

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA

U.O. COORDINAMENTO NO CAPTIVE E INGEGNERIA DI SISTEMA

PROGETTO DEFINITIVO

**METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - OPERE DI SOSTEGNO
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

RS3Y 1B D 10 RH IT0100 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	F. Eusepi	Luglio 2021	D. Petrucci <i>D. Petrucci</i>	Luglio 2021	S. Vanfiori <i>S. Vanfiori</i>	Luglio 2021	

File: RS3Y1BD10RHIT0100001A.doc

n. Elab.:



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	2 di 75



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	3 di 75

INDICE

1	PREMESSA	5
2	INTRODUZIONE.....	5
3	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	13
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	14
4.1	CALCESTRUZZO PER MAGRONE	14
4.2	CALCESTRUZZO	14
4.3	ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE	14
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	15
6	ANALISI DEI CARICHI	15
6.1	CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI (G1)	16
6.2	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI	16
6.3	SOVRACCARICO ACCIDENTALE AGENTE SULLA SOLETTA	16
6.4	AZIONE DELLA NEVE	17
6.5	SPINTA DEL TERRENO.....	19
6.6	SOVRACCARICO ACCIDENTALE	19
6.7	AZIONE TERMICA UNIFORME.....	20
6.8	AZIONE TERMICA DIFFERENZIALE.....	20
6.9	RITIRO.....	20
6.10	AZIONE SISMICA	21
6.10.1	<i>Vita nominale</i>	21
6.10.2	<i>Classe d'uso</i>	22
6.10.3	<i>Periodo di riferimento</i>	22
6.10.4	<i>Valutazione dei parametri di pericolosità sismica</i>	23
6.10.5	<i>Categorie di Sottosuolo</i>	24

6.10.6	Condizioni topografiche	24
6.10.7	Amplificazione Stratigrafica e Topografica	24
6.10.8	Parametri sismici di calcolo	25
6.10.9	Comportamento strutturale	29
6.10.10	Combinazione dell'azione sismica con le altre azioni	29
6.10.11	Analisi dinamica lineare	29
6.11	SPINTA SISMICA DELLE TERRE	30
7	COMBINAZIONI DI CARICO	31
8	MODELLO DI CALCOLO	38
8.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO	38
8.2	SISTEMA DI VINCOLO	39
8.3	SISTEMA DI RIFERIMENTO GLOBALE	40
8.4	SISTEMA DI RIFERIMENTO LOCALE	40
9	RISULTATI ANALISI	41
9.1	SOLETTONE SUPERIORE	42
9.2	SOLETTONE DI FONDO	47
9.3	PARETI	52
10	VERIFICHE STRUTTURALI	57
10.1	SOLETTA SUPERIORE	57
10.2	SOLETTONE DI FONDO	61
10.3	PARETI - VERIFICHE LUNGO LA DIREZIONE 1	66
10.4	PARETI - VERIFICHE LUNGO LA DIREZIONE 2	70
11	INCIDENZA ARMATURE	74
12	VERIFICHE GEOTECNICHE DELLA FONDAZIONE	75



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	5 di 75

1 PREMESSA

Il 23 Gennaio 2017 è stato siglato un Protocollo d'Intesa tra RFI, Regione Sicilia e Comune di Ragusa con il quale è stato istituito un gruppo di lavoro congiunto finalizzato alla realizzazione della "Metropolitana di superficie" nel territorio del comune di Ragusa, con la previsione della realizzazione di nuovi impianti per il servizio ferroviario passeggeri e l'adeguamento di impianti esistenti.

In data 15 Gennaio 2018 è stata sottoscritta la convenzione tra il Comune di Ragusa e la Presidenza del Consiglio dei Ministri per la realizzazione dell'intervento "Riqualificazione della periferia storica di Ragusa: ripristinare accessibilità e connessione con la città moderna attraverso la Ferrovia Urbana".

In particolare, la realizzazione degli interventi proposti è finalizzata al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- Maggiore competitività del trasporto ferroviario rispetto al trasporto collettivo su gomma;
- Maggiore accessibilità al sistema ferroviario;
- Sviluppo del servizio metropolitano nella zona urbana di Ragusa.

Le fermate della nuova linea "Metroferrovia" sono state concepite come un sistema omogeneo che si sviluppa sul territorio comunale.

In tutti gli interventi di fermata lungo la linea si è previsto di far interagire l'infrastruttura ferroviaria con l'area urbana, su cui si attesta, per creare aree di interesse per la comunità, come piccole piazze.

In tale intervento, è prevista la realizzazione della nuova stazione Cisternazzi/Ospedale.

2 INTRODUZIONE

La presente relazione descrive la progettazione strutturale della vasca interrata con annesso impianto di sollevamento previsto alla progressiva 151+302 presso la nuova Stazione Ospedale/Cisternazzi dove sono previsti i seguenti interventi:

- ✓ realizzazione di un nuovo binario attestato e relativi collegamenti al binario esistente con $V=60\text{km/h}$
- ✓ realizzazione di un nuovo marciapiede a isola, a servizio di entrambi i binari, $L=125\text{m}$ e $h=55\text{cm}$
- ✓ realizzazione di una pensilina di lunghezza pari a 35m
- ✓ nuovo apparato tecnologico ACC

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	6 di 75



Figura 1 – Inquadramento localizzazione opera

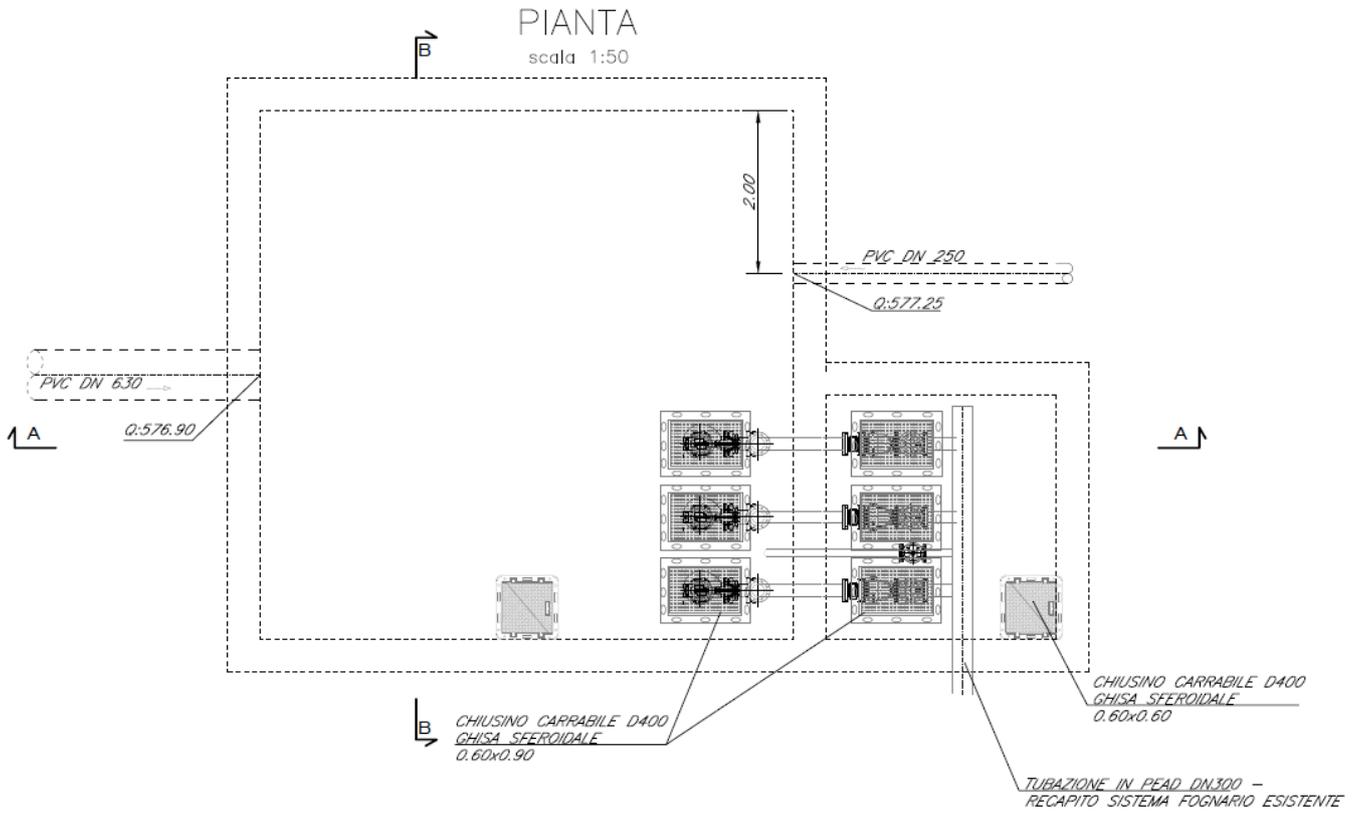


Figura 3 - Vista in pianta

SEZIONE A-A

scala 1:50

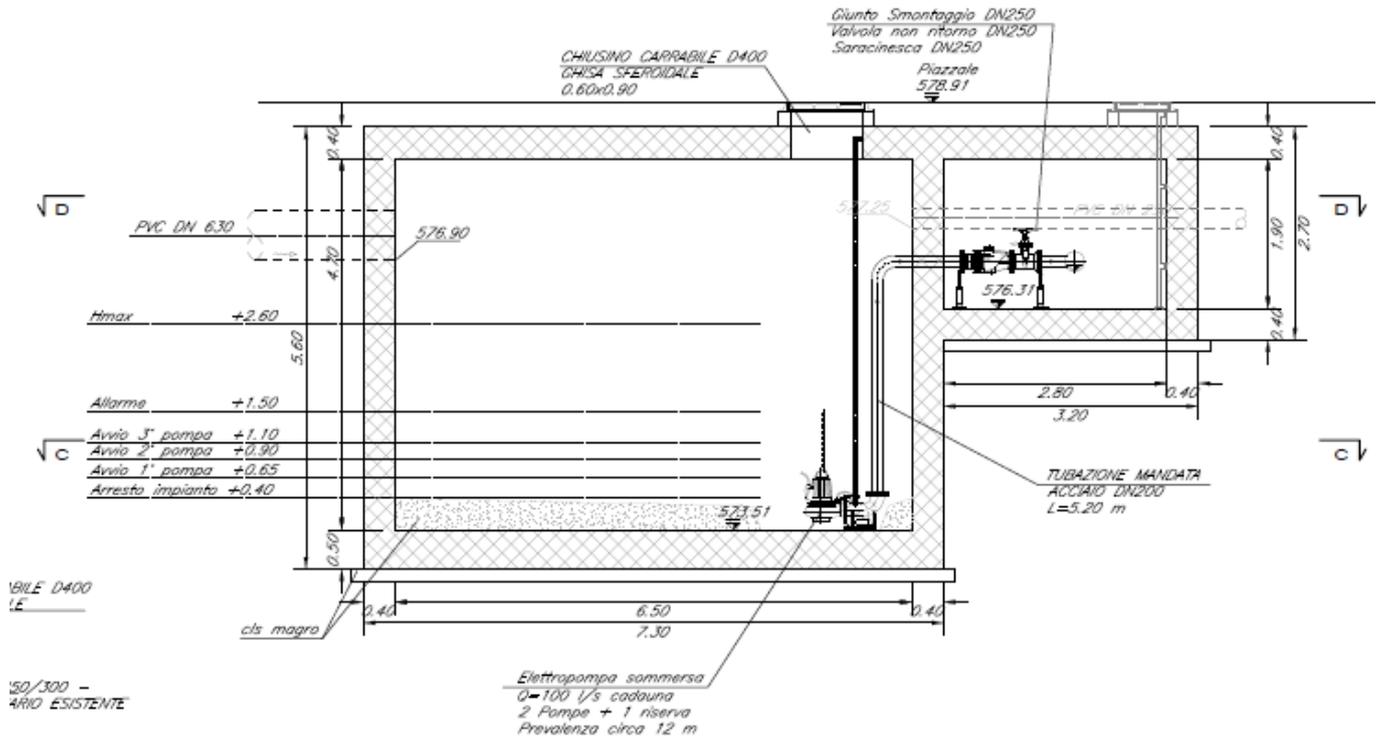


Figura 4 - Sezione A-A

SEZIONE B-B

scala 1:50

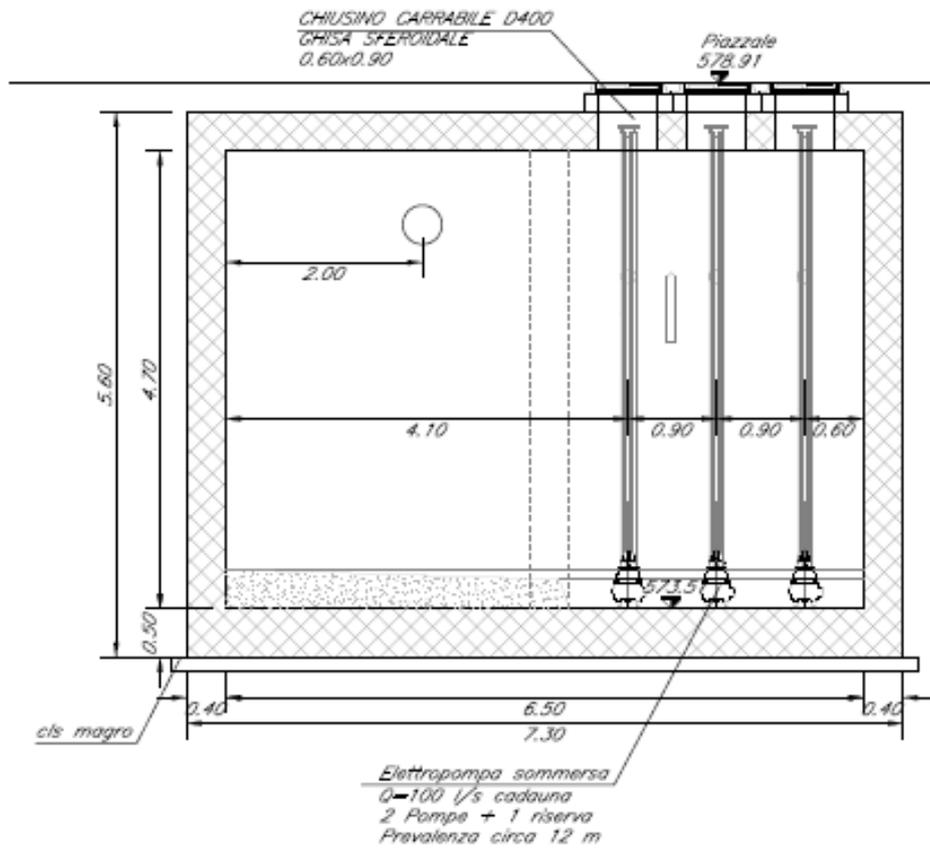


Figura 5 - Sezione B-B

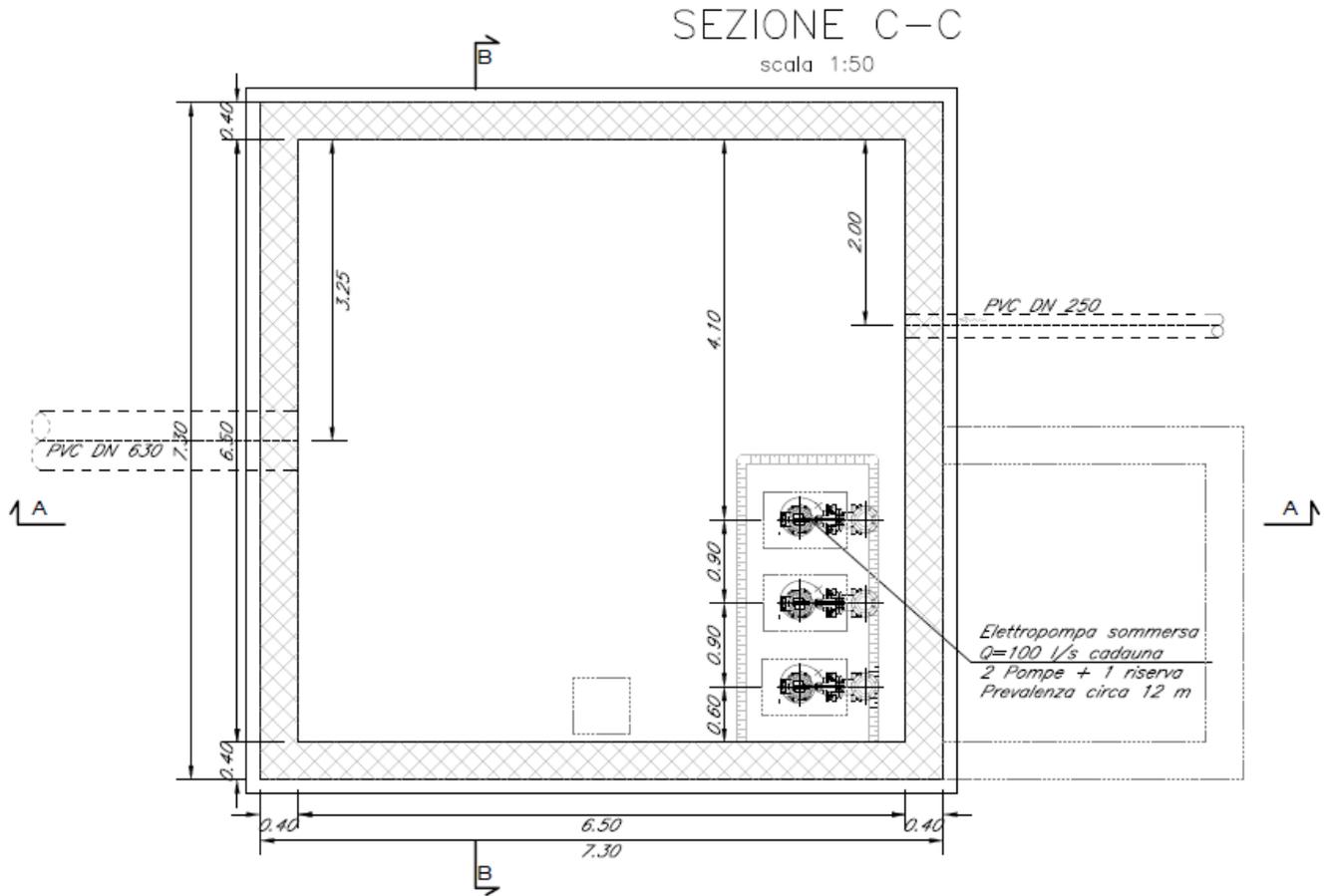


Figura 6 - Sezione C-C

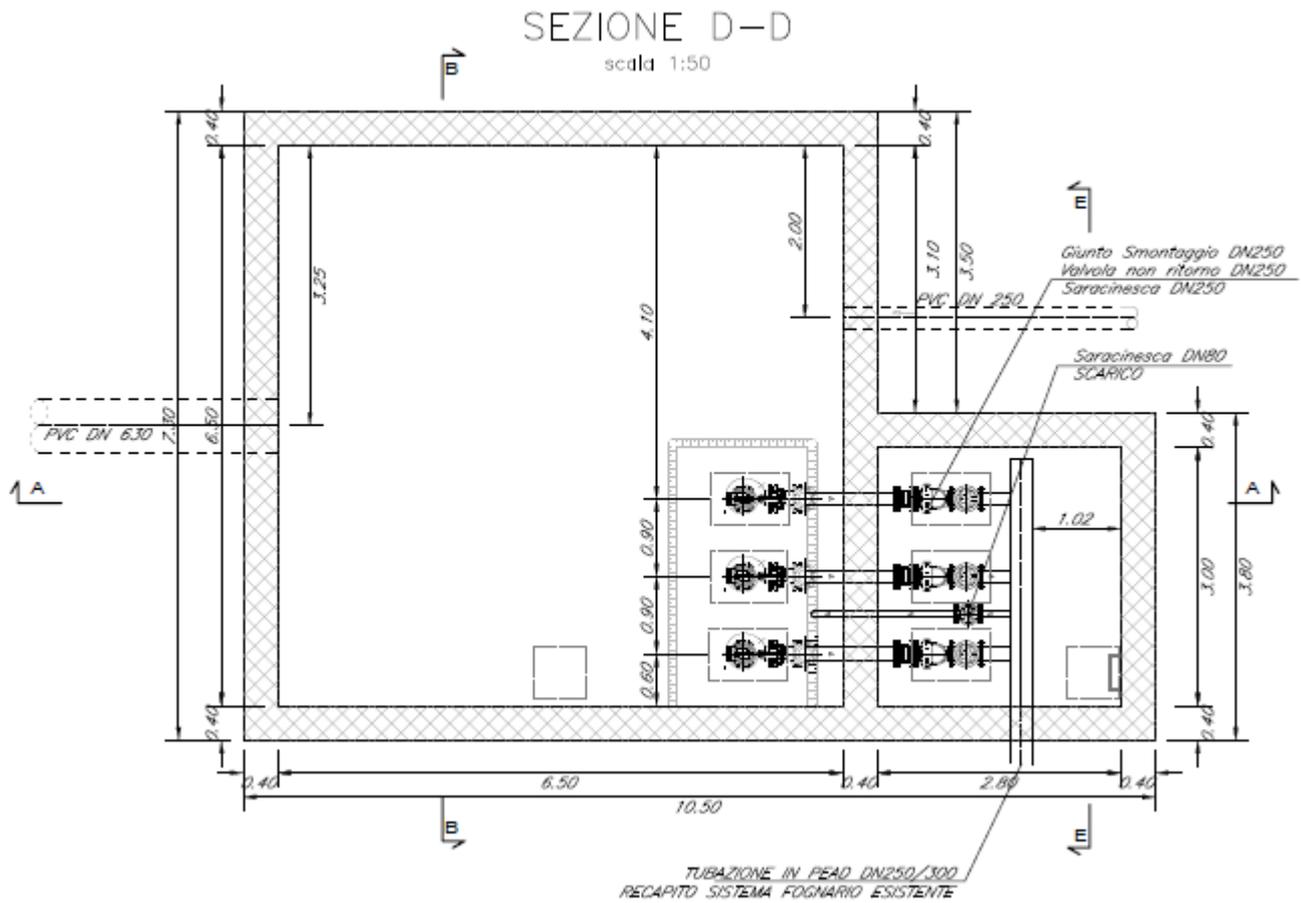


Figura 7 - Sezione D-D

SEZIONE E-E

scala 1:50

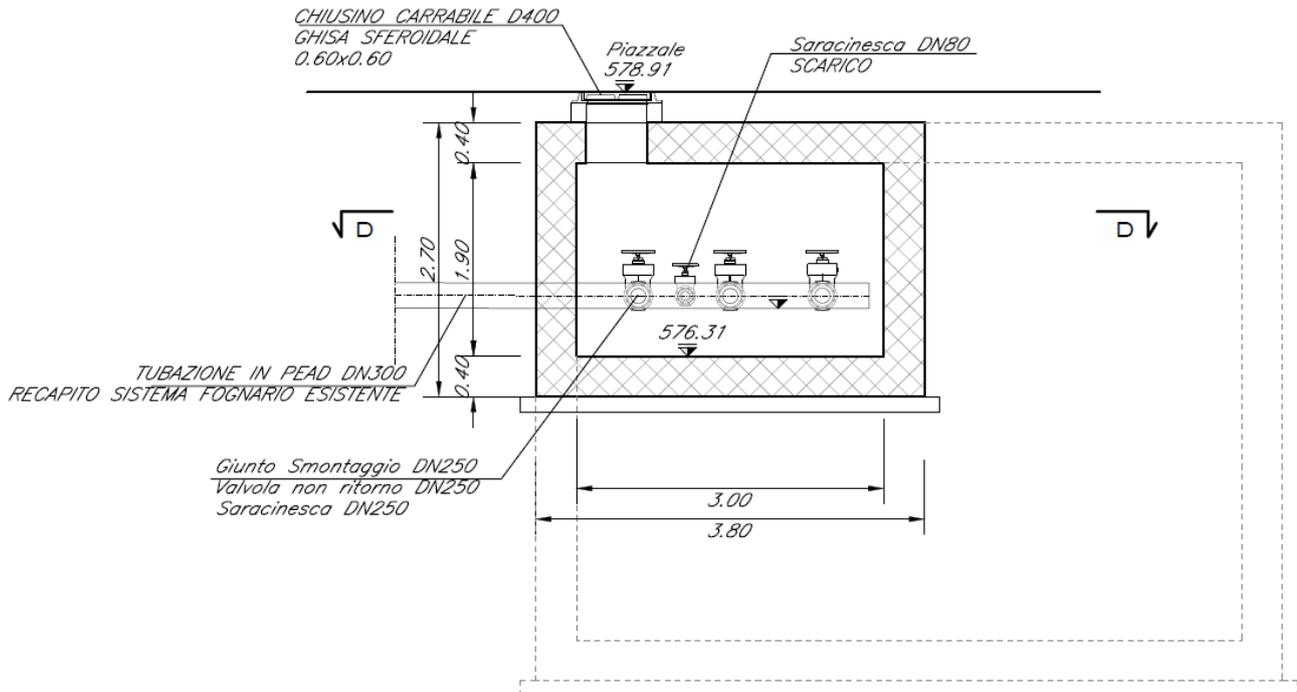


Figura 8 - Sezione E-E

3 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le prescrizioni contenute nelle seguenti normative.

- [1] Legge 5/11/1971, n.1086 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso e a struttura metallica.
- [2] D.M. 17 gennaio 2018 (G.U. 20 febbraio 2018 n. 42) - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».
- [3] Circolare 21 Gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP. (G.U. n. 35 del 11 febbraio 2019) - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- [4] RFI DTC SI PS MA IFS 001 C - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 – Ponti e Strutture.



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	14 di 75

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

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione dell'opera è previsto l'impiego dei sottoelencati materiali.

4.1 Calcestruzzo per magrone

Per il magrone di sottofondazione si prevede l'utilizzo di calcestruzzo di classe Rck 15.

4.2 Calcestruzzo

È stato usato un calcestruzzo di classe C32/40, mentre la classe di esposizione ambientale considerata è XC4.

Classe	C32/40		
$R_{ck} =$	40.00	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	32.00	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$\gamma_M =$	1.5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	18.13	MPa	resistenza di progetto

4.3 Acciaio per armature ordinarie

B450 C			controllato in stabilimento
$f_{yk} \geq$	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento
$\gamma_M =$	1.15	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU elastico
$f_{yd} =$	391.3	MPa	resistenza di progetto
$E_s =$	200000	MPa	modulo elastico

COPRIFERRO NETTO

Copriferro netto di progetto per strutture di fondazione $c \geq 40$ mm.



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	15 di 75

5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Si fa riferimento al documento RS3Y01D10GEOC0001001.

6 ANALISI DEI CARICHI

Sono state considerate le seguenti condizioni di carico elementari:

- 1) Carichi permanenti strutturali (G1);
- 2) Peso elementi portati non strutturali (G2);
- 3) Sovraccarico accidentale agente sulla soletta;
- 4) Azione della neve;
- 5) Spinta del terreno;
- 6) Sovraccarico accidentale che provoca spinta sulle pareti;
- 7) Azione termica uniforme T_u ;
- 8) Azione termica differenziale Δt ;
- 9) Ritiro;
- 10) Azione sismica;
- 11) Spinta sismica delle terre.

Tali azioni sono state combinate in modo da determinare gli effetti più sfavorevoli ai fini delle verifiche dei singoli elementi strutturali.



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	16 di 75

6.1 Carichi permanenti strutturali (G1)

Il peso proprio delle travi, dei setti e delle piastre, viene calcolato automaticamente dal programma considerando il peso specifico del calcestruzzo armato pari a:

$$\gamma_{c.a.} = 25 \text{ kN/m}^3$$

6.2 Carichi permanenti non strutturali

Tali carichi sono riassunti nella tabella seguente.

Permanenti portati - G2				
Progr.	Descrizione	γ	h	p
-	-	[kN/m³]	[m]	[kN/m²]
1	Pavimentazione	24	0.11	2.64
2	Impermeabilizzazione	24	0.01	0.24
3	Basamento	20	0.18	3.6
			TOT	6.48

6.3 Sovraccarico accidentale agente sulla soletta

Essendo la soletta dell'opera in esame carrabile si è valutato cautelativamente di utilizzare come carico accidentale il carico tandem secondo lo schema 1 descritto al 5.1.3.3.5 delle NTC2018, considerando una diffusione a 45° fino al piano medio della soletta come indicato nella figura seguente.

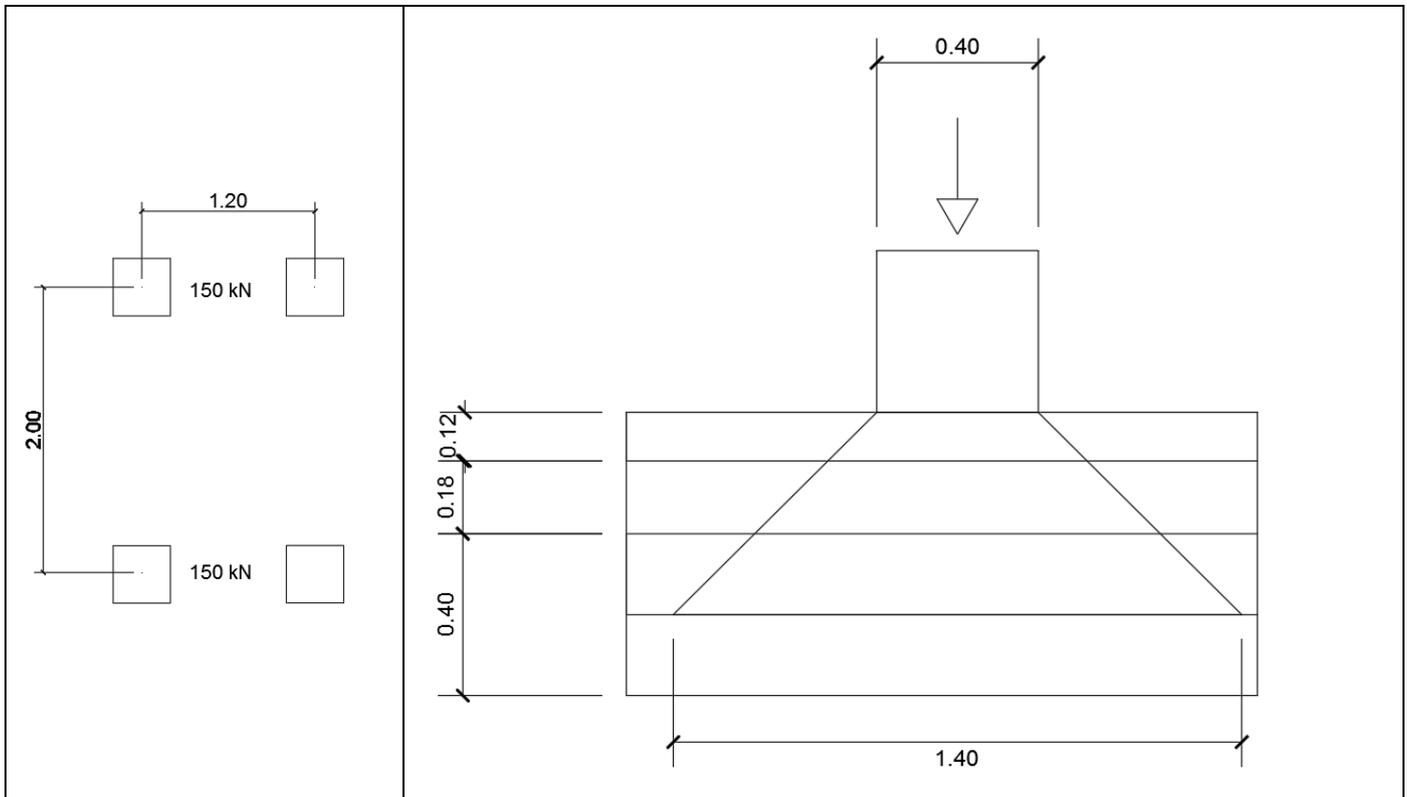


Figura 9 - Diffusione a 45° carico Tandem Schema 1

Il carico così diffuso è stato applicato in 2 posizioni tali da massimizzare il carico in campata e in appoggio (in corrispondenza del setto centrale).

6.4 Azione della neve

Le azioni della neve sono definite al capitolo 3.4 delle NTC2018. Il carico provocato dalla neve sulle coperture è definito dall'espressione seguente:

$$q_s = \mu_i C_e C_t q_{sk}$$

dove:

μ_i - Coefficiente di forma della copertura;

C_e - Coefficiente di esposizione;

C_t - Coefficiente termico;

q_{sk} - Valore di riferimento del carico neve al suolo.

Il carico neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione, considerata la variabilità delle precipitazioni nevose da zona a zona. In mancanza di adeguate indagini statistiche e specifici studi

locali, esso viene valutato, per località poste a quota inferiore a 1500 m sul livello del mare, in base alle espressioni nel seguito riportate, cui corrispondono valori associati ad un periodo di ritorno pari a 50 anni.

Nel caso in esame, facendo riferimento ad un sito in Zona III e un'altezza sul livello del mare pari a 579 m s.l.m., risulta:

$$q_{sk} = 1.25 \text{ kN/m}^2$$

Il coefficiente di esposizione C_e può essere utilizzato per modificare il valore del carico neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Valori del coefficiente di esposizione per diverse classi di topografia sono forniti in tabella 3.4.I. NTC2018. Per il caso in esame, si assume $C_e = 1.0$.

Il coefficiente termico C_t può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato $C_t = 1.0$ (3.4.5 - NTC2018).

Per la definizione del coefficiente di forma, si è fatto riferimento ad una schematizzazione di copertura a più falde, con un angolo di inclinazione delle falde pari $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$. Il coefficiente di forma risulta pari a 0.8.

Tab. 3.4.II – Valori del coefficiente di forma

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Dunque: $q_s = \mu_i C_e C_t q_{sk} = 1.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Tale carico viene trascurato vista la sua esigua entità per la progettazione dell'opera in esame.



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	19 di 75

6.5 Spinta del terreno

La spinta del terreno viene considerata in regime di spinta in quiete $k_0 (= 1 - \sin\phi)$ secondo la teoria di Rankine.

$$S_0 = 1/2 \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_0$$

ove:

H = altezza della parete pari a 5.6 m su tutti gli allineamenti.

γ = peso del terreno

K_0 = coefficiente di spinta a riposo

Ai lati della vasca sono presenti le calcareniti, le cui caratteristiche sono indicate nella tabella seguente.

γ	20,6	kN/mc
ϕ	26	°
k_0	0,562	

6.6 Sovraccarico accidentale

Il carico accidentale sul piazzale a ridosso delle pareti della vasca ha intensità $q = 20 \text{ kN/m}^2$.

Tale carico si traduce in un carico uniformemente distribuito sulla parete diretto verso l'interno della vasca di intensità pari a $p = q K_0$.



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	20 di 75

6.7 Azione termica uniforme

Si considera una variazione termica uniforme $T_u = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ sulla soletta superiore, adottando per il coefficiente di dilatazione termica un valore di $\alpha = 1.000\text{E-}05$.

Tale carico è stato applicato al modello di calcolo elastico lineare opportunamente ridotto come specificato dalle NTC2018 al paragrafo 4.1.1.1:

Per la determinazione degli effetti delle deformazioni termiche, degli eventuali cedimenti e del ritiro, le analisi saranno effettuate assumendo:

- per gli stati limite ultimi, rigidezze ridotte valutate ipotizzando che le sezioni siano fessurate (in assenza di valutazioni più precise la rigidezza delle sezioni fessurate potrà essere assunta pari alla metà della rigidezza delle sezioni interamente reagenti);
- per gli stati limite di esercizio, rigidezze intermedie tra quelle delle sezioni interamente reagenti e quelle delle sezioni fessurate.

6.8 Azione termica differenziale

Si considera una variazione termica differenziale $\Delta T = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ sulla soletta superiore, adottando per il coefficiente di dilatazione termica un valore di $\alpha = 1.000\text{E-}05$.

Tale carico è stato applicato al modello di calcolo elastico lineare opportunamente ridotto come specificato dalle NTC2018 al paragrafo 4.1.1.1:

Per la determinazione degli effetti delle deformazioni termiche, degli eventuali cedimenti e del ritiro, le analisi saranno effettuate assumendo:

- per gli stati limite ultimi, rigidezze ridotte valutate ipotizzando che le sezioni siano fessurate (in assenza di valutazioni più precise la rigidezza delle sezioni fessurate potrà essere assunta pari alla metà della rigidezza delle sezioni interamente reagenti);
- per gli stati limite di esercizio, rigidezze intermedie tra quelle delle sezioni interamente reagenti e quelle delle sezioni fessurate.

6.9 Ritiro

Si considera una variazione termica uniforme equivalente $\Delta T = -10.43 \text{ }^\circ\text{C}$ sulla soletta superiore.

Tale carico è stato applicato al modello di calcolo elastico lineare opportunamente ridotto come specificato dalle NTC2018 al paragrafo 4.1.1.1:

Per la determinazione degli effetti delle deformazioni termiche, degli eventuali cedimenti e del ritiro, le analisi saranno effettuate assumendo:

- per gli stati limite ultimi, rigidezze ridotte valutate ipotizzando che le sezioni siano fessurate (in assenza di valutazioni più precise la rigidezza delle sezioni fessurate potrà essere assunta pari alla metà della rigidezza delle sezioni interamente reagenti);
- per gli stati limite di esercizio, rigidezze intermedie tra quelle delle sezioni interamente reagenti e quelle delle sezioni fessurate.



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	21 di 75

6.10 Azione sismica

Con riferimento alla normativa vigente (NTC-2018), le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

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

a_g accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Gli spettri di risposta di progetto sono stati definiti per tutti gli stati limite considerati, e, note la latitudine e la longitudine del sito, si sono ricavati i valori dei parametri necessari alla definizione dell'azione sismica e quindi del relativo spettro di risposta. Più avanti sono indicati i valori di a_g , F_0 e T_c^* necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

6.10.1 Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. Per la definizione della Vita Nominale da assegnare ad ogni singolo manufatto facente parte di una infrastruttura ferroviaria si rimanda al "MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI" - RFI DTC SI AM MA IFS 001 A del 28.03.2018.

TIPO DI COSTRUZIONE ⁽¹⁾	Vita Nominale [V_N] ⁽¹⁾
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE ESISTENTI OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME VIGENTI PRIMA DEL DM 14/01/2008 A VELOCITÀ CONVENZIONALE ($V < 250$ Km/h)	50
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ ($V < 250$ km/h)	75
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ ($V \geq 250$ Km/h)	100
OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m	≥ 100 ⁽²⁾
(1) - La medesima V_N si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprigiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere.	
(2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di RFI.	

Tabella 1: Vita Nominale in funzione del tipo di costruzione.

Tenendo conto delle indicazioni precedenti per la struttura si considera una **Vita Nominale $V_N = 50$ anni** in analogia con il fabbricato adiacente.



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	22 di 75

6.10.2 Classe d'uso

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

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

TIPO DI COSTRUZIONE	Classe d'uso	Coefficiente d'uso [C _U]
GRANDI STAZIONI	C IV	2,0
OPERE D'ARTE DEL SISTEMA DI GRANDE VIABILITÀ FERROVIARIA	C III	1,5
ALTRE OPERE D'ARTE	C II	1,0

Tabella 2: Tabella Classe d'uso Coeff. d'uso in funzione del tipo di costruzione per l'infrastruttura ferroviaria.

Per le strutture di progetto si considera una **classe d'uso tipo IV con coefficiente d'uso C_U=2 per la Stazione Ospedale/Cisternazzi.**

6.10.3 Periodo di riferimento

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

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 2 = 100 \text{ anni (Stazione Ospedale /Cisternazzi).}$$

6.10.4 Valutazione dei parametri di pericolosità sismica

Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e P_{VR} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = -\frac{C_u \cdot V_N}{\ln(1 - P_{VR})}$$

	STATO LIMITE	P_{VR} : probabilità di superamento nel periodo di riferimento
SLE	SLO - Stato Limite di Operatività	81%
	SLD - Stato Limite di Danno	63%
SLU	SLV - Stato Limite di salvaguardia della Vita	10%
	SLC - Stato Limite di prevenzione del Collasso	5%

Tabella 3: Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato.

da cui si ottiene la seguente Tab.:

Stati limite		Valori in anni del periodo di ritorno T_R al variare del periodo di riferimento V_R (anni)
SLE	SLO	68
	SLD	113
SLU	SLV	1068
	SLC	2193

Tabella 4: Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato.

Per il sito in esame, in base ai parametri precedentemente adottati, il periodo T_R in corrispondenza dello stato limite ultimo SLV è pari a $T_R = 1068$ anni.

Le strutture di progetto avranno quindi i seguenti parametri sismici:

- vita nominale $V_N = 75$;
- periodo di riferimento pari a $V_R = 112.5$;
- il periodo T_R in corrispondenza dello SLV sarà pari a $T_R = 475$ anni.



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	24 di 75

6.10.5 Categorie di Sottosuolo

I terreni di progetto possono essere caratterizzati come appartenenti a terreni di **Categoria B**.

6.10.6 Condizioni topografiche

In condizioni topografiche superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 5: Classificazione topografica superfici.

Le categorie topografiche appena definite si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m. L'area interessata risulta classificabile come **T1**.

6.10.7 Amplificazione Stratigrafica e Topografica

In riferimento a quanto indicato nelle NTC2018 per la definizione dello spettro elastico in accelerazione è necessario valutare il valore del coefficiente $S = S_S \cdot S_T$ e di C_C in base alla categoria di sottosuolo e alle condizioni topografiche; si fa riferimento nella valutazione dei coefficienti che sono riportati di seguito:

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tabella 6: Tabella delle espressioni per S_S e C_C .

Categoria Topografica	Ubicazione dell'opera dell'intervento	S_T
-----------------------	---------------------------------------	-------

T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Tabella 7: Valori massimi del coeff. di amplificazione topografica S_T .

6.10.8 Parametri sismici di calcolo

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



La "Ricerca per comune" utilizza le ... coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che ... all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 10: Individuazione della pericolosità del sito (Fase 1).

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_n info
 Coefficiente d'uso della costruzione - c_d info

Valori di progetto

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

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

Stati limite di esercizio - SLE

SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="60"/>
SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="101"/>

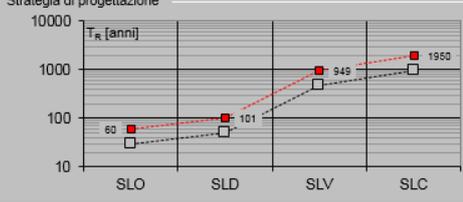
Stati limite ultimi - SLU

SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="949"/>
SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="1950"/>

Elaborazioni

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

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- o--- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

Figura 11: Scelta della strategia di progettazione (Fase 2).

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato info

Risposta sismica

Categoria di sottosuolo info $S_B = 1.142$ $C_C = 1.288$ info
 Categoria topografica info $h/H = 0.000$ $S_T = 1.000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) $\eta_1 = 1.000$ info
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_s Regol. in altezza info

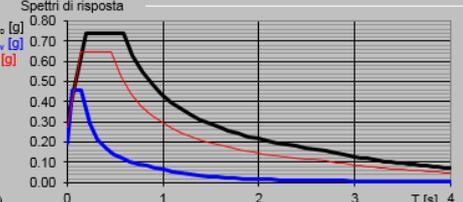
Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore q $\eta_1 = 1.000$ info

Elaborazioni

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

Spettri di risposta



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

Figura 12: Determinazione dell'azione di progetto (Fase 3).

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.273 g
F_o	2.367
T_c	0.454 s
S_s	1.142
C_c	1.288
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.142
η	1.000
T_B	0.195 s
T_C	0.585 s
T_D	2.691 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

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

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

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad \left| \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \right.$$

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
		0.312
$T_B \leftarrow$	0.195	0.737
$T_C \leftarrow$	0.585	0.737
	0.685	0.629
	0.785	0.549
	0.886	0.487
	0.986	0.437
	1.086	0.397
	1.187	0.363
	1.287	0.335
	1.387	0.311
	1.487	0.290
	1.588	0.271
	1.688	0.255
	1.788	0.241
	1.889	0.228
	1.989	0.217
	2.089	0.206
	2.190	0.197
	2.290	0.188
	2.390	0.180
	2.491	0.173
	2.591	0.166
$T_D \leftarrow$	2.691	0.160
	2.754	0.153
	2.816	0.146
	2.878	0.140
	2.941	0.134
	3.003	0.129
	3.065	0.123
	3.128	0.119
	3.190	0.114
	3.252	0.110
	3.315	0.106
	3.377	0.102
	3.439	0.098
	3.501	0.095
	3.564	0.091
	3.626	0.088
	3.688	0.085
	3.751	0.082
	3.813	0.080
	3.875	0.077
	3.938	0.075
	4.000	0.072

La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dell'

Figura 13: Spettro orizzontale di progetto: valori.

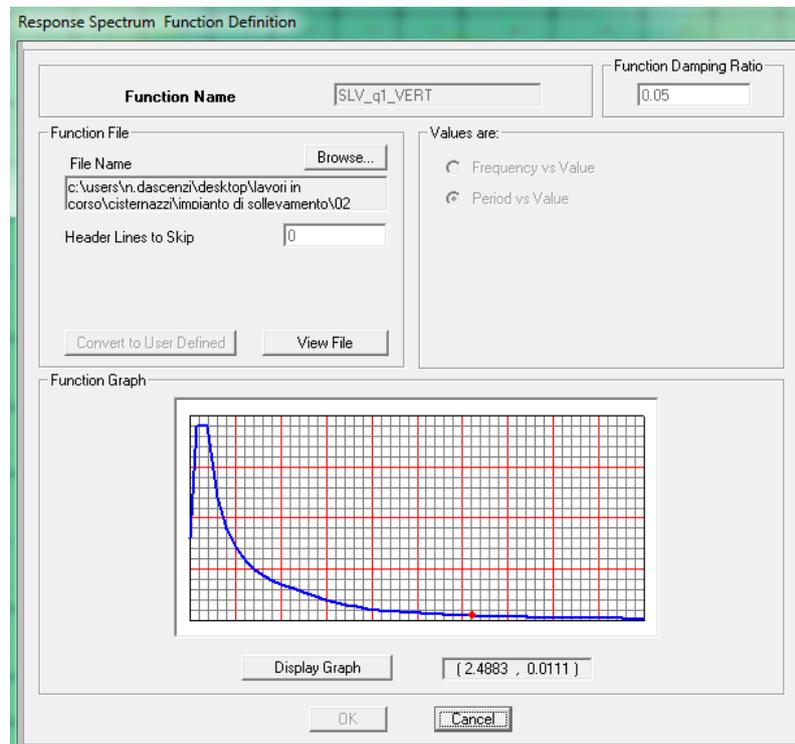
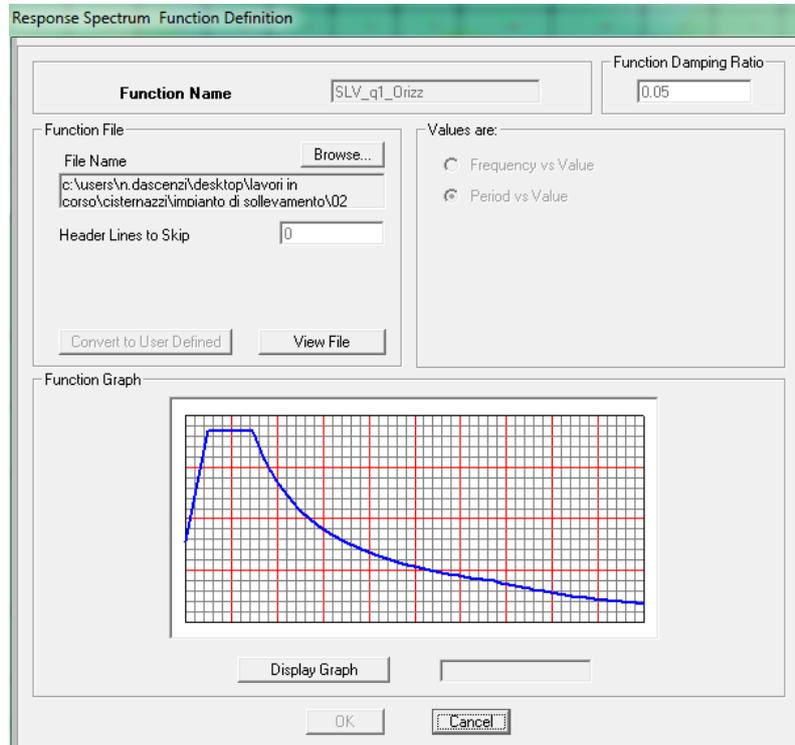


Figura 14: Implementazione Spettri di risposta SLV nel modello di calcolo



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	29 di 75

6.10.9 Comportamento strutturale

Agli stati limite ultimi le capacità dissipative delle strutture possono essere considerate attraverso una riduzione delle forze elastiche, tenendo conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovraresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni. In tal caso lo spettro di progetto da utilizzare, sia per le componenti orizzontali, sia per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerata con le ordinate ridotte sostituendo nelle formule 3.2.4 - NTC2018 η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. Vista la tipologia della struttura (a pendolo inverso e con sbalzi) si ritiene ragionevole considerare un comportamento strutturale non dissipativo e quindi adottare un coefficiente di struttura $q = 1$.

6.10.10 Combinazione dell'azione sismica con le altre azioni

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali dovuti al peso proprio (G_1), ai sovraccarichi permanenti (G_2) e a un'aliquota (ψ_{2j}) dei sovraccarichi accidentali (Q_{kj}):

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

Per quanto concerne le aliquote di carico dovute alle azioni accidentali la NTC2018 prevede di utilizzare dei coefficienti di combinazione (ψ_{2j}) che per quanto riguarda la neve risultano pari a 0.0. In questo modo le masse significative per la determinazione degli effetti sismici sono quelle dovute ai soli carichi permanenti.

6.10.11 Analisi dinamica lineare

Nell'analisi dinamica lineare o analisi modale con spettro di risposta l'equilibrio è trattato dinamicamente e l'azione sismica è modellata direttamente attraverso lo spettro di progetto. L'analisi dinamica lineare consiste:

- nella determinazione dei modi di vibrare della costruzione (analisi modale);
- nel calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuati;
- nella combinazione di questi effetti.

Devono essere considerati tutti i modi di vibrare con massa partecipante significativa. E' opportuno a tal riguardo considerare tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%. Per la combinazione degli effetti relativi ai singoli modi, deve essere utilizzata una combinazione quadratica completa (CQC) degli effetti relativi a ciascun modo, secondo quanto definito al punto 7.3.3.1 delle NTC2018.



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	30 di 75

La risposta della struttura viene calcolata separatamente per ciascuna delle componenti dell'azione sismica; gli effetti sulla struttura, in termini di sollecitazioni e spostamenti, sono poi combinati applicando la seguente espressione:

$$1.00 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$$

con rotazione dei coefficienti moltiplicativi.

6.11 Spinta sismica delle terre

Le spinte delle terre, considerando la vasca una struttura rigida e priva di spostamenti (par. 7.11.6.2.1 NTC 2018), sono calcolate in regime di spinta a riposo che comporta il calcolo delle spinte sismiche in tali condizioni; l'incremento dinamico di spinta del terreno può essere calcolato attraverso la trattazione di WOOD valida per pareti che accettano piccoli spostamenti:

$$\Delta P_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{tot}^2 \quad \text{con } a_g = 0.273 \text{ g}$$

e va a sommarsi alle condizioni statiche valutate in condizioni di spinta statica.

Il punto di applicazione della spinta che interessa lo scatolare è posto $h_{va}/2$, con "h_{tot}" altezza dal piano di campagna/piano piazzale alla fondazione della vasca e h_{va} l'altezza della vasca.

Essendo "ΔP_d" la risultante globale, ed il diagramma di spinta di tipo rettangolare, è immediato ricavare la quota parte della spinta che agisce sulla parete della vasca.



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	31 di 75

7 COMBINAZIONI DI CARICO

Le verifiche degli elementi strutturali vengono condotte in accordo con le NTC2018 secondo il metodo agli stati limite.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (2.5.3 – NTC2018).

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

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

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

- Combinazione caratteristica (frequente), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

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

- Combinazione caratteristica (quasi permanente), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (SLE):

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

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

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

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d :

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

Dove:

- Azioni Permanenti (G);
- Azioni Variabili (Q);
- Azioni di Precompressione (P);

- Azioni Eccezionali (A);
- Azioni Sismiche (E);

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

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		γ_F			
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)	da valutarsi caso per caso		
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

La nomenclatura adottata nella definizione dei carichi è la seguente:

G1	Carichi permanenti strutturali
G2	Carichi permanenti non strutturali
ACC	Sovraccarico accidentale sulla soletta
ST_sx+	spinta delle terre
ST_sx-	spinta delle terre
ST_sy+	spinta delle terre
ST_sy-	spinta delle terre
SA_sx+	Spinta dovuta al sovraccarico
SA_sx-	Spinta dovuta al sovraccarico
SA_sy+	Spinta dovuta al sovraccarico
SA_sy-	Spinta dovuta al sovraccarico
Ritiro	Ritiro
TU	Variazione termica uniforme
TF	Variazione termica differenziale
Ex_SLV_S	Azione sismica orizzontale che comprende sia l'inerzia degli elemnti che Wood
Ey_SLV_S	Azione sismica orizzontale che comprende sia l'inerzia degli elemnti che Wood
Ez_SLV	Azione sismica verticale che considera le sole inerzie degli elementi

Tabella 8 - Nomenclatura carichi adottata nel modello di calcolo

Le combinazioni delle azioni che sono state definite secondo l'approccio A1+M1+R3 secondo quanto prescritto dalla normativa vigente. Le tabelle dei coefficienti ai differenti stati limite sono riportate di seguito.

SLU	G1	G2	ACC_1	ACC_2	ST_sx+	ST_sx-	ST_sy+	ST_sy-	SA_sx+	SA_sx-	SA_sy+	SA_sy-	Ritiro	TU	TF
SLU_1	1.35	1.50	1.35	0.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.50	1.50	1.50	1.50	1.20	0.90	0.90
SLU_2	1.35	1.50	1.35	0.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.50	1.50	1.50	1.50	1.20	-0.90	0.90
SLU_3	1.35	1.50	1.35	0.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.50	1.50	1.50	1.50	1.20	0.90	-0.90
SLU_4	1.35	1.50	1.35	0.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.50	1.50	1.50	1.50	1.20	-0.90	-0.90
SLU_5	1.35	1.50	1.35	0.00	1.00	1.35	1.00	1.35	1.50	1.50	1.50	1.50	1.20	0.90	0.90
SLU_6	1.35	1.50	1.35	0.00	1.00	1.35	1.00	1.35	1.50	1.50	1.50	1.50	1.20	-0.90	0.90
SLU_7	1.35	1.50	1.35	0.00	1.00	1.35	1.00	1.35	1.50	1.50	1.50	1.50	1.20	0.90	-0.90
SLU_8	1.35	1.50	1.35	0.00	1.00	1.35	1.00	1.35	1.50	1.50	1.50	1.50	1.20	-0.90	-0.90
SLU_9	1.35	1.50	1.35	0.00	1.35	1.00	1.35	1.00	0.00	1.50	0.00	1.50	1.20	0.90	0.90
SLU_10	1.35	1.50	1.35	0.00	1.35	1.00	1.35	1.00	0.00	1.50	0.00	1.50	1.20	-0.90	0.90
SLU_11	1.35	1.50	1.35	0.00	1.35	1.00	1.35	1.00	0.00	1.50	0.00	1.50	1.20	0.90	-0.90
SLU_12	1.35	1.50	1.35	0.00	1.35	1.00	1.35	1.00	0.00	1.50	0.00	1.50	1.20	-0.90	-0.90
SLU_13	1.35	1.50	1.35	0.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.20	0.90	0.90
SLU_14	1.35	1.50	1.35	0.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.20	-0.90	0.90
SLU_15	1.35	1.50	1.35	0.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.20	0.90	-0.90



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	34 di 75

SLU_16	1.35	1.50	1.35	0.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.20	-0.90	-0.90
SLU_17	1.35	1.50	1.35	0.00	1.00	1.35	1.00	1.35	0.00	1.50	0.00	1.50	1.20	0.90	0.90
SLU_18	1.35	1.50	1.35	0.00	1.00	1.35	1.00	1.35	0.00	1.50	0.00	1.50	1.20	-0.90	0.90
SLU_19	1.35	1.50	1.35	0.00	1.00	1.35	1.00	1.35	0.00	1.50	0.00	1.50	1.20	0.90	-0.90
SLU_20	1.35	1.50	1.35	0.00	1.00	1.35	1.00	1.35	0.00	1.50	0.00	1.50	1.20	-0.90	-0.90
SLU_21	1.35	1.50	1.35	0.00	1.00	1.35	1.00	1.35	1.50	0.00	1.50	0.00	1.20	0.90	0.90
SLU_22	1.35	1.50	1.35	0.00	1.00	1.35	1.00	1.35	1.50	0.00	1.50	0.00	1.20	-0.90	0.90
SLU_23	1.35	1.50	1.35	0.00	1.00	1.35	1.00	1.35	1.50	0.00	1.50	0.00	1.20	0.90	-0.90
SLU_24	1.35	1.50	1.35	0.00	1.00	1.35	1.00	1.35	1.50	0.00	1.50	0.00	1.20	-0.90	-0.90
SLU_25	1.35	1.50	0.00	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00	1.50	1.50	1.50	1.50	1.20	0.90	0.90
SLU_26	1.35	1.50	0.00	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00	1.50	1.50	1.50	1.50	1.20	-0.90	0.90
SLU_27	1.35	1.50	0.00	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00	1.50	1.50	1.50	1.50	1.20	0.90	-0.90
SLU_28	1.35	1.50	0.00	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00	1.50	1.50	1.50	1.50	1.20	-0.90	-0.90
SLU_29	1.35	1.50	0.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.50	1.50	1.50	1.50	1.20	0.90	0.90
SLU_30	1.35	1.50	0.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.50	1.50	1.50	1.50	1.20	-0.90	0.90
SLU_31	1.35	1.50	0.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.50	1.50	1.50	1.50	1.20	0.90	-0.90
SLU_32	1.35	1.50	0.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.50	1.50	1.50	1.50	1.20	-0.90	-0.90
SLU_33	1.35	1.50	0.00	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00	0.00	1.50	0.00	1.50	1.20	0.90	0.90
SLU_34	1.35	1.50	0.00	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00	0.00	1.50	0.00	1.50	1.20	-0.90	0.90
SLU_35	1.35	1.50	0.00	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00	0.00	1.50	0.00	1.50	1.20	0.90	-0.90
SLU_36	1.35	1.50	0.00	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00	0.00	1.50	0.00	1.50	1.20	-0.90	-0.90
SLU_37	1.35	1.50	0.00	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.20	0.90	0.90
SLU_38	1.35	1.50	0.00	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.20	-0.90	0.90
SLU_39	1.35	1.50	0.00	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.20	0.90	-0.90
SLU_40	1.35	1.50	0.00	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.20	-0.90	-0.90
SLU_41	1.35	1.50	0.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	0.00	1.50	0.00	1.50	1.20	0.90	0.90
SLU_42	1.35	1.50	0.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	0.00	1.50	0.00	1.50	1.20	-0.90	0.90
SLU_43	1.35	1.50	0.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	0.00	1.50	0.00	1.50	1.20	0.90	-0.90
SLU_44	1.35	1.50	0.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	0.00	1.50	0.00	1.50	1.20	-0.90	-0.90
SLU_45	1.35	1.50	0.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.50	0.00	1.50	0.00	1.20	0.90	0.90
SLU_46	1.35	1.50	0.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.50	0.00	1.50	0.00	1.20	-0.90	0.90
SLU_47	1.35	1.50	0.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.50	0.00	1.50	0.00	1.20	0.90	-0.90
SLU_48	1.35	1.50	0.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.50	0.00	1.50	0.00	1.20	-0.90	-0.90

Tabella 9 - Combinazioni allo stato limite ultimo

SLE_R	G1	G2	ACC_1	ACC_2	ST_sx+	ST_sx-	ST_sy+	ST_sy-	SA_sx+	SA_sx-	SA_sy+	SA_sy-	Ritiro	TU	TF
SLE_R_1	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.60
SLE_R_2	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60
SLE_R_3	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	-0.60



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	35 di 75

SLE_R_4	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	-0.60	
SLE_R_5	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.60
SLE_R_6	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	-0.60	0.60
SLE_R_7	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	-0.60
SLE_R_8	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	-0.60	-0.60
SLE_R_9	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.60
SLE_R_10	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	-0.60	0.60
SLE_R_11	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	-0.60
SLE_R_12	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	-0.60	-0.60
SLE_R_13	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.60
SLE_R_14	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	-0.60	0.60
SLE_R_15	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	-0.60
SLE_R_16	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	-0.60	-0.60
SLE_R_17	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.60
SLE_R_18	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	-0.60	0.60
SLE_R_19	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	-0.60
SLE_R_20	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	-0.60	-0.60
SLE_R_21	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.60
SLE_R_22	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	0.60
SLE_R_23	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	-0.60
SLE_R_24	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.60	-0.60
SLE_R_25	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.60
SLE_R_26	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	-0.60	0.60
SLE_R_27	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	-0.60
SLE_R_28	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	-0.60	-0.60
SLE_R_29	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.60	0.60
SLE_R_30	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	-0.60	0.60
SLE_R_31	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.60	-0.60
SLE_R_32	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	-0.60	-0.60
SLE_R_33	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	0.60
SLE_R_34	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	-0.60	0.60
SLE_R_35	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.60	-0.60
SLE_R_36	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	-0.60	-0.60
SLE_R_37	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.60	0.60
SLE_R_38	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	-0.60	0.60
SLE_R_39	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.60	-0.60
SLE_R_40	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	-0.60	-0.60

Tabella 10 - Combinazioni allo stato limite di esercizio (RARA)



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	36 di 75

SLE_f	G1	G2	ACC_1	ACC_2	ST_sx+	ST_sx-	ST_sy+	ST_sy-	SA_sx+	SA_sx-	SA_sy+	SA_sy-	Ritiro	TU	TF
SLE_f_1	1.00	1.00	0.75	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.80	0.80	0.80	1.00	0.60	0.60
SLE_f_2	1.00	1.00	0.75	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.80	0.80	0.80	1.00	-0.60	0.60
SLE_f_3	1.00	1.00	0.75	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.80	0.80	0.80	1.00	0.60	-0.60
SLE_f_4	1.00	1.00	0.75	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.80	0.80	0.80	1.00	-0.60	-0.60
SLE_f_5	1.00	1.00	0.75	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.80	0.00	0.80	1.00	0.60	0.60
SLE_f_6	1.00	1.00	0.75	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.80	0.00	0.80	1.00	-0.60	0.60
SLE_f_7	1.00	1.00	0.75	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.80	0.00	0.80	1.00	0.60	-0.60
SLE_f_8	1.00	1.00	0.75	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.80	0.00	0.80	1.00	-0.60	-0.60
SLE_f_9	1.00	1.00	0.75	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.00	0.80	0.00	1.00	0.60	0.60
SLE_f_10	1.00	1.00	0.75	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.00	0.80	0.00	1.00	-0.60	0.60
SLE_f_11	1.00	1.00	0.75	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.00	0.80	0.00	1.00	0.60	-0.60
SLE_f_12	1.00	1.00	0.75	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.00	0.80	0.00	1.00	-0.60	-0.60
SLE_f_13	1.00	1.00	0.75	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.80	0.00	0.80	1.00	0.60	0.60
SLE_f_14	1.00	1.00	0.75	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.80	0.00	0.80	1.00	-0.60	0.60
SLE_f_15	1.00	1.00	0.75	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.80	0.00	0.80	1.00	0.60	-0.60
SLE_f_16	1.00	1.00	0.75	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.80	0.00	0.80	1.00	-0.60	-0.60
SLE_f_17	1.00	1.00	0.75	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.00	0.80	0.00	1.00	0.60	0.60
SLE_f_18	1.00	1.00	0.75	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.00	0.80	0.00	1.00	-0.60	0.60
SLE_f_19	1.00	1.00	0.75	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.00	0.80	0.00	1.00	0.60	-0.60
SLE_f_20	1.00	1.00	0.75	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.00	0.80	0.00	1.00	-0.60	-0.60
SLE_f_21	1.00	1.00	0.00	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.80	0.80	0.80	1.00	0.60	0.60
SLE_f_22	1.00	1.00	0.00	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.80	0.80	0.80	1.00	-0.60	0.60
SLE_f_23	1.00	1.00	0.00	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.80	0.80	0.80	1.00	0.60	-0.60
SLE_f_24	1.00	1.00	0.00	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.80	0.80	0.80	1.00	-0.60	-0.60
SLE_f_25	1.00	1.00	0.00	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.80	0.00	0.80	1.00	0.60	0.60
SLE_f_26	1.00	1.00	0.00	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.80	0.00	0.80	1.00	-0.60	0.60
SLE_f_27	1.00	1.00	0.00	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.80	0.00	0.80	1.00	0.60	-0.60
SLE_f_28	1.00	1.00	0.00	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.80	0.00	0.80	1.00	-0.60	-0.60
SLE_f_29	1.00	1.00	0.00	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.00	0.80	0.00	1.00	0.60	0.60
SLE_f_30	1.00	1.00	0.00	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.00	0.80	0.00	1.00	-0.60	0.60
SLE_f_31	1.00	1.00	0.00	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.00	0.80	0.00	1.00	0.60	-0.60
SLE_f_32	1.00	1.00	0.00	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.00	0.80	0.00	1.00	-0.60	-0.60
SLE_f_33	1.00	1.00	0.00	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.80	0.00	0.80	1.00	0.60	0.60
SLE_f_34	1.00	1.00	0.00	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.80	0.00	0.80	1.00	-0.60	0.60
SLE_f_35	1.00	1.00	0.00	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.80	0.00	0.80	1.00	0.60	-0.60
SLE_f_36	1.00	1.00	0.00	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.80	0.00	0.80	1.00	-0.60	-0.60



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	37 di 75

SLE_f_37	1.00	1.00	0.00	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.00	0.80	0.00	1.00	0.60	0.60
SLE_f_38	1.00	1.00	0.00	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.00	0.80	0.00	1.00	-0.60	0.60
SLE_f_39	1.00	1.00	0.00	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.00	0.80	0.00	1.00	0.60	-0.60
SLE_f_40	1.00	1.00	0.00	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.00	0.80	0.00	1.00	-0.60	-0.60

Tabella 11 - Combinazioni allo stato limite di esercizio (FREQUENTE)

SLE_QP	G1	G2	ACC_1	ST_sx+	ST_sx-	ST_sy+	ST_sy-	SA_sx+	SA_sx-	SA_sy+	SA_sy-	Ritiro	TU	TF
SLE_QP_1	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.80	1.00	0.50	0.50
SLE_QP_2	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.80	1.00	-0.50	0.50
SLE_QP_3	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.80	1.00	0.50	-0.50
SLE_QP_4	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.80	1.00	-0.50	-0.50

Tabella 12 - Combinazioni allo stato limite di esercizio (QUASI PERMANENTI)

SLV	G1	G2	ACC_1	ACC_2	ST_sx+	ST_sx-	ST_sy+	ST_sy-	SA_sx+	SA_sx-	SA_sy+	SA_sy-	Ritiro	TU	TF	Ex_SLV_S	Ey_SLV_S	Ez_SLV
SLV_1	1.00	1.00	0.20	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	1.00	0.30	0.30
SLV_2	1.00	1.00	0.20	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.30	1.00	0.30
SLV_3	1.00	1.00	0.20	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	1.00
SLV_4	1.00	1.00	0.00	0.20	1.00	1.00	1.00	1.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	1.00	0.30	0.30
SLV_5	1.00	1.00	0.00	0.20	1.00	1.00	1.00	1.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.30	1.00	0.30
SLV_6	1.00	1.00	0.00	0.20	1.00	1.00	1.00	1.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	1.00

Tabella 13 - Combinazioni sismiche (SLV)

8 MODELLO DI CALCOLO

8.1 Descrizione del modello di calcolo

Lo step del lavoro relativo al calcolo computazionale e alla definizione dell'output, in termini di caratteristiche di sollecitazione e deformazioni per i vari elementi strutturali, prevede un approccio basato sulla modellazione della struttura attraverso un processo di discretizzazione agli elementi finiti facendo riferimento ad un modello elastico. Il modello è stato realizzato ed analizzato con l'ausilio del programma di calcolo SAP2000 della CSI.

La geometria del modello di calcolo rispecchia per i vari elementi strutturali quella indicata negli elaborati progettuali. Dunque, ogni sezione implementata nel codice possiede le proprietà inerziali e meccaniche reali senza particolari approssimazioni.

Gli elementi strutturali sono implementati nel modello di calcolo mediante elementi shell.

Seguono alcune immagini rappresentative del modello di calcolo:

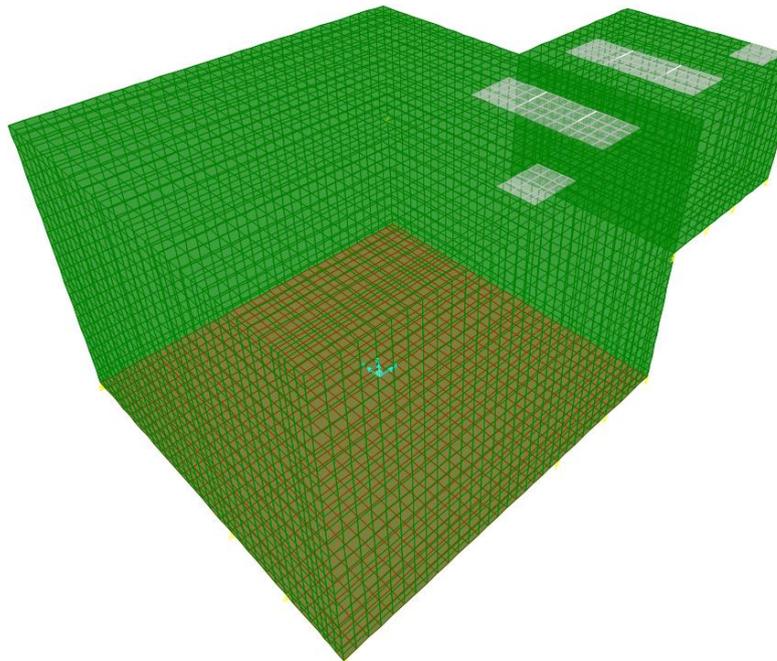


Figura 15 – Vista 3D del Modello di calcolo e della mesh di analisi

Tutte le componenti orizzontali e verticali della vasca hanno uno spessore pari a 40 mm a meno del solettone di fondo più basso che invece ha uno spessore pari a 50 mm.

La forometria del solettone superiore è stata modellata attraverso degli elementi shell aventi massa nulla e rigidità trascurabile, hanno dunque il ruolo di distribuire il carico agli elementi circostanti.

8.2 Sistema di vincolo

L'interazione tra terreno e struttura è stata studiata ipotizzando un comportamento elastico del terreno. L'intera struttura è poggiata a terra su un letto di molle alla Winkler la cui rigidezza viene assegnata per unità di lunghezza di elemento. Il coefficiente di fondazione (Winkler) adottato nel modello è pari a $K = 15000 \text{ kN/m}^3$.

Tale valore utilizzato per le molle verticali risulta basso in relazione al tipo di terreno su cui la vasca oggetto della progettazione verrà costruita, ma permette di mantenere un ragionevole margine di sicurezza nelle verifiche.

Longitudinalmente e trasversalmente il modello è vincolato mediante molle di opportuna rigidezza.

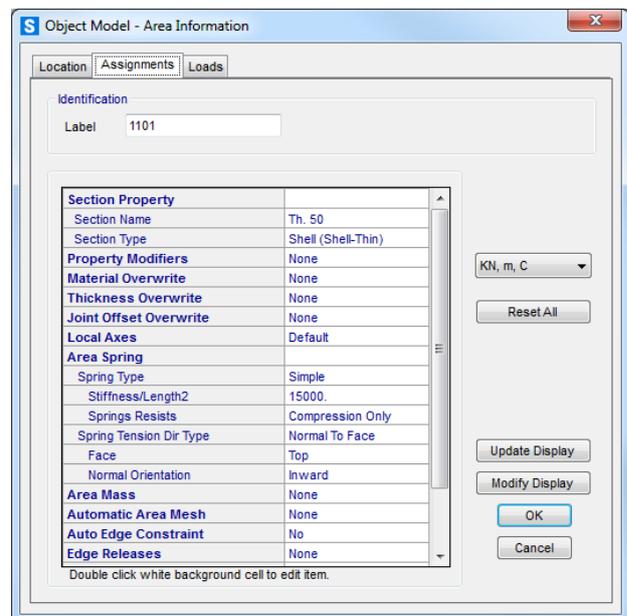
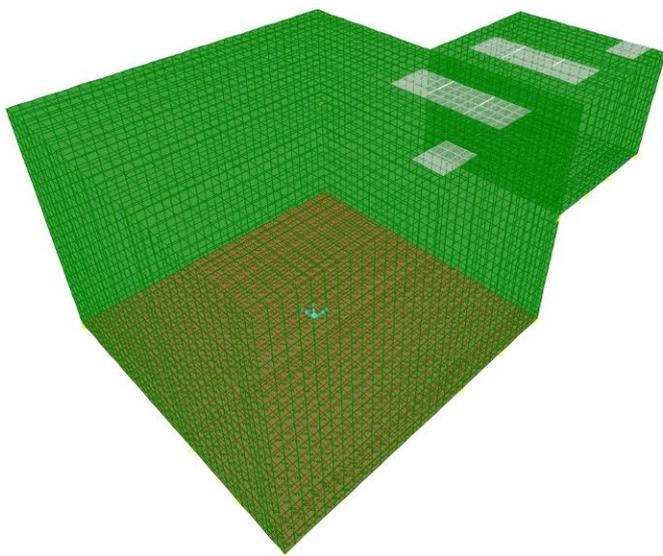


Figura 16 - Sistema di molle modellato tramite Area Spring e molle elastiche generiche orizzontalmente



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	40 di 75

8.3 Sistema di riferimento Globale

Il sistema globale di coordinate è utilizzato per riportare i risultati estratti dal modello di calcolo in termini di spostamenti e reazioni della struttura, segue la regola della mano destra.

8.4 Sistema di riferimento locale

Il sistema di riferimento locale degli elementi è importante per leggere correttamente le sollecitazioni presentate nel seguito, riportate appunto secondo il riferimento locale.

Nelle figure seguenti viene riportata l'orientazione degli assi locali per gli elementi soletta e per gli elementi parete.

In rosso viene riportata la direzione 1, in verde la direzione 2.

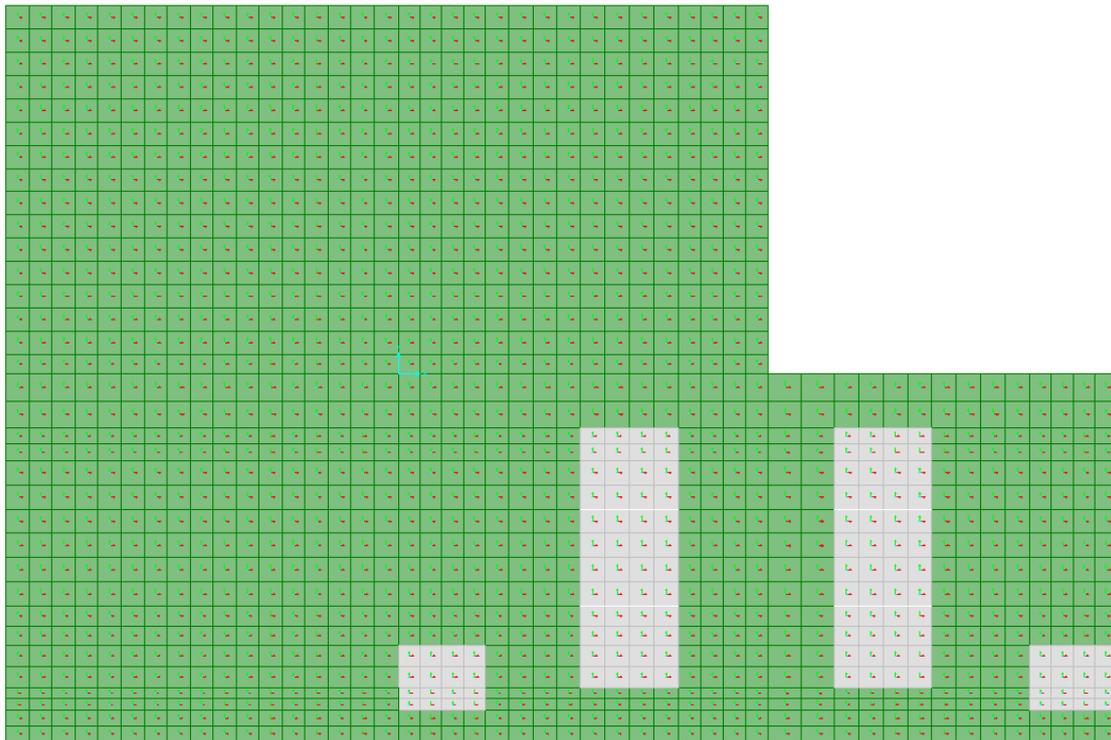


Figura 17 - Sistema di riferimento locale degli elementi soletta

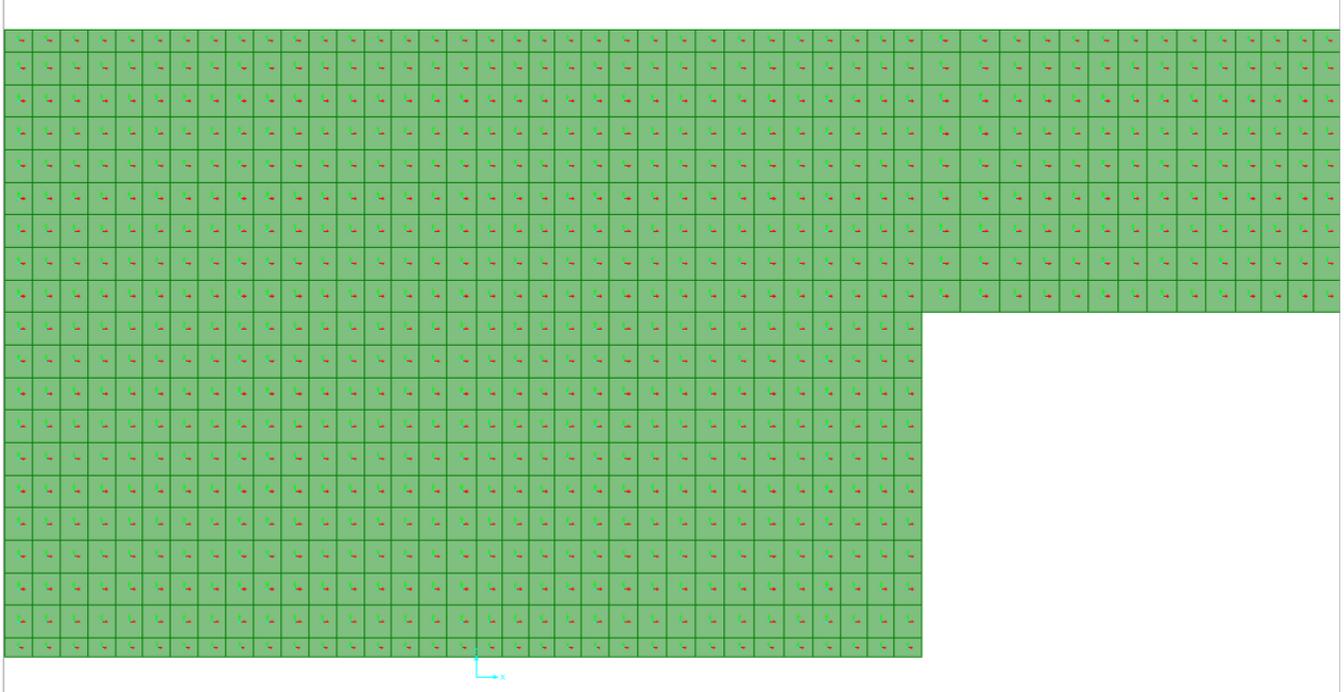


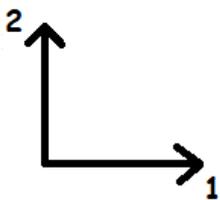
Figura 18 - Sistema di riferimento locale degli elementi parete

9 RISULTATI ANALISI

Si riportano nel seguito verranno le mappe delle forze interne degli elementi shell (chiamate anche risultanti delle tensioni), sono le forze ed i momenti che risultano dall'integrazione delle tensioni sullo spessore dell'elemento. Queste sono:

- Forze membranali assiali: F11 e F22
- Forza membranale di taglio: F12
- Momenti flettenti a piastra: M11 e M22
- Momento di svergolamento a piastra: M12
- Forze di taglio trasversali a piastra V13 e V23

Le direzioni 1 e 2 sono le direzioni principali degli elementi shell, che per come sono stati definiti nel modello di calcolo corrispondono rispettivamente all'asse orizzontale e verticale.



Le suddette mappe verranno riportate per l'inviluppo delle combinazioni SLU-SLV per capirne gli andamenti, mentre per gli inviluppi delle combinazioni SLE rara verranno riportate delle tabelline in cui verranno indicati i valori massimi delle sollecitazioni nei punti critici.

9.1 Solettone superiore

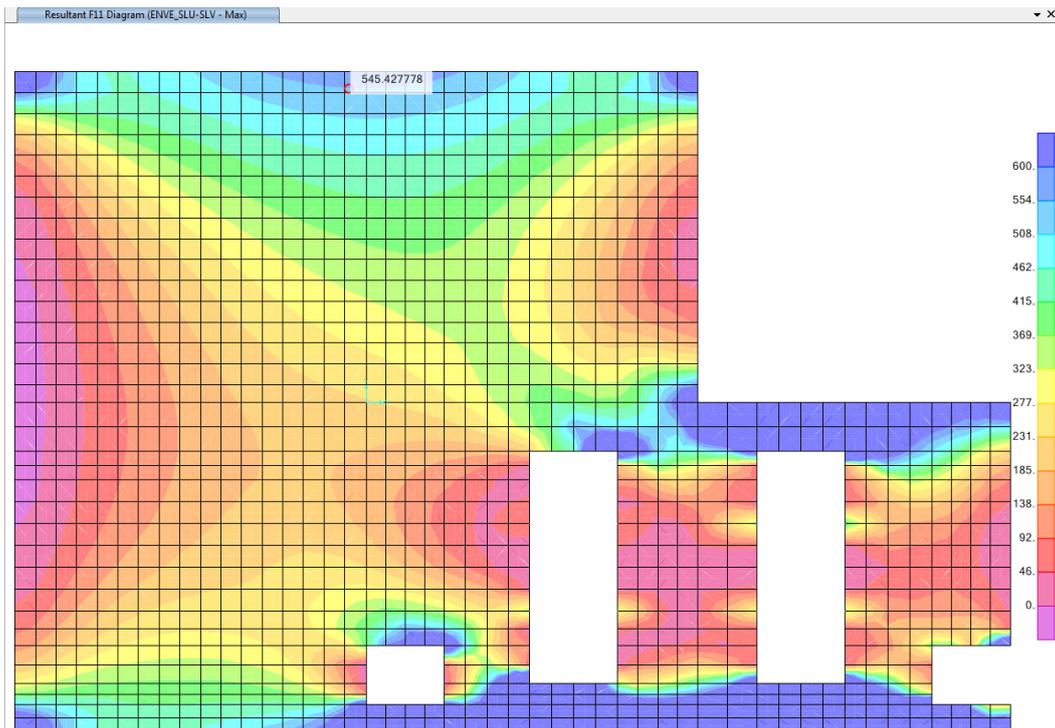


Figura 19 - F11max - ENV_SLU-SLV

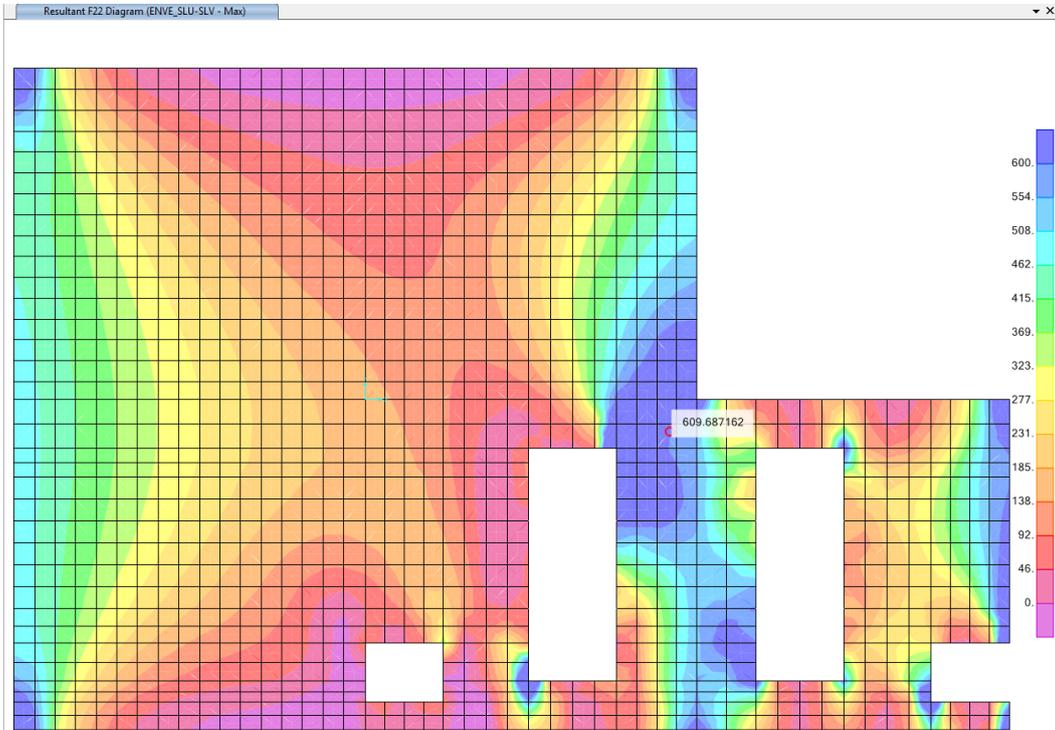


Figura 20 – F22max - ENV_SLU-SLV

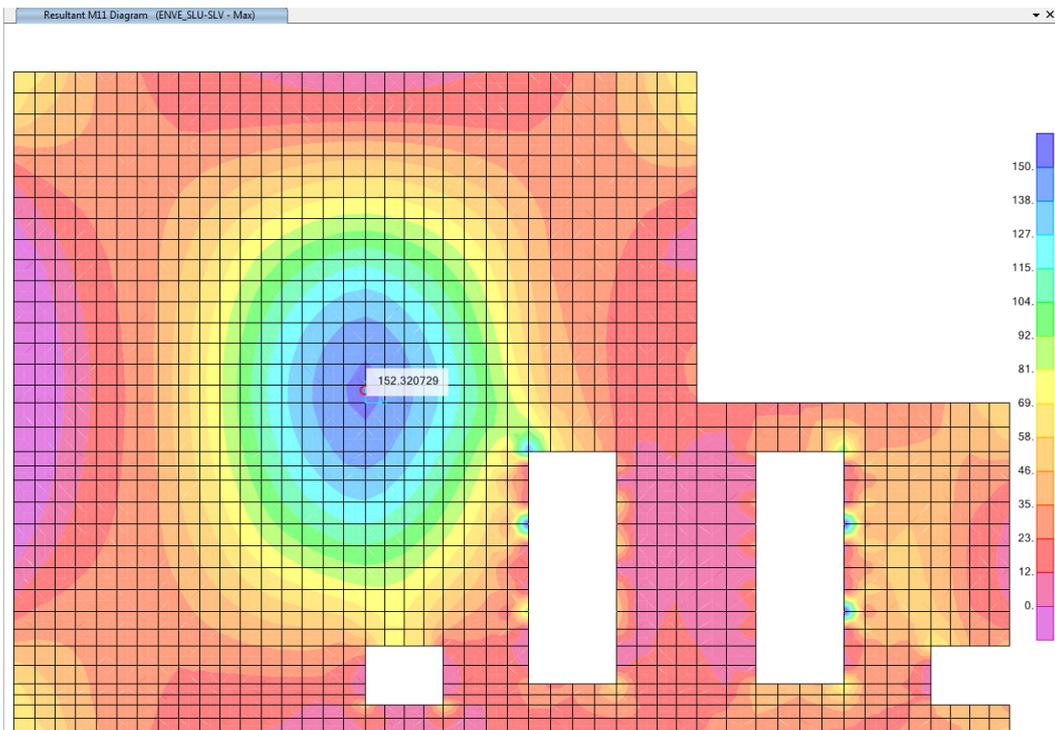


Figura 21 – M11max - ENV_SLU-SLV

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	44 di 75

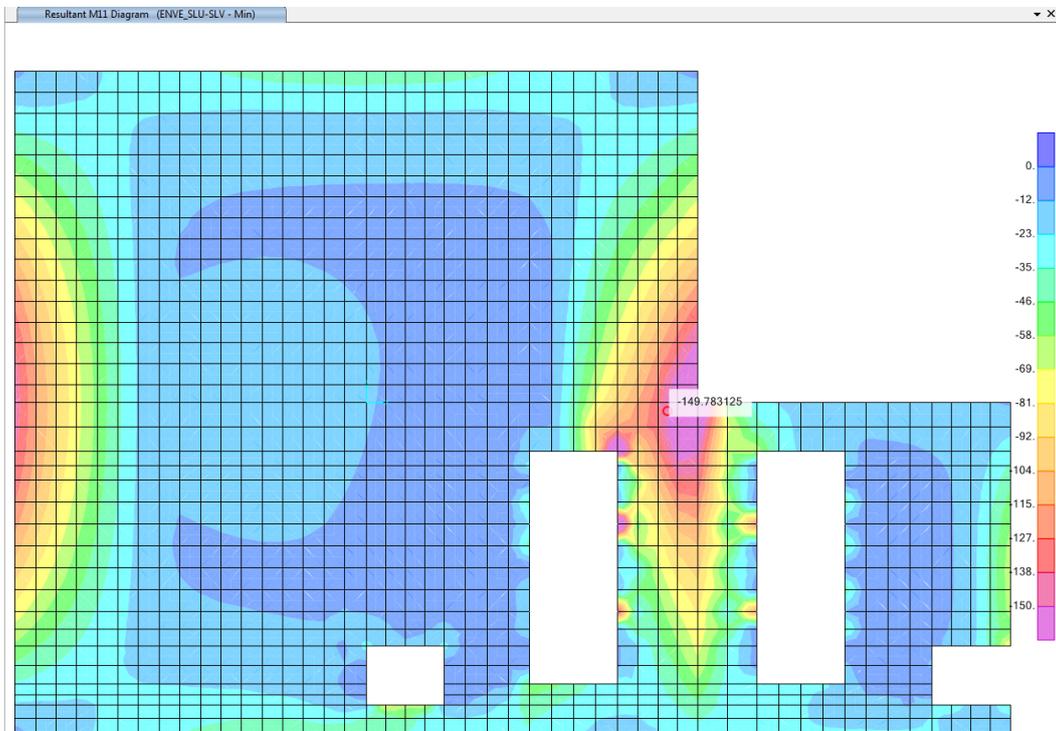


Figura 22 – M11min - ENV_SLU-SLV

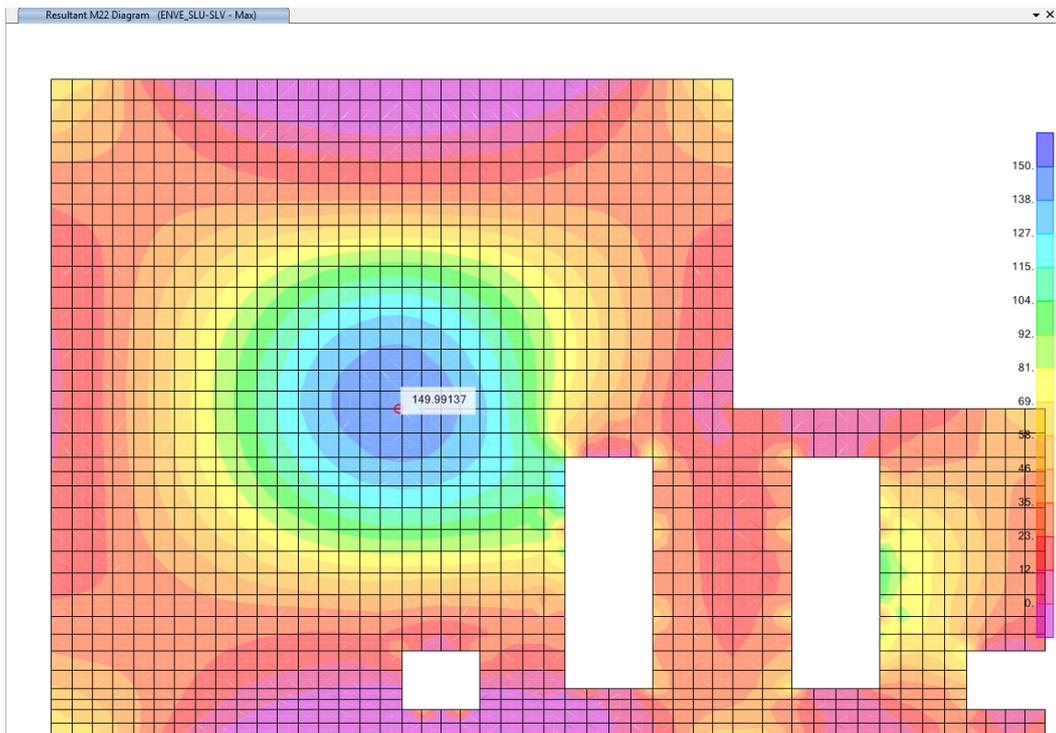


Figura 23 – M22max - ENV_SLU-SLV

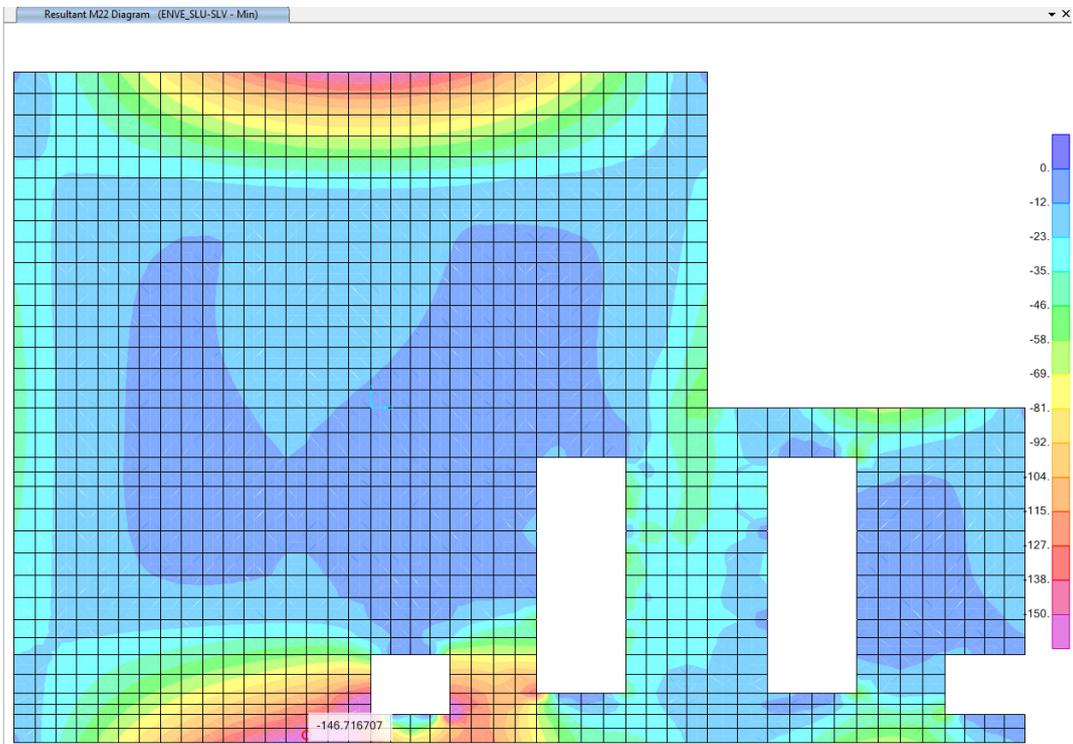


Figura 24 – M22min - ENV_SLU-SLV

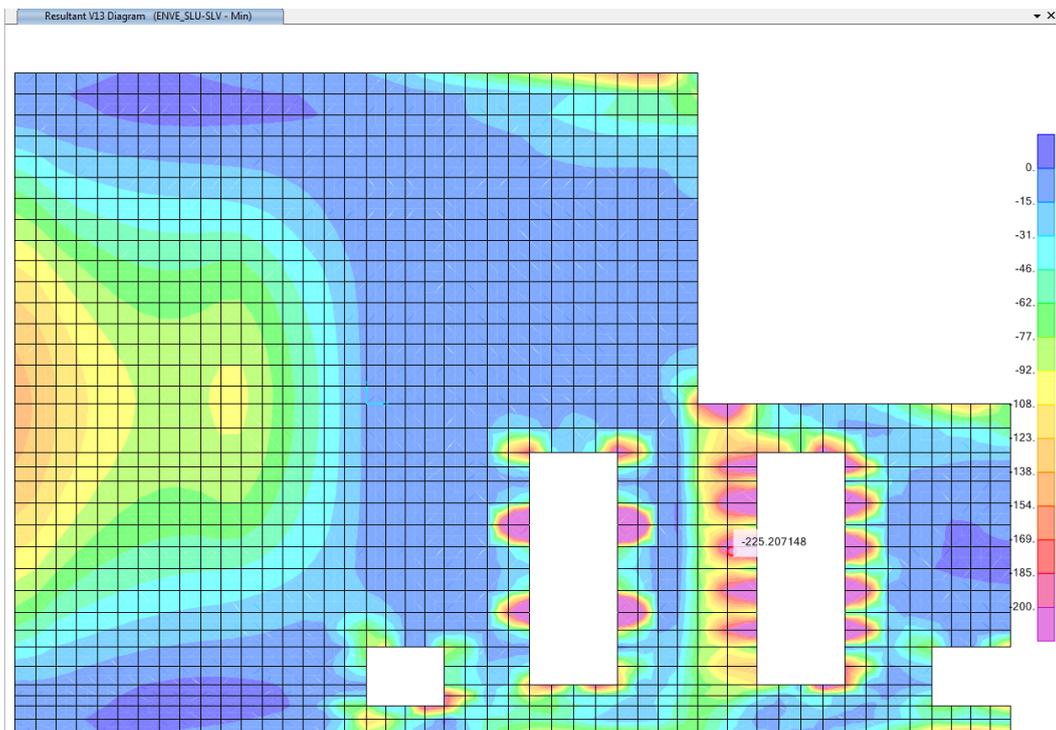


Figura 25 – V13max - ENV_SLU-SLV

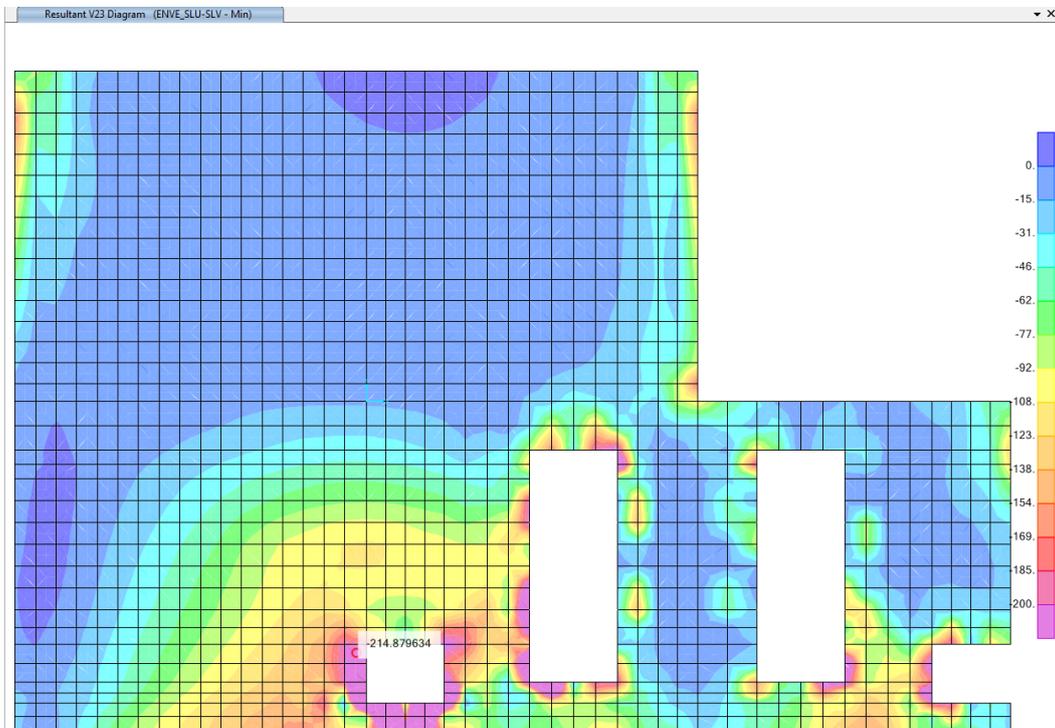


Figura 26 – V23max - ENV_SLU-SLV

Riepilogo sollecitazioni

Nella tabella seguente sono riportate le massime sollecitazioni per tutti gli stati limite.

Lo sforzo normale riportato e poi usato nelle verifiche è sempre quello di trazione (segno -), in quanto dimensionante per gli elementi in calcestruzzo armato.

Combo	ENV_SLU-SLV	ENV_SLE-R
F11	-600	-600
M11	160	100
F22	-600	-600
M22	150	110
V13	150	
V23	150	

9.2 Solettone di fondo

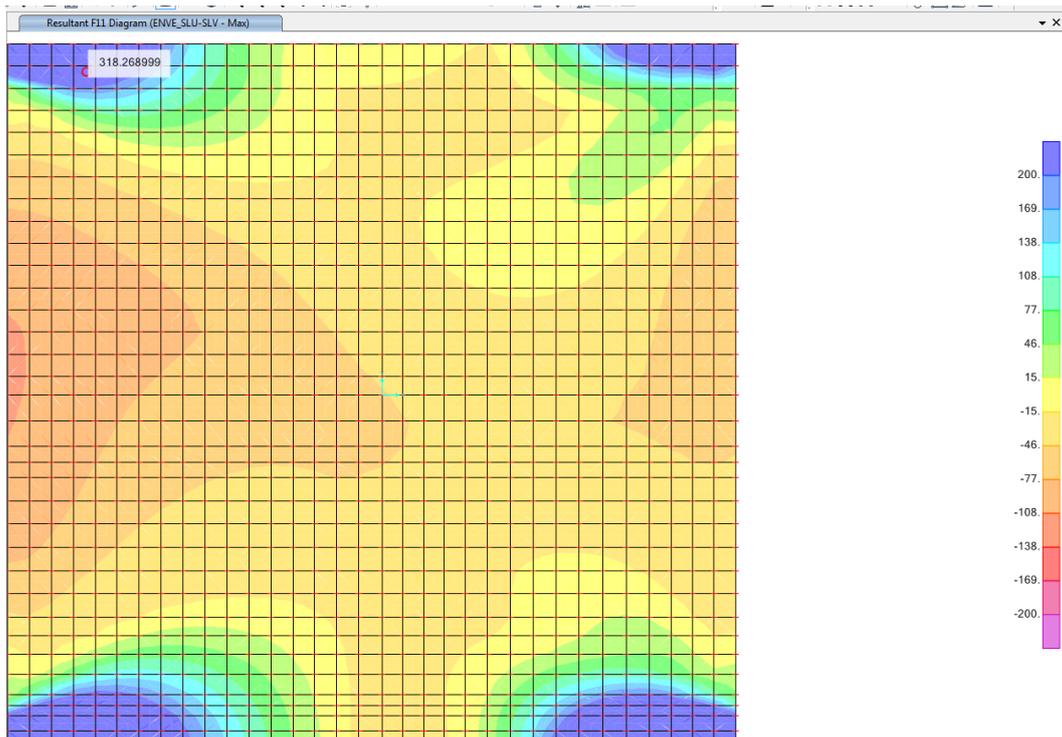


Figura 27 - F11max - ENV_SLU-SLV

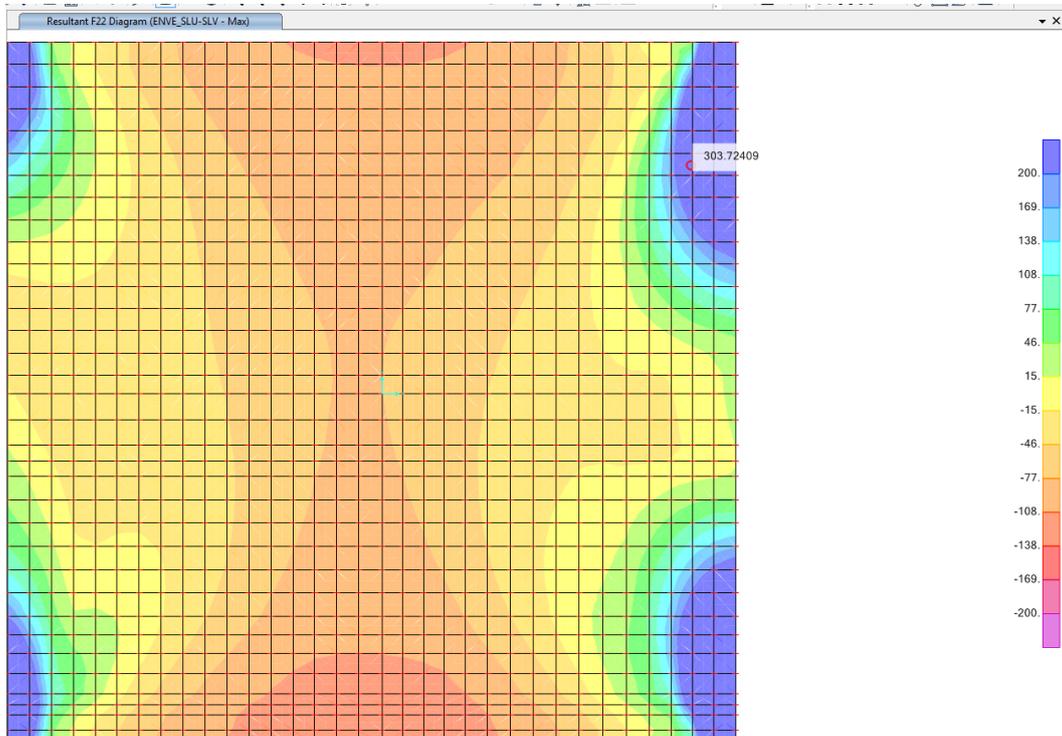


Figura 28 – F22max - ENV_SLU-SLV

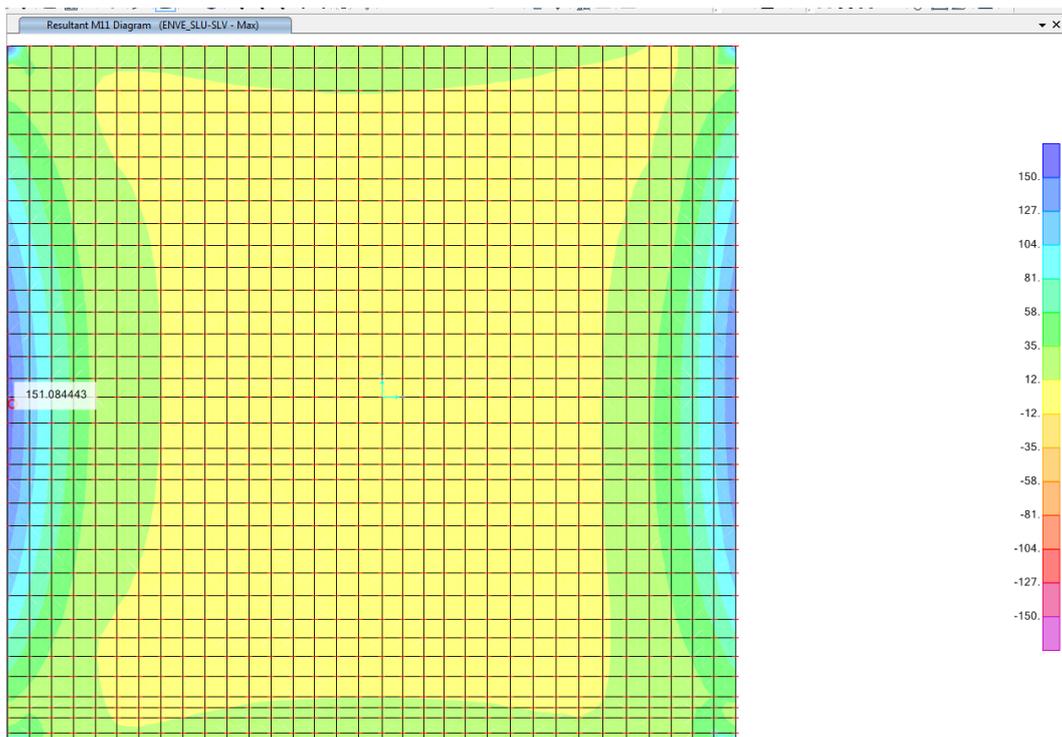


Figura 29 – M11max - ENV_SLU-SLV

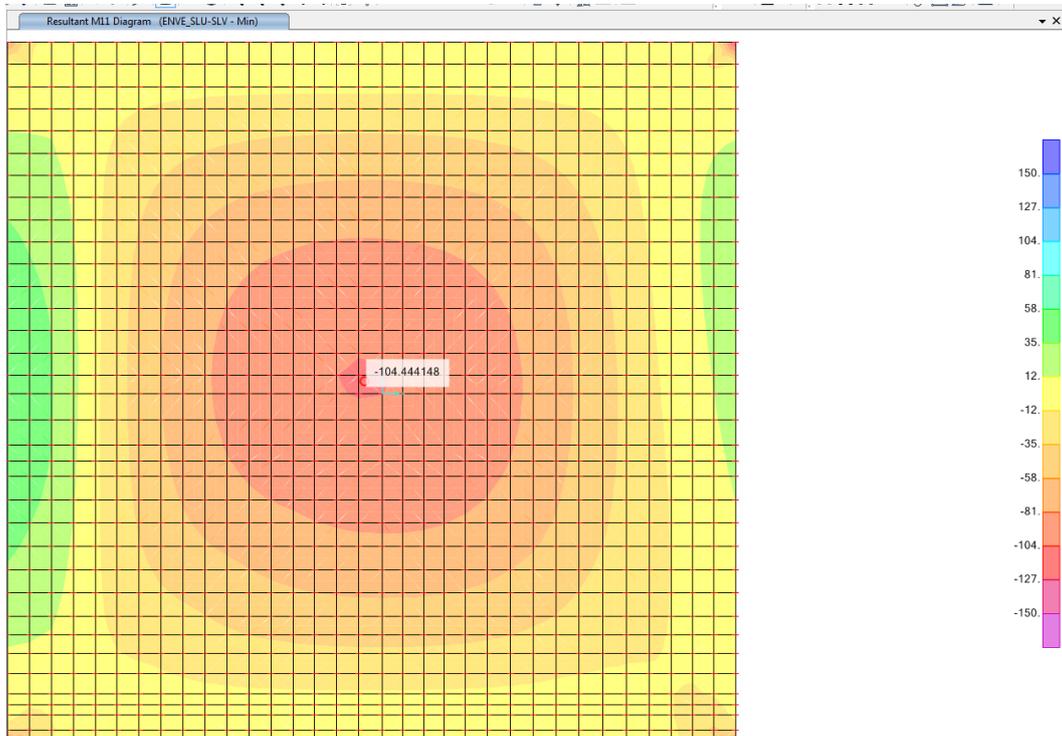


Figura 30 – M11min - ENV_SLU-SLV

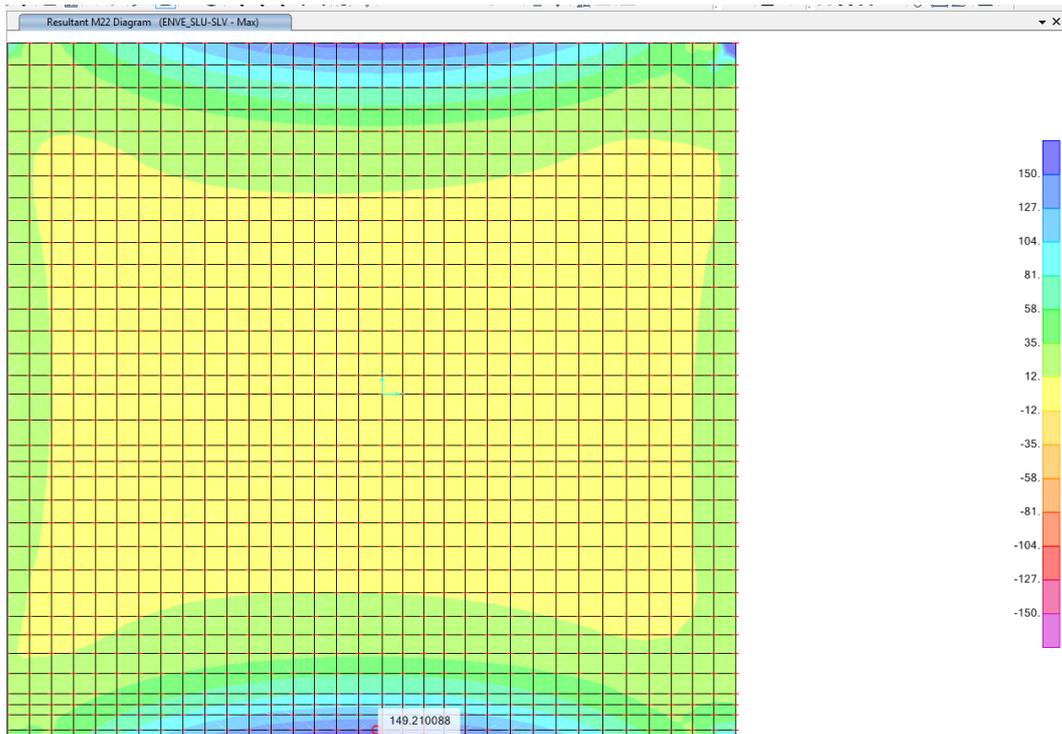


Figura 31 – M22max - ENV_SLU-SLV

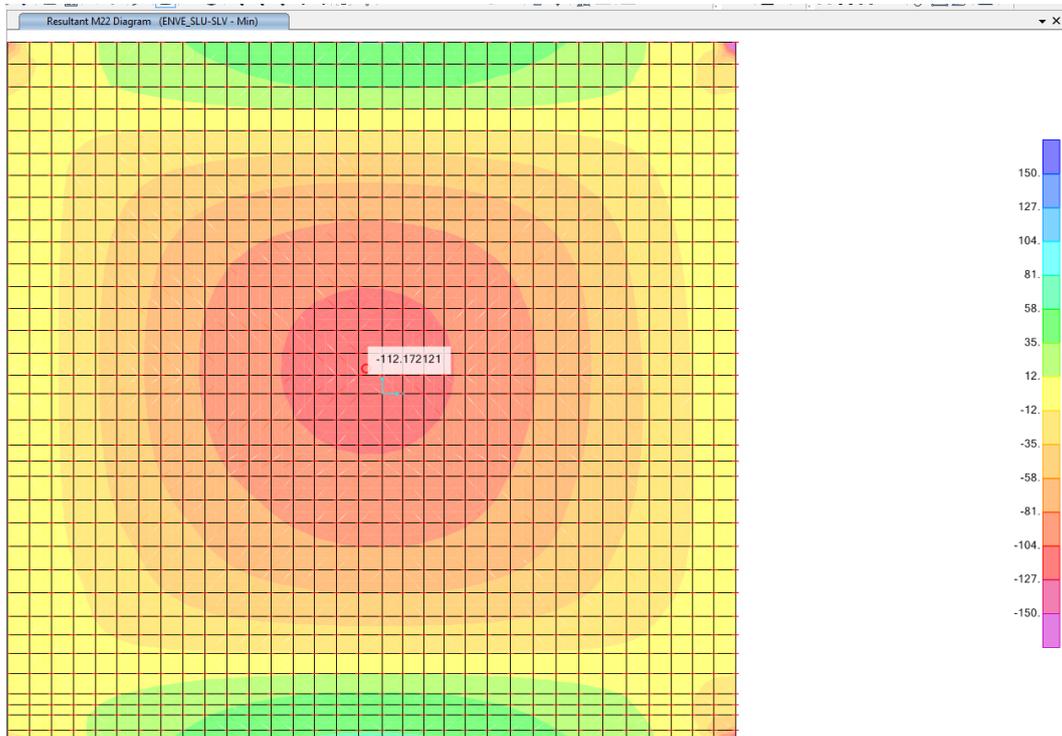


Figura 32 – M22min - ENV_SLU-SLV

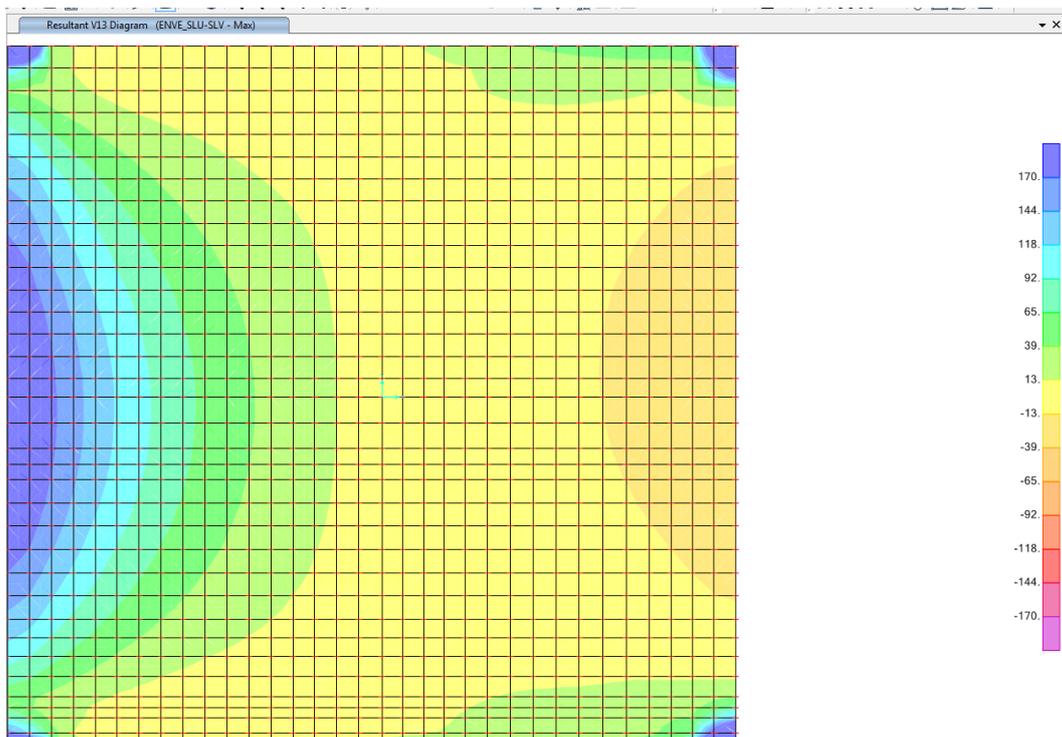


Figura 33 – V13max - ENV_SLU-SLV

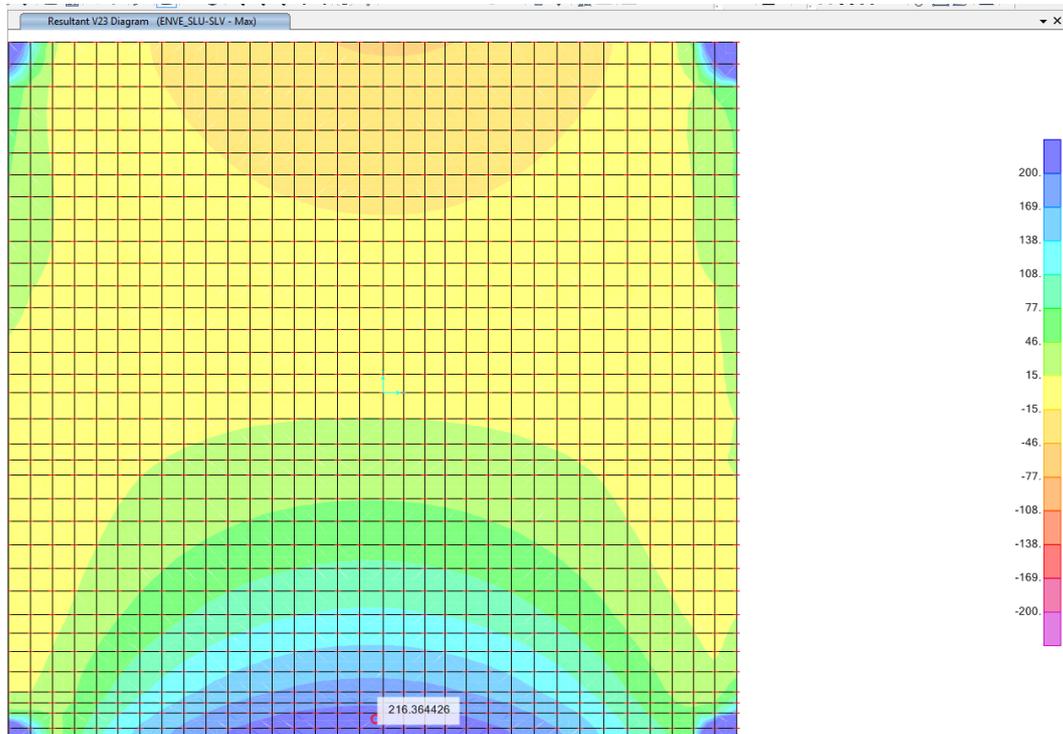


Figura 34 – V23max - ENV_SLU-SLV

Riepilogo sollecitazioni

Nella tabella seguente sono riportate le massime sollecitazioni per tutti gli stati limite.

Lo sforzo normale riportato e poi usato nelle verifiche è sempre quello di trazione (segno -), in quanto dimensionante per gli elementi in calcestruzzo armato.

Combo	ENV_SLU-SLV	ENV_SLE-R
F11	-100	-40
M11	150	100
F22	-300	-600
M22	160	120
V13	170	
V23	220	

9.3 Pareti

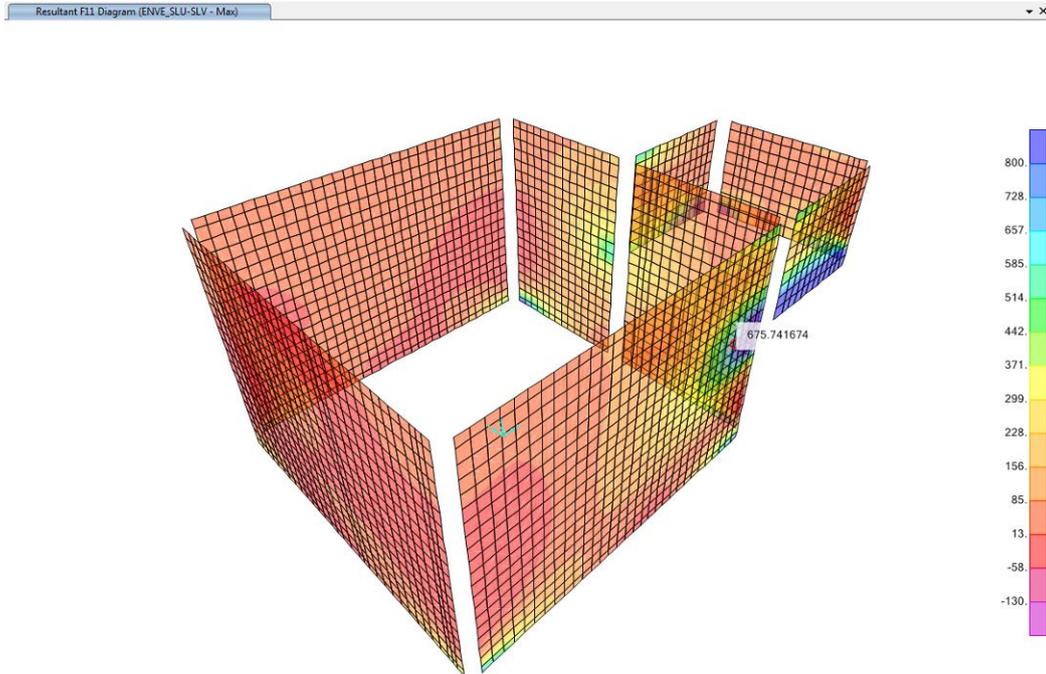


Figura 35 - F11max - ENV_SLU-SLV

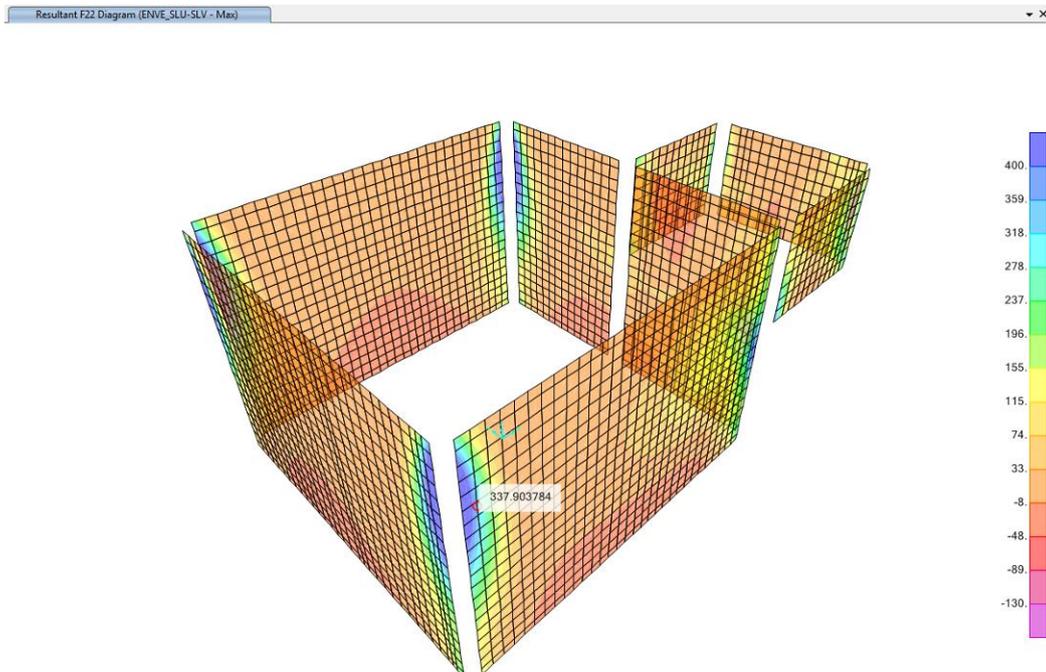


Figura 36 - F22max - ENV_SLU-SLV

Resultant M11 Diagram (ENV_SLU-SLV - Max) x

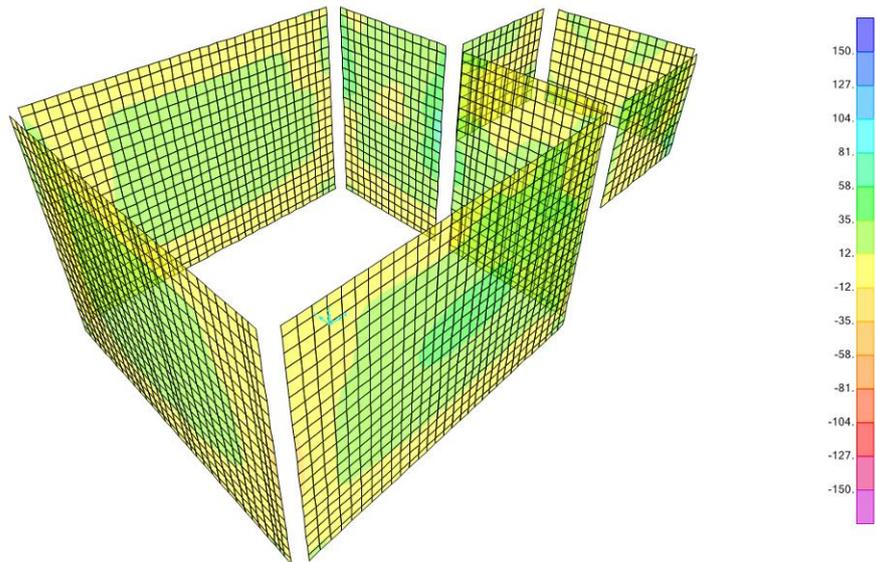


Figura 37 – M11max - ENV_SLU-SLV

Resultant M11 Diagram (ENV_SLU-SLV - Min) x

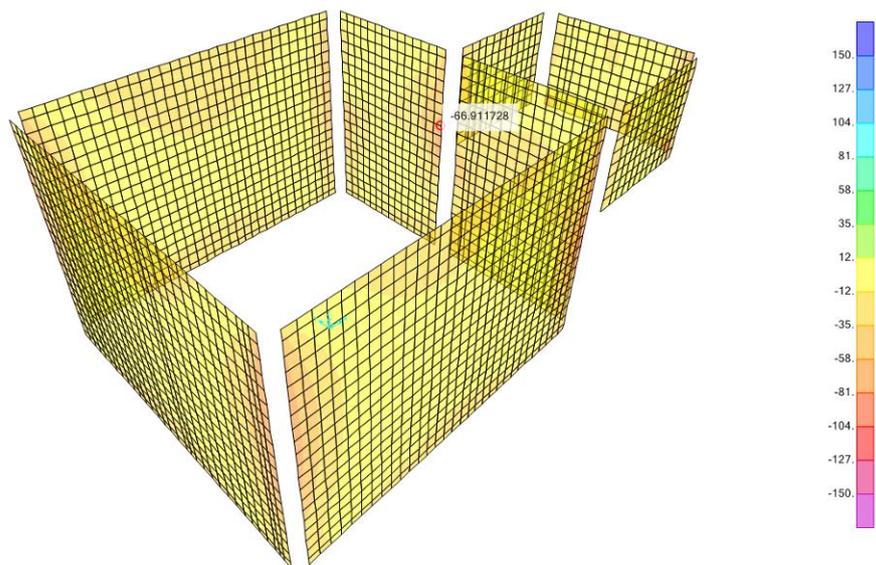


Figura 38 – M11min - ENV_SLU-SLV

Resultant M22 Diagram (ENV_SLU-SLV - Max) x

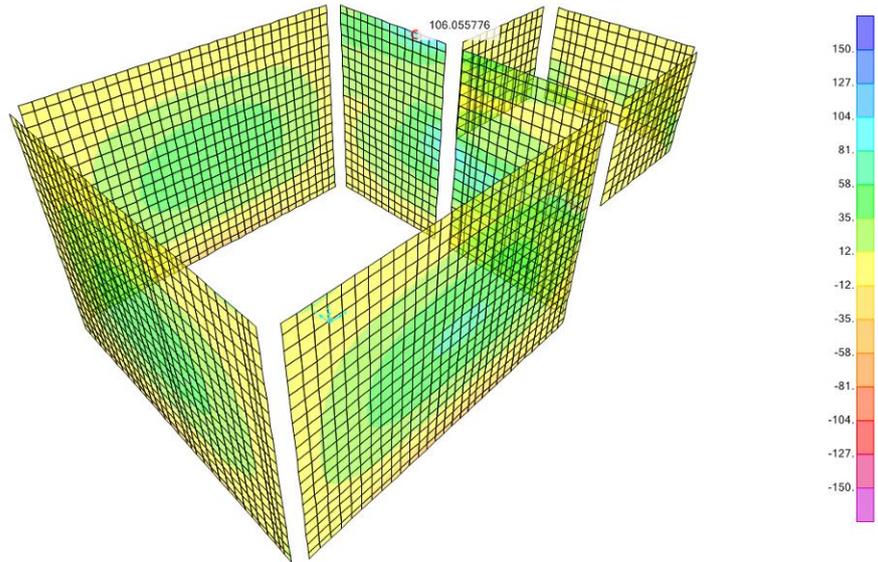


Figura 39 – M22max - ENV_SLU-SLV

Resultant M22 Diagram (ENV_SLU-SLV - Min) x

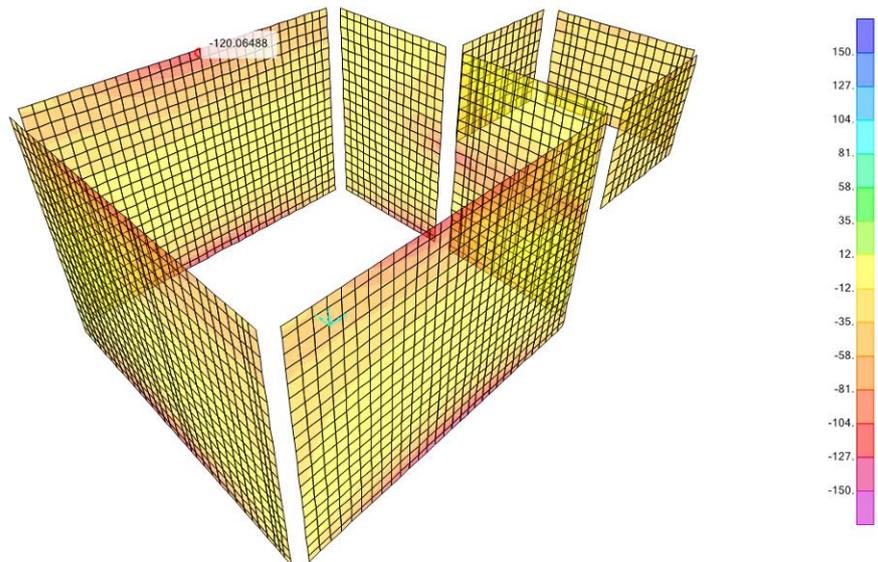


Figura 40 – M22min - ENV_SLU-SLV

Resultant V13 Diagram (ENV_SLU-SLV - Max) x

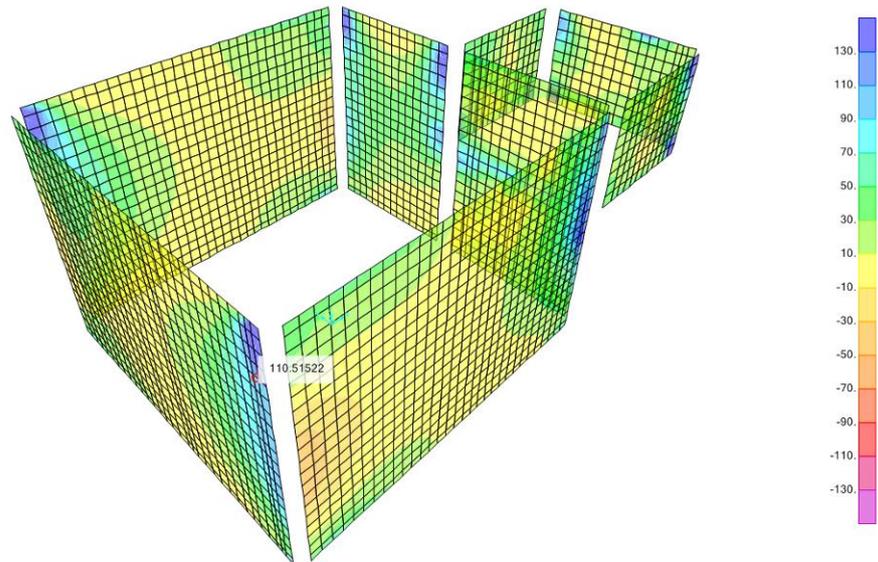


Figura 41 – V13 - ENV_SLU-SLV

Resultant V23 Diagram (ENV_SLU-SLV - Max) x

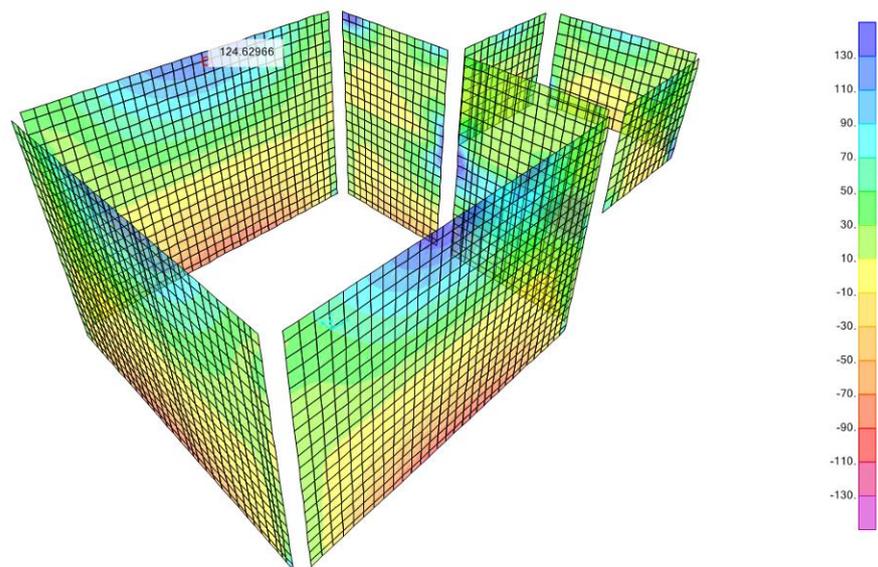


Figura 42 – V23 - ENV_SLU-SLV



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	56 di 75

Riepilogo sollecitazioni

Nella tabella seguente sono riportate le massime sollecitazioni per tutti gli stati limite.

Lo sforzo normale riportato e poi usato nelle verifiche è sempre quello di trazione (segno -), in quanto dimensionante per gli elementi in calcestruzzo armato.

Combo	ENV_SLU-SLV	ENV_SLE-R
F11	-800	-500
M11	125	65
F22	-300	-600
M22	160	120
V13	170	
V23	220	



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	57 di 75

10 VERIFICHE STRUTTURALI

Di seguito si riportano le verifiche relative agli elementi strutturali principali della struttura.

Si considereranno le sollecitazioni di calcolo, per l'elemento maggiormente sollecitato, in corrispondenza della sezione d'appoggio e della sezione di campata (convenzione sui segni: compressione negativa (-), momento flettente che tende le fibre superiori negativo (-)).

Verranno considerate le sollecitazioni minime e massime per gli SLU, SLV, SLE rara.

10.1 Soletta superiore

La soletta ha spessore 40 cm ed ha armatura doppia simmetrica con barre $\Phi 22/10$ in entrambe le direzioni. Non si prevede una specifica armatura a taglio se non nell'intorno dei fori dei chiusini.

Si è considerata per la verifica una striscia di solettone lunga 1m, posta nel punto dove ci sono le sollecitazioni più gravose. L'armatura è stata disposta secondo le 2 direzioni principali.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: soletta_sup

(Percorso File: \\oceano\C38\02-lavoro\MODELLI DI CALCOLO\VASCA-CISTERNAZZI\soletta_sup.sez)

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento: N.T.C.
Tipologia sezione: Sezione predefinita
Forma della sezione: Rettangolare
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali: Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40
Resis. compr. di calcolo fcd : 181.33 daN/cm²
Resis. compr. ridotta fcd' : 90.67 daN/cm²
Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
Def.unit. ultima ecu : 0.0035
Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec : 333458 daN/cm²
Coeff. di Poisson : 0.20
Resis. media a trazione fctm : 30.24 daN/cm²
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
Combinazioni Rare in Esercizio
Sc Limite : 160.00 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : 99999.000 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
Resist. caratt. rottura ftk : 5400.0 daN/cm²
Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
Resist. ultima di calcolo ftd : 4500.0 daN/cm²
Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	58 di 75

Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²
Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
Altezza: 40.0 cm
Barre inferiori : 10Ø22 (38.0 cm²)
Barre superiori : 10Ø22 (38.0 cm²)
Copriferro barre inf. (dal baric. barre) : 6.0 cm
Copriferro barre sup. (dal baric. barre) : 6.0 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

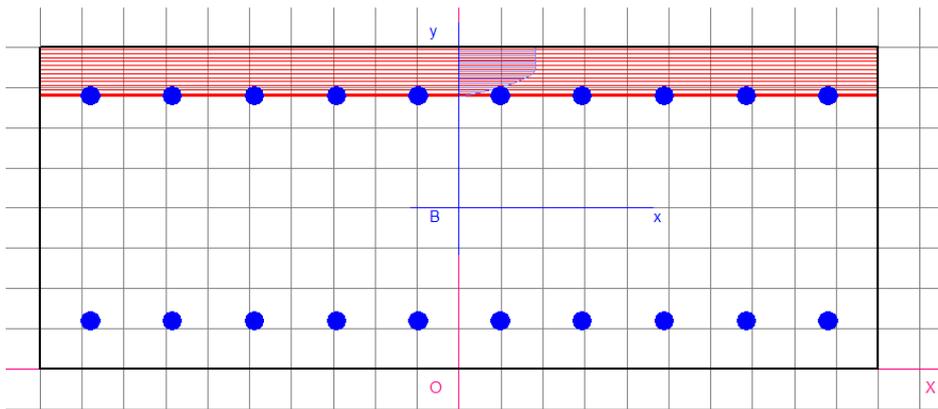
N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	-60000	16000	10	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	-60000	11000



RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.9 cm
Interfero netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.5 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	59 di 75

Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,0 sez.
x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 38.0 cm²
Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 38.0 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	-60000	16000	-60013	37687	2.355	33.9		

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.00635	40.0	0.00005	34.0	-0.01603	6.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²)
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,0)
Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	26.2	40.0	0.0	40.0	-1793	34.0	21.4	2140	38.0	9.8

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
ScI_min Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
Sc Eff Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm²)
K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	17.4	-40.7	-9.6	0.155	1.0	0.000403	194	0.133

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

[4.1.2.1.3.1]

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:

V_{Ed}	150 kN
N_{Ed}	-600 kN

Calcestruzzo

C32/40

R_{ck}	40 N/mm ²
----------	----------------------

f_{ck}	33.2 N/mm ²
----------	------------------------

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

f_{cd}	18.81 N/mm ²
----------	-------------------------

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

γ_c	1.5
------------	-----

Altezza sezione

h	400 mm
-----	--------

Copriferro

c	60 mm
-----	-------

Larghezza minima della sezione (in mm)

b_w	1000 mm
-------	---------

Altezza utile della sezione (in mm)

d	340 mm
-----	--------

Area Calcestruzzo

A_c	400000 mm ²
-------	------------------------

Armatura longitudinale

A_{sl}	3799.4 mm ²
----------	------------------------

Rapporto geometrico di armatura longitudinale

ρ_1	0.0112 ≤ 0.02	ok
----------	---------------	----

Tensione media di compressione nella sezione

σ_{cp}	-1.5000 ≤ 0.2 f_{cd}	ok
---------------	------------------------	----

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

k	1.77 ≤ 2	ok
-----	----------	----

$$v_{\min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$$

v_{\min}	0.29
------------	------

V_{Rd}	163.94 kN
----------	-----------

Verifica:

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

VERIFICATA



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	61 di 75

10.2 Solettone di fondo

La soletta ha spessore 50 cm ed ha armatura doppia simmetrica con barre $\Phi 16/10$ in entrambe le direzioni. Non si prevede un armatura a taglio in quanto il taglio sollecitante è sempre inferiore al taglio resistente Vrd.

Si è considerata per la verifica una striscia di solettone lunga 1m, posta nel punto dove ci sono le sollecitazioni più gravose. L'armatura è stata disposta secondo le 2 direzioni principali.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: soletta_inf

(Percorso File: \\oceano\C38\02-lavoro\MODELLI DI CALCOLO\VASCA-CISTERNAZZI\soletta_inf.sez)

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento: N.T.C.
Tipologia sezione: Sezione predefinita
Forma della sezione: Rettangolare
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali: Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inertzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40
Resis. compr. di calcolo fcd : 181.33 daN/cm²
Resis. compr. ridotta fcd' : 90.67 daN/cm²
Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
Def.unit. ultima ecu : 0.0035
Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec : 333458 daN/cm²
Coeff. di Poisson : 0.20
Resis. media a trazione fctm : 30.24 daN/cm²
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
Combinazioni Rare in Esercizio
Sc Limite : 160.00 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : 99999.000 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
Resist. caratt. rottura ftk : 5400.0 daN/cm²
Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
Resist. ultima di calcolo ftd : 4500.0 daN/cm²
Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
Coeff. Aderenza ist. $\beta 1 \cdot \beta 2$: 1.00 daN/cm²
Coeff. Aderenza diff. $\beta 1 \cdot \beta 2$: 0.50 daN/cm²
Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
Altezza: 50.0 cm
Barre inferiori : 10 Φ 16 (20.1 cm²)
Barre superiori : 10 Φ 16 (20.1 cm²)
Copriferro barre inf. (dal baric. barre) : 6.0 cm
Copriferro barre sup. (dal baric. barre) : 6.0 cm



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

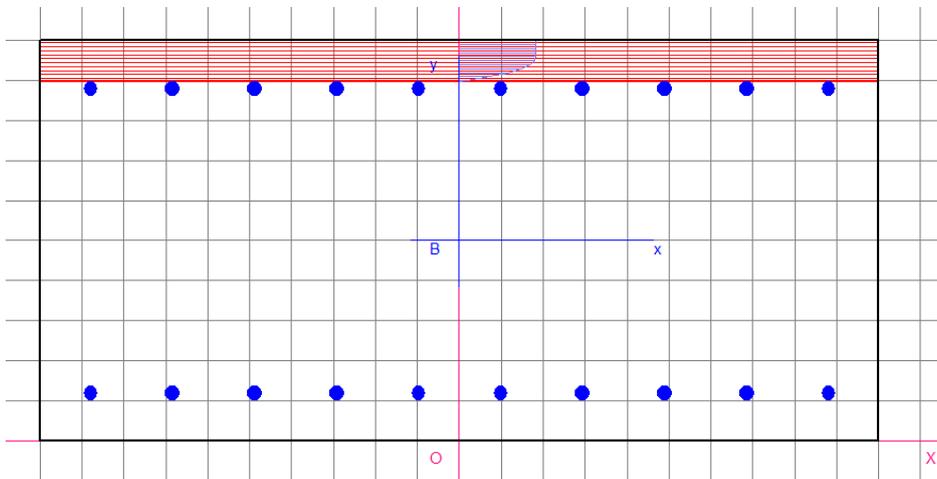
Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	62 di 75

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	-30000	16000	10	0



COMB. RARE (S.I.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	-5000	12000

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.8 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, O sez.
x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 20.1 cm²
Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 20.1 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
---------	-----	---	----	-------	--------	----------	---------	-----	--------



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	63 di 75

1	S	-30000	16000	-29993	28783	1.799	44.8
---	---	--------	-------	--------	-------	-------	------

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.01102	50.0	-0.00057	44.0	-0.02631	6.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [daN/cm ²]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [daN/cm ²]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,0)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	38.6	50.0	0.0	50.0	-1632	44.0	17.2	1720	20.1	9.8

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
ScI_min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sc_Eff	Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm ²]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm	Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess.	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	22.9	-24.7	-8.3	0.167	1.0	0.000326	215	0.119

La verifica a taglio è riportata sia in presenza della trazione massima (-300 kN) sia nel caso di assenza di sforzo assiale, quest'ultimo caso ricomprende tutti i punti della soletta cha sono compressi.

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

[4.1.2.1.3.1]

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:

V_{Ed}	170 kN
N_{Ed}	0 kN

Calcestruzzo

C32/40

R_{ck}	40 N/mm ²
----------	----------------------

f_{ck}	33.2 N/mm ²
----------	------------------------

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

f_{cd}	18.81 N/mm ²
----------	-------------------------

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

γ_c	1.5
------------	-----

Altezza sezione

h	500 mm
-----	--------

Copriferro

c	60 mm
-----	-------

Larghezza minima della sezione (in mm)

b_w	1000 mm
-------	---------

Altezza utile della sezione (in mm)

d	440 mm
-----	--------

Area Calcestruzzo

A_c	500000 mm ²
-------	------------------------

Armatura longitudinale

A_{sl}	2009.6 mm ²
----------	------------------------

Rapporto geometrico di armatura longitudinale

ρ_1	0.0046 ≤ 0.02	ok
----------	---------------	----

Tensione media di compressione nella sezione

σ_{cp}	0.0000 ≤ 0.2 f_{cd}	ok
---------------	-----------------------	----

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

k	1.67 ≤ 2	ok
-----	----------	----

$$v_{\min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$$

v_{\min}	0.28
------------	------

V_{Rd}	218.80 kN
----------	-----------

Verifica:

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

VERIFICATA

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

[4.1.2.1.3.1]

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:

V_{Ed}	170 kN
N_{Ed}	-300 kN

Calcestruzzo

C32/40

R_{ck}	40 N/mm ²
----------	----------------------

f_{ck}	33.2 N/mm ²
----------	------------------------

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

f_{cd}	18.81 N/mm ²
----------	-------------------------

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

γ_c	1.5
------------	-----

Altezza sezione

h	500 mm
-----	--------

Copriferro

c	60 mm
-----	-------

Larghezza minima della sezione (in mm)

b_w	1000 mm
-------	---------

Altezza utile della sezione (in mm)

d	440 mm
-----	--------

Area Calcestruzzo

A_c	500000 mm ²
-------	------------------------

Armatura longitudinale

A_{sl}	2009.6 mm ²
----------	------------------------

Rapporto geometrico di armatura longitudinale

ρ_1	0.0046 ≤ 0.02	ok
----------	---------------	----

Tensione media di compressione nella sezione

σ_{cp}	-0.6000 ≤ 0.2 f_{cd}	ok
---------------	------------------------	----

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

k	1.67 ≤ 2	ok
-----	----------	----

$$v_{\min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$$

v_{\min}	0.28
------------	------

V_{Rd}	179.20 kN
----------	-----------

Verifica:

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

VERIFICATA



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	66 di 75

10.3 Pareti - Verifiche lungo la direzione 1

Le pareti hanno spessore 40 cm ed ha armatura doppia simmetrica con barre $\Phi 22/10$ in direzione orizzontale. Non si prevede una specifica armatura a taglio se non in corrispondenza degli spigoli.

Si è considerata per la verifica una striscia di parete lunga 1m, posta nel punto dove ci sono le sollecitazioni più gravose.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: pareti_or

(Percorso File: \\oceano\C38\02-lavoro\MODELLI DI CALCOLO\VASCA-CISTERNAZZI\pareti_or.sez)

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento: N.T.C.
Tipologia sezione: Sezione predefinita
Forma della sezione: Rettangolare
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali: Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40
Resis. compr. di calcolo fcd : 181.33 daN/cm²
Resis. compr. ridotta fcd' : 90.67 daN/cm²
Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
Def.unit. ultima ecu : 0.0035
Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec : 333458 daN/cm²
Coeff. di Poisson : 0.20
Resis. media a trazione fctm : 30.24 daN/cm²
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
Combinazioni Rare in Esercizio
Sc Limite : 160.00 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : 99999.000 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
Resist. caratt. rottura ftk : 5400.0 daN/cm²
Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
Resist. ultima di calcolo ftd : 4500.0 daN/cm²
Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
Coeff. Aderenza ist. $\beta 1 * \beta 2$: 1.00 daN/cm²
Coeff. Aderenza diff. $\beta 1 * \beta 2$: 0.50 daN/cm²
Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
Altezza: 40.0 cm
Barre inferiori : 10 Φ 16 (20.1 cm²)
Barre superiori : 10 Φ 16 (20.1 cm²)
Copriferro barre inf. (dal baric. barre) : 5.0 cm
Copriferro barre sup. (dal baric. barre) : 5.0 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

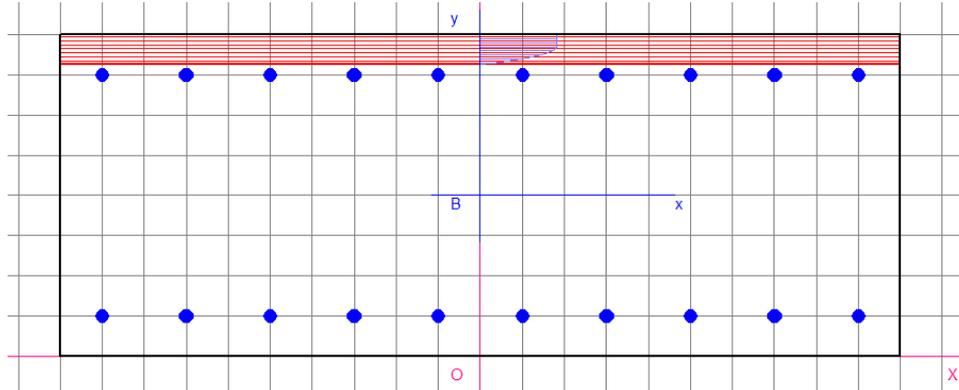
Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	67 di 75

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
---------	---	----	----	----

1	-80000	12500	10	0
---	--------	-------	----	---



COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
---------	---	----

1	-40000	7000
---	--------	------

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.4 cm
Copriferro netto minimo staffe: 2.8 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, O sez.
x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 20.1 cm²
Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 20.1 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
---------	-----	---	----	-------	--------	----------	---------	-----	--------

1	S	-80000	12500	-79976	14980	1.198	36.3		
---	---	--------	-------	--------	-------	-------	------	--	--

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	68 di 75

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.01279	40.0	-0.00125	35.0	-0.02975	5.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	20.0	40.0	0.0	40.0	-2131	35.0	16.2	1620	20.1	10.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
ScI_min	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm ²]
Sc_Eff	Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm ²]
K3	Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps	Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm	Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess.	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	12.2	-29.6	-12.7	0.178	1.0	0.000426	196	0.142

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

[4.1.2.1.3.1]

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:

V_{Ed}	130 kN
N_{Ed}	-500 kN

Calcestruzzo

C32/40

R_{ck}	40 N/mm ²
----------	----------------------

f_{ck}	33.2 N/mm ²
----------	------------------------

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

f_{cd}	18.81 N/mm ²
----------	-------------------------

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

γ_c	1.5
------------	-----

Altezza sezione

h	400 mm
-----	--------

Copriferro

c	50 mm
-----	-------

Larghezza minima della sezione (in mm)

b_w	1000 mm
-------	---------

Altezza utile della sezione (in mm)

d	350 mm
-----	--------

Area Calcestruzzo

A_c	400000 mm ²
-------	------------------------

Armatura longitudinale

A_{sl}	2009.6 mm ²
----------	------------------------

Rapporto geometrico di armatura longitudinale

ρ_1	0.0057 ≤ 0.02	ok
----------	---------------	----

Tensione media di compressione nella sezione

σ_{cp}	-1.2500 ≤ 0.2 f_{cd}	ok
---------------	------------------------	----

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

k	1.76 ≤ 2	ok
-----	----------	----

$$v_{\min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$$

v_{\min}	0.29
------------	------

V_{Rd}	131.38 kN
----------	-----------

Verifica:

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

VERIFICATA



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	70 di 75

10.4 Pareti - Verifiche lungo la direzione 2

Le pareti hanno spessore 40 cm ed ha armatura doppia simmetrica con barre $\Phi 22/10$ in direzione verticale. Non si prevede una specifica armatura a taglio se non in corrispondenza degli spigoli.

Si è considerata per la verifica una striscia di parete lunga 1m, posta nel punto dove ci sono le sollecitazioni più gravose.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: pareti_ver

(Percorso File: \\oceano\C38\02-lavoro\MODELLI DI CALCOLO\VASCA-CISTERNAZZI\pareti_ver.sez)

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento: N.T.C.
Tipologia sezione: Sezione predefinita
Forma della sezione: Rettangolare
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali: Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40
Resis. compr. di calcolo fcd : 181.33 daN/cm²
Resis. compr. ridotta fcd' : 90.67 daN/cm²
Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
Def.unit. ultima ecu : 0.0035
Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec : 333458 daN/cm²
Coeff. di Poisson : 0.20
Resis. media a trazione fctm : 30.24 daN/cm²
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
Combinazioni Rare in Esercizio
Sc Limite : 160.00 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : 99999.000 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
Resist. caratt. rottura ftk : 5400.0 daN/cm²
Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
Resist. ultima di calcolo ftd : 4500.0 daN/cm²
Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
Coeff. Aderenza ist. $\beta 1 * \beta 2$: 1.00 daN/cm²
Coeff. Aderenza diff. $\beta 1 * \beta 2$: 0.50 daN/cm²
Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
Altezza: 40.0 cm
Barre inferiori : 10Ø16 (20.1 cm²)
Barre superiori : 10Ø16 (20.1 cm²)
Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 6.0 cm
Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 6.0 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	71 di 75

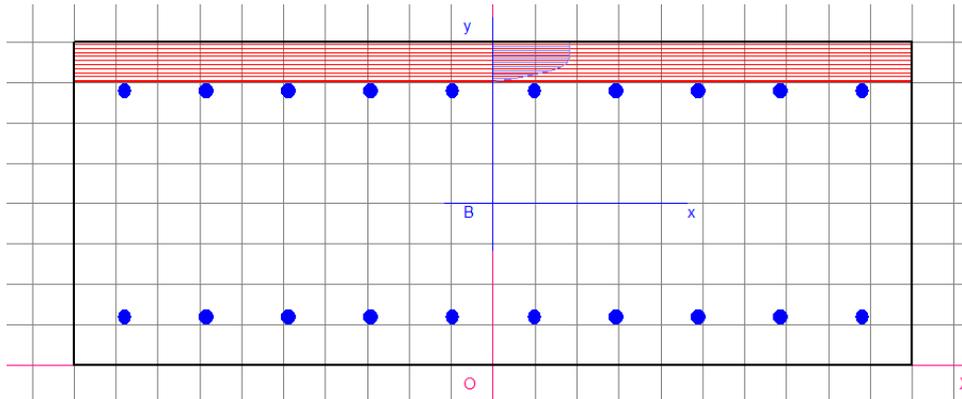
N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	-40000	13000	10	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N.Comb.	N	Mx
1	-3000	9500



RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.8 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, O sez.
x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
Area efficace barre inf. (per presenza di torsione) = 20.1 cm²
Area efficace barre sup. (per presenza di torsione) = 20.1 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	-40000	13000	-39972	20232	1.556	35.1		



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	72 di 75

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.00866	40.0	-0.00076	34.0	-0.02062	6.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²])
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²])
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²]
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	47.4	40.0	0.0	40.0	-1651	34.0	17.2	1720	20.1	9.8

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 ScImax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²]
 ScI_min Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²]
 Sc_Eff Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm²]
 K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
 Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
 Eps Deformazione unitaria media tra le fessure
 Srm Distanza media in mm tra le fessure
 Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	28.5	-29.8	-4.7	0.145	1.0	0.000330	203	0.114

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

[4.1.2.1.3.1]

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:

V_{Ed}	130 kN
N_{Ed}	-500 kN

Calcestruzzo

C32/40

R_{ck}	40 N/mm ²
----------	----------------------

f_{ck}	33.2 N/mm ²
----------	------------------------

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

f_{cd}	18.81 N/mm ²
----------	-------------------------

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

γ_c	1.5
------------	-----

Altezza sezione

h	400 mm
-----	--------

Copriferro

c	60 mm
-----	-------

Larghezza minima della sezione (in mm)

b_w	1000 mm
-------	---------

Altezza utile della sezione (in mm)

d	340 mm
-----	--------

Area Calcestruzzo

A_c	400000 mm ²
-------	------------------------

Armatura longitudinale

A_{sl}	2009.6 mm ²
----------	------------------------

Rapporto geometrico di armatura longitudinale

ρ_1	0.0059 ≤ 0.02	ok
----------	---------------	----

Tensione media di compressione nella sezione

σ_{cp}	-1.2500 ≤ 0.2 f_{cd}	ok
---------------	------------------------	----

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

k	1.77 ≤ 2	ok
-----	----------	----

$$v_{\min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$$

v_{\min}	0.29
------------	------

V_{Rd}	130.70 kN
----------	-----------

Verifica:

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

VERIFICATA



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	74 di 75

11 INCIDENZA ARMATURE

L'incidenza delle armature nei vari elementi strutturali è riassunta nella tabella seguente.

IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO CISTERNAZZI	Media pesata
	Incidenza Acciaio
	kg/m³
<i>Soletta superiore</i>	320
<i>Pareti</i>	160
<i>Solettone di fondo</i>	130
<i>Solettone di fondo intermedio</i>	160



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -
Impianto di sollevamento - Relazione calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	IT 01 00 001	A	75 di 75

12 VERIFICHE GEOTECNICHE DELLA FONDAZIONE

In relazione al volume dei terreni rimossi e ai carichi trasmessi dalla struttura alla fondazione si riscontra come la struttura risulti compensata dal punto di vista geotecnico. Inoltre, il terreno su cui si fonda la vasca ha buone caratteristiche meccaniche trattandosi di roccia calcarea, pertanto si omettono in questa fase ulteriori verifiche.