

**CONSORZIO IRRIGUO DI MIGLIORAMENTO FONDIARIO
CANALE DE FERRARI**

**REGIONE PIEMONTE
DIREZIONE TERRITORIO RURALE
SETTORE INFRASTRUTTURE RURALI E TERRITORIO**
Legge 24/12/03 n° 350 art. 4 commi 31 e successivi

**RIVESTIMENTO E AMMODERNAMENTO
DELL'ASTA PRINCIPALE DEL CANALE DE FERRARI**
IMPORTO PROGETTO GENERALE
APPROVATO CON DELIBERA CIPE n° 74 DEL 27/05/2005
€ 27.200.662,00

IV° INTERVENTO
TRATTO DA PROGRESSIVA 6.687 (Sifone Rio Civario) A PROGRESSIVA 7.725
(EX Stazione di sollevamento) E DA PROGRESSIVA 10.250 (località "cascina
Genovesi") A PROGRESSIVA 12.805 (località "cascina Nuova")

PROGETTO ESECUTIVO

Data: 06.09.2021

Il Tecnico			Ing. Gian Carlo Cermelli Studio tecnico di Ingegneria Via Frugarolo 14 15072 Casal Cermelli (AL)
	Ing. Gian Carlo Cermelli		
	00	06.09.2021	Emissione
	Revisione	Data	Aggiornamento
R.6.1			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

Sommario

NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
1. DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	4
2. VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO (Cap. 2 – N.T.C. 14/04/2008)	5
2.1 VITA NOMINALE	5
2.2 CLASSI D'USO	5
2.3 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA.....	6
3. AZIONI SULLE COSTRUZIONI	7
3.1 COMBINAZIONI DELLE AZIONI.....	7
3.2 AZIONI NELLE VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI	8
3.3 PROGETTAZIONE GEOTECNICA.....	9
3.4 COEFFICIENTI PARZIALI PER LE AZIONI	12
3.5 COEFFICIENTI PARZIALI PER I PARAMETRI GEOTECNICI	12
3.6 CARATTERISTICHE DEL TERRENO	12
3.61 CARATTERISTICHE DEL TERRENO LATERALE	12
3.62 PESI PROPRI DEI MATERIALI STRUTTURALI	13
3.63 CARICHI PERMANENTI AGENTI.....	13
3.64 AZIONE SISMICA	13
4. ANALISI STRUTTURALE e VERIFICHE.....	18
4.1 RIVESTIMENTO DA SEZ.2 A SEZ. 22 - DA SEZ. 42 A SEZ. 49.....	18
4.2 RIVESTIMENTO DA SEZ. 22 A SEZ. 42.....	20
4.3 MANUFATTO M1 - M4 – M6 - ATTRAVERSAMENTO CANALE a servizio di viabilità agricola	22
4.4 MANUFATTO M2 – M3 - ATTRAVERSAMENTO CANALE a servizio di viabilità agricola .	24
4.5 SIFONE ATTRAVERSAMENTO RIO CIVARIO	27
5. CONCLUSIONI	34

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

1. D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 14 Gennaio 2008 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
2. D.Min 17 Gennaio 2018 – Aggiornamento delle norme tecniche delle costruzioni
3. D.Min. Infrastrutture e trasporti 14 Settembre 2005 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
4. D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
5. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>".
6. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
7. Circolare 4/07/96, n.156AA.GG./STC. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>" di cui al D.M. 16/01/96.
8. Circolare 10/04/97, n.65AA.GG. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/96.
9. D.M. LL.PP. 20 Novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
10. Circolare 4 Gennaio 1989 n. 30787 "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
11. D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
12. D.M. LL.PP. 3 Dicembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".
13. UNI 9502 - Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso - edizione maggio 2001
14. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modificazioni e integrazioni.
15. UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
16. UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.
17. UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
18. UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
19. UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
20. UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte

-
- 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
21. UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
22. UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
23. UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
24. UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
25. UNI EN 1994-1-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
26. UNI EN 1994-2:2006 12/01/2006 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti.
27. UNI EN 1995-1-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali – Regole comuni e regole per gli edifici.
28. UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti.
29. UNI EN 1996-1-1:2006 26/01/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.
30. UNI EN 1996-3:2006 09/03/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata.
31. UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
32. UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
33. UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.
- UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

1. DESCRIZIONE DELLE OPERE

L'intervento in progetto consiste nelle opere di rivestimento ed ammodernamento dell'asta principale del Canale de Ferrari, nella porzione contenuta nei comuni di Solero ed Alessandria, più precisamente indicati nei tratti tra la progressiva 6687 (ponte canale sul rio Civario) e la progressiva 7725 in comune di Solero e tra la progressiva 10250 (a valle dell'attraversamento ex SS 10) e la progressiva 12805 in comune di Alessandria.

Il territorio del comune di Solero è classificato in Zona sismica 4, il territorio del comune di Alessandria è classificato in Zona sismica 3.

In particolare i lavori in progetto prevedono:

- Il rivestimento del canale con un manufatto in calcestruzzo armato con sezione aperta composta da due pareti in elevazione dell'altezza di m 1,70 e dello spessore di cm 30 spiccate da una platea dello stesso spessore e della larghezza di m 4,70. La distanza interna delle pareti verticali è di m. 3,50. Tale manufatto è realizzato in calcestruzzo armato ed è finalizzato al contenimento della portata interna al canale ed al contemporaneo contenimento delle sponde in terra.
- La realizzazione dei seguenti manufatti:
 - o Sifone di attraversamento del rio Civario in sostituzione dell'attuale ponte canale interferente con il libero deflusso del rio. Il sifone è costituito, per la parte interrata oltre il fondo alveo e per i pozzi di carico e di uscita in elementi scatolari prefabbricati in C.A.V.
 - o Ponticelli di attraversamento del canale realizzati con elementi scatolari in calcestruzzo armato, costruiti in opera.
 - o Sia le strutture di rivestimento che i manufatti (sifone ed attraversamenti) sono appoggiati su uno strato di fondazione in cls dello spessore di cm 20.

Caratteristiche dimensionali e costruttive sono puntualmente riportate negli allegati elaborati grafici così come nella presente relazione sono riportate le verifiche principali verifiche strutturali.

2. VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO (Cap. 2 – N.T.C. 14/04/2008)

2.1 VITA NOMINALE

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.I delle NTC come segue :

Tabella 2.4.I – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Il valore della vita nominale dell'opera in progetto, in base alla tabella di cui sopra, è **$V_N \geq 50$ anni**

2.2 CLASSI D'USO

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

- **Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- **Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- **Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- **Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n.6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

L'opera in progetto appartiene alla **Classe d'uso II**.

2.3 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Il coefficiente d'uso per la costruzione, in base alla Tab.2.4.II delle NTC, è pari a 1,0.

$$V_R = 50 \cdot 1,0 = 50 \text{anni}$$

3. AZIONI SULLE COSTRUZIONI

Si definisce valore caratteristico Q_k di un'azione variabile il valore corrispondente ad un frattile pari al 95 % della popolazione dei massimi, in relazione al periodo di riferimento dell'azione variabile stessa.

Nella definizione delle combinazioni delle azioni che possono agire contemporaneamente, i termini Q_{kj} rappresentano le azioni variabili della combinazione, con Q_{k1} azione variabile dominante e Q_{k2} , Q_{k3} , ... azioni variabili che possono agire contemporaneamente a quella dominante. Le azioni variabili Q_{kj} vengono combinate con i coefficienti di combinazione γ_{0j} , γ_{1j} e γ_{2j} , i cui valori sono forniti nel § 2.5.3 delle NTC, Tab. 2.5.I, per edifici civili e industriali correnti.

Con riferimento alla durata percentuale relativa ai livelli di intensità dell'azione variabile, si definiscono:

- valore quasi permanente $\gamma_{2j} \times Q_{kj}$: la media della distribuzione temporale dell'intensità;
- valore frequente $\gamma_{1j} \times Q_{kj}$: il valore corrispondente al frattile 95 % della distribuzione temporale dell'intensità e cioè che è superato per una limitata frazione del periodo di riferimento;
- valore raro (o di combinazione) $\gamma_{0j} \times Q_{kj}$: il valore di durata breve ma ancora significativa nei riguardi della possibile concomitanza con altre azioni variabili.

Nel caso in cui la caratterizzazione stocastica dell'azione considerata non sia disponibile, si può assumere il valore nominale. Nel seguito sono indicati con pedice k i valori caratteristici; senza pedice k i valori nominali.

3.1 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

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

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):
$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7 delle NTC :
$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:
$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:
$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):
$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad (v. § 3.6 NTC):
$$G_1 + G_2 + P + Ad + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

3.2 AZIONI NELLE VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

Le verifiche agli stati limite devono essere eseguite per tutte le più gravose condizioni di carico che possono agire sulla struttura, valutando gli effetti delle combinazioni definite nel § 2.5.3 delle NTC.

Nelle verifiche agli stati limite ultimi si distinguono:

- lo stato limite di equilibrio come corpo rigido: **EQU**
- lo stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione: **STR**
- lo stato limite di resistenza del terreno: **GEO**

Per le verifiche nei confronti dello stato limite ultimo di equilibrio come corpo rigido (EQU) si utilizzano i coefficienti parziali γ_F relativi alle azioni riportati nella colonna EQU della Tabella 2.6.I delle NTC

Tabella 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Nella Tab. 2.6.I il significato dei simboli è il seguente:

- γ_{G1} coefficiente parziale del peso proprio della struttura, nonché del peso proprio del terreno e dell'acqua, quando pertinenti;
- γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;
- γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili.

3.3 PROGETTAZIONE GEOTECNICA

Generalità

Le scelte progettuali devono tener conto delle prestazioni attese delle opere, dei caratteri geologici del sito e delle condizioni ambientali.

Per le opere di fondazione devono essere effettuate contestualmente e congruentemente con quelle delle strutture in elevazione.

Le strutture di fondazione devono rispettare le verifiche agli stati limite ultimi e di esercizio e le verifiche di durabilità.

La profondità del piano di posa della fondazione deve essere scelta e giustificata in relazione alle caratteristiche e alle prestazioni della struttura in elevazione, alle caratteristiche del sottosuolo e alle condizioni ambientali.

Il piano di fondazione deve essere situato sotto la coltre di terreno vegetale nonché sotto lo strato interessato dal gelo e da significative variazioni stagionali del contenuto d'acqua.

In situazioni nelle quali sono possibili fenomeni di erosione o di scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale, le fondazioni devono essere poste a profondità tale da non risentire di questi fenomeni o devono essere adeguatamente difese.

Nelle verifiche di sicurezza devono essere presi in considerazione tutti i meccanismi di stato limite ultimo, sia a breve sia a lungo termine.

Gli stati limite ultimi delle fondazioni superficiali si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa.

Nel caso di fondazioni posizionate su o in prossimità di pendii naturali o artificiali deve essere effettuata la verifica anche con riferimento alle condizioni di stabilità globale del pendio includendo nelle verifiche le azioni trasmesse dalle fondazioni.

Le verifiche devono essere effettuate almeno nei confronti dei seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)
 - collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno ;
 - collasso per scorrimento sul piano di posa ;
 - stabilità globale.
- SLU di tipo strutturale (STR)
 - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali, accertando che la condizione (6.2.1 delle NTC08) sia soddisfatta per ogni stato limite considerato.

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata secondo l'Approccio 1:

- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tabella 6.8.I delle NTC08 per le resistenze globali.

La rimanenti verifiche devono essere effettuate, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I delle NTC08, seguendo almeno uno dei due approcci:

Approccio 1:

- Combinazione 1: (A1+M1+R1)
- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

Approccio 2:

- (A1+M1+R3).

Nelle verifiche effettuate con l'approccio 2 che siano finalizzate al dimensionamento strutturale, il coefficiente γ_R non deve essere portato in conto.

Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

Le norme si applicano a tutte le opere geotecniche e agli interventi atti a sostenere in sicurezza un

corpo di terreno o di materiale con comportamento simile:

- muri, per i quali la funzione di sostegno è affidata al peso proprio del muro e a quello del terreno direttamente agente su di esso (ad esempio muri a gravità, muri a mensola, muri a contrafforti);
- paratie, per le quali la funzione di sostegno è assicurata principalmente dalla resistenza del volume di terreno posto innanzi l'opera e da eventuali ancoraggi e puntoni;
- strutture miste, che esplicano la funzione di sostegno anche per effetto di trattamenti di miglioramento e per la presenza di particolari elementi di rinforzo e collegamento (ad esempio, ture, terra rinforzata, muri cellulari).

La scelta del tipo di opera di sostegno deve essere effettuata in base alle dimensioni e alle esigenze di funzionamento dell'opera, alle caratteristiche meccaniche dei terreni in sede e di riporto, al regime delle pressioni interstiziali, all'interazione con i manufatti circostanti, alle condizioni generali di stabilità del sito. Deve inoltre tener conto dell'incidenza sulla sicurezza di dispositivi complementari (quali rinforzi, drenaggi, tiranti e ancoraggi) e delle fasi costruttive.

Nei muri di sostegno, il terreno di riempimento a tergo del muro deve essere posto in opera con opportuna tecnica di costipamento ed avere granulometria tale da consentire un drenaggio efficace nel tempo. Si può ricorrere all'uso di geotessili, con funzione di separazione e filtrazione, da interporre fra il terreno in sede e quello di riempimento. Il drenaggio deve essere progettato in modo da risultare efficace in tutto il volume significativo a tergo del muro.

Devono essere valutati gli effetti derivanti da parziale perdita di efficacia di dispositivi particolari quali sistemi di drenaggio superficiali e profondi, tiranti ed ancoraggi.

Per tutti questi interventi deve essere predisposto un dettagliato piano di controllo e monitoraggio nei casi in cui la loro perdita di efficacia configuri scenari di rischio.

In presenza di costruzioni preesistenti, il comportamento dell'opera di sostegno deve garantirne i previsti livelli di funzionalità e stabilità. In particolare, devono essere valutati gli spostamenti

del terreno a tergo dell'opera e verificata la loro compatibilità con le condizioni di sicurezza e funzionalità delle costruzioni preesistenti. Inoltre, nel caso in cui in fase costruttiva o a seguito della adozione di sistemi di drenaggio si determini una modifica delle pressioni interstiziali nel sottosuolo se ne devono valutare gli effetti, anche in termini di stabilità e funzionalità delle costruzioni preesistenti.

Il modello geometrico dell'opera di sostegno deve tenere conto delle possibili variazioni del livello del terreno a monte e a valle del paramento rispetto ai valori nominali.

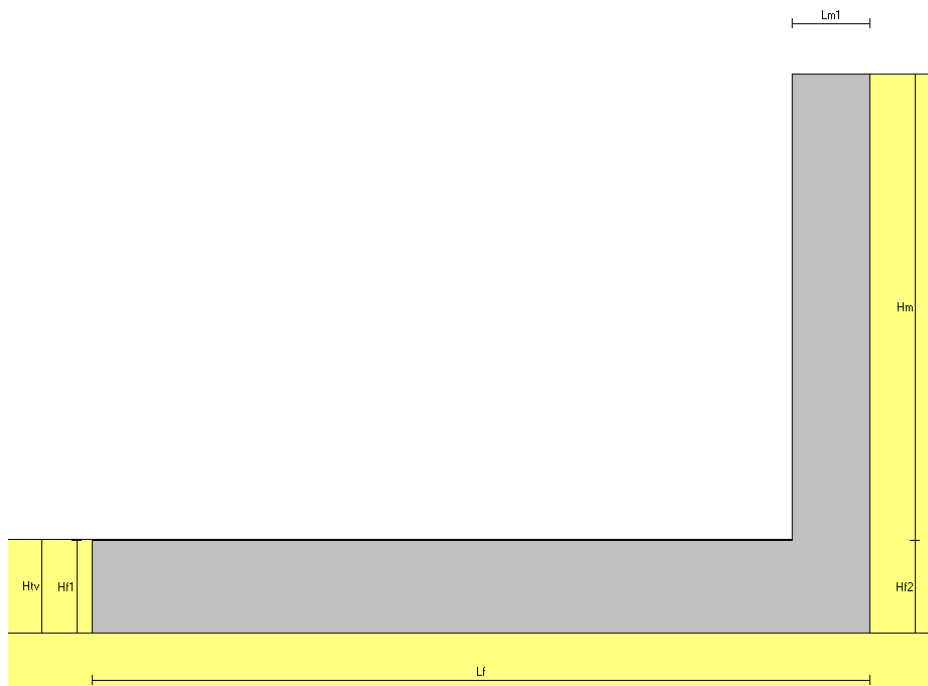


Figura 1 : Schema concettuale

Le verifiche geotecniche e di resistenza vengono eseguite secondo i dettami del D.M. 17 gennaio 2018 adottando l'approccio 1.

Vengono generate dodici combinazioni di carico statiche:

- quattro di equilibrio di corpo rigido (EQU);
- quattro di tipo strutturale (STR);
- quattro di tipo geotecnico (GEO);

ottenute permutando i coefficienti parziali per le azioni permanenti e per le azioni variabili.

Vengono inoltre generate quattro combinazioni di carico sismiche variando i coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno utilizzati (M1 per le prime due ed M2 per le restanti) e variando la direzione della componente verticale dell'azione sismica (verso il basso e verso l'alto).

3.4 COEFFICIENTI PARZIALI PER LE AZIONI

	Verifica	γ_{Gmax}	γ_{Gmin}	γ_R
1	STR (A1)	1.30	1.00	1,50
2	STR (A2)	1.30	1.00	1,50
3	EQU	1.30	1.00	1,50

3.5 COEFFICIENTI PARZIALI PER I PARAMETRI GEOTECNICI

	Verifica	γ_{Gmax}	γ_{Gmin}	γ_R
1	M1	1.00	1.00	1,00
2	M2	1.25	1.25	1,00

Coefficienti parziali per le azioni nelle combinazioni sismiche:

- Carichi permanenti -gG- : 1.00
- Carichi variabili -psi2i- : 0.60

Coefficienti per la determinazione delle masse sismiche:

- Carichi permanenti -gG- : 1.00
- Carichi variabili -psiEi- : 0.60

3.6 CARATTERISTICHE DEL TERRENO

La base del manufatto risulta appoggiata su un terreno le cui caratteristiche vengono modellate come appoggio elastico alla Winkler.

3.61 CARATTERISTICHE DEL TERRENO LATERALE

Il terreno utilizzato per realizzare i rinterri ai lati del manufatto è stato considerato avente le seguenti caratteristiche geotecniche :

$$\gamma_t = 18,00 kN/m^3$$

$$\phi = 24^\circ$$

$$C = 0$$

3.62 PESI PROPRI DEI MATERIALI STRUTTURALI

All'interno del Software di calcolo vengono modellati tutti gli elementi che compongono la struttura con i relativi pesi propri basati sulla tipologia di materiale con i propri parametri caratteristici.

Tabella Materiali

	Nome	Tipo	E_x [N/mm ²]	E_y [N/mm ²]	ν	α_T [1/°C]	ρ [kg/m ³]	P1	P2	P3	P4
1	C25/30	Calcestruzzo	28500	28500	0.20	1E-05	2500	f_{ck} [N/mm ²] = 25	$\gamma_c = 1.500$	$\alpha_{ce} = 0.85$	$\phi_t = 2.00$

3.63 CARICHI PERMANENTI AGENTI

PRESSIONE ORIZZONTALE DEL TERRENO

La pressione agente sulle pareti verticali del manufatto di rivestimento e per tutte le pareti controterra aventi funzione di contenimento, generata dal terreno è pari a :

- Pressione alla sommità del muro $q_t = 0,00kN/m^2$
- Pressione alla base del muro $q_b = K_a \cdot \gamma \cdot h = 17,80kN/m^2$

PRESSIONE ORIZZONTALE IN CONDIZIONI DI FALDA

La pressione agente sulle pareti verticali, a causa della pressione che esercita la falda. è pari a :

- Pressione alla sommità del muro $q_t = 0,00kN/m^2$
- Pressione alla base del muro $q_b = \gamma \cdot h = 16.12kN/m^2$

PRESSIONE ORIZZONTALE DEL SOVRACCARICO SUL TERRENO

Non sono stati considerati sovraccarichi agenti sul terreno adiacente il manufatto; tuttavia si precisa che nella determinazione della spinta agente sul paramento è stata considerata la superficie libera del terrapieno inclinata di 24° rispetto all'orizzontale, valore compatibile con l'angolo di resistenza al taglio del terreno.

3.64 AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A quale definita al § 3.2.2 delle N.T.C.), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, come definite nel § 3.2.1 delle N.T.C., nel periodo di riferimento VR, come definito nel § 2.4 delle stesse norme. In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito. Ai fini della normativa vigente le

forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
 F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
 T^*_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI STRUTTURA

Tipologie strutturali

Le strutture sismo-resistenti in cemento armato previste dalle presenti norme possono essere classificate nelle seguenti tipologie:

- strutture a telaio, nelle quali la resistenza alle azioni sia verticali che orizzontali è affidata principalmente a telai spaziali, aventi resistenza a taglio alla base $\geq 65\%$ della resistenza a taglio totale;
- strutture a pareti, nelle quali la resistenza alle azioni sia verticali che orizzontali è affidata principalmente a pareti, singole o accoppiate, aventi resistenza a taglio alla base $\geq 65\%$ della resistenza a taglio totale;
- strutture miste telaio-pareti, nelle quali la resistenza alle azioni verticali è affidata prevalentemente ai telai, la resistenza alle azioni orizzontali è affidata in parte ai telai ed in parte alle pareti, singole o accoppiate; se più del 50% dell'azione orizzontale è assorbita dai telai si parla di strutture miste equivalenti a telai, altrimenti si parla di strutture miste equivalenti a pareti;
- strutture deformabili torsionalmente, composte da telai e/o pareti, la cui rigidezza torsionale non soddisfa ad ogni piano la condizione $r/l_s > 0,8$, nella quale:
 $r^2 =$ rapporto tra rigidezza torsionale e flessionale di piano
 $l_s = (L^2 + B^2)/12$ (L e B dimensioni in pianta del piano)
- *strutture a pendolo inverso*, nelle quali almeno il 50% della massa è nel terzo superiore dell'altezza della costruzione o nelle quali la dissipazione d'energia avviene alla base di un singolo elemento strutturale.

Fattori di struttura

Il fattore di struttura da utilizzare per ciascuna direzione della come riportato nel § 7.3.1 delle NTC. I massimi valori di q_0 relativi alle diverse tipologie ed (CD"A" e CD"B") sono contenuti nella tabella seguente.

Tipologia	q_0	
	CD"B"	CD"A"
Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste	$3,0 \alpha_w / \alpha_1$	$4,5 \alpha_w / \alpha_1$
Strutture a pareti non accoppiate	3,0	$4,0 \alpha_w / \alpha_1$
Strutture deformabili torsionalmente	2,0	3,0
Strutture a pendolo inverso	1,5	2,0

Tabella Valori di q_0

Per strutture regolari in pianta, possono essere adottati i seguenti valori di α_u/α_1 :

- | | |
|--|---------------------------|
| a) Strutture a telaio o miste equivalenti a telai | |
| - strutture a telaio di un piano | $\alpha_u/\alpha_1 = 1,1$ |
| - strutture a telaio con più piani ed una sola campata | $\alpha_u/\alpha_1 = 1,2$ |
| - strutture a telaio con più piani e più campate | $\alpha_u/\alpha_1 = 1,3$ |

Parametri Sismici di modello

	Parametri
	Fattore di comportamento (spostamento): $q_d = 2,0$
Spettro (orizzontale)	
	Forma parametrica
	accelerazione al suolo di progetto: $a_g = 0,511 \text{ m/s}^2$
	Fattore di comportamento: $q = 2,0$
	Valore massimo del fattore di amplificazione: $F_0 = 2,59$
	Inizio accelerazione costante dello spettro: $T^*_C = 0,280 \text{ s}$

Stati Limite e relative probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali e quelli non strutturali.

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)**: a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)**: a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella Tab.3.2.I delle NTC.

Zona sismica del sito

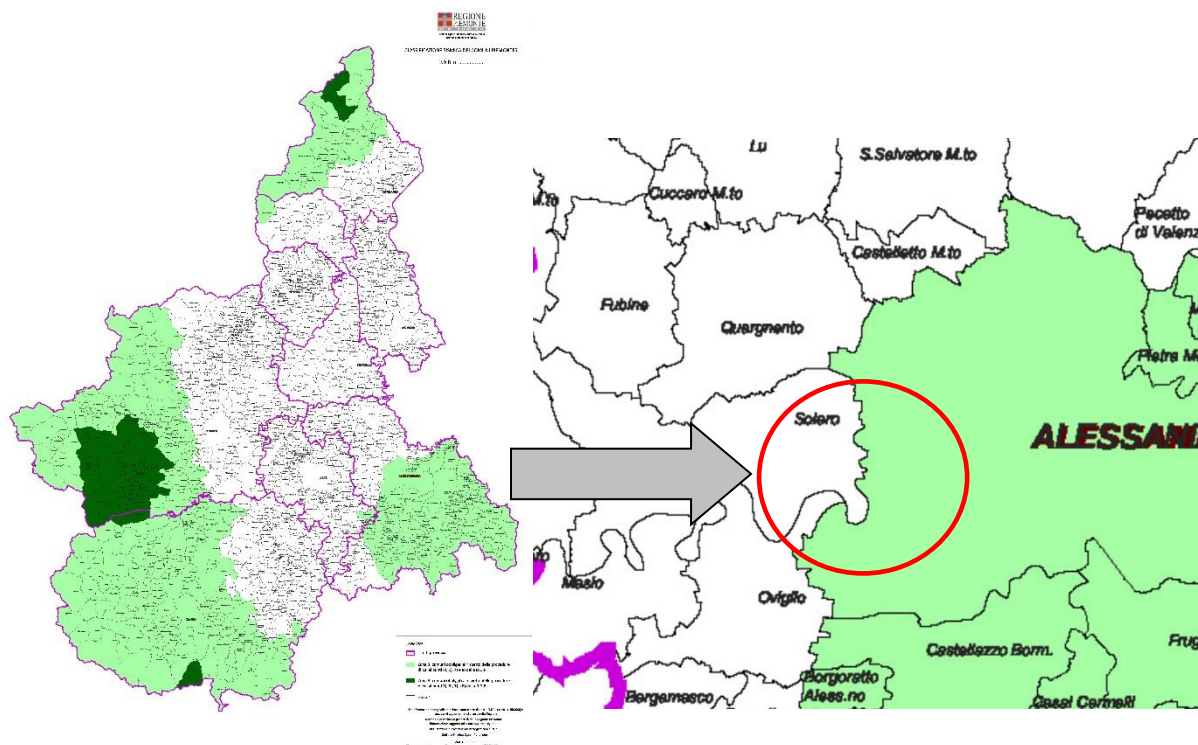


Figura 3 : Classificazione sismica dei Comuni Regione Piemonte.

Nella figura 3 si evidenzia come il territorio del comune di Solero ricade in Zona sismica 4 mentre il territorio del comune di Alessandria ricade in zona sismica 3

VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Descrizione del moto sismico in superficie e sul piano di fondazione

Ai fini delle presenti norme l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti. Salvo quanto specificato nel § 7.11 NTC per le opere e i sistemi geotecnici la componente verticale verrà considerata ove espressamente specificato e purché il sito nel quale la costruzione sorge non sia in Zone 3 e 4.

Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- accelerogramma.

Sulla base di apposite analisi di risposta sismica locale si può poi passare dai valori in superficie ai valori sui piani di riferimento definiti nel § 3.2.2 NTC; in assenza di tali analisi l'azione in superficie può essere assunta come agente su tali piani.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta o dalle due componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico.

La componente che descrive il moto verticale è caratterizzata dal suo spettro di risposta o dalla componente accelerometrica verticale. In mancanza di documentata informazione specifica, in via semplificata l'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in superficie possono essere determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali.

La componente accelerometrica verticale può essere correlata alle componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico.

COMBINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA CON LE ALTRE AZIONI

Nel caso delle costruzioni civili e industriali le verifiche agli stati limite ultimi o di esercizio devono essere effettuate per la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni :

$$G_1 + G_2 + P + E + \sum \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

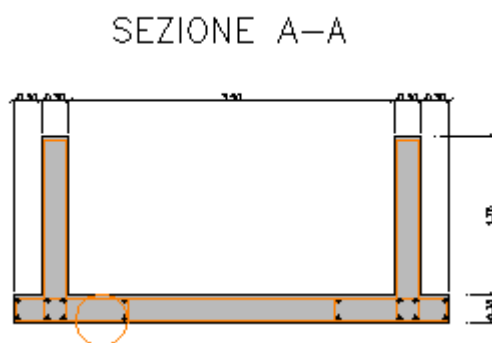
Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

I valori dei coefficienti ψ_{2j} sono riportati nella Tabella 2.5.I delle NTC.

4. ANALISI STRUTTURALE e VERIFICHE

4.1 RIVESTIMENTO DA SEZ.2 A SEZ. 22 - DA SEZ. 42 A SEZ. 49



GEOMETRIA DELLA MENSOLA IN ELEVAZIONE

Altezza dei paramenti	: 1.70 m
Spessore in sommità	: 0.30 m
Spessore all'attacco fondazione	: 0.30 m
Inclinazione paramento esterno	: 0.00 °
Inclinazione paramento interno	: 0.00 °

GEOMETRIA DEGLI ELEMENTI DI FONDAZIONE:

Lunghezza base di fondazione	: 4,70 m
Lunghezza mensola a monte	: 0.30 m
Altezza bordo libero mens. mon.	: 0.30 m
Lunghezza mensola a valle	: 2.20 m
Altezza bordo libero mens. val.	: 0.30 m
Altezza rinterro per mens. val.	: 0.30 m
Inclinazione base di fondazione	: 0.00 °

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI:

Terreno a valle:

Peso specifico	: 18.00 kN/mc
Angolo di attrito	: 24.00 °
Angolo di attrito terra-muro	: 0.00 °
Coesione	: 0.000 kN/mq

Terreno a monte :

Peso specifico	: 18.00 kN/mc
Angolo di attrito	: 24.00 °
Angolo di attrito terra-muro	: 0.00 °
Coesione	: 0.000 kN/mq

SOLLECITAZIONI CRITICHE ALLA BASE DEL PARAMENTO

Spinta del terreno:

Msd = 6,7 KNm

Tsd = 11,70 KN

Spinta idraulica :

Msd = 7,23 KNm

Tsd = 14,45 KN

VERIFICA PARAMENTO VERTICALE

Titolo : CANALE DE FERRARI_SEZ 22 - 42

N° strati barre **2** Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10,05	4
2	10,05	26

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 6.615 4.41 kN
M_{xEd} 6.63 4.42 kNm
M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
☐ Centro ☒ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C C25/30
ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14,17 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8 ?
ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 9,75 ‰
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,6 ‰
τ_{c1} 1,829 ‰

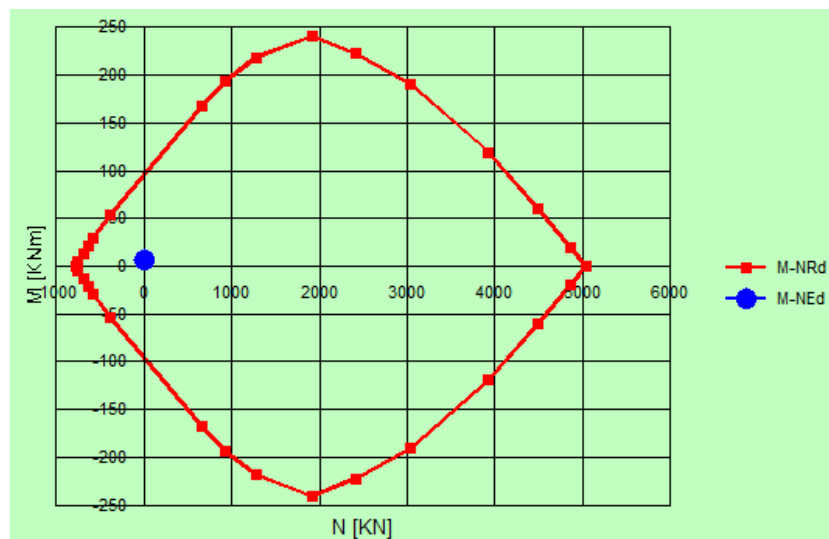
M_{xRd} 97,79 kN m
σ_c -14,17 N/mm²
σ_s 391,3 N/mm²
ε_c 3,5 ‰
ε_s 20,44 ‰
d 26 cm
x 3,802 x/d 0,1462
δ 0,7

Tipo Sezione
☒ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Metodo di calcolo
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☐ Metodo n

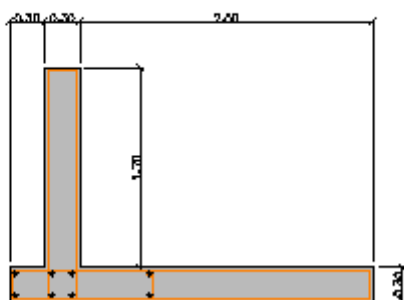
Tipo flessione
☒ Retta ☐ Devia

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello
☐ Precompresso



4.2 RIVESTIMENTO DA SEZ. 22 A SEZ. 42

SEZIONE A-A



GEOMETRIA DELLA MENSOLA IN ELEVAZIONE

Altezza dei paramenti	: 1.70 m
Spessore in sommità	: 0.30 m
Spessore all'attacco fondazione	: 0.30 m
Inclinazione paramento esterno	: 0.00 °
Inclinazione paramento interno	: 0.00 °

GEOMETRIA DEGLI ELEMENTI DI FONDAZIONE:

Lunghezza base di fondazione	: 2.50 m
Lunghezza mensola a monte	: 0.30 m
Altezza bordo libero mens. mon.	: 0.30 m
Lunghezza mensola a valle	: 2.20 m
Altezza bordo libero mens. val.	: 0.30 m
Altezza rinterro per mens. val.	: 0.30 m
Inclinazione base di fondazione	: 0.00 °

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI:

Terreno a valle:

Peso specifico	: 18.00 kN/mc
Angolo di attrito	: 24.00 °
Angolo di attrito terra-muro	: 0.00 °
Coesione	: 0.000 kN/mq

Terreno a monte :

Peso specifico	: 18.00 kN/mc
Angolo di attrito	: 24.00 °
Angolo di attrito terra-muro	: 0.00 °
Coesione	: 0.000 kN/mq

SOLLECITAZIONI CRITICHE ALLA BASE DEL PARAMENTO

Spinta del terreno:

Msd = 6,7 KNm

Tsd = 11,70 KN

Spinta idraulica :

Msd = 7,23 KNm

Tsd = 14,45 KN

VERIFICA PARAMENTO VERTICALE

Titolo : CANALE DE FERRARI_SEZ 22 - 42

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10,05	4
2	10,05	26

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 6,615 4,41 kN
M_{xEd} 6,63 4,42 kNm
M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
☐ Centro ☒ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C C25/30
ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14,17 N/mm²
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 9,75 N/mm²
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,6
τ_{c1} 1,829

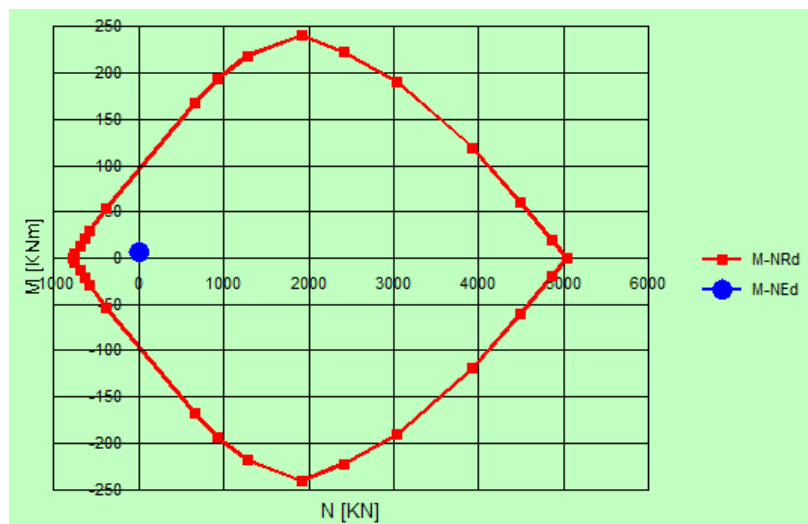
M_{xRd} 97,79 kNm
σ_c -14,17 N/mm²
σ_s 391,3 N/mm²
ε_c 3,5 ‰
ε_s 20,44 ‰
d 26 cm
x 3,802 x/d 0,1462
δ 0,7

Tipo Sezione
☒ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Metodo di calcolo
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☐ Metodo n

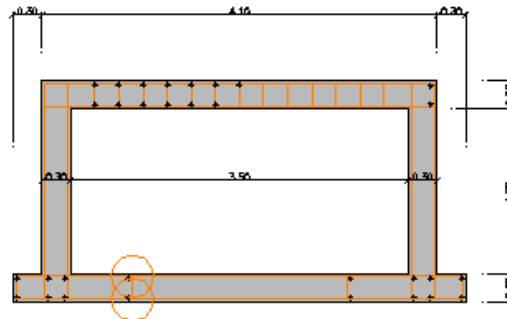
Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviate

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello
☐ Precompresso



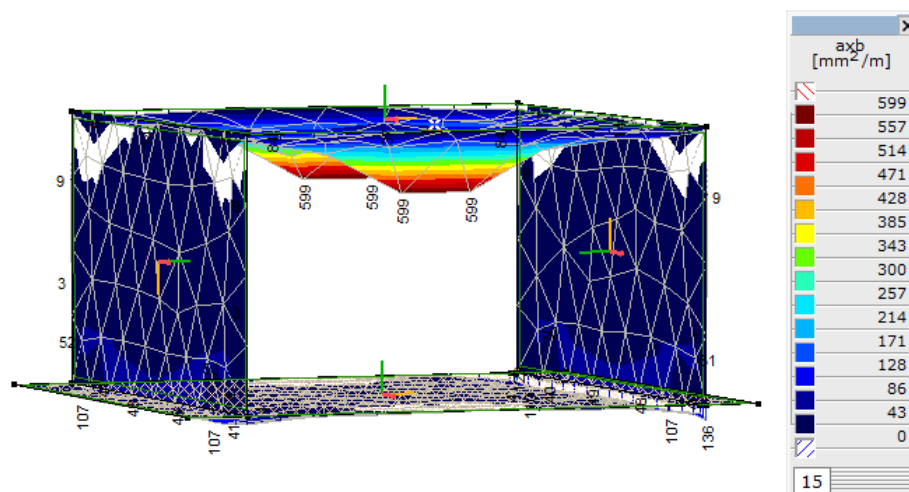
4.3 MANUFATTO M1 - M4 - M6 - ATTRAVERSAMENTO CANALE a servizio di viabilità agricola

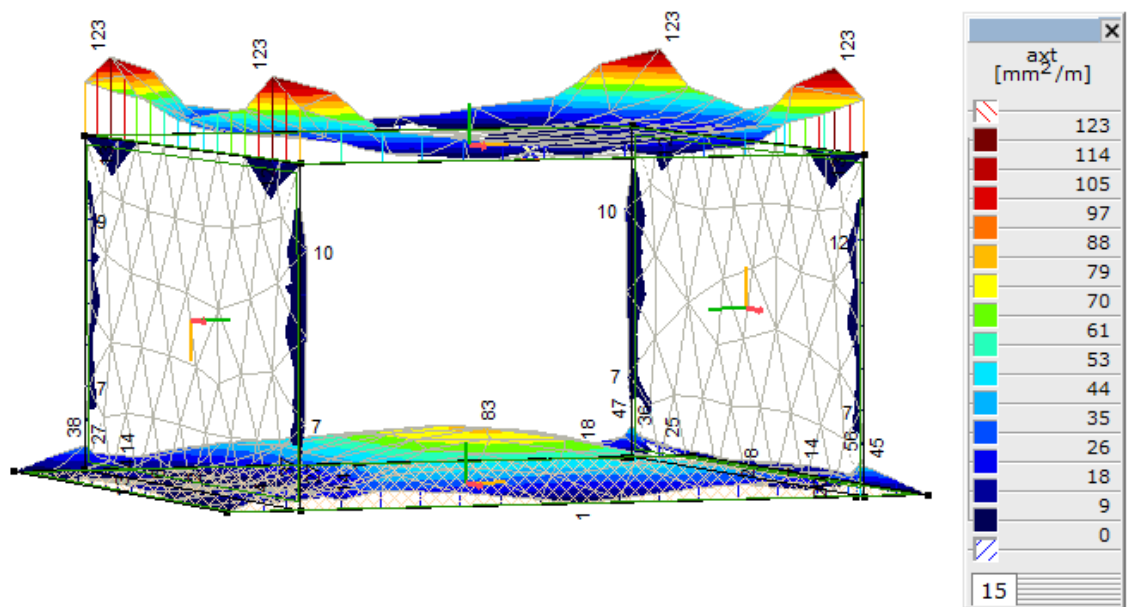
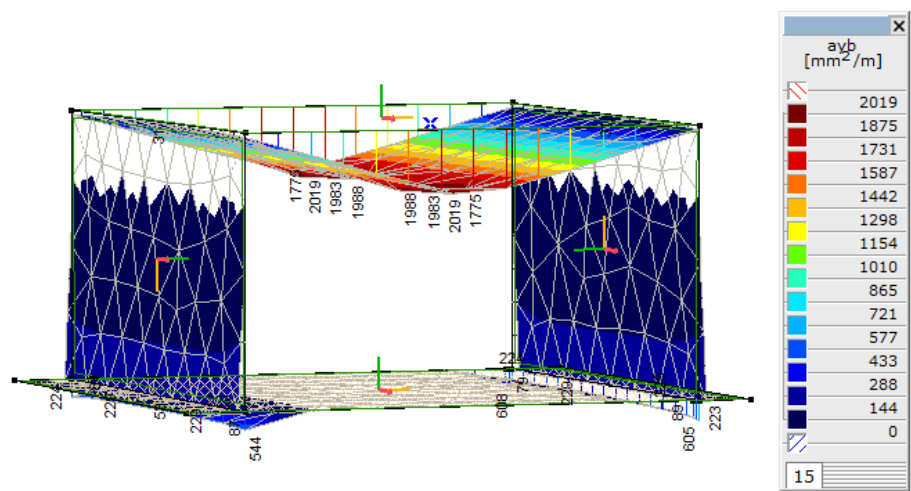
Schema attraversamento

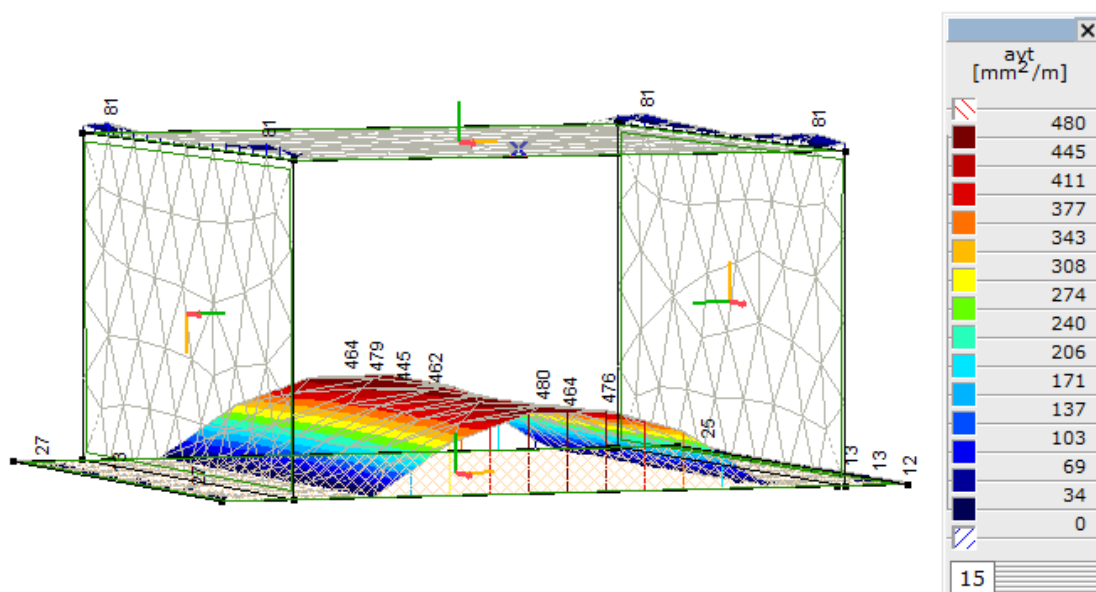


- azioni sul manufatto di attraversamento:

- spinta del terreno sulle spalle;
- carico veicoli in transito KN 200/asse

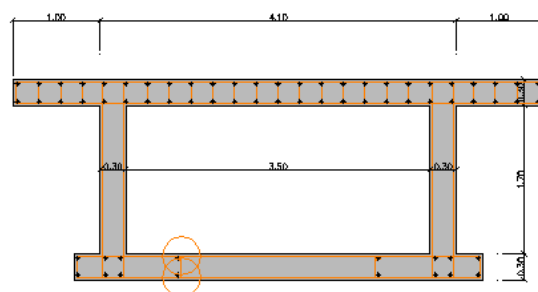


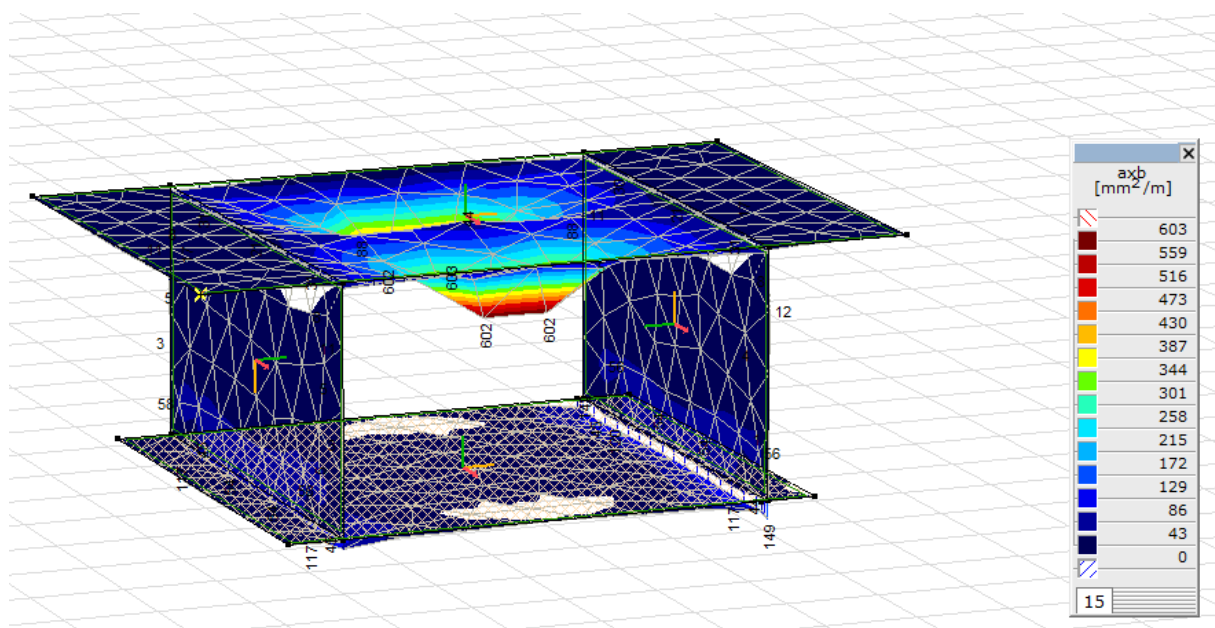
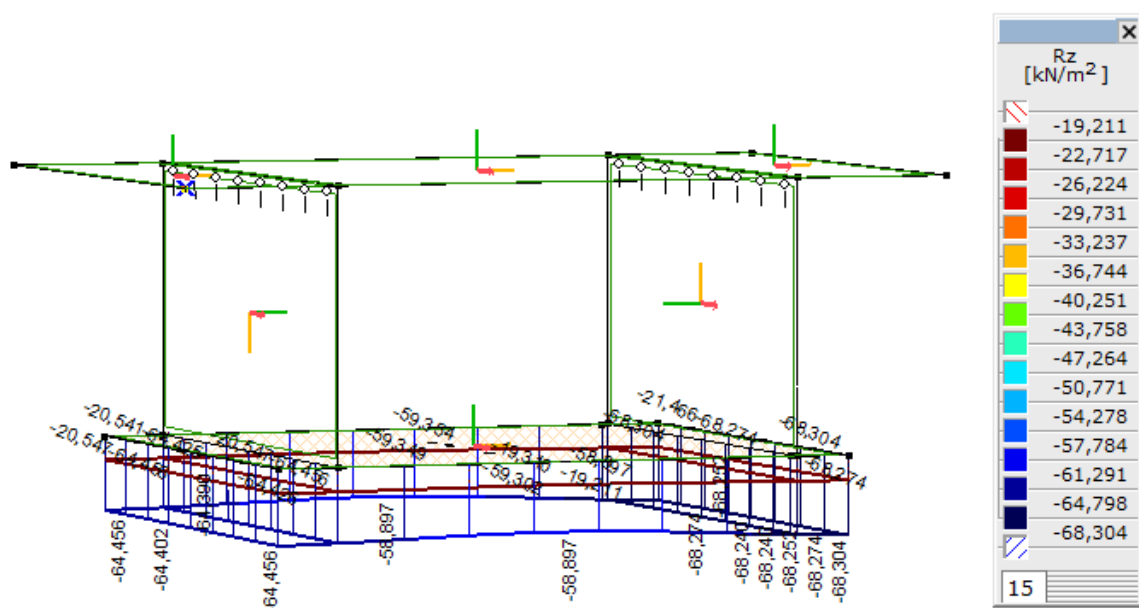


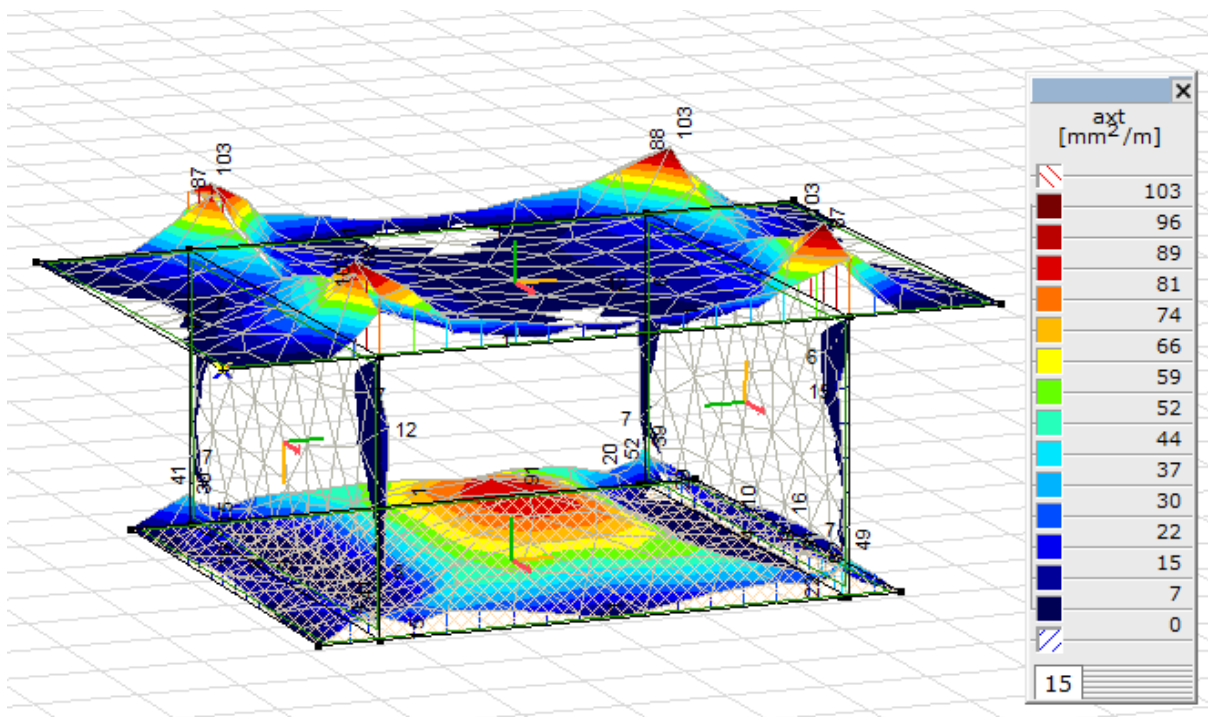


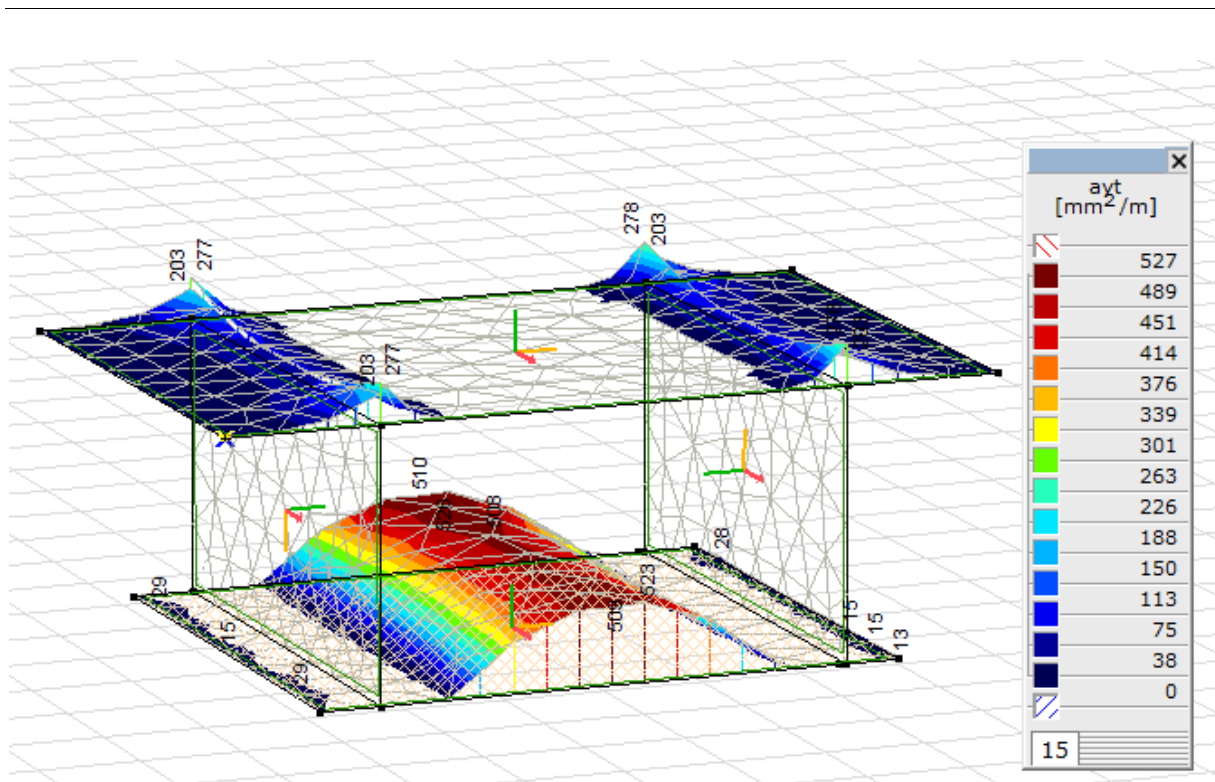
4.4 MANUFATTO M2 – M3 - ATTRAVERSAMENTO CANALE a servizio di viabilità agricola

Schema attraversamento



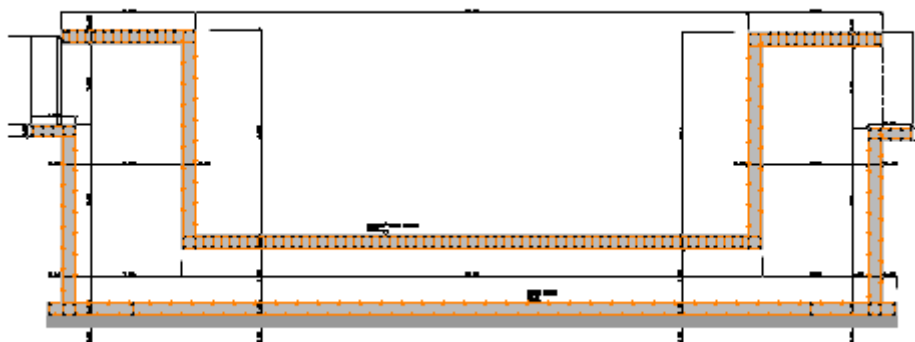






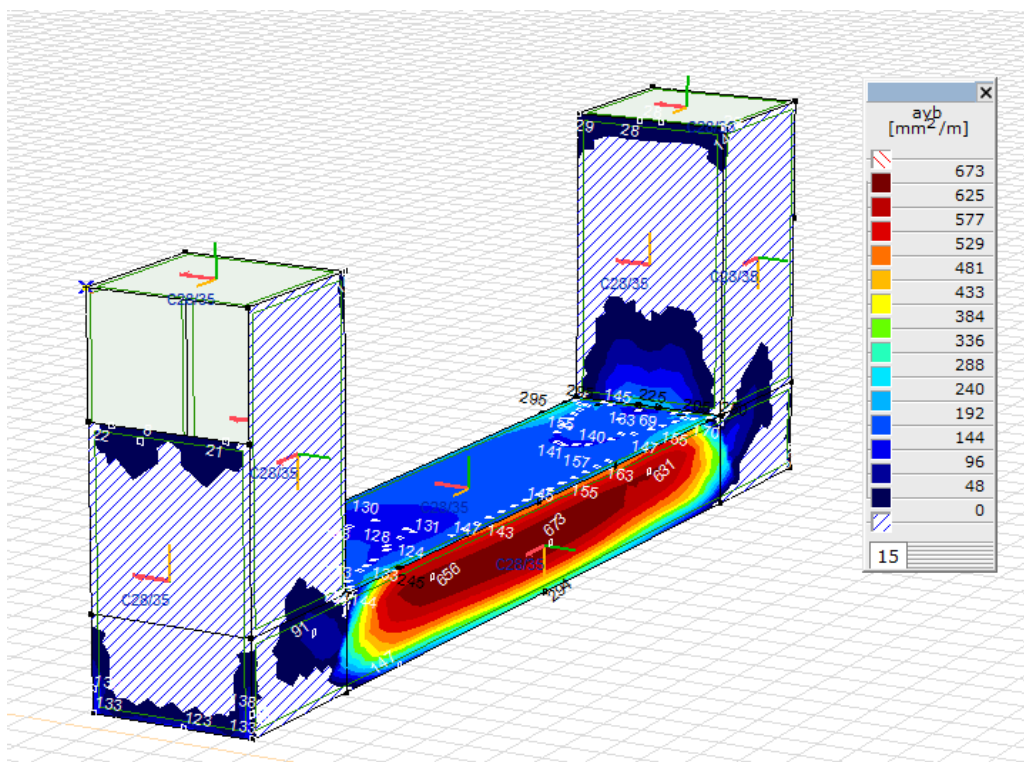
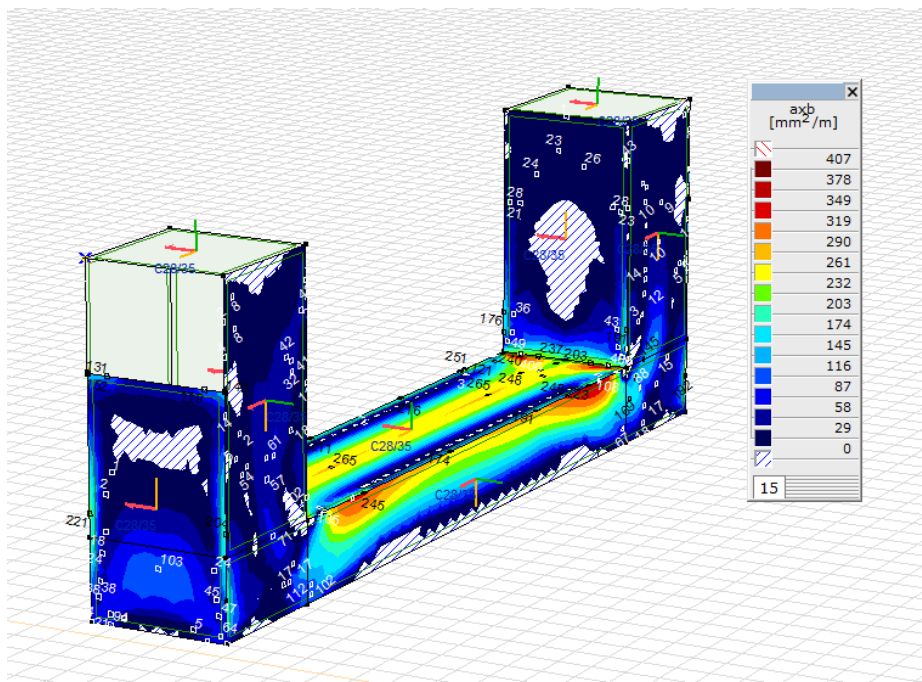
4.5 SIFONE ATTRAVERSAMENTO RIO CIVARIO

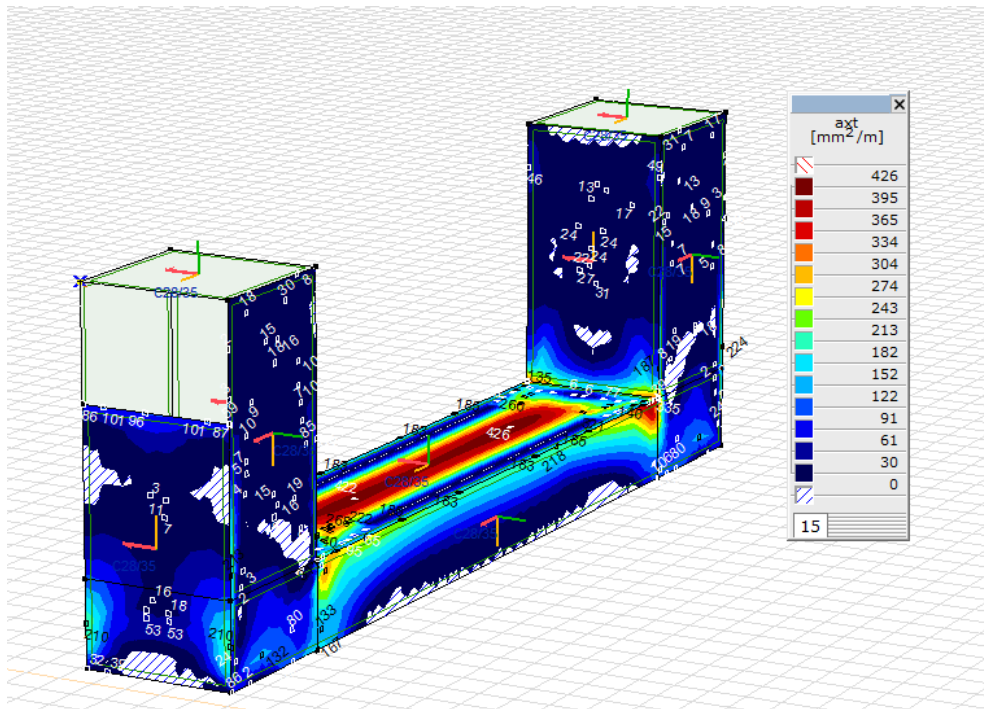
Schema sifone

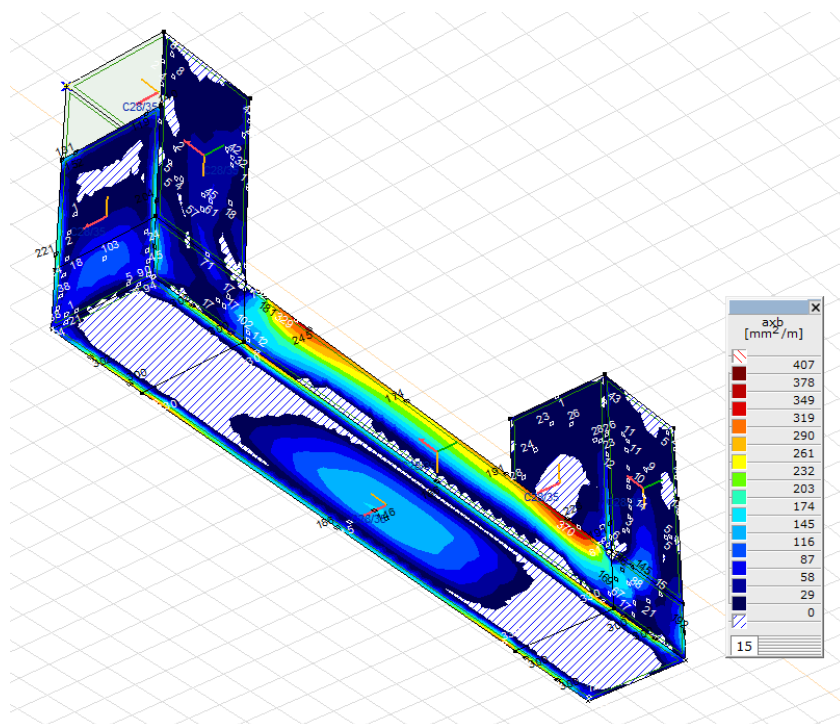
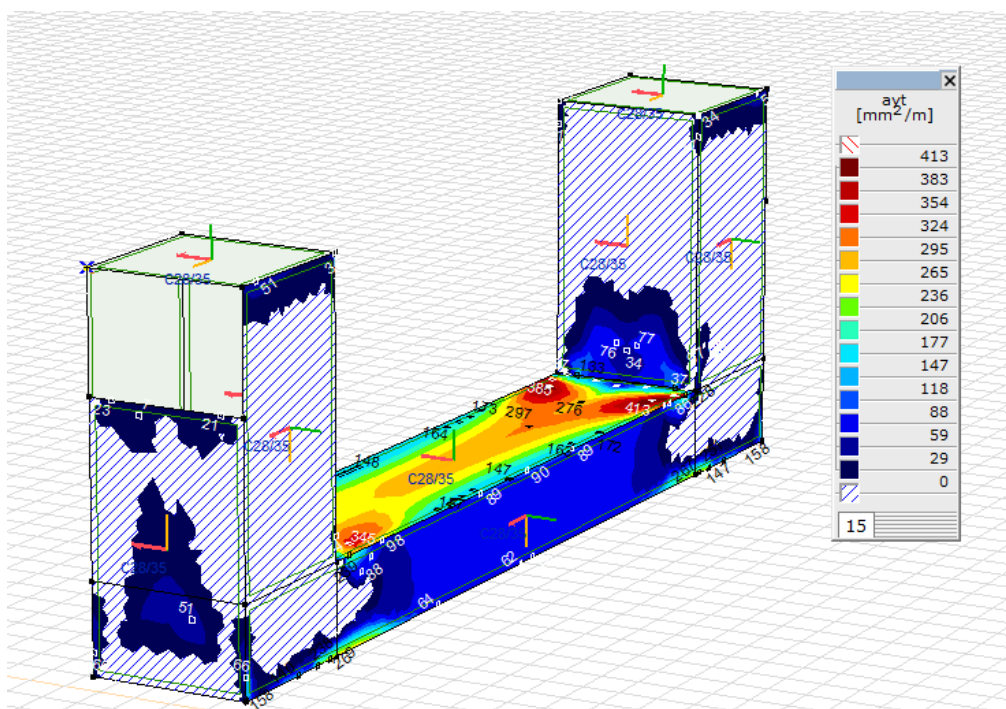


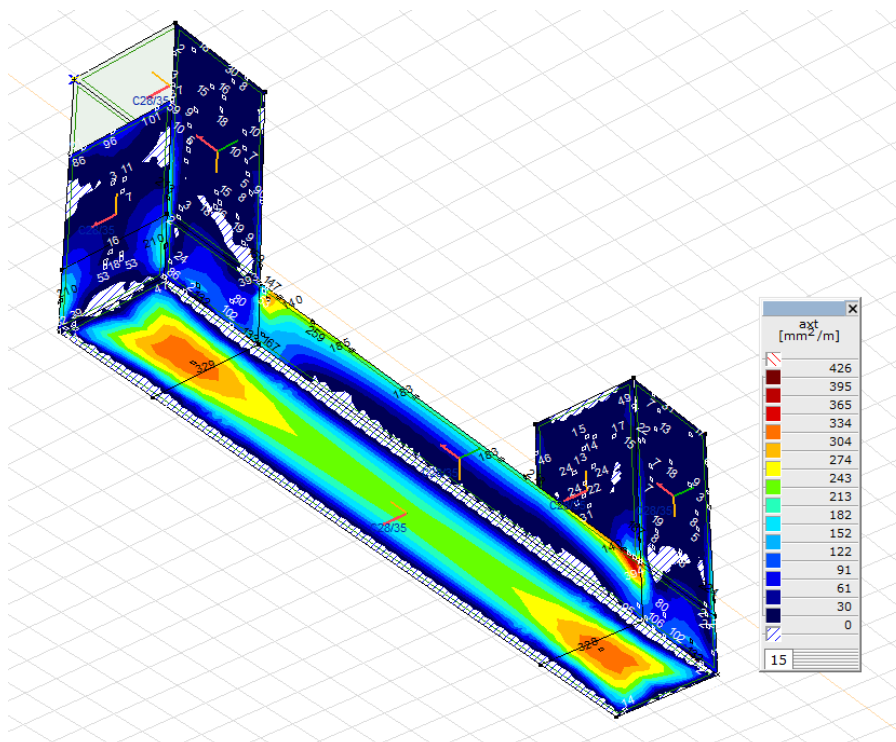
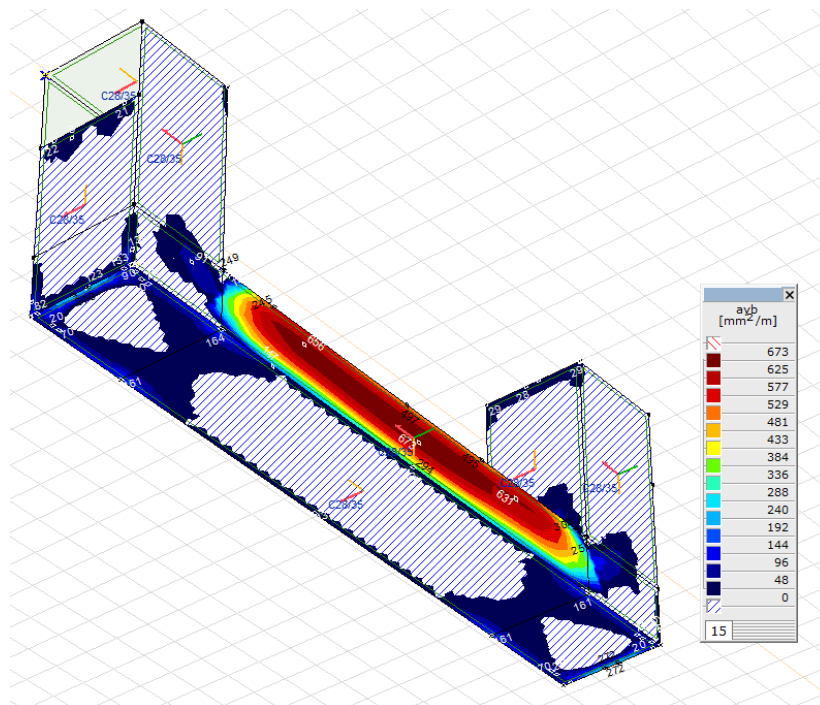
Azioni sulle strutture:

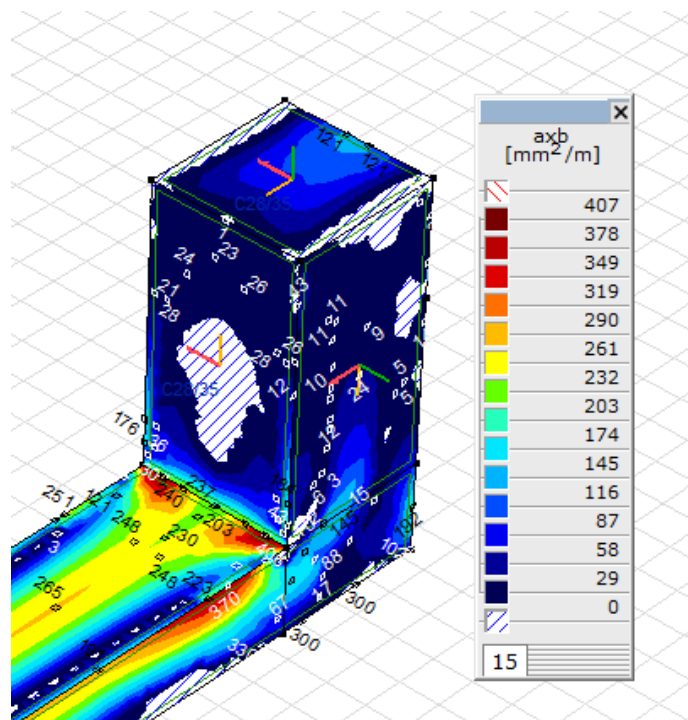
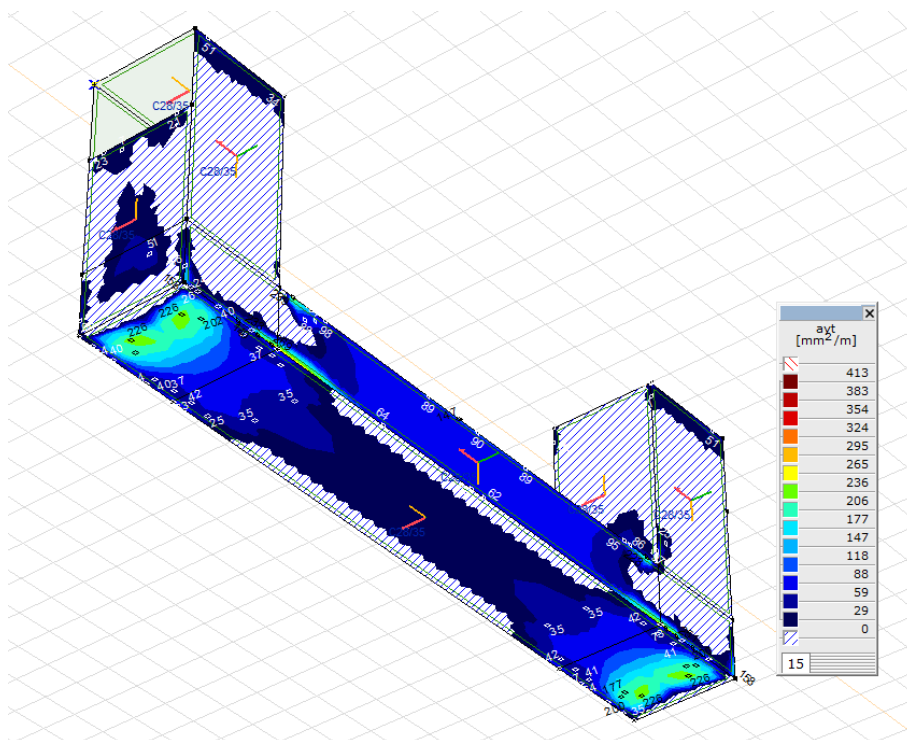
- Carico terreno 18 KN/m³
- Spinta terreno su pareti verticali
- Spinta idrostatica

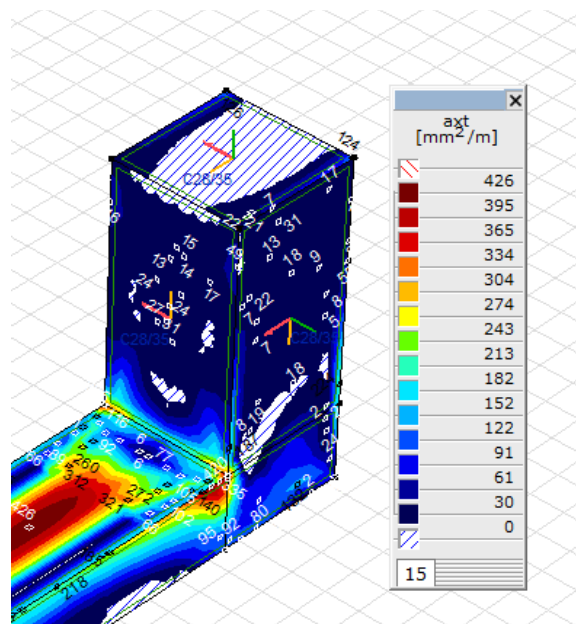
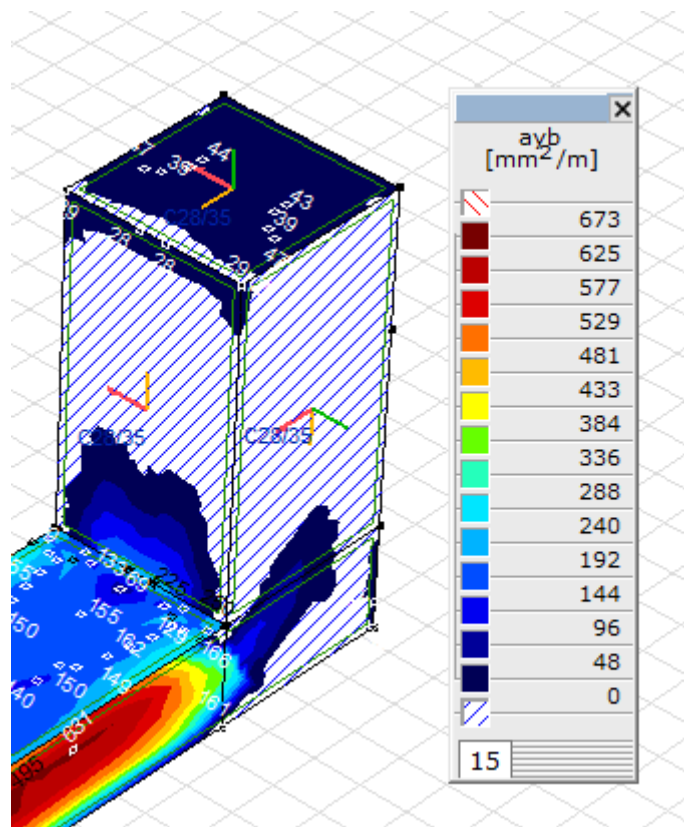


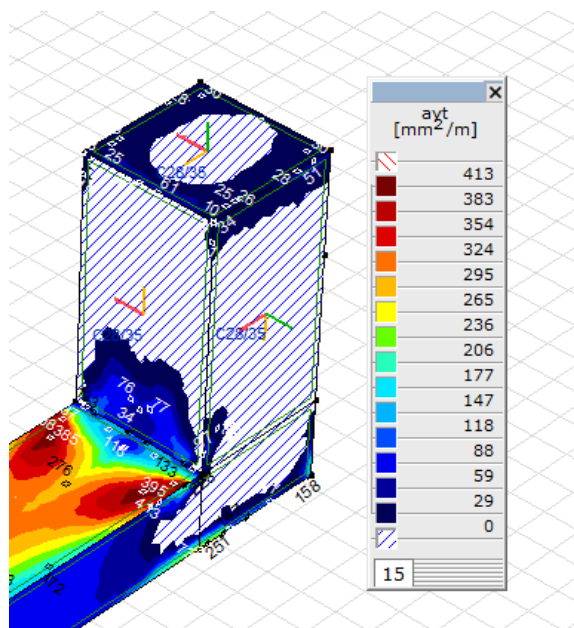












5. CONCLUSIONI

Le strutture in c.a. sono state progettate attraverso analisi statiche e dinamiche e dovranno essere realizzate in modo da consentire la loro utilizzazione con il livello di sicurezza previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni DM 14/04/2008 aggiornate dal D.M. 17/01/2018 “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni”

La sicurezza e le prestazioni dell'opera sono state valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale.

Secondo quanto stabilito dal DM 17/01/2018 le strutture offriranno sicurezza nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) assicurando la capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio, dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera.

Le strutture sia presenti in zona sismica 3 che in zona sismica 4 rispettano le caratteristiche richieste dalla Norma in materia di dissipazione delle componenti sismiche.

Durante la realizzazione dovrà essere verificato il rispetto delle prescrizioni costruttive come indicato dalle norme e dagli elaborati grafici allegati.

Alessandria li,

Dott. Ing. Gian Carlo Cermelli