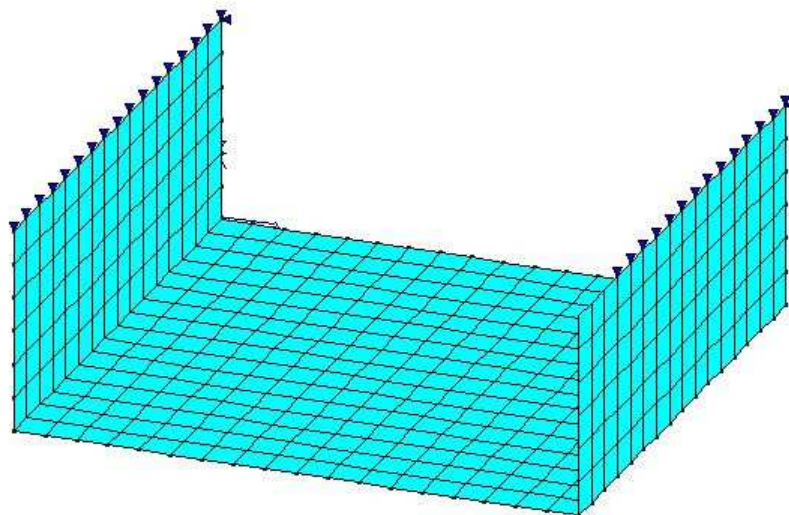


- Visualizzazione, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima compressione nell'acciaio e la tensione caratteristica dell'acciaio in combinazioni rare fattorizzata in base ai casi previsti dalla normativa.

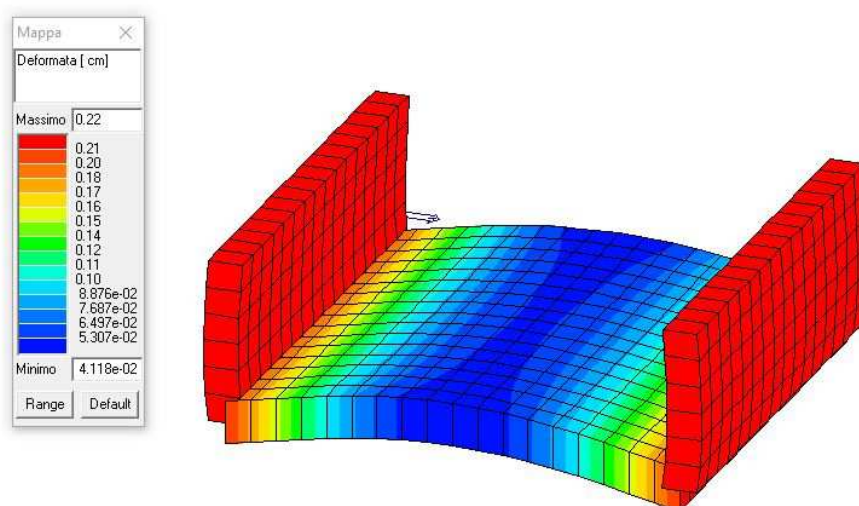


Attraversamento Strada Lama di Macina

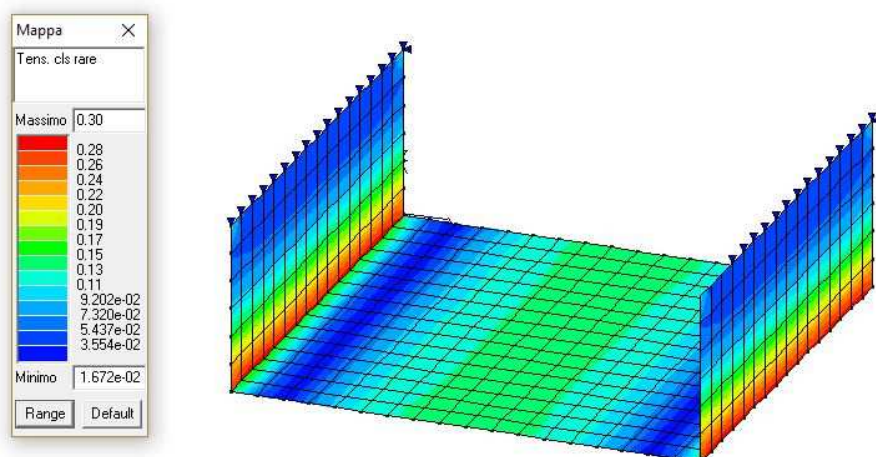
- Stato di progetto allo SLU e allo SLE



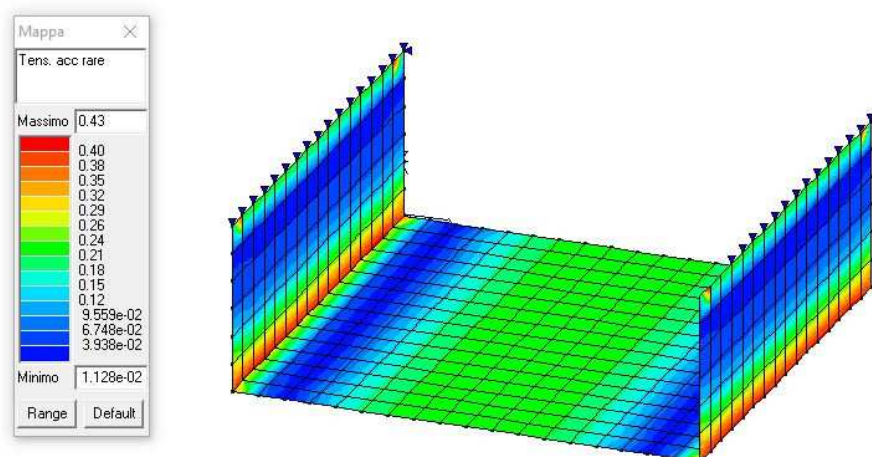
- Deformate della struttura nella combinazione di carico che prevede i carichi permanenti incrementati del coefficiente parziale di sicurezza pari a 1,3 e il battente idrico di 1,5.



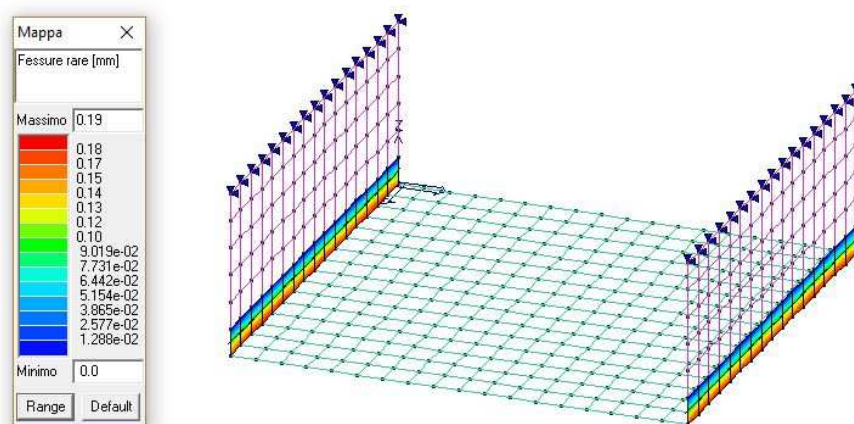
- Visualizzazione, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione caratteristica del cls in combinazioni rare fattorizzata in base ai casi previsti dalla normativa.



- Visualizzazione, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima compressione nell'acciaio e la tensione caratteristica dell'acciaio in combinazioni rare fattorizzata in base ai casi previsti dalla normativa.

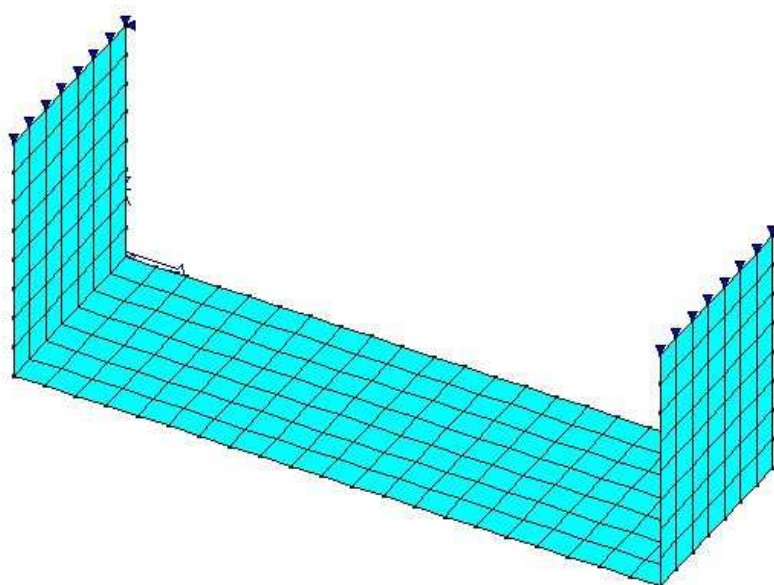


- Visualizzazione, mediante mappa di colore, dei valori massimi dell'apertura caratteristica delle fessure in combinazioni rare; valori espressi in mm (D.M. 09/01/1996 par. 4.3; D.M.2008, par 4.1.2.2.4). La verifica è positiva se i valori sono minori di quelli indicati in normativa per ciascuna combinazione e ciascun ambiente.

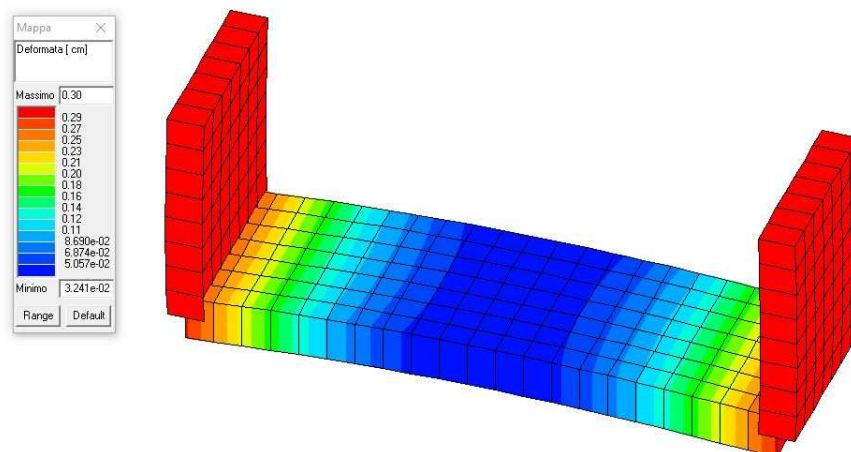


Attraversamento Strada Vic. San Lorenzo

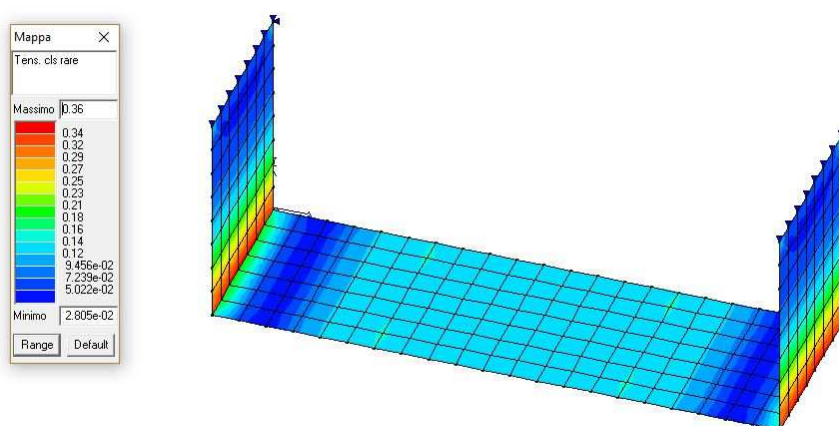
- Stato di progetto allo SLU e allo SLE



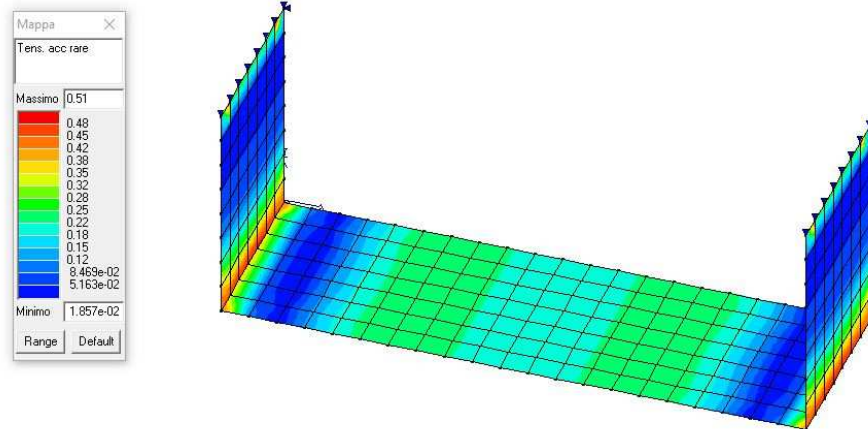
- Deformate della struttura nella combinazione di carico che prevede i carichi permanenti incrementati del coefficiente parziale di sicurezza pari a 1,3 e il battente idrico di 1,5.



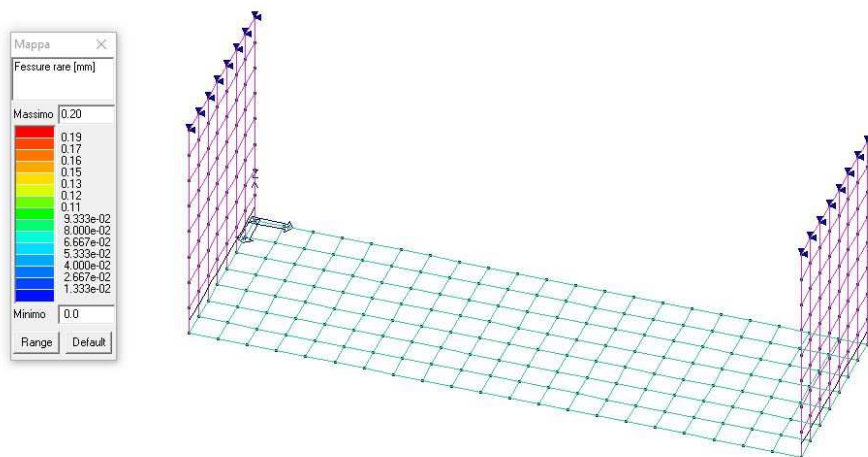
- Visualizzazione, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione caratteristica del cls in combinazioni rare fattorizzata in base ai casi previsti dalla normativa.



- Visualizzazione, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima compressione nell'acciaio e la tensione caratteristica dell'acciaio in combinazioni rare fattorizzata in base ai casi previsti dalla normativa.

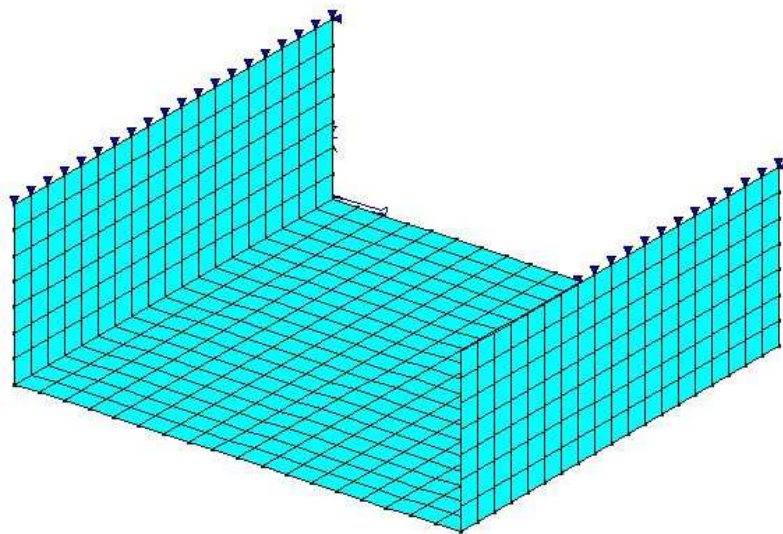


- Visualizzazione, mediante mappa di colore, dei valori massimi dell’apertura caratteristica delle fessure in combinazioni rare; valori espressi in mm (D.M. 09/01/1996 par. 4.3; D.M.2008, par 4.1.2.2.4). La verifica è positiva se i valori sono minori di quelli indicati in normativa per ciascuna combinazione e ciascun ambiente.

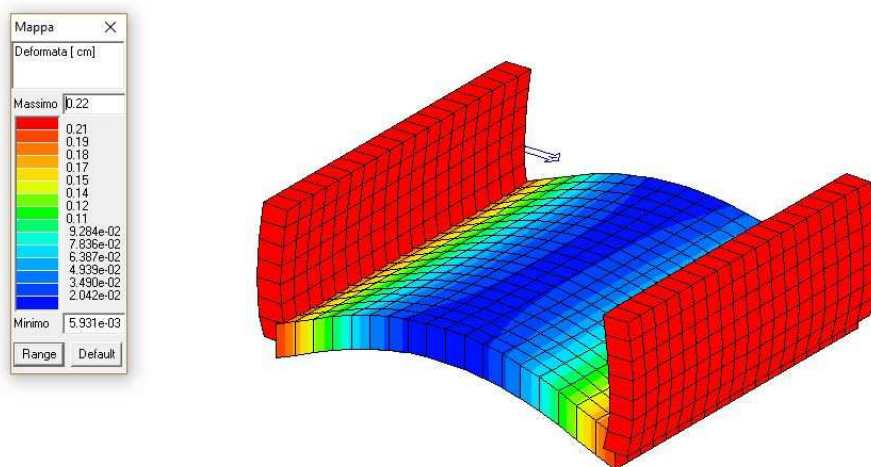


Attraversamento exSS16

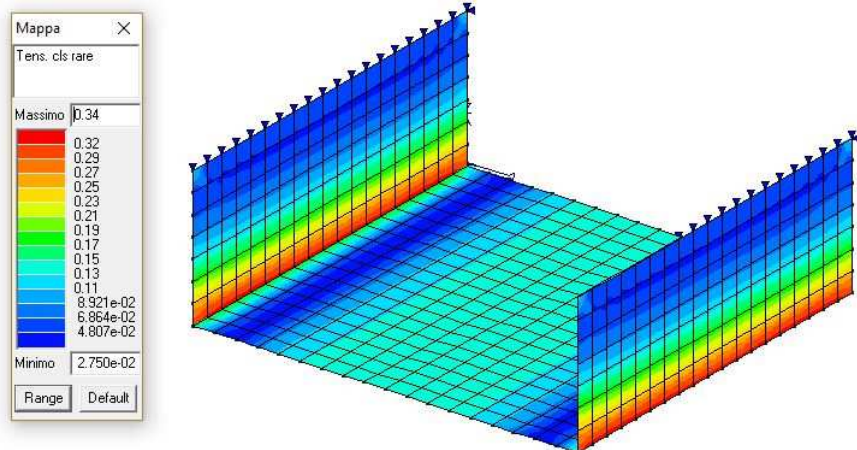
- Stato di progetto allo SLU e allo SLE



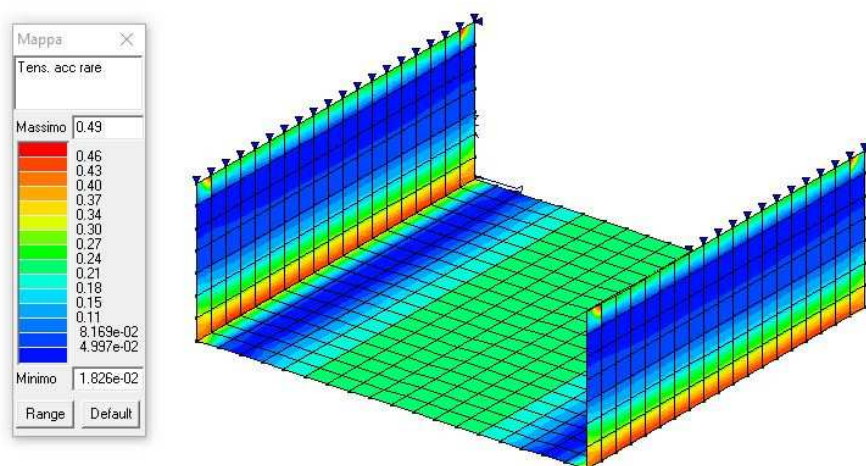
- Deformate della struttura nella combinazione di carico che prevede i carichi permanenti incrementati del coefficiente parziale di sicurezza pari a 1,3 e il battente idrico di 1,5.



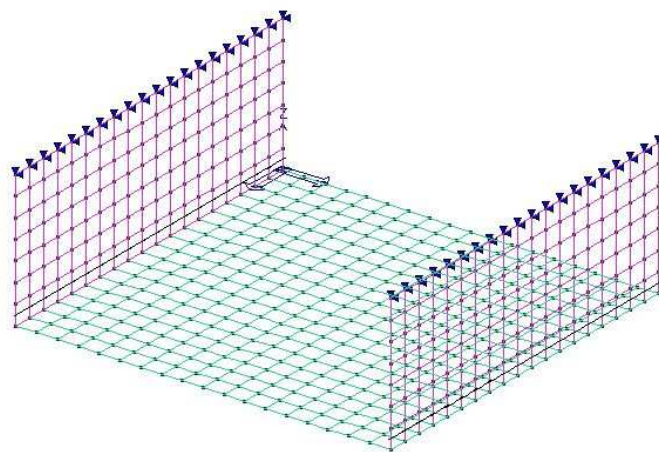
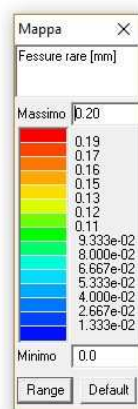
- Visualizzazione, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione caratteristica del cls in combinazioni rare fattorizzata in base ai casi previsti dalla normativa.



- Visualizzazione, mediante mappa di colore, dei valori massimi del rapporto tra la massima compressione nell'acciaio e la tensione caratteristica dell'acciaio in combinazioni rare fattorizzata in base ai casi previsti dalla normativa.



- Visualizzazione, mediante mappa di colore, dei valori massimi dell'apertura caratteristica delle fessure in combinazioni rare; valori espressi in mm (D.M. 09/01/1996 par. 4.3; D.M.2008, par 4.1.2.2.4). La verifica è positiva se i valori sono minori di quelli indicati in normativa per ciascuna combinazione e ciascun ambiente.



Tanto si doveva sulla base dell'incarico ricevuto.

DOTT. ING. MICHELE VITTI