



COMUNE DI CIVITAVECCHIA



Autorità di Sistema Portuale  
del Mar Tirreno Centro Setentrionale

PORTI DI ROMA E DEL LAZIO - CIVITAVECCHIA - FIUMICINO - GAETA

COMMITTENTE:

ROMA MARINA YACHTING



R M Y

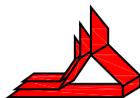
Via Alessandro Cialdi, 4 - 00053 Civitavecchia  
Tel. 0766 366566 Fax 0766 366565  
E-mail: romamarinayachting@legalmail.it

Roma Marina Yachting S.r.l.

Il Presidente

Dr. Guido Azzopardi

PROGETTISTA:



Rogedil Servizi s.r.l.

Via Ada Negri, 66 - 00137 ROMA  
Tel. 06 82002948 Fax 06 82097772  
email: servizi@rogedil.com

ROGEDIL Servizi S.r.l.  
Il Presidente

DIRETTORE TECNICO

Dott. Ing. Franco PORTOGHESI



PROGETTO:

REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO  
ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA

PROGETTO DEFINITIVO

CONFERENZA DEI SERVIZI - ai sensi dell'art. 6 del D.P.R. n° 509/1997

N° progetto	Commessa	N° progr.	N° elaborato	Rev	Cap	Tip
003 19	CIV RMY D	034	002 0	0	S	R

STRUTTURE

OGGETTO:

RELAZIONE DI CALCOLO  
STRUTTURALE E GEOTECNICA  
EDIFICIO SERVIZI

Scala	Plot 1=1	File 00319CIVRMYD03400200SR	Redatto Ing. LUPI	Controllato Ing. COSIMI	Approvato Ing. PORTOGHESI
	Dim	Tipo			

	DATA	REV	DESCRIZIONE	CODICE
P	MARZO 2016	0	Emissione per richiesta concessione demaniale	04/16
	AGOSTO 2018	1	Emissione per adeguamento prescrizioni	16/18
D	APRILE 2019	0	Emissione per approvazione Enti	03/19

## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>5</b>
<b>2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>8</b>
<b>3. DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA.....</b>	<b>10</b>
<b>4. MATERIALI.....</b>	<b>12</b>
4.1. Calcestruzzo per getti in opera.....	12
4.2. Magrone di sottofondazione.....	13
4.3. Acciaio per getti in c.a. ....	13
<b>5. DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO.....</b>	<b>15</b>
<b>6. MODELLO DI CALCOLO.....</b>	<b>18</b>
6.1 Analisi strutturale e metodologie di verifica.....	18
6.2 Origine e caratteristiche del codice di calcolo.....	19
6.3 Affidabilità dei codici utilizzati.....	20
6.4 Modello solido della struttura.....	20
<b>7. ANALISI DEI CARICHI.....</b>	<b>23</b>
7.1 Periodo di riferimento e fattore di struttura $q$ .....	24
7.2 Casi elementari di carico.....	26
7.2.2 Carichi dovuti ai solai, tamponature e sovraccarichi di esercizio.....	26
7.2.3 Carichi dovuti alla neve.....	27
7.2.4 Carichi dovuti all'azione sismica.....	28
7.3 Combinazioni di carico.....	34
7.3.1 Casi di carico.....	36
7.3.2 Elenco Combinazioni.....	39
<b>8. PRINCIPALI RISULTATI.....</b>	<b>41</b>
8.2 Deformate per condizioni di carico.....	42
8.3 Sintesi delle sollecitazioni significative.....	43
8.3.3 Sollecitazioni degli elementi Plate/Slab.....	43
8.4 Sollecitazioni sulla Platea.....	45
8.5 Sollecitazioni su travi e pilastri.....	47
8.6 Sollecitazioni sui solai.....	48

<b>9. VERIFICHE AGLI SLU E AGLI SLE .....</b>	<b>50</b>
9.1 Verifica delle Travi .....	50
9.1.1 Travi 500 x 240 mm.....	50
9.1.2 Travi 300 x 300 mm.....	52
9.1.3 Travi 300 x 400 mm.....	54
9.1.4 Verifica manuale della trave .....	56
9.2 Verifica dei Pilastri.....	57
9.2.1 Pilastri 300 x 300 mm .....	57
9.2.2 Pilastri 400 x 400 mm .....	59
9.2.3 Verifica manuale del pilastro .....	61
9.3 Verifica delle pareti sismiche.....	62
9.4 Verifica della fondazione .....	64
9.4.1 Verifica a flessione.....	64
9.4.1.1 Verifica manuale a flessione .....	65
9.4.2 Verifica al punzonamento .....	66
9.6.4 Verifica a Fessurazione .....	67
<b>10. VERIFICA GEOTECNICA .....</b>	<b>68</b>

## INDICE DELLE FIGURE

<b>Figura 1.</b>	Foto aerea area di intervento .....	5
<b>Figura 2.</b>	PRG di Civitavecchia .....	6
<b>Figura 3.</b>	Tav. FP3 del PRP .....	7
<b>Figura 4.</b>	Tav. FP 4 del PRP .....	7
<b>Figura 5.</b>	Definizione proprietà materiale tipo c.a. ....	13
<b>Figura 6.</b>	Modello 3D .....	21
<b>Figura 7.</b>	Prospetto Longitudinale .....	21
<b>Figura 8.</b>	Modello 3D senza solaio copertura .....	22
<b>Figura 9.</b>	Azione sismica nel sito di interesse.....	29
<b>Figura 10.</b>	Carico permanente solai e coperture .....	36
<b>Figura 11.</b>	Carico sismico 0-.....	37

<b>Figura 12.</b>	Carico variabile uffici.....	37
<b>Figura 13.</b>	Carico variabile acqua.....	38
<b>Figura 14.</b>	Carico variabile acqua_massa sismica .....	38
<b>Figura 15.</b>	Deformata massimo spostamento 4,04 cm.....	42

#### INDICE DELLE TABELLE

<b>Tabella 1.</b>	Tab. 4.1.III NTC 08_Descrizione delle condizioni ambientali .....	12
<b>Tabella 2.</b>	Tab. 4.1.IV NTC 08_Criteri di scelta stato limite di fessurazione .....	13
<b>Tabella 3.</b>	Coefficienti parziali per i parametri del terreno .....	16
<b>Tabella 4.</b>	Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.....	16
<b>Tabella 5.</b>	Coefficienti parziali $\gamma_R$ per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.. .....	17
<b>Tabella 6.</b>	Tab. 3.2.I NTC 08_Probabilità di superamento PVR al variare dello stato limite considerato .....	28
<b>Tabella 7.</b>	Tab. 3.2.II NTC18_Categorie di sottosuolo .....	29

## 1. PREMESSA

La presente relazione di calcolo strutturale, in conformità al punto §10.1 del DM 17/01/18, è comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica.

Segue inoltre le indicazioni fornite al §10.2 del DM stesso per quanto concerne analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo.

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

### Generalità

L'intervento in oggetto insiste su un'area situata all'interno del Porto Commerciale di Civitavecchia, a diretto contatto con il tessuto urbano della città. Il progetto, nella configurazione finale, prevede la realizzazione di un approdo turistico su una superficie di 102.000 circa mq destinato a 151 imbarcazioni, completo di fabbricati necessari all'esercizio dell'attività quale fabbricato uffici, servizi, guardiana e corredato dagli impianti tecnici quali illuminazione, alimentazione elettrica, distribuzione idrica, antincendio, raccolta acque reflue. Nella stesura del presente progetto, consci del contesto in cui si andava ad operare, caratterizzato da notevole valore storico ed artistico e strettamente legato con il tessuto cittadino, si è perseguito l'obiettivo di ottenere un nuovo "Marina" che desse luogo ad una importante riqualificazione dell'area e divenisse un'attrattiva in grado di produrre interesse per i turisti che attraccano nel porto, e fonte di reddito sia per la città di Civitavecchia che per il territorio limitrofo. In tale ottica è stato proposto un intervento unitario che prevede la sistemazione delle aree a più stretto contatto con la preesistenza del Forte Michelangelo, del tratto di lungomare antistante le mura storiche di Urbano VIII (quando saranno disponibili allo scadere della concessione demaniale esistente), ed alla banchina San Teofanio venendo così a creare un'area di forte pregio nella parte di Porto più a diretto contatto con la città.



**Figura 1.** Foto aerea area di intervento

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

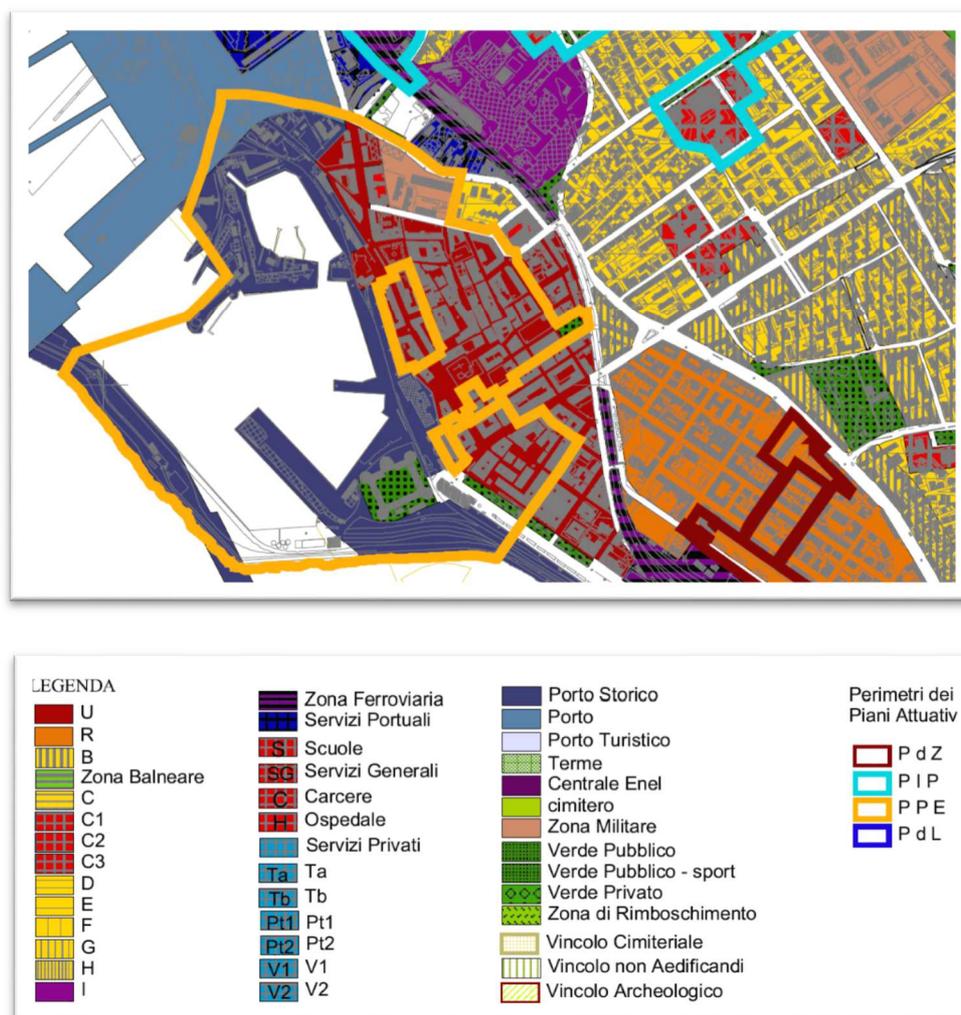
Nello specifico la presente relazione prevede la realizzazione di un fabbricato servizi con asse longitudinale parallelo alla banchina S. Teofanio n°2, distribuito su livelli sfalsati e in parte interrati. Tale struttura ospita una parte dedicata ai servizi igienici per i fruitori del nuovo porto, e una parte dedicata a vari locali tecnici destinati a produzione di acqua calda sanitaria, locale pompe acqua potabile, locale pompe antincendio, cabina elettrica, area di raccolta differenziata di rifiuti e una vasca di raccolta per l'acqua industriale e antincendio.

**Inquadramento urbanistico**

Obiettivo di questo capitolo è l'inquadramento del Progetto nell'ambito degli strumenti di programmazione e pianificazione vigenti e del regime vincolistico. I riferimenti più significativi sono i seguenti.

**Il Piano Regolatore del Comune di Civitavecchia**

Nella Variante Generale al P.R.G. del Comune di Civitavecchia, l'area oggetto di intervento è definita come "Porto Storico", ed è normata dall'articolo 23 delle N.T.A.

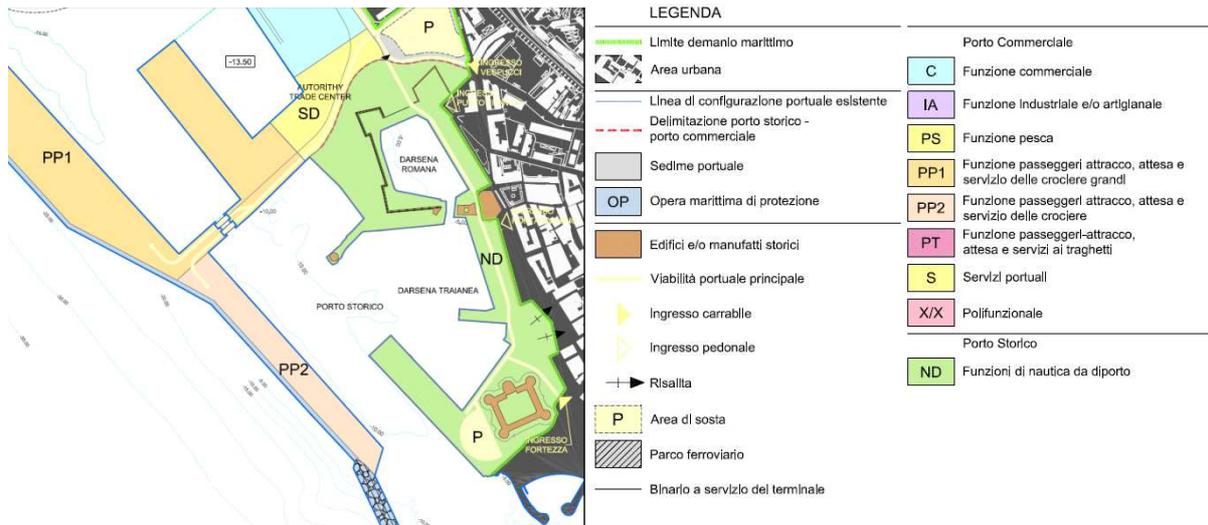


**Figura 2.** PRG di Civitavecchia

**Il Piano regolatore portuale di Civitavecchia**

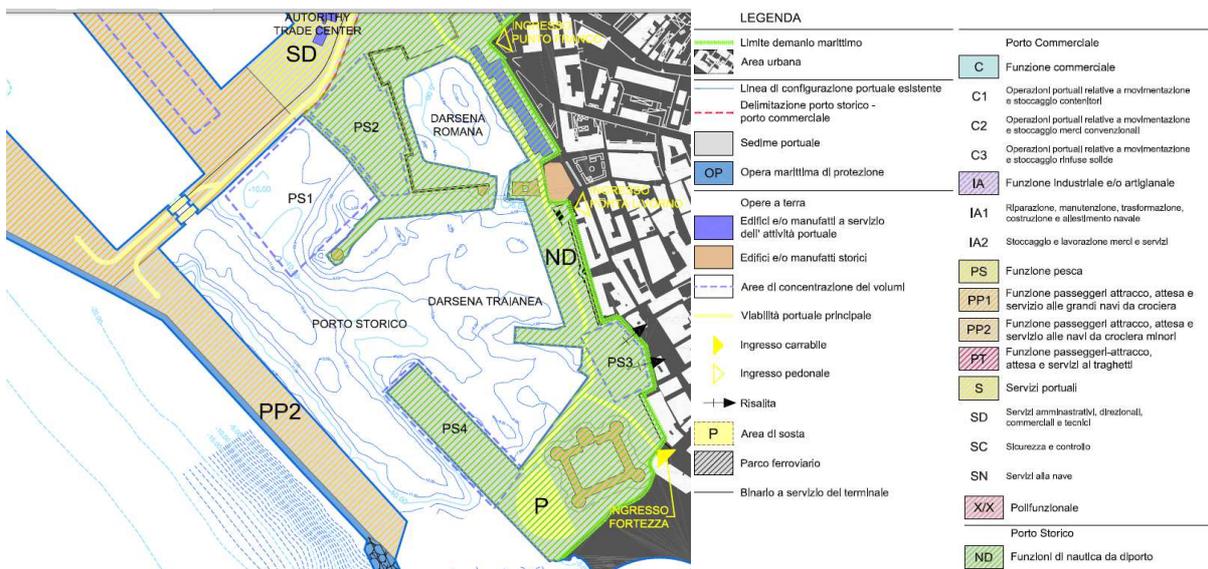
Il P.R. Portuale del 2004, nell'elaborato – Schema generale del piano (Tav. FP 3 - Scala 1:10.000) individua l'area di intervento come "Porto storico" - area con funzioni di Nautica da diporto (ND).

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**



**Figura 3. Tav. FP3 del PRP**

Nell'elaborato - Scelte localizzative ed ambiti (Tav. FP 4 - Scala 1:10.000) l'area di intervento è individuata come area con funzioni di Nautica da diporto (ND).



**Figura 4. Tav. FP 4 del PRP**

Le N.T.A. (norme tecniche di piano) nella scheda dedicata al porto storico dispongono le linee guida per la progettazione in tale ambito.

## 2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- 1 D.M. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
- 2 Circolare 21/01/19, n. 7 C.S.LL.PP "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018".
- 3 D.M. Infrastrutture e trasporti 14 Settembre 2005 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
- 4 D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- 5 D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>".
- 6 D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- 7 Circolare 4/07/96, n.156AA.GG./STC. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>" di cui al D.M. 16/01/96.
- 8 Circolare 10/04/97, n.65AA.GG. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/96.
- 9 D.M. LL.PP. 20 Novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
- 10 Circolare 4 Gennaio 1989 n. 30787 "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
- 11 D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- 12 D.M. LL.PP. 3 Dicembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".
- 13 UNI 9502 - Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso - edizione maggio 2001
- 14 Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modificazioni e integrazioni.
- 15 UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
- 16 UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.
- 17 UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
- 18 UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.

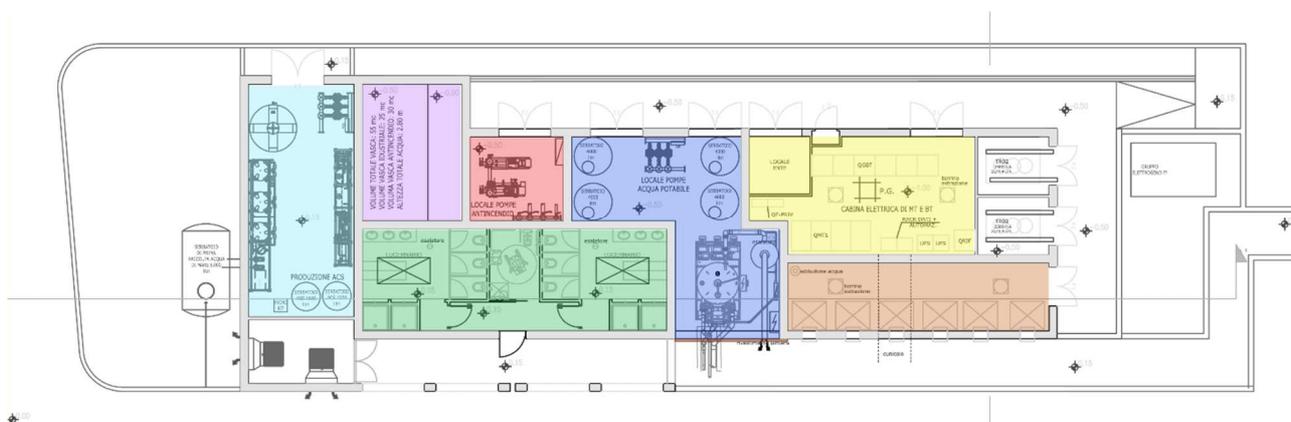
- 19 UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
- 20 UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
- 21 UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- 22 UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
- 23 UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- 24 UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
- 25 UNI EN 1994-1-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- 26 UNI EN 1994-2:2006 12/01/2006 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti.
- 27 UNI EN 1995-1-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali – Regole comuni e regole per gli edifici.
- 28 UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti.
- 29 UNI EN 1996-1-1:2006 26/01/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.
- 30 UNI EN 1996-3:2006 09/03/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata.
- 31 UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
- 32 UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- 33 UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.
- 34 UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

### 3. DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

Planimetricamente l'edificio è suddiviso in più comparti con accessi dedicati per ogni locale tecnico e per i servizi igienici. I servizi igienici (verde) si attestano a quota +0,15 m mentre i locali tecnici sono posti a quote differenti:

- a quota +0,15 m abbiamo l'impianto di acqua calda sanitaria (azzurro);
- a quota -0,50 m abbiamo invece la vasca industriale (viola) che ha una parte a quota -0,90 m; sempre a quota -0,50 m abbiamo il locale pompe antincendio (rosso), il locale pompe per l'acqua potabile (blu);
- la cabina elettrica di MT e BT (giallo) si trova a quota -1,15 m ed è rialzato a quota -0,50 attraverso un pavimento galleggiante.

Anche la zona dedicata alla raccolta differenziata di rifiuti (marrone) è posta a quota -0,50 m.



I servizi igienici hanno accesso frontale verso il porto, mentre i differenti locali, sono serviti da una rampa posta posteriormente che da quota +0,15 porta a quota -0,50; solo il locale di produzione di acqua calda sanitaria ha accesso, sempre posteriormente, a quota +0,50.

La struttura è composta da un telaio in cemento armato realizzato con pilastri 30x30 cm e 40x40 cm sui quali si attestano le travi che hanno dimensioni variabili:

- trave 30x30 cm;
- trave 30x40 cm;
- trave 50x24 cm.

Il solaio di copertura è composto da una struttura in latero-cemento 20+4 su cui viene posto uno strato di pannelli isolanti in fibra di vetro di spessore 80 mm e un massetto portaimpanti in cls alleggerito di 80 mm.

I travetti dei solai hanno dimensione a t ribassata di altezza complessiva 24 cm, altezza della soletta di 4 cm e larghezza pari a 8 cm (si è considerato un interasse pari a 50 cm). Per i solai più sollecitati, al fine di non avere eccessivi spostamenti, si è considerato un doppio travetto di dimensioni uguali al singolo, ma con la base di 16 cm invece di 8. La soletta di copertura a sbalzo nella parte a Sud è realizzata in cemento armato con uno spessore pari a 24 cm. I setti del locale destinato a contenere i liquidi per l'impianto antincendio, ed hanno uno spessore di 30 cm.

Tutta la struttura poggia su una platea di fondazione in c.a. di spessore 30 cm il cui piano di posa è posto a quote variabili -1,0 m, -1,15 m, -0,50 e 0,00 m.

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

Lungo lo stesso asse longitudinale sul quale si sviluppa il fabbricato sono stati disposti una serie di parcheggi e zone a verdi, calcolati in risposta alle norme vigenti. Anche la viabilità è stata progettata al fine di permettere l'accesso all'edificio ed alla restante parte di banchina senza interferire né modificare la mobilità portuale esistente.

Descrizione generale dell'opera	
Fabbricato ad uso	Pubblico
Ubicazione	Comune di Civitavecchia (RM) (Regione LAZIO)
	Località Civitavecchia (RM)
	Longitudine 12.883, Latitudine 41.527
Numero di piani	Fuori terra: 1
	Interrati: 0
	le dimensioni dell'opera in pianta sono racchiuse in un rettangolo di circa 33x12 m
Numero vani scale	0
Numero vani ascensore	0
Tipo di fondazione	Superficiale a Platea

## 4. MATERIALI

### 4.1. Calcestruzzo per getti in opera

Per la realizzazione delle strutture in c.a. in opera, si prevede, in ottemperanza alla normativa UNI 11104, l'utilizzo di calcestruzzo di classe di esposizione XS1, copriferro 4 cm, classe di consistenza S4, diametro massimo degli aggregati 32 mm e rapporto acqua cemento A/C pari a 0,5, a cui corrisponde un calcestruzzo di classe di resistenza  $R_{ck} \geq 40 \text{ N/mm}^2$  dotato delle seguenti caratteristiche:

Resistenza a compressione cilindrica	$f_{ck} = 0,83 * R_{ck} =$	33,20	$\text{N/mm}^2$
Resistenza a compressione in campo elastico	$f_{cE} = 0,60 * f_{ck} =$	19,20	$\text{N/mm}^2$
Resistenza a trazione media	$f_{ctm} = 0,27 * R_{ck}^{2/3} =$	3,15	$\text{N/mm}^2$
Resistenza a trazione	$f_{ctk} = 0,70 * f_{ctm} =$	2,20	$\text{N/mm}^2$
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c =$	1,46	$\text{N/mm}^2$
Tensione tangenziale di aderenza acciaio-cls	$f_{bk} = 2,25 * \eta * f_{ctk} =$	4,95	$\text{N/mm}^2$
Tensione tang. aderenza acciaio-cls progetto	$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c =$	3,30	$\text{N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_{cm} = 22.000 * (f_{cm} / 10)^{0,3} =$	33.642	$\text{N/mm}^2$
Coefficiente di Poisson cls fessurato	$\nu_{cls \text{ fess.}} =$	0	
Coefficiente di Poisson cls non fessurato	$\nu_{cls \text{ non fess.}} =$	0,2	
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha =$	$10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	

Per il calcestruzzo dei cassoni e della sovrastruttura sono stati assunti i seguenti pesi di volume:

Peso di volume asciutto:	$\gamma_c =$	25,00	$\text{kN/m}^3$
Peso per unità di volume acqua di mare:	$\gamma_w =$	10,28	$\text{kN/m}^3$

Tensione massima di compressione in esercizio

Per combinazione rara:	$\sigma_s < 0,60 * f_{ck} =$	19,92	$\text{N/mm}^2$
Per combinazione quasi permanente:	$\sigma_s < 0,45 * f_{ck} =$	14,94	$\text{N/mm}^2$

In relazione alla classe di esposizione considerata, le condizioni ambientali vengono definite in base a quanto indicato nella tabella seguente. Nel caso in questione le condizioni ambientali vengono definite "aggressive". Inoltre, trattandosi di armature di acciaio ordinario la sensibilità delle armature alla corrosione viene valutata come "poco sensibile".

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto Aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

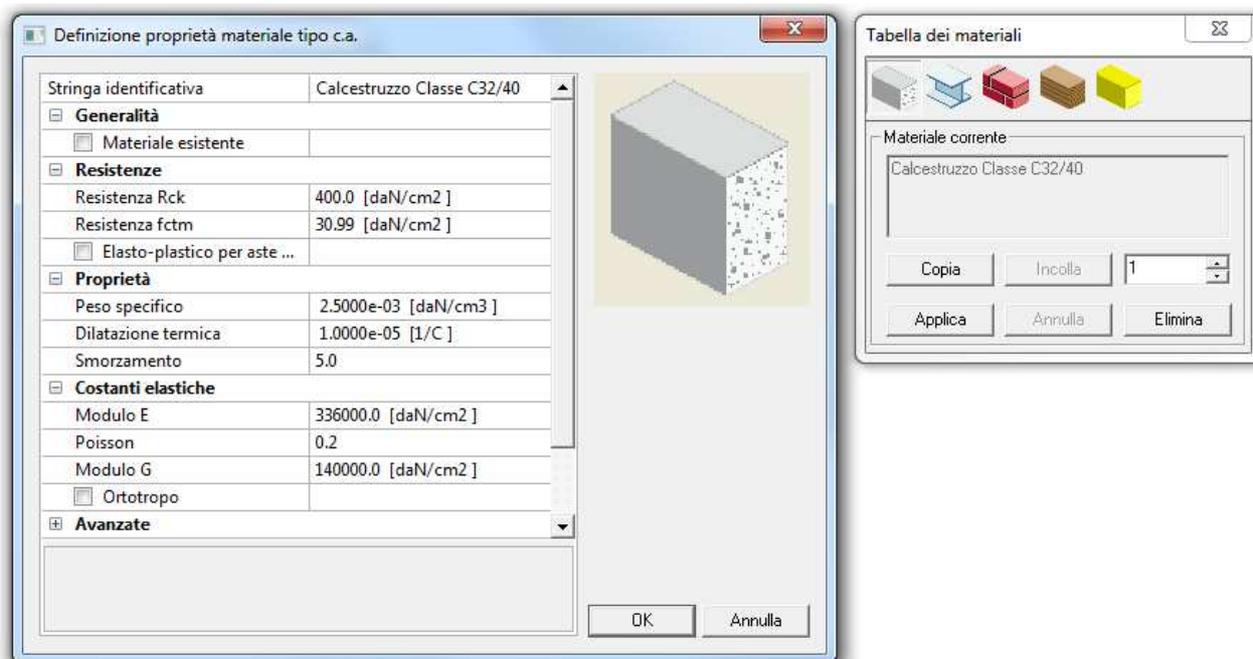
**Tabella 1.** Tab. 4.1.III NTC 08\_Descrizione delle condizioni ambientali

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinaz di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	$w_d$	Stato limite	$w_d$
A	Ordinarie	Frequente	ap. Fessure	$\leq w2$	ap. Fessure	$\leq w3$
		Quasi perm.	ap. Fessure	$\leq w1$	ap. Fessure	$\leq w2$

B	Aggressive	Frequente	ap. Fessure	≤w1	ap. Fessure	≤w2
		Quasi perm.	decompress.	-	ap. Fessure	≤w1
C	Molto aggressive	Frequente	formaz. Fessure	-	ap. Fessure	≤w1
		Quasi perm.	decompress.	-	ap. Fessure	≤w1

**Tabella 2.** Tab. 4.1.IV NTC 08\_Criteri di scelta stato limite di fessurazione

Nella tabella sopraindicata sono indicati i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione con riferimento alle esigenze sopra riportate. Nel caso specifico che si sta esaminando rientriamo nel "gruppo di esigenze B".



**Figura 5.** Definizione proprietà materiale tipo c.a.

Considerando il sito interessato dalla realizzazione del fabbricato direzionale polifunzionale, nello specifico sopra una banchina portuale, è indispensabile considerare nella Tab. 4.1.IV gruppi di esigenza “B” che determinano i seguenti valori massimi di apertura delle fessure:

- Valore massimo di apertura fessure frequente  $w_2 = 0,30$  mm
- Valore massimo di apertura fessure quasi perm.  $w_1 = 0,20$  mm
- Condizioni ambientali (aggressive) XS1 (Strutture prossime oppure sulla costa, esposte a nebbia salina, ma non in contatto diretto con acqua di mare).

**4.2. Magrone di sottofondazione**

Viene utilizzato un magrone di classe di esposizione XC0, classe di consistenza S4 e diametro massimo degli aggregati 32 mm, a cui corrisponde un calcestruzzo di classe di resistenza  $R_{ck} \geq 15 \text{ N/mm}^2$ .

**4.3. Acciaio per getti in c.a.**

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio zincato del tipo B450 C controllati in stabilimento, che presentano le seguenti caratteristiche:

- Tensione di snervamento caratteristica  $f_{yk, nom} \geq 450$  N/mm<sup>2</sup>

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

Tensione caratteristica a rottura	$f_{tk,nom} \geq 540$	N/mm <sup>2</sup>
Tensione massima in condizioni di esercizio	$\sigma_s < 0,80 * f_{yk} = 360$	N/mm <sup>2</sup>
Fattore di sicurezza acciaio	$\gamma_c = 1,15$	
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391,30$	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0,30$	
Modulo elastico	$E = 210000$	N/mm <sup>2</sup>

## 5. DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO

Le caratteristiche del terreno di fondazione sono quelle descritte nella relazione geologica allegata a firma del Dott. Geologo Massimo Mantovani.

Si precisa che il territorio comunale di Civitavecchia è inserito nell'elenco dei comuni classificati sismici nelle aree definite Zona Sismica 4 dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003 e successivo DGR del Lazio n. 766/03.

Tale classificazione è stata superata con l'adozione della OPCM n. 3519/06 e successivo DGR del Lazio n. 387/09 ("Nuova classificazione sismica della Regione Lazio"), nella quale la zonizzazione riguarda ogni singolo Comune o Municipio del territorio regionale. L'area in oggetto viene quindi classificata come Zona 3 sottozona B.

A seguito di un'accurata analisi delle campionature effettuate in cantiere, integrata dai risultati delle prove geotecniche eseguite in sito e in laboratorio, è stato possibile schematizzare la situazione litostratigrafica e geotecnica che caratterizza la zona interessata. Nello specifico si riportano di seguito i livelli rappresentativi di interesse:

Falda a -2.20 m s.l.m.

### **Materiale di riporto delle banchine portuali**

Costituito da massi eterometrici di calcare, calcarenite e arenaria, misti a ghiaie e sabbia debolmente limosa.

Spessore da 0 a -8.40 m in condizioni drenate (DC)

$$\gamma = 0.0016 \text{ kg/cm}^3$$

$$c' = 0 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varphi' = 26^\circ$$

$$E_{ed} = 50 \text{ kg/cm}^2$$

$D_r$  (%) = 35 (da poco addensati a mediamente addensati)

### **Sabbia debolmente limosa**

Sabbie limose a tratti limo sabbiosi argillosi, talora rimaneggiate, di colore variabile dal grigio all'avana caratterizzata dalla presenza di concrezioni calcaree inclusi calcarenitici, resti conchigliari e resti vegetali costituiti da sottili filamenti algali.

Spessore da -8.40 a -11.50 m in condizioni drenate (DC)

$$\gamma = 0.0016 \text{ kg/cm}^3$$

$$c' = 0.04 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varphi' = 29^\circ$$

$$E_{ed} = 60 \text{ kg/cm}^2$$

$D_r$  (%) = 35 (da poco addensati a mediamente addensati)

### **Argilla marnosa sovraconsolidata**

Porzione di tetto alterata delle argille sovraconsolidate. Si tratta di argille marnose con limo a tratti sabbiose di colore avana, rossastro, grigiastro con una discreta presenza di componente calcarea.

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

Spessore da -11.50 a -25.00 in condizioni non drenate (UC)

$$\gamma = 0.0020 \text{ kg/cm}^3$$

$$c' = 0.225 \text{ kg/cm}^2$$

$$c_U = 1.50 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_{cd} = 100 \text{ kg/cm}^2$$

$D_r$  (%) = 65 (da mediamente addensati a addensati)

I dati raccolti dalle prove effettuate in sito permettono di acquisire tutte le informazioni fondamentali e necessarie per la descrizione completa della stratigrafia e la caratterizzazione di ogni singolo terreno.

Nell'interpretazione dei risultati ottenuti dalle indagini geologiche effettuate, e nell'elaborazione del modello strutturale, si sono quindi utilizzati i valori appartenenti agli intervalli stabiliti dalle prove in sito, in modo tale da rimanere il più possibile in favore di sicurezza. Nel caso dei parametri che non vengono espressamente definiti nelle risultanze delle indagini, si è fatto riferimento a quanto riportato nella relazione geotecnica di progetto.

Le verifiche geotecniche sono condotte secondo l'approccio progettuale "Approccio 2"

Combinazione → (A1+M1+R3) GEO

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFF. PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	M <sub>1</sub>
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0
Resistenza non drenata	$c'_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0

**Tabella 3.** Coefficienti parziali per i parametri del terreno

CARICHI	EFFETTO	SIMBOLO $\gamma_F$	(A1) GEO
Permanente	favorevole	$\gamma_{G1}$	1.0
	sfavorevole		1.3
Permanente non strutturali	favorevole	$\gamma_{G2}$	0.8
	sfavorevole		1.5
Variabili	favorevole	$\gamma_{Qi}$	0.0
	sfavorevole		1.50

**Tabella 4.** Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

Coefficiente	(R3)
$\gamma_R$	2.3
$\gamma_R$	1.1

**Tabella 5.** Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

## 6. MODELLO DI CALCOLO

### 6.1 Analisi strutturale e metodologie di verifica

L'analisi strutturale per azioni sismiche utilizzata per la verifica è del tipo lineare (cap. 7.3.1 NTC 2018).

In tal caso, per sistemi non dissipativi (SLE), gli effetti delle azioni sono calcolati riferendosi ad uno spettro di progetto ottenuto assumendo un fattore di struttura  $q=1$  per lo stato limite di operatività (SLO) (cap. 3.2.3.4 NTC 2018) e un fattore di struttura  $q \leq 1,5$  per stato limite di danno (SLD) (cap. 3.2.3.5 NTC 2018).

Per sistemi dissipativi (SLU), gli effetti delle azioni sono calcolati riferendosi ad uno spettro di progetto ottenuto assumendo un fattore di struttura  $q \geq 1,5$  (cap. 3.2.3.5 NTC 2018) e nel caso in esame pari a **3,15** come di seguito specificato.

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi statici. L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico). L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

$$\mathbf{K} * \mathbf{u} = \mathbf{F} \quad \text{dove} \quad \mathbf{K} = \text{matrice di rigidezza}$$

$\mathbf{u}$  = vettore spostamenti nodali  
 $\mathbf{F}$  = vettore forze nodali

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

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

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

- Elemento tipo **PLATE** (*piastra-guscio D3*) (platea, soletta di copertura e muri interni ed esterni);
- Elemento tipo **SOLAIO** (macro elemento composto da più membrane);
- Elemento tipo **BEAM** (*trave-D2*) (pilastri e travi).

I risultati devono costituire una sintesi completa ed efficace, presentata in modo da riassumere il comportamento della struttura, per ogni tipo di analisi svolta.

### Risultati dell'analisi

Viene riportato il tipo di analisi modale condotta, restituiti i risultati della stessa e valutate le informazioni desumibili in merito al comportamento della struttura.

### Deformate e sollecitazioni per condizioni di carico

Vengono riportati i principali risultati atti a descrivere il comportamento della struttura, in termini di stati di sollecitazione e di deformazione generalizzata, distinti per condizione elementare di carico o per combinazioni omogenee delle stesse.

La presente relazione, oltre a illustrare in modo esaustivo i dati in ingresso e i risultati delle analisi in forma tabellare, riporta una serie di immagini, per i dati in ingresso:

- modello solido della struttura;
- numerazione di nodi ed elementi;
- configurazioni di carico statiche;
- configurazioni di carico sismiche con baricentri delle masse e eccentricità
- per le combinazioni più significative (statisticamente più gravose per la struttura)
- configurazioni deformate;
- diagrammi e involuipi delle azioni interne;
- mappe delle tensioni;
- mappe delle pressioni sul terreno;
- per il progetto-verifica degli elementi;
- mappe delle verifiche più significative per i vari stati limite.

### 6.2 Origine e caratteristiche del codice di calcolo

Il calcolo è stato eseguito con il software PRO\_SAP Professional Structural Analysis Program. Questo software è utilizzato per l'analisi delle sollecitazioni sugli elementi strutturali.

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

Titolo:	PRO_SAP Professional Structural Analysis Program
Versione:	PROFESSIONAL (build 2012-09-159)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara
Codice Licenza:	Licenza dsi3756

2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

È possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link:  
<http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm>.

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software *ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico*. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione.

### 6.3 Affidabilità dei codici utilizzati

In questo paragrafo è descritto il modello numerico utilizzato per l'analisi della struttura. La presentazione delle informazioni, coerentemente con le prescrizioni del paragrafo 10.2 delle NTC-18, garantisce la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità del modello stesso.

La struttura di fondazione è stata modellata con elementi tipo Plate su suolo elastico che schematizzano la platea.

La struttura portante in elevazione è costituita da elementi Beam (D2) che costituiscono i pilastri in elevazione e le travi mentre i solai di copertura sono stati modellati con elementi Solaio

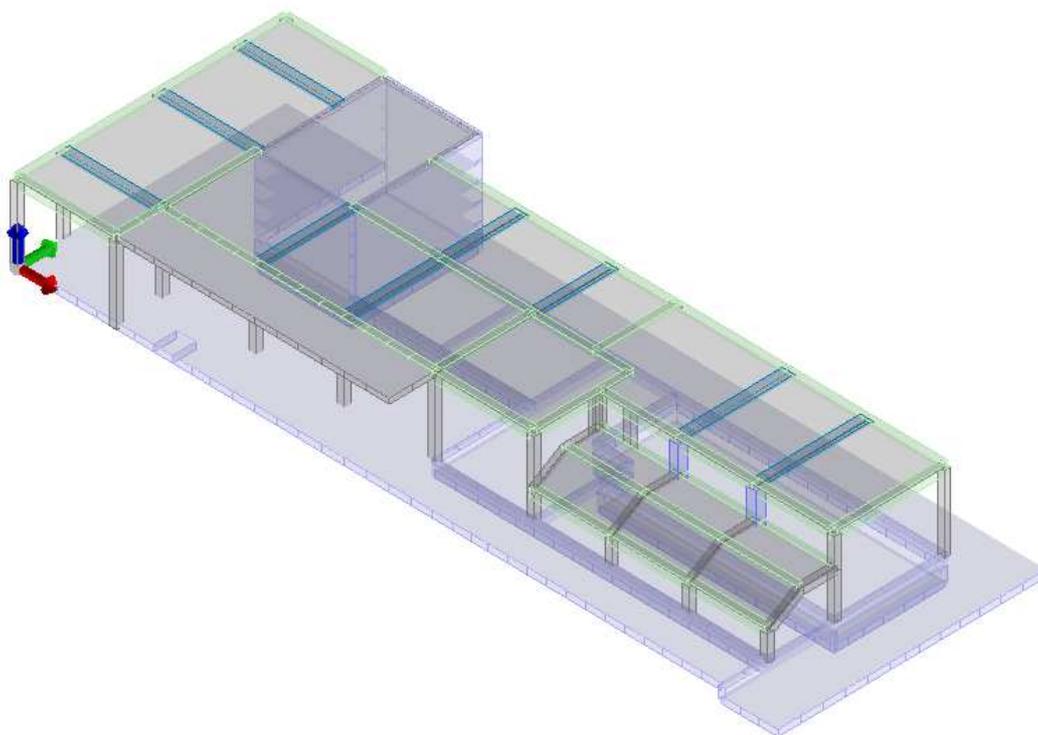
Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi. Si può pertanto asserire che l'elaborazione sia corretta e completa. I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni. Si allega al termine della presente relazione elenco sintetico dei controlli svolti (verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati, comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, etc.).

### 6.4 Modello solido della struttura

<b>Modellazione della geometria e proprietà meccaniche:</b>	
nodi	884
elementi D2 (per aste, travi, pilastri...)	100
elementi D3 (per pareti, platee, gusci...)	789
elementi solaio	21
elementi solidi	0
<b>Dimensione del modello strutturale [cm]:</b>	
X min =	0.00
Xmax =	3315.00
Ymin =	0.00
Ymax =	1170.00
Zmin =	-115.00
Zmax =	340.00
<b>Strutture verticali:</b>	
Elementi di tipo asta	NO
Pilastri	SI
Pareti	SI
Setti (a comportamento membranale)	NO
<b>Strutture non verticali:</b>	
Elementi di tipo asta	NO
Travi	SI
Gusci	SI

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

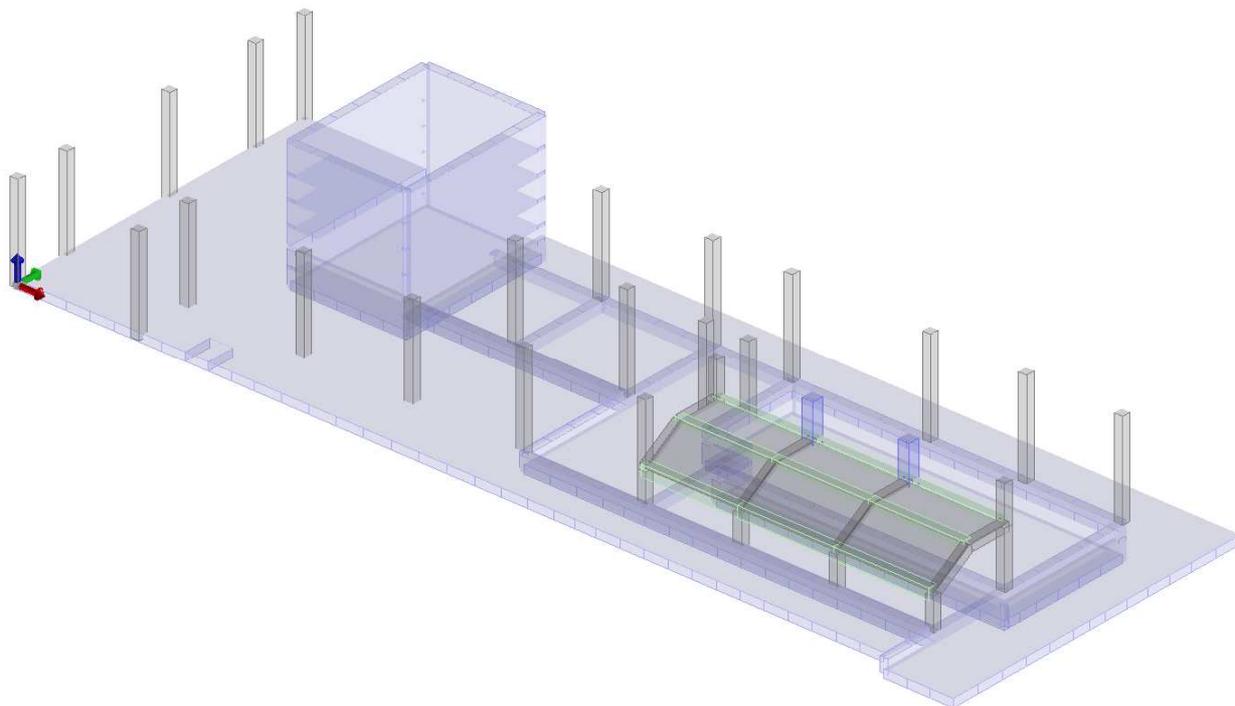
Membrane	NO
<b>Orizzontamenti:</b>	
Solai con la proprietà piano rigido	SI
Solai senza la proprietà piano rigido	NO
<b>Tipo di vincoli:</b>	
Nodi vincolati rigidamente	NO
Nodi vincolati elasticamente	NO
Nodi con isolatori sismici	NO
Fondazioni puntuali (plinti/plinti su palo)	NO
Fondazioni di tipo trave	NO
Fondazioni di tipo platea	SI
Fondazioni con elementi solidi	NO



**Figura 6.** Modello 3D



**Figura 7.** Prospetto Longitudinale



**Figura 8.** Modello 3D senza solaio copertura

## 7. ANALISI DEI CARICHI

Il programma consente l'uso di diverse tipologie di carico (azioni). Le azioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni azione applicata alla struttura viene di riportato il codice, il tipo e la sigla identificativa. Le tabelle successive dettagliano i valori caratteristici di ogni azione in relazione al tipo.

Nel seguito sono riportati esplicitati i carichi agenti sul manufatto, nello specifico:

- Peso proprio;

Il peso proprio dell'elemento strutturale è calcolato come prodotto fra il volume dell'elemento stesso per il peso specifico del materiale di cui è costituito:

$$p_{pr} = \gamma_m * s * A$$

con,

$\gamma_m$ , peso specifico del materiale costituente l'elemento strutturale;

A, area trasversale dell'elemento strutturale;

s, spessore dell'elemento.

- Sovraccarichi permanenti;

Il carico permanente ( $p_{per}$ ) è dato dal peso degli elementi non strutturali, che può essere modellato come una forza concentrata o un carico distribuito.

- Sovraccarichi accidentali;

Il carico accidentale può essere di tipo puntuale (forza concentrata) ( $F_{acc}$ ) oppure distribuito ( $q_{acc}$ ).

- Azione sismica di massa.

Le pareti laterali dei manufatti sono sottoposte a varie tipologie di forze orizzontali, la cui descrizione e caratterizzazione è riportata di seguito.

I carichi sismici vengono valutati come indicato nel D.M. 2018

$$W = G_k + \Sigma(\psi_{2i} * Q_{ki})$$

$\Psi_{2i}$  è il coefficiente di destinazione d'uso associato all'azione variabile  $Q_i$ .

I valori delle sollecitazioni sismiche sono combinati linearmente (in somma e in differenza) con quelli conseguenti ai carichi statici per ottenere le sollecitazioni complessive, in condizione di sisma nelle direzioni di calcolo prescelte.

In strutture rigide come possono essere considerate quelle in esame il periodo di vibrazione può considerarsi nullo e quindi l'azione sismica può essere valutata come segue:

$$F_h = S_d * \frac{W}{g} = a_g * S * \frac{W}{g}$$

### 7.1 Periodo di riferimento e fattore di struttura q

Trattandosi di un'opera con livelli di prestazione ordinari (cap. 2.4.1 NTC 2018) la sua **vita nominale Vn**, (ossia il numero degli anni nei quali la struttura, purché soggetta a manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata) è pari a 50 anni. La **classe d'uso** (cap. 2.4.2 NTC 2018) prevista è la II ed il coefficiente d'uso Cu è pari a 1,00.

Pertanto il **periodo di riferimento** per l'azione sismica (cap. 2.4.3 NTC 2018) è  $V_r = V_n \times C_u = 50$ .

In relazione alla **regolarità** (cap. 7.2.1 NTC 2018) la struttura in esame risulta **regolare in altezza e non regolare in pianta**.

L'**analisi strutturale** per azioni sismiche utilizzata per la verifica è **del tipo lineare** (cap. 7.3.1 NTC 2018).

In tal caso, **per sistemi non dissipativi (SLE)**, gli effetti delle azioni sono calcolati riferendosi ad uno spettro di progetto ottenuto assumendo un **fattore di struttura q=1 per lo stato limite di operatività (SLO)** (cap. 3.2.3.4 NTC 2018) e un **fattore di struttura q≤1,5 per stato limite di danno (SLD)** (cap. 3.2.3.5 NTC 2018).

**Per sistemi dissipativi (SLU)**, gli effetti delle azioni sono calcolati riferendosi ad uno spettro di progetto ottenuto assumendo un **fattore di struttura q≥1,5** (cap. 3.2.3.5 NTC 2018) e nel caso in esame pari a **3,15** come di seguito specificato.

<b>Principali caratteristiche della struttura</b>	
Struttura regolare in pianta	No
Struttura regolare in altezza	Si
Classe di duttilità	CDB
Pareti debolmente armate	Si
Travi: ricalate o in spessore	Si
Pilastri	Si
Pilastri in falso	no
Tipo di fondazione	Superficiale a platea
Condizioni per cui è necessario considerare la componente verticale del sisma	no

<b>Parametri della struttura</b>			
Classe d'uso	Vita Vn [anni]	Coeff. Uso	Periodo Vr [anni]
II	50	1.0	50

<b>Fattore di struttura</b>
<b>Calcolo dei fattori di comportamento secondo il D.M. 17/01/2018</b>
La costruzione, è caratterizzata da regolarità in altezza e non regolarità in pianta ed è progettata in classe di duttilità media (CD"B").
<b>Parametri fattore in direzione x e y</b>
Sistema costruttivo: calcestruzzo

Tipologia strutturale:	strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste	
Definizione rapporto $\alpha_w/\alpha_1$ :	valore come da normativa	
Riferimento normativo $\alpha_w/\alpha_1$ :	strutture a telaio di un piano	
Per costruzioni non regolari in pianta, si possono adottare valori di $\alpha_w/\alpha_1$ pari alla media tra 1,0 e i valori di volta in volta forniti .		
Valore rapporto $\alpha_w/\alpha_1$ =	1,100	
Valore mediato di $\alpha_w/\alpha_1$ =	$(1,1+1)/2 = 1,05$	
Valore base fattore $q_0 = 3,000$	$\alpha_w/\alpha_1 =$	3,15
Fattore pareti $k_w =$	1,000	
Fattore di regolarità $K_R =$	1	
Fattore dissipativo $q_D = q_0 * k_w * K_R =$	3,15	
<b>Fattori di comportamento utilizzati</b>		
Dissipativi		
q SLU x	3,15	
q SLU y	3,15	
q SLU z	1,50	

### **Quadro normativo di riferimento adottato**

Il presente calcolo è stato redatto ai sensi del Decreto Ministeriale LL. PP. del 17 gennaio 2018 “Norme tecniche per le costruzioni” e della CIRCOLARE n.7 C.S.LL.PP. del 21 gennaio 2019, “Istruzioni per l'applicazione dell' (Aggiornamento dell' "Norme tecniche per le costruzioni") di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”. Nel riportato capitolo “normativa di riferimento” è comunque presente l'elenco completo delle normative disponibili.

**7.2 Casi elementari di carico**

Il peso proprio viene calcolato in automatico dal programma di calcolo in funzione del materiale e delle dimensioni degli elementi ( $\gamma_{CLS}=2500 \text{ kg/m}^3$ ).

**7.2.2 Carichi dovuti ai solai, tamponature e sovraccarichi di esercizio**

<b>SOLAIO PIANO TERRA</b>				<i>Peso proprio</i>	<i>Totali Kg/mq</i>
	<i>solaio laterocementizio h 20+4 cm</i>				300.00
	<b>PERMANENTE</b>	G1			
		<b>TOTALE G1</b>			<b>300.00</b>
	<b>PERMANENTI NON STRUTTURALI NON COMPIUTAMENTE DEFINITI</b>				
	<i>massetto h = 10 cm</i>		0.10	800.00	80.00
	<i>isolante</i>				20.00
	<i>impianti</i>				50.00
	<i>pavimentazioni</i>				30.00
	<i>carico distribuito tramezzi</i>				120.00
	<b>PERMANENTI NON STRUTTURALI</b>	G2			
		<b>TOTALE G2</b>			<b>300.00</b>
	<i>uffici Cat. B2 aperti al pubblico</i>				
	<b>ACCIDENTALE</b>	Q			300.00
		<b>TOTALE Q</b>			<b>300.00</b>
	<b>CARICO TOTALE</b>				<b>900.00</b>

<b>SOLAIO PIANO COPERTURA</b>				<i>Peso proprio</i>	<i>Totali Kg/mq</i>
	<i>solaio laterocementizio h 20+4 cm</i>				300.00
	<b>PERMANENTE</b>	G1			
		<b>TOTALE G1</b>			<b>300.00</b>
	<b>PERMANENTI NON STRUTTURALI NON COMPIUTAMENTE DEFINITI</b>				
	<i>massetto h = 10 cm</i>		0.10	800.00	80.00
	<i>isolante</i>				20.00
	<i>pavimentazioni</i>				30.00
	<b>PERMANENTI NON STRUTTURALI</b>	G2			
		<b>TOTALE G2</b>			<b>130.00</b>
	<i>copertura accessibili per manutenzione</i>				
	<b>ACCIDENTALE</b>	Q			50.00

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

		<b>TOTALE Q</b>			<b>50.00</b>
	<b>CARICO TOTALE</b>				<b>480.00</b>

<b>MURATURE DI TAMPONAMENTO</b>			<i>h</i>	<i>Peso proprio (Kg/mq)</i>	<i>Totali (Kg/m)</i>
	<i>natura in poroton da 15 cm, isolante da 5 cm,</i>				
	<i>intercapedine d'aria controparete in forati da 12 cm</i>				
	<i>intonaco esterno ed interno</i>				
	<i>h = 3,26 m</i>		3.26	294.00	<b>958.44</b>

<b>SOLAIO RIFIUTI</b>				<i>Peso proprio</i>	<i>Totali Kg/mq</i>
	<i>solaio laterocementizio h 20+4 cm</i>				300.00
	<b>PERMANENTE</b>	G1			
		<b>TOTALE G1</b>			<b>300.00</b>
	<b>PERMANENTI NON STRUTTURALI NON COMPIUTAMENTE DEFINITI</b>				
	<i>isolante</i>				20.00
	<i>terreno 1800kg/mc medio 55 cm</i>		0.55		990.00
	<b>PERMANENTI NON STRUTTURALI</b>	G2			
		<b>TOTALE G2</b>			<b>1010.00</b>
	<i>copertura accessibili per manutenzione</i>				
	<b>ACCIDENTALE</b>	Q			50.00
		<b>TOTALE Q</b>			<b>50.00</b>
	<b>CARICO TOTALE</b>				<b>1360.00</b>

E' stata inoltre prevista una pressione uniforme sulla platea di fondazione pari a 3,04 kN/mq per tener conto del carico G2 agente e un carico accidentale Qk pari a 3,00 kN/mq (Uffici Cat. B2 aperti al pubblico) .

### 7.2.3 Carichi dovuti alla neve

#### LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

Località: Civitavecchia

Provincia: Roma

Regione: Lazio

Coordinate GPS:

Latitudine : 42.090 N

Longitudine: 11.788 E

Altitudine s.l.m.: 0 m

Normativa di riferimento: D.M. 17 gennaio 2018 - NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI - Cap. 3 - AZIONI SULLE COSTRUZIONI - Par. 3.4 e aggiornamenti

Zona Neve = III

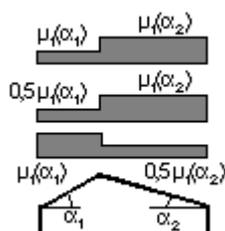
Ce (coeff. di esposizione al vento) = 1,00

Valore del carico provocato dalla neve al suolo  $q_{sk} = 60 \text{ daN/mq}$

Copertura a tetto con inclinazione tra  $0^\circ$  e  $30^\circ$ :

$\mu_1 = 0,80 \Rightarrow q_s = 48 \text{ daN/mq}$

Schema di carico:



#### 7.2.4 Carichi dovuti all'azione sismica

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla “pericolosità sismica di base”, in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Il rispetto degli stati limite si considera conseguito quando nei confronti degli stati limite ultimi siano soddisfatte le verifiche relative allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (sisma con tempo di ritorno 475 anni), nel senso che, nella fattispecie, dal punto di vista strutturale, se risultano soddisfatte tutte le verifiche allo SLU automaticamente risultano soddisfatte quelle allo SLE.

Nella tabella seguente, si riportano i valori di probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) nel periodo di riferimento  $V_R$  che si assumono per il progetto agli SLE e agli SLU (par. 3.2.1 Norme Tecniche per le Costruzioni).

Stati limite	$P_{VR}$ Probab. Di superamento nel periodo di riferimento	
	Stati limite di esercizio	SLO
SLD		63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

**Tabella 6.** Tab. 3.2.1 NTC 08\_Probabilità di superamento PVR al variare dello stato limite considerato

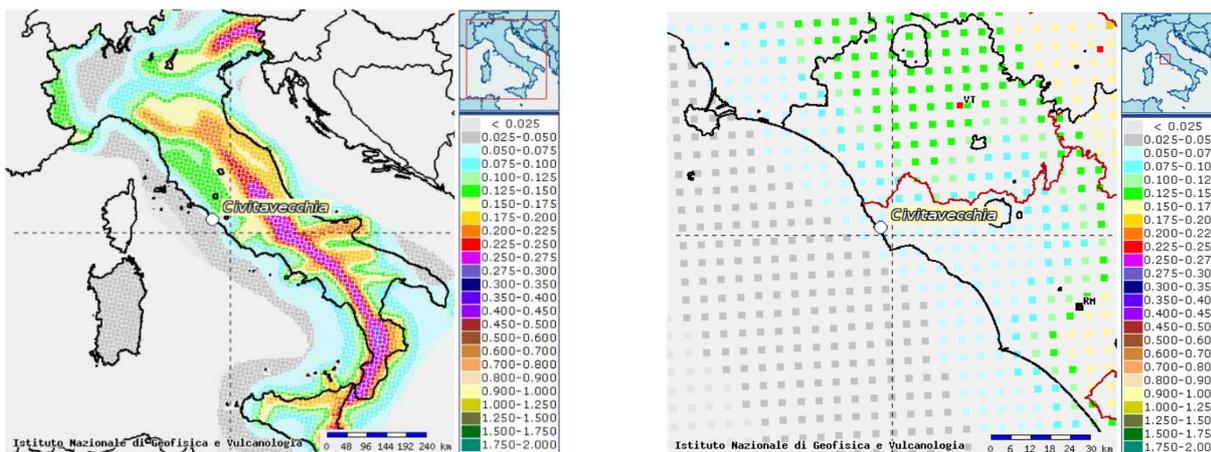
La verifica di sicurezza in condizioni sismiche viene condotta mediante analisi statiche lineari con riferimento a quanto indicato nelle NTC18 e successive modificazioni e integrazioni.

Nel seguito, si fa riferimento al documento “Allegato A alle Norme Tecniche per le Costruzioni: Pericolosità Sismica”. In base a tale documento, l'azione sismica sulle strutture è valutata a partire da una “pericolosità sismica di base” (nel seguito chiamata semplicemente pericolosità sismica) in condizioni ideali di sito di riferimento rigido (sottosuolo di categoria A) con superficie topografica orizzontale. L'azione sismica così individuata viene successivamente modificata, nei modi chiaramente precisati dalle NTC18, per tener conto

delle modifiche prodotte dalle condizioni stratigrafiche locali e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

La nuova mappatura sismica nazionale consente di individuare mediante un dettagliato reticolo di riferimento (individuato su maglia quadrata di lato 10 km), le accelerazioni massime attese al suolo per diversi tempi di ritorno dell'evento sismico. La pericolosità sismica su reticolo è attualmente disponibile sul sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (<http://esse1.mi.ingv.it>).

Dal reticolo di riferimento, di cui si riporta una immagine nella figura che segue, per il sito in esame sono stati ricavati i valori delle accelerazioni di progetto al suolo per diversi tempi di ritorno riportati di seguito.



**Figura 9.** Azione sismica nel sito di interesse

L'area ricade nel territorio del comune di Civitavecchia, alle coordinate latitudine 41.527 e longitudine 12.883. In funzione della sequenza stratigrafica presente nell'area e alle caratteristiche dei litotipi interessati dalle opere, descritte nel paragrafo precedente, il sottosuolo viene classificato come categoria B secondo le Norme Tecniche 2018 (Tabella 3.2.II del NTC).

<i>Categoria</i>	<i>Descrizione</i>
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{S30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{S30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT30} > 50$ nei terreni a grana grossa $C_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{S30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < C_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{S30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $C_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli C e D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s)

**Tabella 7.** Tab. 3.2.II NTC18\_Categorie di sottosuolo

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

L'area in oggetto, sita a Civitavecchia, è compresa nella UAS (Unità Amministrativa Sismica) del Comune omonimo che è classificato sismico in Zona 3 sottozona B.

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Per punti non coincidenti con il reticolo di riferimento e periodi di ritorno non contemplati direttamente si opera come indicato nell'allegato alle NTC (rispettivamente media pesata e interpolazione).

L'azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento  $V_r$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento  $V_r$  e la probabilità di superamento  $P_{ver}$  associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno  $T_r$  e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

$a_g$ : accelerazione orizzontale massima del terreno;

$F_o$ : 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;

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

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali riportati in tabella:

$S$  è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente  $S = S_s * S_t$  (3.2.5)

$F_o$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale

$F_v$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale

$T_b$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.

$T_c$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.

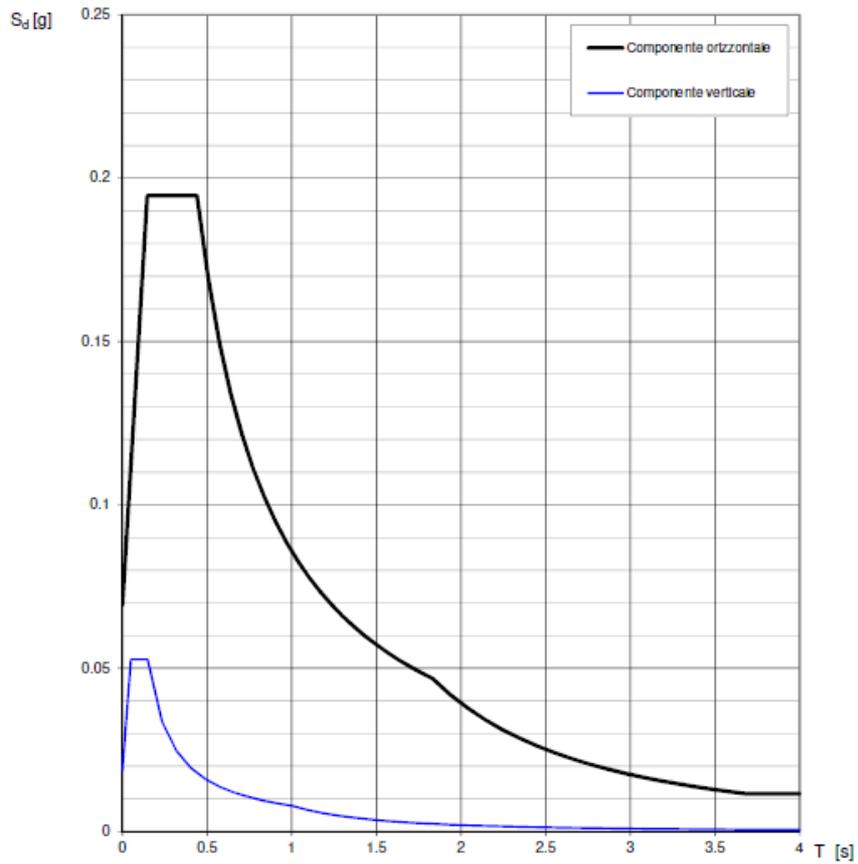
$T_d$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_c^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	30	0.025	2.606	0.194
SLD	50	0.031	2.659	0.221
SLV	475	0.058	2.808	0.319
SLC	975	0.069	2.890	0.333

Si riportano i parametri degli spettri di risposta per gli SLD e SLV e i corrispondenti grafici.

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV**



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 dello stesso.

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

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.058 g
$F_{vg}$	2.808
$T_C$	0.319 s
$S_S$	1.200
$C_C$	1.383
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.200
$\eta$	1.000
$T_B$	0.147 s
$T_C$	0.441 s
$T_D$	1.831 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

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

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

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  $\eta$  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]
	0.000	0.069
$T_B \leftarrow$	0.147	0.195
$T_C \leftarrow$	0.441	0.195
	0.507	0.169
	0.573	0.150
	0.639	0.134
	0.706	0.122
	0.772	0.111
	0.838	0.102
	0.904	0.095
	0.970	0.088
	1.037	0.083
	1.103	0.078
	1.169	0.073
	1.235	0.069
	1.301	0.066
	1.368	0.063
	1.434	0.060
	1.500	0.057
	1.566	0.055
	1.632	0.053
	1.699	0.051
	1.765	0.049
$T_D \leftarrow$	1.831	0.047
	1.934	0.042
	2.038	0.038
	2.141	0.034
	2.244	0.031
	2.347	0.029
	2.451	0.026
	2.554	0.024
	2.657	0.022
	2.761	0.021
	2.864	0.019
	2.967	0.018
	3.070	0.017
	3.174	0.016
	3.277	0.015
	3.380	0.014
	3.484	0.013
	3.587	0.012
	3.690	0.012
	3.793	0.012
	3.897	0.012
	4.000	0.012

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

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLD**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
$a_g$	0.031 g
$F_B$	2.659
$T_C$	0.221 s
$S_g$	1.200
$C_C$	1.487
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.200
$\eta$	1.000
$T_B$	0.110 s
$T_C$	0.329 s
$T_D$	1.723 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0.55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

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

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

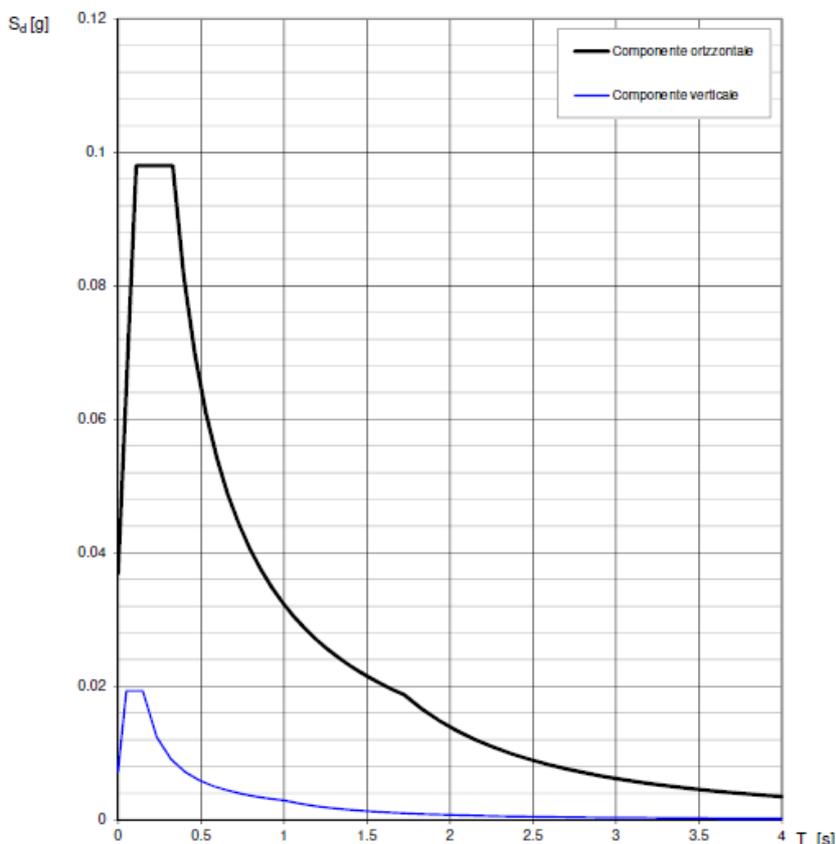
Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.037
$T_B \leftarrow$	0.110	0.098
$T_C \leftarrow$	0.329	0.098
	0.396	0.082
	0.462	0.070
	0.528	0.061
	0.595	0.054
	0.661	0.049
	0.727	0.044
	0.794	0.041
	0.860	0.038
	0.927	0.035
	0.993	0.033
	1.059	0.030
	1.126	0.029
	1.192	0.027
	1.258	0.026
	1.325	0.024
	1.391	0.023
	1.457	0.022
	1.524	0.021
	1.590	0.020
	1.657	0.019
$T_D \leftarrow$	1.723	0.019
	1.831	0.017
	1.940	0.015
	2.048	0.013
	2.157	0.012
	2.265	0.011
	2.373	0.010
	2.482	0.009
	2.590	0.008
	2.699	0.008
	2.807	0.007
	2.916	0.007
	3.024	0.006
	3.133	0.006
	3.241	0.005
	3.349	0.005
	3.458	0.005
	3.566	0.004
	3.675	0.004
	3.783	0.004
	3.892	0.004
	4.000	0.003

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

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD**



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 dello stesso.

Per un eventuale approfondimento si vedano i capitoli “**modellazione delle azioni**” e “**Schematizzazione dei casi di carico**” in cui sono riportate le informazioni necessarie alla comprensione ed alla ricostruzione delle azioni applicate al modello numerico, coerentemente con quanto indicato nella parte “2.6. Azioni di progetto sulla costruzione”.

**7.3 Combinazioni di carico**

Si riportano, nei paragrafi che seguono, le combinazioni di carico che sono state considerate per il calcolo delle sollecitazioni di progetto.

Le verifiche strutturali sono condotte secondo l’approccio progettuale “Approccio 2”, utilizzando i coefficienti parziali riportati nelle tabelle seguenti per le azioni per le resistenze e per i parametri geotecnici.

Combinazione → (A1+M1+R1) STR

CARICHI	EFFETTO	SIMBOLO $\gamma_F$	(A1) STR
Permanente $G_1$	favorevole		1.0

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

CARICHI	EFFETTO	SIMBOLO $\gamma_F$	(A1) STR
	sfavorevole	$\gamma_{G1}$	1.3
Permanente non strutturali $G_2$	favorevole	$\gamma_{G2}$	0.8
	sfavorevole		1.5
Variabili Q	favorevole	$\gamma_{Qi}$	0.0
	sfavorevole		1.5

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Coefficiente	(R1)
$\gamma_R$	1.0

Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per resistenze

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFF. PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	$M_1$
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0
Resistenza non drenata	$c'_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

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

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.1]$$

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

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.2]$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.3]$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.4]$$

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

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.5]$$

– Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

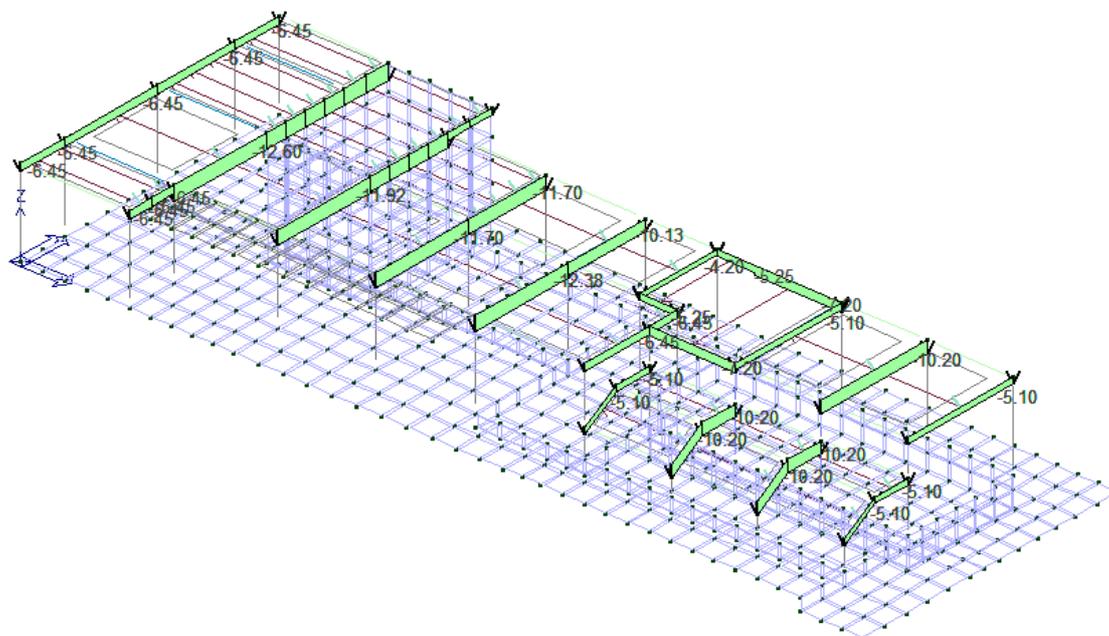
$$G1 + G2 + P + Ad + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots [2.5.6]$$

NTC 2018 Tabella 2.5.I

Destinazione d'uso/azione	$\psi_{0j}$	$\psi_{1j}$	$\psi_{2j}$
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30kN$ )	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30kN$ )	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota $\leq 1000$ m	0,50	0,20	0,00
Neve a quota $> 1000$ m	0,70	0,50	0,20
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

### 7.3.1 Casi di carico

Si definiscono i seguenti casi di carico:



**Figura 10.** Carico permanente solai e coperture



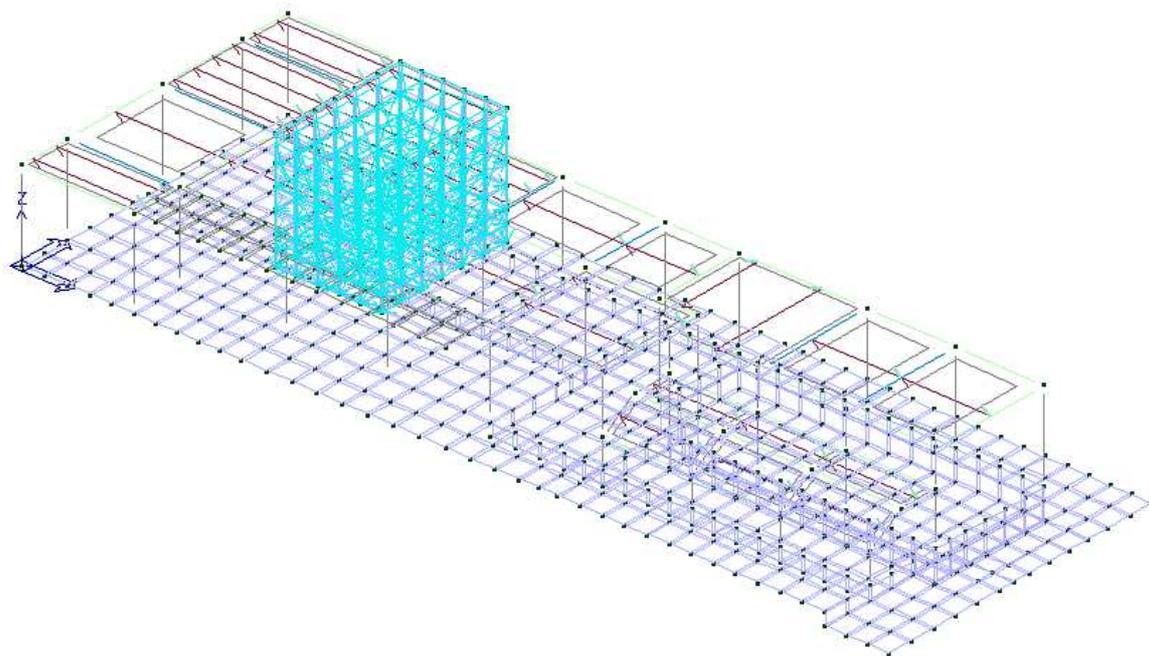


Figura 13. Carico variabile acqua

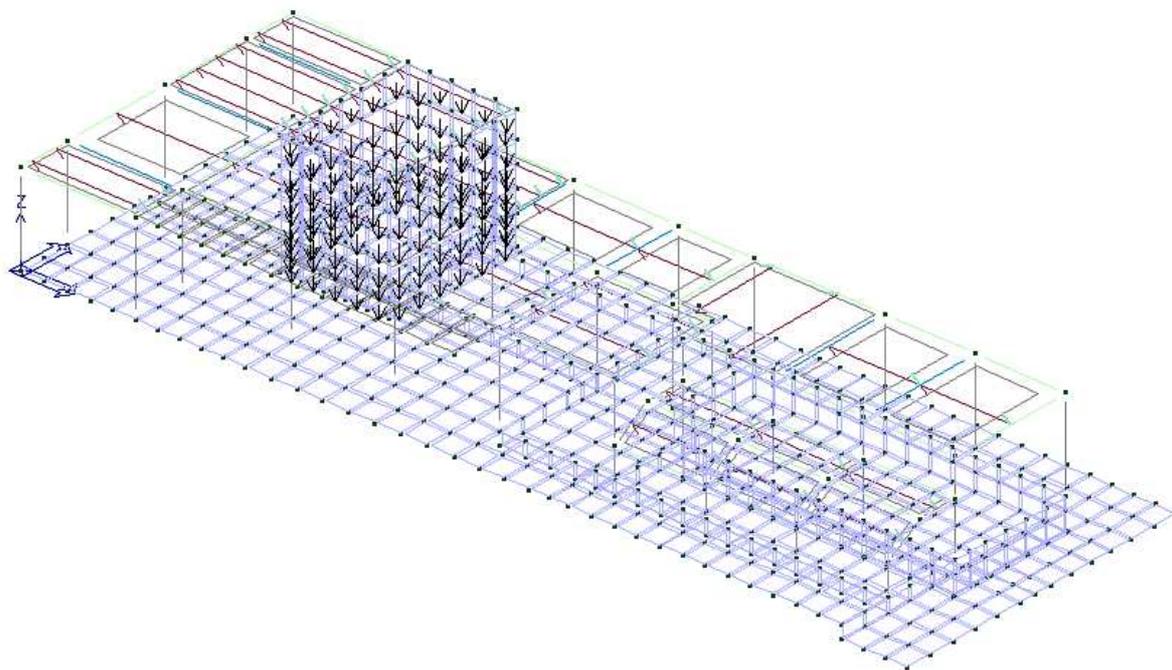


Figura 14. Carico variabile acqua\_massa sismica

Tipo carico di pressione uniforme su piastra

Id	Tipo	pressione daN/cm <sup>2</sup>
1	Variabile 1_neg (B/1)-P3;p= 2.000e-02	0.02
3	Solai interni _neg-P3;p= 2.860e-02	0.03
5	Acqua su platea-P3;p=0.38	0.38

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

**Tipo carico di pressione variabile su piastra**

Id	Tipo	pressione	quota	pressione	quota
		daN/cm2	cm	daN/cm2	cm
4	Acqua su pareti-PL3:pi=0.0 qi=280.00 pf=0.19 qf=-120.00	0.0	280.00	0.19	-120.00

**Tipo carico variabile generale**

Id	Tipo	ascissa	valore	ascissa	valore
		cm	daN/cm2	cm	daN/cm2
6	QV:var z - Qz - Area				
	Z - Z Qz Area L2=0.0	-120.00	-0.12	280.00	-0.12

**7.3.2 Elenco Combinazioni**

Si riportano le combinazioni di carico adottate:

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Gsk	CDC=G1sk (permanente solai-coperture)	
3	Gsk	CDC=G2sk (permanente solai-coperture n.c.d.)	
4	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	partecipazione:1.00 per 1 CDC=Ggk (peso proprio della struttura) partecipazione:1.00 per 2 CDC=G1sk (permanente solai-coperture) partecipazione:1.00 per 3 CDC=G2sk (permanente solai-coperture n.c.d.) partecipazione:1.00 per 12 CDC=Qnk (carico da neve) partecipazione:0.80 per 13 CDC=Qk (variabile generico) B1 partecipazione:0.80 per 14 CDC=Qk (variabile generico) Acqua partecipazione:0.80 per 16 CDC=Qk (variabile generico) Acqua massa partecipazione:1.00 per 17 CDC=G1k (permanente generico) pacchetto solaio
5	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
6	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
10	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
11	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
12	Qnk	CDC=Qnk (carico da neve)	
13	Qk	CDC=Qk (variabile generico) B1	D3 :da 1 a 24 Azione : Variabile 1_neg (B/1)-P3:p= 2.000e-02 D3 :da 30 a 43 Azione : Variabile 1_neg (B/1)-P3:p= 2.000e-02 D3 :da 49 a 62 Azione : Variabile 1_neg (B/1)-P3:p= 2.000e-02 D3 :da 68 a 81 Azione : Variabile 1_neg (B/1)-P3:p= 2.000e-02 D3 :da 87 a 100 Azione : Variabile 1_neg (B/1)-P3:p= 2.000e-02 D3 :da 173 a 366 Azione : Variabile 1_neg (B/1)-P3:p= 2.000e-02 D3 :da 486 a 675 Azione : Variabile 1_neg (B/1)-P3:p= 2.000e-02
14	Qk	CDC=Qk (variabile generico) Acqua	D3 :da 25 a 29 Azione : Acqua su platea-P3:p=0.38 D3 :da 44 a 48 Azione : Acqua su platea-P3:p=0.38 D3 :da 63 a 67 Azione : Acqua su platea-P3:p=0.38 D3 :da 82 a 86 Azione : Acqua su platea-P3:p=0.38 D3 :da 101 a 110 Azione : Acqua su platea-P3:p=0.38 D3 :da 127 a 131 Azione : Acqua su pareti-PL3:pi=0.0 qi=280.00 pf=0.19 qf=-120.00 D3 :da 134 a 135 Azione : Acqua su pareti-PL3:pi=0.0 qi=280.00 pf=0.19 qf=-120.00 D3 :da 138 a 139 Azione : Acqua su pareti-PL3:pi=0.0 qi=280.00 pf=0.19 qf=-120.00 D3 :da 142 a 143 Azione : Acqua su pareti-PL3:pi=0.0 qi=280.00 pf=0.19 qf=-120.00 D3 :da 146 a 147 Azione : Acqua su pareti-PL3:pi=0.0 qi=280.00 pf=0.19 qf=-120.00 D3 :da 164 a 172 Azione : Acqua su pareti-PL3:pi=0.0 qi=280.00 pf=0.19 qf=-120.00 D3 :da 413 a 417 Azione : Acqua su pareti-PL3:pi=0.0 qi=280.00 pf=0.19 qf=-120.00 D3 :da 428 a 429 Azione : Acqua su pareti-PL3:pi=0.0 qi=280.00 pf=0.19 qf=-120.00 D3 :da 434 a 435 Azione : Acqua su pareti-PL3:pi=0.0 qi=280.00 pf=0.19 qf=-120.00 D3 :da 440 a 441 Azione : Acqua su pareti-PL3:pi=0.0 qi=280.00 pf=0.19 qf=-120.00

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			D3 :da 446 a 447 Azione : Acqua su pareti-PL3:pi=0.0 qi=280.00 pf=0.19 qf=-120.00
			D3 :da 477 a 485 Azione : Acqua su pareti-PL3:pi=0.0 qi=280.00 pf=0.19 qf=-120.00
			D3 :da 676 a 763 Azione : Acqua su pareti-PL3:pi=0.0 qi=280.00 pf=0.19 qf=-120.00
15	Qtk	CDC=Qtk (carico termico) dT= 15.00	variazione termica:15.00
16	Qk	CDC=Qk (variabile generico) Acqua massa	D3 :da 127 a 131 Azione : QV:var z - Qz - Area
			D3 :da 134 a 135 Azione : QV:var z - Qz - Area
			D3 :da 138 a 139 Azione : QV:var z - Qz - Area
			D3 :da 142 a 143 Azione : QV:var z - Qz - Area
			D3 :da 146 a 147 Azione : QV:var z - Qz - Area
			D3 :da 164 a 172 Azione : QV:var z - Qz - Area
			D3 :da 413 a 417 Azione : QV:var z - Qz - Area
			D3 :da 428 a 429 Azione : QV:var z - Qz - Area
			D3 :da 434 a 435 Azione : QV:var z - Qz - Area
			D3 :da 440 a 441 Azione : QV:var z - Qz - Area
			D3 :da 446 a 447 Azione : QV:var z - Qz - Area
			D3 :da 477 a 485 Azione : QV:var z - Qz - Area
			D3 :da 676 a 763 Azione : QV:var z - Qz - Area
17	Gk	CDC=G1k (permanente generico) pacchetto solaio	D3 :da 1 a 24 Azione : Solai interni _neg-P3:p= 2.860e-02
			D3 :da 30 a 43 Azione : Solai interni _neg-P3:p= 2.860e-02
			D3 :da 49 a 62 Azione : Solai interni _neg-P3:p= 2.860e-02
			D3 :da 68 a 81 Azione : Solai interni _neg-P3:p= 2.860e-02
			D3 :da 87 a 100 Azione : Solai interni _neg-P3:p= 2.860e-02
			D3 :da 173 a 366 Azione : Solai interni _neg-P3:p= 2.860e-02
			D3 :da 486 a 675 Azione : Solai interni _neg-P3:p= 2.860e-02

## 8. PRINCIPALI RISULTATI

I risultati costituiscono una sintesi completa ed efficace, presentata in modo da riassumere il comportamento della struttura.

Il calcolo degli effetti del sisma sull'edificio è condotto attraverso analisi dinamiche lineari con spettro di risposta.

È stato considerato nelle analisi un numero di modi di vibrare pari a 9, la cui massa partecipante è superiore all'85 % nelle direzioni longitudinale e trasversale (X e Y).

Per quanto riguarda la massa reagente al sisma è stata valutata attraverso la rispettiva combinazione di carico ad essa associata:

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

La massa sismica totale considerata ai fini della valutazione dell'azione sismica sulla struttura è pari a  $2.835 \cdot 10^5$  kg.

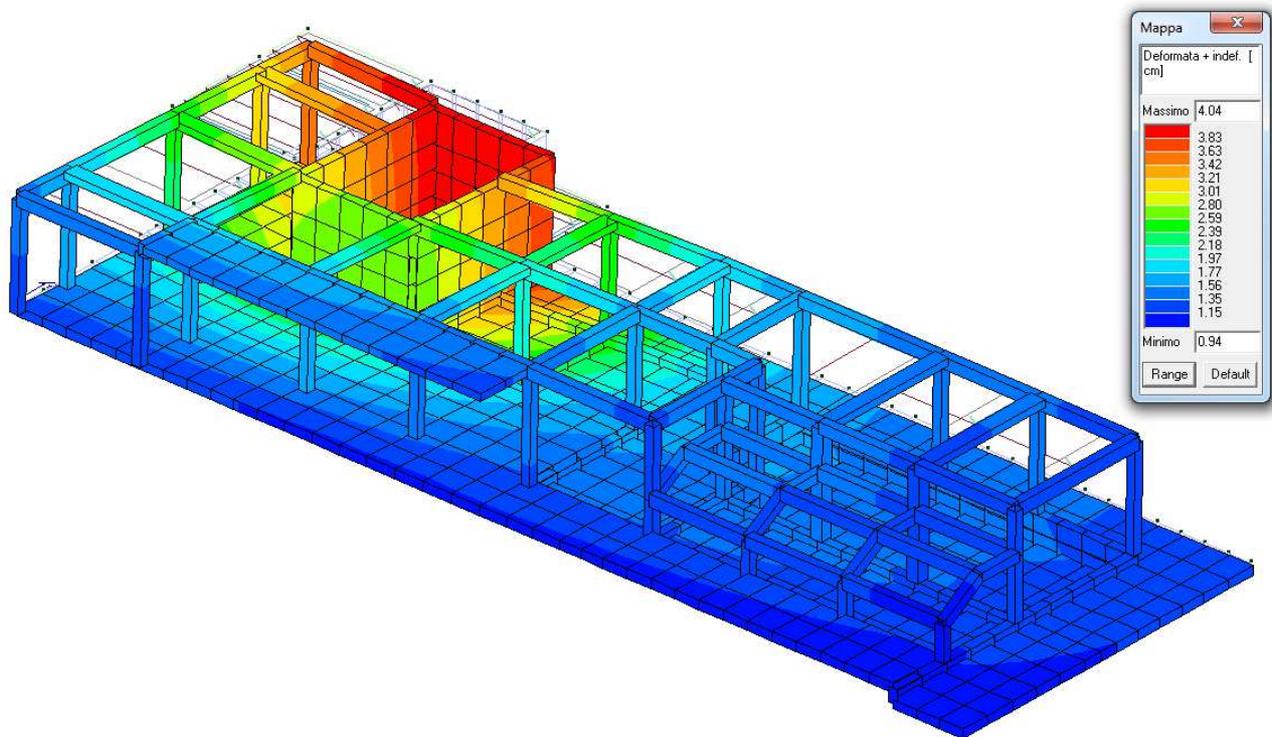
Nella tabella seguente viene indicato il primo periodo fondamentale della struttura associato al primo modo di vibrare e la massa partecipante che si attiva per ogni modo di vibrare:

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN		
1	3.241	0.309	0.060	62.82	2.21e-02	2.159e+05	76.1	3590.69	1.3	0.0
2	4.127	0.242	0.060	2.621e+05	92.3	4.54	1.60e-03	3534.16	1.2	0.0
3	4.912	0.204	0.060	1173.90	0.4	2.291e+04	8.1	1193.00	0.4	0.0
4	5.759	0.174	0.060	7664.11	2.7	2.154e+04	7.6	1.501e+05	52.9	0.0
5	7.931	0.126	0.061	1188.68	0.4	1.469e+04	5.2	4.402e+04	15.5	0.0
6	8.979	0.111	0.062	5038.03	1.8	766.41	0.3	2.672e+04	9.4	0.0
7	10.538	0.095	0.063	0.02	5.77e-06	1054.52	0.4	5.352e+04	18.9	0.0
8	13.695	0.073	0.064	461.00	0.2	5878.70	2.1	394.63	0.1	0.0
9	15.395	0.065	0.064	5801.07	2.0	140.00	4.93e-02	271.73	9.57e-02	0.0
Risulta				2.835e+05		2.829e+05		2.833e+05		
In percentuale				99.87		99.67		99.82		

Come si vede al primo periodo (0.309 s) è associato un modo traslazionale lungo Y e rotazionale attorno a Z, al secondo un modo traslazionale lungo X.

## 8.2 Deformate per condizioni di carico

Vengono riportati i principali risultati atti a descrivere il comportamento della struttura, in termini di stati di deformazione generalizzata, distinti per combinazioni di carico e direzione.

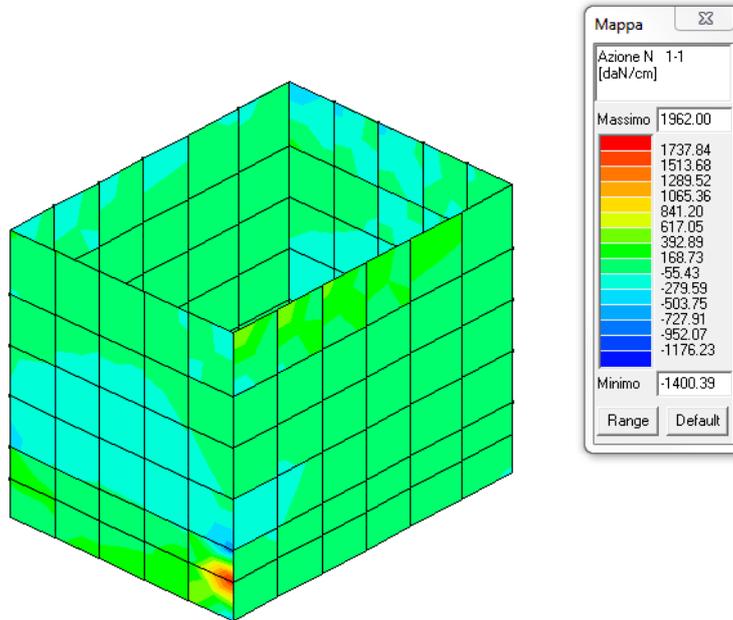


**Figura 15.** Deformata massimo spostamento 4,04 cm

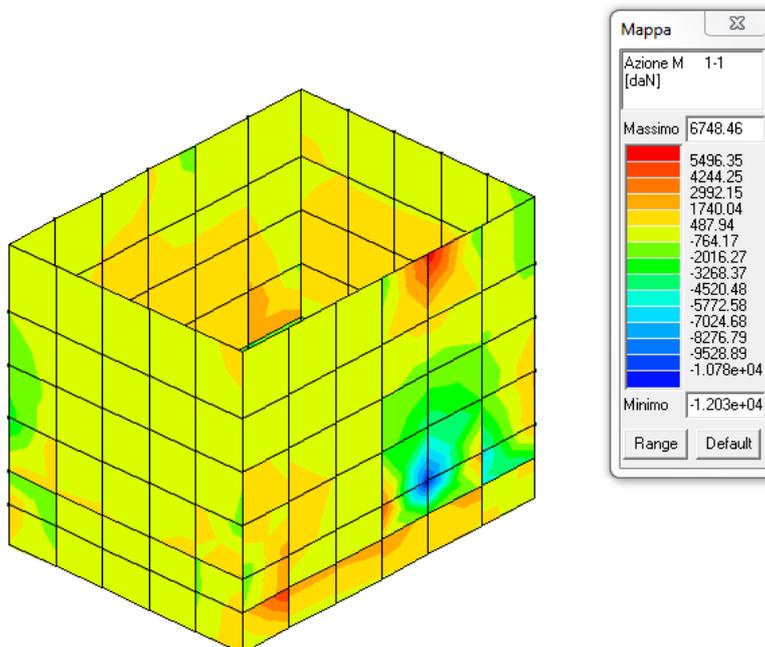
### 8.3 Sintesi delle sollecitazioni significative

L'analisi e la restituzione degli involuipi (nelle combinazioni considerate agli SLU) delle caratteristiche di sollecitazione sono finalizzate alla valutazione dello stato di sollecitazione nei diversi elementi della struttura.

#### 8.3.3 Sollecitazioni degli elementi Plate/Slab

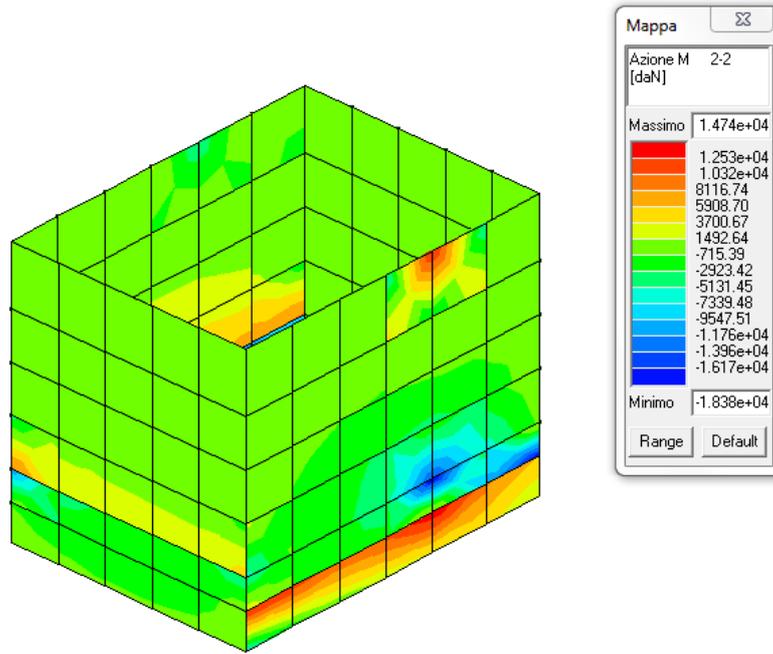


Sforzo Normale N 1-1\_-1962 daN/cm

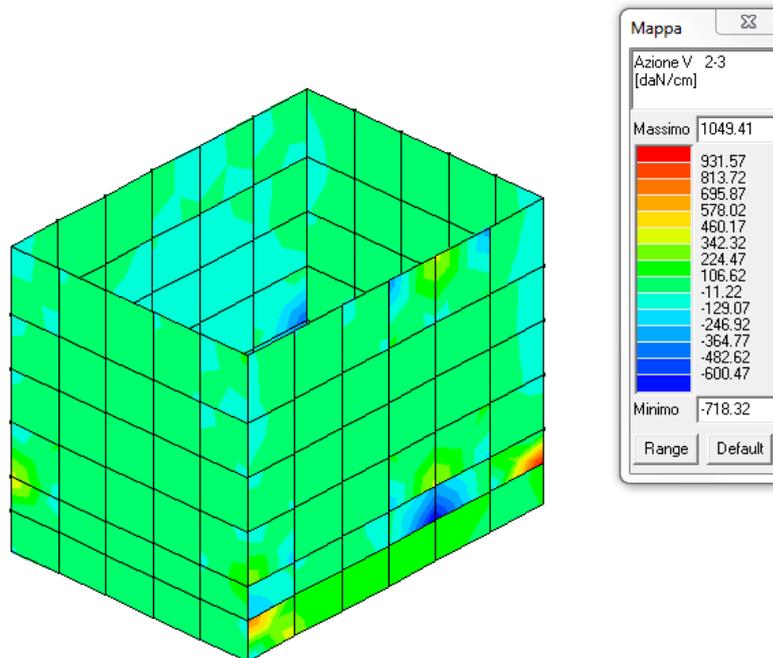


Momento flettente M 1-1\_-1,20\*10^4 daN

REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA  
Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi

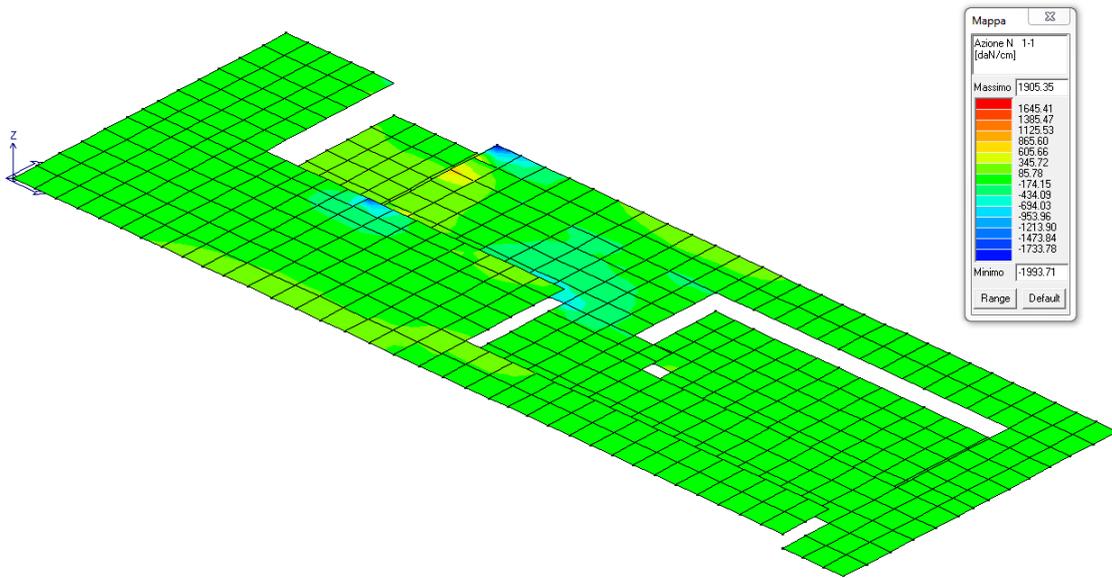


Momento flettente M 2-2\_  $-1,84 \cdot 10^4$  daN

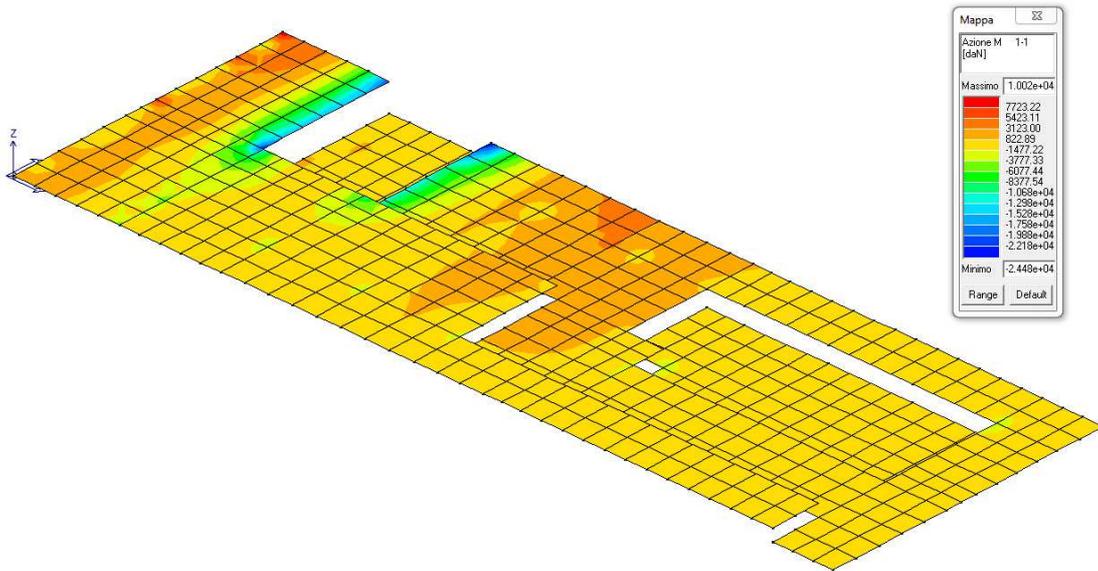


Taglio V 2-3\_1049,41 daN/cm

### 8.4 Sollecitazioni sulla Platea

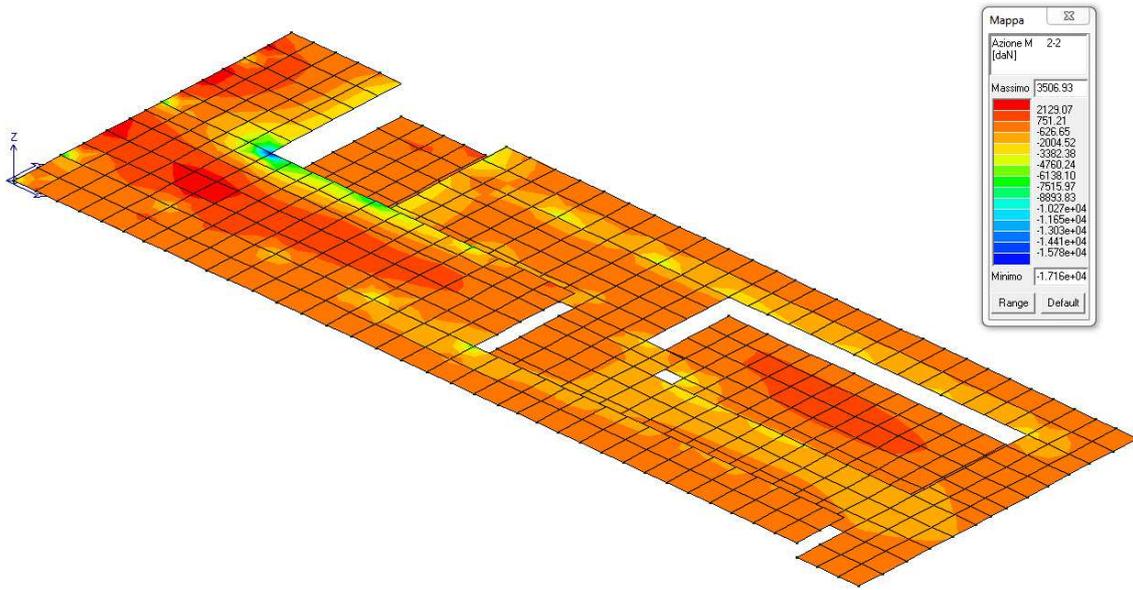


Sforzo Normale N 1-1\_-1993,71 daN/cm

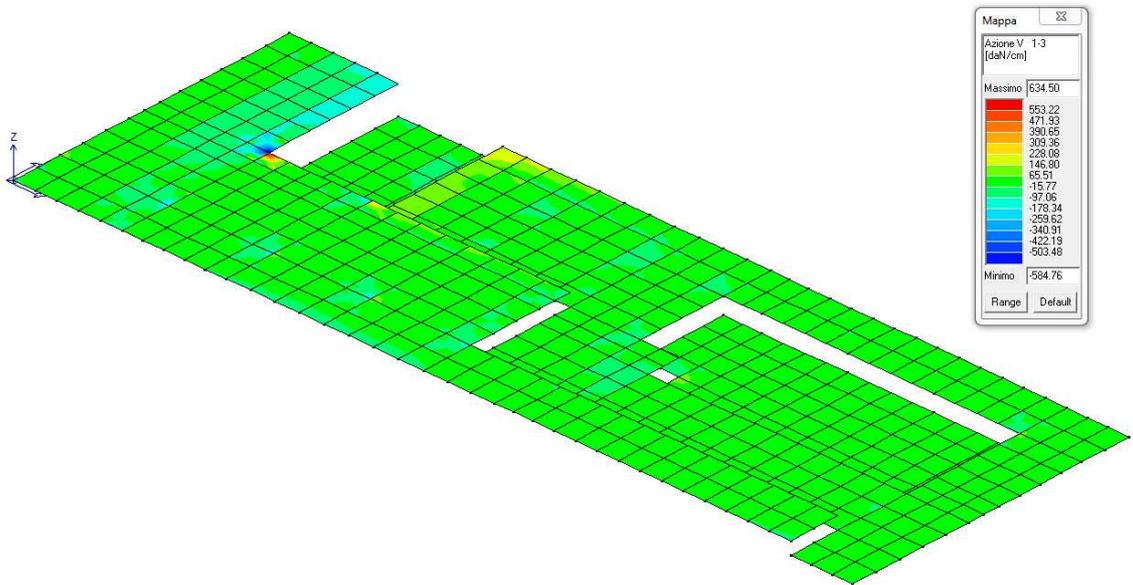


Momento flettente M 1-1\_-2,448\*10<sup>4</sup> daN

REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA  
Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi

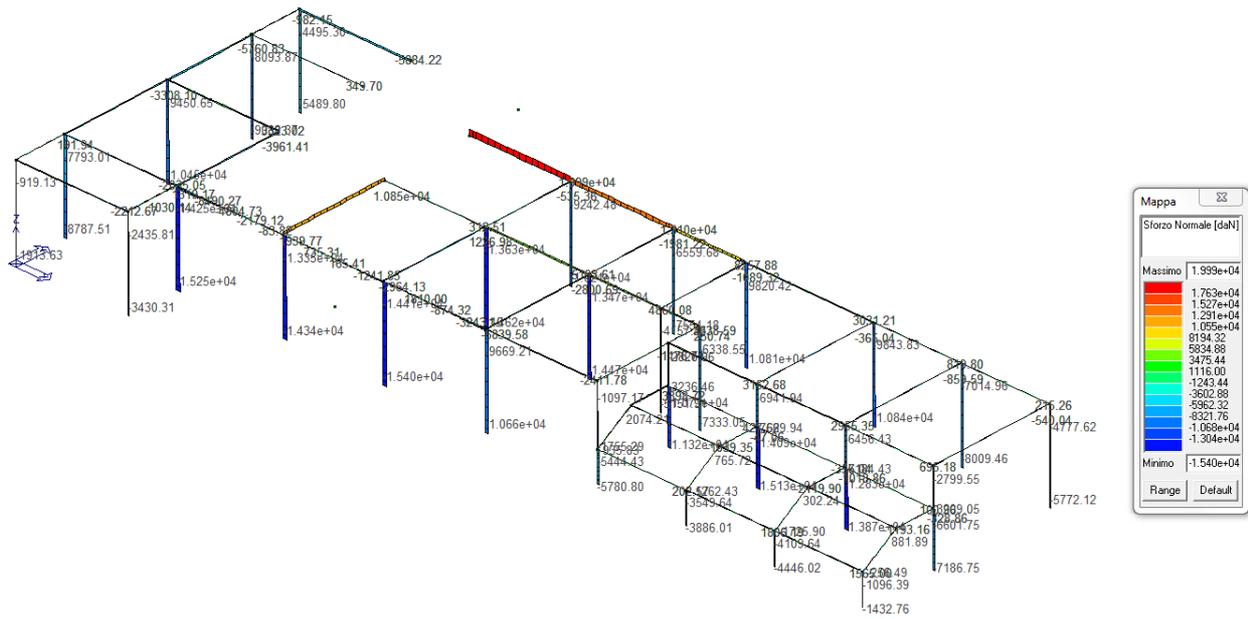


Momento flettente M 2-2\_ -1,716\*10<sup>4</sup> daN

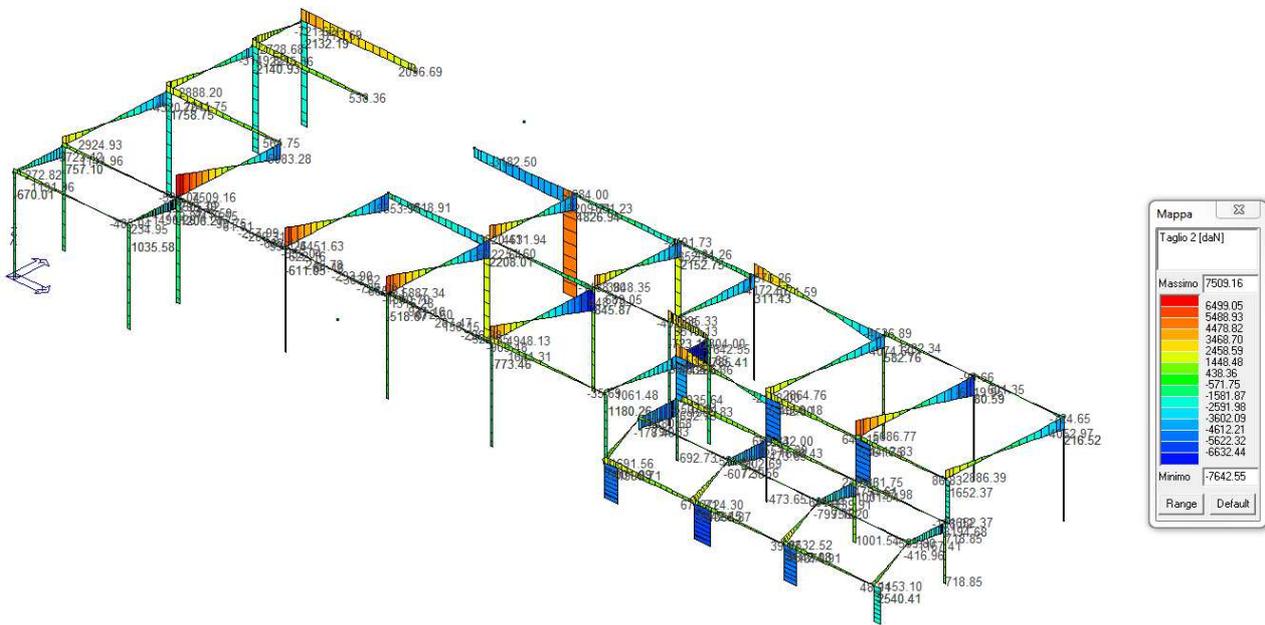


Taglio V 1-3\_634,50 daN/cm

### 8.5 Sollecitazioni su travi e pilastri

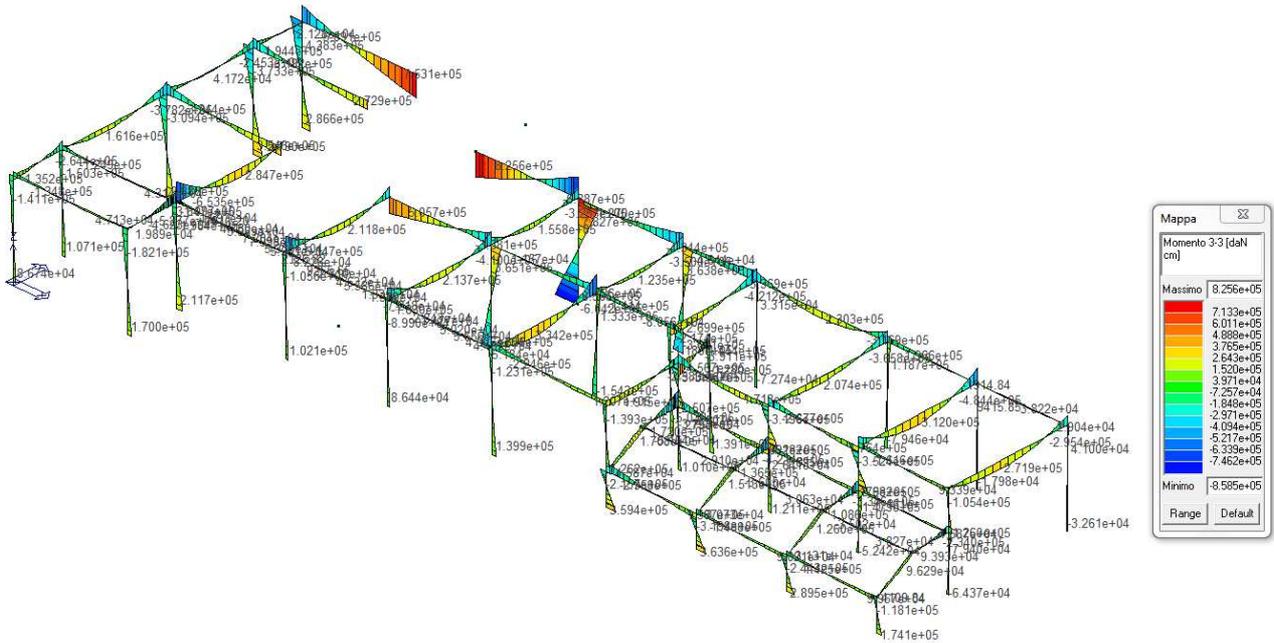


Sforzo Normale\_ -1,999\*10<sup>4</sup> daN



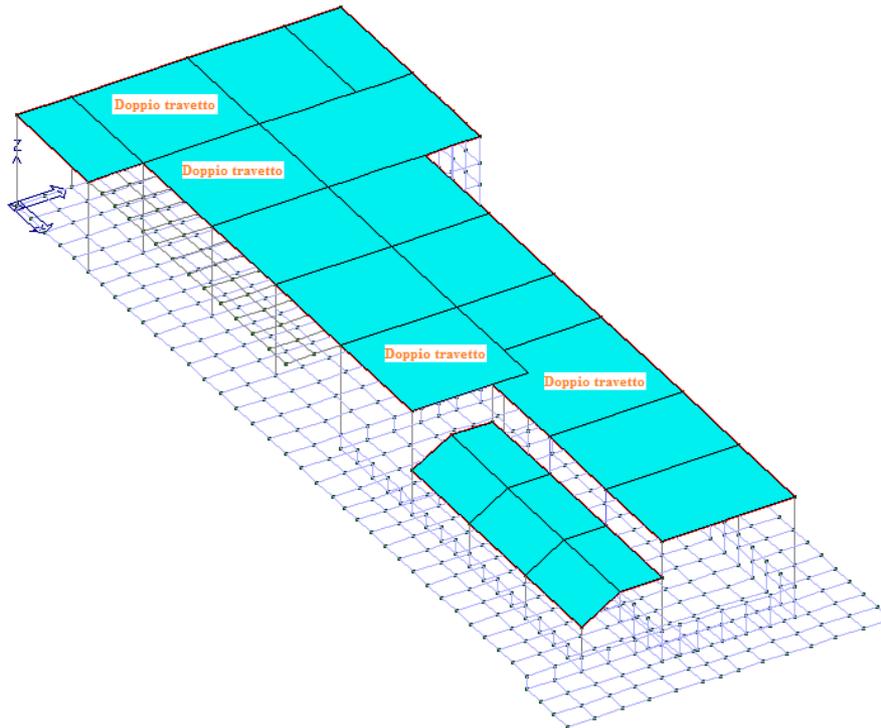
Taglio 2\_ -7642,55 daN

REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA  
Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi



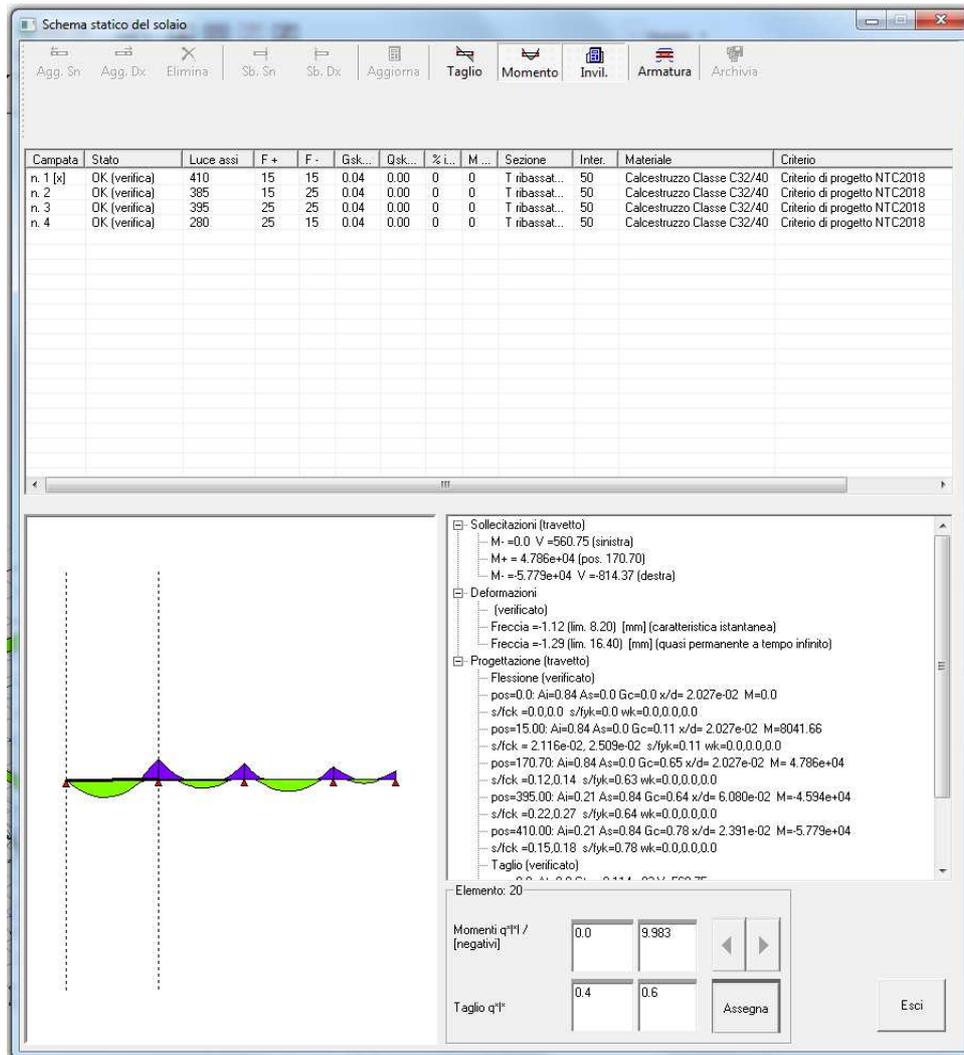
Momento flettente 3-3  $-8,585 \cdot 10^5$  daN

### 8.6 Sollecitazioni sui solai



Nell'immagine sopra riportata si evidenzia lo stato di progetto che risulta positivo per tutti i solai. Vengono anche individuati i solai che necessitano del doppio travetto in quanto le deformazioni non rientrano nei limiti imposti dalla normativa. Di seguito si riporta il report di verifica di un solaio a 4 campate; nello specifico la campata n° 1 si riferisce al solaio sopra il locale della vasca antincendio.

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**



**Informazioni generali sull’elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati**

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l’attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura.

Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

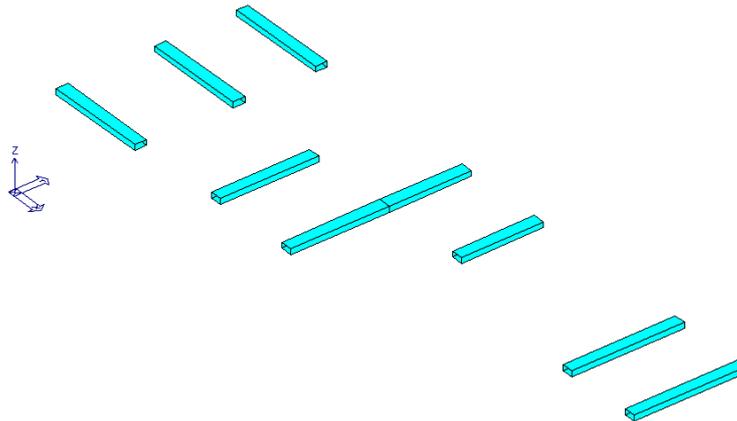
## 9. VERIFICHE AGLI SLU E AGLI SLE

Il programma Pro Sap effettua le verifiche allo SLU ed allo SLE relative a tutte le combinazioni. Si rimanda al tabulato per i risultati analitici di tali verifiche.

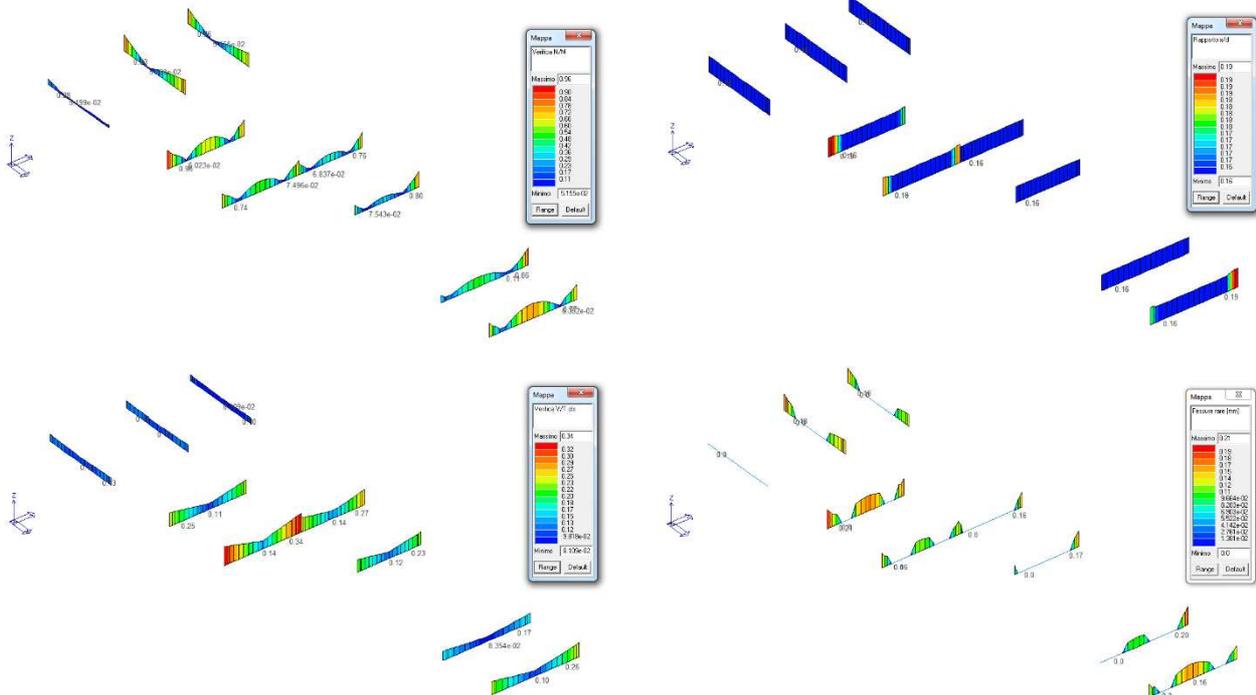
### 9.1 Verifica delle Travi

Si riportano di seguito, per ogni tipologia di trave, le verifiche più gravose tra le sezioni di estremità e di mezzzeria.

#### 9.1.1 Travi 500 x 240 mm



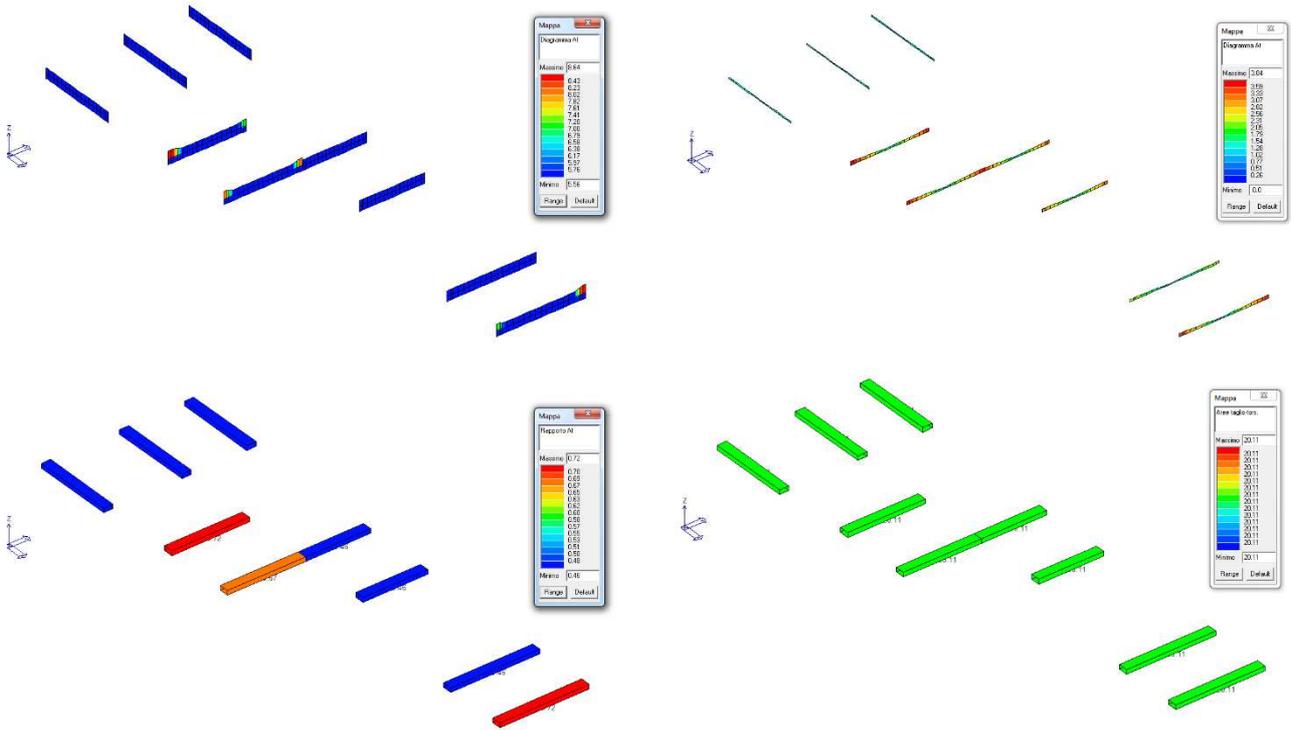
Stato di progetto travi 500x300 mm



Nelle immagini sopra riportate si evidenziano alcune delle principali verifiche che di seguito si elencano:

- Verifica N/M;
- Rapporto  $x/d$ ;
- Verifica V/T;
- Fessure rare.

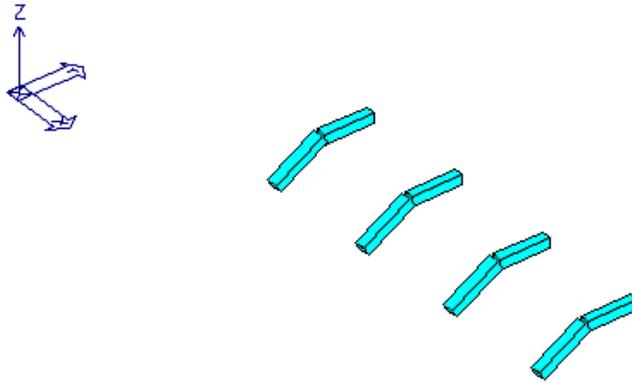
REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA  
Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi



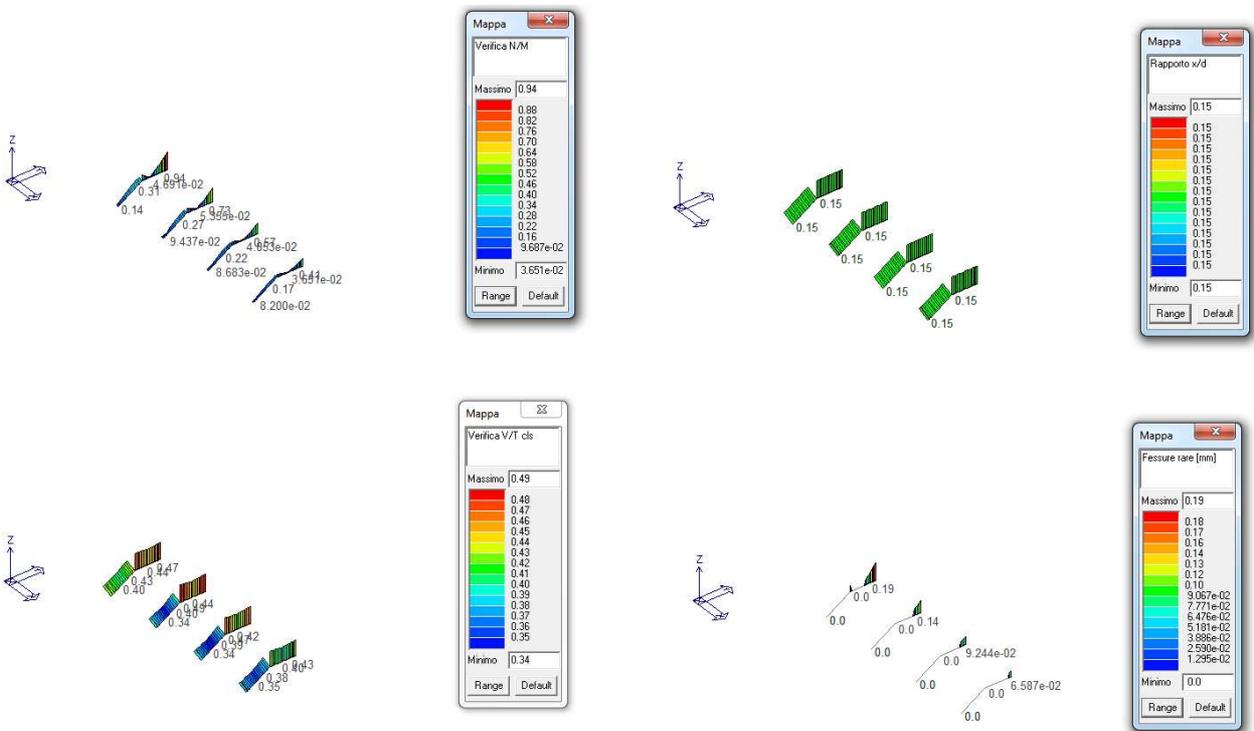
Nelle immagini sopra riportate si evidenziano alcune delle principali verifiche che di seguito si elencano:

- Diagramma  $A_1$ ;
- Diagramma  $A_2$ ;
- Rapporto  $A_3$ ;
- Area taglio-torsione.

### 9.1.2 Travi 300 x 300 mm



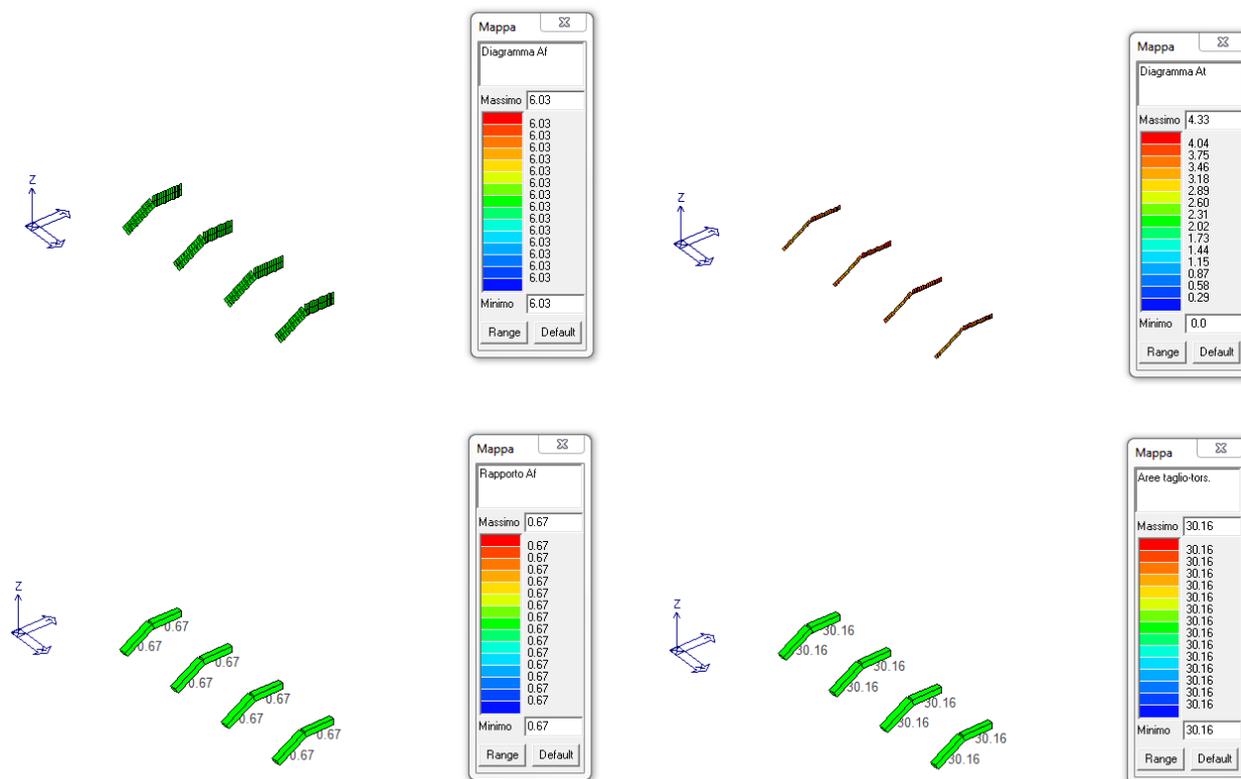
Stato di progetto travi 300x300 mm



Nelle immagini sopra riportate si evidenziano alcune delle principali verifiche che di seguito si elencano:

- Verifica N/M;
- Rapporto x/d;
- Verifica V/T;
- Fessure rare.

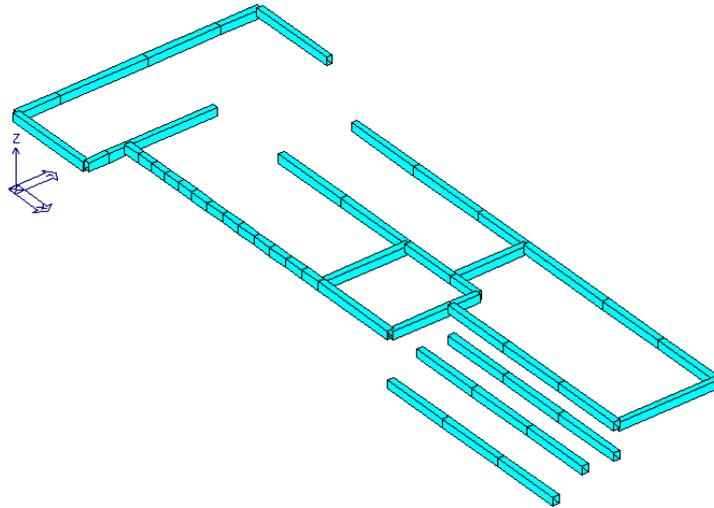
REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA  
Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi



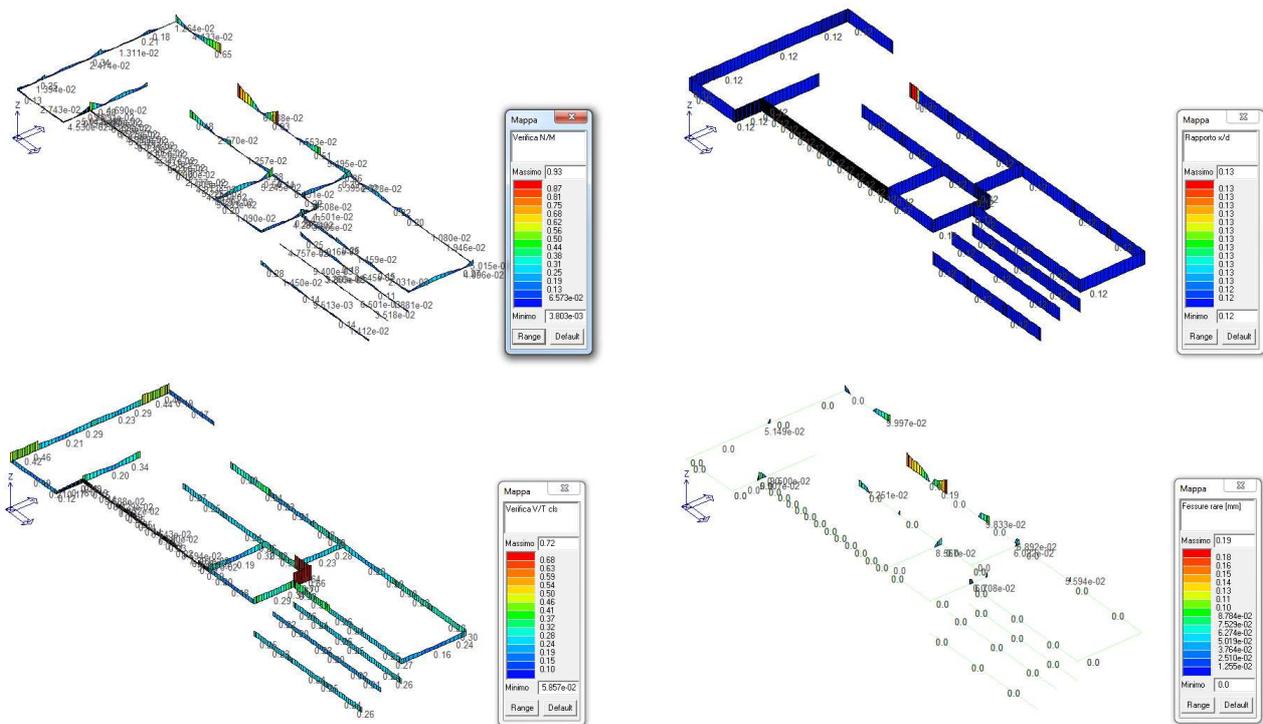
Nelle immagini sopra riportate si evidenziano alcune delle principali verifiche che di seguito si elencano:

- Diagramma  $A_1$ ;
- Diagramma  $A_t$ ;
- Rapporto  $A_1$ ;
- Area taglio-torsione.

### 9.1.3 Travi 300 x 400 mm



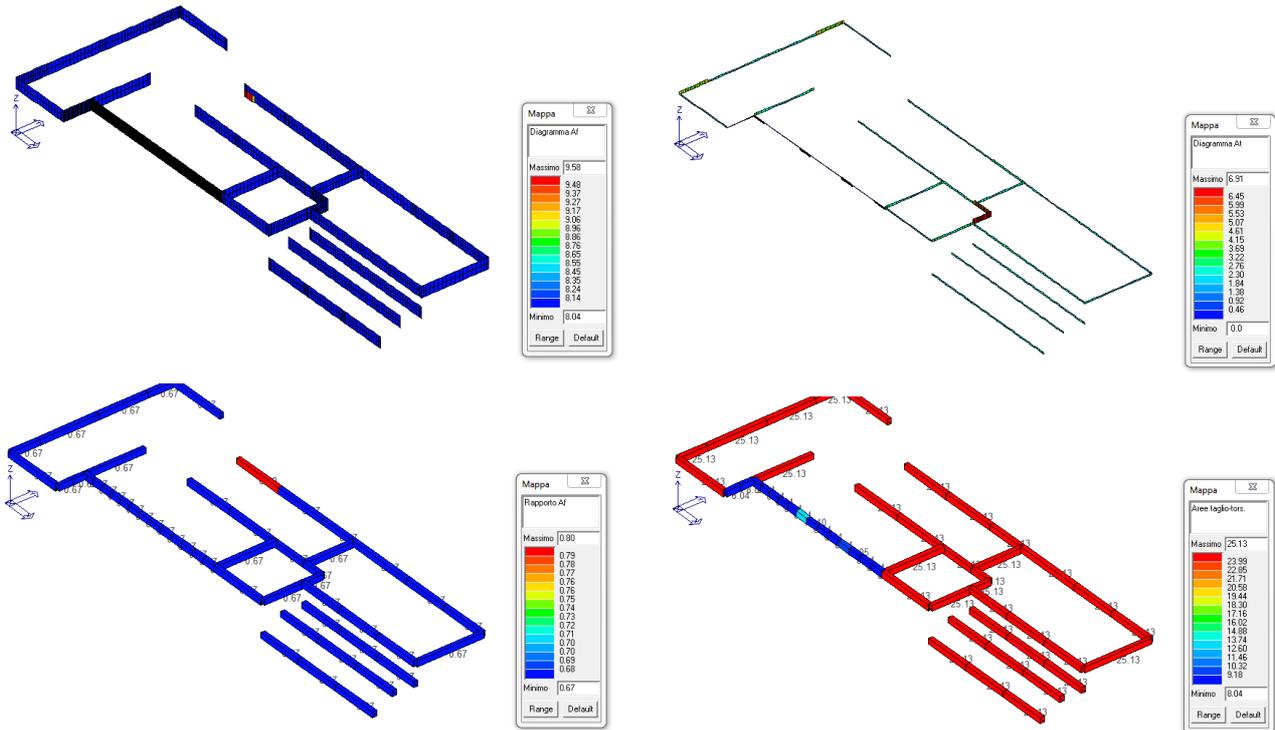
Stato di progetto travi 300x400 mm



Nelle immagini sopra riportate si evidenziano alcune delle principali verifiche che di seguito si elencano:

- Verifica N/M;
- Rapporto  $x/d$ ;
- Verifica V/T;
- Fessure rare.

REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA  
Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi

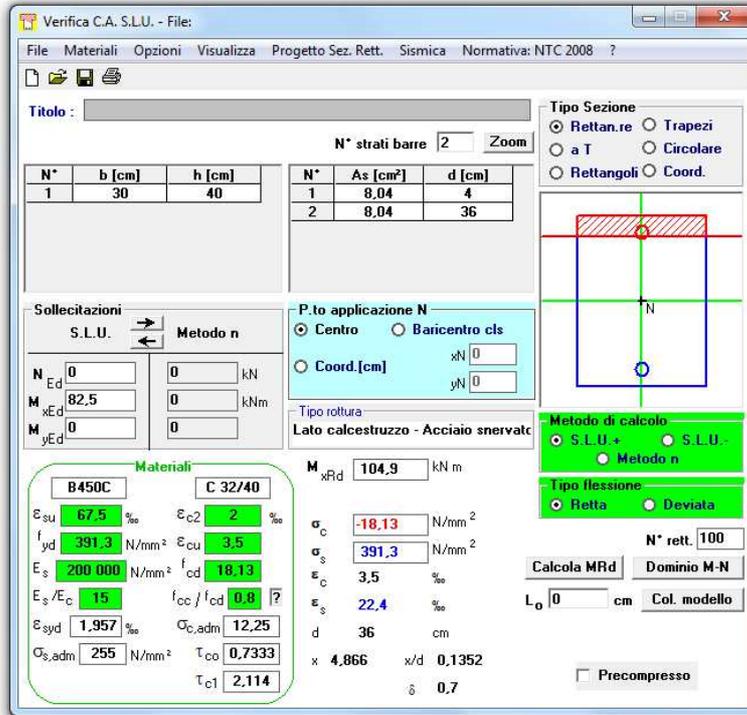


Nelle immagini sopra riportate si evidenziano alcune delle principali verifiche che di seguito si elencano:

- Diagramma  $A_f$ ;
- Diagramma  $A_f$ ;
- Rapporto  $A_f$ ;
- Area taglio-torsione.

### 9.1.4 Verifica manuale della trave

Si procede con la verifica manuale della trave più sollecitata. Si considera la trave 93, di dimensioni 300 x 400 mm, e la si verifica nella sezione di estremità e nella mezzeria. In tabella sono riportati i valori della sollecitazione associati alla combinazione agli SLU più gravosa.

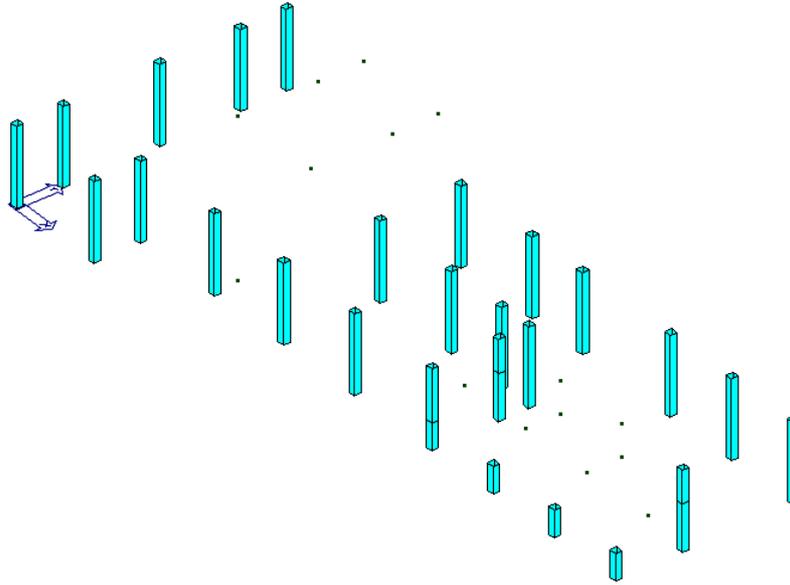


La trave, di dimensioni 300 x 400 mm, è armata con 4  $\Phi$  16 superiormente e 4  $\Phi$  16 inferiormente. Il momento resistente è pari a 104,9 kNm e risulta maggiore del momento sollecitante che è pari a 82,5 kNm.

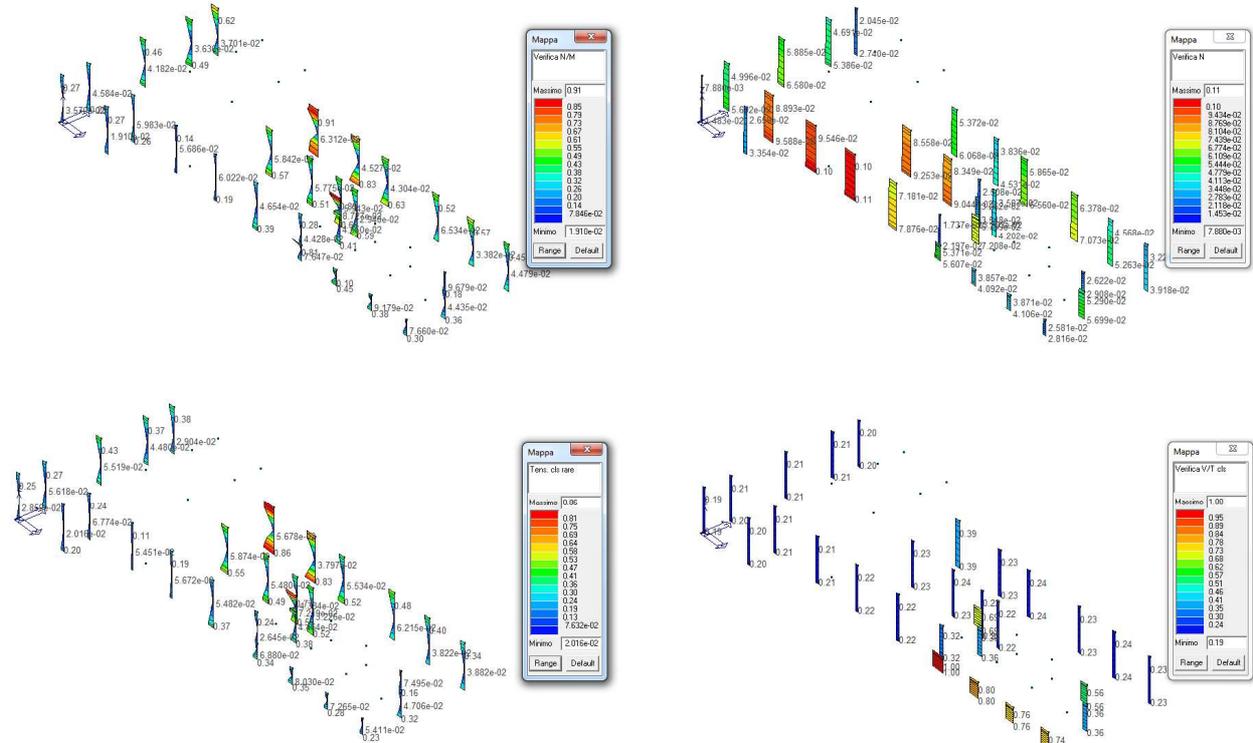
## 9.2 Verifica dei Pilastri

Si riportano di seguito, per ogni tipologia di pilastro, le verifiche più gravose dell'elemento più sollecitato a pressoflessione e di quello a taglio.

### 9.2.1 Pilastri 300 x 300 mm



Stato di progetto pilastri 300x400 mm

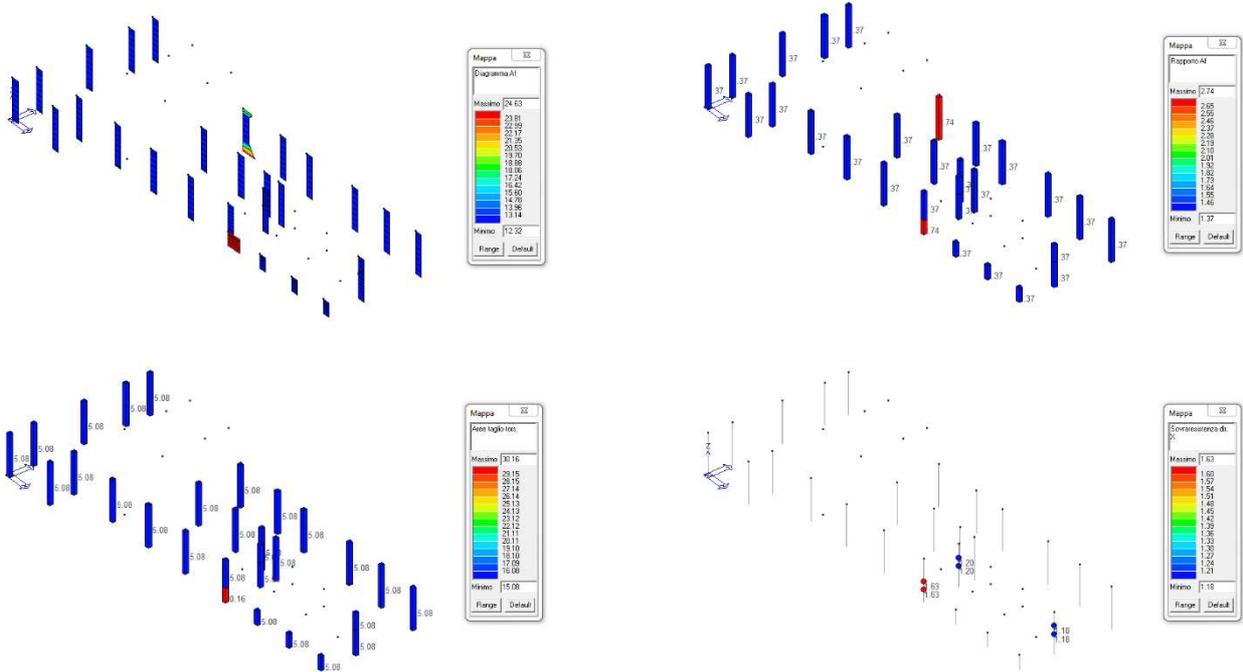


Nelle immagini sopra riportate si evidenziano alcune delle principali verifiche che di seguito si elencano:

- Verifica N/M;
- Rapporto x/d;
- Verifica V/T;

REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA  
Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi

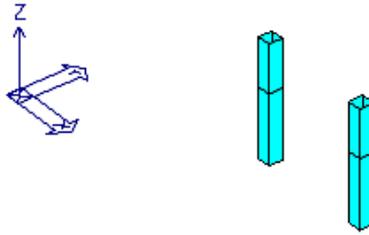
- Fessure rare.



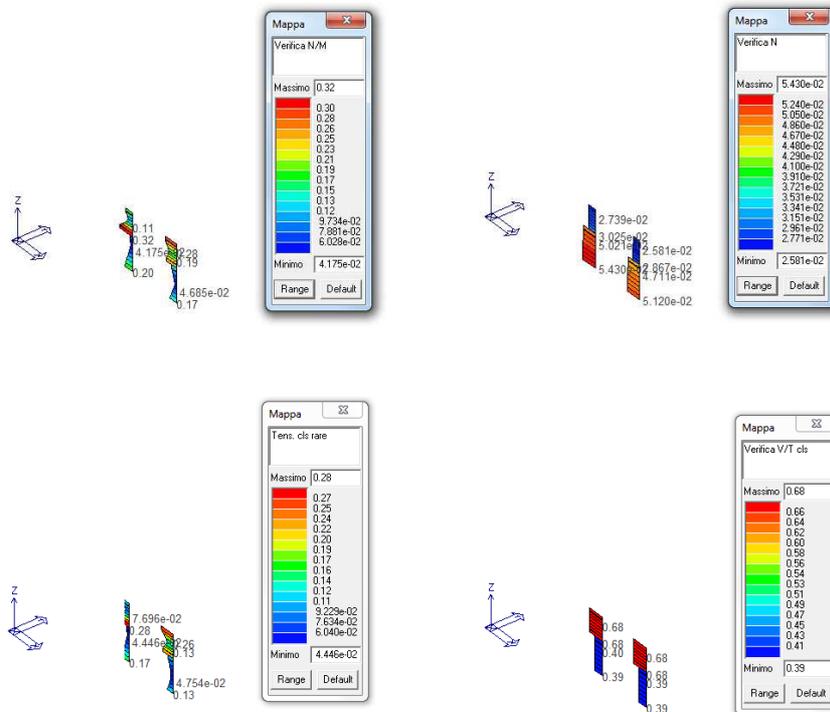
Nelle immagini sopra riportate si evidenziano alcune delle principali verifiche che di seguito si elencano:

- Diagramma A<sub>t</sub>;
- Diagramma A<sub>t</sub>;
- Rapporto A<sub>t</sub>;
- Area taglio-torsione.

### 9.2.2 Pilastrini 400 x 400 mm



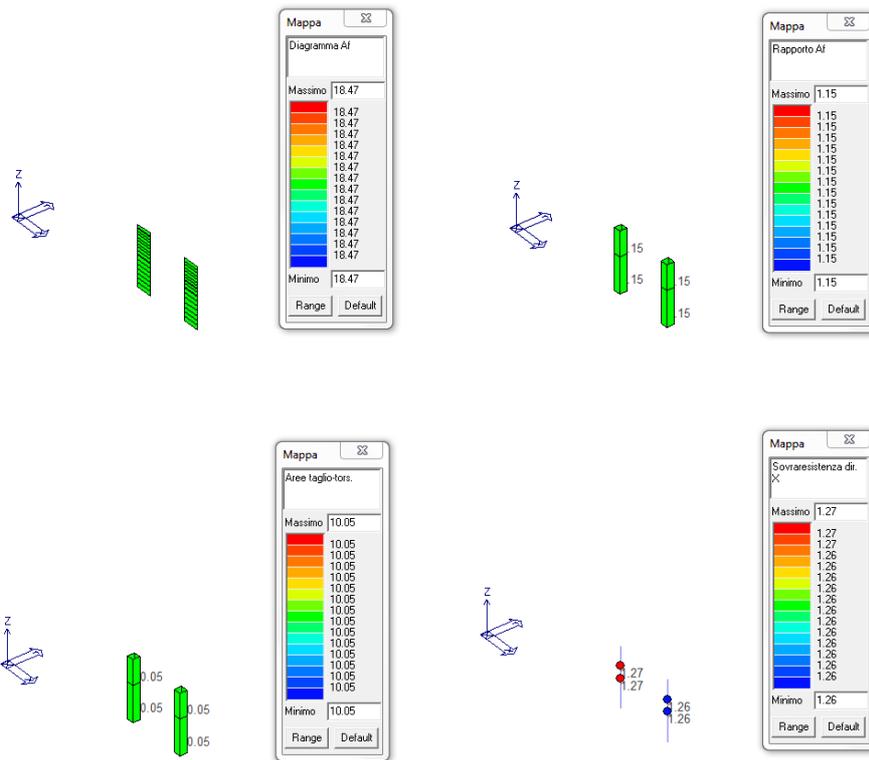
Stato di progetto pilastrini 400x400 mm



Nelle immagini sopra riportate si evidenziano alcune delle principali verifiche che di seguito si elencano:

- Verifica N/M;
- Rapporto  $x/d$ ;
- Verifica V/T;
- Fessure rare.

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

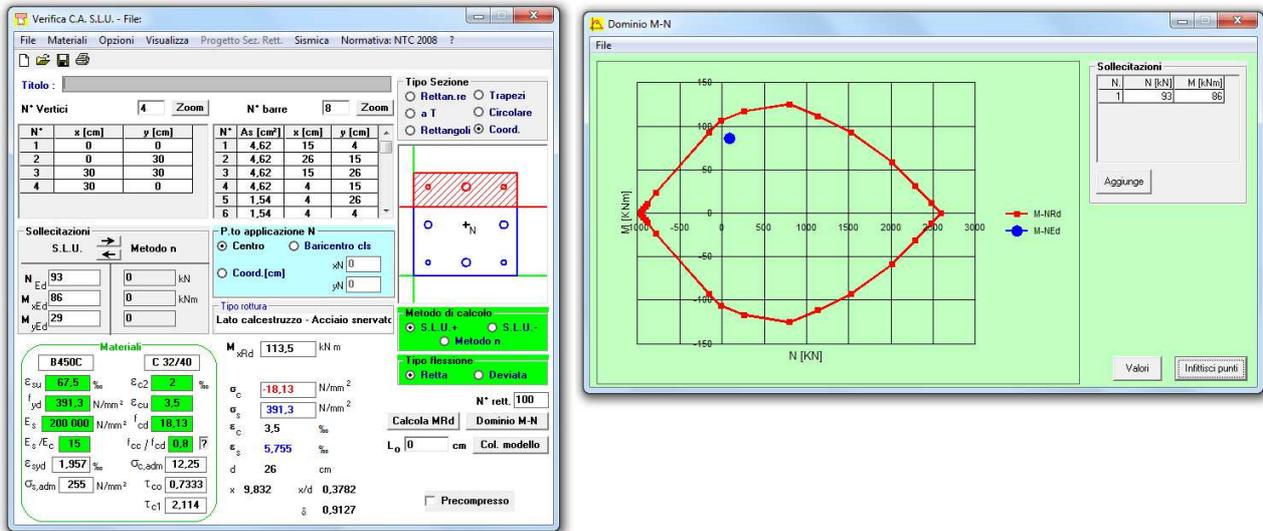


Nelle immagini sopra riportate si evidenziano alcune delle principali verifiche che di seguito si elencano:

- Diagramma  $A_f$ ;
- Diagramma  $A_t$ ;
- Rapporto  $A_f$ ;
- Area taglio-torsione.

### 9.2.3 Verifica manuale del pilastro

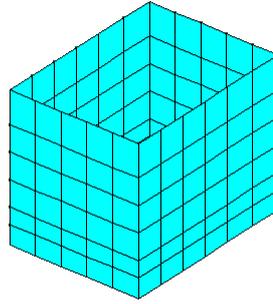
Si riporta la verifica dei pilastri 23 e 20 con la combinazione fondamentale dovuta ai soli carichi permanenti e accidentali (combo 9).



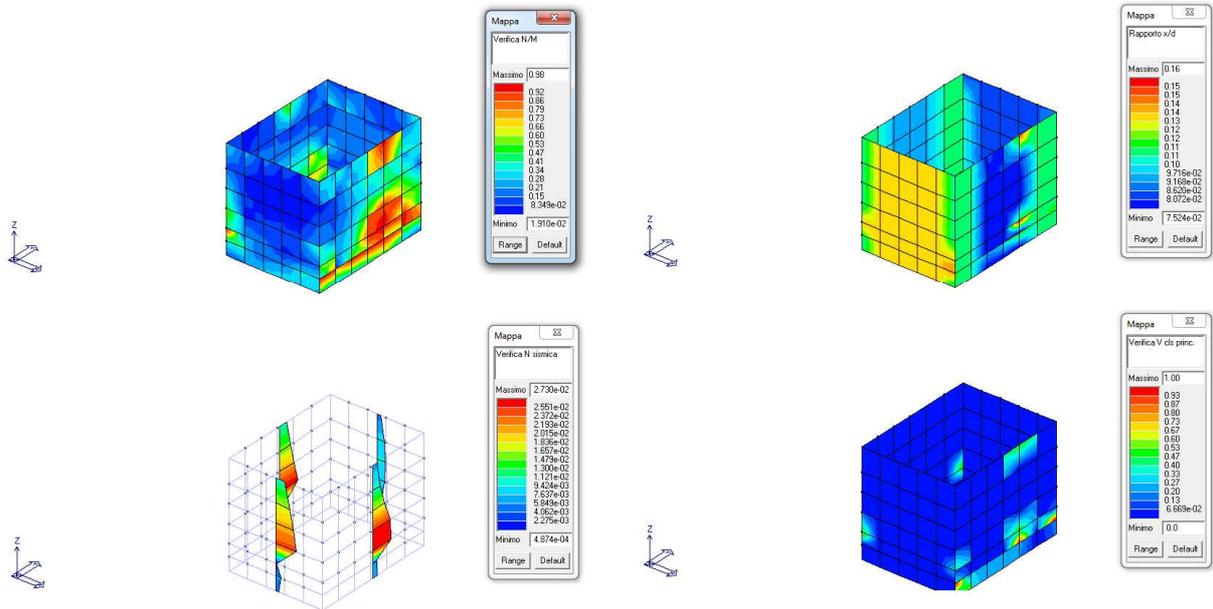
Si riportano di seguito le sollecitazioni più gravose che fanno riferimento al pilastro n° 29:

- $M_x = -86 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- $M_x = -29 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- $N = -93 \text{ kN}$

### 9.3 Verifica delle pareti sismiche



Stato di progetto pareti vasca antincendio



Nelle immagini sopra riportate si evidenziano alcune delle principali verifiche che di seguito si elencano:

- Verifica N/M;
- Rapporto x/d;
- Verifica N sismica;
- Verifica V cls.

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

Verifica C.A. S.L.U. - File: Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: \_\_\_\_\_

N° strati barre:  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	30	100	1	2,36	4
			2	2,36	96

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

**Materiali**  
**B450C** **C 32/40**  
 $\epsilon_{su}$  67,5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391,3 N/mm<sup>2</sup>  $\epsilon_{cu}$  3,5 ‰  
 $E_s$  200 000 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$  18,13  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0,9  
 $\epsilon_{syd}$  1,957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12,25  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$  0,7333  
 $\tau_{c1}$  2,114

**M**  $M_{Rd}$  88,33 kNm  
 $\sigma_c$  -18,13 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  391,3 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_c$  2,276 ‰  
 $\epsilon_s$  67,5 ‰  
 d 96 cm  
 x 3,132 x/d 0,03262  
 $\delta$  0,7

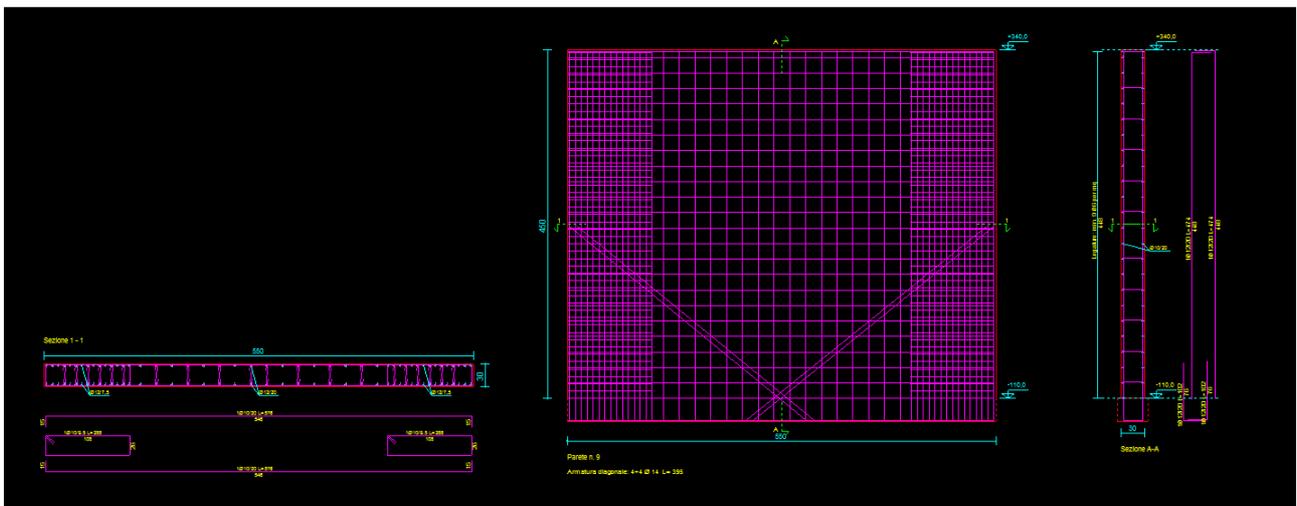
**Tipo rottura**  
 Lato acciaio - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U. +  S.L.U. -  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

N° rett. 100  
 Calcola MRd  Dominio M-N  
 L<sub>0</sub>  cm Col. modello

Precompresso



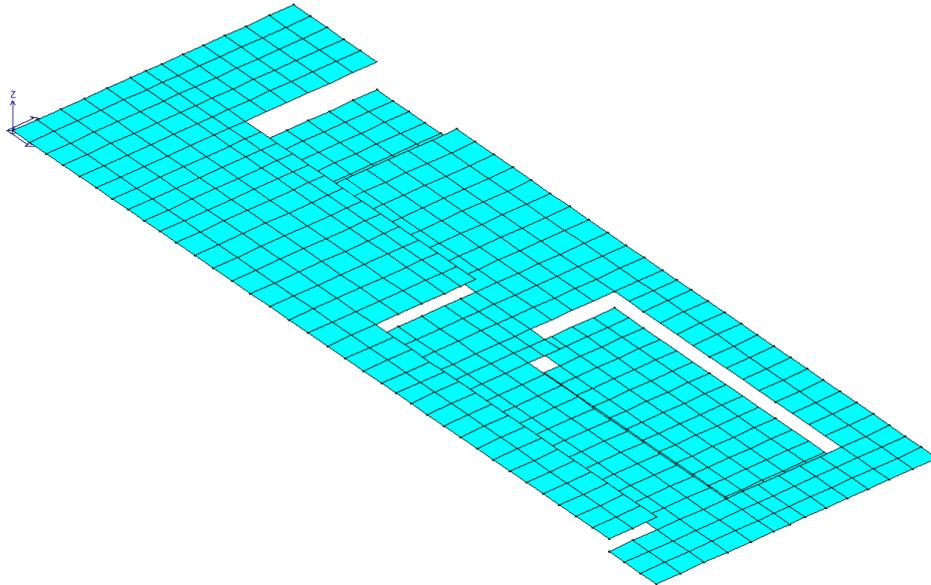
Tipologia armatura parete sismica

## 9.4 Verifica della fondazione

### 9.4.1 Verifica a flessione

#### Armatura Superiore ed inferiore

Per l'armatura superiore si è scelto di armare con  $\Phi 16$  passo 200 in entrambe le direzioni; in alcuni punti, si è dovuto infittire la maglia di armatura diminuendo il passo a 50 mm ed inserendo armatura  $\Phi 14$ . Si riportano in figura i rapporti di verifica a flessione della platea in cui si è utilizzato il momento sollecitante riportato al capitolo 8.4 della relazione. Con questo tipo di armatura la verifica risulta soddisfatta.



La verifica per l'armatura superiore ed inferiore nelle due direzioni risulta soddisfatta.

### 9.4.1.1 Verifica manuale a flessione

#### Verifica direzione 1

La sezione in esame è armata superiormente con  $\Phi 16$  passo 200 e inferiormente con  $\Phi 16$  passo 200 in direzione 1 e 2 (lungo asse X e Y globale). Il momento sollecitante massimo è inferiore a quello resistente e la verifica risulta soddisfatta.

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. The main window displays various input and output parameters for a structural analysis. The title bar indicates the file name and the software version. The menu bar includes options like 'File', 'Materiali', 'Opzioni', 'Visualizza', 'Progetto Sez. Rett.', 'Sismica', and 'Normativa: NTC 2008'. The main area is divided into several sections:

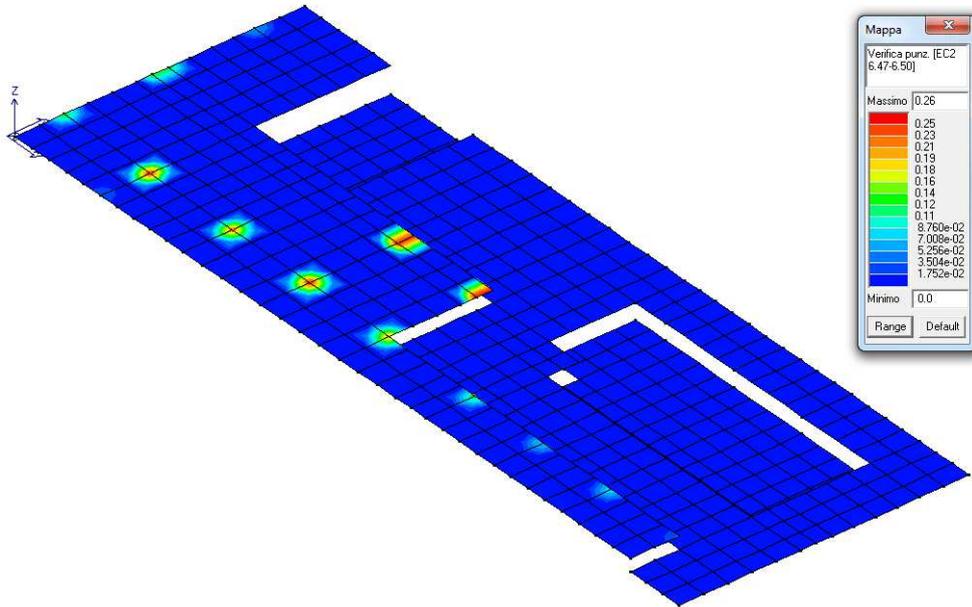
- Titolo:** A text field for the section title.
- N° strati barre:** A dropdown menu set to '2' with a 'Zoom' button.
- Table 1:**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30
- Table 2:**

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10,05	4
2	10,05	26
- Sollecitazioni:** A section for applying loads, with 'S.L.U.' selected and 'Metodo n' chosen.
- P.to applicazione N:** Options for 'Centro' (selected) and 'Baricentro cls', with 'Coord. [cm]' fields for xN and yN.
- Materiali:** A section for material properties, with 'B450C' and 'C 32/40' selected. It lists various material strengths and moduli.
- Metodo di calcolo:** Options for 'S.L.U. +', 'S.L.U. -', and 'Metodo n'.
- Tipo flessione:** Options for 'Retta' (selected) and 'Deviata'.
- Output Parameters:** A list of calculated values including  $M_{wRd}$  (99,49 kNm),  $\sigma_c$  (-18,13 N/mm²),  $\sigma_s$  (391,3 N/mm²),  $\epsilon_c$  (3,5 ‰),  $\epsilon_s$  (22,91 ‰),  $d$  (26 cm),  $x$  (3,446 x/d),  $x/d$  (0,1325), and  $\delta$  (0,7).
- Buttons:** 'Calcola MRd', 'Dominio M-N', 'L<sub>0</sub>' (0 cm), 'Col. modello', and 'Precompresso'.

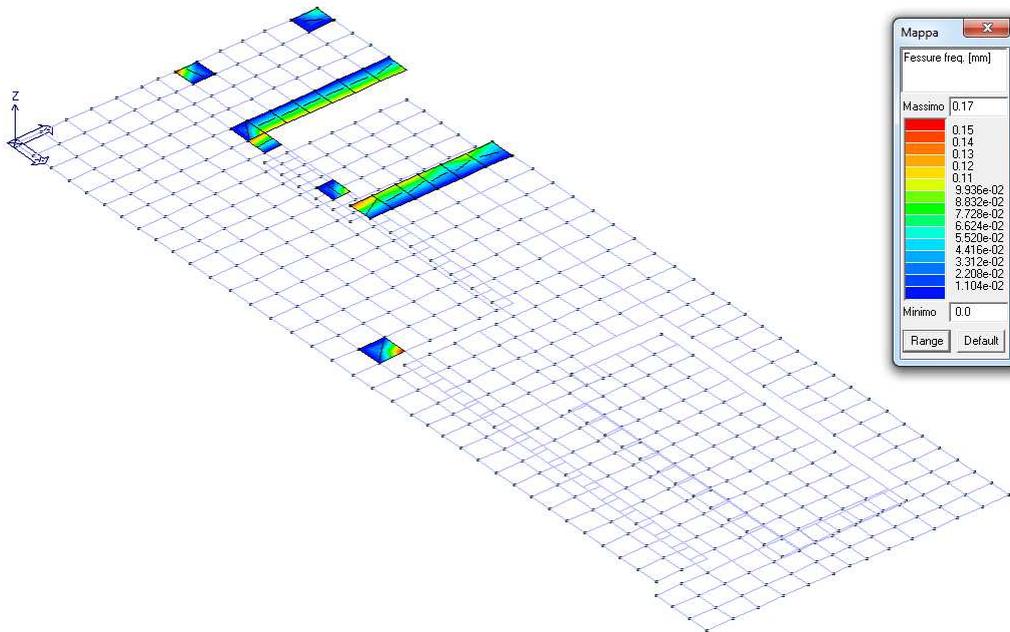
### 9.4.2 Verifica al punzonamento

L'armatura scelta per le zone di infittimento nelle aree più critiche risulta sufficiente per la verifica a punzonamento. In figura sono riportati i rapporti di verifica per ogni punto critico.

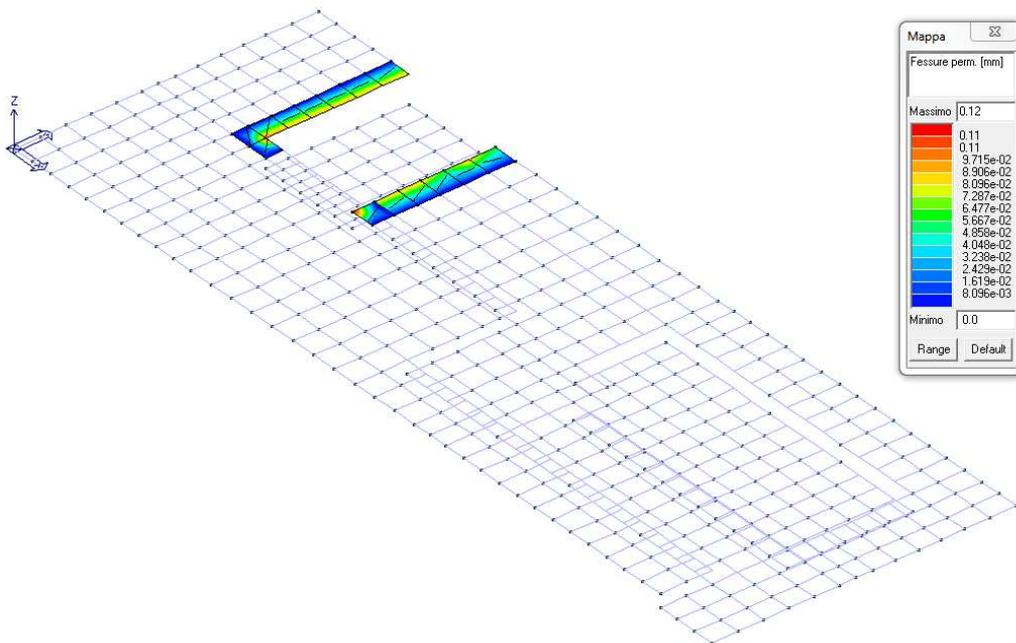


### 9.6.4 Verifica a Fessurazione

La verifica a fessurazione viene svolta secondo quanto riportato nelle NTC2018 e nella circolare del 21 gennaio 2019. L'apertura massima inferiore e superiore in entrambe le direzione per tutte le combinazioni risulta verificata essendo la massima apertura consentita  $w=0,30$  per la combinazione frequente e  $w=0,20$  per la combinazione quasi permanente.



Apertura fessure nella combinazione frequente



Apertura fessure nella combinazione quasi permanente

## 10. VERIFICA GEOTECNICA

### CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU TERRENI

Per la determinazione del carico limite del complesso terreno-fondazione (inteso come valore asintotico del diagramma carico-cedimento) si fa riferimento a due principali meccanismi di rottura: il "meccanismo generale" e quello di "punzonamento". Il primo è caratterizzato dalla formazione di una superficie di scorrimento: il terreno sottostante la fondazione rifluisce lateralmente e verso l'alto, conseguentemente il terreno circostante la fondazione è interessato da un meccanismo di sollevamento ed emersione della superficie di scorrimento. Il secondo meccanismo è caratterizzato dall'assenza di una superficie di scorrimento ben definita: il terreno sotto la fondazione si comprime ed in corrispondenza della superficie del terreno circostante la fondazione si osserva un abbassamento generalizzato. Quest'ultimo meccanismo non consente una precisa individuazione del carico limite in quanto la curva cedimenti-carico applicato non raggiunge mai un valore asintotico ma cresce indefinitamente. Vesic ha studiato il fenomeno della rottura per punzonamento assimilando il terreno ad un mezzo elasto-plastico e la rottura per carico limite all'espansione di una cavità cilindrica. In questo caso il fenomeno risulta retto da un indice di rigidezza " $I_r$ " così definito:

$$I_r = \frac{G}{c' + \sigma' \cdot \operatorname{tg}(\varphi)}$$

Per la determinazione del modulo di rigidezza a taglio si utilizzeranno le seguenti relazioni:

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)}; \quad E = E_{ed} \frac{1 - \nu - 2 \cdot \nu^2}{1 - \nu}; \quad \nu = \frac{k_0}{1 + k_0}; \quad k_0 = 1 - \operatorname{sen}(\varphi).$$

L'indice di rigidezza viene confrontato con l'indice di rigidezza critico " $I_{r,crit}$ ":

$$I_{r,crit} = \frac{e^{\left[ \left( 3.3 - 0.45 \cdot \frac{B}{L} \right) \cdot \operatorname{ctg} \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \right]}}{2}$$

La rottura per punzonamento del terreno di fondazione avviene quando l'indice di rigidezza è minore di quello critico. Tale teoria comporta l'introduzione di coefficienti correttivi all'interno della formula trinomia del carico limite detti "coefficienti di punzonamento" i quali sono funzione dell'indice di rigidezza, dell'angolo d'attrito e della geometria dell'elemento di fondazione. La loro espressione è la seguente:

- se  $I_r < I_{r,crit}$  si ha :

$$\Psi_\gamma = \Psi_q = e^{\left[ \left( 0.6 \cdot \frac{B}{L} - 4.4 \right) \cdot \operatorname{tg}(\varphi) + \frac{3.07 \cdot \operatorname{sen}(\varphi) \cdot \log_{10}(2 \cdot I_r)}{1 + \operatorname{sen}(\varphi)} \right]} \quad \text{se } \varphi = 0 \Rightarrow \Psi_\gamma = \Psi_q = 1$$

$$\Psi_c = \Psi_q - \frac{1 - \Psi_q}{N_c \cdot \operatorname{tg}(\varphi)} \quad \text{se } \varphi = 0 \Rightarrow \Psi_c = 0.32 + 0.12 \cdot \frac{B}{L} + 0.6 \cdot \log_{10}(I_r)$$

- se  $I_r > I_{r,crit}$  si ha che  $\Psi_\gamma = \Psi_q = \Psi_c = 1$ .

Il significato dei simboli adottati nelle equazioni sopra riportate è il seguente:

- $E_{ed}$  modulo edometrico del terreno sottostante la fondazione
- $\nu$  coefficiente di Poisson del terreno sottostante la fondazione
- $k_0$  coefficiente di spinta a riposo del terreno sottostante la fondazione

- $\varphi$       angolo d'attrito efficace del terreno sottostante il piano di posa
- $c'$       coesione (espressa in termini di tensioni efficaci)
- $\sigma'$     tensione litostatica effettiva a profondità  $D+B/2$
- $L$       luce delle singole travi di fondazione
- $D$       profondità del piano di posa della fondazione a partire dal piano campagna
- $B$       larghezza della trave di fondazione

Definito il meccanismo di rottura, il calcolo del carico limite viene eseguito modellando il terreno come un mezzo rigido perfettamente plastico con la seguente espressione:

$$q_{ult} = \gamma_1 \cdot D \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot \Psi_q + c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot \Psi_c + \gamma_2 \cdot \frac{B}{2} \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot \Psi_{\gamma} \cdot r_{\gamma}$$

Il significato dei termini presenti nella relazione trinomia sopra riportata è il seguente:

- $N_q, N_c, N_{\gamma}$ ,      fattori adimensionali di portanza funzione dell'angolo d'attrito interno  $\varphi$  del terreno
- $s_q, s_c, s_{\gamma}$ ,      coefficienti che rappresentano il fattore di forma
- $d_q, d_c, d_{\gamma}$ ,      coefficienti che rappresentano il fattore dell'approfondimento
- $i_q, i_c, i_{\gamma}$ ,      coefficienti che rappresentano il fattore di inclinazione del carico
- $\gamma_1$       peso per unità di volume del terreno sovrastante il piano di posa
- $\gamma_2$       peso per unità di volume del terreno sottostante il piano di posa

Per fondazioni aventi larghezza modesta si dimostra che il terzo termine non aumenta indefinitamente e per valori elevati di "B", sia secondo Vesic che secondo de Beer, il valore limite è prossimo a quello di una fondazione profonda. Bowles per fondazioni di larghezza maggiore di 2.00 metri propone il seguente fattore riduttivo:

$$r_{\gamma} = 1 - 0.25 \cdot \log_{10} \left( \frac{B}{2} \right) \quad \text{dove "B" va espresso in metri.}$$

Questa relazione risulta particolarmente utile per fondazioni larghe con rapporto D/B basso (platee e simili), caso nel quale il terzo termine dell'equazione trinomia è predominante.

Nel caso di carico eccentrico Meyerhof consiglia di ridurre le dimensioni della superficie di contatto ( $A_f$ ) tra fondazione e terreno (B, L) in tutte le formule del calcolo del carico limite. Tale riduzione è espressa dalle seguenti relazioni:

$$B_{rid} = B - 2 \cdot e_B \quad L_{rid} = L - 2 \cdot e_L \quad \text{dove } e_B, e_L \text{ sono le eccentricità relative alle dimensioni in esame.}$$

L'equazione trinomia del carico limite può essere risolta secondo varie formulazioni, di seguito si riportano quelle che sono state implementate:

*Formulazione di Vesic (1975)*

$$N_q = tg^2 \left( \frac{90^\circ + \varphi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot tg(\varphi)} \quad N_{\gamma} = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot tg(\varphi) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot ctg(\varphi)$$

- se  $\varphi \neq 0$  si ha:

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \operatorname{tg}(\varphi) \quad s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L} \quad s_c = 1 + \frac{N_q \cdot B}{N_c \cdot L}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \operatorname{tg}(\varphi) \cdot (1 - \operatorname{sen}(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = \operatorname{arctg}\left(\frac{D}{B}\right)$$

$$i_q = \left[ 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \operatorname{ctg}(\varphi)} \right]^m \quad i_\gamma = \left[ 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \operatorname{ctg}(\varphi)} \right]^{m+1} \quad i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$\text{dove: } m = m_B = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}} \quad m = m_L = \frac{2 + \frac{L}{B}}{1 + \frac{L}{B}}$$

- se  $\varphi = 0$  si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

Si ricorda che per le relazioni sopra riportate nel caso in cui  $\varphi = 0 \Rightarrow N_q = 1.0, N_\gamma = 1.0$  e  $N_c = 2 + \pi$ .

Il significato dei termini presenti nelle relazioni su descritte è il seguente:

- V componente verticale del carico agente sulla fondazione
- H componente orizzontale del carico agente sulla fondazione (sia lungo B che lungo L)
- $c_a$  adesione fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% della coesione)
- $\alpha_1, \alpha_2$  esponenti di potenza che variano tra 2 e 5

Nel caso in cui il cuneo di fondazione sia interessato da falda idrica il valore di  $\gamma_2$  nella formula trinomia assume la seguente espressione:

$$\gamma_2 = \frac{\gamma \cdot z + \gamma_{sat} \cdot (h_c - z)}{h_c} \quad h_c = \frac{B}{2} \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{90 + \varphi}{2}\right)$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- $\gamma$  peso per unità di volume del terreno sottostante il piano di posa
- $\gamma_{sat}$  peso per unità di volume saturo del terreno sottostante il piano di posa
- $z$  profondità della falda dal piano di posa
- $h_c$  altezza del cuneo di rottura della fondazione

Tutto ciò che è stato detto sopra è valido nell'ipotesi di terreno con caratteristiche geotecniche omogenee. Nella realtà i terreni costituenti il piano di posa delle fondazioni sono quasi sempre composti, o comunque riconducibili, a formazioni di terreno omogenee di spessore variabile che si sovrappongono (caso di terreni stratificati). In queste condizioni i parametri vengono determinati con la seguente procedura:

- viene determinata l'altezza del cuneo di rottura in funzione delle caratteristiche geotecniche degli strati attraversati; quindi si determinano il numero degli strati interessati da esso
- in corrispondenza di ogni superficie di separazione, partendo da quella immediatamente sottostante il piano di posa della fondazione, fino a raggiungere l'altezza del cuneo di rottura, viene determinata la capacità portante di ogni singolo strato come somma di due valori: il primo dato dall'applicazione della formula trinomia alla quota  $i$ -esima dello strato; il secondo dato dalla resistenza al punzonamento del terreno sovrastante lo strato in esame
- il minimo di questi due valori sarà assunto come valore massimo della capacità portante della fondazione stratificata

Si può formulare il procedimento anche in forma analitica:

$$q'_{ult} = [q''_{ult} + q_{resT}]_{\min} = \left[ q''_{ult} + \frac{p}{A_f} (P_V \cdot K_s \cdot \operatorname{tg}(\varphi) + d \cdot c) \right]_{\min}$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- $q''_{ult}$  carico limite per un'ipotetica fondazione posta alla quota dello strato interessato
- $p$  perimetro della fondazione
- $P_V$  spinta verticale del terreno dal piano di posa allo strato interessato
- $K_s$  coefficiente di spinta laterale del terreno
- $d$  distanza dal piano di posa allo strato interessato

#### VERIFICA A ROTTURA PER SCORRIMENTO DI FONDAZIONI SUPERFICIALI

Se il carico applicato alla base della fondazione non è normale alla stessa bisogna effettuare anche una verifica per rottura a scorrimento. Rispetto al collasso per scorrimento la resistenza offerta dal sistema fondale viene valutata come somma di due componenti: la prima derivante dall'attrito fondazione-terreno, la seconda derivante dall'adesione. In generale, oltre a queste due componenti, può essere tenuto in conto anche l'effetto della spinta passiva del terreno di ricoprimento esercita sulla fondazione fino ad un massimo del 30%. La formulazione analitica della verifica può essere esposta nel seguente modo:

$$T_{Sd} \leq T_{Rd} = N_{Sd} \cdot \operatorname{tg}(\delta) + A_f \cdot c_a + S_p \cdot f_{Sp}$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- $T_{Sd}$  componente orizzontale del carico agente sulla fondazione (sia lungo B che lungo L)
- $N_{Sd}$  componente verticale del carico agente sulla fondazione
- $c_a$  adesione fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% della coesione)
- $\delta$  angolo d'attrito fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% della coesione)
- $S_p$  spinta passiva del terreno di ricoprimento della fondazione
- $f_{Sp}$  percentuale di partecipazione della spinta passiva
- $A_f$  superficie di contatto del piano di posa della fondazione

La verifica deve essere effettuata sia per componenti taglianti parallele alla base della fondazione che per quelle ortogonali.

**DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI INDOTTE NEL TERRENO**

Ai fini del calcolo dei cedimenti è essenziale conoscere lo stato tensionale indotto nel terreno a varie profondità da un carico applicato in superficie. Tale determinazione viene eseguita ipotizzando che il terreno si comporti come un mezzo continuo, elastico-lineare, omogeneo e isotopo. Tale assunzione, utilizzata per la determinazione della variazione delle tensioni verticali dovuta all'applicazione di un carico in superficie, è confortata dalla letteratura (Morgenstern e Phukan) perché la non linearità del materiale poco influenza la distribuzione delle tensioni verticali. Per ottenere un profilo verticale di pressioni si possono utilizzare tre metodi di calcolo: quello di Boussinesq, quello di Westergaard oppure quello di Mindlin; tutti basati sulla teoria del continuo elastico. Il metodo di Westergaard differisce da quello di Boussinesq per la presenza del coefficiente di Poisson "ν", quindi si adatta meglio ai terreni stratificati. Il metodo di Mindlin differisce dai primi due per la possibilità di posizionare il carico all'interno del continuo elastico mentre i primi due lo pongono esclusivamente sulla frontiera quindi si presta meglio al caso di fondazioni molto profonde. Nel caso di fondazioni poste sulla frontiera del continuo elastico il metodo di Mindlin risulta equivalente a quello di Boussinesq. Le espressioni analitiche dei tre metodi di calcolo sono:

$$\text{Boussinesq} \Rightarrow \Delta\sigma_v = \frac{3 \cdot Q \cdot z^3}{2 \cdot \pi \cdot (r^2 + z^2)^{\frac{5}{2}}} \quad \text{Westergaard} \Rightarrow \Delta\sigma_v = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot z^2} \cdot \frac{\sqrt{1-2 \cdot \nu}}{\left(\frac{1-2 \cdot \nu}{2-2 \cdot \nu} + \frac{r^2}{z^2}\right)^{\frac{3}{2}}}$$

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

- $Q$       carico puntiforme applicato sulla frontiera del mezzo
- $r$       proiezione orizzontale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame
- $z$       proiezione verticale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame

$$\text{Mindlin} \Rightarrow \Delta\sigma_v = \frac{Q}{8 \cdot \pi \cdot (1-\nu) \cdot D^2} \left( \begin{array}{l} \frac{(1-2 \cdot \nu) \cdot (m-1)}{A^3} + \frac{(1-2 \cdot \nu) \cdot (m-1)}{B^3} - \frac{3 \cdot (m-1)^3}{A^5} - \frac{30 \cdot m \cdot (m+1)^3}{B^7} \\ - \frac{3 \cdot (3-4 \cdot \nu) \cdot m \cdot (m+1)^2 - 3 \cdot (m+1) \cdot (5 \cdot m-1)}{B^5} \end{array} \right)$$

$$n = \frac{r}{D}; \quad m = \frac{z}{D}; \quad A^2 = n^2 + (m-1)^2; \quad B^2 = n^2 + (m+1)^2$$

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

- $Q$       carico puntiforme applicato sulla frontiera o all'interno del mezzo
- $D$       proiezione verticale della distanza del punto di applicazione del carico dalla frontiera del mezzo
- $r$       proiezione orizzontale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame
- $z$       proiezione verticale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame

Basandosi sulle ben note equazioni ricavate per un carico puntiforme, l'algoritmo implementato esegue un'integrazione delle equazioni di cui sopra lungo la verticale di ogni punto notevole degli elementi fondali estesa a tutte le aree di carico presenti sulla superficie del terreno; questo consente di determinare la variazione dello stato tensionale verticale " $\Delta\sigma_v$ ". Bisogna sottolineare che, nel caso di pressione, " $Q$ " va definito come "pressione netta", ossia la pressione in eccesso rispetto a quella geostatica esistente che può essere sopportata con sicurezza alla profondità " $D$ " del piano di posa delle fondazioni. Questo perché i cedimenti sono causati solo da incrementi netti di pressione che si aggiungono all'esistente pressione geostatica.

#### CALCOLO DEI CEDIMENTI DELLA FONDAZIONE

La determinazione dei cedimenti delle fondazioni assume una rilevanza notevole per il manufatto da realizzarsi, in special modo nella fase di esercizio. Nell'evolversi della fase di cedimento il terreno passa da uno stato di sforzo corrente dovuto al peso proprio ad uno nuovo dovuto all'effetto del carico addizionale applicato. Questa variazione dello stato tensionale produce una serie di movimenti di rotolamento e scorrimento relativo tra i granuli del terreno, nonché deformazioni elastiche e rotture delle particelle costituenti il mezzo localizzate in una limitata zona d'influenza a ridosso dell'area di carico. L'insieme di questi fenomeni costituisce il cedimento che nel caso in esame è verticale. Nonostante la frazione elastica sia modesta, l'esperienza ha dimostrato che ai fini del calcolo dei cedimenti modellare il terreno come materiale pseudoelastico permette di ottenere risultati soddisfacenti. In letteratura sono descritti diversi metodi per il calcolo dei cedimenti ma si ricorda che, qualunque sia il metodo di calcolo, la determinazione del valore del cedimento deve intendersi come la miglior stima delle deformazioni subite dal terreno da attendersi all'applicazione dei carichi. Nel seguito vengono descritte le teorie implementate:

Metodo edometrico, che si basa sulla nota relazione:

$$w_{ed} = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta\sigma_{v,i}}{E_{ed,i}} \cdot \Delta z_i$$

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

- $\Delta\sigma_{v,i}$  variazione dello stato tensionale verticale alla profondità " $z_i$ " dello strato  $i$ -esimo per l'applicazione del carico
- $E_{ed,i}$  modulo edometrico del terreno relativo allo strato  $i$ -esimo
- $\Delta z_i$  spessore dello strato  $i$ -esimo

Si ricorda che questo metodo si basa sull'ipotesi edometrica quindi l'accuratezza del risultato è maggiore quando il rapporto tra lo spessore dello strato deformabile e la dimensione in pianta delle fondazioni è ridotto, tuttavia il metodo edometrico consente una buona approssimazione anche nel caso di strati deformabili di spessore notevole.

Metodo dell'elasticità, che si basa sulle note relazioni:

$$w_{Imp.} = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta\sigma_{v,i}}{E_i} \cdot \Delta z_i \quad w_{Lib.} = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta\sigma_{v,i}}{E_i} \cdot \frac{1-2 \cdot \nu^2}{1-\nu} \cdot \Delta z_i$$

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

- $w_{Imp.}$  cedimento in condizioni di deformazione laterale impedita
- $w_{Lib.}$  cedimento in condizioni di deformazione laterale libera
- $\Delta\sigma_{v, i}$  variazione stato tensionale verticale alla profondità " $z_i$ " dello strato  $i$ -esimo per l'applicazione del carico
- $E_i$  modulo elastico del terreno relativo allo strato  $i$ -esimo
- $\Delta z_i$  spessore dello strato  $i$ -esimo

La doppia formulazione adottata consente di ottenere un intervallo di valori del cedimento elastico per la fondazione in esame (valore minimo per  $w_{Imp.}$  e valore massimo per  $w_{Lib.}$ ).

#### SIMBOLOGIA ADOTTATA NEI TABULATI DI CALCOLO

Per maggior chiarezza nella lettura dei tabulati di calcolo viene riportata la descrizione dei simboli principali utilizzati nella stesura degli stessi. Per comodità di lettura la legenda è suddivisa in paragrafi con la stessa modalità in cui sono stampati i tabulati di calcolo.

*Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni superficiali per tipologie travi e plinti superficiali:*

- Indice Strat. indice della stratigrafia associata all'elemento
- Prof. Fon. profondità del piano di posa dell'elemento a partire dal piano campagna
- Base larghezza della sezione trasversale dell'elemento
- Altezza altezza della sezione trasversale dell'elemento
- Lung. Elem. dimensione dello sviluppo longitudinale dell'elemento
- Lung. Travata nel caso l'elemento appartenga ad un macroelemento, rappresenta la dimensione dello sviluppo longitudinale del macroelemento

*per tipologia platea:*

- Indice Strat. indice della stratigrafia associata all'elemento
- Prof. Fon. profondità del piano di posa dell'elemento dal piano campagna
- Dia. Eq. diametro del cerchio equivalente alla superficie dell'elemento
- Spessore spessore dell'elemento
- Superficie superficie dell'elemento
- Vert. Elem. Numero dei vertici che costituiscono l'elemento
- Macro nel caso l'elemento appartenga ad un macroelemento, rappresenta il numero del macroelemento

Nel caso si avesse scelto di determinare la portanza anche per gli elementi platea è presente un ulteriore riga nella quale sono riportate le caratteristiche geometriche del plinto equivalente alla macro/platea in esame.

*Dati di carico degli elementi costituenti le fondazioni superficiali*

*per tipologie travi e plinti superficiali:*

- Cmb numero della combinazione di carico

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

- Tipologia        tipologia della combinazione di carico
- Sismicaflag per l'applicazione della riduzione sismica alle caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione per la combinazione di carico in esame
- Ecc. B eccentricità del carico normale agente sul piano di fondazione in direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento
- Ecc. L eccentricità del carico normale agente sul piano di fondazione in direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento
- S.Taglio B        sforzo di taglio agente sul piano di fondazione in direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento
- S.Taglio L        sforzo di taglio agente sul piano di fondazione in direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento
- S.Normale        carico normale agente sul piano di fondazione
- T.T.min        minimo valore della distribuzione tensionale di contatto tra terreno ed elemento fondale
- T.T.max        massimo valore della distribuzione tensionale di contatto tra terreno ed elemento fondale

*per tipologia platea:*

- Cmb    numero della combinazione di carico
- Tipologia        tipologia della combinazione di carico
- Sismicaflag per l'applicazione della riduzione sismica alle caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione per la combinazione di carico in esame
- Press. N1        tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 1 dell'elemento
- Press. N2        tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 2 dell'elemento
- Press. N3        tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 3 dell'elemento
- Press. N4        tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 4 dell'elemento
- S.Taglio X        sforzo di taglio agente sul piano di fondazione in direzione parallela all'asse X del riferimento globale
- S.Taglio Y        sforzo di taglio agente sul piano di fondazione in direzione parallela all'asse Y del riferimento globale

Nel caso si avesse scelto di determinare la portanza anche per gli elementi platea è presente un'ulteriore riga nella quale sono riportate le macroazioni (integrale delle azioni applicate sui singoli elementi che compongono la platea) agenti sul plinto equivalente alla macro/platea in esame.

*Valori di calcolo della portanza per fondazioni superficiali*

- Cmb    numero della combinazione di carico

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

- $Q_{lim}$  capacità portante totale data dalla somma di  $Q_{lim\ q}$ ,  $Q_{lim\ g}$ ,  $Q_{lim\ c}$  e di  $Q_{res\ P}$  (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla portanza ammissibile)
- $Q_{lim\ q}$  termine relativo al sovraccarico della formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile)
- $Q_{lim\ g}$  termine relativo alla larghezza della base di fondazione della formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile)
- $Q_{lim\ c}$  termine relativo alla coesione della formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile)
- $Q_{res\ P}$  termine relativo alla resistenza al punzonamento del terreno sovrastante lo strato di rottura. Diverso da zero solo nel caso di terreni stratificati dove lo strato di rottura è diverso dal primo (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile)
- $Q_{max} / Q_{lim}$  rapporto tra il massimo valore della distribuzione tensionale di contatto tra terreno ed elemento fondale ed il valore della capacità portante (verifica positiva se il rapporto è  $< 1.0$ ).
- $T_{Blim}$  valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento
- $T_B / T_{Blim}$  rapporto tra lo sforzo di taglio agente ed il valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento (verifica positiva se il rapporto è  $< 1.0$ )
- $T_{Llim}$  valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento
- $T_L / T_{Llim}$  rapporto tra lo sforzo di taglio agente ed il valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento (verifica positiva se il rapporto è  $< 1.0$ )
- Sgm. Lt. tensione litostatica agente alla quota del piano di posa dell'elemento fondale

Nel caso si avesse scelto di determinare la portanza anche per gli elementi platea è presente un'ulteriore riga nella quale sono riportate le verifiche di portanza del plinto equivalente alla macro/platea in esame.

*Valori di calcolo dei cedimenti per fondazioni superficiali*

- $C_{mb}$  numero della combinazione di carico e tipologia
- $N_{odo}$  vertice dell'elemento in cui viene calcolato il cedimento
- $Car. Netto$  valore del carico netto applicato sulla superficie del terreno
- $Cedimento/i$  valore del cedimento (nel caso di calcolo di cedimenti elastici i valori riportati sono due, il primo corrisponde al cedimento  $w_{Imp.}$ , mentre il secondo al cedimento  $w_{Lib.}$ )

### **PARAMETRI DI CALCOLO**

Metodi di calcolo della portanza per fondazioni superficiali:

- Per terreni sciolti: Vesic
- Per terreni lapidei: Terzaghi

Fattori utilizzati per il calcolo della portanza per fondazioni superficiali :

- Riduzione dimensioni per eccentricità: si

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

- Fattori di forma della fondazione: si
- Fattori di profondità del piano di posa: si
- Fattori di inclinazione del carico: si
- Fattori di punzonamento (Vesic): si
- Fattore riduzione effetto piastra (Bowles): si
- Fattore di riduzione dimensione Base equivalente platea: 20,0 %
- Fattore di riduzione dimensione Lunghezza equivalente platea: 20,0 %

Coefficienti parziali di sicurezza per Tensioni Ammissibili, SLE nel calcolo della portanza per fondazioni superficiali:

- Coeff. parziale di sicurezza  $F_c$  (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza  $F_q$  (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza  $F_g$  (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza  $F_c$  (sismico): 3,00
- Coeff. parziale di sicurezza  $F_q$  (sismico): 3,00
- Coeff. parziale di sicurezza  $F_g$  (sismico): 3,00

Combinazioni di carico:

APPROCCIO PROGETTUALE TIPO 2 - Comb. (A1+M1+R3)

Coefficienti parziali di sicurezza per SLU nel calcolo della portanza per fondazioni superficiali :

I coeff. A1 risultano combinati secondo lo schema presente nella relazione di calcolo della struttura.

- Coeff. M1 per  $\tan \phi$  (statico): 1
- Coeff. M1 per  $c'$  (statico): 1
- Coeff. M1 per  $C_u$  (statico): 1
- Coeff. M1 per  $\tan \phi$  (sismico): 1
- Coeff. M1 per  $c'$  (sismico): 1
- Coeff. M1 per  $C_u$  (sismico): 1
  
- Coeff. R3 capacità portante (statico e sismico): 2,30
- Coeff. R3 scorrimento (statico e sismico): 1,10

Parametri per la verifica a scorrimento delle fondazioni superficiali:

- Fattore per l'adesione ( $6 < C_a < 10$ ): 8
- Fattore per attrito terreno-fondazione ( $5 < \Delta < 10$ ): 7
- Frazione di spinta passiva  $f_{Sp}$ : 30,00 %
- Coeff. resistenza sulle sup. laterali: 1,30

Metodi e parametri per il calcolo dei cedimenti delle fondazioni superficiali:

- Metodo di calcolo tensioni superficiali: Boussinesq
- Modalità d'interferenza dei bulbi tensionali: sovrapposizione dei bulbi
- Metodo di calcolo dei cedimenti del terreno: cedimenti edometrici

**ARCHIVIO STRATIGRAFIE**

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

Indice / Descrizione: 001 / Nuova stratigrafia n. 1

Numero strati: 3

Profondità falda: 153,00 cm

Strato n.	Quota di riferimento	Spessore	Indice / Descrizione terreno	Attrito Neg.
1	da 0,0 a -600,0 cm	600,0 cm	002 / Toutu Venant	Assente
2	da -600,0 a -800,0 cm	200,0 cm	001 / Sabbia limosa compatta	Assente
3	da -800,0 a -1500,0 cm	700,0 cm	003 / Argilla dura	Assente

**ARCHIVIO TERRENI**

Indice / Descrizione terreno: 002 / Toutu Venant

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec.	Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm <sup>3</sup>	daN/cm <sup>3</sup>	Gradi°	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	%	%	
1,800 E-3	2,100 E-3	35,000	0,000	223,480	300,000	60,0	0,299	1,00	

Indice / Descrizione terreno: 001 / Sabbia limosa compatta

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec.	Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm <sup>3</sup>	daN/cm <sup>3</sup>	Gradi°	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	%	%	
1,600 E-3	2,000 E-3	26,000	0,050	89,250	150,000	60,0	0,360	0,95	

Indice / Descrizione terreno: 003 / Argilla dura

Comportamento del terreno: condizione non drenata

Peso Spec.	P. Spec.	Sat.	Coes.non dren.	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm <sup>3</sup>	daN/cm <sup>3</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	%	%	
2,000 E-3	2,100 E-3	1,500	200,000	200,000	60,0	0,500	0,45	

**DATI GEOMETRICI DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LE FONDAZIONI SUPERFICIALI**

Elemento n.	Tipologia	Id.Strat.	Prof. Fon. cm	Dia. Eq. cm	Spessore cm	Superficie cm <sup>2</sup>	Vertici n. per elem.	Macro n.
Platea n. 1	Platea	001	130.000	83.873	30.000	5525.000	4	1
Platea n. 2	Platea	001	130.000	83.873	30.000	5525.000	4	1
Platea n. 3	Platea	001	130.000	83.873	30.000	5525.000	4	1
Platea n. 4	Platea	001	130.000	83.873	30.000	5525.000	4	1
Platea n. 5	Platea	001	130.000	83.873	30.000	5525.000	4	1
Platea n. 6	Platea	001	130.000	83.873	30.000	5525.000	4	1
Platea n. 7	Platea	001	130.000	83.873	30.000	5525.000	4	1
Platea n. 8	Platea	001	130.000	83.873	30.000	5525.000	4	1
Platea n. 9	Platea	001	130.000	83.873	30.000	5525.000	4	1
Platea n. 10	Platea	001	130.000	83.873	30.000	5525.000	4	1
Platea n. 11	Platea	001	130.000	83.873	30.000	5525.000	4	1
Platea n. 12	Platea	001	130.000	83.873	30.000	5525.000	4	1
Platea n. 13	Platea	001	130.000	83.873	30.000	5525.000	4	1
Platea n. 14	Platea	001	130.000	83.873	30.000	5525.000	4	1
Platea n. 15	Platea	001	130.000	83.873	30.000	5525.000	4	1
Platea n. 16	Platea	001	130.000	83.873	30.000	5525.000	4	1
Platea n. 17	Platea	001	130.000	83.873	30.000	5525.000	4	1
Platea n. 18	Platea	001	130.000	83.873	30.000	5525.000	4	1
Platea n. 19	Platea	001	130.000	83.873	30.000	5525.000	4	1
Platea n. 20	Platea	001	130.000	83.873	30.000	5525.000	4	1
Platea n. 21	Platea	001	130.000	83.873	30.000	5525.000	4	1
Platea n. 22	Platea	001	130.000	83.873	30.000	5525.000	4	1
Platea n. 23	Platea	001	130.000	83.873	30.000	5525.000	4	1



**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

Platea n. 101	Platea	001	125.000	102.179	30.000	8200.000	4	2
Platea n. 102	Platea	001	125.000	102.179	30.000	8200.000	4	2
Platea n. 103	Platea	001	125.000	102.179	30.000	8200.000	4	2
Platea n. 104	Platea	001	125.000	102.179	30.000	8200.000	4	2
Platea n. 105	Platea	001	125.000	102.179	30.000	8200.000	4	2
Platea n. 106	Platea	001	125.000	102.179	30.000	8200.000	4	2
Platea n. 107	Platea	001	125.000	102.179	30.000	8200.000	4	2
Platea n. 108	Platea	001	125.000	102.179	30.000	8200.000	4	2
Platea n. 109	Platea	001	125.000	102.179	30.000	8200.000	4	2
Platea n. 110	Platea	001	125.000	102.179	30.000	8200.000	4	2
Platea n. 173	Platea	001	65.000	101.971	30.000	8166.675	4	13
Platea n. 174	Platea	001	65.000	101.971	30.000	8166.650	4	13
Platea n. 175	Platea	001	65.000	101.971	30.000	8166.675	4	13
Platea n. 176	Platea	001	65.000	101.971	30.000	8166.675	4	13
Platea n. 177	Platea	001	65.000	101.971	30.000	8166.650	4	13
Platea n. 178	Platea	001	65.000	101.971	30.000	8166.675	4	13
Platea n. 179	Platea	001	65.000	107.180	30.000	9022.226	4	13
Platea n. 180	Platea	001	65.000	107.180	30.000	9022.214	4	13
Platea n. 181	Platea	001	65.000	107.180	30.000	9022.226	4	13
Platea n. 182	Platea	001	65.000	96.078	30.000	7249.999	4	13
Platea n. 183	Platea	001	65.000	96.078	30.000	7249.999	4	13
Platea n. 184	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.666	4	13
Platea n. 185	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.666	4	13
Platea n. 186	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.666	4	13
Platea n. 187	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.666	4	13
Platea n. 188	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.666	4	13
Platea n. 189	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.666	4	13
Platea n. 190	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.666	4	13
Platea n. 191	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.666	4	13
Platea n. 192	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.666	4	13
Platea n. 193	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.666	4	13
Platea n. 194	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.666	4	13
Platea n. 195	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.666	4	13
Platea n. 196	Platea	001	65.000	100.257	30.000	7894.452	4	13
Platea n. 197	Platea	001	65.000	100.257	30.000	7894.428	4	13
Platea n. 198	Platea	001	65.000	100.257	30.000	7894.452	4	13
Platea n. 199	Platea	001	65.000	107.180	30.000	9022.229	4	13
Platea n. 200	Platea	001	65.000	107.180	30.000	9022.216	4	13
Platea n. 201	Platea	001	65.000	107.180	30.000	9022.229	4	13
Platea n. 202	Platea	001	65.000	96.078	30.000	7250.001	4	13
Platea n. 203	Platea	001	65.000	96.078	30.000	7250.001	4	13
Platea n. 204	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.668	4	13
Platea n. 205	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.668	4	13
Platea n. 206	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.668	4	13
Platea n. 207	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.668	4	13
Platea n. 208	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.668	4	13
Platea n. 209	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.668	4	13
Platea n. 210	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.668	4	13
Platea n. 211	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.668	4	13
Platea n. 212	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.668	4	13
Platea n. 213	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.668	4	13
Platea n. 214	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.668	4	13
Platea n. 215	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.668	4	13
Platea n. 216	Platea	001	65.000	100.257	30.000	7894.454	4	13
Platea n. 217	Platea	001	65.000	100.257	30.000	7894.430	4	13
Platea n. 218	Platea	001	65.000	100.257	30.000	7894.454	4	13
Platea n. 219	Platea	001	65.000	107.180	30.000	9022.226	4	13
Platea n. 220	Platea	001	65.000	107.180	30.000	9022.214	4	13
Platea n. 221	Platea	001	65.000	107.180	30.000	9022.226	4	13
Platea n. 222	Platea	001	65.000	96.078	30.000	7249.999	4	13
Platea n. 223	Platea	001	65.000	96.078	30.000	7249.999	4	13
Platea n. 224	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.666	4	13
Platea n. 225	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.666	4	13
Platea n. 226	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.666	4	13
Platea n. 227	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.666	4	13
Platea n. 228	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.666	4	13
Platea n. 229	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.666	4	13
Platea n. 230	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.666	4	13
Platea n. 231	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.666	4	13
Platea n. 232	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.666	4	13
Platea n. 233	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.666	4	13
Platea n. 234	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.666	4	13
Platea n. 235	Platea	001	65.000	102.283	30.000	8216.666	4	13
Platea n. 236	Platea	001	65.000	100.257	30.000	7894.452	4	13
Platea n. 237	Platea	001	65.000	100.257	30.000	7894.428	4	13
Platea n. 238	Platea	001	65.000	100.257	30.000	7894.452	4	13
Platea n. 239	Platea	001	65.000	87.888	30.000	6066.669	4	13

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

Platea n. 240	Platea	001	65.000	87.888	30.000	6066.661	4	13
Platea n. 241	Platea	001	65.000	87.888	30.000	6066.669	4	13
Platea n. 242	Platea	001	65.000	78.785	30.000	4875.000	4	13
Platea n. 243	Platea	001	65.000	78.785	30.000	4875.000	4	13
Platea n. 244	Platea	001	65.000	82.212	30.000	5308.339	4	13
Platea n. 245	Platea	001	65.000	82.212	30.000	5308.323	4	13
Platea n. 246	Platea	001	65.000	82.212	30.000	5308.339	4	13
Platea n. 247	Platea	001	65.000	87.888	30.000	6066.669	4	13
Platea n. 248	Platea	001	65.000	87.888	30.000	6066.661	4	13
Platea n. 249	Platea	001	65.000	87.888	30.000	6066.669	4	13
Platea n. 250	Platea	001	65.000	78.785	30.000	4875.000	4	13
Platea n. 251	Platea	001	65.000	78.785	30.000	4875.000	4	13
Platea n. 252	Platea	001	65.000	82.212	30.000	5308.339	4	13
Platea n. 253	Platea	001	65.000	82.212	30.000	5308.323	4	13
Platea n. 254	Platea	001	65.000	82.212	30.000	5308.339	4	13
Platea n. 255	Platea	001	65.000	103.552	30.000	8421.875	4	13
Platea n. 256	Platea	001	65.000	103.552	30.000	8421.875	4	13
Platea n. 257	Platea	001	65.000	103.552	30.000	8421.875	4	13
Platea n. 258	Platea	001	65.000	103.552	30.000	8421.875	4	13
Platea n. 259	Platea	001	65.000	104.888	30.000	8640.625	4	13
Platea n. 260	Platea	001	65.000	104.888	30.000	8640.625	4	13
Platea n. 261	Platea	001	65.000	104.888	30.000	8640.625	4	13
Platea n. 262	Platea	001	65.000	104.888	30.000	8640.625	4	13
Platea n. 263	Platea	001	65.000	101.971	30.000	8166.670	4	13
Platea n. 264	Platea	001	65.000	101.971	30.000	8166.660	4	13
Platea n. 265	Platea	001	65.000	101.971	30.000	8166.670	4	13
Platea n. 266	Platea	001	65.000	95.385	30.000	7145.840	4	13
Platea n. 267	Platea	001	65.000	95.385	30.000	7145.819	4	13
Platea n. 268	Platea	001	65.000	95.385	30.000	7145.840	4	13
Platea n. 269	Platea	001	65.000	103.552	30.000	8421.875	4	13
Platea n. 270	Platea	001	65.000	103.552	30.000	8421.875	4	13
Platea n. 271	Platea	001	65.000	103.552	30.000	8421.875	4	13
Platea n. 272	Platea	001	65.000	103.552	30.000	8421.875	4	13
Platea n. 273	Platea	001	65.000	104.888	30.000	8640.625	4	13
Platea n. 274	Platea	001	65.000	104.888	30.000	8640.625	4	13
Platea n. 275	Platea	001	65.000	104.888	30.000	8640.625	4	13
Platea n. 276	Platea	001	65.000	104.888	30.000	8640.625	4	13
Platea n. 277	Platea	001	65.000	101.971	30.000	8166.670	4	13
Platea n. 278	Platea	001	65.000	101.971	30.000	8166.660	4	13
Platea n. 279	Platea	001	65.000	101.971	30.000	8166.670	4	13
Platea n. 280	Platea	001	65.000	95.385	30.000	7145.840	4	13
Platea n. 281	Platea	001	65.000	95.385	30.000	7145.819	4	13
Platea n. 282	Platea	001	65.000	95.385	30.000	7145.840	4	13
Platea n. 283	Platea	001	65.000	103.552	30.000	8421.875	4	13
Platea n. 284	Platea	001	65.000	103.552	30.000	8421.875	4	13
Platea n. 285	Platea	001	65.000	103.552	30.000	8421.875	4	13
Platea n. 286	Platea	001	65.000	103.552	30.000	8421.875	4	13
Platea n. 287	Platea	001	65.000	104.888	30.000	8640.625	4	13
Platea n. 288	Platea	001	65.000	104.888	30.000	8640.625	4	13
Platea n. 289	Platea	001	65.000	104.888	30.000	8640.625	4	13
Platea n. 290	Platea	001	65.000	104.888	30.000	8640.625	4	13
Platea n. 291	Platea	001	65.000	101.971	30.000	8166.670	4	13
Platea n. 292	Platea	001	65.000	101.971	30.000	8166.660	4	13
Platea n. 293	Platea	001	65.000	101.971	30.000	8166.670	4	13
Platea n. 294	Platea	001	65.000	95.385	30.000	7145.840	4	13
Platea n. 295	Platea	001	65.000	95.385	30.000	7145.819	4	13
Platea n. 296	Platea	001	65.000	95.385	30.000	7145.840	4	13
Platea n. 297	Platea	001	65.000	103.552	30.000	8421.875	4	13
Platea n. 298	Platea	001	65.000	103.552	30.000	8421.875	4	13
Platea n. 299	Platea	001	65.000	103.552	30.000	8421.875	4	13
Platea n. 300	Platea	001	65.000	103.552	30.000	8421.875	4	13
Platea n. 301	Platea	001	65.000	104.888	30.000	8640.625	4	13
Platea n. 302	Platea	001	65.000	104.888	30.000	8640.625	4	13
Platea n. 303	Platea	001	65.000	104.888	30.000	8640.625	4	13
Platea n. 304	Platea	001	65.000	104.888	30.000	8640.625	4	13
Platea n. 305	Platea	001	65.000	101.971	30.000	8166.670	4	13
Platea n. 306	Platea	001	65.000	101.971	30.000	8166.660	4	13
Platea n. 307	Platea	001	65.000	101.971	30.000	8166.670	4	13
Platea n. 308	Platea	001	65.000	95.385	30.000	7145.840	4	13
Platea n. 309	Platea	001	65.000	95.385	30.000	7145.819	4	13
Platea n. 310	Platea	001	65.000	95.385	30.000	7145.840	4	13
Platea n. 311	Platea	001	65.000	110.702	30.000	9625.000	4	13
Platea n. 312	Platea	001	65.000	110.702	30.000	9625.000	4	13
Platea n. 313	Platea	001	65.000	110.702	30.000	9625.000	4	13
Platea n. 314	Platea	001	65.000	110.702	30.000	9625.000	4	13
Platea n. 315	Platea	001	65.000	112.131	30.000	9875.000	4	13
Platea n. 316	Platea	001	65.000	112.131	30.000	9875.000	4	13

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

Platea n. 317	Platea	001	65.000	112.131	30.000	9875.000	4	13
Platea n. 318	Platea	001	65.000	112.131	30.000	9875.000	4	13
Platea n. 319	Platea	001	65.000	109.012	30.000	9333.338	4	13
Platea n. 320	Platea	001	65.000	109.012	30.000	9333.325	4	13
Platea n. 321	Platea	001	65.000	109.012	30.000	9333.338	4	13
Platea n. 322	Platea	001	65.000	97.721	30.000	7500.000	4	13
Platea n. 323	Platea	001	65.000	97.721	30.000	7500.000	4	13
Platea n. 324	Platea	001	65.000	104.031	30.000	8500.000	4	13
Platea n. 325	Platea	001	65.000	104.031	30.000	8500.000	4	13
Platea n. 326	Platea	001	65.000	104.031	30.000	8500.000	4	13
Platea n. 327	Platea	001	65.000	104.031	30.000	8500.000	4	13
Platea n. 328	Platea	001	65.000	104.031	30.000	8500.000	4	13
Platea n. 329	Platea	001	65.000	104.031	30.000	8500.000	4	13
Platea n. 330	Platea	001	65.000	104.031	30.000	8500.000	4	13
Platea n. 331	Platea	001	65.000	104.031	30.000	8500.000	4	13
Platea n. 332	Platea	001	65.000	104.031	30.000	8500.000	4	13
Platea n. 333	Platea	001	65.000	104.031	30.000	8500.000	4	13
Platea n. 334	Platea	001	65.000	104.031	30.000	8500.000	4	13
Platea n. 335	Platea	001	65.000	104.031	30.000	8500.000	4	13
Platea n. 336	Platea	001	65.000	101.971	30.000	8166.675	4	13
Platea n. 337	Platea	001	65.000	101.971	30.000	8166.650	4	13
Platea n. 338	Platea	001	65.000	101.971	30.000	8166.675	4	13
Platea n. 339	Platea	001	65.000	110.702	30.000	9625.000	4	13
Platea n. 340	Platea	001	65.000	110.702	30.000	9625.000	4	13
Platea n. 341	Platea	001	65.000	110.702	30.000	9625.000	4	13
Platea n. 342	Platea	001	65.000	110.702	30.000	9625.000	4	13
Platea n. 343	Platea	001	65.000	112.131	30.000	9875.000	4	13
Platea n. 344	Platea	001	65.000	112.131	30.000	9875.000	4	13
Platea n. 345	Platea	001	65.000	112.131	30.000	9875.000	4	13
Platea n. 346	Platea	001	65.000	112.131	30.000	9875.000	4	13
Platea n. 347	Platea	001	65.000	109.012	30.000	9333.338	4	13
Platea n. 348	Platea	001	65.000	109.012	30.000	9333.325	4	13
Platea n. 349	Platea	001	65.000	109.012	30.000	9333.338	4	13
Platea n. 350	Platea	001	65.000	97.721	30.000	7500.000	4	13
Platea n. 351	Platea	001	65.000	97.721	30.000	7500.000	4	13
Platea n. 352	Platea	001	65.000	104.031	30.000	8500.000	4	13
Platea n. 353	Platea	001	65.000	104.031	30.000	8500.000	4	13
Platea n. 354	Platea	001	65.000	104.031	30.000	8500.000	4	13
Platea n. 355	Platea	001	65.000	104.031	30.000	8500.000	4	13
Platea n. 356	Platea	001	65.000	104.031	30.000	8500.000	4	13
Platea n. 357	Platea	001	65.000	104.031	30.000	8500.000	4	13
Platea n. 358	Platea	001	65.000	104.031	30.000	8500.000	4	13
Platea n. 359	Platea	001	65.000	104.031	30.000	8500.000	4	13
Platea n. 360	Platea	001	65.000	104.031	30.000	8500.000	4	13
Platea n. 361	Platea	001	65.000	104.031	30.000	8500.000	4	13
Platea n. 362	Platea	001	65.000	104.031	30.000	8500.000	4	13
Platea n. 363	Platea	001	65.000	104.031	30.000	8500.000	4	13
Platea n. 364	Platea	001	65.000	101.971	30.000	8166.675	4	13
Platea n. 365	Platea	001	65.000	101.971	30.000	8166.650	4	13
Platea n. 366	Platea	001	65.000	101.971	30.000	8166.675	4	13
Platea n. 486	Platea	001	15.000	104.642	30.000	8600.000	4	17
Platea n. 487	Platea	001	15.000	104.642	30.000	8600.000	4	17
Platea n. 488	Platea	001	15.000	104.642	30.000	8600.000	4	17
Platea n. 489	Platea	001	15.000	104.642	30.000	8600.000	4	17
Platea n. 490	Platea	001	15.000	104.642	30.000	8600.000	4	17
Platea n. 491	Platea	001	15.000	102.179	30.000	8200.000	4	17
Platea n. 492	Platea	001	15.000	102.179	30.000	8200.000	4	17
Platea n. 494	Platea	001	15.000	102.179	30.000	8200.000	4	17
Platea n. 495	Platea	001	15.000	102.179	30.000	8200.000	4	17
Platea n. 496	Platea	001	15.000	110.702	30.000	9625.000	4	17
Platea n. 497	Platea	001	15.000	110.702	30.000	9625.000	4	17
Platea n. 498	Platea	001	15.000	110.702	30.000	9625.000	4	17
Platea n. 499	Platea	001	15.000	110.702	30.000	9625.000	4	17
Platea n. 500	Platea	001	15.000	112.131	30.000	9875.000	4	17
Platea n. 501	Platea	001	15.000	112.131	30.000	9875.000	4	17
Platea n. 502	Platea	001	15.000	112.131	30.000	9875.000	4	17
Platea n. 503	Platea	001	15.000	112.131	30.000	9875.000	4	17
Platea n. 504	Platea	001	15.000	109.012	30.000	9333.338	4	17
Platea n. 505	Platea	001	15.000	109.012	30.000	9333.325	4	17
Platea n. 506	Platea	001	15.000	109.012	30.000	9333.338	4	17
Platea n. 507	Platea	001	15.000	97.721	30.000	7500.000	4	17
Platea n. 508	Platea	001	15.000	97.721	30.000	7500.000	4	17
Platea n. 509	Platea	001	15.000	104.031	30.000	8500.000	4	17
Platea n. 510	Platea	001	15.000	104.031	30.000	8500.000	4	17
Platea n. 511	Platea	001	15.000	104.031	30.000	8500.000	4	17
Platea n. 512	Platea	001	15.000	104.031	30.000	8500.000	4	17
Platea n. 513	Platea	001	15.000	104.031	30.000	8500.000	4	17

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

Platea n. 514	Platea	001	15.000	104.031	30.000	8500.000	4	17
Platea n. 515	Platea	001	15.000	104.031	30.000	8500.000	4	17
Platea n. 516	Platea	001	15.000	104.031	30.000	8500.000	4	17
Platea n. 517	Platea	001	15.000	104.031	30.000	8500.000	4	17
Platea n. 518	Platea	001	15.000	104.031	30.000	8500.000	4	17
Platea n. 519	Platea	001	15.000	104.031	30.000	8500.000	4	17
Platea n. 520	Platea	001	15.000	104.031	30.000	8500.000	4	17
Platea n. 521	Platea	001	15.000	104.642	30.000	8600.000	4	17
Platea n. 522	Platea	001	15.000	104.642	30.000	8600.000	4	17
Platea n. 523	Platea	001	15.000	104.642	30.000	8600.000	4	17
Platea n. 524	Platea	001	15.000	104.642	30.000	8600.000	4	17
Platea n. 525	Platea	001	15.000	104.642	30.000	8600.000	4	17
Platea n. 526	Platea	001	15.000	102.179	30.000	8200.000	4	17
Platea n. 527	Platea	001	15.000	102.179	30.000	8200.000	4	17
Platea n. 528	Platea	001	15.000	102.179	30.000	8200.000	4	17
Platea n. 529	Platea	001	15.000	102.179	30.000	8200.000	4	17
Platea n. 530	Platea	001	15.000	102.179	30.000	8200.000	4	17
Platea n. 531	Platea	001	15.000	110.702	30.000	9625.000	4	17
Platea n. 532	Platea	001	15.000	110.702	30.000	9625.000	4	17
Platea n. 533	Platea	001	15.000	110.702	30.000	9625.000	4	17
Platea n. 534	Platea	001	15.000	110.702	30.000	9625.000	4	17
Platea n. 535	Platea	001	15.000	112.131	30.000	9875.000	4	17
Platea n. 536	Platea	001	15.000	112.131	30.000	9875.000	4	17
Platea n. 537	Platea	001	15.000	112.131	30.000	9875.000	4	17
Platea n. 538	Platea	001	15.000	112.131	30.000	9875.000	4	17
Platea n. 539	Platea	001	15.000	109.012	30.000	9333.338	4	17
Platea n. 540	Platea	001	15.000	109.012	30.000	9333.325	4	17
Platea n. 541	Platea	001	15.000	109.012	30.000	9333.338	4	17
Platea n. 542	Platea	001	15.000	97.721	30.000	7500.000	4	17
Platea n. 543	Platea	001	15.000	97.721	30.000	7500.000	4	17
Platea n. 544	Platea	001	15.000	104.031	30.000	8500.000	4	17
Platea n. 545	Platea	001	15.000	104.031	30.000	8500.000	4	17
Platea n. 546	Platea	001	15.000	104.031	30.000	8500.000	4	17
Platea n. 547	Platea	001	15.000	104.031	30.000	8500.000	4	17
Platea n. 548	Platea	001	15.000	104.031	30.000	8500.000	4	17
Platea n. 549	Platea	001	15.000	104.031	30.000	8500.000	4	17
Platea n. 550	Platea	001	15.000	104.031	30.000	8500.000	4	17
Platea n. 551	Platea	001	15.000	104.031	30.000	8500.000	4	17
Platea n. 552	Platea	001	15.000	104.031	30.000	8500.000	4	17
Platea n. 553	Platea	001	15.000	104.031	30.000	8500.000	4	17
Platea n. 554	Platea	001	15.000	104.031	30.000	8500.000	4	17
Platea n. 555	Platea	001	15.000	104.031	30.000	8500.000	4	17
Platea n. 556	Platea	001	15.000	102.883	30.000	8313.332	4	17
Platea n. 557	Platea	001	15.000	102.883	30.000	8313.332	4	17
Platea n. 558	Platea	001	15.000	102.883	30.000	8313.332	4	17
Platea n. 559	Platea	001	15.000	102.883	30.000	8313.332	4	17
Platea n. 560	Platea	001	15.000	102.883	30.000	8313.332	4	17
Platea n. 561	Platea	001	15.000	100.462	30.000	7926.666	4	17
Platea n. 562	Platea	001	15.000	100.462	30.000	7926.666	4	17
Platea n. 563	Platea	001	15.000	100.462	30.000	7926.666	4	17
Platea n. 564	Platea	001	15.000	100.462	30.000	7926.666	4	17
Platea n. 565	Platea	001	15.000	100.462	30.000	7926.666	4	17
Platea n. 566	Platea	001	15.000	108.841	30.000	9304.166	4	17
Platea n. 567	Platea	001	15.000	108.841	30.000	9304.166	4	17
Platea n. 568	Platea	001	15.000	108.841	30.000	9304.166	4	17
Platea n. 569	Platea	001	15.000	108.841	30.000	9304.166	4	17
Platea n. 570	Platea	001	15.000	110.246	30.000	9545.832	4	17
Platea n. 571	Platea	001	15.000	110.246	30.000	9545.832	4	17
Platea n. 572	Platea	001	15.000	110.246	30.000	9545.832	4	17
Platea n. 573	Platea	001	15.000	110.246	30.000	9545.832	4	17
Platea n. 574	Platea	001	15.000	102.883	30.000	8313.335	4	17
Platea n. 575	Platea	001	15.000	102.883	30.000	8313.335	4	17
Platea n. 576	Platea	001	15.000	102.883	30.000	8313.335	4	17
Platea n. 577	Platea	001	15.000	102.883	30.000	8313.335	4	17
Platea n. 578	Platea	001	15.000	102.883	30.000	8313.335	4	17
Platea n. 579	Platea	001	15.000	100.462	30.000	7926.668	4	17
Platea n. 580	Platea	001	15.000	100.462	30.000	7926.668	4	17
Platea n. 581	Platea	001	15.000	100.462	30.000	7926.668	4	17
Platea n. 582	Platea	001	15.000	100.462	30.000	7926.668	4	17
Platea n. 583	Platea	001	15.000	100.462	30.000	7926.668	4	17
Platea n. 584	Platea	001	15.000	108.841	30.000	9304.169	4	17
Platea n. 585	Platea	001	15.000	108.841	30.000	9304.169	4	17
Platea n. 586	Platea	001	15.000	108.841	30.000	9304.169	4	17
Platea n. 587	Platea	001	15.000	108.841	30.000	9304.169	4	17
Platea n. 588	Platea	001	15.000	110.246	30.000	9545.835	4	17
Platea n. 589	Platea	001	15.000	110.246	30.000	9545.835	4	17
Platea n. 590	Platea	001	15.000	110.246	30.000	9545.835	4	17

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

Platea n. 591	Platea	001	15.000	110.246	30.000	9545.835	4	17
Platea n. 592	Platea	001	15.000	102.883	30.000	8313.332	4	17
Platea n. 593	Platea	001	15.000	102.883	30.000	8313.332	4	17
Platea n. 594	Platea	001	15.000	102.883	30.000	8313.332	4	17
Platea n. 595	Platea	001	15.000	102.883	30.000	8313.332	4	17
Platea n. 596	Platea	001	15.000	102.883	30.000	8313.332	4	17
Platea n. 597	Platea	001	15.000	100.462	30.000	7926.666	4	17
Platea n. 598	Platea	001	15.000	100.462	30.000	7926.666	4	17
Platea n. 599	Platea	001	15.000	100.462	30.000	7926.666	4	17
Platea n. 600	Platea	001	15.000	100.462	30.000	7926.666	4	17
Platea n. 601	Platea	001	15.000	100.462	30.000	7926.666	4	17
Platea n. 602	Platea	001	15.000	108.841	30.000	9304.166	4	17
Platea n. 603	Platea	001	15.000	108.841	30.000	9304.166	4	17
Platea n. 604	Platea	001	15.000	108.841	30.000	9304.166	4	17
Platea n. 605	Platea	001	15.000	108.841	30.000	9304.166	4	17
Platea n. 606	Platea	001	15.000	110.246	30.000	9545.832	4	17
Platea n. 607	Platea	001	15.000	110.246	30.000	9545.832	4	17
Platea n. 608	Platea	001	15.000	110.246	30.000	9545.832	4	17
Platea n. 609	Platea	001	15.000	110.246	30.000	9545.832	4	17
Platea n. 610	Platea	001	15.000	84.365	30.000	5590.000	4	17
Platea n. 611	Platea	001	15.000	84.365	30.000	5590.000	4	17
Platea n. 612	Platea	001	15.000	84.365	30.000	5590.000	4	17
Platea n. 613	Platea	001	15.000	84.365	30.000	5590.000	4	17
Platea n. 614	Platea	001	15.000	84.365	30.000	5590.000	4	17
Platea n. 615	Platea	001	15.000	82.379	30.000	5330.000	4	17
Platea n. 616	Platea	001	15.000	82.379	30.000	5330.000	4	17
Platea n. 617	Platea	001	15.000	82.379	30.000	5330.000	4	17
Platea n. 618	Platea	001	15.000	82.379	30.000	5330.000	4	17
Platea n. 619	Platea	001	15.000	82.379	30.000	5330.000	4	17
Platea n. 620	Platea	001	15.000	89.251	30.000	6256.250	4	17
Platea n. 621	Platea	001	15.000	89.251	30.000	6256.250	4	17
Platea n. 622	Platea	001	15.000	89.251	30.000	6256.250	4	17
Platea n. 623	Platea	001	15.000	89.251	30.000	6256.250	4	17
Platea n. 624	Platea	001	15.000	90.402	30.000	6418.750	4	17
Platea n. 625	Platea	001	15.000	90.402	30.000	6418.750	4	17
Platea n. 626	Platea	001	15.000	90.402	30.000	6418.750	4	17
Platea n. 627	Platea	001	15.000	90.402	30.000	6418.750	4	17
Platea n. 628	Platea	001	15.000	84.365	30.000	5590.000	4	17
Platea n. 629	Platea	001	15.000	84.365	30.000	5590.000	4	17
Platea n. 630	Platea	001	15.000	84.365	30.000	5590.000	4	17
Platea n. 631	Platea	001	15.000	84.365	30.000	5590.000	4	17
Platea n. 632	Platea	001	15.000	84.365	30.000	5590.000	4	17
Platea n. 633	Platea	001	15.000	82.379	30.000	5330.000	4	17
Platea n. 634	Platea	001	15.000	82.379	30.000	5330.000	4	17
Platea n. 635	Platea	001	15.000	82.379	30.000	5330.000	4	17
Platea n. 636	Platea	001	15.000	82.379	30.000	5330.000	4	17
Platea n. 637	Platea	001	15.000	82.379	30.000	5330.000	4	17
Platea n. 638	Platea	001	15.000	89.251	30.000	6256.250	4	17
Platea n. 639	Platea	001	15.000	89.251	30.000	6256.250	4	17
Platea n. 640	Platea	001	15.000	89.251	30.000	6256.250	4	17
Platea n. 641	Platea	001	15.000	89.251	30.000	6256.250	4	17
Platea n. 642	Platea	001	15.000	90.402	30.000	6418.750	4	17
Platea n. 643	Platea	001	15.000	90.402	30.000	6418.750	4	17
Platea n. 644	Platea	001	15.000	90.402	30.000	6418.750	4	17
Platea n. 645	Platea	001	15.000	90.402	30.000	6418.750	4	17
Platea n. 646	Platea	001	15.000	97.883	30.000	7525.000	4	17
Platea n. 647	Platea	001	15.000	97.883	30.000	7525.000	4	17
Platea n. 648	Platea	001	15.000	97.883	30.000	7525.000	4	17
Platea n. 649	Platea	001	15.000	97.883	30.000	7525.000	4	17
Platea n. 650	Platea	001	15.000	97.883	30.000	7525.000	4	17
Platea n. 651	Platea	001	15.000	97.883	30.000	7525.000	4	17
Platea n. 652	Platea	001	15.000	97.883	30.000	7525.000	4	17
Platea n. 653	Platea	001	15.000	97.883	30.000	7525.000	4	17
Platea n. 654	Platea	001	15.000	97.883	30.000	7525.000	4	17
Platea n. 655	Platea	001	15.000	97.883	30.000	7525.000	4	17
Platea n. 656	Platea	001	15.000	97.883	30.000	7525.000	4	17
Platea n. 657	Platea	001	15.000	97.883	30.000	7525.000	4	17
Platea n. 658	Platea	001	15.000	97.883	30.000	7525.000	4	17
Platea n. 659	Platea	001	15.000	97.883	30.000	7525.000	4	17
Platea n. 660	Platea	001	15.000	97.883	30.000	7525.000	4	17
Platea n. 661	Platea	001	15.000	97.883	30.000	7525.000	4	17
Platea n. 662	Platea	001	15.000	97.883	30.000	7525.000	4	17
Platea n. 663	Platea	001	15.000	97.883	30.000	7525.000	4	17
Platea n. 664	Platea	001	15.000	97.883	30.000	7525.000	4	17
Platea n. 665	Platea	001	15.000	97.883	30.000	7525.000	4	17
Platea n. 666	Platea	001	15.000	104.642	30.000	8600.000	4	17
Platea n. 667	Platea	001	15.000	104.642	30.000	8600.000	4	17

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

Platea n. 668	Platea	001	15.000	104.642	30.000	8600.000	4	17
Platea n. 669	Platea	001	15.000	104.642	30.000	8600.000	4	17
Platea n. 670	Platea	001	15.000	104.642	30.000	8600.000	4	17
Platea n. 671	Platea	001	15.000	104.642	30.000	8600.000	4	17
Platea n. 672	Platea	001	15.000	104.642	30.000	8600.000	4	17
Platea n. 673	Platea	001	15.000	104.642	30.000	8600.000	4	17
Platea n. 674	Platea	001	15.000	104.642	30.000	8600.000	4	17
Platea n. 675	Platea	001	15.000	104.642	30.000	8600.000	4	17
Platea n. 493	Platea	001	15.000	102.179	30.000	8200.000	4	18

Elemento n.	Tipologia	Id.Strat.	Prof. Fon. cm	Base Eq. cm	Spessore cm	Lung. Eq. cm	Lung. Travata Eq. cm
Macro n. 1	Macro-Platea	001	130.000	378.849	30.000	915.783	915.783
Macro n. 2	Macro-Platea	001	125.000	328.000	30.000	440.000	440.000
Macro n. 13	Macro-Platea	001	65.000	636.854	30.000	1587.856	1587.856
Macro n. 17	Macro-Platea	001	15.000	532.991	30.000	1828.415	1828.415
Macro n. 18	Macro-Platea	001	15.000	65.600	30.000	80.000	80.000

**VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA PER FONDAZIONI SUPERFICIALI**

Ai fini dei calcoli di portanza le sollecitazioni sismiche saranno considerate moltiplicate per un coef. GammaRD = 1.10

La verifica nei confronti dello Stato Limite di Danno viene eseguita determinando il carico limite della fondazione per le corrispondenti azioni di SLD, impiegando i coefficienti parziali gammaR di cui alla tabella 7.11.II.

N.B. La relazione è redatta in forma sintetica. Verranno riportati solo i casi maggiormente gravosi per ogni tipo di combinazione e le relative verifiche.

**Macro platea: 1**

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLU STR**:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.2340 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 4.2631 + 2.6630 + 0.0000

Qmax / Qlim = 0.2868 / 6.9260 = 0,041 Ok (Cmb. n. 007)

TB / TBlim = 8347.9 / 45503.4 = 0,183 Ok (Cmb. n. 008)

TL / TLLim = 1384.4 / 45065.7 = 0,031 Ok (Cmb. n. 008)

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipologia	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm <sup>2</sup>	T.T. max daN/cm <sup>2</sup>
007	SLU STR	No	-19.049	0.411	8441.5	1391.0	-137389.4	-0.2250	-0.2868
008	SLU STR	No	-20.402	1.029	8347.9	1384.4	-108031.0	-0.1743	-0.2292

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLV A1 sism.:**

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.2340 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 4.5135 + 2.9753 + 0.0000

Qmax / Qlim = 0.2151 / 7.4888 = 0,029 Ok (Cmb. n. 023)

TB / TBlim = 2908.2 / 40813.5 = 0,071 Ok (Cmb. n. 015)

TL / TLLim = 1470.5 / 39910.8 = 0,037 Ok (Cmb. n. 032)

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipologia	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm <sup>2</sup>	T.T. max daN/cm <sup>2</sup>
015	SLV A1	Si	-13.844	-0.574	2643.8	89.8	-97126.7	-0.1666	-0.1950
023	SLV A1	Si	-14.123	-0.490	2607.0	-438.1	-97092.4	-0.1663	-0.1955
032	SLV A1	Si	-14.356	-1.387	790.0	-1336.8	-95760.4	-0.1622	-0.1912

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLD sism.:**

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.2340 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 4.3957 + 2.8616 + 0.0000

Qmax / Qlim = 0.2163 / 7.2573 = 0,030 Ok (Cmb. n. 055)

TB / TBlim = 4396.1 / 40974.5 = 0,107 Ok (Cmb. n. 047)

TL / TLLim = 2275.9 / 39741.2 = 0,057 Ok (Cmb. n. 064)

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipologia	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm <sup>2</sup>	T.T. max daN/cm <sup>2</sup>
047	SLD	Si	-13.208	-0.504	3996.5	196.2	-97515.1	-0.1678	-0.1959
055	SLD	Si	-13.654	-0.377	3938.1	-642.5	-97454.6	-0.1673	-0.1966
064	SLD	Si	-14.007	-1.801	1052.6	-2069.0	-95351.2	-0.1608	-0.1905

**Macro platea: 2**

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLU STR**:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.2250 daN/cm<sup>2</sup>

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 5.2764 + 2.4822 + 0.0000

Qmax / Qlim = 0.7209 / 7.7586 = 0,093 Ok (Cmb. n. 009)

TB / TBlim = 3377.1 / 44591.7 = 0,076 Ok (Cmb. n. 008)

TL / TLLim = 2649.4 / 49040.0 = 0,054 Ok (Cmb. n. 010)

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			cm	cm	daN	daN	daN	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>
008	SLU STR	No	-1.857	17.877	-3377.1	-1639.2	-106766.6	-0.3738	-0.5733
009	SLU STR	No	-1.861	17.700	-1659.7	-2818.3	-134301.1	-0.4722	-0.7209
010	SLU STR	No	-1.897	19.223	-1719.1	-2649.4	-117723.8	-0.4051	-0.6401

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLV A1 sism.:**

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.2250 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 5.2989 + 2.4805 + 0.0000

Qmax / Qlim = 0.3919 / 7.7794 = 0,050 Ok (Cmb. n. 021)

TB / TBlim = 1312.8 / 28080.6 = 0,047 Ok (Cmb. n. 023)

TL / TLLim = 2699.2 / 27398.5 = 0,099 Ok (Cmb. n. 042)

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			cm	cm	daN	daN	daN	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>
021	SLV A1	Si	-2.859	13.065	-501.3	-1122.2	-68362.9	-0.2528	-0.3563
023	SLV A1	Si	-0.146	13.050	1193.5	-640.0	-67113.0	-0.2560	-0.3417
042	SLV A1	Si	-2.252	8.862	-238.9	-2453.9	-65636.1	-0.2574	-0.3278

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLD sism.:**

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.2250 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 5.3706 + 2.5556 + 0.0000

Qmax / Qlim = 0.4122 / 7.9261 = 0,052 Ok (Cmb. n. 073)

TB / TBlim = 1906.2 / 28057.2 = 0,068 Ok (Cmb. n. 055)

TL / TLLim = 3504.2 / 27014.7 = 0,130 Ok (Cmb. n. 074)

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			cm	cm	daN	daN	daN	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>
055	SLD	Si	0.702	13.601	1732.9	-304.8	-67056.5	-0.2550	-0.3471
073	SLD	Si	-1.834	16.965	297.0	560.5	-70302.4	-0.2500	-0.3747
074	SLD	Si	-2.660	6.872	-542.1	-3185.7	-64709.8	-0.2588	-0.3188

**Macro platea: 13**

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLU STR:**

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.1170 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 2.1467 + 1.6672 + 0.0000

Qmax / Qlim = 0.6111 / 3.8140 = 0,160 Ok (Cmb. n. 010)

TB / TBlim = 12817.1 / 153797.9 = 0,083 Ok (Cmb. n. 008)

TL / TLLim = 4841.8 / 153022.7 = 0,032 Ok (Cmb. n. 008)

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			cm	cm	daN	daN	daN	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>
008	SLU STR	No	-225.031	16.415	12817.1	4841.8	-368102.3	-0.1291	-0.5464
010	SLU STR	No	-254.432	20.098	7954.5	2605.3	-380821.4	-0.1220	-0.6111

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLV A1 sism.:**

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.1170 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 2.1822 + 4.4372 + 0.0000

Qmax / Qlim = 0.3812 / 6.6194 = 0,058 Ok (Cmb. n. 033)

TB / TBlim = 7382.6 / 127671.7 = 0,058 Ok (Cmb. n. 012)

TL / TLLim = 5513.4 / 125078.8 = 0,044 Ok (Cmb. n. 030)

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			cm	cm	daN	daN	daN	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>
012	SLV A1	Si	-125.053	3.562	6711.5	-1099.8	-305761.7	-0.1400	-0.3266
030	SLV A1	Si	-121.964	0.512	-1577.0	-5012.2	-300942.5	-0.1371	-0.3112
033	SLV A1	Si	-138.039	9.192	-1996.3	4257.3	-306986.9	-0.1273	-0.3466

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLD sism.:**

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.1170 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 2.1550 + 4.1956 + 0.0000

Qmax / Qlim = 0.3922 / 6.3507 = 0,062 Ok (Cmb. n. 065)

TB / TBlim = 11627.3 / 127949.9 = 0,091 Ok (Cmb. n. 044)

TL / TLLim = 8541.6 / 124182.2 = 0,069 Ok (Cmb. n. 062)

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			cm	cm	daN	daN	daN	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

044	SLD	Si	-122.500	2.781	10570.3	-1548.4	-306433.1	-0.1436	-0.3247
062	SLD	Si	-117.499	-2.104	-2595.4	-7765.1	-298778.3	-0.1391	-0.3004
065	SLD	Si	-143.051	11.685	-3262.6	6958.4	-308388.0	-0.1234	-0.3565

**Macro platea: 17**

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLU STR**:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.0270 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 0.4503 + 0.5245 + 0.0000

Qmax / Qlim = 0.6373 / 0.9748 = 0,654 Ok (Cmb. n. 010)

TB / TBlim = 17453.4 / 163534.6 = 0,107 Ok (Cmb. n. 008)

TL / TLLim = 5865.0 / 163270.6 = 0,036 Ok (Cmb. n. 008)

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm <sup>2</sup>	T.T. max daN/cm <sup>2</sup>
008	SLU STR	No	-215.503	63.442	-17453.4	-5865.0	-393829.0	-0.1388	-0.5687
010	SLU STR	No	-239.746	71.954	-11722.9	-1519.1	-411845.2	-0.1323	-0.6373

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLV A1 sism.**:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.0270 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 0.4569 + 2.2525 + 0.0000

Qmax / Qlim = 0.3991 / 2.7094 = 0,147 Ok (Cmb. n. 033)

TB / TBlim = 8692.8 / 132568.4 = 0,066 Ok (Cmb. n. 017)

TL / TLLim = 11499.0 / 129420.7 = 0,089 Ok (Cmb. n. 039)

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm <sup>2</sup>	T.T. max daN/cm <sup>2</sup>
017	SLV A1	Si	-139.058	36.296	-7902.6	2271.6	-319292.4	-0.1407	-0.3549
033	SLV A1	Si	-139.214	39.806	-5011.7	8441.2	-313967.7	-0.1391	-0.3628
039	SLV A1	Si	-130.721	39.267	-1976.0	10453.6	-312185.0	-0.1438	-0.3580

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLD sism.**:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.0270 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 0.4485 + 2.0253 + 0.0000

Qmax / Qlim = 0.4121 / 2.4737 = 0,167 Ok (Cmb. n. 065)

TB / TBlim = 13133.0 / 133038.5 = 0,099 Ok (Cmb. n. 049)

TL / TLLim = 17313.0 / 128161.6 = 0,135 Ok (Cmb. n. 071)

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm <sup>2</sup>	T.T. max daN/cm <sup>2</sup>
049	SLD	Si	-145.995	37.675	-11939.1	2742.2	-320427.2	-0.1374	-0.3620
065	SLD	Si	-146.418	43.319	-7346.0	12542.9	-311978.9	-0.1349	-0.3746
071	SLD	Si	-132.875	42.484	-2524.1	15739.0	-309145.8	-0.1424	-0.3669

**Macro platea: 18**

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLU STR**:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.0270 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 0.5701 + 0.6615 + 0.0000

Qmax / Qlim = 0.2501 / 1.2316 = 0,203 Ok (Cmb. n. 007)

TB / TBlim = 155.5 / 618.3 = 0,251 Ok (Cmb. n. 008)

TL / TLLim = 57.6 / 615.3 = 0,094 Ok (Cmb. n. 008)

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm <sup>2</sup>	T.T. max daN/cm <sup>2</sup>
007	SLU STR	No	-0.216	3.665	-156.2	-56.5	-1901.7	-0.2136	-0.2501
008	SLU STR	No	-0.184	4.484	-155.5	-57.6	-1453.0	-0.1605	-0.1939

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLV A1 sism.**:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.0270 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 0.6167 + 0.7485 + 0.0000

Qmax / Qlim = 0.2081 / 1.3652 = 0,152 Ok (Cmb. n. 042)

TB / TBlim = 45.5 / 594.2 = 0,077 Ok (Cmb. n. 017)

TL / TLLim = 72.2 / 569.2 = 0,127 Ok (Cmb. n. 039)

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm <sup>2</sup>	T.T. max daN/cm <sup>2</sup>
017	SLV A1	Si	-0.340	2.177	-41.3	21.2	-1404.1	-0.1619	-0.1797
039	SLV A1	Si	-0.191	2.233	-8.8	65.7	-1349.1	-0.1563	-0.1725
042	SLV A1	Si	-0.293	1.744	-1.3	-49.8	-1490.5	-0.1739	-0.1892

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLD sism.**:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.0270 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 0.5951 + 0.7041 + 0.0000

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**

$Q_{max} / Q_{lim} = 0.2135 / 1.2992 = 0,164$  Ok (Cmb. n. 074)

$TB / TB_{lim} = 69.0 / 590.4 = 0,117$  Ok (Cmb. n. 049)

$TL / TL_{lim} = 109.6 / 552.0 = 0,199$  Ok (Cmb. n. 071)

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			cm	cm	daN	daN	daN	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>
049	SLD	Si	-0.396	2.296	-62.7	28.9	-1394.8	-0.1601	-0.1790
071	SLD	Si	-0.156	2.397	-11.0	99.7	-1307.6	-0.1511	-0.1676
074	SLD	Si	-0.320	1.618	0.9	-83.7	-1532.0	-0.1791	-0.1941

**VALORI DI CALCOLO DEI CEDIMENTI PER FONDAZIONI SUPERFICIALI**

**Elemento: Platea n. 1**

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			cm	cm	daN	daN	daN	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>
077	SLE rare	No	-17.577	0.227	3579.9	470.4	-106261.3	-0.1760	-0.2194
085	SLE freq	No	-16.018	-0.406	377.0	-126.3	-96717.2	-0.1628	-0.1962

Cedimento massimo = -0.111 cm in Cmb n. 077

Cedimento minimo = -0.002 cm in Cmb n. 085

**Elemento: Platea n. 66**

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			cm	cm	daN	daN	daN	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>
080	SLE rare	No	-1.818	17.011	-1087.3	-1952.0	-96077.9	-0.3412	-0.5126
086	SLE q.p.	No	-1.584	12.117	276.6	-1209.7	-67208.7	-0.2552	-0.3429

Cedimento massimo = -0.505 cm in Cmb n. 080

Cedimento minimo = -0.032 cm in Cmb n. 086

**Elemento: Platea n. 173**

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			cm	cm	daN	daN	daN	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>
080	SLE rare	No	-207.119	14.134	5317.0	1654.1	-348694.8	-0.1272	-0.4900
084	SLE freq	No	-129.193	4.677	4283.4	1468.9	-304504.2	-0.1341	-0.3297

Cedimento massimo = -0.501 cm in Cmb n. 080

Cedimento minimo = -0.001 cm in Cmb n. 084

**Elemento: Platea n. 486**

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			cm	cm	daN	daN	daN	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>
080	SLE rare	No	-198.260	57.716	-8017.9	-782.2	-372105.5	-0.1386	-0.5106

Cedimento massimo = -0.632 cm in Cmb n. 080

Cedimento minimo = -0.011 cm in Cmb n. 080

**Elemento: Platea n. 493**

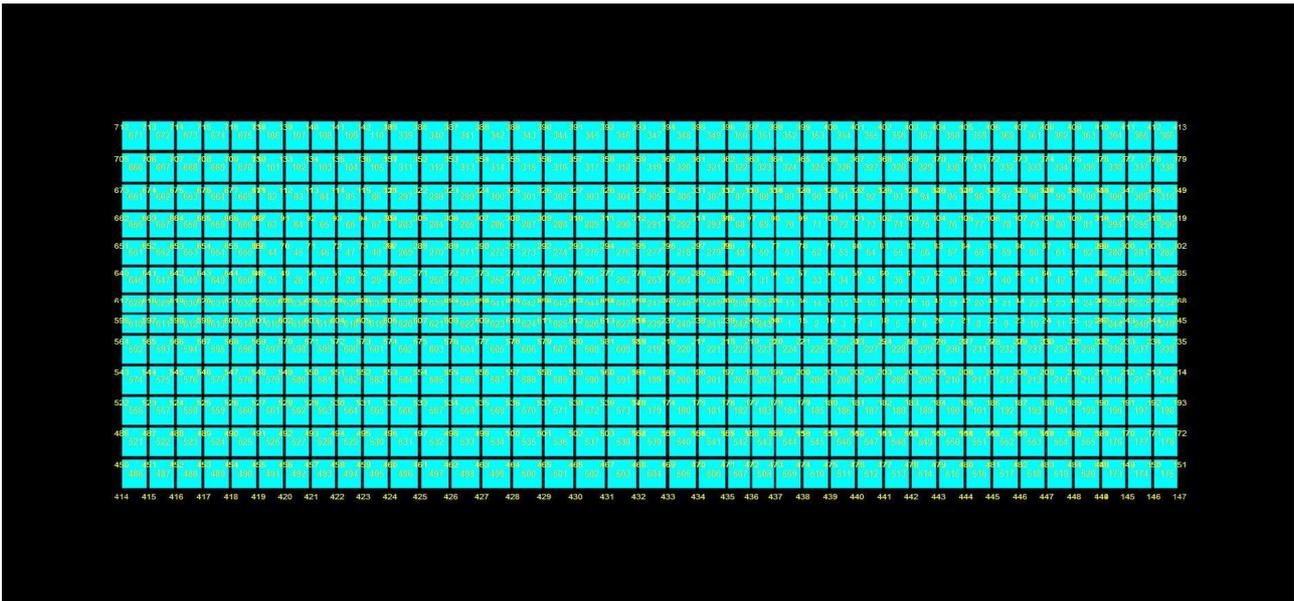
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			cm	cm	daN	daN	daN	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>
077	SLE rare	No	-0.210	3.188	-66.1	-17.0	-1497.4	-0.1700	-0.1951
085	SLE freq	No	-0.237	2.375	-6.0	9.4	-1406.4	-0.1622	-0.1805

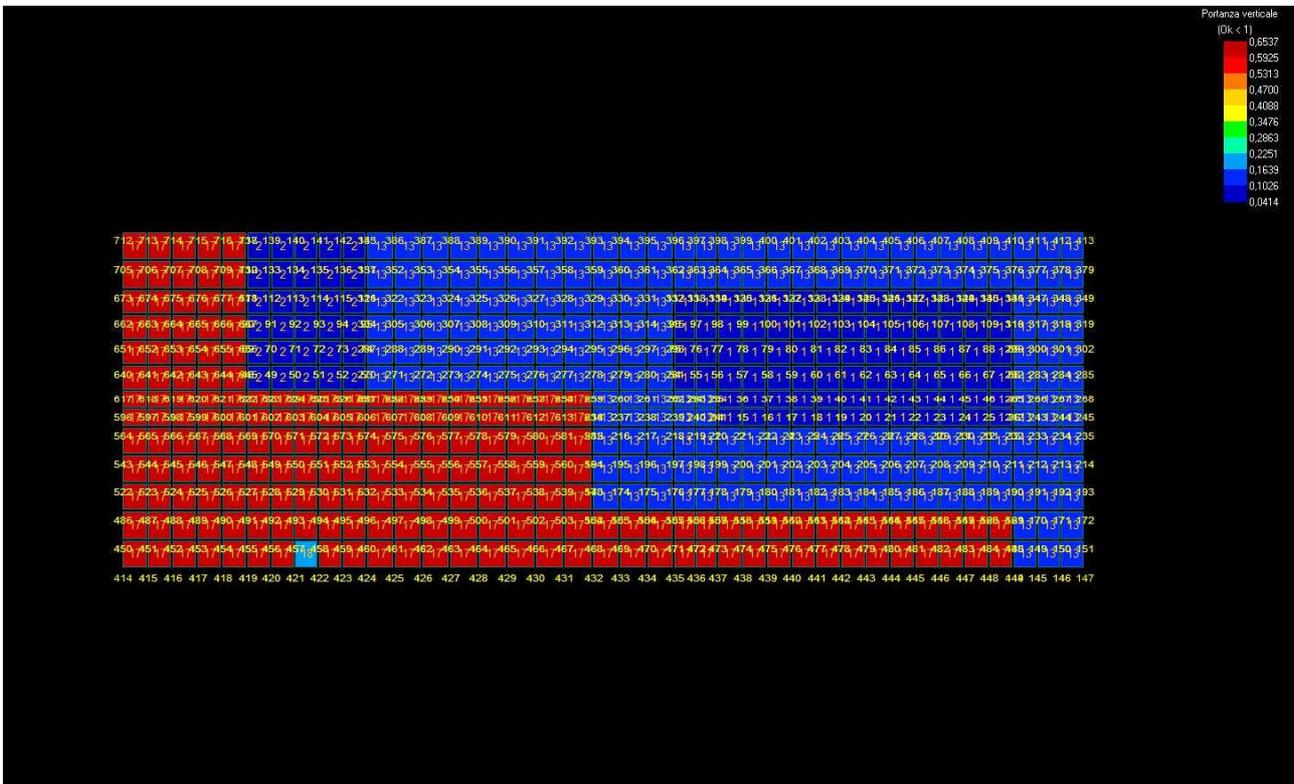
Cedimento massimo = -0.201 cm in Cmb n. 077

Cedimento minimo = -0.083 cm in Cmb n. 085

REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA  
 Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi

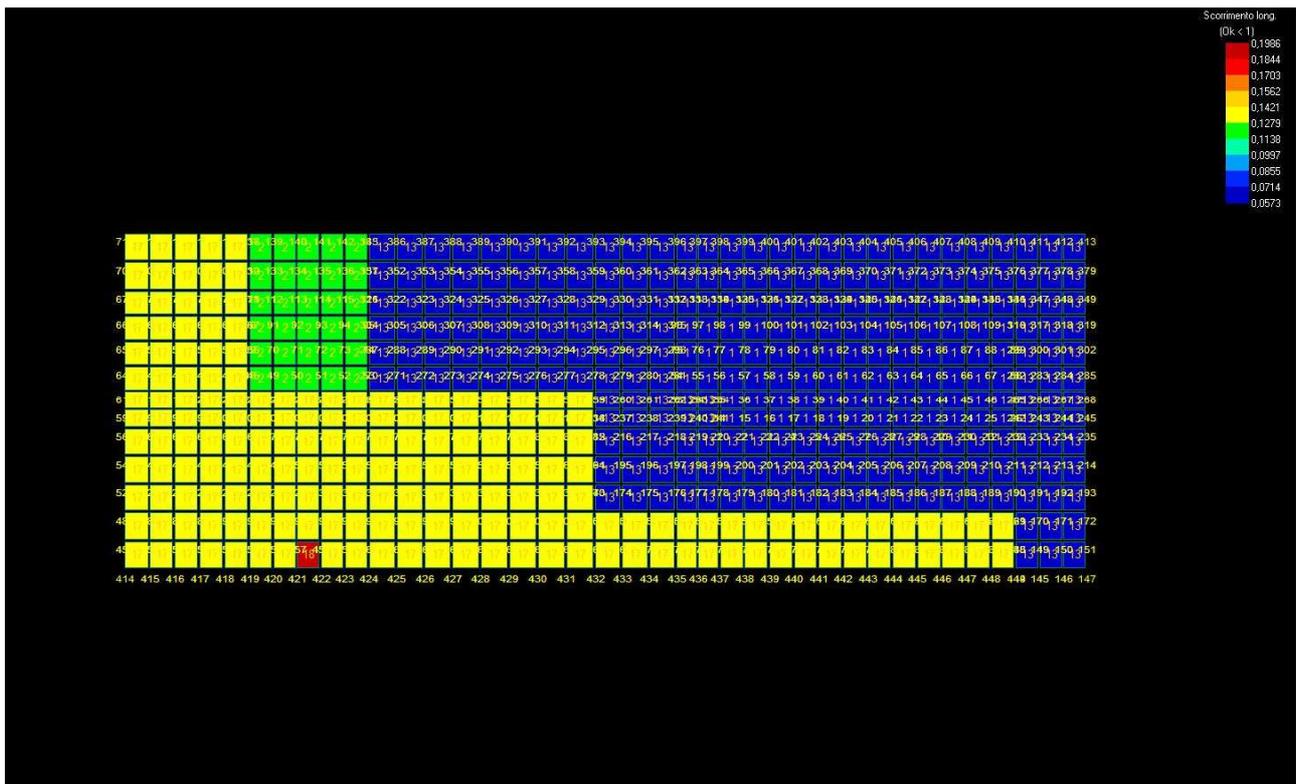


Stato di progetto

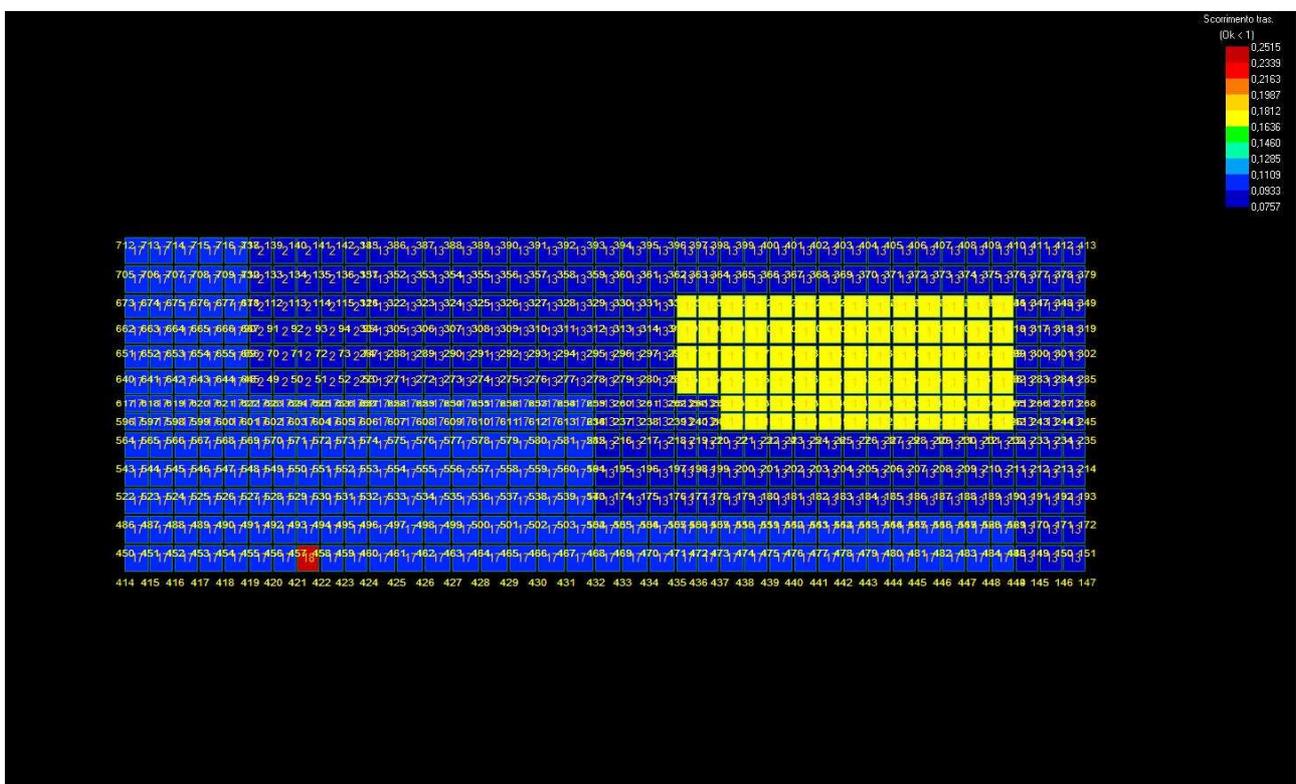


Portanza verticale

REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA  
 Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi

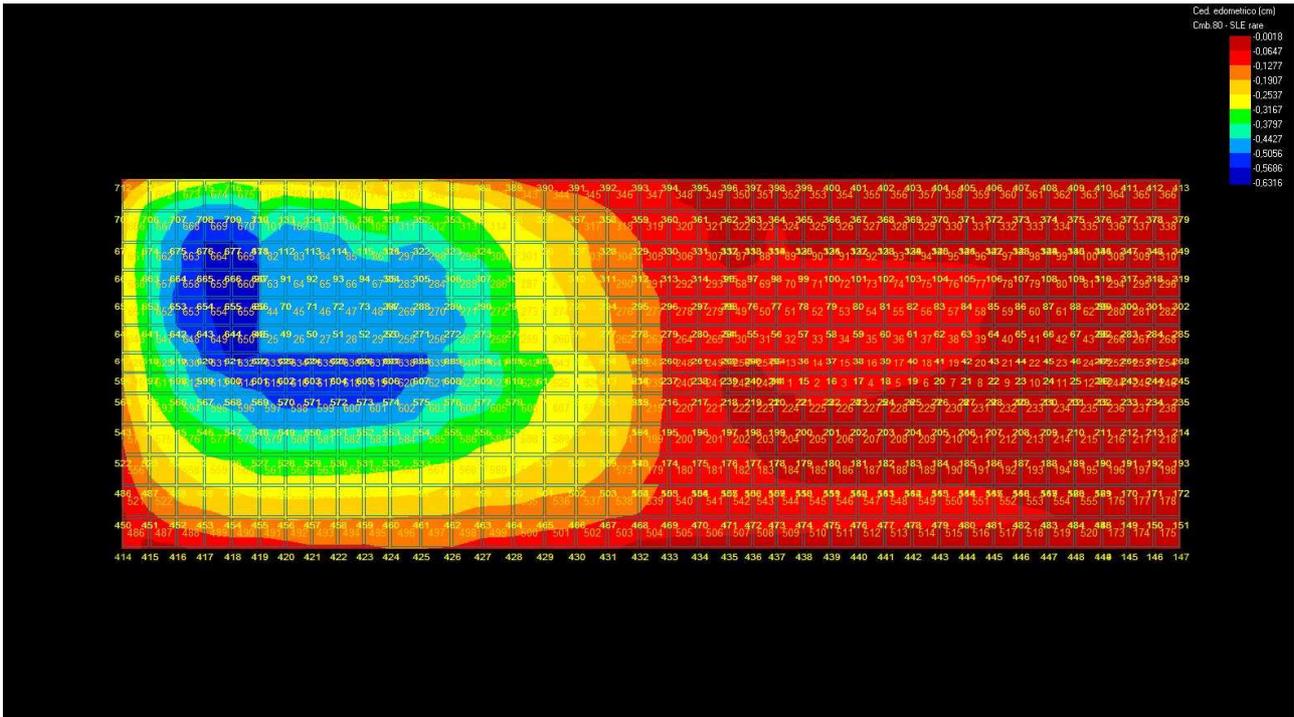


Scorrimento longitudinale



Scorrimento trasversale

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo strutturale e geotecnica\_Edificio servizi**



Cedimento edometrico