

VASCA DI LAMINAZIONE SUL FIUME SEVESO

Comune di Senago (MI)

PROGETTO DEFINITIVO

MI-E-789

OTTOBRE 2014



	NOME	FIRMA	DATA
REDAZIONE	S. Croci		
VERIFICA	G.B. Peduzzi		
APPROVAZIONE	A. Paoletti		

PROFESSIONISTI INCARICATI:

Dott. Ing. GIOVANNI BATTISTA PEDUZZI

Prof. Ing. ALESSANDRO PAOLETTI
Dott. Ing. STEFANO CROCI
Dott. Ing. FILIPPO MALINGEGNO
Dott. Ing. CRISTINA PASSONI

Dott. Geol. MARIO SPADA
Dott. Geol. GIAN MARCO ORLANDI
Dott. Geol. SUSANNA BIANCHI

Dott. Ing. CHIARA TONETTO

ETATEC
STUDIO PAOLETTI

S.R.L.



Sistema Certificato
UNI EN ISO 9001
SC 06-647/EA 34



SOCIETA' DI INGEGNERIA

Via Bassini 23 20133 Milano | tel: +39 02 26681264 - fax +39 02 26681553
etatec@etatec.it - etatec@pec.etatec.it - www.etatec.it

STUDIO PAOLETTI
INGEGNERI ASSOCIATI

Via Bassini 23 20133 Milano | tel: +39 02 26681264 - fax: +39 02 26681553
Studiopaoletti@etatec.it - Studiopaoletti@pec.etatec.it

Studio Associato di Geologia Spada

Via Donizetti 17 24020 Ranica (BG)
tel: +39 035 516090 - +39 035 513738



Via Napoli 14/5 35020 Ponte S. Nicolò (PD)

CONSULENZE SPECIALISTICHE:

ASPETTI PAESAGGISTICI E AMBIENTALI:

Arch. ANDREAS KIPAR
Dott. Agr. GIOVANNI SALA
Arch. LUISA BELLINI
Arch. IVAN MAESTRI

QUALITA' DELLE ACQUE:

Prof. Dott. VALERIA MEZZANOTTE

LAND Milano Srl



UNI EN ISO 9001
certificato 09.1517



Via Varese 16 20121 Milano

tel: +39 02 806911.1 - fax: +39 02 806911.30 www.landmilano.com
GRUPPO LAND Milano Roma Cagliari Duisburg

Landscape
Architecture
Nature
Development

Piazzale Aquileia 6 20144 Milano | tel: +39 02 4814701

TITOLO

SCALA

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Revisioni	1	RECEPIMENTO PRESCRIZIONI VIA	APRILE 2015
	2	RECEPIMENTO PRESCRIZIONI CONF. DEI SERVIZI	GIUGNO 2015
Numero elaborato	TIPOLOGIA	COMMESSA	DOCUMENTO
	PD	250-23	AT
			NUMERO
			A.4.9

I N D I C E

1.	INTRODUZIONE	3
1.1	OPERE DI PRESA SUL CSNO	3
1.2	OPERE DI PRESA SUL T. GARBOGERA	3
1.3	OPERE DI PRESA SUL T. PUDIGA	4
1.4	MANUFATTO DI COLLEGAMENTO TRA GLI INVASI / STAZIONE DI SOLLEVAMENTO (DENOMINATO “POZZO”)	4
1.5	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	5
1.6	CODICI DI CALCOLO IMPIEGATI	6
1.7	AFFIDABILITÀ DEL SOFTWARE.....	6
2.	CRITERI DI CALCOLO.....	7
3.	MATERIALI	9
4.	MODELLO GEOLOGICO SOTTOSUOLO	10
5.	PERICOLOSITA’ SISMICA LOCALE.....	12
6.	SIGLA SCENARIO DI PERICOLOSITA’ SISMICA LOCALE EFFETTI.....	13
7.	OPERA PRINCIPALE DI PRESA CSNO – MURI DI SOSTEGNO.	15
7.1	DESCRIZIONE MANUFATTO.....	15
7.2	MODELLAZIONE STRUTTURALE.....	17
7.3	VERIFICA DELLE SEZIONI.....	18
7.3.1	Verifica Stato Limite Ultimo	18
7.3.2	Verifica Stato Limite Tensione di Esercizio.....	19
7.3.3	Verifica Stato Limite di Fessurazione	20
7.3.4	Verifica Stato Limite di deformazione	20
7.3.5	Elementi secondari.....	21
7.4	VERIFICHE SHELL.....	21
7.5	VERIFICA ARMATURA.....	22
7.6	VERIFICA CALCESTRUZZO	22
7.7	VERIFICA A PUNZONAMENTO	23
7.8	VERIFICHE PLINTI	24
7.8.1	Verifica a flessione e taglio	24
7.8.2	Verifica punzonamento.....	24
7.9	VERIFICA STRUTTURE ESISTENTI	25
7.10	COMBINAZIONI DI CARICO	25
7.11	TABULATI DI STAMPA.....	26
7.12	MURI DI RACCORDO	58
7.13	BERLINESE DI MICROPALI.....	58

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

8.	STAZIONE DI SOLLEVAMENTO - POZZO.....	61
8.1	DESCRIZIONE MANUFATTO.....	61
8.2	MODELLAZIONE STRUTTURALE.....	62
8.3	FASE DI SBANCAMENTO: PARATIE	64
8.3.1	Analisi dei carichi	64
8.3.2	Dati generali Struttura.....	64
8.3.3	Archivi	65
8.4	FASE DI GETTO: ELEMENTI A QUOTA 149 M S.M.	69
8.4.1	Analisi dei carichi	69
8.4.2	Dati generali Struttura.....	69
8.4.3	Sisma. 69	
8.4.4	Archivi	70
8.5	CANALE DI SFIORO/BY-PASS	83
8.5.1	Analisi dei carichi	83
8.5.2	Dati generali Struttura.....	83
8.6	CANALE DI SFIORO/BY-PASS TRATTO COPERTO	88
8.6.1	Analisi dei carichi	88
8.6.2	Dati Generali.....	88
9.	CONCLUSIONI	93

1. INTRODUZIONE

L'intervento in oggetto riguarda la realizzazione delle strutture o parti di esse in cemento armato per la formazione dei manufatti idraulici principali posti all'interno dell'intervento di formazione delle vasche di laminazione in comune di Senago.

In particolare, le opere in progetto avente funzione strutturale che costituiscono il sistema idraulico della vasca di laminazione sul fiume Seveso sono, in estrema sintesi, le seguenti:

- opere di presa: dal CSNO, dal T. Garbogera e dal T. Pudiga;
- manufatto di collegamento tra gli invasi / stazione di sollevamento (denominato "pozzo")

Nei seguenti paragrafi vengono descritte le opere sopra citate.

1.1 OPERE DI PRESA SUL CSNO

L'opera di presa sul CSNO è costituita da uno sfioratore laterale del tipo a stramazzo, composto da una soglia fissa in c.a con il ciglio posto alla quota di 161.10 m s.m., avente un'unica luce di lunghezza pari a 20 m. In corrispondenza dello sfioratore, il CSNO è caratterizzato da una quota di fondo pari a circa 159.00 m s.m., per cui l'altezza della soglia di sfioro è pari a 2.1 m.



Il profilo trasversale della soglia sfiorante è curvilinea, del tipo Creager-Scimemi.

A valle della soglia di sfioro è prevista una platea di raccordo con il canale di alimentazione dell'invaso di laminazione di Senago, posta a quota 156,6 m s.m..

Nel CSNO, a valle dell'opera di presa, è presente un salto di fondo di altezza pari a circa 2 m (quota di fondo a valle del salto pari a circa 157.0 m s.m.).

1.2 OPERE DI PRESA SUL T. GARBOGERA

L'opera di presa sul T. Garbogera è costituita da uno sfioratore laterale del tipo a stramazzo, formata da una soglia fissa in c.a. con il ciglio posto alla quota di 160.83 m s.m., avente un'unica luce di lunghezza pari a 10 m. In corrispondenza dello sfioratore, il T. Garbogera è caratterizzato da una quota di fondo pari a circa 159.93 m s.m., per cui l'altezza della soglia di sfioro è pari a 0.9 m.

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

1.3 OPERE DI PRESA SUL T. PUDIGA

L'opera di presa sul T. Pudiga, costituita da una soglia sfiorante fissa, lunga 20 m e alta 1.5 m rispetto al fondo del torrente (quota fondo pari a 159.50 m s.m.); a valle della soglia sfiorante è prevista la realizzazione di un restringimento finalizzato a limitare la portata defluente verso valle e rendere più efficiente lo sfioratore laterale dell'opera di presa.

L'opera di presa sul T. Pudiga è costituita da uno sfioratore laterale del tipo a stramazzo, formata da una soglia fissa massi cementati con il ciglio posto alla quota di 161.0 m s.m., avente un'unica luce di lunghezza pari a 20 m. In corrispondenza dello sfioratore, il T. Pudiga è caratterizzato da una quota di fondo pari a circa 159.50 m s.m., per cui l'altezza della soglia di sfioro è pari a 1.5 m.

Il profilo trasversale della soglia sfiorante è del tipo a larga soglia.

1.4 MANUFATTO DI COLLEGAMENTO TRA GLI INVASI / STAZIONE DI SOLLEVAMENTO (DENOMINATO "POZZO")

La stazione di sollevamento ha una conformazione a pozzo del diametro di 20 m e di profondità circa 19 m ed è costituita da una struttura in cemento armato. Per la realizzazione dell'opera si prevede di eseguire un primo scavo di sbancamento sino alla quota di 154 m s.m. e introdurre delle paratie per una profondità di 14 m (140 m s.m.). Si esegue successivamente lo scavo all'interno delle paratie sino alla quota di 143 m s.m. dove (in presenza di acqua di falda) verrà gettata la piastra di chiusura di fondo. Infine si procederà in sequenza con la posa a spinta del canale di collegamento III settore, il getto del contromuro e gli elementi strutturali interni sino al piano campagna.

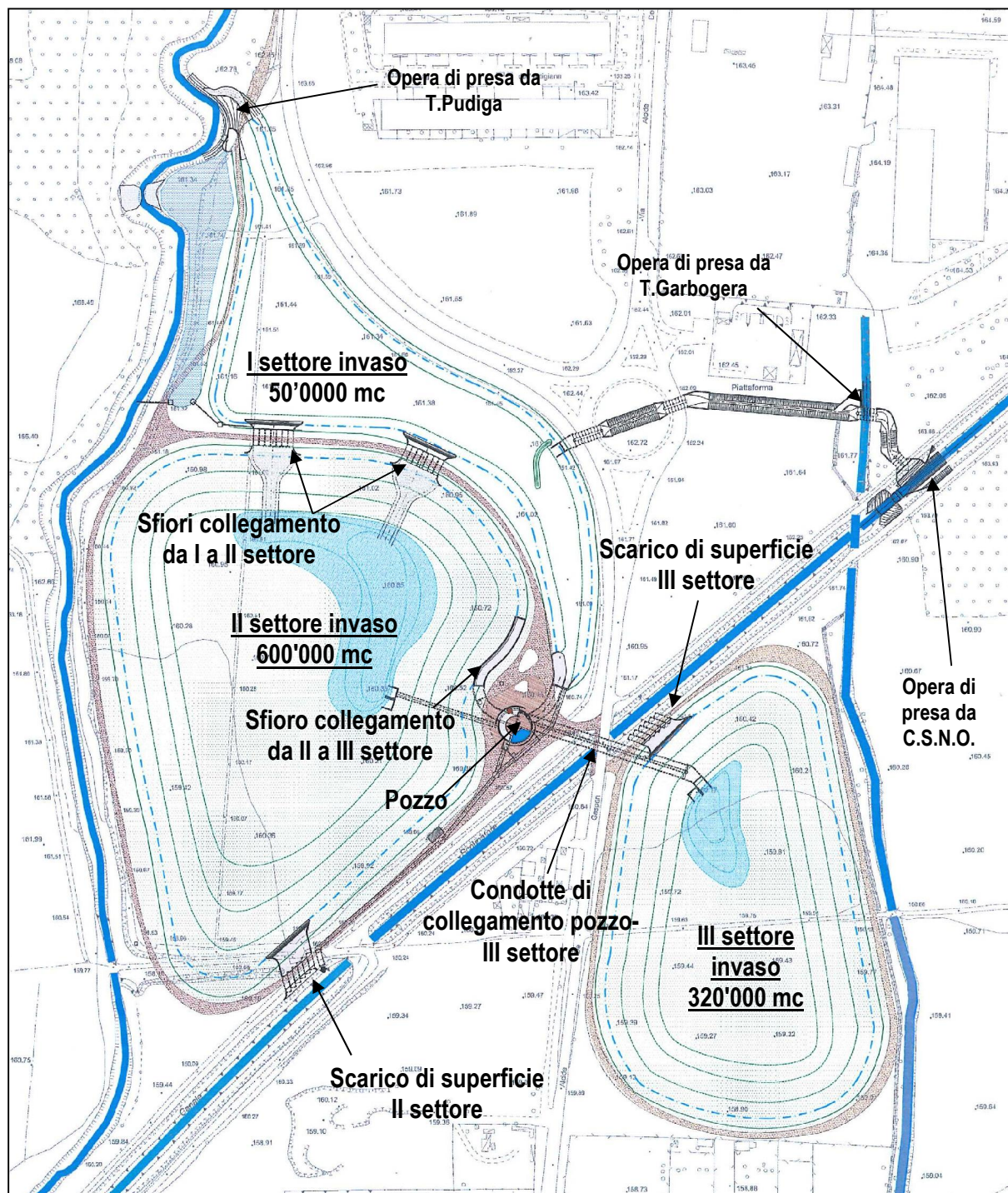


Figura 1 – Schema planimetrico della vasca di laminazione di Senago con indicazione delle opere

1.5 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

L'analisi della struttura e le verifiche sugli elementi sono condotte in accordo alle vigenti

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

disposizioni legislative ed in particolare alle seguenti norme:

- Legge 05/11/1971, n.1086, “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- Legge 02/02/74, n.64, “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- Decreto ministeriale (infrastrutture) del 14/01/2008, “Norme tecniche per le costruzioni” (di seguito NTC08) e relative “Istruzioni per l’applicazione”, Circolare ministeriale 617 del 2/2/2009 (di seguito CNTC08).
- Inoltre si è tenuto presente delle seguenti referenze tecniche:
- Eurocodice 2: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo” Novembre 2005. Norma UNI EN 1992 (di seguito EC2-2005);
- Eurocodice 8: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica” Marzo 2005. Norma UNI EN 1998 (di seguito EC8-2005).



1.6 CODICI DI CALCOLO IMPIEGATI

Per l’analisi delle sollecitazioni e per le verifiche delle sezioni si è utilizzato il software Jasp® versione 4.7.9, realizzato dall’ing. Silvestro Giordano (iscritto presso l’Ordine degli Ingegneri di Napoli con n° 14486), e registrato presso la SIAE il 25/09/2012 col n° 008544, distribuito da Ingegnerianet srl (P.IVA e CF 06536761213, iscritta presso la CCIAA di Napoli al numero Rea 821609) mediante il sito internet www.ingegnerianet.it

Il software è orientato all’analisi di manufatti in calcestruzzo armato. L’individuazione dei nodi nello spazio avviene con il sistema fili-piani. I fili o montanti sono individuati dalle coordinate (x,y) e indicano le rette verticali lungo le quali vengono disposti i pilastri. I piani sono individuati dalla loro quota z e specificano gli orizzontamenti in cui sono disposte le travi.

1.7 AFFIDABILITÀ DEL SOFTWARE

Il sito internet di distribuzione del software www.ingegnerianet.it contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l’individuazione dei campi d’impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, per i quali sono forniti i file di input necessari a riprodurre l’elaborazione.

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

2. CRITERI DI CALCOLO

Come suggerito dalla vigente normativa italiana (NTC 2008), il calcolo verrà eseguito con riferimento al **metodo semiprobabilistico agli stati limite**. Tale metodo è detto di primo livello e si basa sull'impiego di coefficienti parziali di sicurezza, applicabili nella generalità dei casi.

In particolare, nel metodo semiprobabilistico agli stati limite, la sicurezza strutturale deve essere verificata tramite il confronto tra la resistenza dell'elemento e l'effetto delle azioni.

I coefficienti parziali di sicurezza γ_{Mi} e γ_{Fj} sono associati rispettivamente al i-esimo materiale e alla j-esima azione e tengono conto della variabilità delle rispettive grandezze, delle incertezze relative alle tolleranze geometriche e dell'affidabilità del modello di calcolo. Nello specifico, il coefficiente γ_M riduce la resistenza caratteristica del materiale mentre il coefficiente γ_F amplifica l'entità dei carichi.

Gli stati limite da prendere in considerazione in fase di verifica sono:




- *Stato Limite Ultimo (SLU)* : che rappresenta la situazione di collasso della struttura. La verifica consiste nel confronto fra le sollecitazioni interne ed i valori di resistenza nella sezione maggiormente sollecitata nel caso di combinazione di carico più gravosa;
- *Stato Limite di Esercizio (SLE)*: che rappresenta la condizione per cui la struttura non riesce più a svolgere le funzioni per le quali è stata progettata. In tal caso le verifiche si concentrano principalmente sulla deformabilità della struttura.

Inoltre, nel caso di opere provvisorie quali i pali di sostegno dello scavo per la formazione dell'opera di presa, trattandosi di opere di fondazione si farà riferimento alle NTC 6.4.3.

6.4.3 FONDAZIONI SU PALI

Il progetto di una fondazione su pali deve comprendere la scelta del tipo di palo e delle relative tecnologie e modalità di esecuzione, il dimensionamento dei pali e delle relative strutture di collegamento, tenendo conto degli effetti di gruppo tanto nelle verifiche SLU quanto nelle verifiche SLE.

Le indagini geotecniche, oltre a soddisfare i requisiti riportati al § 6.2.2, devono essere dirette anche ad accertare la fattibilità e l'idoneità del tipo di palo in relazione alle caratteristiche dei terreni e delle acque presenti nel sottosuolo.

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

In generale, le verifiche dovrebbero essere condotte a partire dai risultati di analisi di interazione tra il terreno e la fondazione costituita dai pali e dalla struttura di collegamento (fondazione mista a platea su pali) che porti alla determinazione dell'aliquota dell'azione di progetto trasferita al terreno direttamente dalla struttura di collegamento e di quella trasmessa dai pali.

Nei casi in cui l'interazione sia considerata non significativa o, comunque, si ometta la relativa analisi, le verifiche SLU e SLE, condotte con riferimento ai soli pali, dovranno soddisfare quanto riportato ai §§ 6.4.3.1 e 6.4.3.2.

Nei casi in cui si consideri significativa tale interazione e si svolga la relativa analisi, le verifiche SLU e SLE, condotte con riferimento alla fondazione mista, dovranno soddisfare quanto riportato ai §§ 6.4.3.3 e 6.4.3.4.

In ogni caso, in aggiunta a quanto riportato ai §§ 6.2.3.1.1 e 6.2.3.1.2, fra le azioni permanenti deve essere incluso il peso proprio del palo e l'effetto dell'attrito negativo, quest'ultimo valutato con i coefficienti γ_M del caso M1 della Tab. 6.2.II.

6.4.3.1 Verifiche agli stati limite ultimi (SLU)

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 su pali 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 con riferimento alle condizioni di stabilità globale del pendio includendo nelle verifiche le azioni trasmesse dalle fondazioni.

Le verifiche delle fondazioni su pali devono essere effettuate con riferimento almeno ai seguenti stati limite, quando pertinenti:

- *SLU di tipo geotecnico (GEO)*
 - collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali;
 - collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali;
 - collasso per carico limite di sfilamento nei riguardi dei carichi assiali di trazione;
 - stabilità globale;
- *SLU di tipo strutturale (STR)*
 - raggiungimento della resistenza dei pali;
 - raggiungimento della resistenza della struttura di collegamento dei pali,

accertando che la condizione (6.2.1) sia soddisfatta per ogni stato limite considerato.

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

- Combinazione 2: $(A_2 + M_2 + R_2)$

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 per le resistenze globali.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.4.II, 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.

3. MATERIALI

Si riportano le caratteristiche meccaniche dei materiali utilizzati per la realizzazione dei micropali.

- Pali in acciaio secondo UNI EN 10025-2

f_y : tensione caratteristica di snervamento per spessori $t \leq 40$ mm	355 MPa
f_u : tensione caratteristica di rottura per spessori $t \leq 40$ mm	510 MPa
f_y : tensione caratteristica di snervamento per spessori $t > 40$ mm	335 MPa
f_u : tensione caratteristica di rottura per spessori $t > 40$ mm	470 MPa
E_s : modulo elastico	210000 MPa

- CLS C28/35

R_{ck} : resistenza caratteristica cubica	30 MPa
E_{CLS} : modulo elastico	31000 MPa

- Acciaio ordinario B450C

f_{yd} : tensione di snervamento di calcolo	391 MPa
E_s : modulo elastico	210000 MPa

4. MODELLO GEOLOGICO SOTTOSUOLO

Si riportano le valutazioni in merito alla caratterizzazione del suolo.

Il modello geologico-tecnico è diretta conseguenza di quello geologico, con l'integrazione degli elementi relativi alle caratteristiche di resistenza dei terreni stessi.

La struttura complessiva è omogenea e può essere schematizzata come di seguito dettagliato.

Livello 0 _ E' costituito dalla porzione più superficiale, per uno spessore variabile da variabile tra 0,4 ed 1,4 metri. Dal punto di vista litologico si tratta di limi argillosi sabbiosi di colore marrone, di spessore limitato, sciolti. Tali terreni, per le scarse caratteristiche e l'eterogeneità, devono essere rimossi per l'appoggio delle strutture.

Livello 1 _ E' costituiti dai depositi dell'Unità di Cadorago, continui in tutta l'area investigata e fino ad una profondità di oltre 30 metri da p.c. Tale profondità è ampiamente superiore a quella interessata dalla opere, dell'ordine massimo di 18 metri.

Questi terreni presentano alcune caratteristiche comuni lungo tutto la verticale investigata e precisamente:

- litologia: sabbie con ghiaie limose debolmente sabbiose
- classificazione ASTM: classi SC-SM
- classificazione AASHTO: A2-4
- permeabilità: tra $2,5 \cdot 10^{-3}$ – $2,3 \cdot 10^{-2}$ cm/sec
- velocità onde Vs compresa tra 211 e 606 m/sec
- $V_{s30} = 349$ m/sec (partendo dal p.c.)
- classe di sottosuolo NTC = categoria di suolo C

Questi terreni presentano al loro interno significative differenze in termini di resistenza.

Le prove hanno evidenziato un aumento progressivo delle caratteristiche di compattazione e resistenza con la profondità.

In relazione a tali parametri è possibile dividere questi terreni in tre differenti porzioni:

Livello 1A

Rappresenta la porzione superiore, che si presenta da poco a moderatamente addensata.

Questo livello è stato rinvenuto sulla quasi totalità delle prove effettuate e quindi può essere considerato pressoché continuo lungo la zona di intervento.

Lo stesso si spinge fino ad una profondità massima variabile da 3,0 a 4,5 metri da p.c.

I principali parametri geotecnici sono i seguenti:

A.T.P.:		Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>
			<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

- peso di volume: 17-18 KN/mc
- densità relativa: 20-35%
- angolo di attrito: 25°-27°
- velocità onde Vs: 211 - 284 m/sec

Questa porzione di terreno, in caso di interferenze significative e/o opere strutturali importanti, necessita di adeguati interventi di compattazione e/o consolidamento, per garantire un adeguato livello di sicurezza nei confronti delle opere (appoggio strutture – stabilità scarpate).

Livello 1B

Rappresenta la porzione intermedia, che si presenta moderatamente addensata.

Questo livello è stato rinvenuto sulla quasi totalità delle prove effettuate.

Nella maggior parte dei casi si trova al di sotto del livello 1A, con uno spessore medio di 1,5-2,0 metri, quindi fino ad una profondità massima di circa 7 metri dal p.c..

In alcune prove sono stati rinvenuti livelli con caratteristiche simili a quote diverse, anche superiori, verosimilmente legati alla presenza di sottili lenti e quindi poco significative in termini di classificazione complessiva.

I principali parametri geotecnici sono i seguenti:

- peso di volume: 18 KN/mc
- densità relativa: 40-55%
- angolo di attrito: 30°-31°
- velocità onde Vs: 284-297 m/sec

Livello 1C

Rappresenta la porzione più profonda, presente al di sotto dei livelli 1A ed 1B fino alla massima profondità investigata.

Le caratteristiche di resistenza aumentano con la profondità e tutti i valori indicano un livello di addensamento da buono a molto buono

I principali parametri geotecnici sono i seguenti:

- peso di volume: 19-20 KN/mc
- densità relativa: > 60 % fino al 100%
- angolo di attrito: > 35°
- velocità onde Vs: 353 - 606 m/sec

5. PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

Il Comune di Senago antecedentemente al 2003 non era classificato come comune “sismico”. Le successive revisioni operate dalla recente O.P.C.M. 3274, hanno classificato il territorio comunale come **Zona Sismica 4**, quella con il grado di sismicità minore previsto dalla normativa.




Il D.M. 14 gennaio 2008 prevede che la valutazione della pericolosità sismica venga definita attraverso un approccio “sito dipendente”, e non più con un criterio “zona dipendente”.

In prima battuta è assolutamente fondamentale identificare i possibili *scenari di pericolosità sismica locale*.

A tale scopo si è fatto riferimento allo studio effettuato dal dr. Geol. Ghezzi nel 2010 per il PGT di Bollate ed ai dati a carattere geologico e sismico contenuti nella relazione ambientale della VAS per il nuovo PGT di Senago.

Tali studi sono stati condotti sulla base delle disposizioni della Regione Lombardia, ed hanno previsto l'individuazione delle aree di possibile pericolosità sismica, sulla scorta degli scenari riportati nella tabella sottostante (che riassumono le possibili tipologie note nella letteratura ed adattate alla realtà territoriale Lombarda):

SIGLA	SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona parzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.) Zona con depositi granulari fini saturi	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo Appuntite – arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (comprese coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse	Cedimenti differenziali

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

6. SIGLA SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE EFFETTI

Per l'area in esame e per i territori di Bollate e Senago, gli studi escludono la presenza di possibili fenomeni di amplificazione litologica e geometrica (Z4a), per l'assenza di un substrato rigido entro i primi 30-40 di sottosuolo.

Entro tali profondità le velocità delle onde sismiche sono nettamente inferiori ad 800 m/sec (velocità del bedrock sismico) e quindi non sono prevedibili fenomeni di amplificazione.

Questa valutazioni sono confermate anche dalle indagini eseguite degli Scriventi per il presente lavoro: il MASW ha evidenziato un progressivo aumento, con la profondità, delle Vs, con valori che restano entro i 650 m/sec fino a 50 metri di profondità. Gli studi geologici escludono, per l'area specifica, la presenza di altri possibili elementi di criticità.

Nel caso specifico è quindi possibile escludere scenari di pericolosità sismica locale e/o di amplificazione sismica.

L'altro aspetto di grande importanza, relativamente alla pericolosità sismica, è quello dell'individuazione della categoria di sottosuolo di riferimento della nostra zona.

Il N.T.C. prevede, infatti, per la definizione dell'azione sismica di progetto, la valutazione dell'effetto della risposta locale, cioè delle modificazioni che subisce l'azione sismica nel passaggio dal substrato rigido alla superficie del sito.

Per questo tipo di valutazione la norma prevede un approccio di tipo semplificato che si basa proprio sull'individuazione della categoria di sottosuolo di riferimento, sulla base della distinzione riportata nella tabella seguente (tab. 3.2.II del NTC):

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

Per individuare la classificazione del sito in oggetto si è fatto riferimento ai sondaggio ed alle prove geofisiche effettuate a supporto del presente lavoro.

I sondaggi e le indagini geotecniche hanno evidenziato la presenza di terreni a prevalente natura granulare, con caratteristiche di addensamento che migliorano progressivamente in profondità.

Per la valutazione delle V_{s30} , come richiesto dalla normativa per la classificazione della categoria di sottosuolo, è possibile fare riferimento al MASW eseguito.

Si rammenta che il valore di V_{s30} calcolato è di **349 m/s** (considerando come riferimento il piano campagna).

Rispetto alle norme tecniche per le costruzioni (DM 14 gennaio 2008) il sito in esame rientra quindi nella **categoria di suolo C** corrispondenti a - : *“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)”*.

7. OPERA PRINCIPALE DI PRESA CSNO – MURI DI SOSTEGNO.

7.1 DESCRIZIONE MANUFATTO

L'edificio in oggetto, ubicato nel comune di Senago (MI) alla latitudine 45.575417° e alla longitudine 9.1176405°, si trova a 176m sul livello del mare e dista dalla costa 129.9km. Si sviluppa per 0 piani fuori terra. In pianta ha le seguenti dimensioni 23.38m × 26.66m . L'altezza di calcolo è 0.00m.

Nelle Figure 1 e 2 sono riportate due viste prospettiche contrapposte, allo scopo di consentire una migliore comprensione della struttura oggetto della presente relazione.

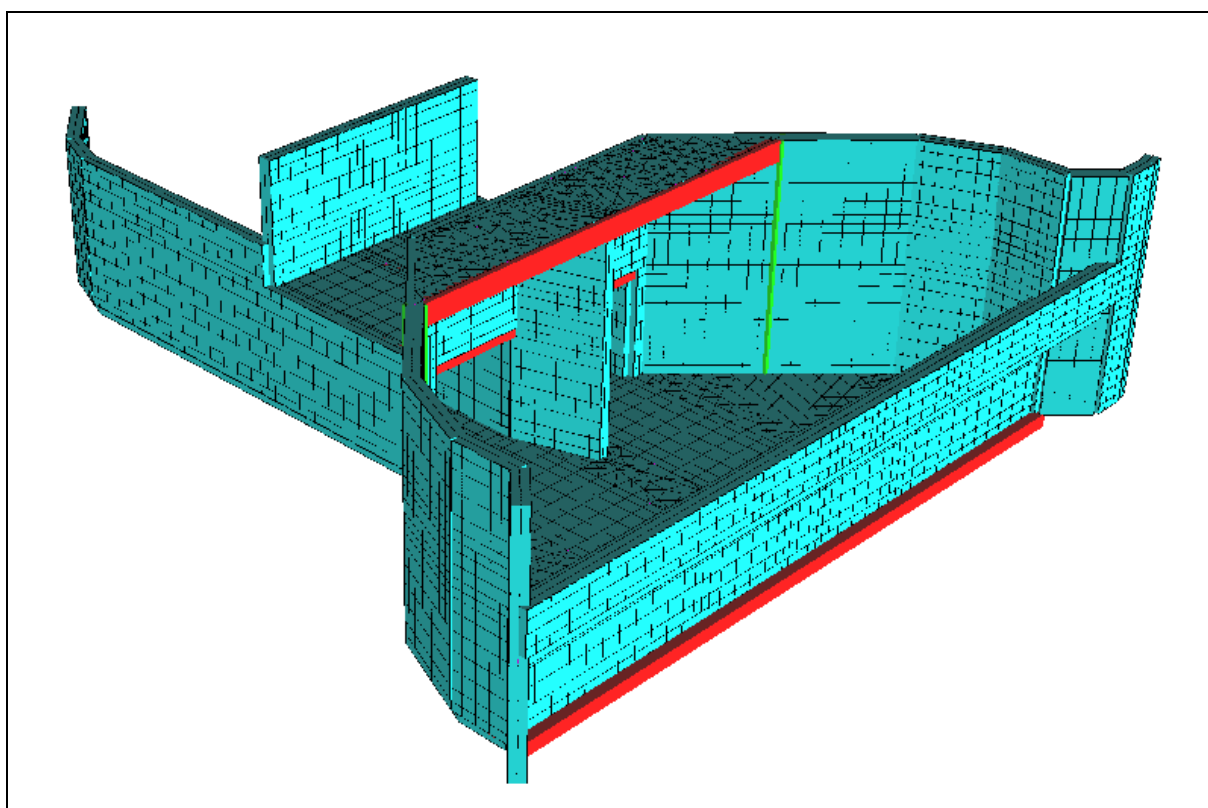


Figura 7-1 - Vista struttura n°1. Cono ottico con vertice (-29.66m, -28.02m, 25.87m) e bisettrice passante per il punto (11.69m, 13.33m, -7.89m).

La struttura è interamente in calcestruzzo armato, a telaio spaziale con solai in latero cemento. Lo scheletro portante è costituito dai seguenti elementi strutturali:

Pilastro: Elemento con una dimensione prevalente, in genere posizionato verticalmente tra due piani differenti e sottoposto a pressoflessione deviata e taglio biassiale.

Trave: Elemento con una dimensione prevalente, in genere posizionato orizzontalmente ed appartenente ad un solo piano e sottoposto a flessione semplice e taglio.

Trave di fondazione: Elemento con una dimensione prevalente ipotizzato su suolo elastico e in genere sottoposto a flessione semplice e taglio.

Biella: Elemento con una dimensione prevalente incernierato all'estremità, sottoposto a sforzo normale ed eventualmente a flessione e taglio dovuti al peso proprio.

Solaio controventato: Solaio la cui rigidezza membranale è modellata con bielle.

Parete duttile: Parete come definita al §7.4.3.1 modellata con modello WCM ^[2-1]_[2-2] (Wide-Column Model), ovvero pilastro e 4 link rigidi.

Parete: Elemento bidimensionale verticale modellata con shell.

Piastra: Elemento bidimensionale orizzontale o inclinata modellata con shell.

Piastra di Winkler : Piastra su suolo elastico di Winkler.

Plinto diretto: Piastra diritto con base rettangolare ed altezza costante. Modellato con un beam tozzo ed un vincolo cedevole.

[2-1]: Beyer-Dazio-Priestley, "Seismic design of torsionally eccentric buildings with U-shaped RC walls", 2008, par.2.3.1, pag.17 - IUSS Press Pavia

[2-2]: M. N. Fardis, E. C. Carvalho, A. Elnashai, E. Faccioli, P. E. Pinto, A. Plumier, "Guida all'Eurocodice 8", 2011, par.4.6.3, pag.80 - EPC Editore

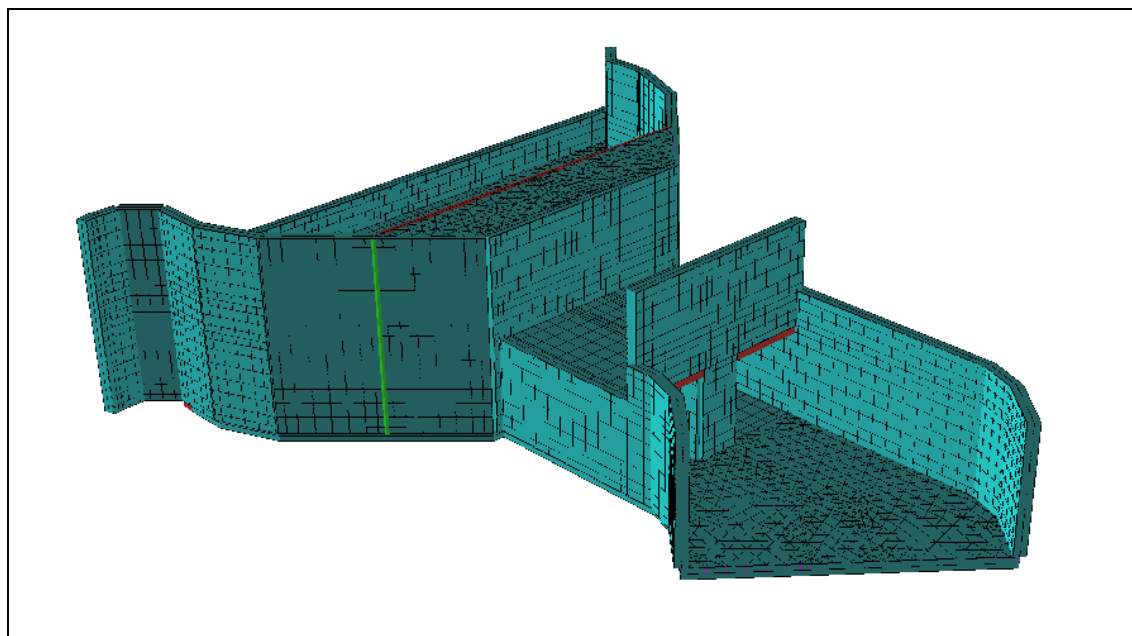


Figura 7-2 - Vista struttura n°2. Cono ottico con vertice (53.04m, 54.68m, 25.87m) e bisettrice passante per il punto (11.69m, 13.33m, -7.89m).

7.2 MODELLAZIONE STRUTTURALE

L'analisi numerica è condotta col metodo degli spostamenti ipotizzando un comportamento elastico-lineare degli elementi. È quindi utilizzata la tecnica degli elementi finiti 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 sono gli spostamenti dei nodi (6 per ogni nodo) riferite al sistema di riferimento globale, unico per tutti i componenti.

Gli spostamenti incogniti sono ottenuti risolvendo un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dalle forze concentrate nei nodi:

$$\mathbf{K} \cdot \mathbf{u} = \mathbf{F} \quad (4.1)$$

in cui:

\mathbf{K} = matrice di rigidezza della struttura

\mathbf{u} = vettore spostamenti nodali

\mathbf{F} = vettore forze nodali

La risoluzione numerica del sistema viene perseguita tramite il metodo di Cholesky^[2].

Ottenuti gli spostamenti vengono calcolate le sollecitazioni nei singoli elementi riferite al sistema di riferimento locale dell'elemento stesso.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema strutturale sono:

Beam: Elemento con una dimensione prevalente che unisce due punti dello spazio. Utilizzato per travi, pilastri e pareti duttili. Il modello adottato è quello di Timoshenko.




Beam di Winkler: Beam su suolo elastico. Utilizzato per travi di fondazioni. Il modello adottato è quello di Eulero-Bernoulli su suolo elastico continuo.

Biella: Beam incernierato all'estremità. Utilizzata per modellare il comportamento membranale dei solai.

Shell Triangolare^[4-1]: Elemento bidimensionale triangolare con 3 nodi (corrispondenti ai 3 vertici) ottenuto dall'unione di un elemento lastra CST (Constant Strain Triangle) con 6 gdl e di un elemento piastra sottile di Kirchhoff DKT (Discrete Kirchhoff Triangle)^[4-2] con 9 gdl.

Shell Rettangolare^[4-1]: Elemento bidimensionale rettangolare con 4 nodi (corrispondenti ai 4 vertici) ottenuto dall'unione di un elemento lastra LSR (Linear Strain Rectangle) con 8 gdl e di un elemento piastra sottile di Kirchhoff ACM (Elemento Adini-Clough-Melosh, 1961-63) con 12 gdl.

L'appoggio delle lastre sui pilastri è modellato aggiungendo dalle travi fittizie rigide che

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

uniscono i nodi delle mesh ricadenti all'interno del pilastro.

Il sistema di riferimento globale è orientato con l'asse z verso l'alto.

Il sistema di riferimento globale è orientato con l'asse z verso l'alto. Il sistema di riferimento delle aste ha l'origine nel primo nodo dell'asta, gli assi x e y coincidenti con gli assi della sezione e l'asse z orientato come l'asta. Le rotazioni sono considerate positive se concorde con gli assi vettori.

Nel sistema di riferimento locale l'elemento shell giace nel piano x', y' . Per gli shell verticali l'asse x' è scelto parallelo al piano orizzontale con l'angolo $x'-x$ compreso tra -45° (escluso) e 135° ; l'asse y' è rivolto verso l'alto. Per gli shell orizzontali l'asse x' è parallelo all'asse x, e l'asse z' è rivolto verso l'alto.

L'analisi sismica è di tipo statica equivalente (§7.3.3.2 NTC08) con masse concentrate sui nodi.

Nell'analisi sismica SLV le non linearità geometriche (effetti $P-\Delta$) sono prese in conto attraverso il fattore θ , come prescritto dai §§7.3.1 e 7.3.3.3 NTC08

[4-1]: G Toniolo P.G. Malerba, "Metodi di discretizzazione dell'analisi strutturale", 1981 – Masson Italia

[4-2]: Jean-Louis Batoz, "An explicit formulation for an efficient triangular plate-bending element", 1982 - International Journal for Numerical Methods in Engineering

7.3 VERIFICA DELLE SEZIONI

La verifica delle sezioni è svolta in conformità con il §4.1NTC08 (Costruzioni in calcestruzzo) e §7.4NTC-08 (Progettazione per azioni sismiche - Costruzioni in calcestruzzo).

La simbologia utilizzata, ove non espressamente indicato, si riferisce ai suddetti paragrafi delle NTC08.

7.3.1 Verifica Stato Limite Ultimo

Per la verifica allo stato limite ultimo i modelli σ - ϵ adottati sono: (§4.1.2.1.2.2 NTC08)

- calcestruzzo: Modello parabola-rettangolo. Figura 4.1.1(a) NTC08
- acciaio: Modello elastico-perfettamente plastico indefinito. Figura 4.1.2(b) NTC08

La verifica a pressoflessione deviata è effettuata mediante l'espressione:

$$[(M_x/M_{Rx})^\alpha + (M_y/M_{Ry})^\alpha] \leq 1 \quad (4.1.10) \text{ NTC08}$$

L'esponente α è calcolato secondo quanto indicato al §5.8.9 EC2-2005. Il minimo valore di α è posto ad 1,5 come indicato da diversi autori^{[5-1][5-2]}.

Per il calcolo dei momenti resistenti M_{Rx} ed M_{Ry} dall'armatura longitudinale della sezione viene sottratta l'armatura necessaria alla verifica a torsione.

Le verifiche a torsione e a taglio biassiale sono effettuate con il metodo del traliccio ad inclinazione variabile imponendo:

$$1 \leq \text{ctg}(\theta) \leq 2,5 \quad (5.1)$$

La verifica del calcestruzzo è effettuata (a vantaggio di sicurezza) mediante l'espressione:

$$(V_{Edx}/V_{Rcdx} + V_{Edy}/V_{Rcdy} + M_t/T_{Rcd}) \leq 1 \quad (5.2)$$

Dove M_t = momento torcente.

La verifica dell'armatura a taglio (staffe) è eseguita considerando l'area di acciaio al netto dell'area necessaria alla verifica a torsione ed avviene, a vantaggio di sicurezza, utilizzando la formula:

$$[(V_{Edx}/V_{Rsdx})^2 + (V_{Edy}/V_{Rsdy})^2] \leq 1 \quad (5.3)$$

Ogni sezione (per travi, pilastri e pareti) è verificata per la presenza contemporanea delle sei sollecitazioni (N , M_x , M_y , V_x , V_y , M_t)

Le verifiche agli SLU delle pareti sono effettuate come indicato nel §7.4.4.5.1 NTC08

[5-1]: Cosenza-Manfredi-Pecce, "Strutture in cemento armato", 2008, §4.5, pag.165 – Editore Hoepli

[5-2]: Aurelio Ghersi, "Il cemento Armato", 2010, Cap.10 par.10, pag.324 - Dario Flaccovio Editore

7.3.2 Verifica Stato Limite Tensione di Esercizio

Le verifiche delle tensioni di esercizio sono fatte in conformità con il §4.1.2.2.5 NTC-08.

La verifica è effettuata, per tutte le sezioni (travi, pilastri e pareti), a pressoflessione deviata (presenza contemporanea di N , M_x , M_y) con l'espressione^[5-3]:

$$|M_x/M_{ax}| + |M_y/M_{ay}| \leq 1 \quad (5.4)$$

dove:

M_{ax} = Momento M_x ammissibile a pressoflessione retta con sforzo normale N

M_{ay} = Momento M_y ammissibile a pressoflessione retta con sforzo normale N

[5-3]: Aurelio Ghersi, "Il cemento Armato", 2010, Cap.10 par.6, pag.285 - Dario Flaccovio Editore

7.3.3 Verifica Stato Limite di Fessurazione

Le verifiche dello stato limite di fessurazione sono fatte in conformità con il §4.1.2.2.4 NTC08. Si è scelto quindi, conformemente con quanto suggerito dalla CNTC08 §4.1.2.2.4, di far riferimento al D.M. 9 gennaio 1996 e al punto B.6 della Circolare Min. LL.PP 252 del 15/10/1996.

Per ogni lato della sezione è calcolato, considerando una tensoflessione retta, l'apertura della fessura con l'espressione:

$$w_d = 1,7 w_m = 1,7 \Delta_{sm} \epsilon_{sm} \quad (5.5)$$

I valori così calcolati sono confrontati con i valori nominali ricavati dalla tabella 4.1.IV NTC08.

In aggiunta alle verifiche a tensoflessione retta viene effettuata la verifica a fessurazione a tensoflessione deviata procedendo in questo modo:

- Si sceglie il valore Δ_{sm} che corrisponde alla massima fessurazione a tensoflessione semplice.
- Si ricava ϵ_{sm} dalla (5.5) ponendo w_d pari al valore nominale ammissibile.
- Si ricava σ_s dall'equazione: $\epsilon_{sm} = \sigma_s (1 - \beta_1 \beta_2 \beta^2) / E_s$ (CM LL.PP 252 del 15/10/1996 §B.6.6.3.(b))
- Nota la σ_s si procede alla verifica con la formula $|M_x/M_{ax}| + |M_y/M_{ay}| \leq 1$

7.3.4 Verifica Stato Limite di deformazione

Le verifiche allo stato limite di deformazione sono realizzate secondo quanto indicato §C4.1.2.2.2 della CNTC. In particolare il calcolo della deformazione flessionale delle travi è effettuato mediante integrazione delle curvature tenendo conto della viscosità del calcestruzzo.

Il modulo elastico del calcestruzzo E_{eff} è calcolato tenendo conto degli effetti della viscosità secondo l'espressione:

$$E_{eff} = E_{cm} / [1 + \varphi(\infty, t_0)] \quad (7.20 \text{ EC2-2005})$$

dove:

$\varphi(\infty, t_0)$ è calcolato mediante la tabella 11.2.VII delle NTC e con $t_0 = 30$ giorni.

E_{cm} = Modulo elastico istantaneo del calcestruzzo calcolato con la (11.2.5) delle NTC08.

L'inerzia delle sezioni parzialmente fessurate è calcolata con la formula (C4.1.11) della CNTC08. Le sezioni interamente fessurate sono omogenizzate con $n=15$.

7.3.5 Elementi secondari

Gli elementi strutturali considerati secondari sono inseriti nel modello ed armati in base ai risultati del calcolo^[5-4], rispettando così le verifiche di congruenza.

Il contributo della rigidezza degli elementi secondari, che per il §7.2.3 deve essere inferiore al 15% , è calcolato con la formula:

$$C_s = S_p / S_t - 1 \quad (5.6)$$

Dove :

C_s = contributo alla rigidezza degli elementi secondari.

S_p = spostamento medio d'impalcato considerando i soli elementi principali, eliminando cioè gli elementi secondari moltiplicandone il modulo di elasticità per 0.001

S_t = spostamento medio dell'impalcato tenendo conto di tutti gli elementi.

Per la verifica di linearità per le combinazioni di carico agli SLU, previste dal §C7.2.3 (CNTC-08) in alternativa alla prescrizioni del cap. 7 NTC08, si utilizzano i diagrammi σ/ϵ bilineari dell'acciaio (fig. 4.1.2 (b) NTC08) e del calcestruzzo (fig. 4.1.1 (b) NTC08). Si impone quindi, utilizzando il modello lineare del calcestruzzo non resistente a trazione, $\sigma_c \leq f_{cd}$; $\sigma_s \leq f_{yd}$; $n = (f_{yd} \cdot \epsilon_{c3}) / (f_{cd} \cdot \epsilon_{yd})$

[5-4]: Aurelio Ghersi - Pietro Lenza, "Edifici antisismici in cemento armato", 2009, Cap.6 par.4.3, pag.172 - Dario Flaccovio Editore

7.4 VERIFICHE SHELL

Ipotizziamo senza ledere la generalità che le armature siano disposte lungo gli assi locali x e y (figura seguente)

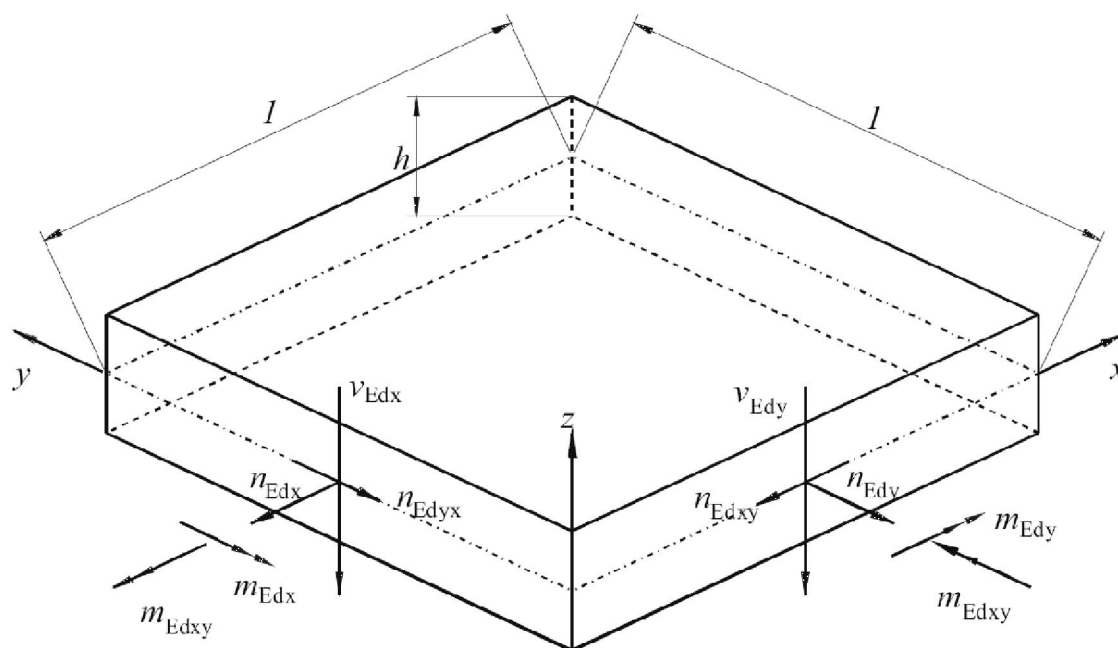


Figura 7-3 - Elemento shell

7.5 VERIFICA ARMATURA

Nel caso di lastra le sollecitazioni di verifica delle armature sono calcolate come indicato nell'appendice F EC2-2005, ovvero, a vantaggio di sicurezza:

$$n'_{dx} = n_{Edx} + |n_{Edxy}| \quad (5.7a)$$

$$n'_{dy} = n_{Edy} + |n_{Edxy}| \quad (5.7b)$$

con n_{Edy} positiva se di trazione.

Nel caso di piastra i momenti di verifica delle armature sono calcolati, a vantaggio di sicurezza, con le seguenti espressioni ^[5-5]:

$$m'_{dx} = m_{Edx} \pm |m_{Edxy}| \quad (5.8a)$$

$$m'_{dy} = m_{Edy} \pm |m_{Edxy}| \quad (5.8b)$$

Nel caso generale si utilizzano entrambe le sollecitazioni calcolate con le (5.7) e (5.8) e la verifica è eseguita a presso-tenso-flessione.

7.6 VERIFICA CALCESTRUZZO

Per la verifica del calcestruzzo il software ricerca le direzioni principali di compressione

superiore e inferiore. Per le 4 direzioni trovate si esegue la verifica a pressoflessione.

Per il solo fine di verifica del calcestruzzo, nella generica sezione con direzione φ , si considera presente l'armatura:

$$A_{s\varphi} = A_{sx} \cos^2 \varphi + A_{sy} \sin^2 \varphi$$

utilizzando sostanzialmente il metodo della linea di rottura di Johansen ^[5-6].

Nel caso di lastre la verifica dei puntoni di calcestruzzo è effettuata con la formula:

$$n_{cd} = 2 |n_{Edxy}| < v \cdot f_{cd} \cdot h \quad (\text{F.4 EC2-2005})$$

Nel caso generico, per la verifica dei puntoni di calcestruzzo, si utilizza il modello a sandwich descritto nell'allegato LL EC2 -2005 parte 2, formule: (LL.137) – (LL.142)

7.7 VERIFICA A PUNZONAMENTO

La verifica a punzonamento è effettuata come indicato nel §6.4 dell'EC2-2005, utilizzando, a vantaggio di sicurezza, le sollecitazioni di taglio puntuali calcolate con il modello FEM elastico lineare anziché le distribuzioni calcolate ipotizzando un comportamento plastico della piastra. Dove non indicato esplicitamente la simbologia di questo paragrafo fa riferimento al §6.4 EC2-2005.

Nel caso di verifica del calcestruzzo senza specifica armatura a taglio è utilizzata la seguente formula, che generalizza le formule (6.47) e (6.49) dell'EC2:

$$v_{Rd} = \max \{ C_{Rd} k (100 \rho f_{ck})^{1/3} ; v_{min} \} \cdot \max \{ 2d/a ; 1 \} + k_d \sigma_{cp} \quad (5.9)$$

dove: a è la distanza dal pilastro, d è l'altezza utile della piastra.

Nel caso di specifica armatura a taglio le NTC indicano (§ 4.1.2.1.3.4) che l'intero sforzo allo SLU debba essere affidato all'armatura. Pertanto la formula di verifica, ottenuta a partire dalla [(6.52) EC2-2005], diventa:

$$\beta v_{Ed} / (u_1 d) \leq 1,5 (d/s_r) f_{ywd,ef} \sin \alpha A_{sw} / (u_1 d) \quad (5.10)$$

definendo:

u_s il perimetro posto a distanza $0,5d$ dal pilastro, ossia il primo perimetro di chiodi,

$\rho_w = A_{sw} / (u_s \cdot s_r) =$ rapporto geometrico di armatura a taglio perimetro u_s posto a distanza $0,5d$,

$v_s = \beta V_{Ed} / (u_s d) =$ tensione massima di taglio a distanza $0,5d$ dal pilastro [(6.38) EC2-2005],

la (5.10) diventa:

$$v_s = 1,5 \rho_w \sin \alpha f_{ywd,ef}$$

che è la formula di verifica usata.

[5-5]: P.Gambarova ed altri "Linee guida per la progettazione delle piastra in C.A.", 2007,

Cap.3 , pagg. 31-33 - Pàtron Editore

[5-6]: KW Johansen "Yield-line theory", London, Cement and Concrete Association, 1962

7.8 VERIFICHE PLINTI

7.8.1 Verifica a flessione e taglio

Per ogni direzione il plinto è suddiviso in due mensole ^[5-7]. Per il calcolo delle sollecitazioni in plinto si suppone posto su suolo di Winkler non resistente a trazione.

Per ogni mensola si considera una sezione di verifica con dimensioni $B \times H$, con armatura inferiore A_s ed armatura superiore A_{s1} dove:

B è la profondità del plinto (dimensione del plinto perpendicolare alla direzione della mensola).

H è l'altezza del plinto

A_s [A_{s1}] è l'armatura inferiore [superiore] presente nel plinto e disposta lungo la direzione delle mensola.

Per la verifica del calcestruzzo, a vantaggio di sicurezza si utilizza $B' = \min\{ B ; \text{semiperimetro del pilastro} \}$

Per la verifica a flessione si fa riferimento alla sezione posta in asse con il pilastro. Per la verifica a taglio si fa riferimento ad una sezione posta a distanza d dal bordo del pilastro ^[5-7], con d è l'altezza utile del plinto.


Per i plinti tozzi si esegue la verifica dell'armatura inferiore anche con il modello Puntone-Tirante^[5-8]. Tale verifica è effettuata se l'angolo del puntone è maggiore di 45° .

Nella generazione degli esecutivi circa la metà dell'armatura è posta ad una distanza dal pilastro minore di $d/2$.

7.8.2 Verifica punzonamento

La verifica a punzonamento è effettuata come indicato nel §6.4 dell'EC2-2005. Le verifiche a punzonamento sono effettuate lungo i perimetri di verifica che distano dal pilastro: $0, d/2, d, 3d/2, 2d$, dove d è l'altezza utile del plinto.

Per il calcolo della forza del terreno ΔV_{ED} interna alla superficie di verifica si utilizza l'ipotesi di base ridotta o superficie utile del plinto^[5-9].

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

Nel caso di specifica armatura a taglio l'intero sforzo allo SLU è affidato all'armatura. (NTC08 §4.1.2.1.3.4).

Per il calcolo di β si utilizza la formula approssimata (6.43 EC2-2005)

Tra le verifiche a punzonamento è presente la verifica (6.53 EC2-2005) che è sostanzialmente la verifica dei puntoni di calcestruzzo sotto al pilastro.

[5-7]: Lancellotta – Calavera. "Fondazioni", 1999, §8.3, pag.404 – McGraw-Hill

[5-8]: Angotti, Giuglia, Marro, Orlando, "Progetto delle strutture in calcestruzzo armato", 2011, §10.12.3, pag.612 – Hoepli

[5-9]: Favre, Jaccoud, Koprna, Radojicic "Progettare in calcestruzzo armato. Piastre, muri, pilastri e fondazioni", 1995, §7.2.3, pag.359 – Hoepli

7.9 VERIFICA STRUTTURE ESISTENTI

Le verifiche delle strutture esistenti sono eseguite come indicato nel §C8.7.2 delle CNTC08.

La capacità di rotazione ultima delle travi, dei pilastri e delle pareti è calcolata con la formula (C8A.6.1)

La verifica di resistenza dei nodi trave-pilastro è fatta con le formule (8.7.2.2) e (8.7.2.3) suggerite dalla CNTC08 al §C8.7.2.4 o, in alternativa, con il procedimento indicato dall'EC8-3 2005 al §A.3.4.1 ovvero riportato nel §7.4.4.3 delle NTC08.

7.10 COMBINAZIONI DI CARICO

Tutte le combinazioni di carico adottate per le verifiche ed i relativi coefficienti sono indicate nei tabulati prodotti dal software.

La pressione del terreno di fondazione è calcolata con i coefficienti parziali A1 (§6.2.3.1.1 NTC08).

Alle combinazioni di carico espressamente indicate nei tabulati sono aggiunte, dove previsto, le sollecitazioni dovute alle gerarchie di resistenza secondo il § 7.3 NTC 08

7.11 TABULATI DI STAMPA

Dati Generali

Dati generali Struttura

- Comune: Senago
- Provincia: Milano (MI)
- Latitudine [°]: 45.575
- Longitudine [°]: 9.1176
- Altitudine [m]: 176
- Tipo di opera: 2: Ordinaria
- Vita nominale anni: 50

Vento

- Zona vento: 1
- Distanza dalla costa [Km]: 129.93
- Periodo di ritorno [anni]: 50
- Pressione di riferimento [N/m²]: 390.91
- Classe rugosità: C: Area con ostacoli diffusi
- Categoria esposizione: III
- Coefficiente topografico: 1
- Coefficiente dinamico: 1
- Quota relativa allo zero vento [m]: 0

Neve

- Zona neve: I-Mediterranea
- Periodo di ritorno [anni]: 50
- Neve al suolo qsk [N/m²]: 1500
- Topografia: Normale
- Coefficiente topografia: 1
- Coefficiente termico: 1

Sisma

- Zona sisma: 4: irrilevante
- Codice zona regionale: 4

- Classe Uso: II: Affollamento normale
- Coefficiente d'uso Cu: 1
- Periodo di riferimento [anni]: 50
- Quota relativa allo zero sismico [m]: 0
- Risposta locale Sisma
- Categoria Sottosuolo: C: $180\text{m/s} < V_s < 360\text{m/s}$
- Categoria Topografica: T1: Pianeggiante ($i < 15^\circ$)
- Fattore di struttura
- Duttilità: B: Bassa duttilità
- Regolarità altezza: Regolare
- Regolarità in pianta: Regolare
- Tipologia dir X: Telai più piani e più campate
- Fattore di struttura qx: 3.9
- Tipologia dir Y: Telai più piani e più campate
- Fattore di struttura qy: 3.9
- Fattore di struttura qz: 1.5
- Smorzamento viscoso ξ [%]: 5

Sisma: Parametri ag , F_o , T_c^*

Stato Limite	Pvr[%]	Tr	ag/g	F_o	$T_c^*[s]$
SLO	81	30.107	0.017322	2.5577	0.16019
SLD	63	50.289	0.02177	2.5288	0.1901
SLV	10	474.56	0.04458	2.6657	0.27995
SLC	5	974.79	0.053775	2.7078	0.29999

Amplificazione stratigrafica

S.L.	Prv%	S	ST	Ss	Cc	$T_c [s]$
SLO	81	1.5	1	1.5	1.9216	0.30782
SLD	63	1.5	1	1.5	1.8161	0.34522
SLV	10	1.5	1	1.5	1.5983	0.44744
SLC	5	1.5	1	1.5	1.5622	0.46866




Spettri elastici [g]

direzione X [g]	direzione Y [g]	direzione Z [g]
-----------------	-----------------	-----------------

T [s]	SLO	SLD	SLV	SLC	SLO	SLD	SLV	SLC	SLO	SLD	SLV	SLC
0.00	0.0260	0.0327	0.0669	0.0807	0.0260	0.0327	0.0669	0.0807	0.0031	0.0043	0.0127	0.0168
0.05	0.0457	0.0543	0.1042	0.1248	0.0457	0.0543	0.1042	0.1248	0.0079	0.0110	0.0339	0.0456
0.10	0.0654	0.0760	0.1415	0.1688	0.0654	0.0760	0.1415	0.1688	0.0079	0.0110	0.0339	0.0456
0.15	0.0665	0.0826	0.1783	0.2129	0.0665	0.0826	0.1783	0.2129	0.0079	0.0110	0.0339	0.0456
0.20	0.0665	0.0826	0.1783	0.2184	0.0665	0.0826	0.1783	0.2184	0.0059	0.0082	0.0254	0.0342
0.25	0.0665	0.0826	0.1783	0.2184	0.0665	0.0826	0.1783	0.2184	0.0047	0.0066	0.0203	0.0274
0.30	0.0665	0.0826	0.1783	0.2184	0.0665	0.0826	0.1783	0.2184	0.0039	0.0055	0.0169	0.0228
0.35	0.0584	0.0815	0.1783	0.2184	0.0584	0.0815	0.1783	0.2184	0.0034	0.0047	0.0145	0.0195
0.40	0.0511	0.0713	0.1783	0.2184	0.0511	0.0713	0.1783	0.2184	0.0030	0.0041	0.0127	0.0171
0.45	0.0455	0.0634	0.1772	0.2184	0.0455	0.0634	0.1772	0.2184	0.0026	0.0037	0.0113	0.0152
0.50	0.0409	0.0570	0.1595	0.2047	0.0409	0.0570	0.1595	0.2047	0.0024	0.0033	0.0102	0.0137
0.60	0.0341	0.0475	0.1329	0.1706	0.0341	0.0475	0.1329	0.1706	0.0020	0.0027	0.0085	0.0114
0.70	0.0292	0.0407	0.1139	0.1462	0.0292	0.0407	0.1139	0.1462	0.0017	0.0023	0.0073	0.0098
0.80	0.0256	0.0356	0.0997	0.1280	0.0256	0.0356	0.0997	0.1280	0.0015	0.0021	0.0064	0.0085
0.90	0.0227	0.0317	0.0886	0.1137	0.0227	0.0317	0.0886	0.1137	0.0013	0.0018	0.0056	0.0076
1.00	0.0205	0.0285	0.0798	0.1024	0.0205	0.0285	0.0798	0.1024	0.0012	0.0016	0.0051	0.0068
1.50	0.0136	0.0190	0.0532	0.0682	0.0136	0.0190	0.0532	0.0682	0.0005	0.0007	0.0023	0.0030
2.00	0.0085	0.0120	0.0355	0.0464	0.0085	0.0120	0.0355	0.0464	0.0003	0.0004	0.0013	0.0017
2.50	0.0055	0.0077	0.0227	0.0297	0.0055	0.0077	0.0227	0.0297	0.0002	0.0003	0.0008	0.0011
3.00	0.0038	0.0053	0.0158	0.0206	0.0038	0.0053	0.0158	0.0206	0.0001	0.0002	0.0006	0.0008
3.50	0.0028	0.0039	0.0116	0.0152	0.0028	0.0039	0.0116	0.0152	0.0001	0.0001	0.0004	0.0006
4.00	0.0021	0.0030	0.0089	0.0116	0.0021	0.0030	0.0089	0.0116	0.0001	0.0001	0.0003	0.0004

Spettri di progetto [g]

direzione X [g]					direzione Y [g]				direzione Z [g]			
T [s]	SLO	SLD	SLV	SLC	SLO	SLD	SLV	SLC	SLO	SLD	SLV	SLC
0.00	0.0260	0.0327	0.0669	0.0807	0.0260	0.0327	0.0669	0.0807	0.0031	0.0043	0.0127	0.0168
0.05	0.0457	0.0543	0.0598	0.0728	0.0457	0.0543	0.0598	0.0728	0.0079	0.0110	0.0226	0.0304
0.10	0.0654	0.0760	0.0527	0.0649	0.0654	0.0760	0.0527	0.0649	0.0079	0.0110	0.0226	0.0304
0.15	0.0665	0.0826	0.0457	0.0570	0.0665	0.0826	0.0457	0.0570	0.0079	0.0110	0.0226	0.0304
0.20	0.0665	0.0826	0.0457	0.0560	0.0665	0.0826	0.0457	0.0560	0.0059	0.0082	0.0169	0.0228
0.25	0.0665	0.0826	0.0457	0.0560	0.0665	0.0826	0.0457	0.0560	0.0047	0.0066	0.0135	0.0182
0.30	0.0665	0.0826	0.0457	0.0560	0.0665	0.0826	0.0457	0.0560	0.0039	0.0055	0.0113	0.0152
0.35	0.0584	0.0815	0.0457	0.0560	0.0584	0.0815	0.0457	0.0560	0.0034	0.0047	0.0097	0.0130




A.T.P.:									Consulenti:			
				<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>		<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>				<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>		
0.40	0.0511	0.0713	0.0457	0.0560	0.0511	0.0713	0.0457	0.0560	0.0030	0.0041	0.0089	0.0114
0.45	0.0455	0.0634	0.0454	0.0560	0.0455	0.0634	0.0454	0.0560	0.0026	0.0037	0.0089	0.0108
0.50	0.0409	0.0570	0.0409	0.0525	0.0409	0.0570	0.0409	0.0525	0.0024	0.0033	0.0089	0.0108
0.60	0.0341	0.0475	0.0341	0.0437	0.0341	0.0475	0.0341	0.0437	0.0020	0.0027	0.0089	0.0108
0.70	0.0292	0.0407	0.0292	0.0375	0.0292	0.0407	0.0292	0.0375	0.0017	0.0023	0.0089	0.0108
0.80	0.0256	0.0356	0.0256	0.0328	0.0256	0.0356	0.0256	0.0328	0.0015	0.0021	0.0089	0.0108
0.90	0.0227	0.0317	0.0227	0.0292	0.0227	0.0317	0.0227	0.0292	0.0013	0.0018	0.0089	0.0108
1.00	0.0205	0.0285	0.0205	0.0262	0.0205	0.0285	0.0205	0.0262	0.0012	0.0016	0.0089	0.0108
1.50	0.0136	0.0190	0.0136	0.0175	0.0136	0.0190	0.0136	0.0175	0.0005	0.0007	0.0089	0.0108
2.00	0.0085	0.0120	0.0091	0.0119	0.0085	0.0120	0.0091	0.0119	0.0003	0.0004	0.0089	0.0108
2.50	0.0055	0.0077	0.0089	0.0108	0.0055	0.0077	0.0089	0.0108	0.0002	0.0003	0.0089	0.0108
3.00	0.0038	0.0053	0.0089	0.0108	0.0038	0.0053	0.0089	0.0108	0.0001	0.0002	0.0089	0.0108
3.50	0.0028	0.0039	0.0089	0.0108	0.0028	0.0039	0.0089	0.0108	0.0001	0.0001	0.0089	0.0108
4.00	0.0021	0.0030	0.0089	0.0108	0.0021	0.0030	0.0089	0.0108	0.0001	0.0001	0.0089	0.0108

Carico Termico

- Δ temp. travi elevaz. e pilastri: 15 °C
- Δ temp. travi fondazione: 0 °C

Opzioni di calcolo

- g per il calcolo della forza peso: 9.8066 m/s²
- Deformabilità a taglio per travi e pilastri: Sì

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

Archivi

Azioni di carico

N	Descrizione	Descrizione estesa	Tipo	Cat.	γ	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Classe
									Durata
1	peso. prop	Peso proprio	G1		1.3	1	1	1	Perm.
2	caric. perm	Carichi permanenti elementi non struttur..	G2		1.5	1	1	1	Perm.
3	Resid	Ambienti ad uso residenziale	Q	A	1.5	0.7	0.5	0.3	Media
4	Uffici	Uffici	Q	B	1.5	0.7	0.5	0.3	Media
5	Affol.	Ambienti suscettibili di affollamento	Q	C	1.5	0.7	0.7	0.6	Media
6	Comm.	Ambienti ad uso commerciale	Q	D	1.5	0.7	0.7	0.6	Media
7	Depos. Bibli.	Biblioteche, depositi, ecc..	Q	E	1.5	1	0.9	0.8	Lunga
8	Park. <3t	Parcheggi auto < 30000N	Q	F	1.5	0.7	0.7	0.6	Media
9	Park. >3t	Parcheggi autoveicoli > 30000N	Q	G	1.5	0.7	0.5	0.3	Media
10	Copert	Coperture e sottotetti	Q	H	1.5	0	0	0	Breve
11	Vento X	Vento X	Q		1.5	0.6	0.2	0	Istant.
12	Vento Y	Vento Y	Q		1.5	0.6	0.2	0	Istant.
13	Neve <1km	Neve (a quota <= 1000m s.l.m.)	Q		1.5	0.5	0.2	0	Breve
14	Neve >1km	Neve (a quota > 1000m s.l.m.)	Q		1.5	0.7	0.5	0.2	Media
15	Term.	Variazioni termiche	Q		1.5	0.6	0.5	0	Breve
16	Sisma X	Sisma X	E						Istant.
17	Ecc.Y Sism.X	Ecc.Y Sism.X	E						Istant.
18	Sisma Y	Sisma Y	E						Istant.
19	Ecc.X Sism.Y	Ecc.X Sism.Y	E						Istant.
20	Sisma Z	Sisma Z	E						Istant.

Calcestruzzo

N	Descrizione	fck	Rck	Esist.	fcm	Rig.Tors.	Prezzo
		[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[%]	[€/m ³]
1	C25/30	25	30	No	33	5	100.00
2	C28/35	28	35	No	36	5	105.00
3	C32/40	32	40	No	40	5	110.00
4	C35/45	35	45	No	43	5	120.00

Materiale generico

N	Descrizione	Tipo	E [N/mm ²]	C.Pois	Densità	C. Dil. Term.	Rigid. Tors
					[kg/m ³]	[10 ⁻⁶ /°C]	[%]

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

1	C25/30	cls 31476	0.2	2500	12 5
2	C28/35	cls 32308	0.2	2500	12 5
3	C32/40	cls 33346	0.2	2500	12 5
4	C35/45	cls 34077	0.2	2500	12 5

Acciaio tondini

N	descrizione	fyk	ftk	Prezzo
		[N/mm ²]	[N/mm ²]	[€/kg]
1	B450C	450	540	1.2

Sezioni rettangolari

N	Descrizione	Base [m]	Altezza [m]
1	R 30x30	0.3	0.3
2	R 30x50	0.3	0.5
3	R 50x30	0.5	0.3
6	R 30x60	0.3	0.6
7	R 100x40	1	0.4
8	R 40x40	0.4	0.4

Sezioni circolari

N	Descrizione	Diametro [m]
4	C 40	0.4

Sezioni a T




N	Descrizione	Bsx[m]	Bc[m]	Bdx[m]	H1[m]	H2[m]	tipo
					(H ala)	(Htot-H1)	
5	⊥ 100x90	0.3	0.4	0.3	0.4	0.5	⊥

Sezioni Geometriche generiche

N	Descrizione	Tipo	Ix [cm ⁴]	Iy [cm ⁴]	area [cm ²]	xx	xy
1	R 30x30	■	67500	67500	900	1.2	1.2
2	R 30x50	■	312500	112500	1500	1.2	1.2
3	R 50x30	■	112500	312500	1500	1.2	1.2
4	C 40	●	125664	125664	1256.6	1.1111	1.1111
5	⊥ 100x90	⊥	3650000	3600000	6000	1.1093	1.4027
6	R 30x60	■	540000	135000	1800	1.2	1.2
7	R 100x40	■	533333	3333333	4000	1.2	1.2
8	R 40x40	■	213333	213333	1600	1.2	1.2

Archivio vincoli

N	descrizione	kx [N/m]	ky [N/m]	kz [N/m]	krx [Nm]	kry [Nm]	krz [Nm]
1	incastro	∞	∞	∞	∞	∞	∞
2	libero	0	0	0	0	0	0

A.T.P.:				Consulenti:			
		Studio Associato di Geologia Spada		Dott. Ing. C. Tonetto		Prof. Dott. V. Mezzanotte	

3	cerniera	∞	∞	∞	0	0	0
4	Δx=Δy=0	∞	∞	0	0	0	0
5	cer.files	∞	∞	∞	∞	0	0

Stratigrafie

N	Descrizione	falda [m]	Strati
1	Tipo A		20 1 strati: Htot =15

Strati stratigrafia Tipo A (1 strati: Htot =15)

N	Descrizione	Classe	Tipo	Classe 2	potenza	γ	φ'	φ'cv	c'	cu	NSPT	OCR	Δσ'p	Eed	CR	RR	CR/RR	FC
					[m]	[kN/m³]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]			[kPa]	[MPa]				[%]
1	omogeneo	limo	fine	argillosa	15	18	28	28	5	30	30	1		5			8	0

Opzioni verifica terreni

n	descrizione	Portanza	Portanza	Scorr.	Scorr.	Liquef.	cedimenti	ced. Burl.	H compr.	ced. Max	d/Δw	k Amplif.
		Drenata	Non Dren.	Drenato	Non Dren.		Edometrici	Burbidge	Bur-Bur [m]	[m]		Sisma
1	Opz.A	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto

Suoli di posa fondazioni

N	Descrizione	kw Trasv./kw	kw Ass./kw	Stratigrafia	Opzioni Verifiche	prof. di	h sbanc.	h riporto	γ riporto
					Terreno	posa [m]	later. [m]	Later. [m]	Later.[kN/m³]
1	Posa A	0.5	0.1	1) Tipo A	1) Opz.A	1	0	0	14

Criteri progetto

N	Descrizione	acciaio	%E	Tipo Elemento	Parametri	Parametri	Parametri	Opzioni	Es	Opzioni	Vis.
		Materiale			Generali	Travi	Pilastr	Verifiche		Esistente	3D
1	default	B450C	100	Principale	1) param. Gen	1) opz.Trav	1) opz.Pil	1) default	No		Si
2	fondB450C	100		Principale	1) param. Gen	2) trav Fond	1) opz.Pil	1) default	No	Si	
3	sec Lin	B450C	100	Sec.Lineare	1) param. Gen	1) opz.Trav	1) opz.Pil	1) default	No		Si
4	sec Non Lin	B450C	100	Sec. Non Lin.	1) param. Gen	1) opz.Trav	1) opz.Pil	1) default	No		Si

Parametri generali criteri di progetto




N	Descrizione	Condiz.	ricopr.	Ø st.	passo St.	Ø ₁	Ø ₂	k1	intraFe	intra St.	L. max.	ampl. ae	arrot.	min
		ambient.	[mm]	[mm]	max.[m]	[mm]	[mm]	intraFe	min [mm]	min [mm]	tond.[m]	Cmb Rara	passo	anc./Ø
1	param. Gen	Ordinarie	30	8	0.334	14	18	1	20	40	12	1.5	Si	40

Parametri progetto pilastri

N	Descrizione	Ø staffe	Dist. Max. Tond.	Dist. Max. Tond.	Quadr
		nodo [mm]	Lato corto [cm]	Lato lungo [cm]	Simm
1	opz.Pil		8	30	30 No

Parametri progetto travi

N	Descrizione	Larg. max.	Dist. max.	Dist. max.	Dist. max.	Ripresa	K.unif.	Ø Fe Lat	Staffe a	Verif.zona
		staffe [cm]	Tond. Inf.[cm]	Tond. Sup.[cm]	Tond. Lat.[cm]		Monconi	[mm]	canestro	Nodo Pil.
1	opz.Trav		60	15	15	25 Centrale	2.25	12	No	Si
2	trav Fond		60	30	30	50 Centrale	2.25	12	No	Si

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

Parametri progetto pareti

N	Descrizione	Ø centr.	Ø centr.	Ø centr.	Zona Sx Dx	Zona Sx Dx	Zona Confinata	n° spilli	barre vert	barre orizz	simme-
		oriz. [mm]	vert. [mm]	spilli. [mm]	Ø Long. [mm]	Ø staffe [mm]	Laterale	[1/m²]	passo max [m]	passo max [m]	trica
1	crit.Parete Elev	12	12	8	16	8	Presente	9	0.3	0.3	No
2	crit.Parete Fond	12	12	8	12	8	Assente	9	0.3	0.3	No

Parametri progetto plinti

N	Descrizione	Ø inf.	Ø sup.	Ø sagomati	Ø staffoni	Passo	Passo	Simme-	Angolo	Base	β min	β max
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	Inf. [m]	Sup. [m]	trica	Sag. [°]	Sag. [d]		
1	Cirt Plinto	16	12	16	8	0.4	0.6	Si	45	1	1	10

Opzioni Verifiche

n	descrizione	SLU	SLU	SLU	instab.	SLE	SLE	SLE	SLE	Ripresa	Min da	Geom	Geom	Ger.	Ger.	Geom	Resist.	k N	k M	k V	k Mt	k
		Lineare ali Wink				Tens	fess.	Def	Spost.	Criteri	\$4.1.6	\$7.4.6	V-M	Tra-Pil	Nodo	Nodo						Sism.
1	default	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto

Opzioni FEM Shell

N	descrizione	%E	%E	Lung Max	L.Max Mesh
		lastra	piastra	Mesh [m]	Perim. [m]
1	parametri Shell	100	100	0.6	0.6

Opzioni FEM Beam




N	descrizione	Dim.	Link	Link	Lung Max	
		Nodo	$\Delta x\text{-}\Delta y$	Δz	Mesh [m]	
1	Fem Beam	1	Si	Si	No	1.2

Opzioni Progetto e Verifica Shell

N	descrizione	copert	passo max	passo max	dist.verif	soll.Sism.	verif.	ver.punt.NM	Prog.	Sequenza	Ottim.	Angolo Arm	k raggio
		di base	di base [m]	chiodi [m]	chiodi [d]	Medie	punt.NM	cmb Sism	Punz	progetto	Raffit.	Prog. [°]	medie
1	opz prog Shell	0.85	0.3	0.2	0.5	No	No	No	Rett.Circ.	M-V	Semplice	0	0.5
2	opz par. Taglio	0.85	0.3	0.2	0.5	Si	No	Si	Rett.Circ.	M-V	Semplice	0	0.5

Sezioni Beam

N	descrizione	sezione	materiale	Criterio	W	k.Wink.	Posa	L.impr.	Opz. FEM
				Progetto		[N/cm³]	Fondazione	[m]	Beam
1	No R 30x30	1) R 30x30	1) C25/30	1) default	No	0	No	0	1) Fem Beam
2	No R 30x50	2) R 30x50	1) C25/30	1) default	No	0	No	0	1) Fem Beam
3	No R 50x30	3) R 50x30	1) C25/30	1) default	No	0	No	0	1) Fem Beam
4	No C 40	4) C 40	1) C25/30	1) default	No	0	No	0	1) Fem Beam
5	No ⊥ 100x90w	5) ⊥ 100x90	1) C25/30	1) default	Si	10	1) Posa A	No	1) Fem Beam
6	No R 30x60	6) R 30x60	1) C25/30	1) default	No	0	No	0	1) Fem Beam
7	No R 100x40	7) R 100x40	1) C25/30	1) default	No	0	No	0	1) Fem Beam
8	No R 40x40	8) R 40x40	1) C25/30	1) default	No	0	No	0	1) Fem Beam

A.T.P.:				Consulenti:			
				<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>			
				Dott. Ing. C. Tonetto		Prof. Dott. V. Mezzanotte	

Sezioni pareti

N	descrizione	spessore	materiale	Criterio	tipo	Parametri	W	k.Wink.	Posa	Opz. FEM	Opz. Prog.
		[m]		Progetto	Parete		[N/cm²]		Fondazione	Shell	Shell
1	s30 0.3	1) C25/30	1) default	Shell	1) crit.Parete Elev	No	0			1) parametri Shell	1) opz prog Shell
2	s30 parete Sism	0.3	1) C25/30	1) default	Shell	1) crit.Parete Elev	No	0		1) parametri Shell	2) opz par. Taglio
3	s40fond	0.4	1) C25/30	1) default	Shell	2) crit.Parete Fond	Si	10	1) Posa A	1) parametri Shell	1) opz prog Shell
4	s100 1	1) C25/30	1) default	Shell	1) crit.Parete Elev	No	0			1) parametri Shell	1) opz prog Shell
5	s20 0.2	1) C25/30	1) default	Shell	1) crit.Parete Elev	No	0			1) parametri Shell	1) opz prog Shell
6	s40 0.4	1) C25/30	1) default	Shell	1) crit.Parete Elev	No	0			1) parametri Shell	1) opz prog Shell

Plinti diretti

N	descrizione	b1	b2	h	Materiale	Criterio	Criterio prog.	k.Wink.	Posa
		[m]	[m]	[m]		Progetto	Plinto	[N/cm²]	Fondazione
1	Plinto 2x2	2	2	0.6	1) C25/30	2) fond	1) Cirt Plinto	10	1) Posa A

Sezioni Solai

N	Descrizione	B [m]	b [m]	s [m]	H [m]	γ pignatta	Prez.pign.	materiale	criterio	criterio	n.	Traliccio
						[kg/m³]	[€/m²]			solaio		Tral
1	Sez_Sol 1	0.5	0.1	0.05	0.21	800	100	1) C25/30	1) default	1) Crit.Sol.1	0	

Criteri Solai

N	Descrizione	Appogg.	Mezz.	Rompitr.	Rompitr.	Rompitr.	Rompitr.	Ripart.	Ripart.	n.Fe.Min	n.Fe.Min
		qL²/M	qL²/M	d.max [m]	Larg. [m]	Ø [mm]	num.Fe	Ø [mm]	passo [m]	Inf.Camp.	Sup.balc.
1	Crit.Sol.1	18	10	4.5	0.15	12	4	8	0.33	1	1

Tralicci

N	Descrizione	Ø sup.	Ø st.	n Fe	Ø inf.'A'	n Fe	Ø inf.'B'	bc	hc	bt	bl	h	q Opera	L/f	Prezzo
		[mm]	[mm]	inf.'A'	[mm]	inf.'B'	[mm]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[N/m²]		[€/m]
1	Tr1 12	8	2	12	0	12	0.12	0.04	0.07	0.25	0.11	1000	500	30	

Dati aggiuntivi solai

- γ cls umido: 3000 kg/m³



Archivio Pannelli

N	descr.	Peso G1	Sezione	Sovr. G2	Sovr. acc.	Socr. acc.	Neve	spessore	Masse	Direzione	Prezzo	Cassa-
		[N/m²]	Solaio	[N/m²]	[N/m²]	Uso		[cm]		Carichi	[€/m²]	forma
1	solaio	3014.6	Si 1) Sez_Sol 1	2500	2000	3) Resid	No	25	Si	verticale	60	Si
2	tamp.30	0	No	4000	0	3) Resid	No	0	Si	verticale	0	No
3	balcone	3014.6	Si 1) Sez_Sol 1	2500	4000	5) Affol.	No	25	Si	verticale	60	Si
4	copertura	3014.6	Si 1) Sez_Sol 1	2500	2000	10) Copert	Si	25	Si	verticale	60	Si

Archivio Carichi concentrati

N	descrizione	Fx [N]	Fy [N]	Fz [N]	Massa Fz	Mx [Nm]	My [Nm]	Mz [Nm]	Azione carico
1	1t0	0	-10000	Si 0	0	0	02) caric. perm		

Archivio Carichi Distribuiti

		A.T.P.:			
STUDIO PAOLETTI		STUDIO PAOLETTI INGEGNERI ASSOCIATI		Studio Associato di Geologia Spada	
				Dott. Ing. C. Tonetto	
				Prof. Dott. V. Mezzanotte	

N	descr.	Vert.	Massa	Torc.	Rifer.	Ass.	Long	Azione
		[N/m]		[N/m]		[N/m]	[N/m]	Carico
1	1t/m		10000 Sì		0 globale	0		0 2) caric. perm

Archivio Carichi Distribuiti 2D

N	Descrizione	Carico	Azione	Masse	Direzione
		[N/m²]			Carichi
1	1KPa		1000 2) caric. perm	No	normale




Fattori di sovraresistenza γ_{Rd}

-	γ_{Rd} V-M Travi CDA: :	1.2
-	γ_{Rd} V-M Travi CDB: :	1
-	γ_{Rd} V-M Pilastrì CDA: :	1.3
-	γ_{Rd} V-M Pilastrì CDB: :	1.1
-	γ_{Rd} Fondazioni CDA: :	1.3
-	γ_{Rd} Fondazioni CDB: :	1.1
-	γ_{Rd} Ger.Trav.Pil CDA: :	1.3
-	γ_{Rd} Ger.Trav.Pil CDB: :	1.1
-	γ_{Rd} Res. Nodi CDA: :	1.2
-	γ_{Rd} Res. Nodi CDB: :	0
-	γ_{Rd} V-M Parete CDA: :	1.2
-	γ_{Rd} V-M Parete CDB: :	1

Struttura

Fili

N	x [m]	y [m]
2	0	0
3	1	1
4	1	2.73
5	2.035	21
6	6.821	0
7	15.181	0
8	20.125	0.6
9	212.94	
10	21	1
11	22	0
12	22.950	
13	23.380	1
15	7.251	6
16	7.2523	63
17	7.7524	95
18	9.2626	66
19	14.751	0
20	14.751	6
21	14.7517	01
22	15.2518	34
23	16.7520	04
24	10.251	0
25	10.251	6
26	11.751	0
27	11.751	6
28	1	1.3
29	21	1.3
30	7.251	0
31	7.25	0
32	10.250	

A.T.P.:		Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>
			<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>




33	11.750
34	7.251.3
35	10.251.3
36	11.751.3
37	14.751.3
38	7.25 4
39	10.254
40	11.754
41	14.754
42	10.2521.3
43	11.7520.14
44	10.9722.11
45	12.3920.86
46	12.4723.82
47	13.8922.57
48	14.750
49	4.427.57
50	17.627.57
51	11.027.57

Piani

N	z [m]	Esteso	Rigido
0	-6.9	Sì	No
1	-3.6	No	No
2	-2.4	No	No
4	0	No	No

Nodi

Piano	N	Δz	Vincolo	Lung max	Gruppo
		[m]		Mesh [m]	Rigido
0	2	01) incastro		0.3	0
0	3	01) incastro		0.3	0
0	4	04) $\Delta x = \Delta y = 0$		0.3	0
0	5	04) $\Delta x = \Delta y = 0$		0.3	0
0	6	04) $\Delta x = \Delta y = 0$		0.3	0
0	7	04) $\Delta x = \Delta y = 0$		0.3	0
0	8	04) $\Delta x = \Delta y = 0$		0.3	0

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

0	9	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	10	01) incastro	0.3	0
0	11	01) incastro	0.3	0
0	12	01) incastro	0.3	0
0	13	01) incastro	0.3	0
0	15	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	16	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	17	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	18	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	19	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	20	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	21	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	22	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	23	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	24	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	25	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	26	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	27	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	28	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	29	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	30	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	34	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	35	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	36	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	37	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	38	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	39	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	40	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	41	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	42	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	43	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	44	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	45	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	46	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
0	47	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

0	49	01) incastro	0.3	0
0	50	01) incastro	0.3	0
0	51	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
1	2	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
1	3	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
1	10	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
1	11	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
1	28	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
1	29	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
1	31	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
1	32	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
1	33	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
1	34	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
1	35	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
1	36	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
1	37	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0
1	48	04) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0

Pilastri

Piano	Filo	Piano	rotaz	Sezione beam	Δx_i [cm]	Δy_i [cm]	L0x/L	L0x/L	Vincolo Ini.	Vincolo Fin.
	Ini	Fin	[°]						Interno	Interno
4	49	0	08) R 40x40	0	0.59091	0.59091	1) incastro	1) incastro		
4	50	0	08) R 40x40	0	0.59091	0.59091	1) incastro	1) incastro		

Travi




Piano	N	Filo	Filo	Piano	rotaz	Sezione beam	Δx_i [cm]	Δy_i [cm]	Δx_f [cm]	Δy_f [cm]	Vincolo Ini.	Vincolo Fin.
		Ini	Fin		[°]						Interno	Interno
0	128	34	0	07) R 100x40	0	0	0	0	1) incastro	1) incastro		
0	234	35	0	07) R 100x40	0	0	0	0	1) incastro	1) incastro		
0	335	36	0	07) R 100x40	0	0	0	0	1) incastro	1) incastro		
0	436	37	0	07) R 100x40	0	0	0	0	1) incastro	1) incastro		
0	537	29	0	07) R 100x40	0	0	0	0	1) incastro	1) incastro		
1	130	15	1	0 1) R 30x30	0	0	0	0	1) incastro	1) incastro		
1	224	25	1	0 1) R 30x30	0	0	0	0	1) incastro	1) incastro		
1	326	27	1	0 1) R 30x30	0	0	0	0	1) incastro	1) incastro		
1	419	20	1	0 1) R 30x30	0	0	0	0	1) incastro	1) incastro		
1	515	25	1	0 1) R 30x30	0	0	0	0	1) incastro	1) incastro		
1	625	27	1	0 1) R 30x30	0	0	0	0	1) incastro	1) incastro		

A.T.P.:								Consulenti:	
				<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>		<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>			<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

1	727	20	1	0 1) R 30x30 0	0	0	0 1) incastro 1) incastro
1	830	24	1	0 1) R 30x30 0	0	0	0 1) incastro 1) incastro
1	924	26	1	0 1) R 30x30 0	0	0	0 1) incastro 1) incastro
1	1026	19	1	0 1) R 30x30 0	0	0	0 1) incastro 1) incastro
4	149	51	4	0 6) R 30x60 0	0	0	0 1) incastro 1) incastro
4	251	50	4	0 6) R 30x60 0	0	0	0 1) incastro 1) incastro

Pareti

Piano	N	Filo	Filo	Piano	Sezione	Δx_i	Δy_i	Δx_f	Δy_f	Base	lw [m]	Angolo [°]	Filo	Megaparete
		Ini	Fin	Inf		[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	Elev			centr	
1	1	28	34	0	6) s40 0	0	0	0	No	6.25	-90		1	
1	2	34	35	0	6) s40 0	0	0	0	No	3	-90		1	
1	3	35	36	0	6) s40 0	0	0	0	No	1.5	-90		1	
1	4	36	37	0	6) s40 0	0	0	0	No	3	-90		1	
1	5	37	29	0	6) s40 0	0	0	0	No	6.25	-270		1	
1	6	6	30	0	6) s40 0	0	0	0	No	0.43	-90		7	
1	7	30	15	0	6) s40 0	0	0	0	No	6	-180		8	
1	8	25	27	0	1) s30 0	0	0	0	No	1.5	-90		22	
1	10	2	3	0	6) s40 0	0	0	0	No	1.4142	-45		2	
1	11	3	28	0	6) s40 0	0	0	0	No	0.3	0		3	
1	12	4	5	0	6) s40 0	0	0	0	No	2.6854	-22.55		4	
1	13	5	49	0	6) s40 0	0	0	0	No	3.3588	-45.36		5	
1	14	28	4	0	6) s40 0	0	0	0	No	1.43	-180		3	
1	15	8	50	0	6) s40 0	0	0	0	No	3.5426	44.886		15	
1	18	13	12	0	6) s40 0	0	0	0	No	0.44147	-76.91		11	
1	19	7	19	0	6) s40 0	0	0	0	No	0.43	90		7	
1	20	19	20	0	6) s40 0	0	0	0	No	6	0		16	
1	21	12	11	0	6) s40 0	0	0	0	No	0.95	-90		23	
1	22	24	26	0	1) s30 0	0	0	0	No	1.5	-90		6	
1	23	11	10	0	6) s40 0	0	0	0	No	1.4142	-135		12	
1	24	24	25	0	1) s30 0	0	0	0	No	6	0		20	
1	25	26	27	0	1) s30 0	0	0	0	No	6	0		21	
1	26	10	29	0	6) s40 0	0	0	0	No	0.3	0		13	
1	27	29	9	0	6) s40 0	0	0	0	No	1.64	-180		13	
1	28	49	6	0	6) s40 0	0	0	0	No	3.4154	-224.6		24	
1	29	50	7	0	6) s40 0	0	0	0	No	3.4436	-134.9		25	
1	30	24	51	0	1) s30 0	0	0	0	No	2.5491	-162.4		27	
1	31	51	26	0	1) s30 0	0	0	0	No	2.5373	-196.7		28	




A.T.P.:										Consulenti:					
								<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>		<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>				<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>	
32	9	8	0	6)	s40	0	0	0	No 2.2954	-157.5	14				
33	15	16	0	6)	s40	0	0	0	No 7.63	0	8				
34	16	17	0	6)	s40	0	0	0	No 1.4115	-20.75	9				
35	17	18	0	6)	s40	0	0	0	No 2.2813	-41.45	10				
36	20	21	0	6)	s40	0	0	0	No 1.01	0	16				
37	21	22	0	6)	s40	0	0	0	No 1.4209	-20.6	17				
38	22	23	0	6)	s40	0	0	0	No 2.2672	-41.42	18				
1	2	31	1	6)	s40	0	0	0	No 7.25	-90	23				
2	31	32	1	6)	s40	0	0	0	No 3	-90	23				
3	32	33	1	6)	s40	0	0	0	No 1.5	-90	23				
4	33	48	1	6)	s40	0	0	0	No 3	-90	23				
5	48	11	1	6)	s40	0	0	0	No 7.25	-270	23				
7	2	3	1	6)	s40	0	0	0	No 1.4142	-45	2				
8	3	28	1	6)	s40	0	0	0	No 0.3	0	3				
9	4	5	1	6)	s40	0	0	0	No 2.6854	-22.55	4				
10	5	49	1	6)	s40	0	0	0	No 3.3588	-45.36	5				
11	6	30	1	6)	s40	0	0	0	No 0.43	-90	7				
12	30	24	1	6)	s40	0	0	0	No 3	-270	7				
14	13	12	1	6)	s40	0	0	0	No 0.44147	-76.91	11				
15	12	11	1	6)	s40	0	0	0	No 0.95	-90	23				
16	11	10	1	6)	s40	0	0	0	No 1.4142	-135	12				
17	10	29	1	6)	s40	0	0	0	No 0.3	0	13				
18	29	9	1	6)	s40	0	0	0	No 1.64	-180	13				
19	9	8	1	6)	s40	0	0	0	No 2.2954	-157.5	14				
20	8	50	1	6)	s40	0	0	0	No 3.5426	44.886	15				
21	7	19	1	6)	s40	0	0	0	No 0.43	90	7				
22	24	26	1	6)	s40	0	0	0	No 1.5	-90	7				
23	28	4	1	6)	s40	0	0	0	No 1.43	-180	3				
24	26	19	1	6)	s40	0	0	0	No 3	-270	7				
25	16	17	1	6)	s40	0	0	0	No 1.4115	-20.75	9				
26	17	18	1	6)	s40	0	0	0	No 2.2813	-41.45	10				
27	21	22	1	6)	s40	0	0	0	No 1.4209	-20.6	17				
28	49	6	1	6)	s40	0	0	0	No 3.4154	-224.6	24				
29	50	7	1	6)	s40	0	0	0	No 3.4436	-134.9	25				
30	24	51	1	1)	s30	0	0	0	No 2.5491	-162.4	27				
31	51	26	1	1)	s30	0	0	0	No 2.5373	-196.7	28				
32	20	21	1	6)	s40	0	0	0	No 1.01	0	16				

A.T.P.:				Consulenti:			
				<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

2	33	15	16	1	6) s40	0	0	0	No 7.63	0	8
2	34	22	23	1	6) s40	0	0	0	No 2.2672	-41.42	18
2	35	15	25	1	6) s40	0	0	0	No 3	-90	19
2	36	25	27	1	6) s40	0	0	0	No 1.5	-90	19
2	37	27	20	1	6) s40	0	0	0	No 3	-270	19
4	2	2	3	2	6) s40	0	0	0	No 1.4142	-45	2
4	3	3	28	2	6) s40	0	0	0	No 0.3	0	3
4	4	4	5	2	6) s40	0	0	0	No 2.6854	-22.55	4
4	5	5	49	2	6) s40	0	0	0	No 3.3588	-45.36	5
4	6	6	30	2	6) s40	0	0	0	No 0.43	-90	7
4	7	30	24	2	6) s40	0	0	0	No 3	-270	7
4	12	13	12	2	6) s40	0	0	0	No 0.44147	-76.91	11
4	13	12	11	2	6) s40	0	0	0	No 0.95	-90	23
4	14	11	10	2	6) s40	0	0	0	No 1.4142	-135	12
4	15	10	29	2	6) s40	0	0	0	No 0.3	0	13
4	16	29	9	2	6) s40	0	0	0	No 1.64	-180	13
4	17	9	8	2	6) s40	0	0	0	No 2.2954	-157.5	14
4	18	8	50	2	6) s40	0	0	0	No 3.5426	44.886	15
4	19	7	19	2	6) s40	0	0	0	No 0.43	90	7
4	20	24	26	2	6) s40	0	0	0	No 1.5	-90	7
4	24	26	19	2	6) s40	0	0	0	No 3	-270	7
4	25	15	25	2	6) s40	0	0	0	No 3	-90	19
4	26	25	27	2	6) s40	0	0	0	No 1.5	-90	19
4	27	27	20	2	6) s40	0	0	0	No 3	-270	19
4	28	49	6	2	6) s40	0	0	0	No 3.4154	-224.6	24
4	29	50	7	2	6) s40	0	0	0	No 3.4436	-134.9	25
4	30	24	51	2	1) s30	0	0	0	No 2.5491	-162.4	27
4	31	51	26	2	1) s30	0	0	0	No 2.5373	-196.7	28
4	32	28	4	2	6) s40	0	0	0	No 1.43	-180	3

Piastre

Piano	N	Filo 1	Filo 2	Filo 3	Filo 4	Piani	Megapiastra	Δz	Cern. int.	Cern. int.	Cern. int.	Cern. int.
						3 e 4		[cm]	1° lato	2° lato	3° lato	4° lato
0	1	28	4	38	34	0	1	0	No	No	No	No
0	2	4	5	38	38	0	1	0	No	No	No	No
0	3	5	6	30	38	0	1	0	No	No	No	No
0	4	38	30	24	39	0	1	0	No	No	No	No
0	5	34	38	39	35	0	1	0	No	No	No	No

<div> <div>  <div> A.T.P.: </div> </div> <div>  <div> Studio Associato di Geologia Spada </div> </div> <div> Dott. Ing. C. Tonetto </div> <div>  <div> Consulenti: </div> </div> <div> Prof. Dott. V. Mezzanotte </div> </div>										
0	6 24	51	39	39	0	1	0	No No	No	No
0	7 35	39	40	36	0	1	0	No No	No	No
0	8 40	26	19	41	0	1	0	No No	No	No
0	9 36	40	41	37	0	1	0	No No	No	No
0	1041	19	7	8	0	1	0	No No	No	No
0	1141	8	9	9	0	1	0	No No	No	No
0	1237	41	9	29	0	1	0	No No	No	No
0	1330	15	25	24	0	1	0	No No	No	No
0	1424	25	27	26	0	1	0	No No	No	No
0	1526	27	20	19	0	1	0	No No	No	No
0	1615	16	42	25	0	1	0	No No	No	No
0	1725	42	43	27	0	1	0	No No	No	No
0	1827	43	21	20	0	1	0	No No	No	No
0	1916	17	44	42	0	1	0	No No	No	No
0	2042	44	45	43	0	1	0	No No	No	No
0	2143	45	22	21	0	1	0	No No	No	No
0	2217	18	46	44	0	1	0	No No	No	No
0	2344	46	47	45	0	1	0	No No	No	No
0	2445	47	23	22	0	1	0	No No	No	No
0	2551	26	40	40	0	1	0	No No	No	No
0	2624	26	51	51	0	1	0	No No	No	No
0	2739	51	40	40	0	1	0	No No	No	No
1	1 2	3	31	31	1	2	0	No No	No	No
1	2 3	28	34	31	1	2	0	No No	No	No
1	3 31	34	35	32	1	2	0	No No	No	No
1	4 32	35	36	33	1	2	0	No No	No	No
1	5 33	36	37	48	1	2	0	No No	No	No
1	6 48	37	29	10	1	2	0	No No	No	No
1	7 48	10	11	11	1	2	0	No No	No	No
1	8 30	15	25	24	1	3	0	No No	No	No
1	9 24	25	27	26	1	3	0	No No	No	No
1	1026	27	20	19	1	3	0	No No	No	No
4	1 49	6	30	51	4	4	0	No No	No	No
4	2 30	24	51	51	4	4	0	No No	No	No
4	3 51	24	26	26	4	4	0	No No	No	No

A.T.P.:							Consulenti:			
				<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>		<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>			<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>	




4	4	51	26	19	19	4	4	0	No	No	No	No
4	5	51	19	7	50	4	4	0	No	No	No	No

Megapareti

Megaparete			Origine Rif.Loc			Versore X Rif.Loc			Versore Y Rif.Loc			Versore Z Rif.Loc		
N°	Sezione	piano sup	x [m]	y [m]	z [m]	x [m]	y [m]	z [m]	x [m]	y [m]	z [m]	x [m]	y [m]	z [m]
1	6) s40	1	0.0000	1.3000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000
2	6) s40	4	0.0000	0.0000	0.0000	0.7071	0.7071	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.7071	-0.7071	0.0000
3	6) s40	4	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000
4	6) s40	4	-0.1141	0.0474	0.0000	0.3836	0.9235	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.9235	-0.3836	0.0000
5	6) s40	4	-1.6026	1.6230	0.0000	0.7116	0.7026	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.7026	-0.7116	0.0000
6	1) s30	1	0.0000	10.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000
7	6) s40	4	0.0000	10.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000
8	6) s40	2	7.2500	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000
9	6) s40	2	-1.4874	0.5634	0.0000	0.3542	0.9352	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.9352	-0.3542	0.0000
10	6) s40	2	-8.0246	7.0860	0.0000	0.6619	0.7496	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.7496	-0.6619	0.0000
11	6) s40	4	1.1775	-5.0634	0.0000	0.9740	0.2265	-0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.2265	-0.9740	0.0000
12	6) s40	4	11.0000	11.0000	0.0000	-0.7071	0.7071	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.7071	0.7071	-0.0000
13	6) s40	4	21.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000
14	6) s40	4	18.9545	7.8679	0.0000	-0.3834	0.9236	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.9236	0.3834	-0.0000
15	6) s40	4	12.6301	12.5798	0.0000	-0.7057	0.7085	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.7085	0.7057	-0.0000
16	6) s40	2	14.7500	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000
17	6) s40	2	7.3206	-2.7521	0.0000	0.3519	0.9360	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.9360	-0.3519	0.0000
18	6) s40	2	-0.5242	0.4625	0.0000	0.6616	0.7498	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.7498	-0.6616	0.0000
19	6) s40	4	0.0000	16.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000
20	1) s30	1	10.2500	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000
21	1) s30	1	11.7500	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000
22	1) s30	1	0.0000	16.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000
23	6) s40	4	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000
24	6) s40	4	-1.5473	1.5282	0.0000	0.7027	0.7115	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.7115	-0.7027	0.0000
25	6) s40	4	12.5588	12.6105	0.0000	0.7086	-0.7057	-0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	-0.7057	-0.7086	0.0000
27	1) s30	4	12.1943	3.8640	0.0000	-0.3021	0.9533	-0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.9533	0.3021	-0.0000
28	1) s30	4	8.0219	-2.4099	0.0000	0.2877	0.9577	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.9577	-0.2877	0.0000

Megapiastre

Megapiastra			Origine Rif.Loc			Versore X Rif.Loc			Versore Y Rif.Loc			Versore Z Rif.Loc		
N°	Sezione	piano sup	x [m]	y [m]	z [m]	x [m]	y [m]	z [m]	x [m]	y [m]	z [m]	x [m]	y [m]	z [m]
1	3) s40fond	0	0.0000	0.0000	-7.1000	1.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	1.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	1.0000
2	3) s40fond	1	0.0000	0.0000	-3.8000	1.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	1.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	1.0000

A.T.P.:										Consulenti:				
					<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>		<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>					<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>		

3	1) s30	1	0.0000	0.0000	-3.7500	1.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	1.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	1.0000
4	1) s30	4	0.0000	0.0000	-0.1500	1.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	1.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	1.0000




Carichi

Azione su piastra




Piano	N	Carico	Piastra	Fili:	k1	k2	k3	k4
		Distribuito 2D		(1°-2°-3°-4°)				
1	1	1) 1KPa 8)	30-15-25-24		92	92	92	92
1	2	1) 1KPa 9)	24-25-27-26		92	92	92	92
1	3	1) 1KPa 10)	26-27-20-19		92	92	92	92
4	1	1) 1KPa 1)	49-6-30-51		4	4	4	4
4	2	1) 1KPa 2)	30-24-51-51		4	4	4	4
4	3	1) 1KPa 3)	51-24-26-26		4	4	4	4
4	4	1) 1KPa 4)	51-26-19-19		4	4	4	4
4	5	1) 1KPa 5)	51-19-7-50		4	4	4	4

Azione su parete

Piano	N	Carico	Parete	k Sup	k Inf
		Distribuito 2D			
1	1	1) 1KPa 10)	28.21	52.56	
1	2	1) 1KPa 1)	-23	-56	
1	3	1) 1KPa 11)	28.21	52.56	
1	4	1) 1KPa 12)	28.21	52.56	
1	5	1) 1KPa 13)	28.21	52.56	
1	6	1) 1KPa 28)	28.21	52.56	
1	7	1) 1KPa 6)	28.21	52.56	
1	8	1) 1KPa 19)	-28.21	-52.56	
1	9	1) 1KPa 29)	-28.21	-52.56	
1	10	1) 1KPa 15)	-28.21	-52.56	
1	11	1) 1KPa 32)	-28.21	-52.56	
1	12	1) 1KPa 27)	-28.21	-52.56	
1	13	1) 1KPa 26)	-28.21	-52.56	
1	14	1) 1KPa 23)	-28.21	-52.56	
1	15	1) 1KPa 21)	-28.21	-52.56	
1	16	1) 1KPa 18)	-28.21	-52.56	
1	17	1) 1KPa 2)	-23	-56	
1	18	1) 1KPa 33)	28.21	52.56	

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

1	19	1) 1KPa 34)	28.21	52.56
1	20	1) 1KPa 35)	28.21	52.56
1	21	1) 1KPa 36)	-28.21	-52.56
1	22	1) 1KPa 37)	-28.21	-52.56
1	23	1) 1KPa 38)	-28.21	-52.56
1	24	1) 1KPa 14)	28.21	52.56
1	25	1) 1KPa 3)	-23	-56
1	26	1) 1KPa 4)	-23	-56
1	27	1) 1KPa 5)	-23	-56
1	28	1) 1KPa 7)	28.21	52.56
1	29	1) 1KPa 20)	-28.21	-52.56
2	1	1) 1KPa 1)	-11	-23
2	2	1) 1KPa 7)	19.35	28.21
2	3	1) 1KPa 8)	19.35	28.21
2	4	1) 1KPa 9)	19.35	28.21
2	5	1) 1KPa 10)	19.35	28.21
2	7	1) 1KPa 28)	19.35	28.21
2	8	1) 1KPa 11)	19.35	28.21
2	9	1) 1KPa 21)	-19.35	-28.21
2	10	1) 1KPa 29)	-19.35	-28.21
2	11	1) 1KPa 20)	-19.35	-28.21
2	12	1) 1KPa 19)	-19.35	-28.21
2	13	1) 1KPa 18)	-19.35	-28.21
2	14	1) 1KPa 17)	-19.35	-28.21
2	15	1) 1KPa 16)	-19.35	-28.21
2	16	1) 1KPa 15)	-19.35	-28.21
2	17	1) 1KPa 14)	-19.35	-28.21
2	18	1) 1KPa 2)	-11	-23
2	19	1) 1KPa 23)	19.35	28.21
2	20	1) 1KPa 3)	-11	-23
2	21	1) 1KPa 4)	-11	-23
2	22	1) 1KPa 5)	-11	-23
2	23	1) 1KPa 33)	19.35	28.21
2	24	1) 1KPa 25)	19.35	28.21
2	25	1) 1KPa 26)	19.35	28.21

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

2	26	1) 1KPa 32)	-19.35	-28.21
2	27	1) 1KPa 27)	-19.35	-28.21
2	28	1) 1KPa 34)	-19.35	-28.21
2	29	1) 1KPa 35)	-27.88	-37.72
2	30	1) 1KPa 36)	-27.88	-37.72
2	31	1) 1KPa 37)	-27.88	-37.72
2	33	1) 1KPa 12)	27.88	37.72
2	35	1) 1KPa 22)	27.88	37.72
2	36	1) 1KPa 24)	27.88	37.72
4	1	1) 1KPa 2)	1.64	19.35
4	3	1) 1KPa 3)	1.64	19.35
4	4	1) 1KPa 4)	1.64	19.35
4	5	1) 1KPa 5)	1.64	19.35
4	6	1) 1KPa 28)	1.64	19.35
4	7	1) 1KPa 29)	-1.64	-19.35
4	8	1) 1KPa 18)	-1.64	-19.35
4	9	1) 1KPa 17)	-1.64	-19.35
4	10	1) 1KPa 16)	-1.64	-19.35
4	11	1) 1KPa 15)	-1.64	-19.35
4	12	1) 1KPa 14)	-1.64	-19.35
4	13	1) 1KPa 13)	-1.64	-19.35
4	14	1) 1KPa 12)	-1.64	-19.35
4	23	1) 1KPa 25)	-8.2	-27.88
4	24	1) 1KPa 26)	-8.2	-27.88
4	25	1) 1KPa 27)	-8.2	-27.88
4	26	1) 1KPa 6)	8.2	27.88
4	27	1) 1KPa 7)	8.2	27.88
4	28	1) 1KPa 20)	8.2	27.88
4	29	1) 1KPa 24)	8.2	27.88
4	30	1) 1KPa 19)	-8.2	-27.88
4	31	1) 1KPa 32)	1.64	19.35

Carichi medi distribuiti su travi

Trave		Azione [kN/m]				Famiglia cmb [kN/m]					
Piano	N	Filo	Filo	Piano	peso.	caric.	Fond.	Rara.	Freq.	Quasi	
		Ini	Fin	Fin	prop	perm					Perm.

A.T.P.:					Consulenti:				
				<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>			<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>	

0	1	28	34	0	9.8066	0	12.749	9.8066	9.8066	9.8066
0	2	34	35	0	9.8066	0	12.749	9.8066	9.8066	9.8066
0	3	35	36	0	9.8066	0	12.749	9.8066	9.8066	9.8066
0	4	36	37	0	9.8066	0	12.749	9.8066	9.8066	9.8066
0	5	37	29	0	9.8066	0	12.749	9.8066	9.8066	9.8066
1	1	30	15	1	2.2065	0	2.8684	2.2065	2.2065	2.2065
1	2	24	25	1	2.2065	0	2.8684	2.2065	2.2065	2.2065
1	3	26	27	1	2.2065	0	2.8684	2.2065	2.2065	2.2065
1	4	19	20	1	2.2065	0	2.8684	2.2065	2.2065	2.2065
1	5	15	25	1	2.2065	0	2.8684	2.2065	2.2065	2.2065
1	6	25	27	1	2.2065	0	2.8684	2.2065	2.2065	2.2065
1	7	27	20	1	2.2065	0	2.8684	2.2065	2.2065	2.2065
1	8	30	24	1	2.2065	0	2.8684	2.2065	2.2065	2.2065
1	9	24	26	1	2.2065	0	2.8684	2.2065	2.2065	2.2065
1	10	26	19	1	2.2065	0	2.8684	2.2065	2.2065	2.2065
4	1	49	51	4	4.413	0	5.7369	4.413	4.413	4.413
4	2	51	50	4	4.413	0	5.7369	4.413	4.413	4.413

Dati riassuntivi per piano

Piano	z min	z max	Travi	Travi	Pilastr	Eccentr.	Solai	Balconi	Tompagni	Piastre	Pareti
	[m]	[m]	elevaz.	Winkler		Sismica	[m²]	[m²]	[m²]	[m²]	[m²]
0	-6.90	-6.90	5	0	0	Sì 0.00	0.00	0.00	252.21	0.00	
1	-3.60	-3.60	10	0	0	No 0.00	0.00	0.00	72.00	315.47	
2	-2.40	-2.40	0	0	0	No 0.00	0.00	0.00	0.00	102.72	
4	0.00	0.00	2	0	2	No 0.00	0.00	0.00	26.20	114.19	

Parametri di Calcolo




Opzioni di Calcolo

- Calcolo sismico:: Statica
- Sisma verticale:: No
- Somma azioni sismiche:: Algebrica
- Effetto P-Δ sisma: : Automatico
- Azione Vento:: No

Accelerazioni analisi sismica statica equivalente

- Calcolo periodi principali:: Rayleigh
- Periodo principale X:: 0 s
- Periodo principale Y:: 0 s
- Orizzontamenti:: 0
- Acc X SLV [g]: 0.066869
- Acc Y SLV [g]: 0.066869
- Acc Z SLV [g]: 0.022581
- Acc X SLD $\eta=2/3$ [g]: 0.032655
- Acc Y SLD $\eta=2/3$ [g]: 0.032655
- Acc Z SLD $\eta=2/3$ [g]: 0.0073104
- Acc X SLD $\eta=1$ [g]: 0.032655
- Acc Y SLD $\eta=1$ [g]: 0.032655
- Acc Z SLD $\eta=1$ [g]: 0.010966
- Acc X SLO [g]: 0.025984
- Acc Y SLO [g]: 0.025984
- Acc Z SLO [g]: 0.0078722

Famiglie combinazioni di carico e verifiche

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

N	descrizione	SLU	Deform.	Fessur.	Tens	Spost.	Gerarch.
					Eserc.	Sismici	Resist.
1	Fondamentale	Si	-	-	-	-	-
2	Rara.	-	-	-	Si	-	-
3	Frequente	-	-	Si	-	-	-
4	Quasi Perm.	-	Si	Si	Si	-	Si
5	Sismica SLV	Si	-	-	-	-	Si
6	Sisma SLD $\eta=2/3$	No	-	-	-	-	-
7	Sisma SLD $\eta=1$	-	-	-	-	Si	-
8	Sismica SLO	-	-	-	-	No	-
9	Permanente	-	-	-	-	-	Si

Combinazioni di carico

	Comb.	Coefficienti Azioni								
Fam.	N°	peso.	caric.	Term.	Sisma	Ecc.Y	Sisma	Ecc.X	Segno	Cmb.
comb.		prop	perm		X	Sism.X	Y	Sism.Y	Ned Sism	Gemella
1	1	1.3	1.5	0.9	0	0	0	0		
1	2	1.3	1.5	-0.9	0	0	0	0		
1	3	1.3	1.5	1.5	0	0	0	0		
1	4	1.3	1.5	-1.5	0	0	0	0		
2	1	1	1	0.6	0	0	0	0		
2	2	1	1	-0.6	0	0	0	0		
2	3	1	1	1	0	0	0	0		
2	4	1	1	-1	0	0	0	0		
3	1	1	1	0	0	0	0	0		
3	2	1	1	0.5	0	0	0	0		
3	3	1	1	-0.5	0	0	0	0		
4	1	1	1	0	0	0	0	0		
5	1	1	1	0	1	-1	0.3	-0.3		
5	2	1	1	0	1	1	0.3	0.3		
5	3	1	1	0	1	1	-0.3	0.3		
5	4	1	1	0	1	-1	-0.3	-0.3		
5	5	1	1	0	-1	1	0.3	0.3		
5	6	1	1	0	-1	-1	0.3	-0.3		
5	7	1	1	0	-1	-1	-0.3	-0.3		
5	8	1	1	0	-1	1	-0.3	0.3		

A.T.P.:							Consulenti:	
				<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>		<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

5	9	1	1	0	0.3	-0.3	1	-1
5	10	1	1	0	0.3	0.3	1	1
5	11	1	1	0	0.3	0.3	-1	1
5	12	1	1	0	0.3	-0.3	-1	-1
5	13	1	1	0	-0.3	0.3	1	1
5	14	1	1	0	-0.3	-0.3	1	-1
5	15	1	1	0	-0.3	-0.3	-1	-1
5	16	1	1	0	-0.3	0.3	-1	1
7	1	1	1	0	1	-1	0.3	-0.3
7	2	1	1	0	1	1	0.3	0.3
7	3	1	1	0	1	1	-0.3	0.3
7	4	1	1	0	1	-1	-0.3	-0.3
7	5	1	1	0	-1	1	0.3	0.3
7	6	1	1	0	-1	-1	0.3	-0.3
7	7	1	1	0	-1	-1	-0.3	-0.3
7	8	1	1	0	-1	1	-0.3	0.3
7	9	1	1	0	0.3	-0.3	1	-1
7	10	1	1	0	0.3	0.3	1	1
7	11	1	1	0	0.3	0.3	-1	1
7	12	1	1	0	0.3	-0.3	-1	-1
7	13	1	1	0	-0.3	0.3	1	1
7	14	1	1	0	-0.3	-0.3	1	-1
7	15	1	1	0	-0.3	-0.3	-1	-1
7	16	1	1	0	-0.3	0.3	-1	1
9	1	1	1	0	0	0	0	0

Legenda

• **Segno Ned Sism:** Se specificato (campo non bianco), per ogni sezione di calcolo, le sollecitazioni prodotte dalle azioni sismiche sono sommate in modulo, con il segno che compare nella relativa colonna della tabella, tranne che per le sollecitazioni normali che sono sommate con il segno indicato della colonna "Segno Ned Sism".

• **Cmb. Gemella :** Il calcolo dei momenti resistenti di una sezione sottoposta ad una combinazione di carichi viene fatto, a vantaggio di sicurezza, tenendo conto anche della combinazione di carico gemella.

Nelle pagine seguenti sono schematizzati con grafici i vari passaggi della modellazione, del calcolo e della verifica.

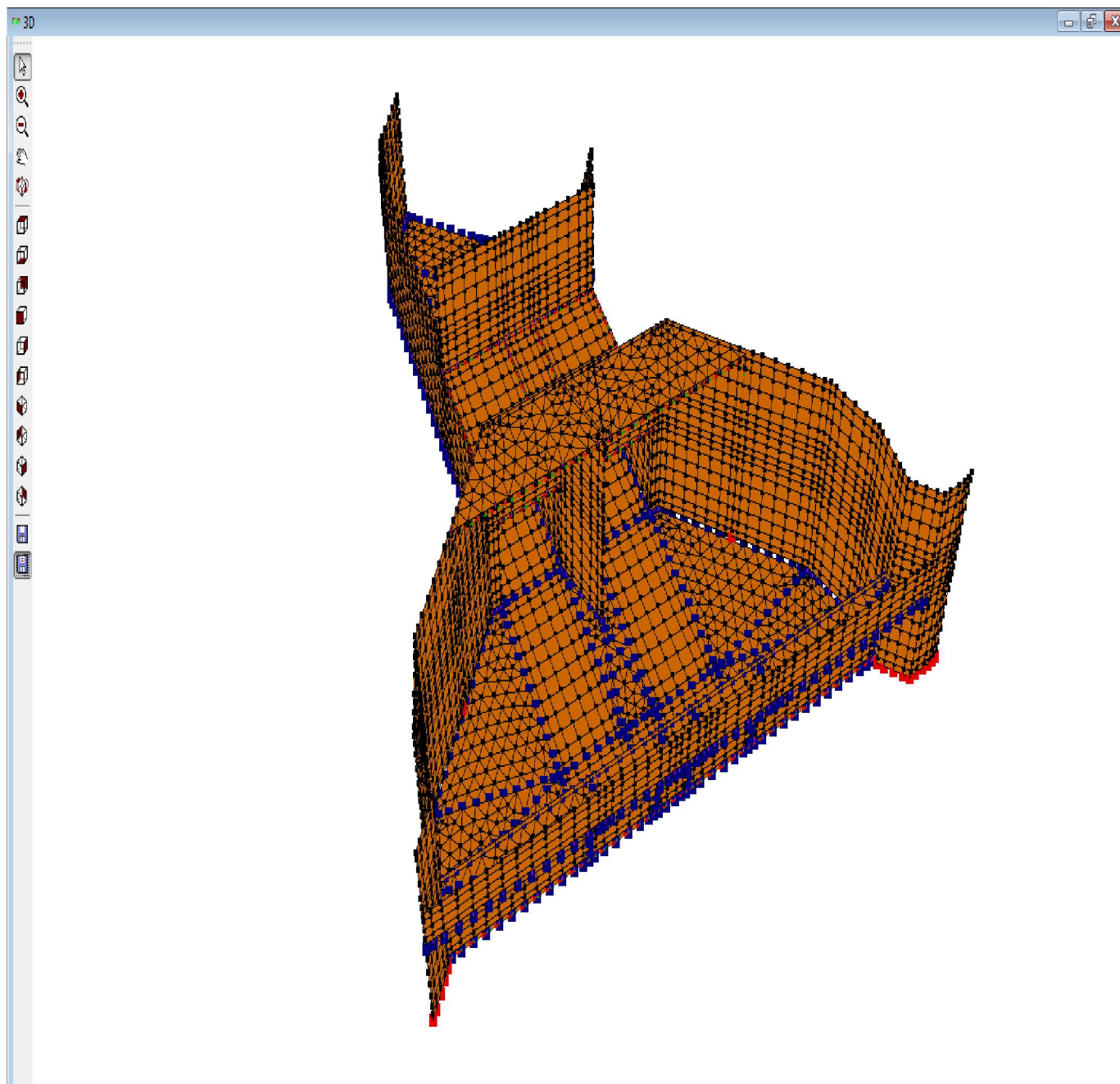


Illustrazione 1: modello di calcolo

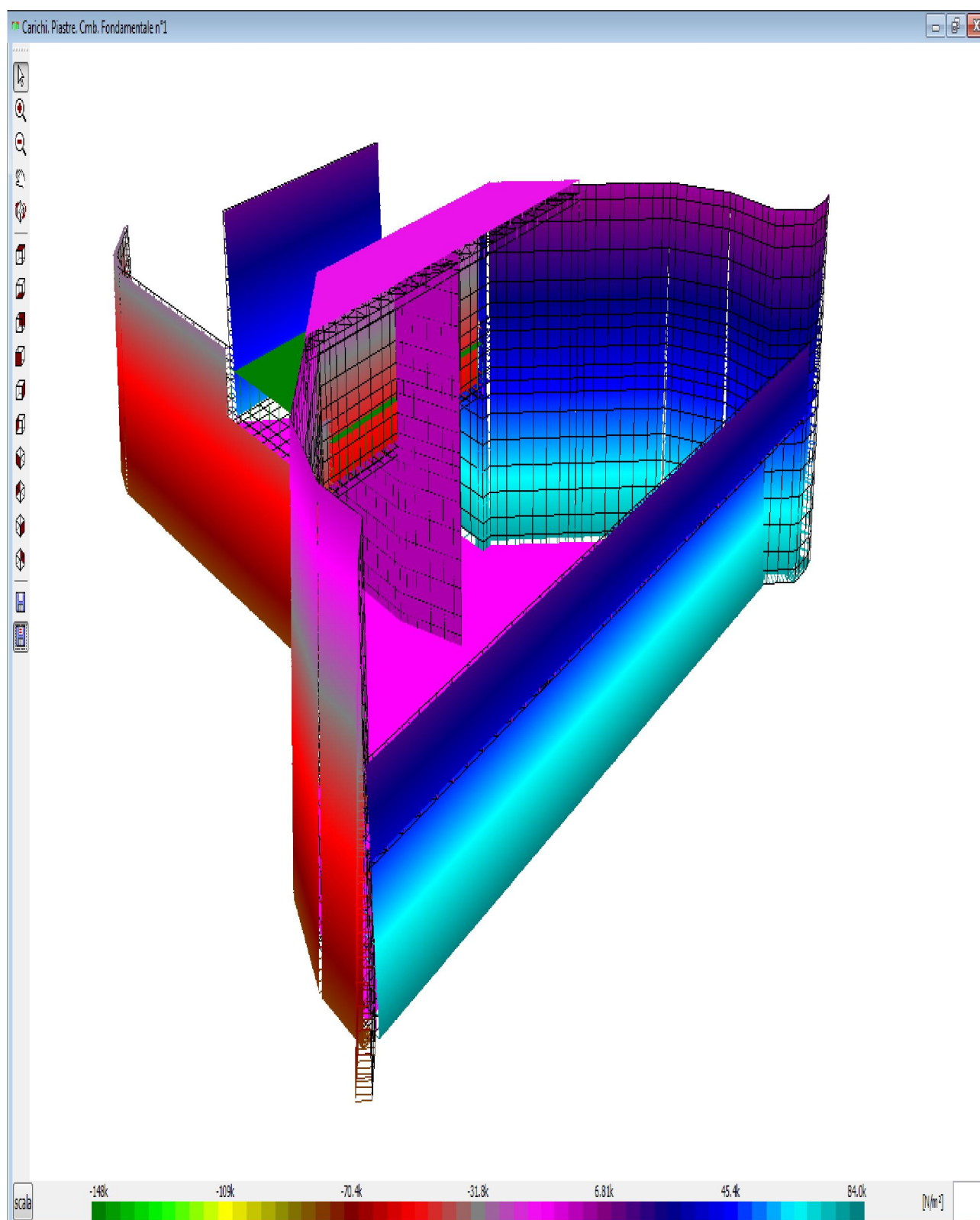


Illustrazione 2: carichi permanenti (comb. fondamentale)

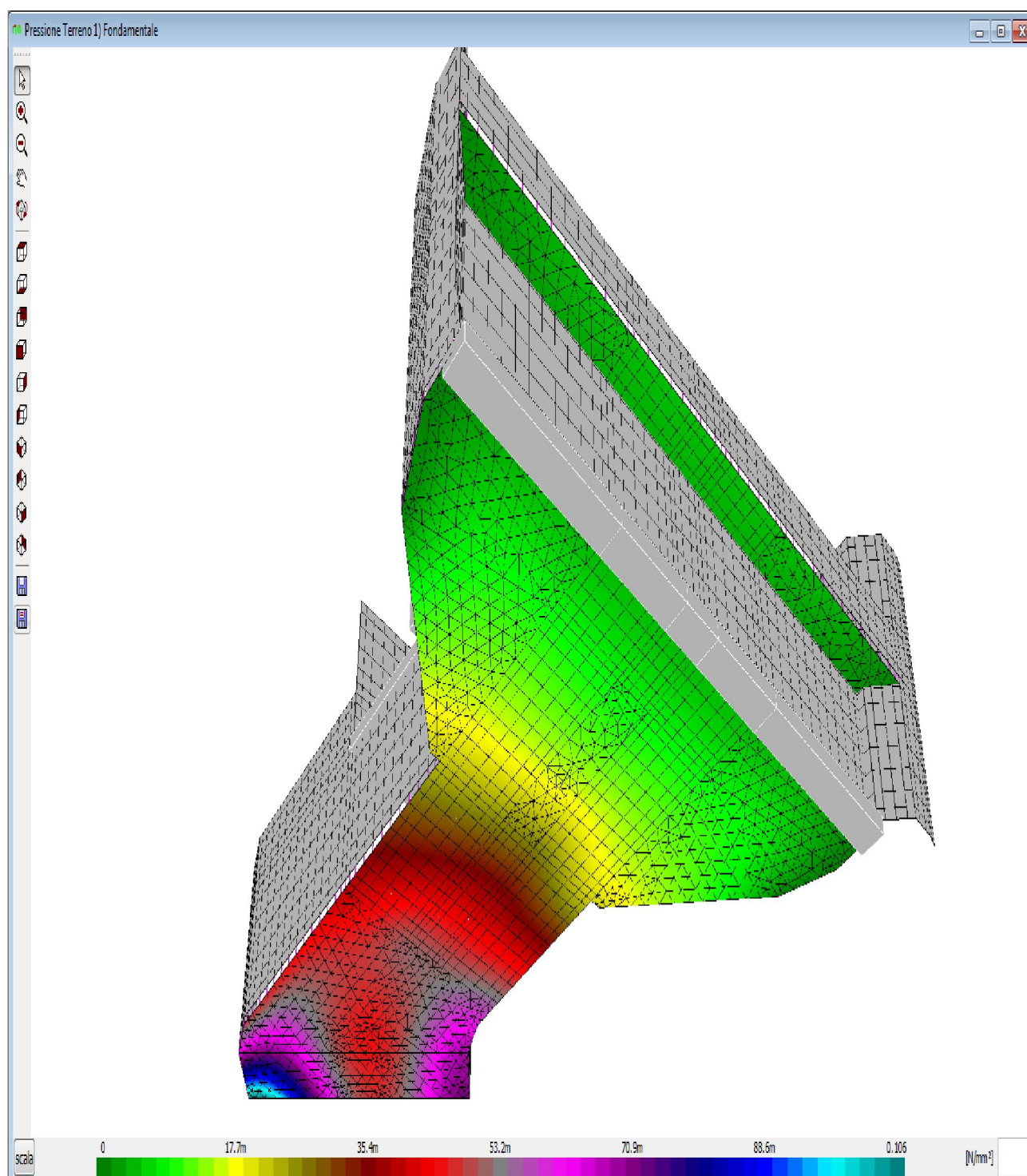


Illustrazione 3: pressione sul terreno (comb. fondamentale)

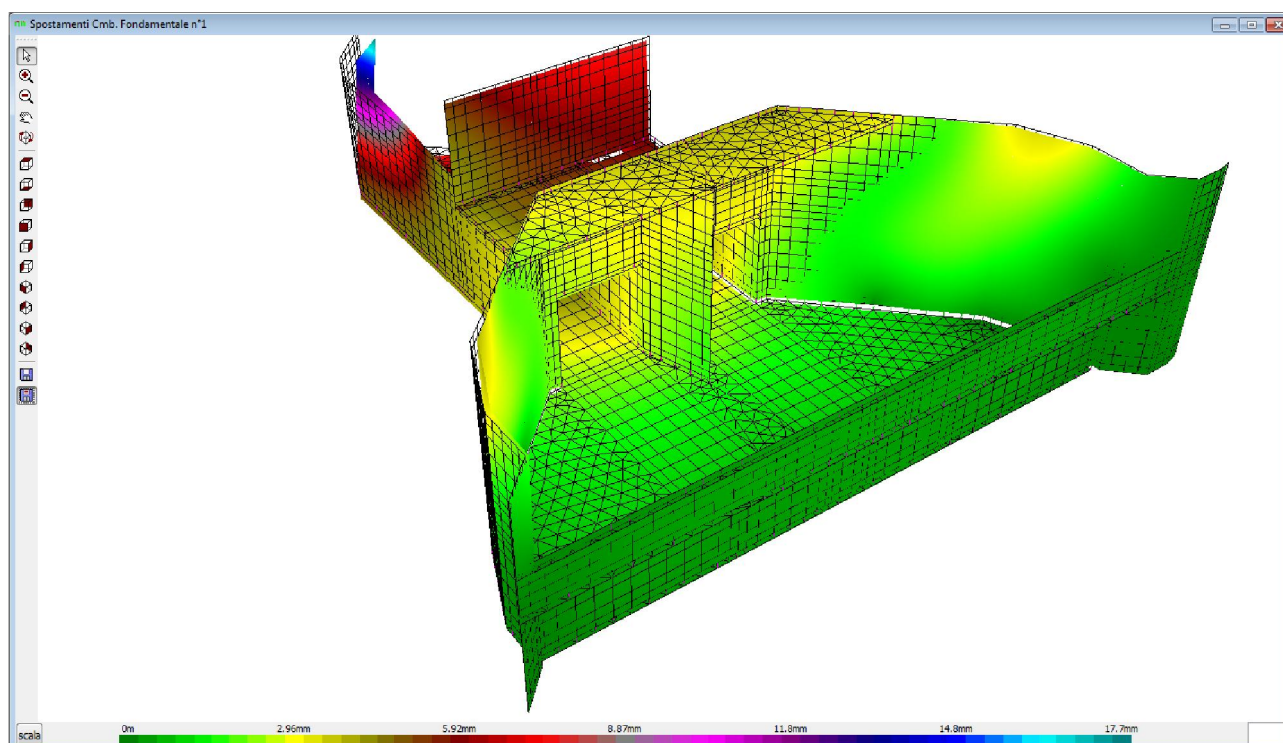


Illustrazione 4: spostamenti (comb. fondamentale)

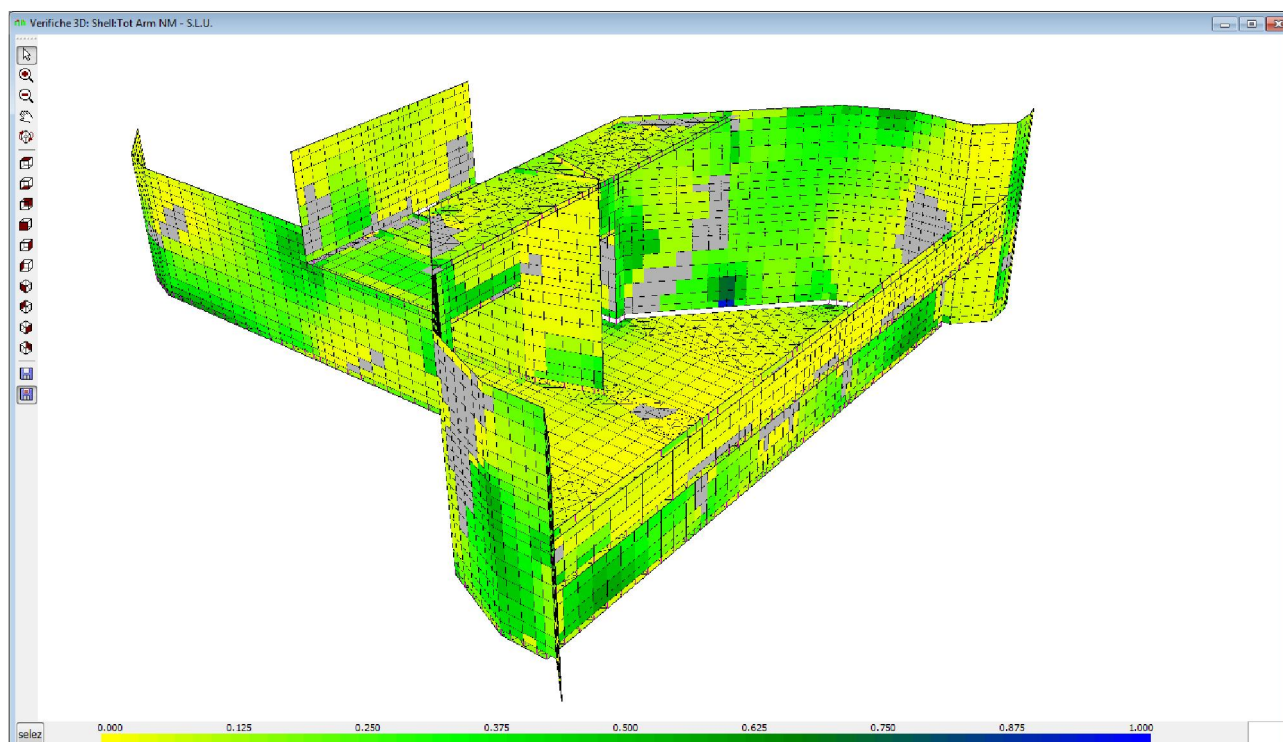


Illustrazione 5: verifiche acciaio NM

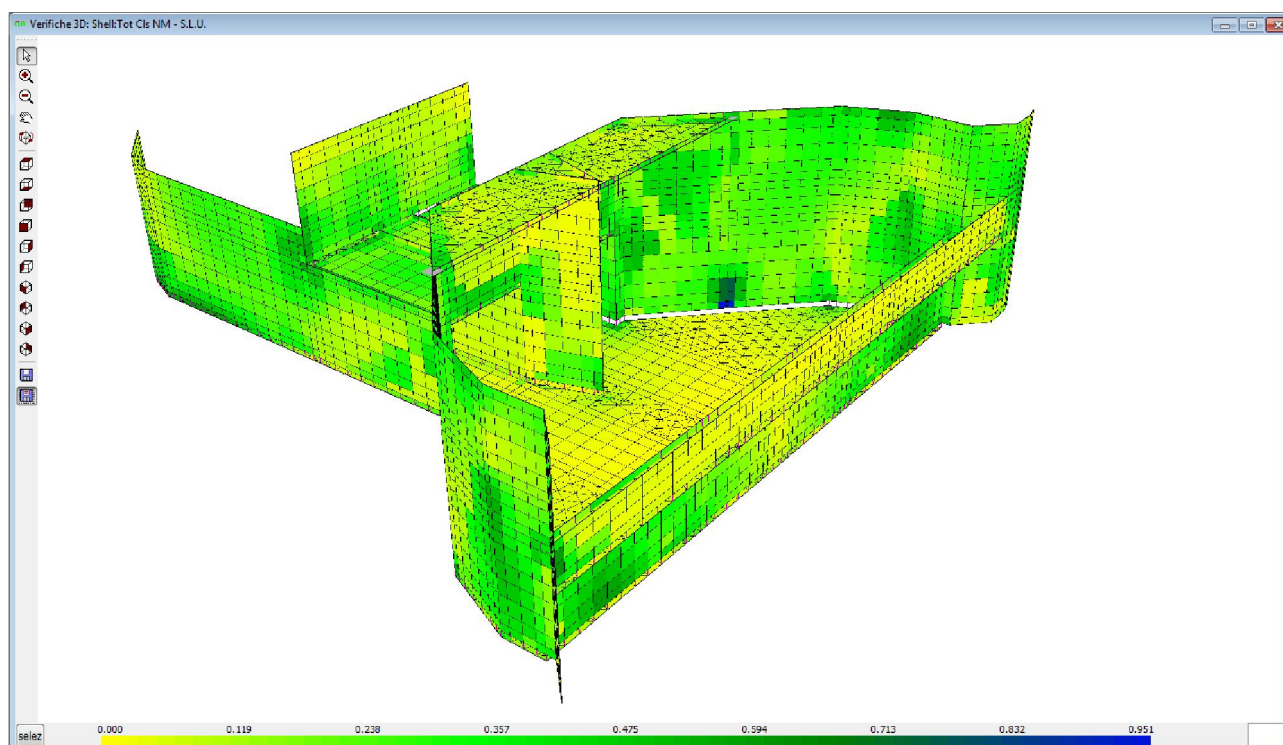


Illustrazione 6: verifica cls NM

Al fine di fornire un giudizio motivato di accettabilità del risultato, come richiesto al § 10.2 NTC08, il progettista strutturale assevera di aver:

- Esaminato preliminarmente la documentazione a corredo del software Jasp™ e di ritenerlo affidabile ed idoneo alla struttura in oggetto.
- Controllato accuratamente i tabulati di calcolo, in particolare la tabella **“Equilibrio per piano”**, il listato degli errori numerici del solutore e le **tabelle di verifica delle sezioni**.
- Confrontato i risultati del software con quelli ottenuti con semplici calcoli di massima.
- Esaminato gli stati tensionali e deformativi e di ritenerli consistenti e coerenti con la schematizzazione e modellazione della struttura.

Pertanto, poiché alcune verifiche effettuate non sono state superate (vedere la tabella precedente), ritiene che i risultati NON siano accettabili e che il presente progetto strutturale sia NON conforme alle Leggi n°1086/71 e n°64/74, e al DM 14/01/2008 (Norme tecniche per le costruzioni).

7.12 MURI DI RACCORDO

Nella presente sessione, si vuole sostanzialmente evidenziare come la schematizzazione strutturale effettuata per la parte a valle dei manufatti di sottopasso sia estendibile a tutte le parti di strutture o di opere la cui schematizzazione statica e modellazione strutturale risulta coerente con quella fatta per il tratto citato.

In linea generale tutti i muri di raccordo non presentano altezza superiore di quella studiata per l'opera di presa, ed i carichi agenti e le spinte presenti sono inferiori a quelle valutate per la parte compresa nell'opera di presa del canale scolmatore nord-ovest.

7.13 BERLINESE DI MICROPALI

Nella fase di scavo del terreno su cui sorgerà la nuova opera di presa, i micropali hanno la funzione di consolidamento del fronte di scavo propedeutico alla formazione del salto di soglia.

Si vuole realizzare uno scavo di profondità pari a circa 4.50-50 m dal piano campagna.

Lo scavo viene realizzato in due fasi successive. In particolare si valuta la lunghezza di infissione del palo nel caso di profondità di scavo pari a 5.00 m; Le verifiche saranno condotte nell'ipotesi che la palificata si comporti come una paratia rigida e deve essere valutata la lunghezza minima di infissione della palificata.

La verifica deve essere condotta agli Stati Limiti Ultimi (SLU). Si considera questa come una verifica di stabilità globale e dunque viene effettuata secondo l'Approccio 1, Combinazione 2 (A2+M2+R2).

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_R)	BQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

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

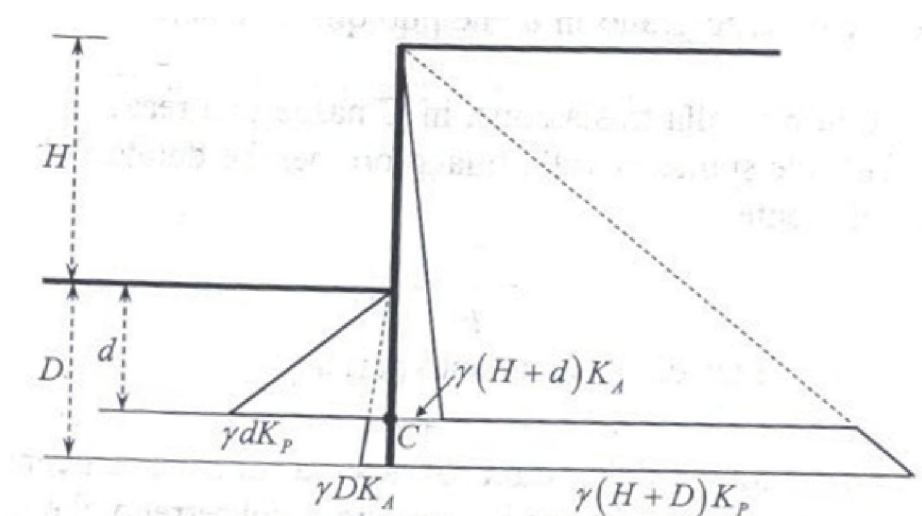
Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{dk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

L'equilibrio dei micropali è garantito dalla spinta passiva che il terreno è capace di esercitare per contrastare la spinta attiva a monte dello scavo



L'affondamento minimo D del palo deve essere tale da garantire l'equilibrio alla rotazione nel centro di istantanea rotazione C, a profondità d, dalla quota di scavo. In corrispondenza del punto C si osserva una discontinuità tensionale: al di sopra di esso la zona di spinta attiva è quella a valle, mentre al di sotto di esso passa ad essere quella di monte, perché la paratia si muove agendo contro il terreno.

Nell'equilibrio alla rotazione nel punto C si hanno due incognite: l'affondamento totale D del palo e l'affondamento del centro di istantanea rotazione. Si ritiene accettabile, ed a favore di sicurezza trascurare le spinte, attiva e passiva, al di sotto del punto C. Come conseguenza di questa semplificazione, l'unica incognita nell'equazione di equilibrio è l'affondamento, d, della cerniera.

- Equilibrio alla rotazione:

$$S_A \cdot \left(\frac{H + d}{3} \right) = \frac{S_P}{F} \cdot \frac{d}{3}$$

L'affondamento totale si calcola poi come:

- Affondamento del palo

$$D = 1.2 \cdot d$$

Per il calcolo dell'equilibrio alla rotazione, si considera il terreno come omogeneo, assumendo un angolo di attrito medio pari a 29°, ovvero pari all'angolo di attrito massimo. Questo perché la spinta attiva aumenta all'aumentare dell'angolo di attrito e quindi si opera a favore di sicurezza.

AFFONDAMENTO MINIMO PALO - scavo 4.50 m

γ	γ_Y	φ	γ_φ	K_P	K_A	F	H	d	D	L_{min}
kN/m ³	-	°					m	m	m	m
18	1	29	1,25	2,30	0,43	2	5,00	7.90	9.55	15,00

Si ottiene un affondamento minimo del palo pari a 9.55 m.

Si decide di realizzare pali di lunghezza 15,00 m, dove:

- H = 5,00 m altezza del fronte scavo dalla quota del piano campagna;
- D = 10 m affondamento del palo.

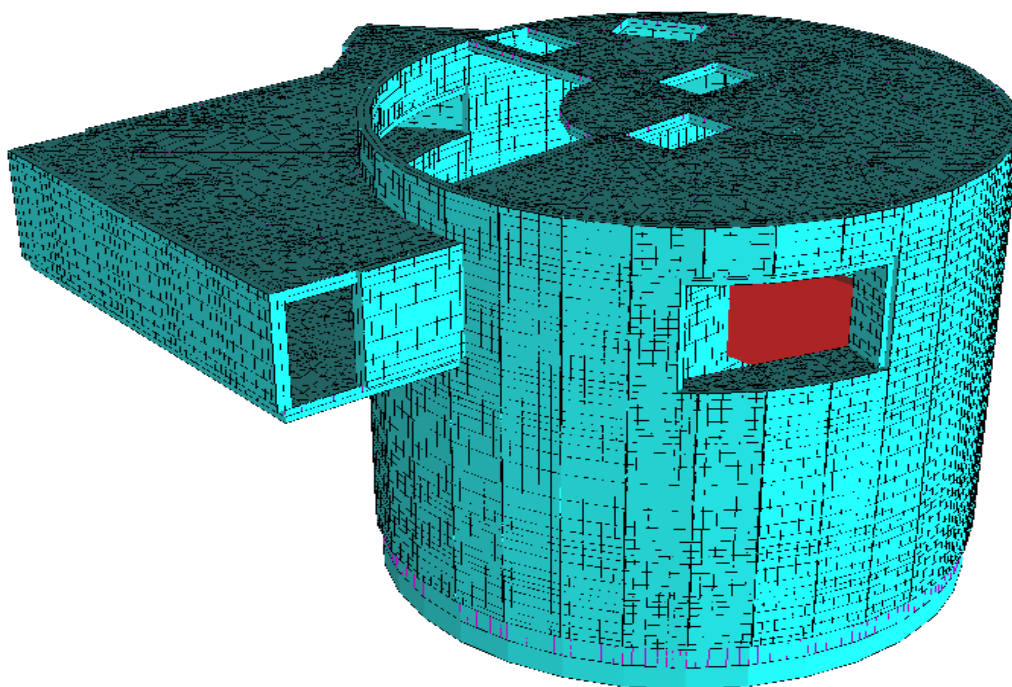
Le teste dei pali sono collegate tra loro da un elemento in cls che costituisce parte della soglia di sfioro.

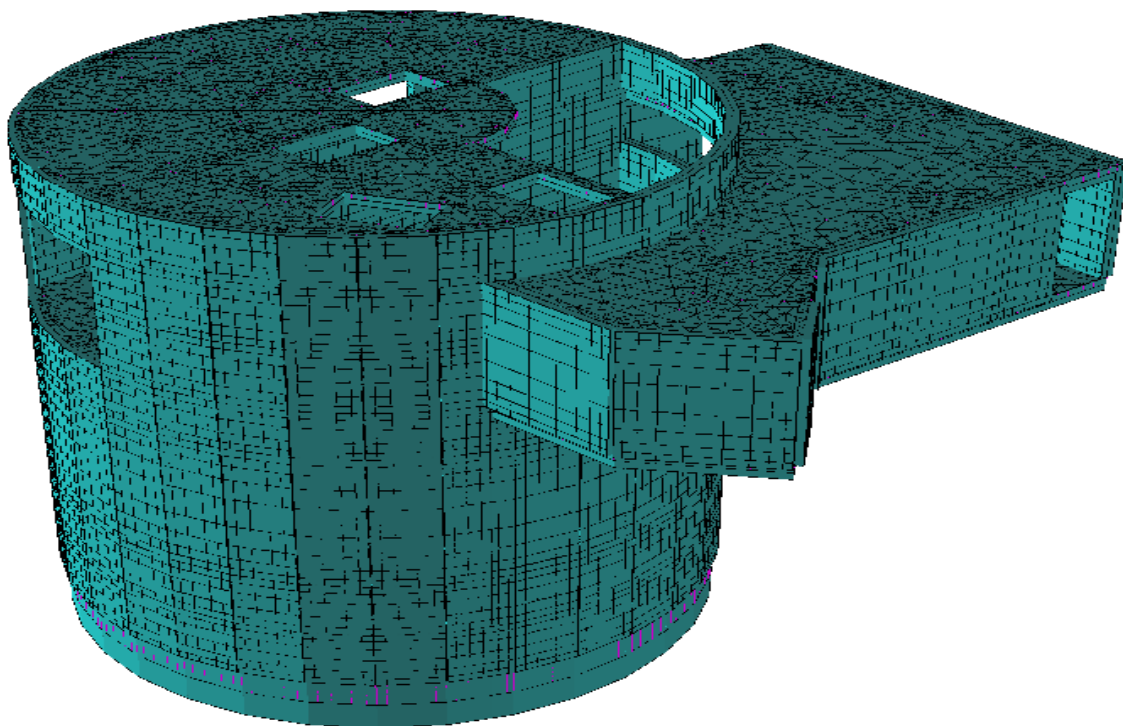
8. STAZIONE DI SOLLEVAMENTO - POZZO.

8.1 DESCRIZIONE MANUFATTO

La stazione di sollevamento ha una conformazione a pozzo del diametro di 20 m e di profondità circa 19 m ed è costituita da una struttura in cemento armato. Per la realizzazione dell'opera si prevede di eseguire un primo scavo di sbancamento sino alla quota di 154 m s.m. e introdurre delle paratie per una profondità di 14 m (140 m s.m.). Si esegue successivamente lo scavo all'interno delle paratie sino alla quota di 143 m s.m. dove (in presenza di acqua di falda) verrà gettata la piastra di chiusura di fondo. Infine si procederà in sequenza con la posa a spinta del canale di collegamento III settore, il getto del contromuro e gli elementi strutturali interni sino al piano campagna.

Di seguito vengono mostrate due viste per meglio comprendere la geometria dell'opera.





8.2 MODELLAZIONE STRUTTURALE

L'analisi numerica è condotta col metodo degli spostamenti ipotizzando un comportamento elastico-lineare degli elementi. È quindi utilizzata la tecnica degli elementi finiti 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 sono gli spostamenti dei nodi (6 per ogni nodo) riferite al sistema di riferimento globale, unico per tutti i componenti.

Gli spostamenti incogniti sono ottenuti risolvendo un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dalle forze concentrate nei nodi:




$$\mathbf{K} \cdot \mathbf{u} = \mathbf{F} \quad (4.1)$$

in cui:

\mathbf{K} = matrice di rigidezza della struttura

\mathbf{u} = vettore spostamenti nodali

\mathbf{F} = vettore forze nodali

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

La risoluzione numerica del sistema viene perseguita tramite il metodo di Cholesky^[2].

Ottenuti gli spostamenti vengono calcolate le sollecitazioni nei singoli elementi riferite al sistema di riferimento locale dell'elemento stesso.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema strutturale sono:

Beam: Elemento con una dimensione prevalente che unisce due punti dello spazio. Utilizzato per travi, pilastri e pareti duttili. Il modello adottato è quello di Timoshenko.

Beam di Winkler: Beam su suolo elastico. Utilizzato per travi di fondazioni. Il modello adottato è quello di Eulero-Bernoulli su suolo elastico continuo.

Shell Triangolare^[4-1]: Elemento bidimensionale triangolare con 3 nodi (corrispondenti ai 3 vertici) ottenuto dall'unione di un elemento lastra CST (Constant Strain Triangle) con 6 gdl e di un elemento piastra sottile di Kirchhoff DKT (Discrete Kirchhoff Triangle) ^[4-2] con 9 gdl.

Shell Rettangolare^[4-1]: Elemento bidimensionale rettangolare con 4 nodi (corrispondenti ai 4 vertici) ottenuto dall'unione di un elemento lastra LSR (Linear Strain Rectangle) con 8 gdl e di un elemento piastra sottile di Kirchhoff ACM (Elemento Adini-Clough-Melosh, 1961-63) con 12 gdl.

L'appoggio delle lastre sui pilastri è modellato aggiungendo dalle travi fittizie rigide che uniscono i nodi delle mesh ricadenti all'interno del pilastro.

Il sistema di riferimento globale è orientato con l'asse z verso l'alto. Il sistema di riferimento delle aste ha l'origine nel primo nodo dell'asta, gli assi x e y coincidenti con gli assi della sezione e l'asse z orientato come l'asta. Le rotazioni sono considerate positive se concorde con gli assi vettori.

Nel sistema di riferimento locale l'elemento shell giace nel piano x', y' . Per gli shell verticali l'asse x' è scelto parallelo al piano orizzontale con l'angolo $x'-x$ compreso tra -45° (escluso) e 135° ; l'asse y' è rivolto verso l'alto. Per gli shell orizzontali l'asse x' è parallelo all'asse x, e l'asse z' è rivolto verso l'alto.

Nell'analisi sismica SLV le non linearità geometriche (effetti P- Δ) sono prese in conto attraverso il fattore θ , come prescritto dai §§7.3.1 e 7.3.3.3 NTC08

[4-1]: G Toniolo P.G. Malerba, "Metodi di discretizzazione dell'analisi strutturale", 1981 – Masson Italia

[4-2]: Jean-Louis Batoz, "An explicit formulation for an efficient triangular plate-bending element", 1982 - International Journal for Numerical Methods in Engineering

8.3 FASE DI SBANCAMENTO: PARATIE

8.3.1 Analisi dei carichi

Carico accidentale distribuito sul terrapieno:	$q = 10 \text{ kN/mq}$
Peso specifico del terreno:	$\gamma = 19,5 \text{ kN/mc}$
Angolo di attrito interno:	$\phi = 35^\circ$
coefficiente spinta passiva	$k_p = \text{tg}(\pi/4 + \phi/2) = 3,69$
coefficiente spinta attiva	$k_a = \text{tg}(\pi/4 - \phi/2) = 0,27$
Pressione sulla paratia a quota 154 m	$\sigma_0 = 2,70 \text{ kN/mq}$
Pressione sulla paratia a quota 151 m	$\sigma_1 = 18,90 \text{ kN/mq}$
Pressione sulla paratia a quota 151 m	$\sigma_2 = 35,10 \text{ kN/mq}$
Pressione sulla paratia a quota 148 m	$\sigma_3 = 45,90 \text{ kN/mq}$
Pressione sulla paratia a quota 146 m	$\sigma_4 = 56,70 \text{ kN/mq}$
Pressione sulla paratia a quota 144 m	$\sigma_5 = 67,50 \text{ kN/mq}$
Pressione sulla paratia a quota 142 m	$\sigma_6 = 72,90 \text{ kN/mq}$
Pressione sulla paratia a quota 140 m	$\sigma_7 = 59,40 \text{ kN/mq}$
Pressione sulla paratia a quota 137 m	$\sigma_7 = 59,40 \text{ kN/mq}$

8.3.2 Dati generali Struttura

Comune:	Senago
Provincia:	Milano (MI)
Latitudine [°]:	45.575
Longitudine [°]:	9.1176
Altitudine [m]:	176
Tipo di opera:	2: Ordinaria
Vita nominale anni:	50

Carico Termico

$\Delta \text{ temp. travi elevaz. e pilastri:}$	15 °C
$\Delta \text{ temp. travi fondazione:}$	0 °C

Opzioni di calcolo

g per il calcolo della forza peso: 9.8066 m/s²

Deformabilità a taglio per travi e pilastri: Sì

8.3.3 Archivi

Azioni di carico

N	Descrizione	Descrizione estesa	Tipo	Cat.	γ	ψ0	ψ1	ψ2	Classe Durata
1	peso. prop	Peso proprio	G1		1.3	1	1	1	Perm.
2	caric. perm	Carichi permanenti elementi non struttur..	G2		1.5	1	1	1	Perm.
3									
4									
5	Affol.	Ambienti suscettibili di affollamento	Q	C	1.5	0.7	0.7	0.6	Media
6									
7									
8	Park. <3t	Parcheggi auto < 30000N	Q	F	1.5	0.7	0.7	0.6	Media
9	Park. >3t	Parcheggi autoveicoli > 30000N	Q	G	1.5	0.7	0.5	0.3	Media
10	Copert	Coperture e sottotetti	Q	H	1.5	0	0	0	Breve
11	Vento X	Vento X	Q		1.5	0.6	0.2	0	Istant.
12	Vento Y	Vento Y	Q		1.5	0.6	0.2	0	Istant.
13	Neve <1km	Neve (a quota <= 1000m s.l.m.)	Q		1.5	0.5	0.2	0	Breve
14	Neve >1km	Neve (a quota > 1000m s.l.m.)	Q		1.5	0.7	0.5	0.2	Media
15	Term.	Variazioni termiche	Q		1.5	0.6	0.5	0	Breve
16	Sisma X	Sisma X	E						Istant.
17	Ecc.Y Sism.X	Ecc.Y Sism.X	E						Istant.
18	Sisma Y	Sisma Y	E						Istant.
19	Ecc.X Sism.Y	Ecc.X Sism.Y	E						Istant.
20	Sisma Z	Sisma Z	E						Istant.

Calcestruzzo

N	Descrizione	fck [N/mm ²]	Rck [N/mm ²]	Esist.	fcm [N/mm ²]	Rig.Tors. [%]
1	C25/30	25	30	No	33	5
2	C28/35	28	35	No	36	5
3	C32/40	32	40	No	40	5
4	C35/45	35	45	No	43	5

Materiale generico

N	Descrizione	Tipo	E [N/mm ²]	C.Pois	Densità [kg/m ³]	C. Dil. Term. [10 ⁻⁶ /°C]	Rigid. Tors [%]
1	C25/30	cls	31476	0.2	2500	12	5
2	C28/35	cls	32308	0.2	2500	12	5
3	C32/40	cls	33346	0.2	2500	12	5
4	C35/45	cls	34077	0.2	2500	12	5
5	S355	gen	210000	0.2	7850	12	5

Sezioni rettangolari

N	Descrizione	Base [m]	Altezza [m]
1	R 30x30	0.3	0.3
2	R 30x50	0.3	0.5
3	R 50x30	0.5	0.3
7	R 80x100	0.8	1

Sezioni Geometriche generiche

N	Descrizione	Tipo	Ix [cm ⁴]	Iy [cm ⁴]	area [cm ²]	xx	xy
1	R 30x30	■	67500	67500	900	1.2	1.2
2	R 30x50	■	312500	112500	1500	1.2	1.2
3	R 50x30	■	112500	312500	1500	1.2	1.2
4	C 40	●	125664	125664	1256.6	1.1111	1.1111
5	⊥ 100x90	⊥	3650000	3600000	6000	1.1093	1.4027
6	HEA300		18263	6310	112.5	1	1
7	R 80x100	■	6666667	4266667	8000	1.2	1.2

Archivio vincoli

N	descrizione	kx [N/m]	ky [N/m]	kz [N/m]	k _{rx} [Nm]	k _{ry} [Nm]	k _{rz} [Nm]
1	incastro	∞	∞	∞	∞	∞	∞
2	libero	0	0	0	0	0	0
3	cerniera	∞	∞	∞	0	0	0
4	Δx=Δy=0	∞	∞	0	0	0	0
5	cer.fles	∞	∞	∞	∞	0	0
6	appoggio	0	0	∞	0	0	0

Sezioni Beam

N	descrizione	sezione	materiale	Criterio Progetto	W	k.Wink. [N/cm²]	Posa Fondazione	L.impr. [m]	Opz. FEM Beam
1	No R 30x30	1) R 30x30	1) C25/30	1) default	No	0		No	0 1) Fem Beam
2	No R 30x50	2) R 30x50	1) C25/30	1) default	No	0		No	0 1) Fem Beam
3	No R 50x30	3) R 50x30	1) C25/30	1) default	No	0		No	0 1) Fem Beam
4	No C 40	4) C 40	1) C25/30	1) default	No	0		No	0 1) Fem Beam
5	No ⊥ 100x90w	5) ⊥ 100x90	1) C25/30	1) default	Si	10	1) Posa A	No	1 1) Fem Beam
6	No HEA300	6) HEA300	5) S355	1) default	No	0		No	0 1) Fem Beam
7	No R 80x100	7) R 80x100	1) C25/30	1) default	No	0		No	0 1) Fem Beam

Sezioni pareti

N	descrizione	spessore [m]	materiale	Criterio Progetto	tipo	Parametri Parete	W	k.Wink. [N/cm²]	Posa Fondazione	Opz. FEM Shell	Opz. Prog. Shell
1	s30	0.3	1) C25/30	1) default	Shell	1) crit.Parete Elev	No	0		1) parametri Shell	1) opz prog Shell
2	s30 parete Sism	0.3	1) C25/30	1) default	Shell	1) crit.Parete Elev	No	0		1) parametri Shell	2) opz par. Taglio
3	paratia100	1	1) C25/30	1) default	Shell	1) crit.Parete Elev	No	0		1) parametri Shell	1) opz prog Shell
4	s100	1	1) C25/30	1) default	Shell	1) crit.Parete Elev	No	0		1) parametri Shell	1) opz prog Shell
5	si200	1	1) C25/30	1) default	Shell	1) crit.Parete Elev	Si	10	1) Posa A	1) parametri Shell	1) opz prog Shell
6	paratia80	0.8	1) C25/30	1) default	Shell	1) crit.Parete Elev	No	0		1) parametri Shell	1) opz prog Shell

Archivio Pannelli

N	descr.	Peso G1 [N/m²]		Sezione Solaio	Sovr. G2 [N/m²]	Sovr. acc. [N/m²]	Socr. acc. Uso	Neve	spessore [cm]	Masse	Direzione Carichi	Prezzo [€/m²]	Cassa-forma
1	solaio	3014.6	Si	1) Sez_Sol 1	2500	2000	3) Resid	No	25	Si	verticale	60	Si
2	tamp.30	0	No		4000	0	3) Resid	No	0	Si	verticale	0	No
3	balcone	3014.6	Si	1) Sez_Sol 1	2500	4000	5) Affol.	No	25	Si	verticale	60	Si
4	copertura	3014.6	Si	1) Sez_Sol 1	2500	2000	10) Copert	Si	25	Si	verticale	60	Si

Archivio Carichi concentrati

N	descrizione	Fx [N]	Fy [N]	Fz [N]	Massa Fz	Mx [Nm]	My [Nm]	Mz [Nm]	Azione carico
1	1t	0	0	-10000	Si	0	0	0	2) caric. perm

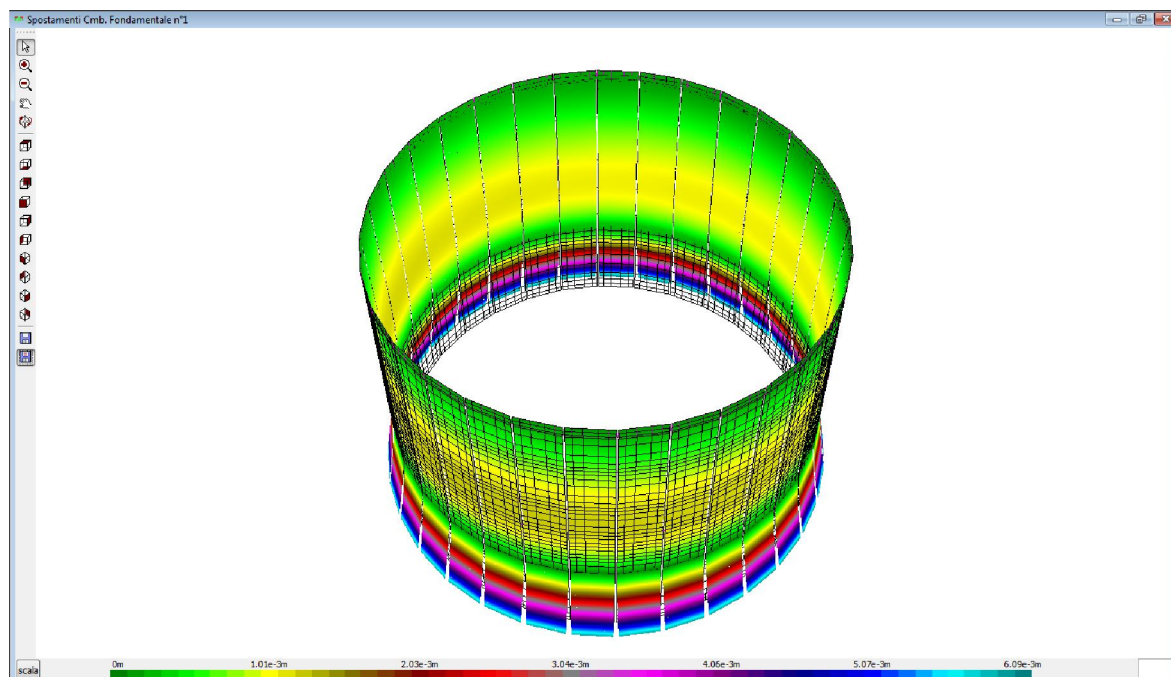
Archivio Carichi Distribuiti

N	descr.	Vert. Massa [N/m]	Torc. [N/m]	Rifer.	Ass. [N/m]	Long [N/m]	Azione Carico
1	1t/m	10000	Si	0	globale	0	2) caric. perm

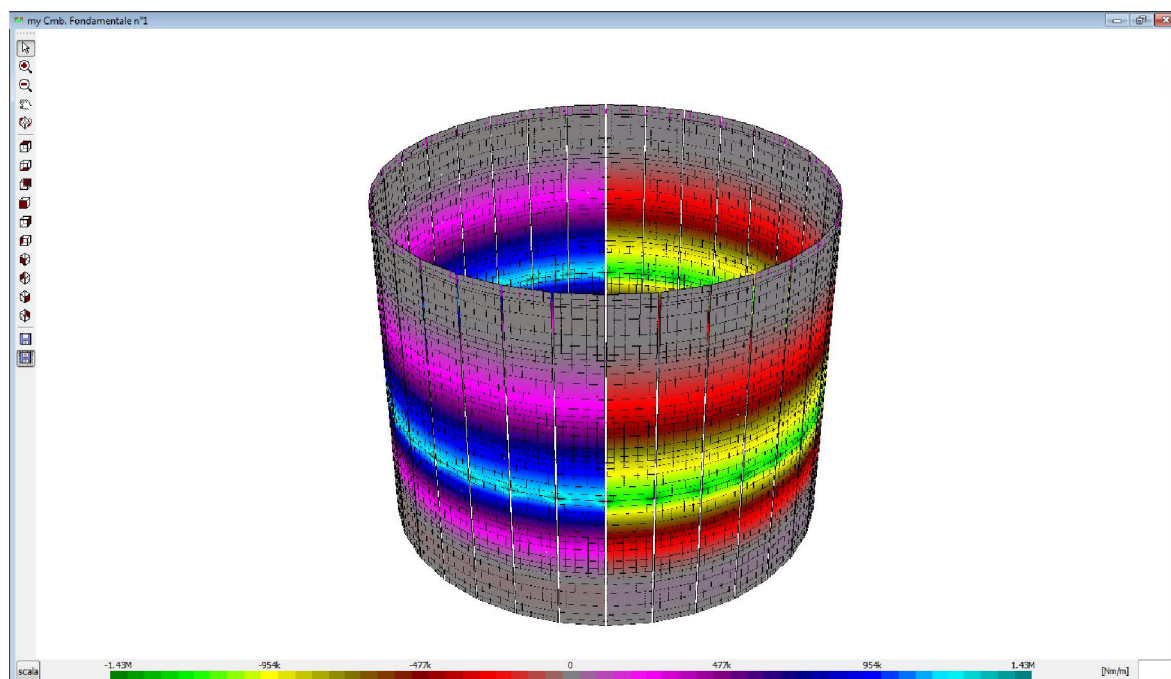
Archivio Carichi Distribuiti 2D

N	Descrizione	Carico [N/m²]	Azione	Masse	Direzione Carichi
1	100Kg/mq	1000	2) caric. perm	Si	verticale
2	1KN/mq	1000	2) caric. perm	Si	normale

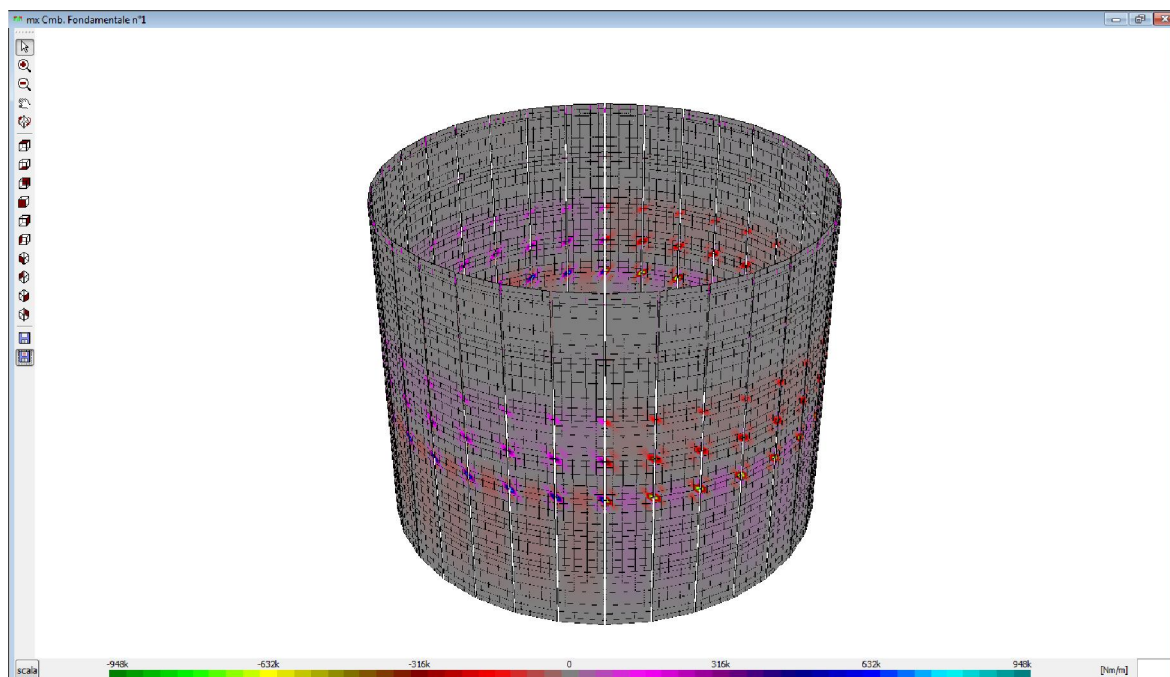
A sintesi dei risultati tabulari di calcolo che per brevità non sono qui riportati, si mostra in seguito le mappe cromatiche delle principali verifiche:



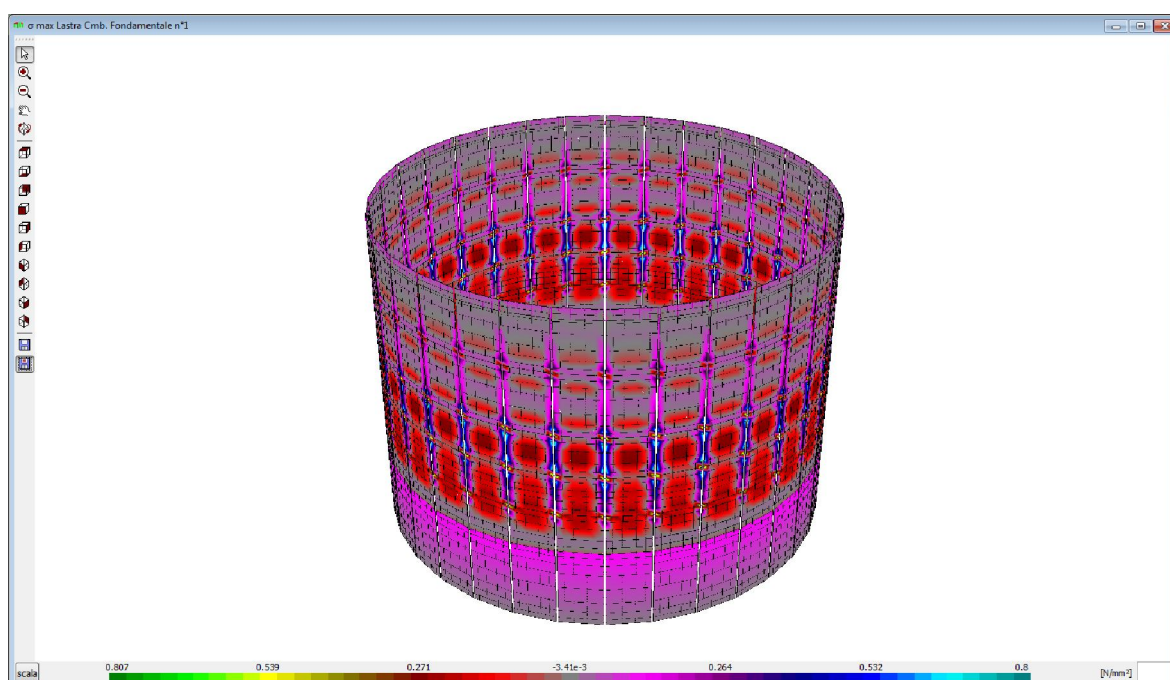
paratie: deformazione combinazione fondamentale



paratie: momento flettente y combinazione fondamentale



paratie: momento flettente x combinazione fondamentale



paratie: sforzo massimo nel cls, combinazione fondamentale

8.4 FASE DI GETTO: ELEMENTI A QUOTA 149 M S.M.

8.4.1 Analisi dei carichi

battente idraulico per carico accidentale su solette e pareti:

$h = 3,5 \text{ m}$

8.4.2 Dati generali Struttura

Comune: Senago
Provincia: Milano (MI)
Latitudine [°]: 45.575
Longitudine [°]: 9.1176
Altitudine [m]: 176
Tipo di opera: 2: Ordinaria
Vita nominale anni: 50

8.4.3 Sisma

Zona sisma: 4: irrilevante
Codice zona regionale: 4
Classe Uso: II: Affollamento normale
Coefficiente d'uso C_u : 1
Periodo di riferimento [anni]: 50
Quota relativa allo zero sismico [m]: 0
Risposta locale Sisma
Categoria Sottosuolo: C: $180\text{m/s} < V_{s,30} < 360\text{m/s}$
Categoria Topografica: T1: Pianeggiante ($i < 15^\circ$)
Fattore di struttura
Duttilità: B: Bassa duttilità
Regolarità altezza: Regolare
Regolarità in pianta: Regolare
Tipologia dir X: Telai più piani e più campate
Fattore di struttura q_x : 3.9
Tipologia dir Y: Telai più piani e più campate
Fattore di struttura q_y : 3.9
Fattore di struttura q_z : 1.5
Smorzamento viscoso ξ [%]: 5

Sisma: Parametri ag , F_o , T_c^*




Stato Limite	Pvr[%]	Tr	ag/g	F_o	$T_c^*[s]$
SLO	81	30.107	0.017322	2.5577	0.16019
SLD	63	50.289	0.02177	2.5288	0.1901
SLV	10	474.56	0.04458	2.6657	0.27995
SLC	5	974.79	0.053775	2.7078	0.29999

Amplificazione stratigrafica

S.L.	Prv%	S	ST	Ss	Cc	$T_c [s]$
SLO	81	1.5	1	1.5	1.9216	0.30782
SLD	63	1.5	1	1.5	1.8161	0.34522
SLV	10	1.5	1	1.5	1.5983	0.44744
SLC	5	1.5	1	1.5	1.5622	0.46866

Spettri elastici [g]

T [s]	direzione X [g]				direzione Y [g]				direzione Z [g]			
	SLO	SLD	SLV	SLC	SLO	SLD	SLV	SLC	SLO	SLD	SLV	SLC
0.00	0.0260	0.0327	0.0669	0.0807	0.0260	0.0327	0.0669	0.0807	0.0031	0.0043	0.0127	0.0168
0.05	0.0457	0.0543	0.1042	0.1248	0.0457	0.0543	0.1042	0.1248	0.0079	0.0110	0.0339	0.0456

A.T.P.:				Consulenti:			
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>		

0.10	0.0654	0.0760	0.1415	0.1688	0.0654	0.0760	0.1415	0.1688	0.0079	0.0110	0.0339	0.0456
0.15	0.0665	0.0826	0.1783	0.2129	0.0665	0.0826	0.1783	0.2129	0.0079	0.0110	0.0339	0.0456
0.20	0.0665	0.0826	0.1783	0.2184	0.0665	0.0826	0.1783	0.2184	0.0059	0.0082	0.0254	0.0342
0.25	0.0665	0.0826	0.1783	0.2184	0.0665	0.0826	0.1783	0.2184	0.0047	0.0066	0.0203	0.0274
0.30	0.0665	0.0826	0.1783	0.2184	0.0665	0.0826	0.1783	0.2184	0.0039	0.0055	0.0169	0.0228
0.35	0.0584	0.0815	0.1783	0.2184	0.0584	0.0815	0.1783	0.2184	0.0034	0.0047	0.0145	0.0195
0.40	0.0511	0.0713	0.1783	0.2184	0.0511	0.0713	0.1783	0.2184	0.0030	0.0041	0.0127	0.0171
0.45	0.0455	0.0634	0.1772	0.2184	0.0455	0.0634	0.1772	0.2184	0.0026	0.0037	0.0113	0.0152
0.50	0.0409	0.0570	0.1595	0.2047	0.0409	0.0570	0.1595	0.2047	0.0024	0.0033	0.0102	0.0137
0.60	0.0341	0.0475	0.1329	0.1706	0.0341	0.0475	0.1329	0.1706	0.0020	0.0027	0.0085	0.0114
0.70	0.0292	0.0407	0.1139	0.1462	0.0292	0.0407	0.1139	0.1462	0.0017	0.0023	0.0073	0.0098
0.80	0.0256	0.0356	0.0997	0.1280	0.0256	0.0356	0.0997	0.1280	0.0015	0.0021	0.0064	0.0085
0.90	0.0227	0.0317	0.0886	0.1137	0.0227	0.0317	0.0886	0.1137	0.0013	0.0018	0.0056	0.0076
1.00	0.0205	0.0285	0.0798	0.1024	0.0205	0.0285	0.0798	0.1024	0.0012	0.0016	0.0051	0.0068
1.50	0.0136	0.0190	0.0532	0.0682	0.0136	0.0190	0.0532	0.0682	0.0005	0.0007	0.0023	0.0030
2.00	0.0085	0.0120	0.0355	0.0464	0.0085	0.0120	0.0355	0.0464	0.0003	0.0004	0.0013	0.0017
2.50	0.0055	0.0077	0.0227	0.0297	0.0055	0.0077	0.0227	0.0297	0.0002	0.0003	0.0008	0.0011
3.00	0.0038	0.0053	0.0158	0.0206	0.0038	0.0053	0.0158	0.0206	0.0001	0.0002	0.0006	0.0008
3.50	0.0028	0.0039	0.0116	0.0152	0.0028	0.0039	0.0116	0.0152	0.0001	0.0001	0.0004	0.0006
4.00	0.0021	0.0030	0.0089	0.0116	0.0021	0.0030	0.0089	0.0116	0.0001	0.0001	0.0003	0.0004

Spettri di progetto [g]

T [s]	direzione X [g]				direzione Y [g]				direzione Z [g]			
	SLO	SLD	SLV	SLC	SLO	SLD	SLV	SLC	SLO	SLD	SLV	SLC
0.00	0.0260	0.0327	0.0669	0.0807	0.0260	0.0327	0.0669	0.0807	0.0031	0.0043	0.0127	0.0168
0.05	0.0457	0.0543	0.0598	0.0728	0.0457	0.0543	0.0598	0.0728	0.0079	0.0110	0.0226	0.0304
0.10	0.0654	0.0760	0.0527	0.0649	0.0654	0.0760	0.0527	0.0649	0.0079	0.0110	0.0226	0.0304
0.15	0.0665	0.0826	0.0457	0.0570	0.0665	0.0826	0.0457	0.0570	0.0079	0.0110	0.0226	0.0304
0.20	0.0665	0.0826	0.0457	0.0560	0.0665	0.0826	0.0457	0.0560	0.0059	0.0082	0.0169	0.0228
0.25	0.0665	0.0826	0.0457	0.0560	0.0665	0.0826	0.0457	0.0560	0.0047	0.0066	0.0135	0.0182
0.30	0.0665	0.0826	0.0457	0.0560	0.0665	0.0826	0.0457	0.0560	0.0039	0.0055	0.0113	0.0152
0.35	0.0584	0.0815	0.0457	0.0560	0.0584	0.0815	0.0457	0.0560	0.0034	0.0047	0.0097	0.0130
0.40	0.0511	0.0713	0.0457	0.0560	0.0511	0.0713	0.0457	0.0560	0.0030	0.0041	0.0089	0.0114
0.45	0.0455	0.0634	0.0454	0.0560	0.0455	0.0634	0.0454	0.0560	0.0026	0.0037	0.0089	0.0108
0.50	0.0409	0.0570	0.0409	0.0525	0.0409	0.0570	0.0409	0.0525	0.0024	0.0033	0.0089	0.0108
0.60	0.0341	0.0475	0.0341	0.0437	0.0341	0.0475	0.0341	0.0437	0.0020	0.0027	0.0089	0.0108
0.70	0.0292	0.0407	0.0292	0.0375	0.0292	0.0407	0.0292	0.0375	0.0017	0.0023	0.0089	0.0108
0.80	0.0256	0.0356	0.0256	0.0328	0.0256	0.0356	0.0256	0.0328	0.0015	0.0021	0.0089	0.0108
0.90	0.0227	0.0317	0.0227	0.0292	0.0227	0.0317	0.0227	0.0292	0.0013	0.0018	0.0089	0.0108
1.00	0.0205	0.0285	0.0205	0.0262	0.0205	0.0285	0.0205	0.0262	0.0012	0.0016	0.0089	0.0108
1.50	0.0136	0.0190	0.0136	0.0175	0.0136	0.0190	0.0136	0.0175	0.0005	0.0007	0.0089	0.0108
2.00	0.0085	0.0120	0.0091	0.0119	0.0085	0.0120	0.0091	0.0119	0.0003	0.0004	0.0089	0.0108
2.50	0.0055	0.0077	0.0089	0.0108	0.0055	0.0077	0.0089	0.0108	0.0002	0.0003	0.0089	0.0108
3.00	0.0038	0.0053	0.0089	0.0108	0.0038	0.0053	0.0089	0.0108	0.0001	0.0002	0.0089	0.0108
3.50	0.0028	0.0039	0.0089	0.0108	0.0028	0.0039	0.0089	0.0108	0.0001	0.0001	0.0089	0.0108
4.00	0.0021	0.0030	0.0089	0.0108	0.0021	0.0030	0.0089	0.0108	0.0001	0.0001	0.0089	0.0108

Carico Termico

Δ temp. travi elevaz. e pilastri: 15 °C

Δ temp. travi fondazione: 0 °C




Opzioni di calcolo

g per il calcolo della forza peso: 9.8066 m/s²

Deformabilità a taglio per travi e pilastri: Sì

8.4.4 Archivi

Azioni di carico

A.T.P.:				Consulenti:	
					
Studio Associato di Geologia Spada		Dott. Ing. C. Tonetto		Prof. Dott. V. Mezzanotte	

N	Descrizione	Descrizione estesa	TipoCat.		γ	ψ0	ψ1	ψ2	Classe Durata
1	peso. prop	Peso proprio	G1		1.3	1	1	1	Perm.
2	caric. perm	Carichi permanenti elementi non struttur..	G2		1.5	1	1	1	Perm.
3	Resid	Ambienti ad uso residenziale	Q	A	1.5	0.7	0.5	0.3	Media
4									
5									
6									
7									
8	Park. <3t	Parcheggi auto < 30000N	Q	F	1.5	0.7	0.7	0.6	Media
9	Park. >3t	Parcheggi autoveicoli > 30000N	Q	G	1.5	0.7	0.5	0.3	Media
10	Copert	Coperture e sottotetti	Q	H	1.5	0	0	0	Breve
11	Vento X	Vento X	Q		1.5	0.6	0.2	0	Istant.
12	Vento Y	Vento Y	Q		1.5	0.6	0.2	0	Istant.
13	Neve <1km	Neve (a quota <= 1000m s.l.m.)	Q		1.5	0.5	0.2	0	Breve
14	Neve >1km	Neve (a quota > 1000m s.l.m.)	Q		1.5	0.7	0.5	0.2	Media
15	Term.	Variazioni termiche	Q		1.5	0.6	0.5	0	Breve
16	Sisma X	Sisma X	E						Istant.
17	Ecc.Y Sism.X	Ecc.Y Sism.X	E						Istant.
18	Sisma Y	Sisma Y	E						Istant.
19	Ecc.X Sism.Y	Ecc.X Sism.Y	E						Istant.
20	Sisma Z	Sisma Z	E						Istant.

Calcestruzzo

N	Descrizione	fck [N/mm²]	Rck [N/mm²]	Esist.	fcm [N/mm²]	Rig.Tors. [%]
1	C25/30	25	30	No	33	5
2	C28/35	28	35	No	36	5
3	C32/40	32	40	No	40	5
4	C35/45	35	45	No	43	5

Materiale generico

N	Descrizione	Tipo	E [N/mm²]	C.Pois	Densità [kg/m³]	C. Dil. Term. [10 ⁻⁶ /°C]	Rigid. Tors [%]
1	C25/30	cls	31476	0.2	2500	12	5
2	C28/35	cls	32308	0.2	2500	12	5
3	C32/40	cls	33346	0.2	2500	12	5
4	C35/45	cls	34077	0.2	2500	12	5
5	S355	gen	210000	0.2	7850	12	5

Sezioni rettangolari

N	Descrizione	Base [m]	Altezza [m]
1	R 30x30	0.3	0.3
2	R 30x50	0.3	0.5
3	R 50x30	0.5	0.3
7	R 80x100	0.8	1
8	R 80x40	0.8	0.4
9	R 90x30	0.9	0.3

Dati aggiuntivi solai

γ cls umido: 3000 kg/m³

Archivio Pannelli

N	descr.	Peso G1 [N/m²]	Sezione Solai	Sovr. G2 [N/m²]	Sovr. acc. [N/m²]	Socr. acc. Uso	Neve	spessore [cm]	Masse	Direzione Carichi	Prezzo [€/m²]	Cassa-forma
1	solaio	3014.6	Si 1) Sez_Sol1	2500	2000	3) Resid	No	25	Si	verticale	60	Si
2	tamp.30	0	No	4000	0	3) Resid	No	0	Si	verticale	0	No
3	balcone	3014.6	Si 1) Sez_Sol1	2500	4000	5) Affiöl	No	25	Si	verticale	60	Si
4	copertura	3014.6	Si 1) Sez_Sol1	2500	2000	10) Copert	Si	25	Si	verticale	60	Si

Archivio Carichi concentrati

N	descrizione	Fx [N]	Fy [N]	Fz [N]	Massa Fz	Mx [Nm]	My [Nm]	Mz [Nm]	Azione carico
1	lt	0	0	-10000	Si	0	0	0	2) caric. perm

Archivio Carichi Distribuiti

N	descr.	Vert. [N/m]	Massa	Torc. [N/m]	Rifer.	Ass. [N/m]	Long [N/m]	Azione Carico
1	1t/m	10000	Si	0	globale	0	0	2) caric. perm

Archivio Carichi Distribuiti 2D

N	Descrizione	Carico [N/m²]	Azione	Masse	Direzione Carichi
1	100Kg/mq	1000	2) caric. perm	Si	verticale
2	1KN/mq	1000	2) caric. perm	Si	normale

A sintesi dei risultati tabulari di calcolo che per brevità non sono qui riportati, si mostra in seguito le mappe cromatiche delle principali verifiche:

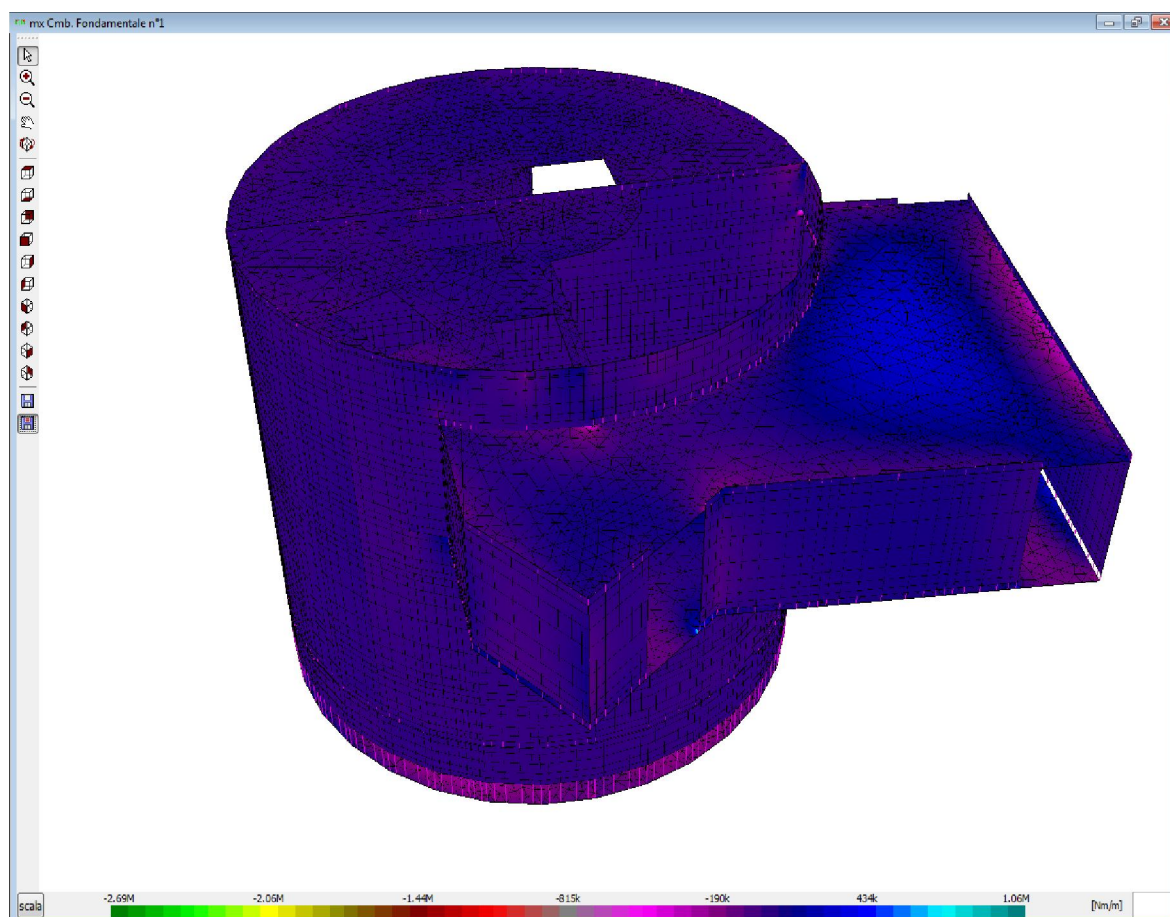


Illustrazione 7: digramma mx - momento flettente piastra per combinazione fondamentale.

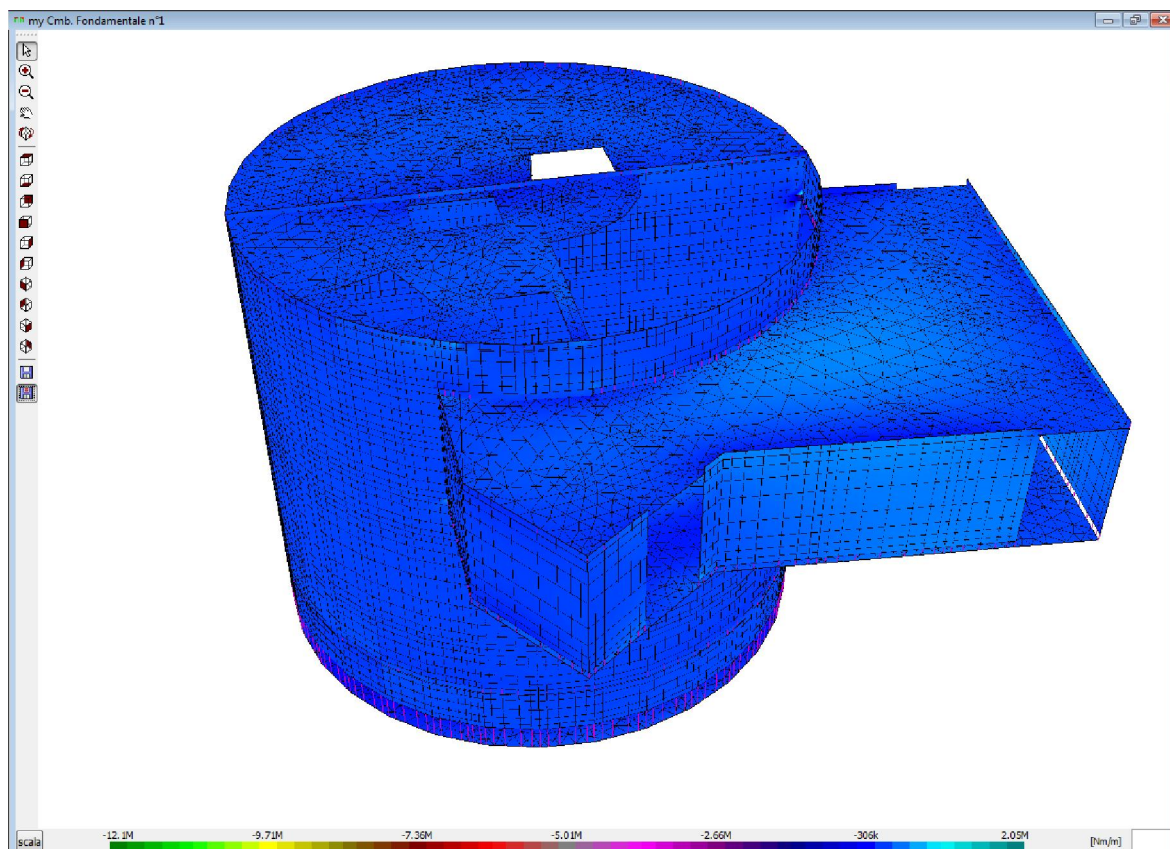


Illustrazione 8: digramma my - momento flettente piastra per combinazione fondamentale.

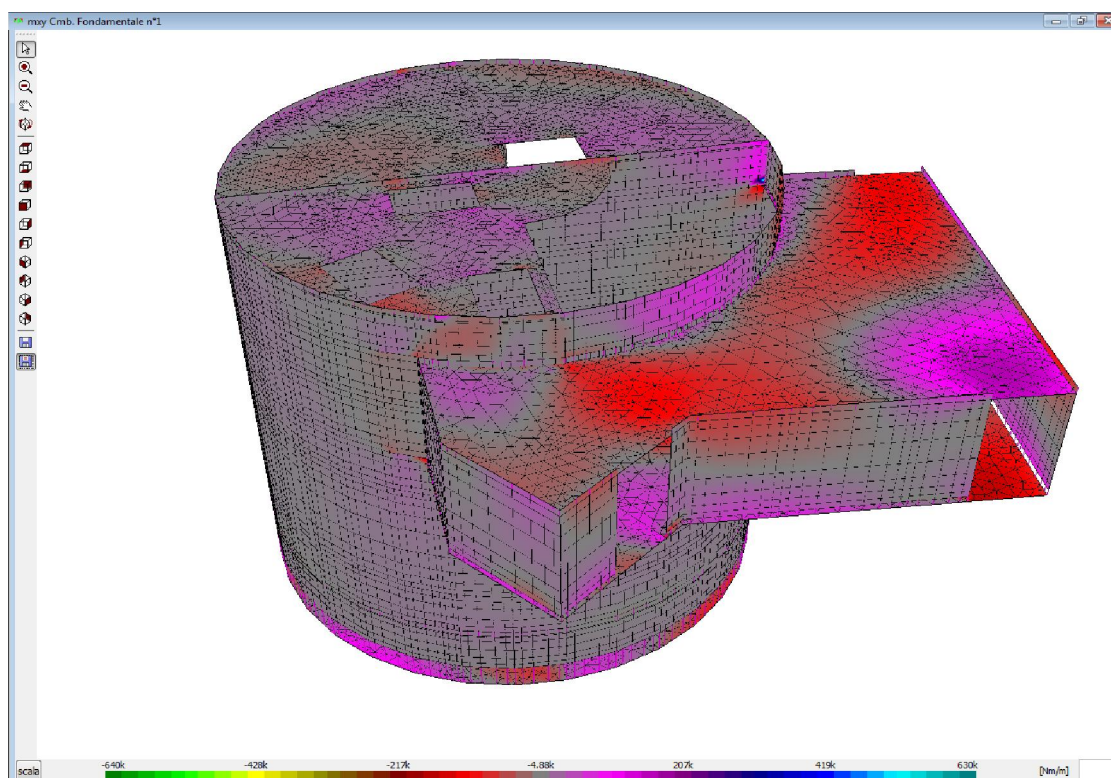


Illustrazione 9: digramma mxy - momento torcente piastra per combinazione fondamentale.

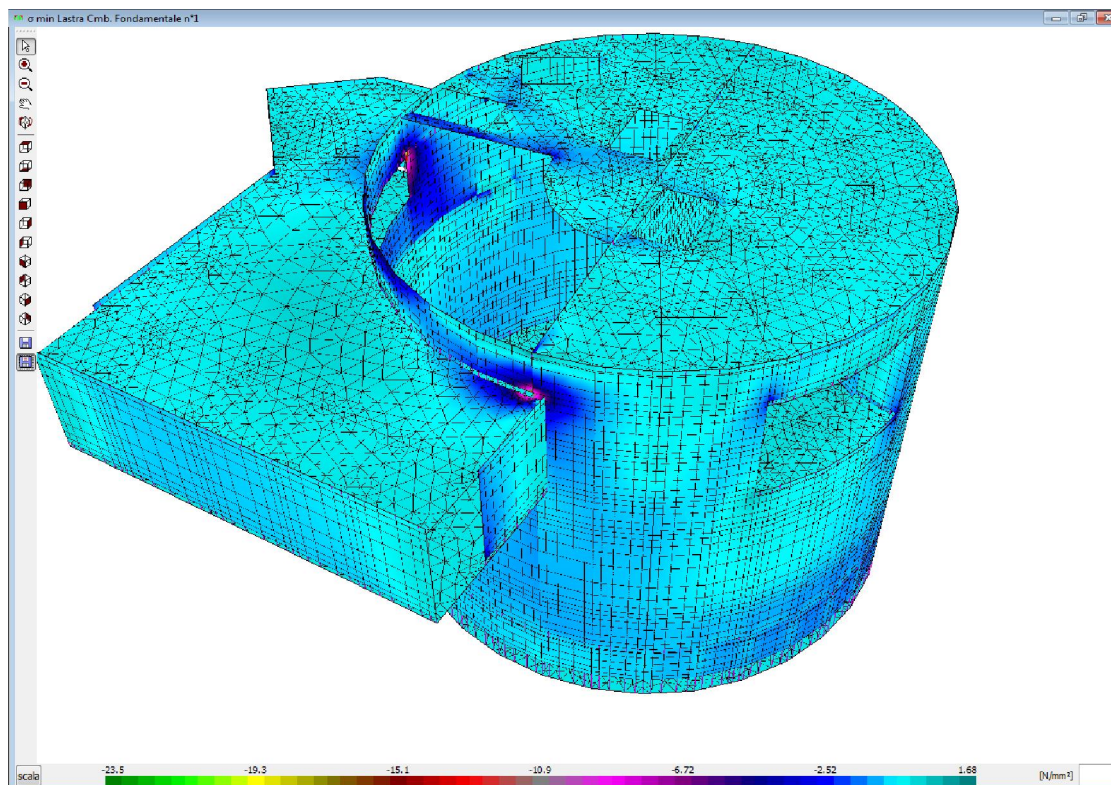


Illustrazione 10: momento flettente minimo per combinazione fondamentale.

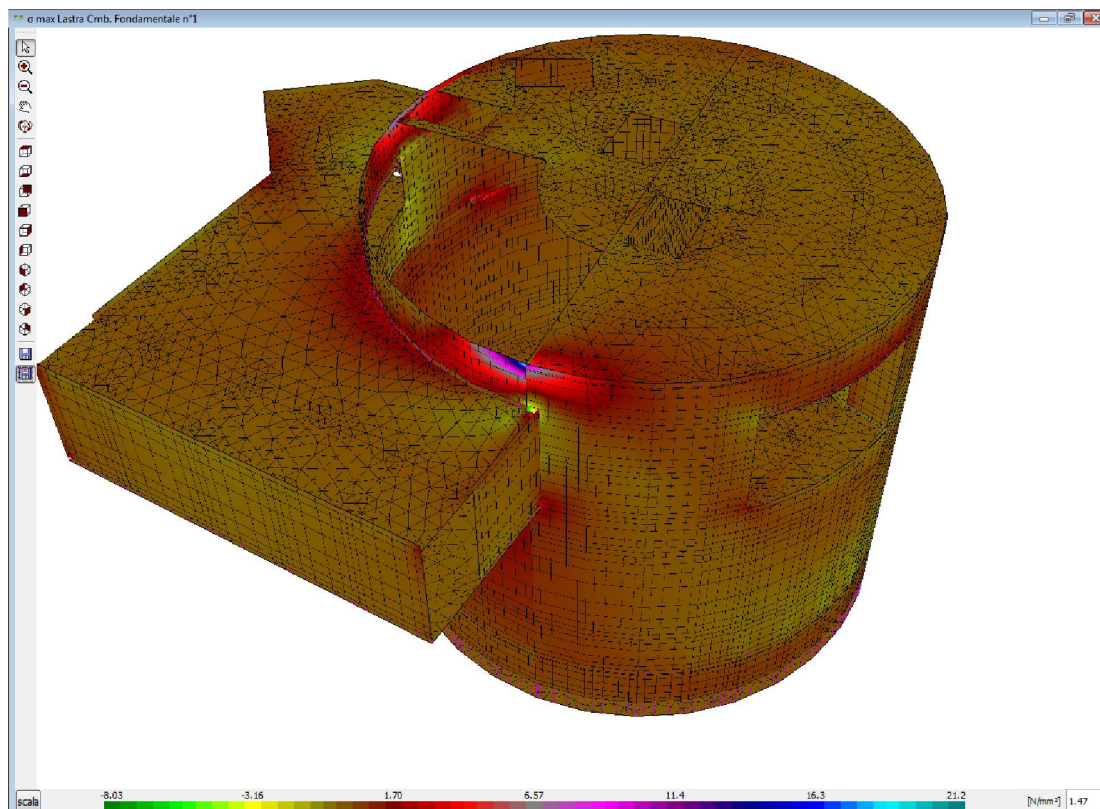


Illustrazione 11: momento flettente massimo per combinazione fondamentale.

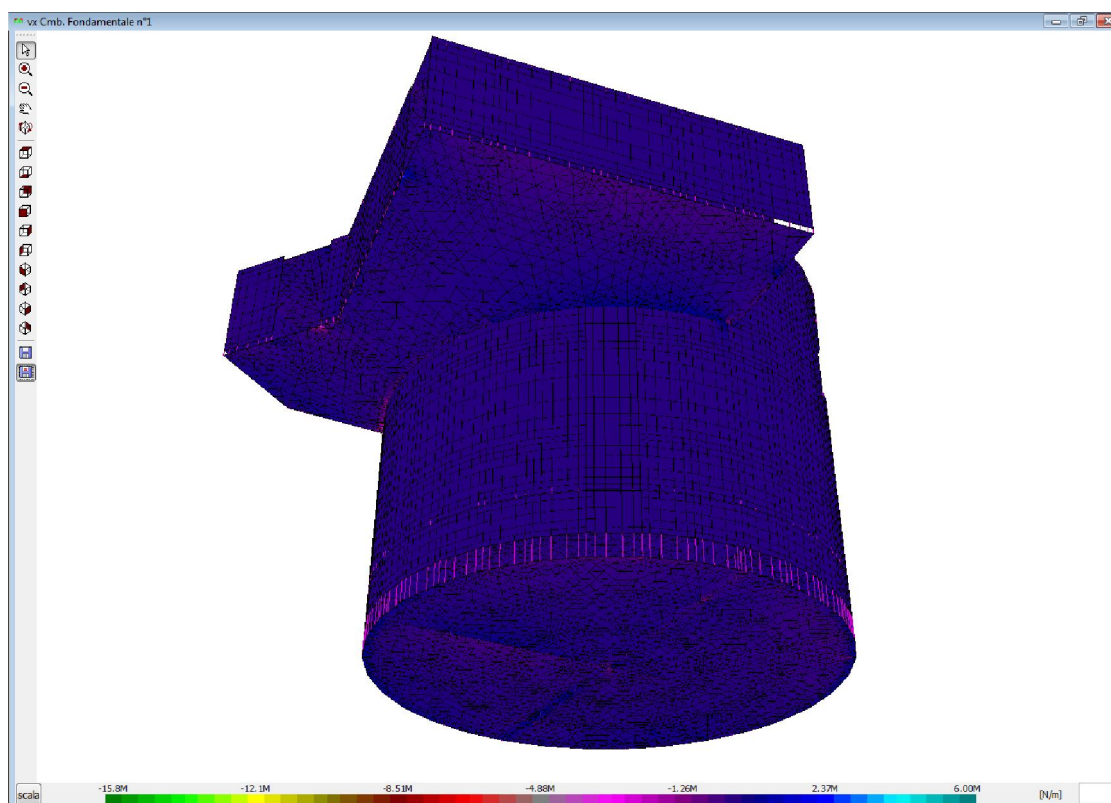


Illustrazione 12: taglio in x per combinazione fondamentale.

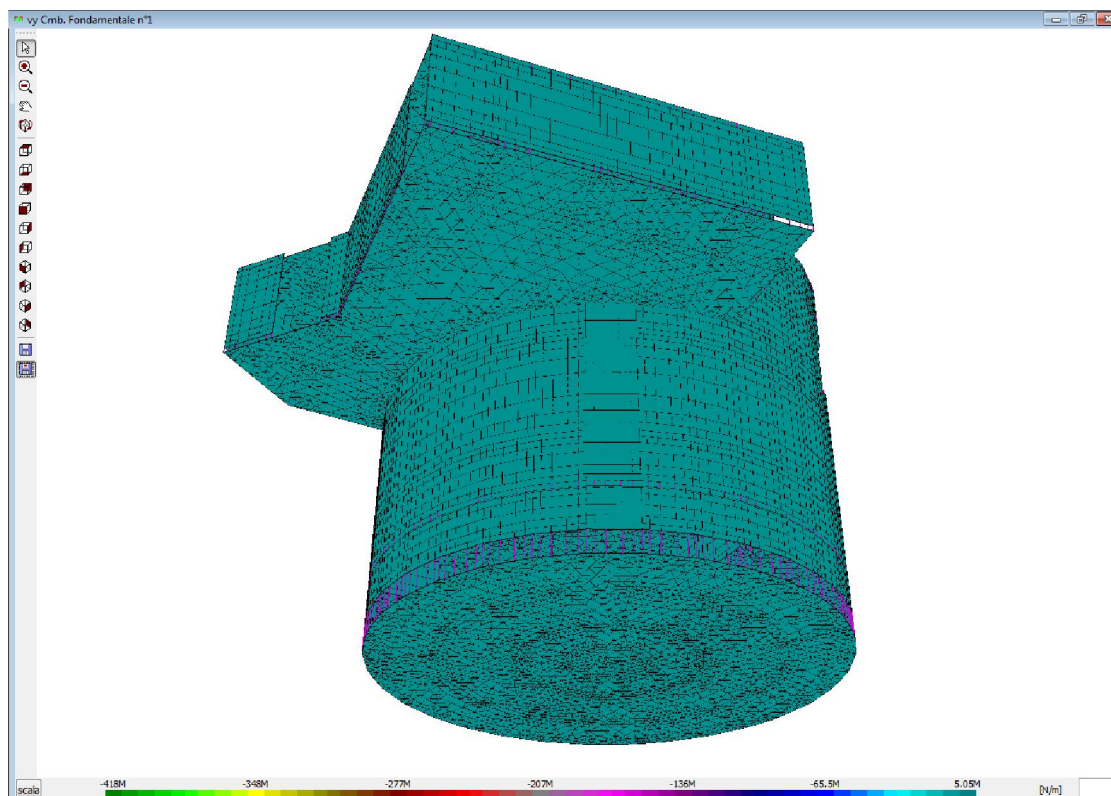


Illustrazione 13: taglio in y per combinazione fondamentale.

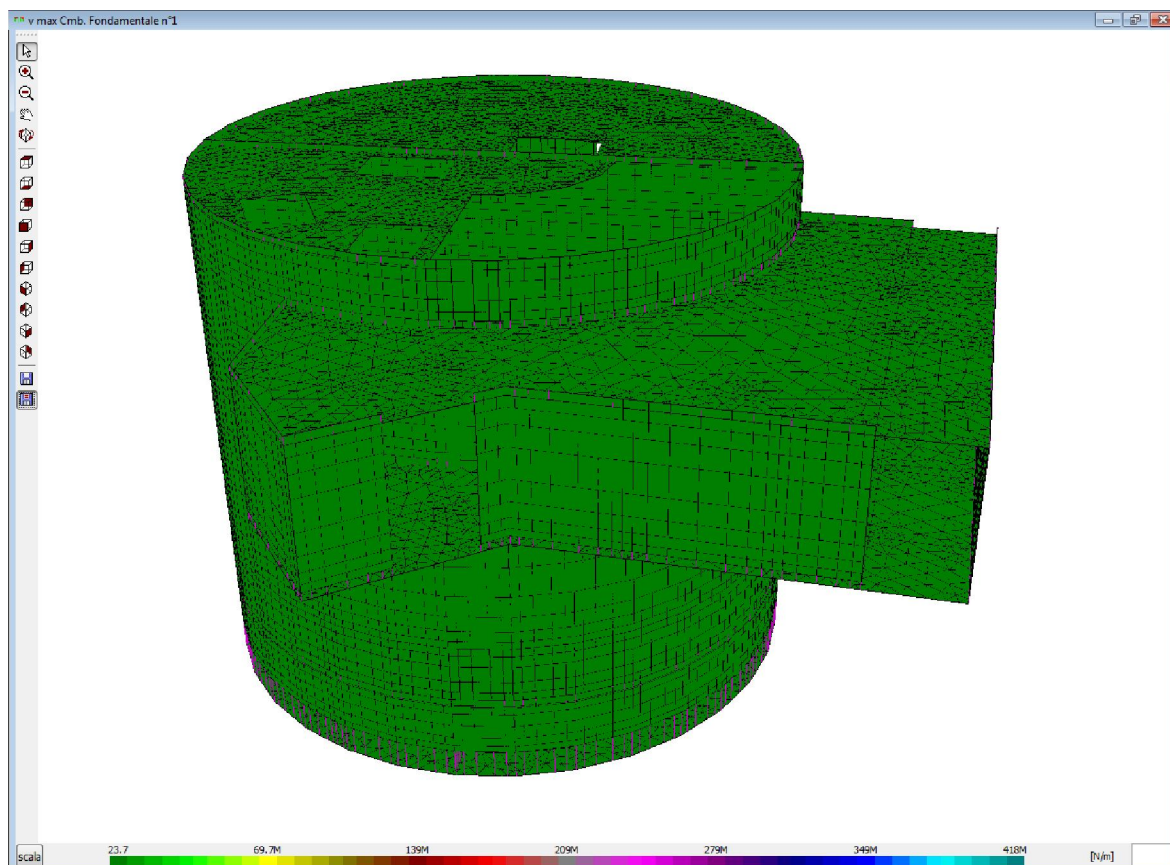


Illustrazione 14: taglio massimo per combinazione fondamentale.

Una volta mostrate cromaticamente le sollecitazioni agenti sulla struttura così come modellata, si mostrano nelle grafiche seguenti le verifiche delle tensioni presenti nella struttura.

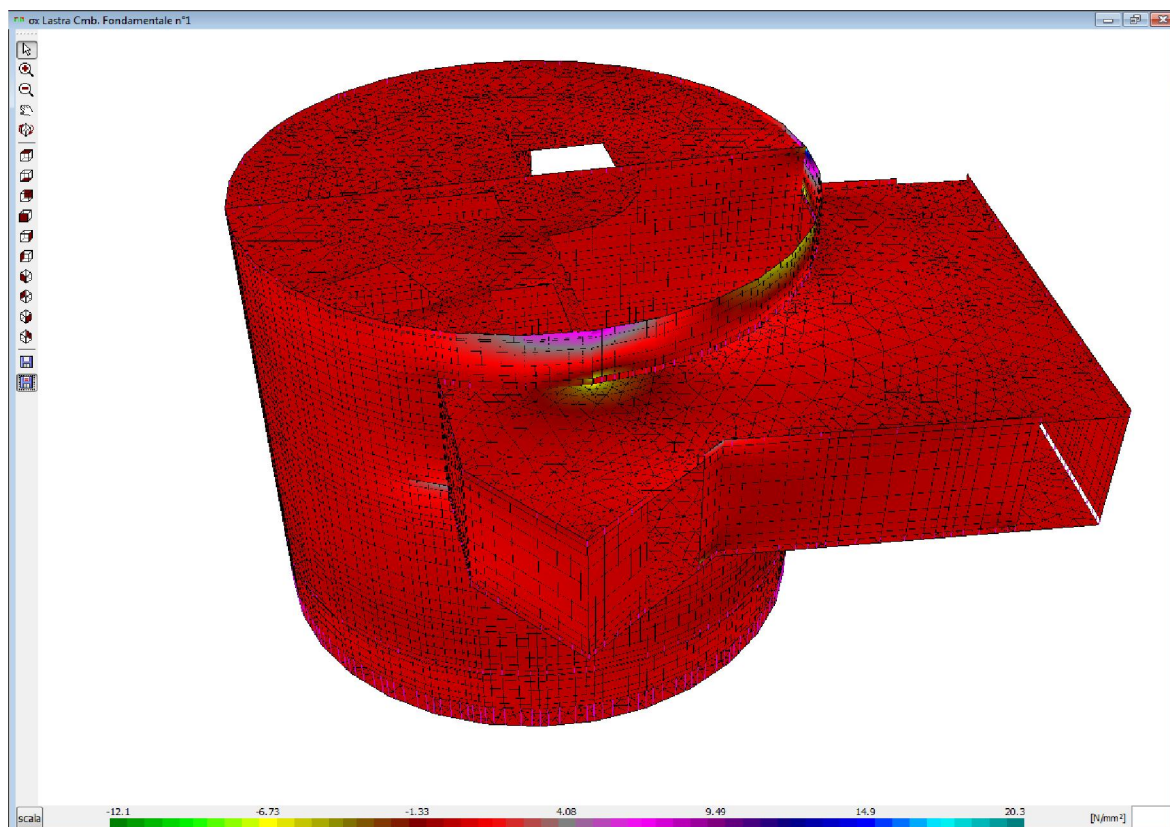


Illustrazione 15: sforzo sigma x per combinazione fondamentale.

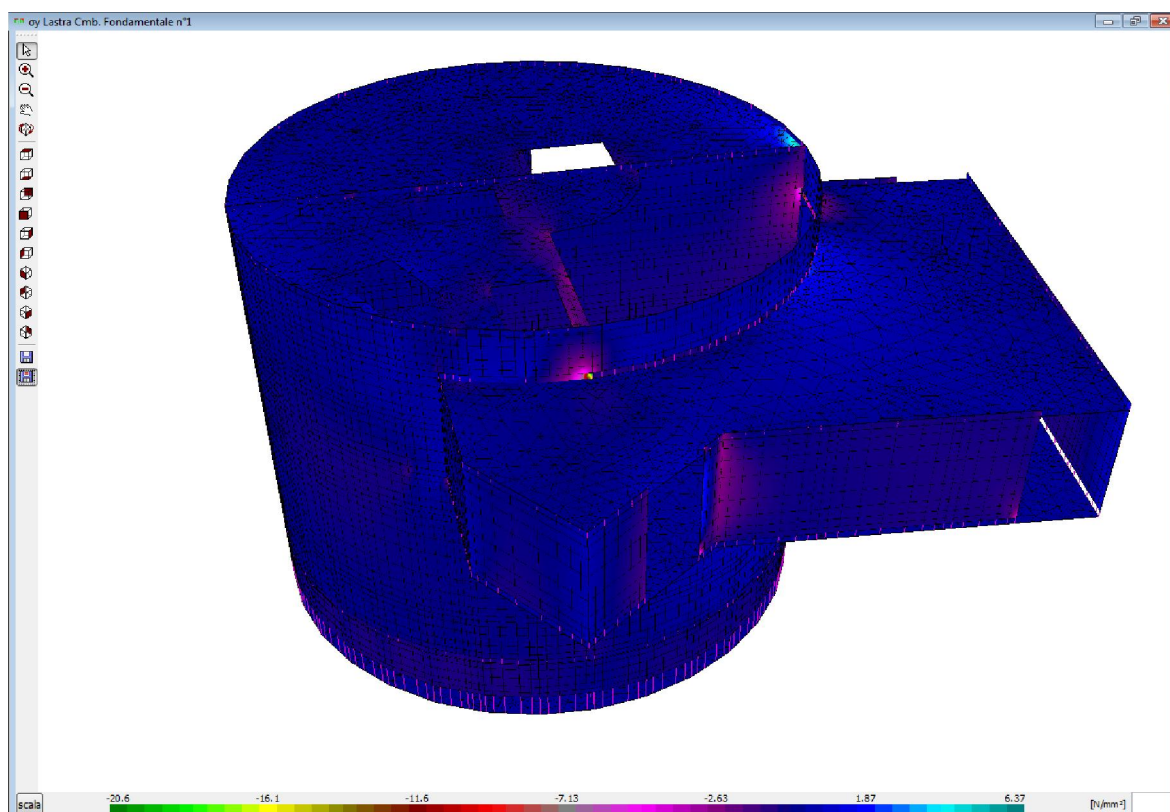


Illustrazione 16: sforzo sigma y per combinazione fondamentale.

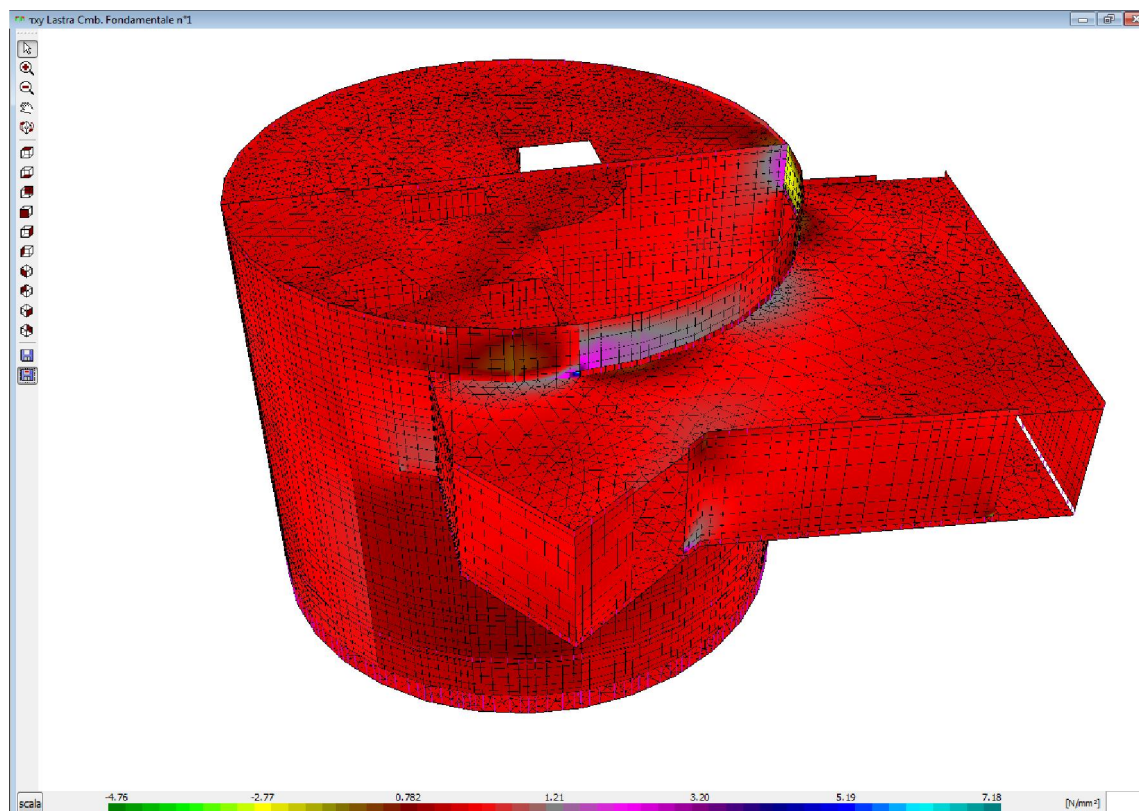


Illustrazione 17: sforzo tau xy per combinazione fondamentale.

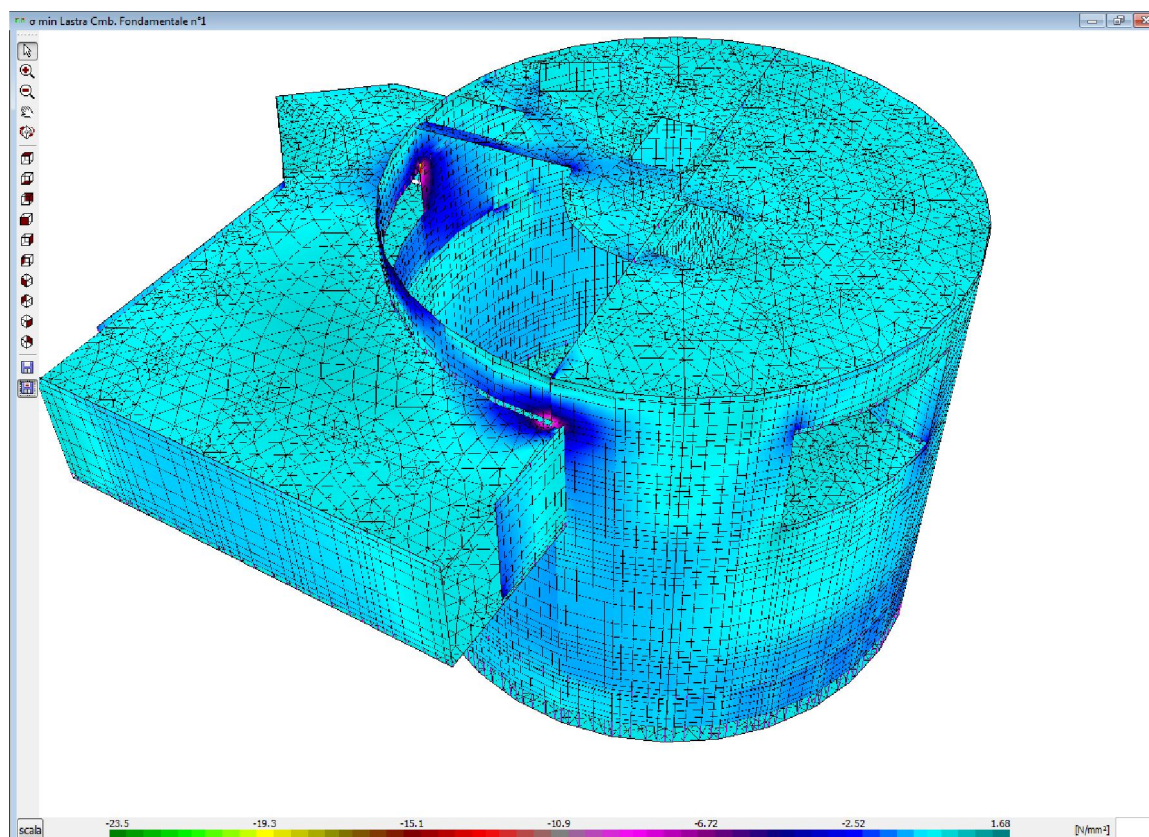


Illustrazione 18: sforzo sigma minimo per combinazione fondamentale.

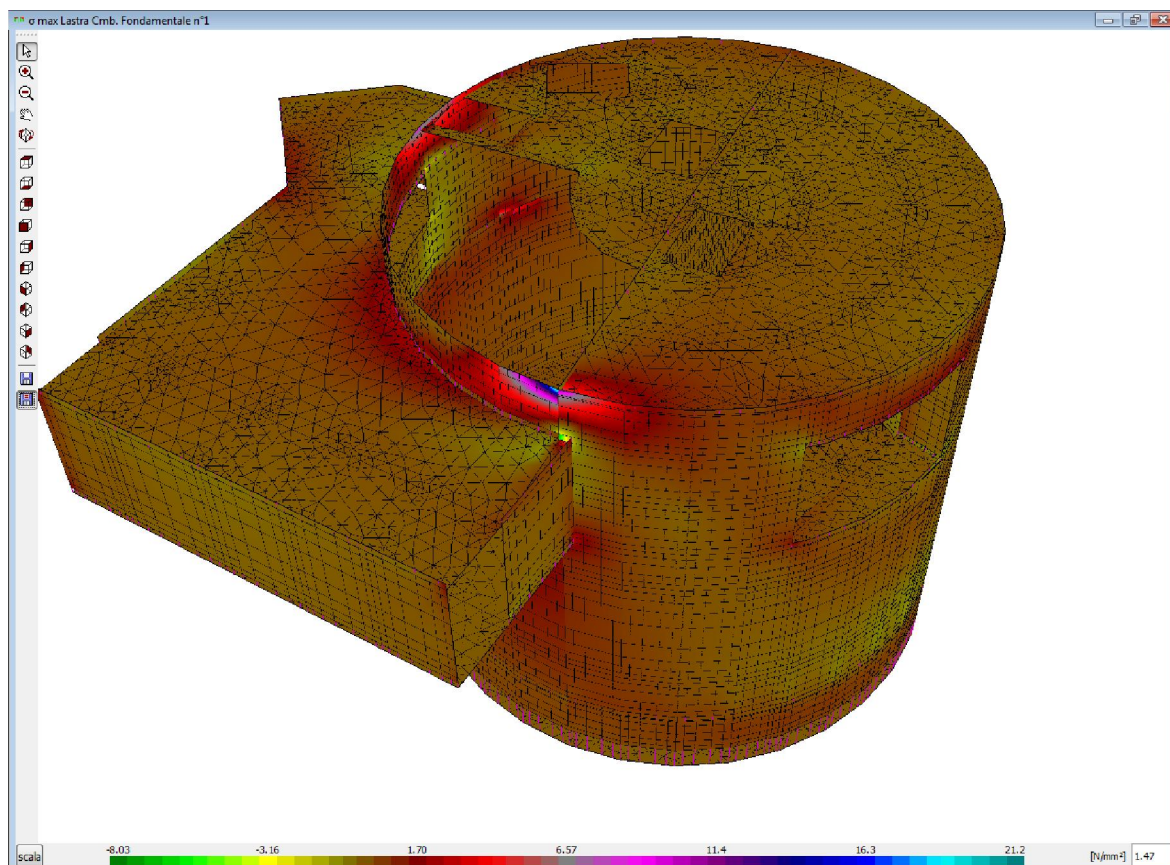


Illustrazione 19: sforzo sigma massimo per combinazione fondamentale.

Inoltre, si rappresentano gli stati di tensione nel calcestruzzo allo stato limite ultimo, di esercizio e di fessurazione.

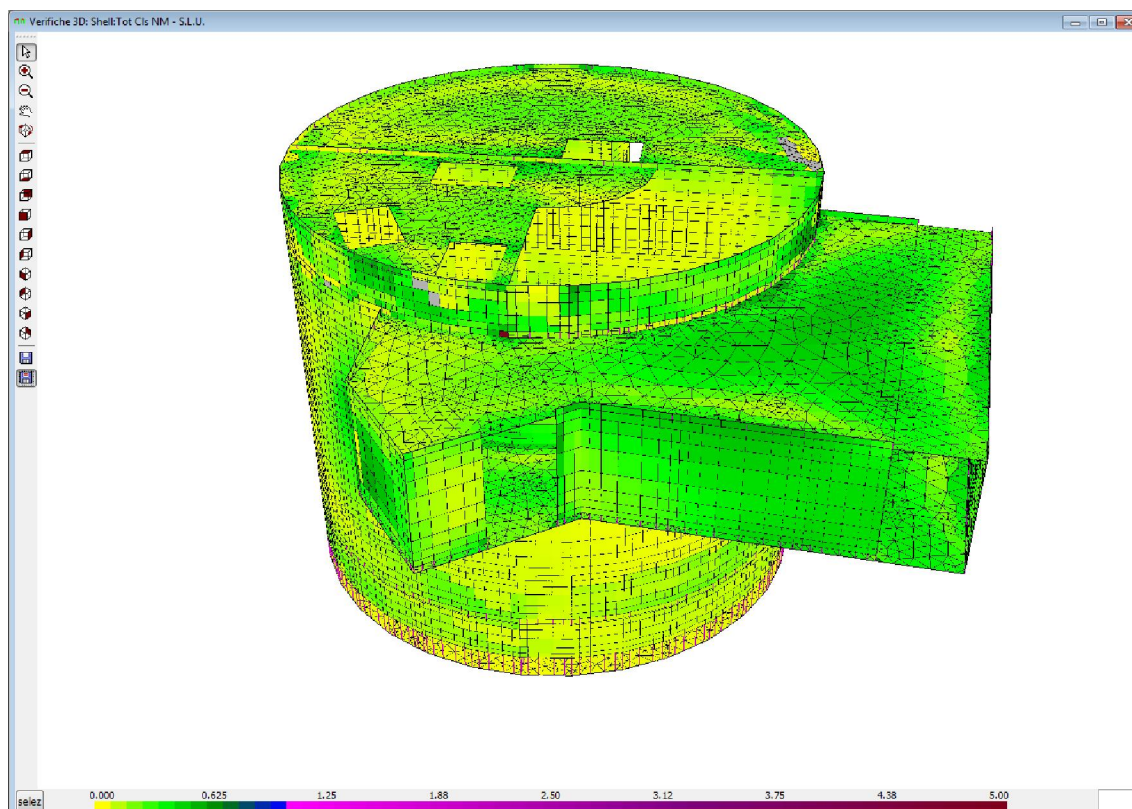


Illustrazione 20: sforzo calcestruzzo allo stato limite ultimo.

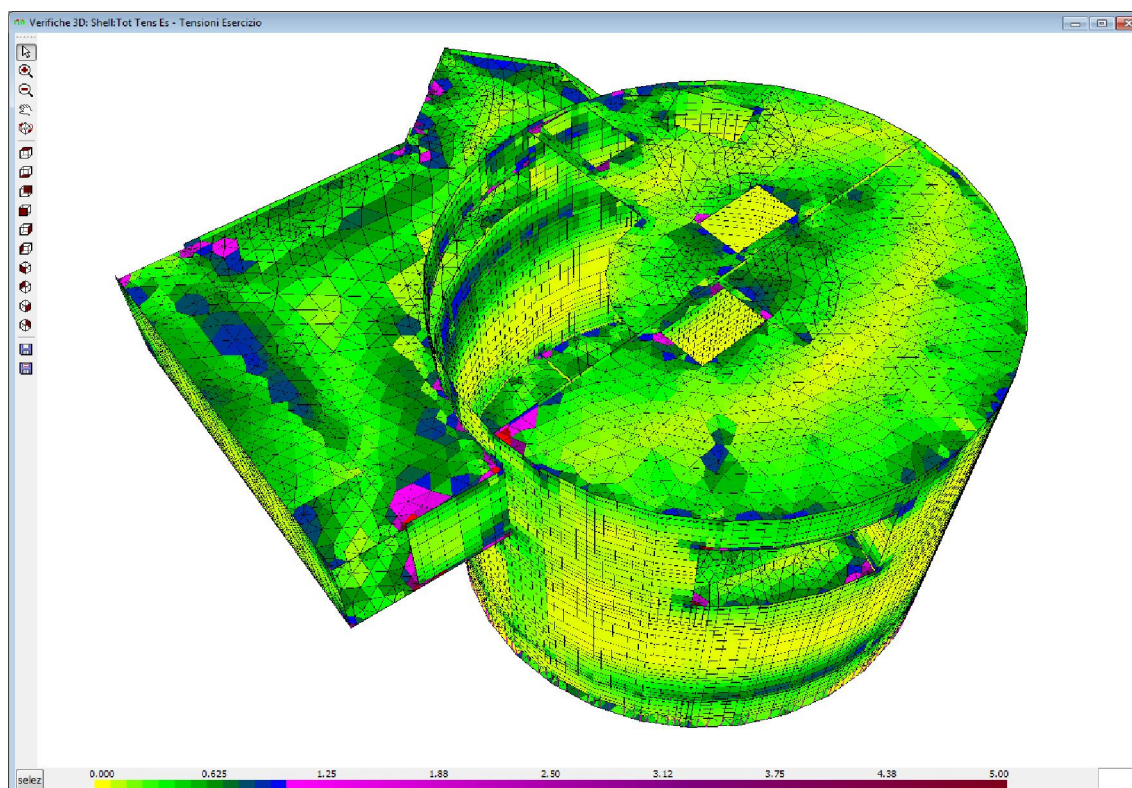


Illustrazione 21: sforzo calcestruzzo allo stato limite di esercizio

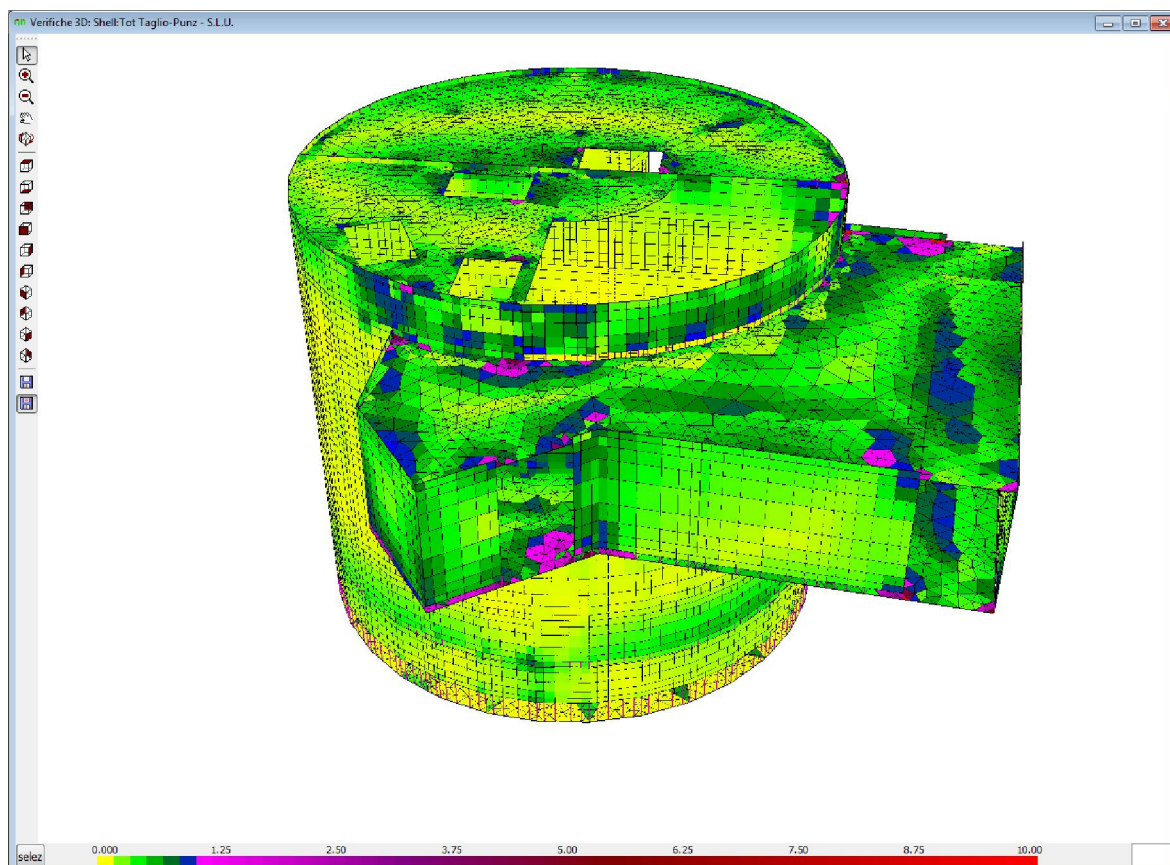


Illustrazione 22: sforzo calcestruzzo allo stato limite di fessurazione

In ultimo si rappresentano gli spostamenti della struttura e le pressioni sul terreno.

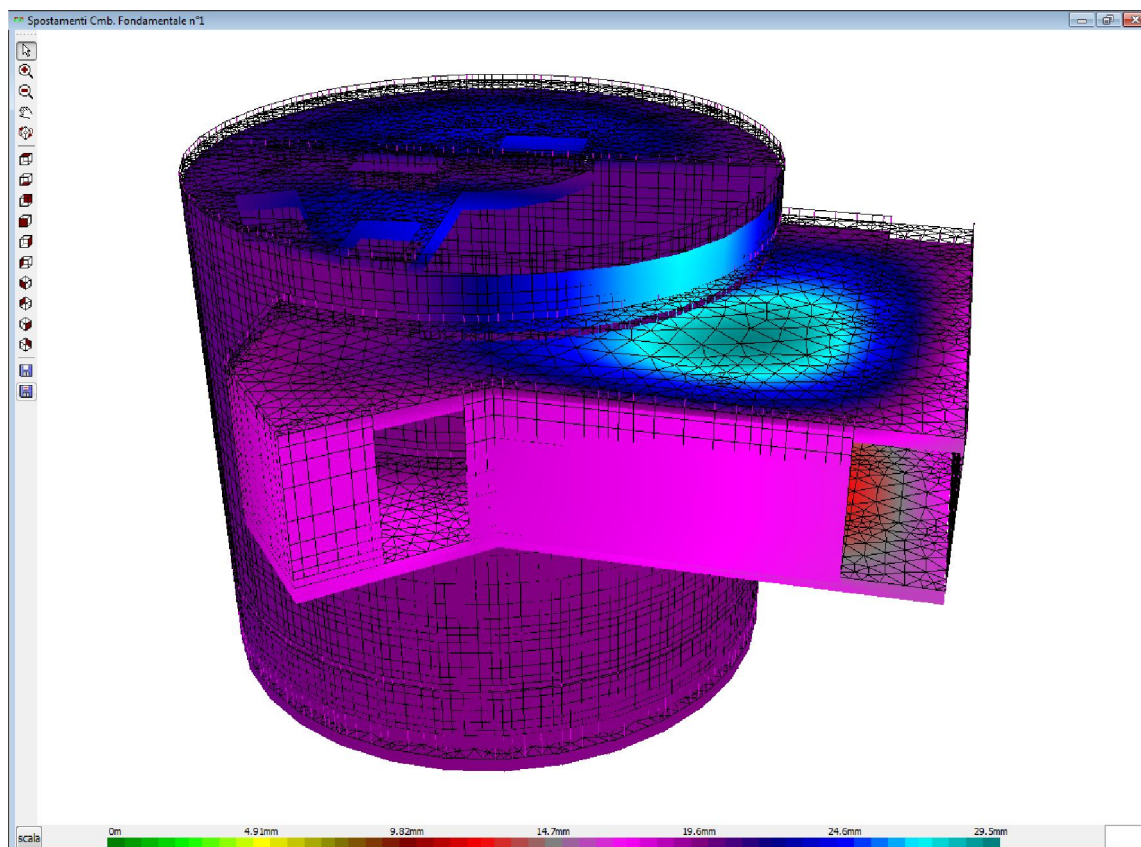


Illustrazione 23: spostamenti per combinazione fondamentale.

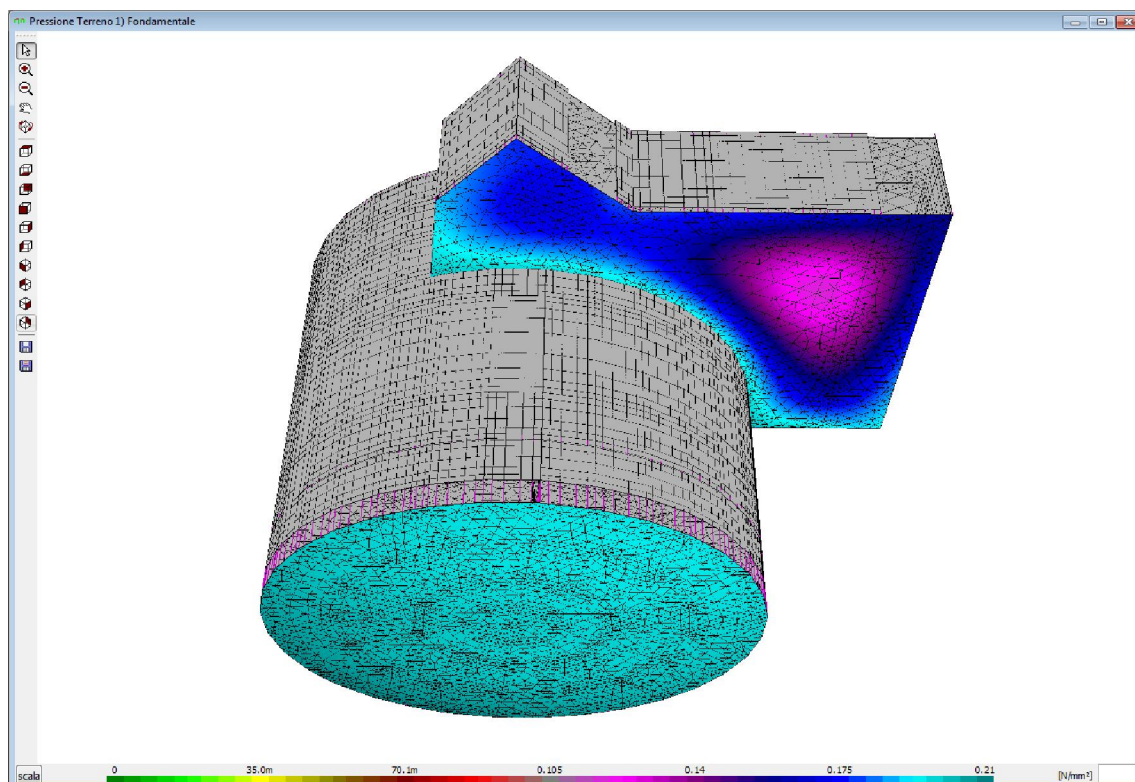


Illustrazione 24: pressioni sul terreno per combinazione fondamentale.

8.5 CANALE DI SFIORO/BY-PASS

8.5.1 Analisi dei carichi

Carico accidentale distribuito sul terrapieno:	$q = 2 \text{ kN/mq}$
Peso specifico del terreno:	$\gamma = 17,5 \text{ kN/mc}$
Angolo di attrito interno:	$\phi = 26^\circ$
coefficiente spinta passiva	$k_p = \text{tg}(\pi/4 + \phi/2) = 2,56$
coefficiente spinta attiva	$k_a = \text{tg}(\pi/4 - \phi/2) = 0,39$
Pressione sulla paratia a quota 154 m	$\sigma_0 = 0,78 \text{ kN/mq}$
Pressione sulla paratia a quota 151 m	$\sigma_1 = 44,46 \text{ kN/mq}$

8.5.2 Dati generali Struttura

Comune:	Senago
Provincia:	Milano (MI)
Latitudine [°]:	45.575
Longitudine [°]:	9.1176
Altitudine [m]:	176
Tipo di opera:	2: Ordinaria
Vita nominale anni:	50

Carico Termico

$\Delta \text{ temp. travi elevaz. e pilastri: } 15^\circ\text{C}$
$\Delta \text{ temp. travi fondazione: } 0^\circ\text{C}$

Opzioni di calcolo

g per il calcolo della forza peso:	9.8066 m/s ²
Deformabilità a taglio per travi e pilastri:	Sì

Azioni di carico

N	Descrizione	Descrizione estesa	TipoCat	γ	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Classe Durata
1	peso. prop	Peso proprio	G1	1.3	1	1	1	Perm.
2	caric. perm	Carichi permanenti elementi non struttur.	G2	1.5	1	1	1	Perm.
3	Resid	Ambienti ad uso residenziale	Q	A	1.5	0.7	0.5	0.3 Media
4	Uffici	Uffici	Q	B	1.5	0.7	0.5	0.3 Media
5	Affol.	Ambienti suscettibili di affollamento	Q	C	1.5	0.7	0.7	0.6 Media
6	Comm.	Ambienti ad uso commerciale	Q	D	1.5	0.7	0.7	0.6 Media
7	Depos. Bibli.	Biblioteche, depositi, ecc.	Q	E	1.5	1	0.9	0.8 Lunga
8	Park. <3t	Parcheggi auto < 30000N	Q	F	1.5	0.7	0.7	0.6 Media
9	Park. >3t	Parcheggi autoveicoli > 30000N	Q	G	1.5	0.7	0.5	0.3 Media
10	Copert	Coperture e sottotetti	Q	H	1.5	0	0	0 Breve
11	Vento X	Vento X	Q		1.5	0.6	0.2	0 Istant.
12	Vento Y	Vento Y	Q		1.5	0.6	0.2	0 Istant.
13	Neve <1km	Neve (a quota <= 1000m s.l.m.)	Q		1.5	0.5	0.2	0 Breve
14	Neve >1km	Neve (a quota > 1000m s.l.m.)	Q		1.5	0.7	0.5	0.2 Media
15	Term.	Variazioni termiche	Q		1.5	0.6	0.5	0 Breve
16	Sisma X	Sisma X	E					Istant.
17	Ecc.Y Sism.X	Ecc.Y Sism.X	E					Istant.
18	Sisma Y	Sisma Y	E					Istant.
19	Ecc.X Sism.Y	Ecc.X Sism.Y	E					Istant.
20	Sisma Z	Sisma Z	E					Istant.

Calcestruzzo

N	Descrizione	fck [N/mm²]	Rck [N/mm²]	Esist.	fcm [N/mm²]	Rig.Tors. [%]
1	C25/30	25	30	No	33	5
2	C28/35	28	35	No	36	5
3	C32/40	32	40	No	40	5
4	C35/45	35	45	No	43	5

Materiale generico

N	Descrizione	Tipo	E [N/mm²]	C.Pois	Densità [kg/m³]	C. Dil. Term. [10 ⁻⁶ /°C]	Rigid. Tors [%]
1	C25/30	cls	31476	0.2	2500	12	5
2	C28/35	cls	32308	0.2	2500	12	5
3	C32/40	cls	33346	0.2	2500	12	5
4	C35/45	cls	34077	0.2	2500	12	5

Sezioni rettangolari

N	Descrizione	Base [m]	Altezza [m]
1	R 30x30	0.3	0.3
2	R 30x50	0.3	0.5
3	R 50x30	0.5	0.3

Sezioni Geometriche generiche

N	Descrizione	Tipo	Ix [cm⁴]	Iy [cm⁴]	area [cm²]	xx	xy
1	R 30x30	■	67500	67500	900	1.2	1.2
2	R 30x50	■	312500	112500	1500	1.2	1.2
3	R 50x30	■	112500	312500	1500	1.2	1.2
5	⊥ 100x90	⊥	3650000	3600000	6000	1.1093	1.4027

Archivio vincoli

N	descrizione	kx [N/m]	ky [N/m]	kz [N/m]	krx [Nm]	kry [Nm]	krz [Nm]
1	incastro	∞	∞	∞	∞	∞	∞
2	libero	0	0	0	0	0	0
3	cerniera	∞	∞	∞	0	0	0
4	Δx=Δy=0	∞	∞	0	0	0	0
5	cer.fles	∞	∞	∞	∞	0	0

Sezioni pareti

N	descrizione	spessore [m]	materiale	Criterio Progetto	tipo	Parametri Parete	W	k.Wink. [N/cm³]	Posa Fondazione	Opz. FEM Shell	Opz. Prog. Shell
1	s40w	0.4	1) C25/30	1) default Shell 1)	crit.Parete Elev	Si	10	1) Posa A	1) parametri Shell	1) opz prog Shell	
2	s30 parete Sism	0.3	1) C25/30	1) default Shell 1)	crit.Parete Elev	No	0	1) parametri Shell	2) opz par. Taglio		
3	s40	0.4	1) C25/30	1) default Shell 1)	crit.Parete Elev	No	0	1) parametri Shell	1) opz prog Shell		

Archivio Pannelli

N	descr.	Peso G1 [N/m²]	Sezione Solaio	Sovr. G2 [N/m²]	Sovr. acc. [N/m²]	Socr. acc. Uso	Neve	spessore [cm]	Masse	Direzione Carichi	Prezzo [€/m²]	Cassa- forma
1	solaio	3014.6	Si 1) Sez_Sol 1	2500	2000	3) Resid	No	25	Si	verticale	60	Si
2	tamp.30	0	No	4000	0	3) Resid	No	0	Si	verticale	0	No
3	balcone	3014.6	Si 1) Sez_Sol 1	2500	4000	5) Affol.	No	25	Si	verticale	60	Si
4	copertura	3014.6	Si 1) Sez_Sol 1	2500	2000	10) Copert	Si	25	Si	verticale	60	Si

Archivio Carichi concentrati

N	descrizione	Fx [N]	Fy [N]	Fz [N]	Massa Fz	Mx [Nm]	My [Nm]	Mz [Nm]	Azione carico
1	lt	0	0	-10000	Si	0	0	0	2) caric. perm

Archivio Carichi Distribuiti

N	descr.	Vert. [N/m]	Massa	Torc. [N/m]	Rifer.	Ass. [N/m]	Long [N/m]	Azione Carico
1	lt/m	10000	Si	0	globale	0	0	2) caric. perm

Archivio Carichi Distribuiti 2D

N	Descrizione	Carico [N/m²]	Azione	Masse	Direzione Carichi
1	100Kg/mq	1000	2) caric. perm	Si	normale
2	1KN/mq	1000	5) Affol.	Si	normale

A sintesi dei risultati tabulari di calcolo che per brevità non sono qui riportati, si mostra in seguito le mappe cromatiche delle principali verifiche:

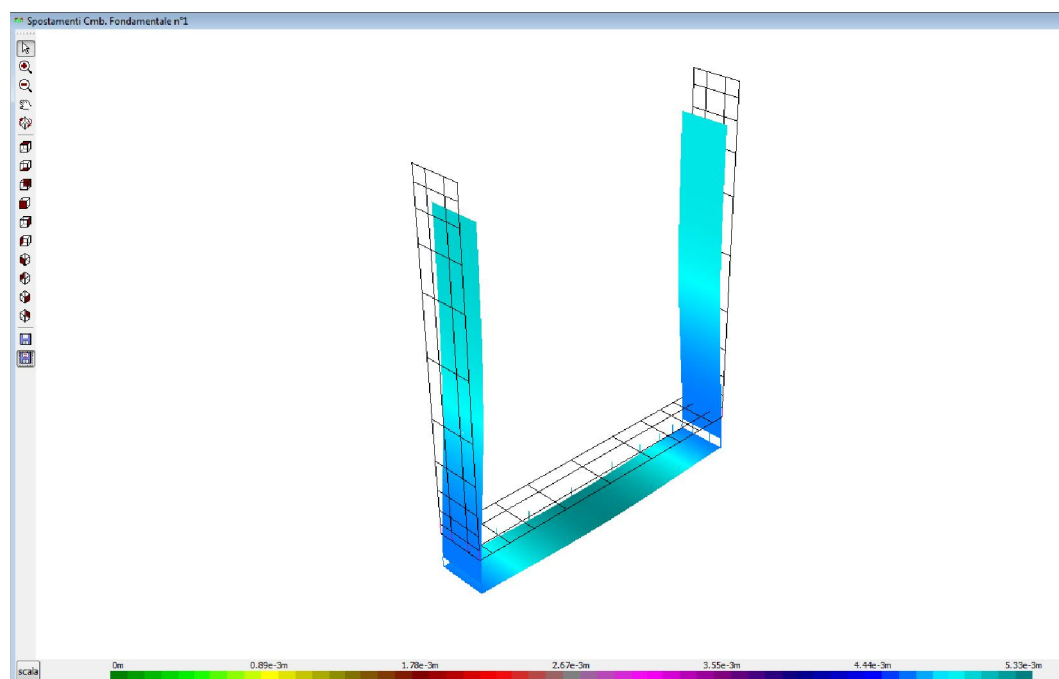


Illustrazione 8: canale di sfioro/by-pass: spostamenti combinazione fondamentale

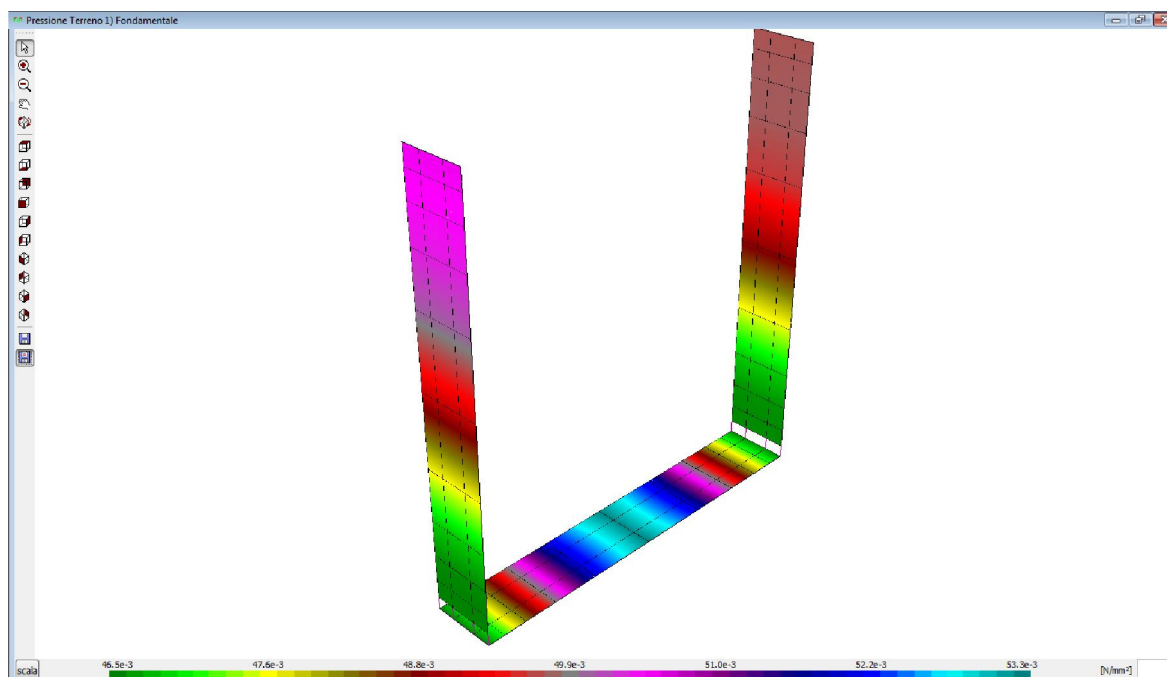


Illustrazione 9: canale bv-pass: pressione sul terreno

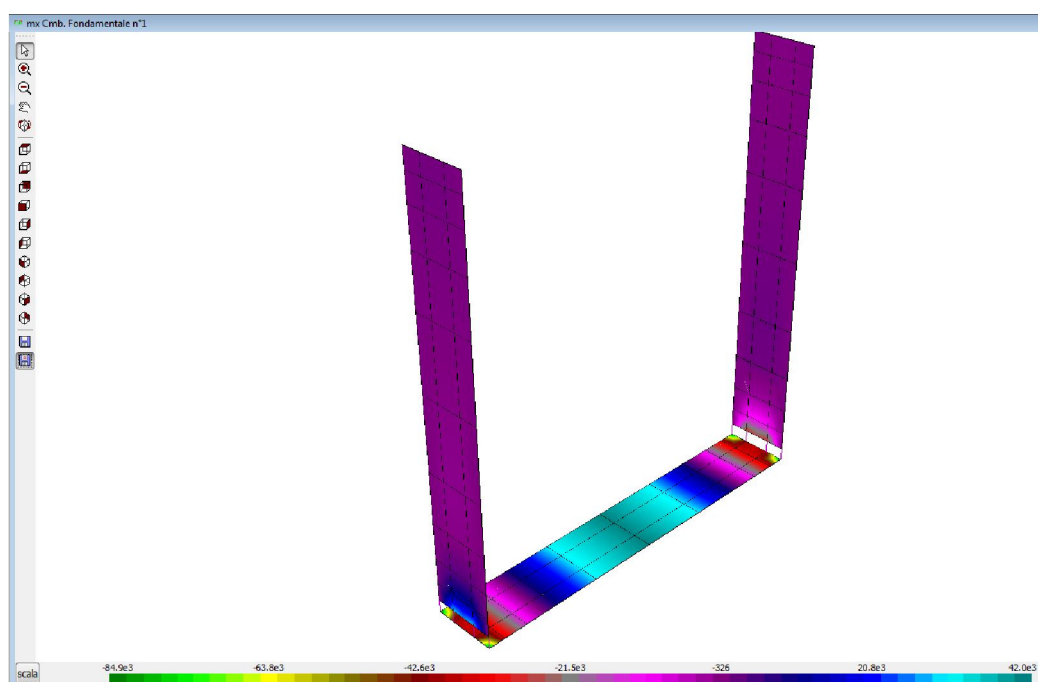


Illustrazione 10: canale di sfioro bv-pass: momento flettente x

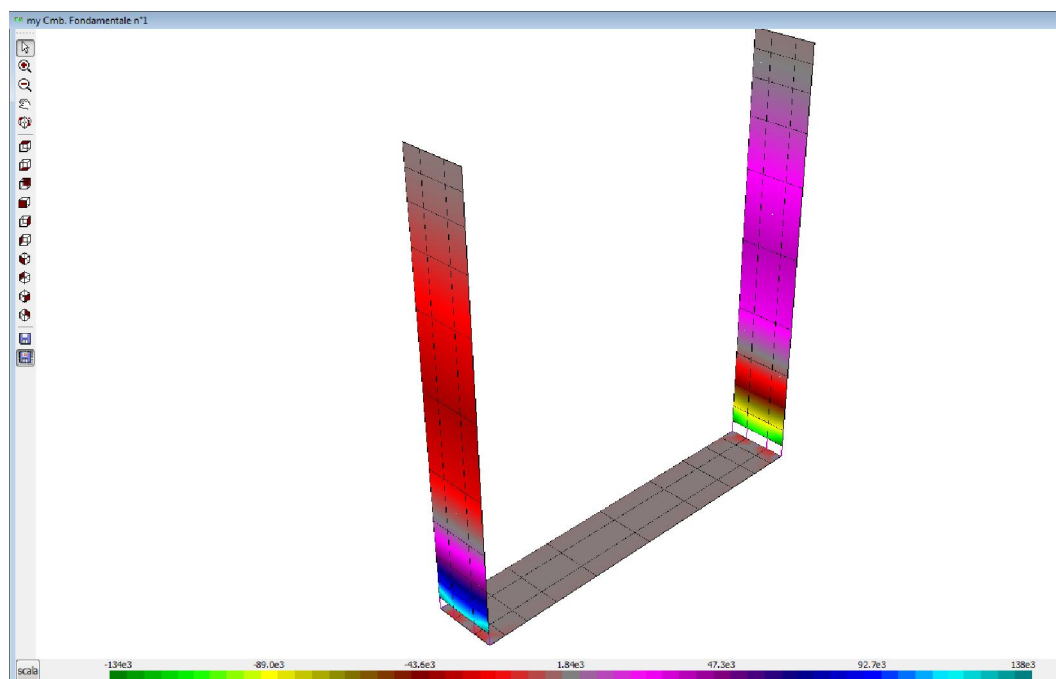


Illustrazione 11: canale bv-pass: momento flettente v

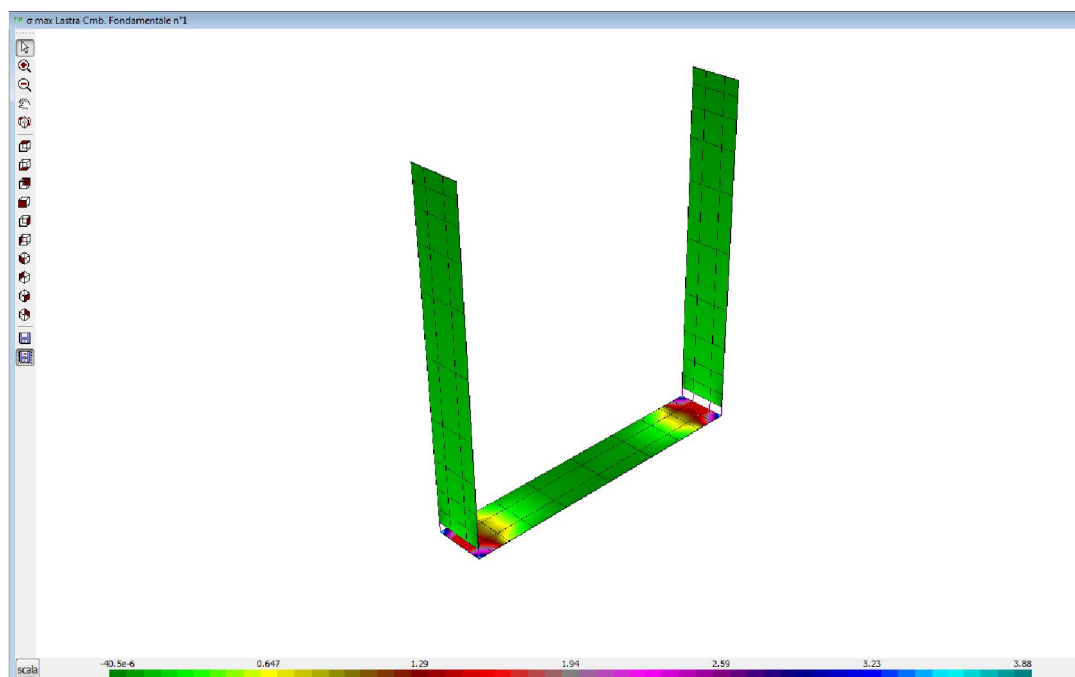


Illustrazione 12: canale di sfioro/bv-pass: sforzi massimi nel cls, combinazione

8.6 CANALE DI SFIORO/BY-PASS TRATTO COPERTO

8.6.1 Analisi dei carichi

Carico accidentale distribuito sul terrapieno:	$q = 2 \text{ kN/mq}$
Peso specifico del terreno:	$\gamma = 17,5 \text{ kN/mc}$
Angolo di attrito interno:	$\varphi = 26^\circ$
coefficiente spinta passiva	$k_p = \text{tg}(\pi/4 + \varphi/2) = 2,56$
coefficiente spinta attiva	$k_a = \text{tg}(\pi/4 - \varphi/2) = 0,39$
Pressione sulla paratia a quota 154 m	$\sigma_0 = 0,78 \text{ kN/mq}$
Pressione sulla paratia a quota 151 m	$\sigma_1 = 44,46 \text{ kN/mq}$
Carico terreno in copertura	$p = 20 \text{ kN/mq}$

8.6.2 Dati Generali

Dati generali Struttura

Comune:	Senago
Provincia:	Milano (MI)
Latitudine [°]:	45.575
Longitudine [°]:	9.1176
Altitudine [m]:	176
Tipo di opera:	2: Ordinaria
Vita nominale anni:	50

Carico Termico

$\Delta \text{ temp. travi elevaz. e pilastri:}$	15 °C
$\Delta \text{ temp. travi fondazione:}$	0 °C

Opzioni di calcolo

g per il calcolo della forza peso:	9.8066 m/s²
Deformabilità a taglio per travi e pilastri:	Sì

Azioni di carico

N	Descrizione	Descrizione estesa	Tipo	Cat.	γ	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Classe Durata
1	peso. prop	Peso proprio	G1		1.3	1	1	1	Perm.
2	caric. perm	Carichi permanenti elementi non struttur.	G2		1.5	1	1	1	Perm.
3	Resid	Ambienti ad uso residenziale	Q	A	1.5	0.7	0.5	0.3	Media
4	Uffici	Uffici	Q	B	1.5	0.7	0.5	0.3	Media
5	Affol.	Ambienti suscettibili di affollamento	Q	C	1.5	0.7	0.7	0.6	Media
6	Comm.	Ambienti ad uso commerciale	Q	D	1.5	0.7	0.7	0.6	Media
7	Depos. Bibli.	Biblioteche, depositi, ecc..	Q	E	1.5	1	0.9	0.8	Lunga
8	Park. <3t	Parcheggi auto < 30000N	Q	F	1.5	0.7	0.7	0.6	Media
9	Park. >3t	Parcheggi autoveicoli > 30000N	Q	G	1.5	0.7	0.5	0.3	Media
10	Copert.	Coperture e sottotetti	Q	H	1.5	0	0	0	Breve
11	Vento X	Vento X	Q		1.5	0.6	0.2	0	Istant.
12	Vento Y	Vento Y	Q		1.5	0.6	0.2	0	Istant.
13	Neve <1km	Neve (a quota <= 1000m s.l.m.)	Q		1.5	0.5	0.2	0	Breve
14	Neve >1km	Neve (a quota > 1000m s.l.m.)	Q		1.5	0.7	0.5	0.2	Media
15	Term.	Variazioni termiche	Q		1.5	0.6	0.5	0	Breve
16	Sisma X	Sisma X	E						Istant.
17	Ecc.Y Sism.X	Ecc.Y Sism.X	E						Istant.
18	Sisma Y	Sisma Y	E						Istant.
19	Ecc.X Sism.Y	Ecc.X Sism.Y	E						Istant.
20	Sisma Z	Sisma Z	E						Istant.

Calcestruzzo

N	Descrizione	fck [N/mm²]	Rck [N/mm²]	Esist.	fcm [N/mm²]	Rig.Tors. [%]
1	C25/30	25	30	No	33	5
2	C28/35	28	35	No	36	5
3	C32/40	32	40	No	40	5
4	C35/45	35	45	No	43	5

Materiale generico

N	Descrizione	Tipo	E [N/mm²]	C.Pois	Densità [kg/m³]	C. Dil. Term. [10 ⁻⁶ /°C]	Rigid. Tors [%]
1	C25/30	cls	31476	0.2	2500	12	5
2	C28/35	cls	32308	0.2	2500	12	5
3	C32/40	cls	33346	0.2	2500	12	5
4	C35/45	cls	34077	0.2	2500	12	5

Acciaio tondini

N	descrizione	f _{yk} [N/mm²]	f _{tk} [N/mm²]
1	B450C	450	540

Archivio vincoli

N	descrizione	k _x [N/m]	k _y [N/m]	k _z [N/m]	k _{rx} [Nm]	k _{ry} [Nm]	k _{rz} [Nm]
1	incastro	∞	∞	∞	∞	∞	∞
2	libero	0	0	0	0	0	0
3	cerniera	∞	∞	∞	0	0	0
4	Δx=Δy=0	∞	∞	0	0	0	0
5	cer.fles	∞	∞	∞	∞	0	0

A sintesi dei risultati tabulari di calcolo che per brevità non sono qui riportati, si mostra in seguito le mappe cromatiche delle principali verifiche:

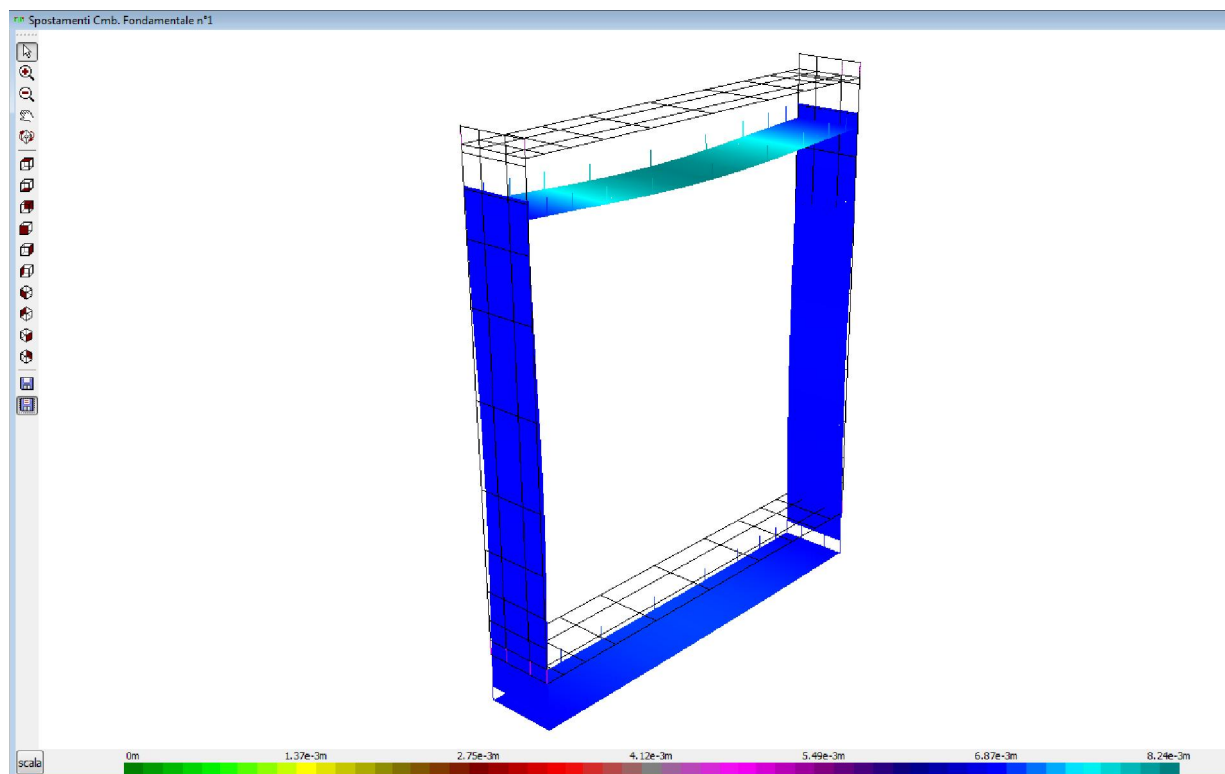


Illustrazione 13: canale by-pass coperto: spostamenti condizione fondamentale

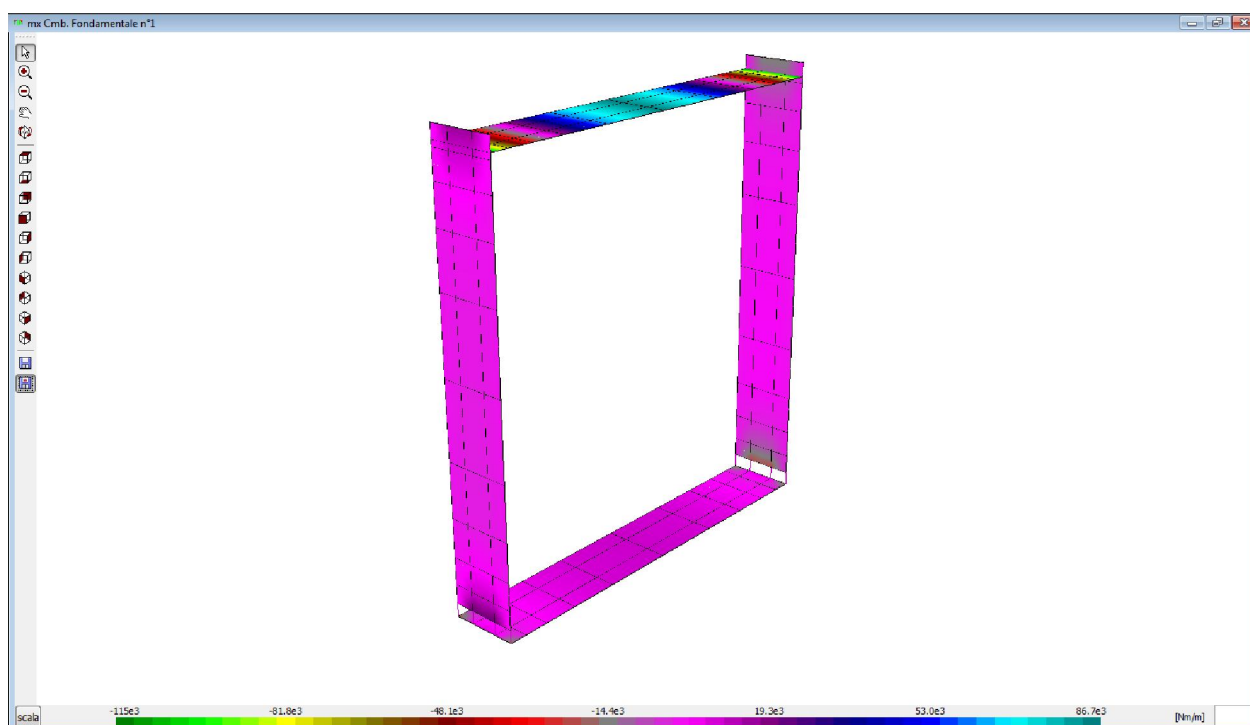


Illustrazione 14: canale bv-pass coperto: momenti flettenti mx combinazione fondamentale

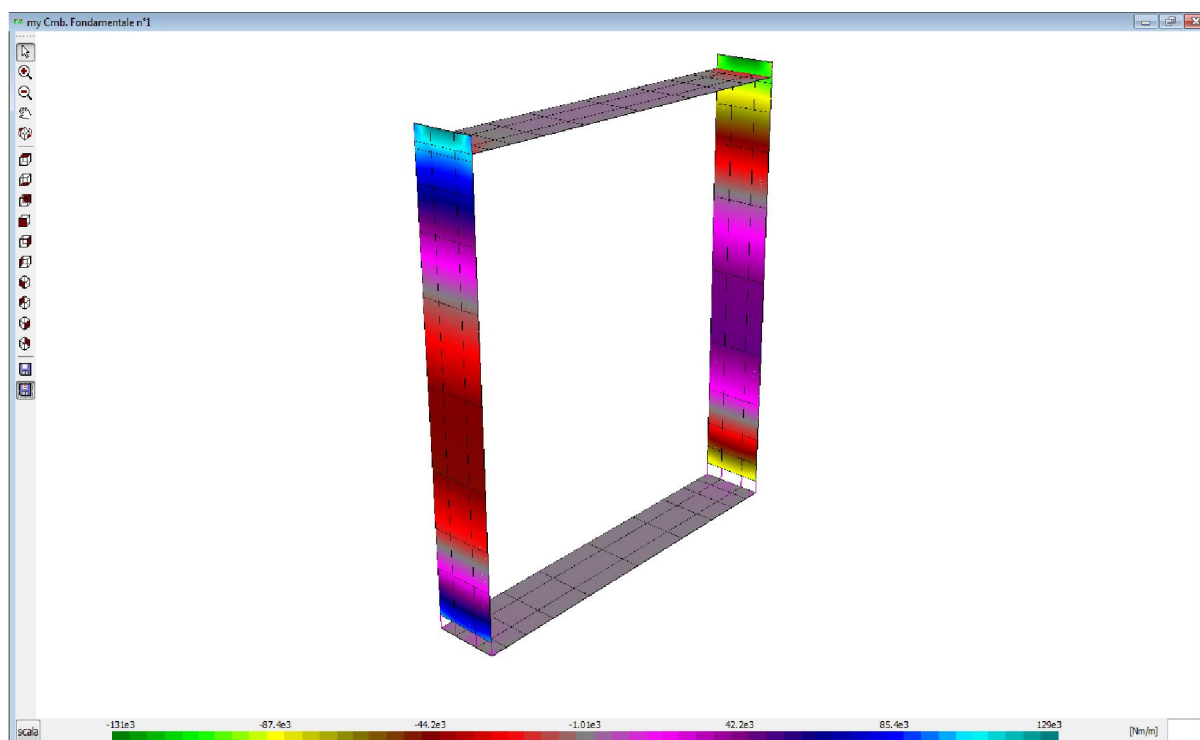


Illustrazione 15: canale bv-pass coperto: momenti flettenti my combinazione fondamentale

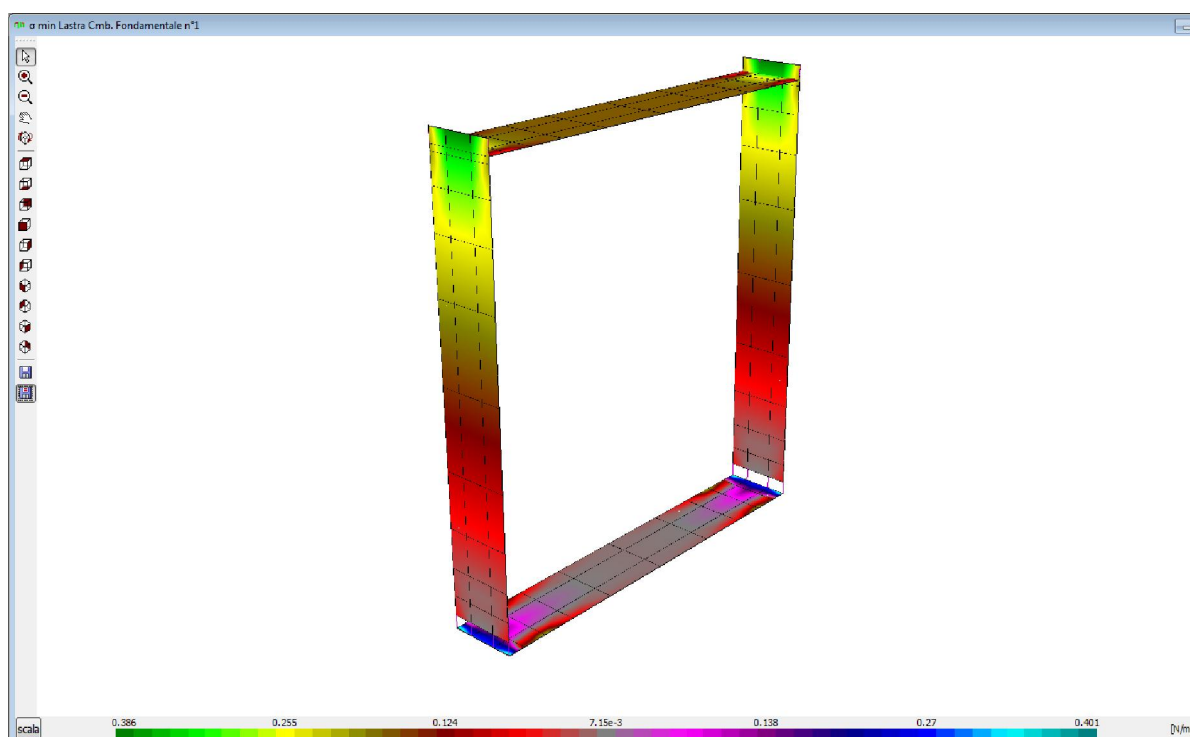





Illustrazione 16: canale by-pass coperto: sforzi massimi nel calcestruzzo

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

9. CONCLUSIONI

Le dimensioni degli elementi strutturali riportati nella presente relazione di calcolo risultano idonei allo scopo prefissato in quanto in relazione alle ipotesi, agli schemi strutturali, ai carichi ed ai materiali adottati le azioni resistenti ultime risultano superiori alle corrispondenti azioni di progetto.

Milano, giugno 2015

I PROFESSIONISTI INCARICATI:

ETATEC STUDIO PAOLETTI s.r.l.

Dott. Ing. Giovanni Battista Peduzzi

STUDIO PAOLETTI INGEGNERI ASSOCIATI

Prof. Ing. Alessandro Paoletti

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA SPADA

Dott. Geol. Mario Spada

Dott. Ing. Chiara Tonetto