

	<b>30/09/2013</b>	<b>R.S.</b>	<b>M.L.</b>	<b>L.Z.</b>	<b>Emissione</b>
REV.	DATA (DATE)	REDATTO (DRWN.BY)	CONTROL. (CHCK'D)	APPROVATO (APPR'D)	DESCRIZIONE (DESCRIPTION)
FUNZIONE O SERVIZIO (DEPARTMENT)					
<b>INGEGNERIA ACQUA</b>					
DENOMINAZIONE IMPIANTO O LAVORO (PLANT OR PROJECT DESCRIPTION)					
<b>ADEGUAMENTO E RISTRUTTURAZIONE DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE REFLUE DI CATTOLICA (RN)</b>					
IDENTIFICATIVO IMPIANTO (PLANT IDENTIFIER)					
<b>DEPURAZIONE DI CATTOLICA</b>					
				N° ELABORATO (DOCUMENT N°)	N° COMMESSA (JOB N°)
				<b>HRM-GEN-RE-1.0</b>	<b>80600102793</b>
				ID DOCUMENTO (DOCUMENT ID)	NOME FILE (FILE NAME)
 <p><b>GRUPPO HERA</b></p> <p><b>HERA S.p.A.</b>  Holding Energia Risorse Ambiente  Viale Carlo Berti Pichat 2/4 40127 Bologna  tel. 051.287.111 fax 051.287.525  <a href="http://www.gruppohera.it">www.gruppohera.it</a></p>				DENOMINAZIONE DOCUMENTO (DOCUMENT DESCRIPTION)	
				<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA</b>	
				SCALA (SCALE)	N° FOGLIO (SHEET N°)
				--	<b>1</b>
					DI (LAST)
					<b>1</b>

	<b>DOCUMENTO GENERICO WORD</b>				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>1</b>	<b>38</b>
<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA</b>					

## INDICE


PREMESSA.....	2
1. ASPETTI RIGUARDANTI LA GEOLOGIA, MORFOLOGIA E L'IDROLOGIA .....	4
1.1 Inquadramento geografico .....	4
1.2 Inquadramento geomorfologico .....	4
1.3 Inquadramento geotecnico .....	6
1.4 Inquadramento idrografico .....	7
2. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN CEMENTO ARMATO .....	8
2.1 Premessa .....	8
2.2 Materiali impiegati nella costruzione .....	8
2.3 Normativa di riferimento .....	9
2.4 Sismicità dell'area .....	9
2.5 Definizione dell'azione sismica .....	9
3. CRITERI DI PROGETTAZIONE .....	10
3.1 Opere civili: Vasca di denitrificazione .....	11
3.2 Opere secondarie: pozzetto a valle della sedimentazione primaria .....	20
3.2 Opere secondarie: pozzetto sollevamento fanghi .....	24
3.2 Opere secondarie: pozzetto miscela areata .....	29
3.2 Opere secondarie: manufatto di arrivo alla canaletta esistente delle ossidazioni .....	29
3.2 Opere secondarie: bandella in acciaio inox .....	35
4. ELENCO ELABORATI .....	38

	<b>DOCUMENTO GENERICO WORD</b>				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>2</b>	<b>38</b>
<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA</b>					

## PREMESSA


Il presente progetto esecutivo, risponde al mandato avuto da Hera (Ordine S n. 8010001505 del 12 marzo 2008), è stato sviluppato tenendo presente i seguenti presupposti:

- 1) l'esistenza di un Progetto Preliminare, redatto da questo Studio e consegnato in data 21 luglio 2008 successivamente approvato da Hera Rimini;
- 2) l'esistenza di una procedura di screening per l'esclusione del progetto dalla Valutazione di Impatto Ambientale presentata da Hera Rimini in data 11 agosto 2008;
- 3) una Delibera della Provincia di Rimini (n. 272/2008) che escludeva il progetto dalla Procedura di V.I.A., prescrivendo altresì alcuni obblighi ad Hera Rimini.  
Sinteticamente gli obblighi prescritti sono i seguenti:
  - a) durante la fase di cantiere dovranno essere minimizzati sia l'impatto acustico che il sollevamento di polveri, nonché garantire l'indennità del Torrente Ventena rispetto alle attività di cantiere;
  - b) durante le attività lavorative dovranno essere minimizzati gli impatti sonori e quelli legati al possibile sviluppo di cattivi odori in tutte le fasi di trattamento;
  - c) dovrà essere verificato, attraverso una campagna di misurazione del livello sonoro generato dal depuratore in piena attività, l'impatto acustico dell'impianto rispetto alle abitazioni vicine;
  - d) ai fini della sicurezza le vie di fuga dovranno essere tenute sempre sgombre.
- 4) l'incarico, da parte di Hera Rimini, allo Studio THESISENGINEERING di Sasso Marconi (BO) per la progettazione delle strutture in cemento armato e degli impianti elettrici (Ordine n. 9010000399 del 23 gennaio 2009);
- 5) le forme e fonti di finanziamento che sono:
  - a) programma stralcio (art. 141 l.388/00) cod. 11s;
  - b) piano d'ambito 2005-2007 cod. D001.
- 6) una progettazione definitiva consegnata ad Hera il 17 luglio 2009 che è stata oggetto di richiesta di varianti da parte della Committente;
- 7) una successiva progettazione definitiva (che recepiva le varianti richieste a seguito di riunione presso la sede di Rimini in data 07 settembre 2009) consegnata ad Hera il 07 dicembre 2009; tali varianti richieste avevano comportato una lievitazione dell'importo di progetto;
- 8) una nuova richiesta di varianti da parte di Hera emerse durante una riunione presso la sede di Rimini in data 03 marzo 2010, per:
  - riduzione dell'importo progettuale (per mancanza di copertura finanziaria) stralciando dal progetto consegnato il 07 dicembre 2009 alcune opere previste, in attesa di un successivo finanziamento;

	<b>DOCUMENTO GENERICO WORD</b>				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>3</b>	<b>38</b>
<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA</b>					

- il confronto tra i dati di progetto (portate e carichi) considerati e i nuovi dati forniti dal Sig. Soldati.

- 9) una nuova richiesta di varianti da parte di Hera, in data 28 febbraio 2011, emerse a seguito della conferenza dei servizi del 01 dicembre 2010, relativamente a:
  - a) interferenza con la condotta metano Snam Rete Gas;
  - b) distanza minima di 10 m dei manufatti dal piede dell'argine del Torrente Ventena;
  - c) realizzazione di una barriera fonoassorbente a protezione della casa adiacente l'impianto.
- 10) la progettazione definitiva consegnata in data 30.06.2011 che teneva conto di tutte le richieste da parte dei vari Enti e validata da Hera.
- 11) la delibera della Provincia di Rimini (n. 299 del 06.12.2011) che autorizzava il progetto di modifica dell'impianto di trattamento delle acque reflue urbane di Cattolica, con una serie di prescrizioni.

	DOCUMENTO GENERICO WORD				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>4</b>	<b>38</b>
RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA					

## 1. ASPETTI RIGUARDANTI LA GEOLOGIA, MORFOLOGIA E L'IDROLOGIA

### 1.1 Inquadramento geografico


L'intervento in progetto si colloca all'interno dell'area sede del depuratore di Cattolica sito in via dei Glicini, come riportato nella figura che segue.



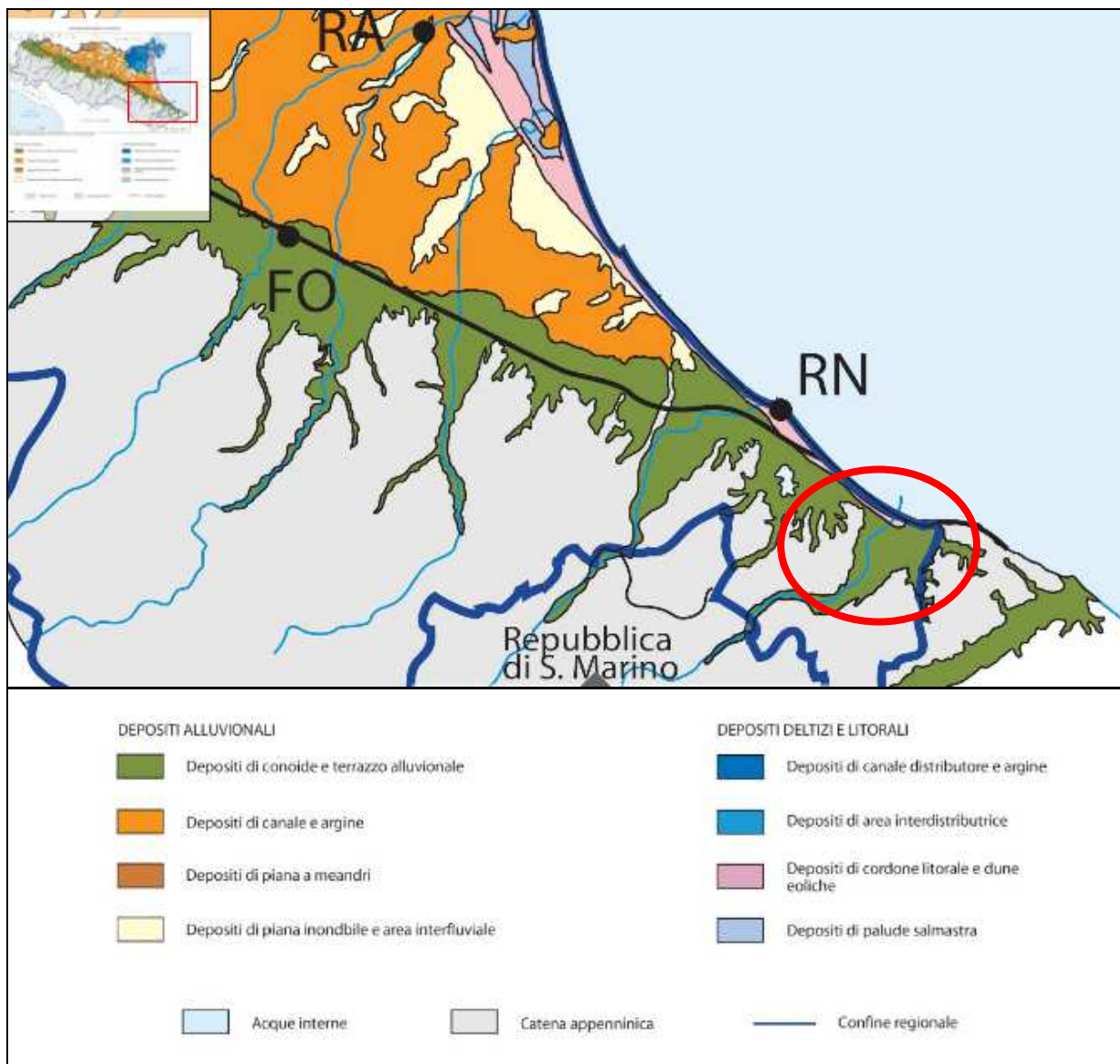
### 1.2 Inquadramento geomorfologico

Sulla base dei dati disponibili presso la regione Emilia Romagna (disponibili anche on line), con particolare riferimento alla Carta della Geomorfologia Costiera (CGC), si tracciano i principali lineamenti geomorfologici della zona interessata dall'intervento.


Si tratta di depositi di conoide e terrazzo alluvionale della formazione AES8a SUBSISTEMA DI RAVENNA. Si tratta di depositi alluvionali eterometrici dati da ciottoli, sabbie e limi. Corrisponde nelle aree intravallive ai depositi terrazzati più bassi. Rientrano in questa unità anche le alluvioni attualmente in evoluzione in alveo e quelle del primo terrazzo, talora fissate da arbusti. Il limite superiore è coincidente con il piano topografico, dato da suoli variabili da non calcarei a calcarei. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno, al tetto, colore bruno scuro e bruno scuro giallastro, spessore dell'orizzonte decarbonatato da 0,3 ad 1 m e contengono reperti archeologici di età dal Neolitico al Romano.

	DOCUMENTO GENERICO WORD				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>5</b>	<b>38</b>
RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA					

*L'età geologica è Pleistocene superiore-Olocene*





	DOCUMENTO GENERICO WORD				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>6</b>	<b>38</b>
RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA					



### 1.3 Inquadramento geotecnico

#### 1.3.1 Indagini in sito e prove geotecniche di laboratorio

Il sottosuolo dell'area in esame è stata indagata mediante 4 prove penetrometriche statiche ed un sondaggio a carotaggio continuo.

Le prove penetrometriche CPT1, CPT2 e CPT3 sono state spinte fino alla profondità di 13,00 m da p.c.. La prova penetrometrica CPT4 è stata spinta fino alla profondità di 16,00 m da p.c..

Il sondaggio a carotaggio continuo è stato spinto fino alla profondità di 30,00 m da p.c..

Nel corso del sondaggio sono state eseguite prove SPT e sono stati prelevati campioni indisturbati su cui eseguire le prove di laboratorio.

Nel foro del sondaggio sono stati posti in opera due piezometri del tipo "Casagrande" fino alla profondità rispettivamente di 10,00 e 24,00 m da p.c..

Le prove di laboratorio sono state condotte sui campioni indisturbati e sui campioni disturbati prelevati durante le prove SPT.

In riferimento alla valutazione del potenziale di liquefazione e del relativo fattore di sicurezza, si esclude il pericolo che tale fenomeno interessi gli strati di fondazione delle opere civili da realizzare. Si tratta di lenti in sabbia limosa o argillosa di spessore centimetrico, racchiuse da potenti strati di materiale fine, condizioni non sufficienti perché si inneschi la liquefazione in caso di sisma.

I risultati delle indagini in sito e delle prove geotecniche di laboratorio sono riportati in allegato alla relazione sulle indagini HRM\_THS\_ST\_1.3.

	<b>DOCUMENTO GENERICO WORD</b>				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>7</b>	<b>38</b>
<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA</b>					

### 1.3.2 Caratterizzazione litostratigrafica del sottosuolo

Dai risultati ottenuti dalla campagna geognostica condotta si è rilevato che il sottosuolo in esame è costituito nei primi due metri da materiale a matrice fine, prevalentemente limo argilloso, nei metri successivi, fino a circa 17m di profondità, sono presenti dei terreni in matrice sabbiosa, con presenza di limi e anche di ghiaie di natura calcarea, dai 17m alla massima profondità indagata con il sondaggio (30m) si rileva nuovamente la presenza di terreni con matrice fine di natura limo argilloso.

La caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica del sottosuolo è riportata nel dettaglio nella relazione geotecnica HRM\_THS\_ST\_1.5.

### 1.3.3 Falda

In occasione del sopralluogo condotto in data 30/06/09 è stata misurata la falda nei due Piezometri Casagrande installati nel foro del sondaggio.

Considerando che esiste ad oggi un'unica lettura dei piezometri, si è ritenuto di considerare a favore di sicurezza un livello di falda pari a 3.10m da p.c.. Il piano di campagna nella zona dove è stato eseguito il sondaggio ha una quota pari +98.30 m rispetto al caposaldo di riferimento.

La falda si colloca pertanto a +95.20 m rispetto al caposaldo di riferimento.

La relazione tra il caposaldo di riferimento e la quota s.l.m. è la seguente:

+99.95m=10.70 m s.l.m.

## 1.4 Inquadramento idrografico

L'area in esame, dal punto di vista idrografico, si colloca in adiacenza al corso del torrente Ventena.

Il torrente Ventena nasce sotto il colle di Tavoletto (PU) e scorre nella sua valle dalla sorgente fino al capoluogo di San Giovanni in Marignano, mantenendo le caratteristiche di territorio selvaggio.

Il torrente Ventena entra nel nucleo dell'abitato storico di San Giovanni in Marignano, attualmente lambendo il lato nord delle vecchie mura; un tempo alimentava il fossato che circondava completamente le mura del paese. Superato l'abitato di San Giovanni in M. il torrente percorre 2 km tra pochi campi e molte fabbriche, con un percorso molto tortuoso, lento e pianeggiante, per arrivare a Cattolica (RN), città nella quale dà il nome ad una quartiere, deviando bruscamente in questa zona scorrendo per circa 1 km quasi parallelo al mare Adriatico dove sfocia, poco lontano dalla foce del torrente Conca.



	<b>DOCUMENTO GENERICO WORD</b>				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>8</b>	<b>38</b>
<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA</b>					

## **2. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN CEMENTO ARMATO**

### **2.1 Premessa**

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di manufatti in cemento armato, in particolare sono previsti:

- una nuova vasca di denitrificazione (cfr Tav. HRM\_THS\_ST\_3.5/3.6) a pianta rettangolare avente le seguenti caratteristiche:
  - lunghezza: 35,80 m;
  - larghezza: 26,80 m;
  - altezza utile: 4,80 m;
- nuovo manufatto di by pass a valle dei sedimentatori primari (cfr Tav. HRM\_THS\_ST\_3.14);
- nuovo manufatto di sollevamento dei fanghi di ricircolo e miscela areata (cfr Tav. HRM\_THS\_ST\_3.1 e 3.9/12).

È inoltre prevista l'installazione di una bandella in acciaio inox sul bordo superiore della vasca di ossidazione-nitrificazione (ex denitrificazione) esistente per il contenimento delle schiume, a fronte di un modesto innalzamento del livello all'interno della vasca di 10cm. (cfr Tav. HRM\_THS\_ST\_3.8\_01)

### **2.2 Materiali impiegati nella costruzione**

I materiali impiegati per la costruzione delle opere sono i seguenti:

#### **Calcestruzzo per fondazioni ed elevazioni:**

Classe di resistenza C25/30, confezionato con inerti lavati ed opportunamente selezionati,

Copri ferro 4cm

Rapporto acqua- cemento =0.5;


Classe di esposizione ambientale XC4 – XS1 – XF2 (UNI 11104 e UNI EN206-1);

Classe minima di consistenza S4;

inerti naturali diametro massimo 32mm.

#### **Acciaio in barre per calcestruzzo:**

L'acciaio per cemento armato impiegato nelle strutture in elevazione e nelle fondazioni ha le seguenti caratteristiche:

	<b>DOCUMENTO GENERICO WORD</b>				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>9</b>	<b>38</b>
<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA</b>					

Barre ad aderenza migliorata tipo B450 C:

Tensione Caratteristica di snervamento  $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$

Tensione Caratteristica di rottura  $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$

$f_{tk} / f_{yk} \geq 1,15$

$f_{tk} / f_{yk} < 1,35$

Deformazione caratteristica al carico massimo  $(e_u)_k \geq 7,5\%$

Deformazione di progetto  $(e_u)_d \geq 6,75\%$

### 2.3 Normativa di riferimento

Il progetto delle strutture è stato redatto in conformità alla normativa cogente:  
D.Min. Infrastrutture del 14/01/2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni”.

### 2.4 Sismicità dell'area

Il Comune di Cattolica si colloca in Zona 2 rispetto alla classificazione del 2006 allegata al D.M. 14/01/08.

### 2.5 Definizione dell'azione sismica

Localizzazione dell'impianto	
Località:	Cattolica
Comune:	Cattolica
Provincia:	Rimini
Regione:	Emilia-Romagna
Longitudine:	43,963°
Latitudine:	12.74°

Il periodo di riferimento ( $V_R$ ) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso vale:  
 $V_R = V_N C_u = 50 \text{ anni}$

I valori di probabilità di superamento del periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente sono:

$P_{VR} \text{ (SLD)} = 63\%$

$P_{VR} \text{ (SLV)} = 10\%$

Il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$  espresso in anni, vale:

	<b>DOCUMENTO GENERICO WORD</b>				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>10</b>	<b>38</b>
<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA</b>					

$$T_R(SLD) = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = 50 \text{anni}$$

$$T_R(SLV) = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = 475 \text{anni}$$

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite le tabelle riportate nelle NTC 2008, o tramite la mappatura messa a disposizione in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), è possibile definire i valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$ .

$a_g$  → accelerazione massima orizzontale del terreno su al bed-Rock, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

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

$T_c^*$  → periodo di inizio del Plateau dello spettro in accelerazione orizzontale;

$S$  → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_s$ ) e dell'amplificazione topografica ( $ST$ );

I valori delle caratteristiche sismiche per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita sono:

$$a_g = 0,184 \text{ g}$$

$$F_0 = 2,482$$

$$T_c^* = 0,296 \text{ sec}$$

La categoria di sottosuolo a cui si fa riferimento ai fini della determinazione dell'azione sismica di progetto, in base alle direttive riportate in tabella 3.2.II delle NTC 2008, è la categoria "C".

Il valore del coefficiente di amplificazione stratigrafico risulta:

$$S_s = 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} = 1,427$$

Le caratteristiche della superficie topografica possono essere assunte come categoria T1, adottando di conseguenza un valore di amplificazione topografica unitario.

$$ST = 1$$

L'accelerazione massima è valutata con la relazione:

$$a_{MAX}(SLV) = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g = 1,427 \cdot 1 \cdot 0,184 \cdot g = 0,263 \cdot g$$

Un maggiore approfondimento è specificato nella relazione di modellazione sismica HRM\_THS\_ST\_1.19\_01.

### 3 CRITERI DI PROGETTAZIONE

	<b>DOCUMENTO GENERICO WORD</b>				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>11</b>	<b>38</b>
<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA</b>					

Il dimensionamento delle strutture è stato condotto, in via preliminare ed a favore di sicurezza, assumendo nel calcolo una sezione piana tipologica schematizzando il paramento delle vasche come un muro a mensola soggetto ai carichi esterni permanenti dovuti alla spinta del terrapieno, mentre si è trascurato a favore di sicurezza il contributo della spinta dell'acqua contenuta nella vasca stessa.

Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo	
Titolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione:	PROFESSIONAL (build 2010-10-153)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara
Codice Licenza:	Licenza dsi2729

#### Affidabilità dei codici utilizzati

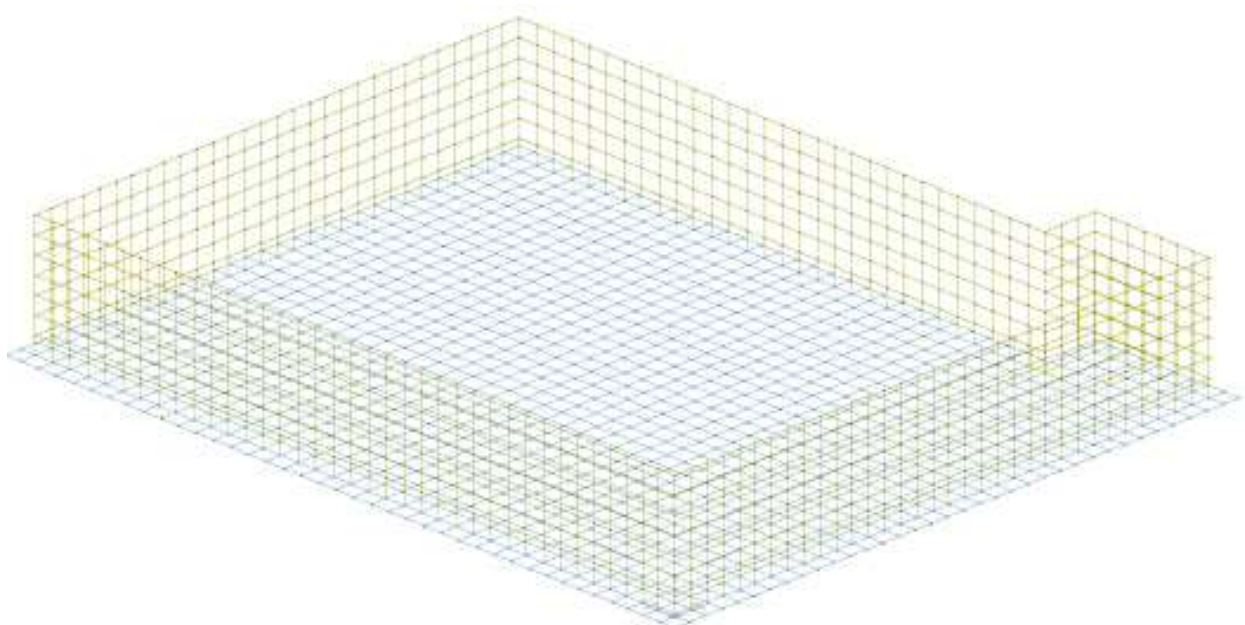
2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

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

### 3.1 Opere civili: Vasca di denitrificazione

Di seguito si riporta la geometria e le principali dimensioni dell'opera.

- Lunghezza = 35.8 m
- Larghezza = 26.8 m
- Altezza utile = 4.8 m



3-1 Modello 1 - Prosap

	<b>DOCUMENTO GENERICO WORD</b>				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>12</b>	<b>38</b>
<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA</b>					

La determinazione della costante di sottofondo del terreno su cui la vasca è appoggiata è stata determinata attraverso, la formula di Boyles:

$$k_s = \frac{k'_s}{B} = \frac{0,65}{B} \cdot \sqrt[12]{\frac{E_s \cdot B^4}{E_F \cdot I_F}} \cdot \frac{E_s}{1 - \mu^2} = 0,0245 \text{ kg / cm}^3$$

dove:

$E_s$  = modulo elastico di deformazione del terreno

$E_s$  = modulo elastico di deformazione della fondazione

$I_s$  = momento di inerzia della fonazione riferito alla sezione retta

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontali  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta \cdot \frac{a_{\max}}{g} = 0,0643$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h = \pm 0,0322$$

Dove il coefficiente  $\beta$  è stato assunto pari a 0,24, in accordo con la Tab. 7.11.II. delle NTC2008.

Per la valutazione dell'azione inerziale il terreno è stato trattato come un mezzo monofase in quanto la posizione della falda è risultata essere pari o inferiore alla quota del piano di posa della vasca.

L'azione sismica equivalente del terreno sulle pareti della vasca di denitrificazione risulta quindi:

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma_T \cdot z^2 \cdot k_h = \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 3,90^2 \cdot 0,0643 = 9,78 \text{ kN / m}$$

Per tenere in considerazione dell'effetto idrodinamico provocato dal fluido all'interno della vasca a pieno carico, è stato eseguito un modello specifico (Modello2)

Per la determinazione delle unità stratigrafiche utilizzate in tale modello si rimanda alla relativa relazione Geotecnica (HRM\_THS\_ST\_1.4).

La spinta Idrodinamica del fluido all'interno della vasca risulta essere:

$$P_v(z) = \pm \frac{7}{8} \cdot k_h \cdot \gamma_w \cdot h^{1/2} \cdot y^{1/2} [\text{kN / m}]$$

Dove:

$h$  = altezza totale dell'acqua presente all'interno della vasca

$z$  = profondità dal pelo libero

### 3.1.1 Combinazioni di carico

	DOCUMENTO GENERICO WORD				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>13</b>	<b>38</b>
RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA					

Le combinazioni di carico considerate hanno lo scopo di massimizzare le sollecitazioni sugli elementi strutturali. Le combinazioni di carico a cui si fa riferimento sono riportate al punto §2.5.3 delle NTC 2008

#### SLU (STATICA)

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

#### SLV (SISMICA)

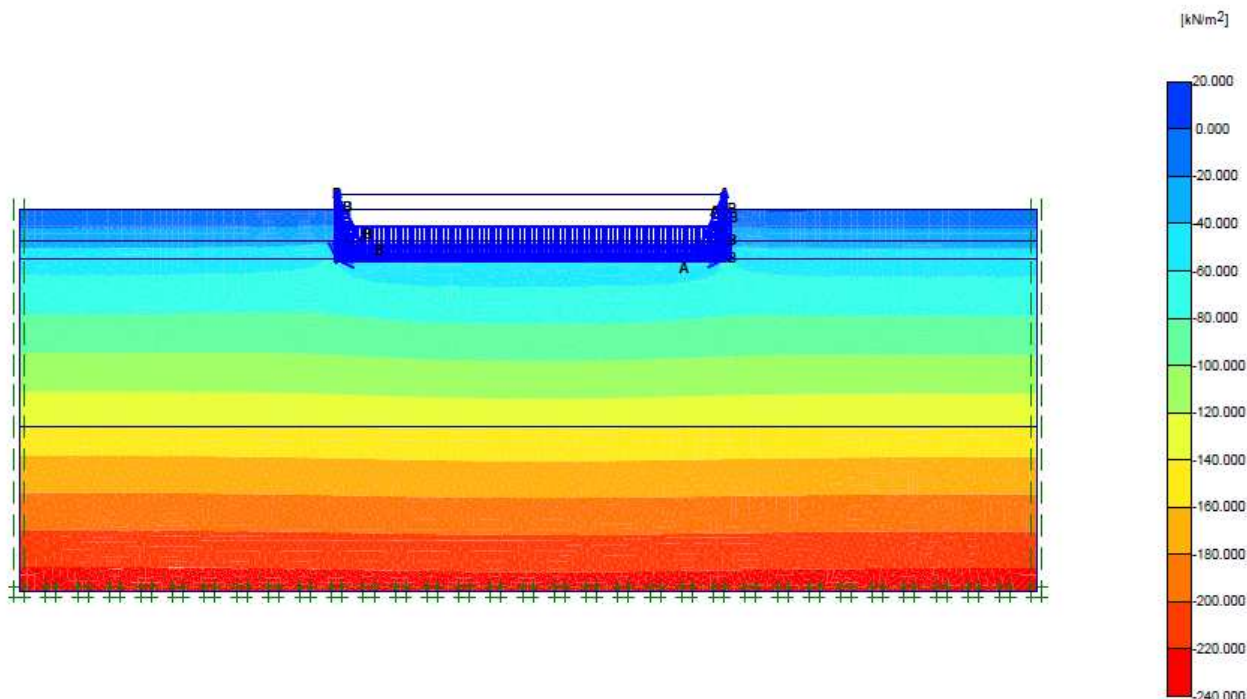
$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

#### SLE (FESSURAZIONE)

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{12} \cdot Q_{k2} + \dots$$

L'analisi sismica della struttura è stata eseguita attraverso l'applicazione del metodo pseudostatico, che consente la determinazione dell'azione sismica come una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. (§7.11.6.2.1 delle NTC 2008)

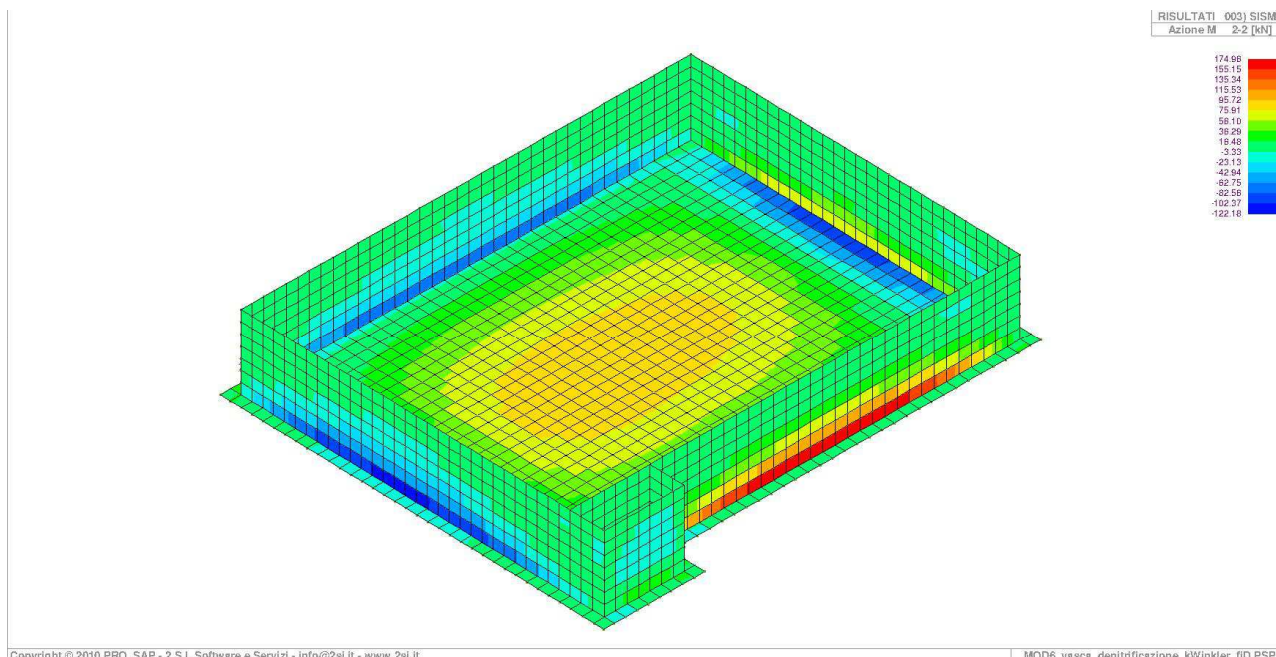
#### 3.1.2 Risultati rilevanti



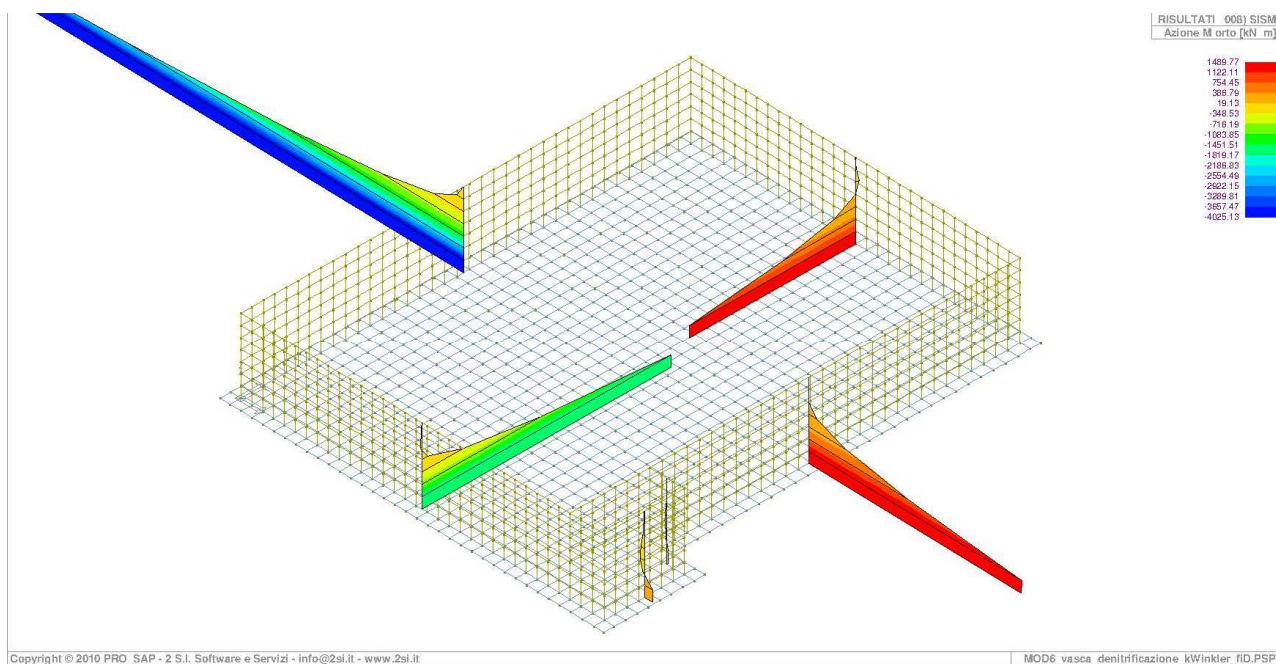
3-2 – Tensioni efficaci




	DOCUMENTO GENERICO WORD				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>14</b>	<b>38</b>
RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA					

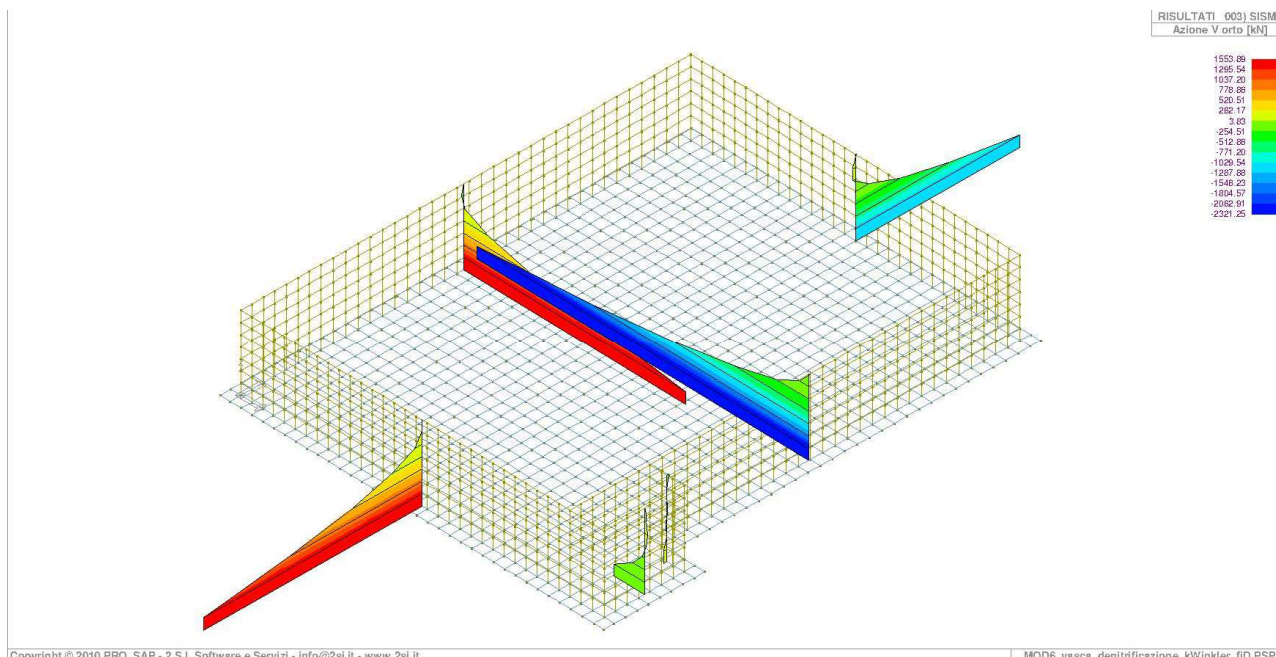


3-3 - Sollecitazione M 2-2 elementi D3

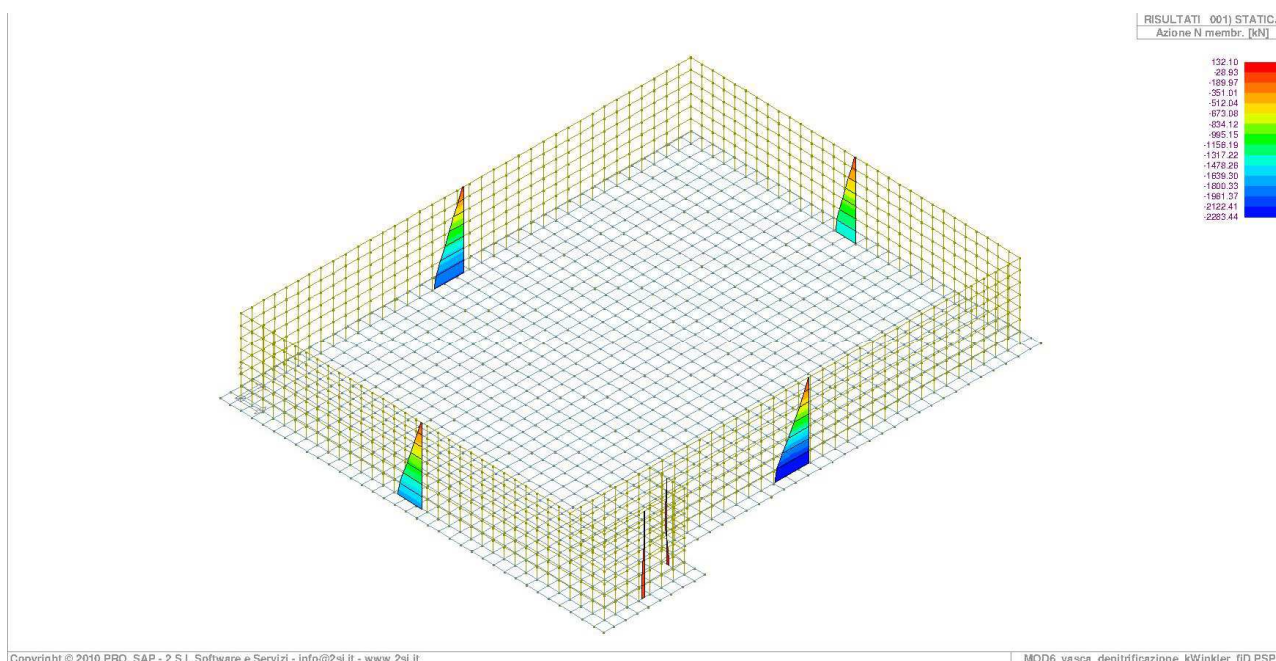


3-4 - Sollecitazione macro M orto

	DOCUMENTO GENERICO WORD				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>15</b>	<b>38</b>
RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA					




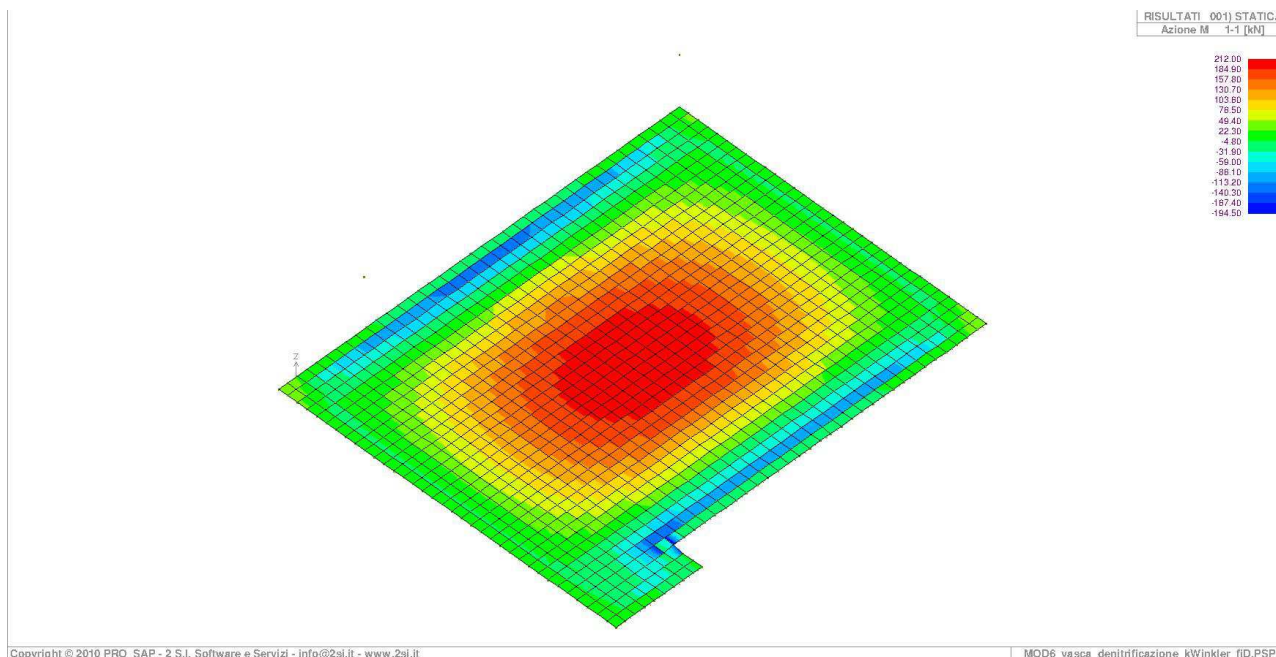
3-5 – Sollecitazione macro V orto



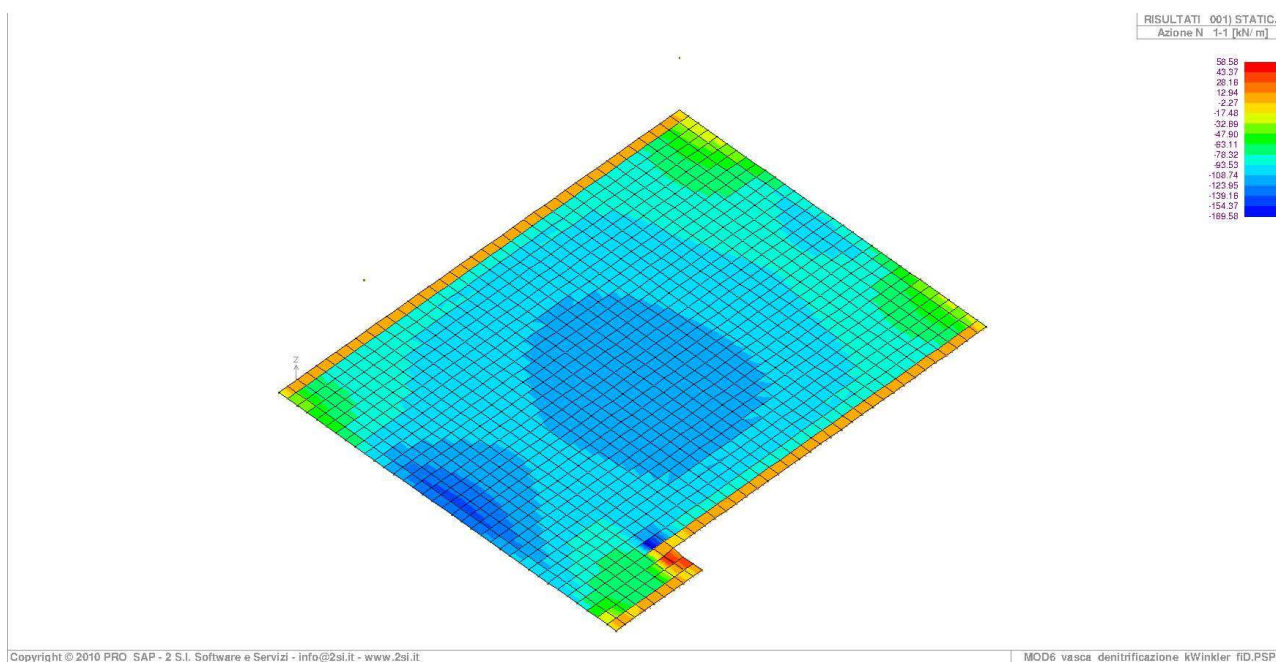
3-6 – Sollecitazioni N membr



	DOCUMENTO GENERICO WORD				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>16</b>	<b>38</b>
RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA					

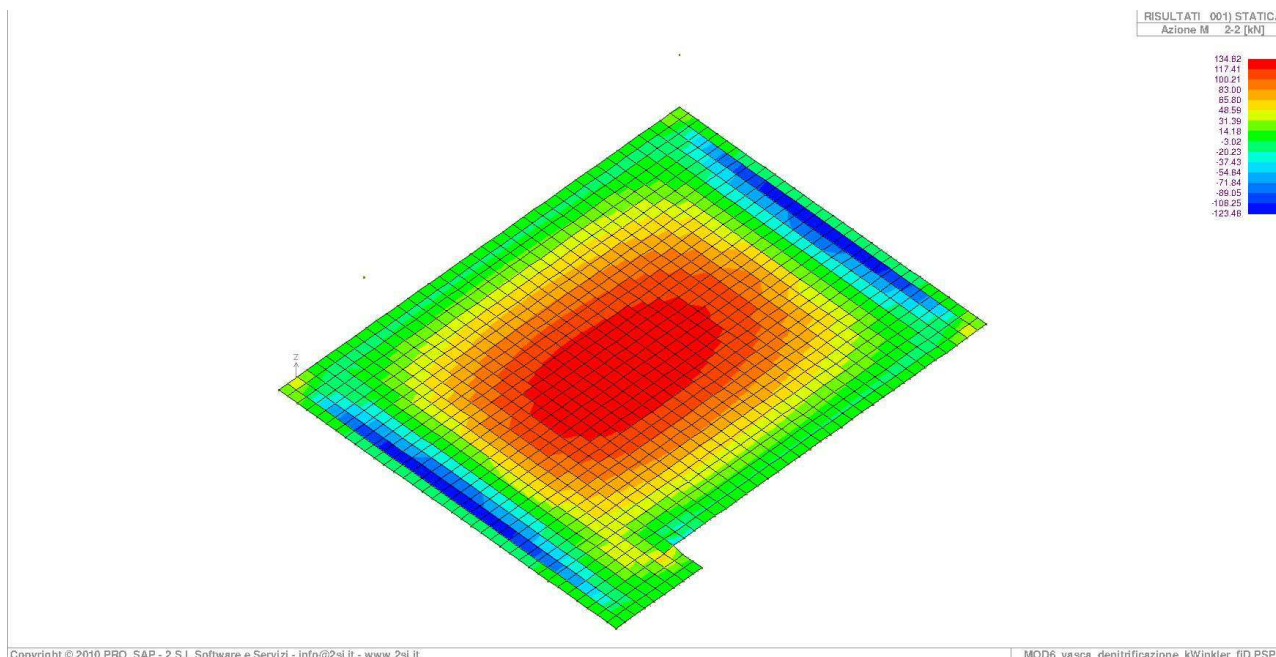


3-7 M1-1max Platea di fondazione

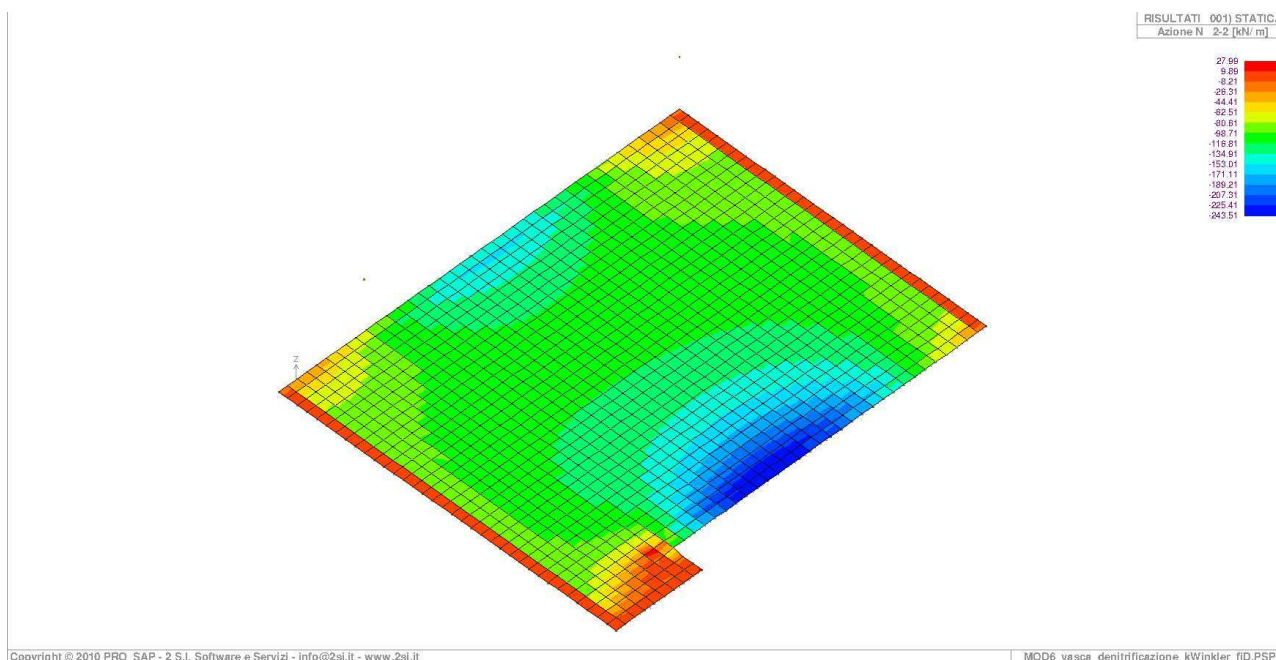


3-8 – N1-1 corrispondente M1-1 Platea di fondazione


	DOCUMENTO GENERICO WORD				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>17</b>	<b>38</b>
RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA					

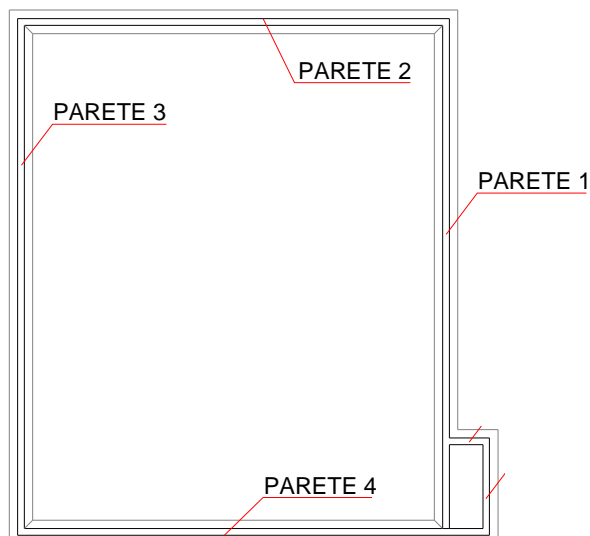


3-9 M2-2max Platea di fondazione



3-10 – N2-2 corrispondente M2-2 Platea di fondazione

	<b>DOCUMENTO GENERICO WORD</b>				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>18</b>	<b>38</b>
<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA</b>					



PARETE 1

Verifica a taglio - V orto									
d	k	vmin	σcp medio	ρ1	VRd	check 1	check 3	coef.	
[cm]	< 2				[kN]	[kN]	VEd<VRd	Sfruttamento	
36	1,75	0,40	0,14	0,55%	<b>11440</b>	> 9282	<b>OK</b>	35%	

Verifica Compressione			Verifica a Pressoflessione				
fcd	σc	check	Ned/ml	Med/ml	MRd /ml	0,7*MRd/ml	check
[Mpa]	[Mpa]	(40%*fcd)	[kN]	[kN*m]	[kN*m]	[kN*m]	
14,17	0,14	OK	54,8	132,4	274	191,8	<b>OK</b>

PARETE 2

Verifica a taglio - V orto									
d	k	vmin	σcp medio	ρ1	VRd	check 1	check 3	coef.	
[cm]	< 2				[kN]	[kN]	VEd<VRd	Sfruttamento	
36	1,75	0,40	0,18	0,55%	<b>9663</b>	> 7868	<b>OK</b>	32%	

Verifica Compressione			Verifica a Pressoflessione				
fcd	σc	check	Ned/ml	Med/ml	MRd /ml	0,7*MRd/ml	check
[Mpa]	[Mpa]	(40%*fcd)	[kN]	[kN*m]	[kN*m]	[kN*m]	
14,17	0,18	OK	71,2	109,5	173,3	121,31	<b>OK</b>

PARETE 3

	<b>DOCUMENTO GENERICO WORD</b>				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>19</b>	<b>38</b>
<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA</b>					

<b>Verifica a taglio - V orto</b>									
d	k	vmin	σcp medio	ρl	VRd	check 1		check 3	coef.
[cm]	< 2				[kN]	[kN]		VEd<VRd	Sfruttamento
36	1,75	0,40	0,23	0,56%	<b>9694</b>	>	7880	<b>3482</b>	<b>OK</b>

<b>Verifica Compressione</b>			<b>Verifica a Pressoflessione</b>				
fcd	σc	check	Ned/ml	Med/ml	MRd /ml	0,7*MRd/ml	check
[Mpa]	[Mpa]	(40%*fcd)	[kN]	[kN*m]	[kN*m]	[kN*m]	
14,17	0,23	OK	91,3	130,2	277	193,9	<b>OK</b>

PARETE 4

<b>Verifica a taglio - V orto</b>									
d	k	vmin	σcp medio	ρl	VRd	check 1		check 3	coef.
[cm]	< 2				[kN]	[kN]		VEd<VRd	Sfruttamento
36	1,75	0,40	0,13	0,56%	<b>8684</b>	>	7014	<b>2910</b>	<b>OK</b>

<b>Verifica Compressione</b>			<b>Verifica a Pressoflessione</b>				
fcd	σc	check	Ned/ml	Med/ml	MRd /ml	0,7*MRd/ml	check
[Mpa]	[Mpa]	(40%*fcd)	[kN]	[kN*m]	[kN*m]	[kN*m]	
14,17	0,13	OK	53,5	117,4	170,4	119,28	<b>OK</b>

Per tutte le altre verifiche delle pareti, della fondazione e degli stati limite di esercizio si rimanda alla relazione di calcolo della vasca di denitrificazione HRM\_THS\_RE\_1.5





	<b>DOCUMENTO GENERICO WORD</b>				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>21</b>	<b>38</b>
<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA</b>					

La determinazione della costante di sottofondo del terreno su cui la vasca è appoggiata è stata determinata attraverso, la formula di Boyles:

$$k_s = \frac{k'_s}{B} = \frac{0,65}{B} \cdot \sqrt[12]{\frac{E_s \cdot B^4}{E_F \cdot I_F}} \cdot \frac{E_s}{1 - \mu^2} = 0,0904 \text{ kg / cm}^3$$

dove:

$E_s$  = modulo elastico di deformazione del terreno

$E_s$  = modulo elastico di deformazione della fondazione

$I_s$  = momento di inerzia della fonazione riferito alla sezione retta

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontali  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta \cdot \frac{a_{\max}}{g} = 0,0643$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h = \pm 0,0322$$

Dove il coefficiente  $\beta$  è stato assunto pari a 0,24, in accordo con la Tab. 7.11.II. delle NTC2008.

Per la valutazione dell'azione inerziale, il terreno è stato trattato come un mezzo monofase in mancanza di specifici parametri del coefficiente di permeabilità del terreno.

L'azione sismica equivalente, del terreno sulle pareti risulta:

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma_T \cdot z^2 \cdot k_h = \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 2,00^2 \cdot 0,0643 = 2,57 \text{ kN / m}$$

E' stato inoltre trascurato l'effetto idrodinamico provocato dall'eventuale fluido all'interno delle vasche, in quanto, essendo queste interrato per quasi la totalità della loro altezza, l'effetto del sisma in condizioni di vasca vuota, risulta maggiormente dimensionante al fine della progettazione degli elementi strutturali.

### 3.2.1 Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico considerate hanno lo scopo di massimizzare le sollecitazioni sugli elementi strutturali. Le combinazioni di carico a cui si fa riferimento sono riportate al punto §2.5.3 delle NTC 2008

SLU (STATICA)

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

SLV (SISMICA)

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

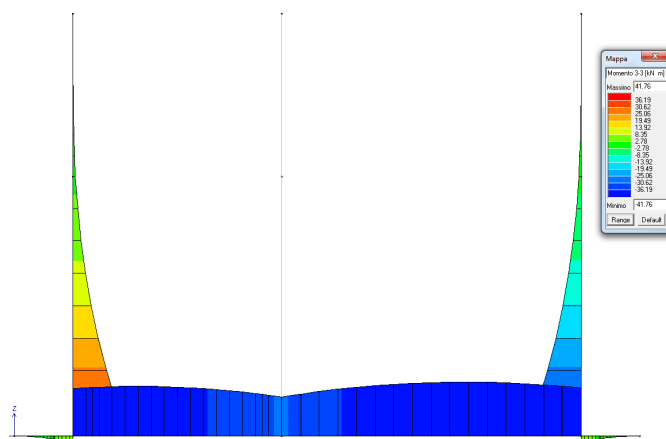
SLE (FESSURAZIONE)

	DOCUMENTO GENERICO WORD				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>22</b>	<b>38</b>
RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA					

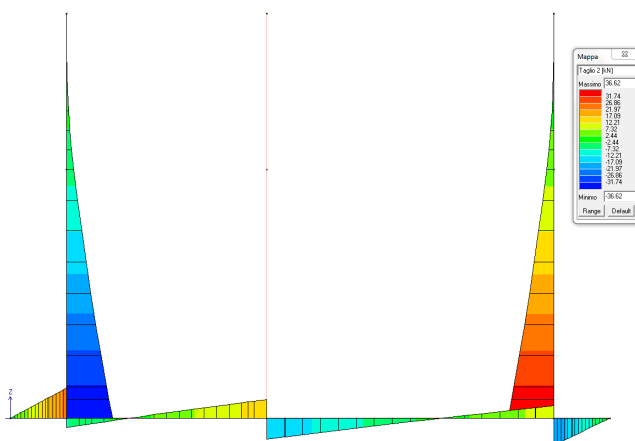
$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

L'analisi sismica della struttura è stata eseguita attraverso l'applicazione del metodo pseudostatico, che consente la determinazione dell'azione sismica come una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. (§7.11.6.2.1 delle NTC 2008)


### 3.2.2 Risultati rilevanti

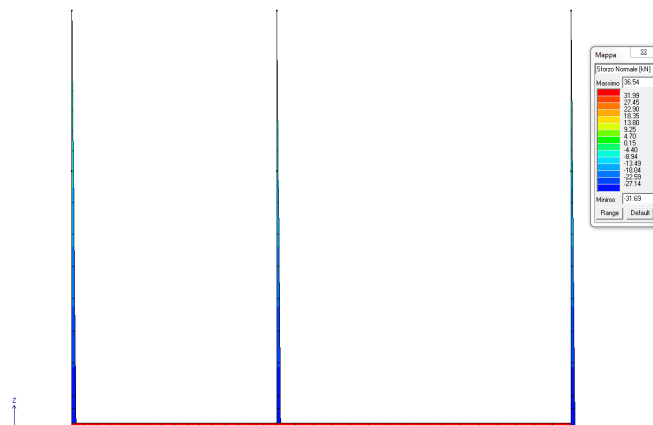


3-13 - Sollecitazione M max elementi D2



3-14 - Sollecitazione di taglio elementi D2

	<b>DOCUMENTO GENERICO WORD</b>				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>23</b>	<b>38</b>
<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA</b>					



3-15 - Sollecitazione N elementi D2

Le verifiche sulle pareti della vasca sono state eseguite sulla sezione di larghezza 1 m, i cui risultati sono di seguito riportati.


MODELLO 1									
H setto	s setto	L setto	c	fck	Ned membr.	Med membr.	Med orto	V orto	Ved orto
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[Mpa]	[kN]	[kN*m]	[kN*m]	[kN]	+50%
<b>310</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>4</b>	<b>25</b>	<b>31,69</b>	<b>-</b>	<b>41,76</b>	<b>36,62</b>	<b>55</b>

LIMITI GEOMETRICI				
sParete	Φmax	Ac tot	Ac centrale	Ac confinata
check	[mm]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
OK	30	3000	300	2700

FERRI VERTICALI								FERRI ORIZZONTALI				
Φeff	smax,confinat	n°Barre confin	n°Barre conf,eff	seff	As,eff	ρ	check	Φmin	Φeff	smax	s	n°Staffe critica
[mm]	[cm]			[cm]	[cm <sup>2</sup> ]			[mm]	[mm]	[cm]	[cm]	
<b>16</b>	<b>20</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>0,77%</b>	<b>OK</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>20</b>	<b>16</b>

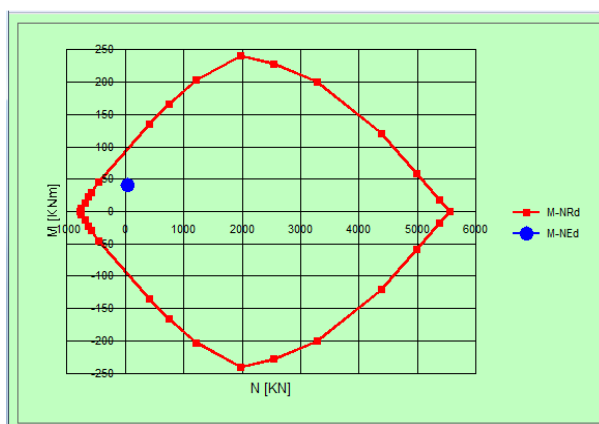
V orto TUTTO IL SETTO ARMATURA su ml								
d	k	vmin	σcp medio	ρl	VRd		check 1	check 2
[cm]	< 2				[kN]		[kN]	VEd<VRd
<b>26</b>	<b>1,88</b>	<b>0,45</b>	<b>0,11</b>	<b>0,77%</b>	<b>323</b>	<b>&gt;</b>	<b>242</b>	<b>OK</b>

Verifica Compressione			Verifica a Pressoflessione				
fcd	σc	check	Ned/ml	Med/ml	MRd /ml	0,7*MRd/ml	check
[Mpa]	[Mpa]	(40%*fcd)	[kN]	[kN*m]	[kN*m]	[kN*m]	
<b>14,17</b>	<b>0,11</b>	<b>OK</b>	<b>31,69</b>	<b>41,8</b>	<b>98,18</b>	<b>68,726</b>	<b>OK</b>

	<b>DOCUMENTO GENERICO WORD</b>				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>24</b>	<b>38</b>
<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA</b>					

Per quanto riguarda la verifica della platea di fondazione, è stata eseguita su una striscia di larghezza unitaria, verificando che la disposizione della maglia di base,  $\Phi 16$  maglia 20x20 disposta su tutta la superficie della platea fosse sufficiente nei confronti delle sollecitazioni di Mmax e N corrispondente.

SOLLECITAZIONI				RES.	
	Med [kN m]		Ned [kN]	MRd [kN m]	check
M max	<b>41.12</b>	N corrisp.	<b>31.99</b>	<b>110,0</b>	<b>OK</b>



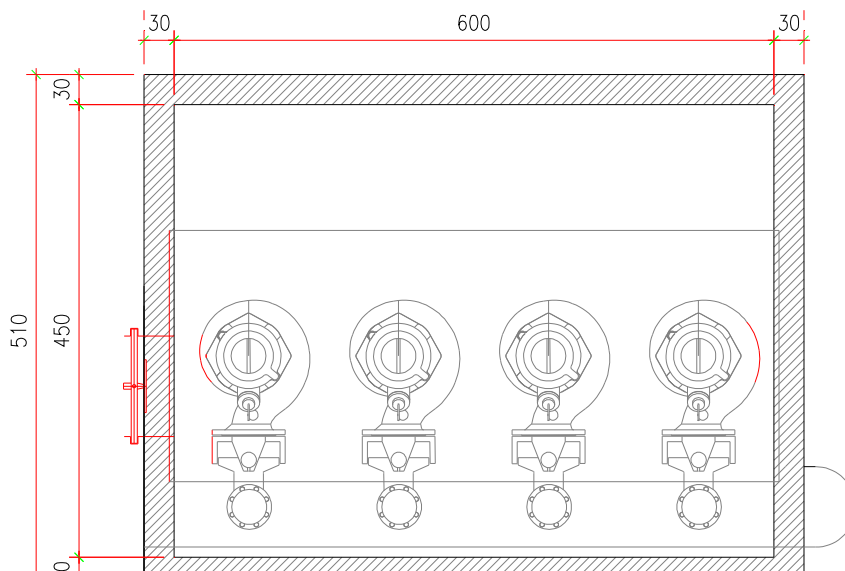
3-16 – Dominio M-N striscia fondazione

Per tutte le altre verifiche delle pareti, della fondazione e degli stati limite di esercizio si rimanda alla relazione di calcolo delle opere secondarie HRM\_THS\_RE\_1.7

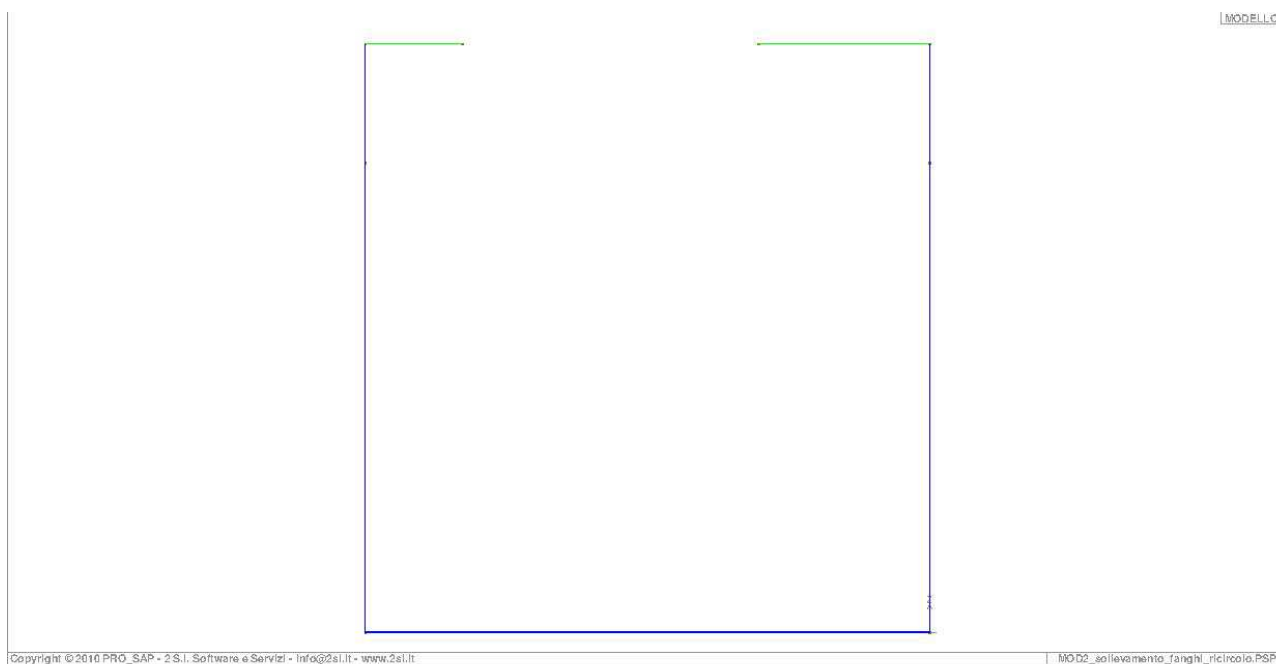
### 3.2 Opere secondarie: pozzetto sollevamento fanghi

Di seguito si riporta la geometria e le principali dimensioni dell'opera.

	<b>DOCUMENTO GENERICO WORD</b>				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>25</b>	<b>38</b>
<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA</b>					



3-17 - Modello 1 – Pianta



3-18 – Modello 1- Modellazione FEM

La determinazione della costante di sottofondo del terreno su cui la vasca è appoggiata è stata determinata attraverso, la formula di Boyles:

$$k_s = \frac{k'_s}{B} = \frac{0,65}{B} \cdot \sqrt[12]{\frac{E_s \cdot B^4}{E_F \cdot I_F}} \cdot \frac{E_s}{1 - \mu^2} = 0,143 \text{ kg} / \text{cm}^3$$

dove:

$E_s$  = modulo elastico di deformazione del terreno



	<b>DOCUMENTO GENERICO WORD</b>				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>26</b>	<b>38</b>
<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA</b>					

$E_s$  = modulo elastico di deformazione della fondazione

$I_s$  = momento di inerzia della fonazione riferito alla sezione retta

Nelle verifiche allo stato limite ultitmo, i valori dei coefficienti sismici orizzontali  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta \cdot \frac{a_{\max}}{g} = 0,0643$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h = \pm 0,0322$$

Dove il coefficiente  $\beta$  è stato assunto pari a 0,24, in accordo con la Tab. 7.11.II. delle NTC2008.

Per la valutazione dell'azione inerziale, il terreno è stato trattato come un mezzo monofase in mancanza di specifici parametri del coefficiente di permeabilità del terreno.

L'azione sismica equivalente, del terreno sulle pareti risulta:

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma_T \cdot z^2 \cdot k_h = \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 3,15^2 \cdot 0,0643 = 6,38 kN / m$$

E' stato inoltre trascurato l'effetto idrodinamico provocato dall'eventuale fluido all'interno delle vasche, in quanto, essendo queste interrato per quasi la totalità della loro altezza, l'effetto del sisma in condizioni di vasca vuota, risulta maggiormente dimensionante al fine della progettazione degli elementi strutturali.

### 3.2.1 Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico considerate hanno lo scopo di massimizzare le sollecitazioni sugli elementi strutturali. Le combinazioni di carico a cui si fa riferimento sono riportate al punto §2.5.3 delle NTC 2008

#### SLU (STATICA)

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

#### SLV (SISMICA)


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

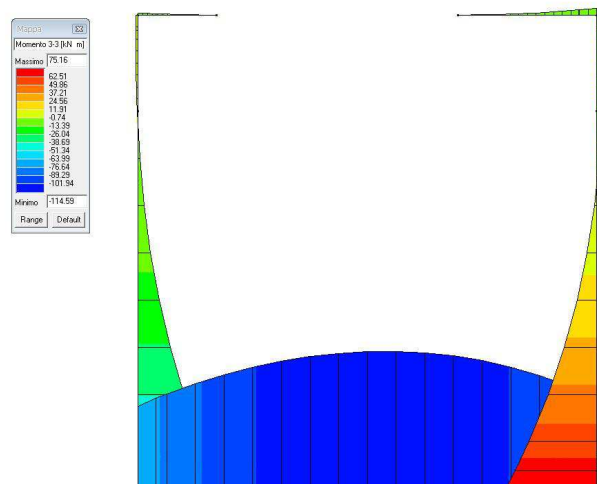
#### SLE (FESSURAZIONE)

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{12} \cdot Q_{k2} + \dots$$

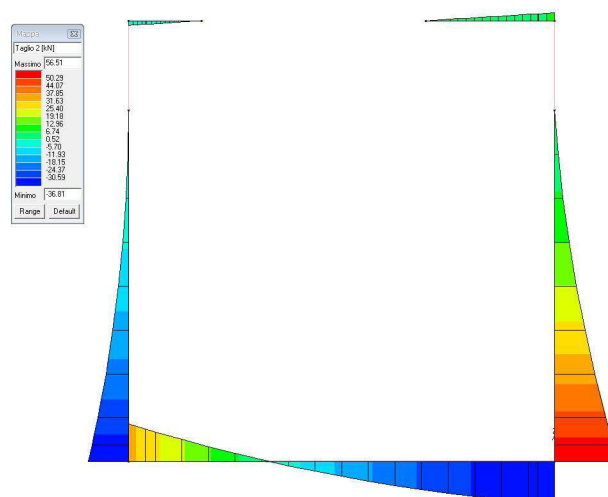
L'analisi sismica della struttura è stata eseguita attraverso l'applicazione del metodo pseudostatico, che consente la determinazione dell'azione sismica come una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. (§7.11.6.2.1 delle NTC 2008)

### 3.2.2 Risultati rilevanti


	DOCUMENTO GENERICO WORD				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>27</b>	<b>38</b>
RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA					

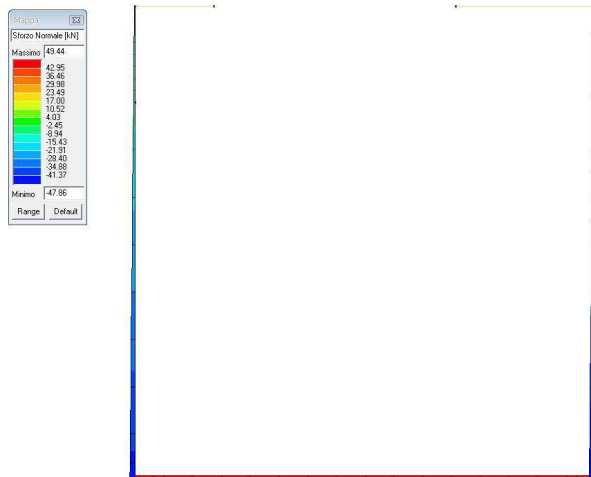


3-19 - Sollecitazione M max elementi D2



3-20 – Sollecitazione di Taglio elementi D2 – comb sism1

	DOCUMENTO GENERICO WORD				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>28</b>	<b>38</b>
RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA					



3-21 – Sollecitazioni N elementi D2


Le verifiche sulle pareti della vasca sono state eseguite sulla sezione di larghezza 1 m, i cui risultati sono di seguito riportati.

MODELLO 2						SOLLECITAZIONI MASSIME MODELLO PROSAP					
setto 1 ml	H setto	s setto	L setto	c	fck	Ned membr.	Med membr.	Med orto	V orto	Ved orto	Ved membr.
	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[Mpa]	[kN]	[kN*m]	[kN*m]	[kN]	+50%	[kN]
	<b>395</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>25</b>	<b>45</b>	<b>-</b>	<b>76</b>	<b>56</b>	<b>84</b>

LIMITI GEOMETRICI				
sParete	$\Phi_{max}$	Ac tot	Ac centrale	Ac confinata
check	[mm]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
OK	30	3000	300	2700

FERRI VERTICALI								FERRI ORIZZONTALI				
$\Phi_{eff}$								$\Phi_{min}$	$\Phi_{eff}$			
	smax,confinat	n°Barre confin	n°Barre conf,eff	seff	As,eff	$\rho$	check			smax	s	n°Staffe critica
[mm]	[cm]			[cm]	[cm <sup>2</sup> ]			[mm]	[mm]	[cm]	[cm]	
<b>16</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>0,77%</b>	<b>OK</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>20</b>	<b>20</b>

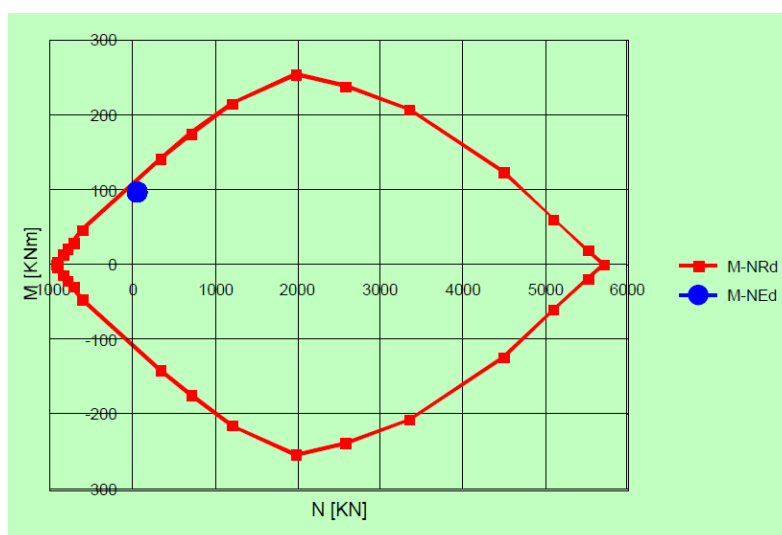
V orto TUTTO IL SETTO ARMATURA su ml								
d	k	vmin	$\sigma_{cp}$ medio	$\rho_1$	VRd		check 1	check 2
[cm]	< 2				[kN]		[kN]	VEd<VRd
<b>26</b>	<b>1,88</b>	<b>0,45</b>	<b>0,15</b>	<b>0,77%</b>	<b>326</b>	<b>&gt;</b>	<b>246</b>	<b>OK</b>

	<b>DOCUMENTO GENERICO WORD</b>				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>29</b>	<b>38</b>
<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA</b>					

Verifica Compressione			Verifica a Pressoflessione				check
fcd	$\sigma_c$	check	Ned/ml	Med/ml	MRd /ml	0,7*MRd/ml	
[Mpa]	[Mpa]	(40%*fcd)	[kN]	[kN*m]	[kN*m]	[kN*m]	
14,17	0,15	OK	45,0	76,0	110	77	<b>OK</b>

Per quanto riguarda la verifica della platea di fondazione, è stata eseguita su una striscia di larghezza unitaria, verificando che la disposizione della maglia di base,  $\Phi 16$  maglia 20x20 disposta su tutta la superficie della platea fosse sufficiente nei confronti delle sollecitazioni di Mmax e N corrispondente.

SOLLECITAZIONI				RES.	check
	Med [kN m]		Ned [kN]	MRd [kN m]	
M max	<b>98,0</b>	N corrisp.	<b>49,4</b>	<b>110,0</b>	<b>OK</b>



3-22 – Dominio M-N striscia fondazione


Per tutte le altre verifiche delle pareti, della fondazione e degli stati limite di esercizio si rimanda alla relazione di calcolo delle opere secondarie HRM\_THS\_RE\_1.7

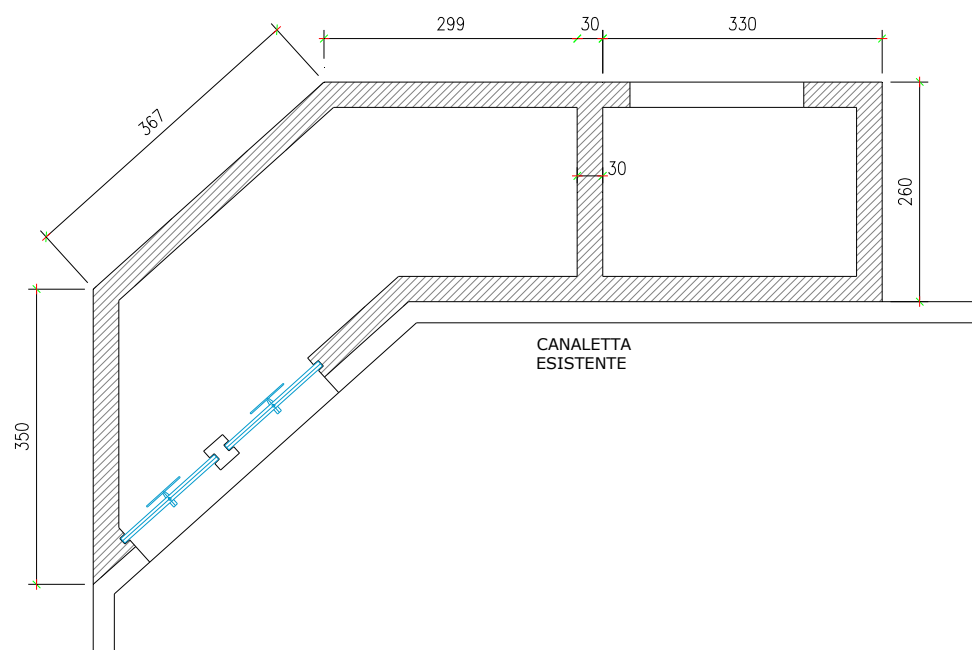
### 3.2 Opere secondarie: pozzetto miscela areata

Per la verifica del pozzetto si faccia riferimento alla verifica del pozzetto sollevamento fanghi, in quanto le dimensioni sono molto simili e a favore di sicurezza non è stato considerato l'effetto irrigidente del setto interno. L'armatura prevista per il pozzetto di sollevamento fanghi è stata ripetuta nel pozzetto miscela areata sia nei diametri che nei passi.

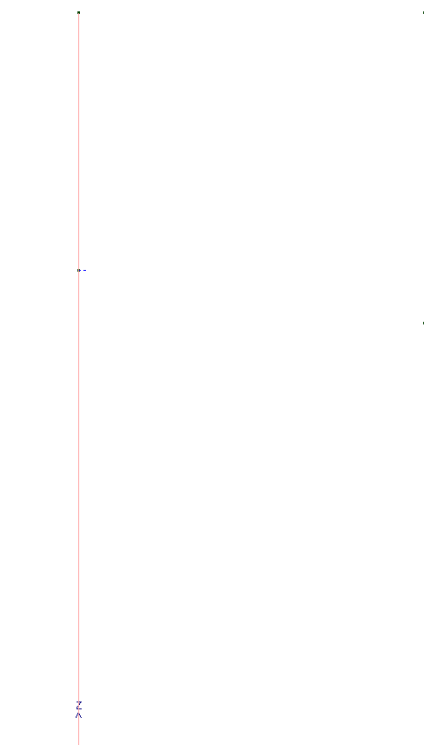
### 3.2 Opere secondarie: manufatto di arrivo alla canaletta esistente delle ossidazioni

Di seguito si riporta la geometria e le principali dimensioni dell'opera.

	<b>DOCUMENTO GENERICO WORD</b>				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>30</b>	<b>38</b>
<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA</b>					



3-23 - Modello 1 – Pianta



3-24 – Modello 1- Modellazione FEM

La determinazione della costante di sottofondo del terreno su cui la vasca è appoggiata è stata determinata attraverso, la formula di Boyles:

	DOCUMENTO GENERICO WORD				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>31</b>	<b>38</b>
RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA					

$$k_s = \frac{k'_s}{B} = \frac{0,65}{B} \cdot \sqrt[12]{\frac{E_s \cdot B^4}{E_F \cdot I_F}} \cdot \frac{E_s}{1 - \mu^2} = 0,130 \text{ kg} / \text{cm}^3$$

dove:

$E_s$  = modulo elastico di deformazione del terreno

$E_s$  = modulo elastico di deformazione della fondazione

$I_s$  = momento di inerzia della fonazione riferito alla sezione retta

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontali  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta \cdot \frac{a_{\max}}{g} = 0,0643$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h = \pm 0,0322$$

Dove il coefficiente  $\beta$  è stato assunto pari a 0,24, in accordo con la Tab. 7.11.II. delle NTC2008. I valori dei parametri  $k_h$  e  $k_v$  sono univoci per tutte le strutture considerate all'interno della presente relazione.

Per la valutazione dell'azione inerziale, il terreno è stato trattato come un mezzo monofase in mancanza di specifici parametri del coefficiente di permeabilità del terreno.

L'azione sismica equivalente, del terreno sulle pareti risulta:

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma_T \cdot z^2 \cdot k_h = \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 3,15^2 \cdot 0,0643 = 6,38 \text{ kN} / \text{m}$$

E' stato inoltre trascurato l'effetto idrodinamico provocato dall'eventuale fluido all'interno delle vasche, in quanto, essendo queste interrato per quasi la totalità della loro altezza, l'effetto del sisma in condizioni di vasca vuota, risulta maggiormente dimensionante al fine della progettazione degli elementi strutturali.

### 3.2.1 Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico considerate hanno lo scopo di massimizzare le sollecitazioni sugli elementi strutturali. Le combinazioni di carico a cui si fa riferimento sono riportate al punto §2.5.3 delle NTC 2008

#### SLU (STATICA)

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

#### SLV (SISMICA)

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

#### SLE (FESSURAZIONE)

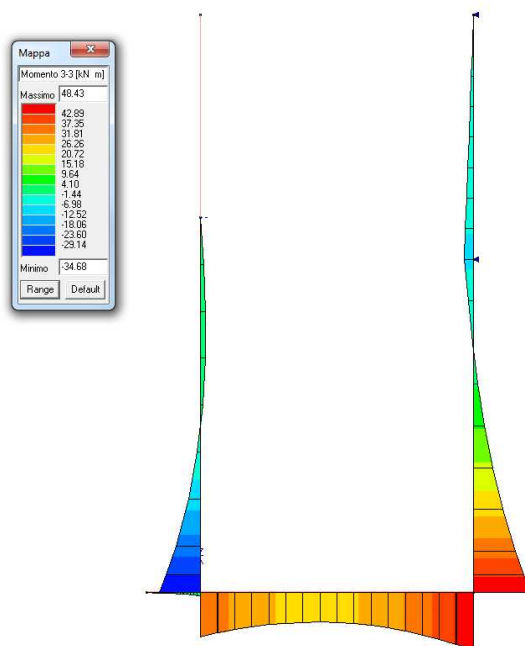
$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{12} \cdot Q_{k2} + \dots$$




	DOCUMENTO GENERICO WORD				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>32</b>	<b>38</b>
RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA					

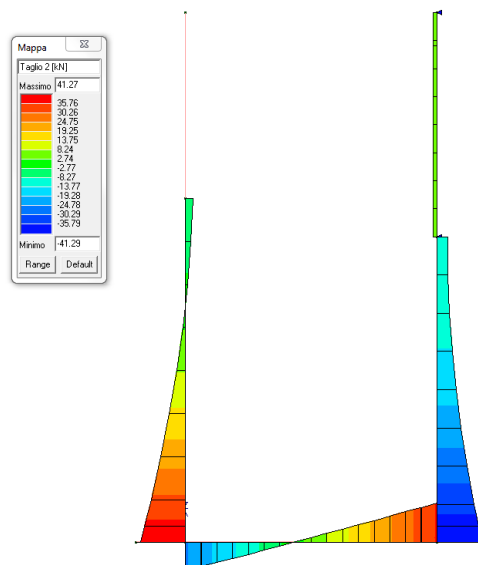
L'analisi sismica della struttura è stata eseguita attraverso l'applicazione del metodo pseudostatico, che consente la determinazione dell'azione sismica come una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. (§7.11.6.2.1 delle NTC 2008)

### 3.2.2 Risultati rilevanti

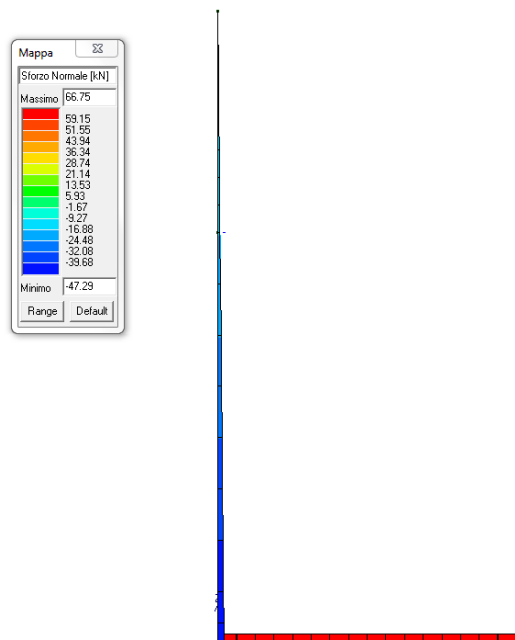


3-25 - Sollecitazione M max elementi D2

	DOCUMENTO GENERICO WORD				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>33</b>	<b>38</b>
RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA					




3-26 – Sollecitazione di Taglio elementi D2 – comb sism1



3-27 – Sollecitazioni N elementi D2

Le verifiche sulle pareti della vasca sono state eseguite sulla sezione di larghezza 1 m, i cui risultati sono di seguito riportati.

	<b>DOCUMENTO GENERICO WORD</b>				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>34</b>	<b>38</b>
<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA</b>					


H setto	s setto	L setto	c	tura doppio	fck	Ned membr.	Med membr.	Med orto	V orto
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	si =2 ; no =1	[Mpa]	[kN]	[kN*m]	[kN*m]	[kN]
<b>470</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>25</b>	<b>47,29</b>	<b>-</b>	<b>41,52</b>	<b>50</b>

LIMITI GEOMETRICI				
sParete	Φmax	Ac tot	Ac centrale	Ac confinata
check	[mm]	[cm2]	[cm2]	[cm2]
OK	30	3000	300	2700

FERRI VERTICALI								FERRI ORIZZONTALI				
Φeff	smax,confinat	n°Barre confin	n°Barre conf,eff	seff	As,eff	ρ	check	Φmin	Φeff	smax	s	n°Staffe critica
[mm]	[cm]			[cm]	[cm2]			[mm]	[mm]	[cm]	[cm]	
<b>16</b>	20	5	<b>5</b>	<b>20</b>	10	0,77%	<b>OK</b>	6	<b>12</b>	30	<b>20</b>	24

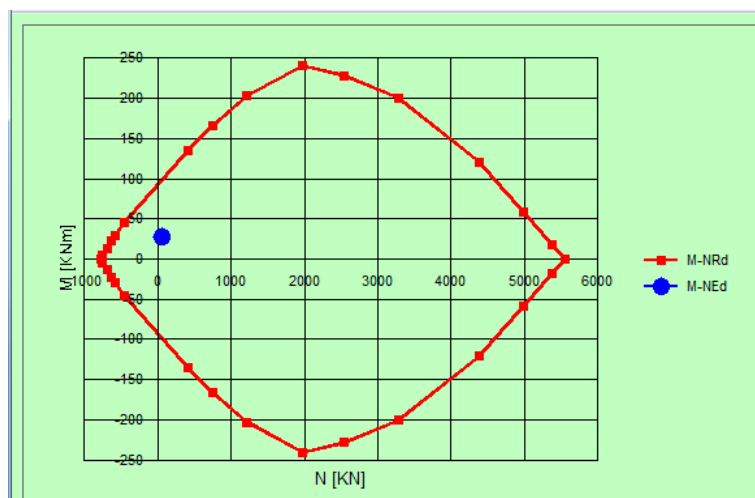
V orto TUTTO IL SETTO ARMATURA su ml								
d	k	vmin	σcp medio	ρl	VRd		check 1	check 2
[cm]	< 2				[kN]		[kN]	VEd<VRd
26	1,88	0,45	0,16	0,77%	<b>327</b>	<b>&gt;</b>	<b>246</b>	<b>OK</b>

Verifica Compressione			Verifica a Pressoflessione				
fcd	σc	check	Ned/ml	Med/ml	MRd /ml	0,7*MRd/ml	check
[Mpa]	[Mpa]	(40%*fcd)	[kN]	[kN*m]	[kN*m]	[kN*m]	
14,17	0,16	OK	47,29	41,5	99,72	69,804	OK

	<b>DOCUMENTO GENERICO WORD</b>				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>35</b>	<b>38</b>
<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA</b>					

Per quanto riguarda la verifica della platea di fondazione, è stata eseguita su una striscia di larghezza unitaria, verificando che la disposizione della maglia di base,  $\Phi 16$  maglia 20x20 disposta su tutta la superficie della platea fosse sufficiente nei confronti delle sollecitazioni di  $M_{max}$  e  $N$  corrispondente.

SOLLECITAZIONI				RES.	
	Med [kN m]		Ned [kN]	MRd [kN m]	check
M max	<b>27.69</b>	N corrisp.	<b>47.29</b>	<b>99.72</b>	<b>OK</b>




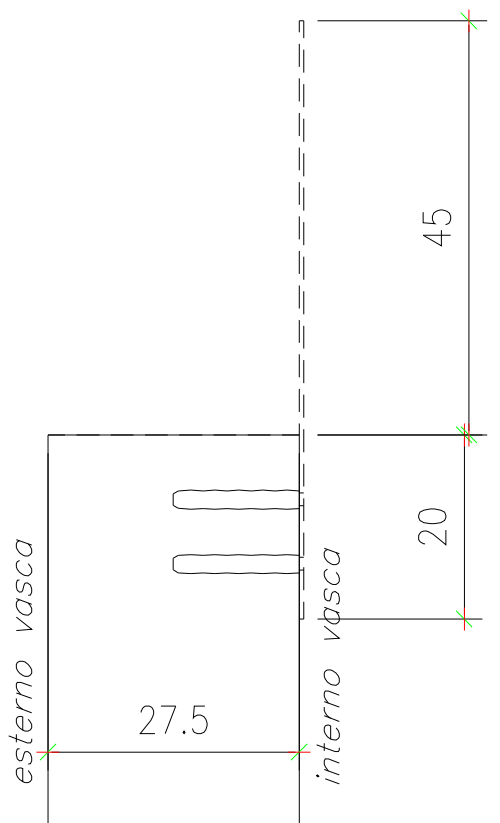
3-22 – Dominio M-N striscia fondazione

Per tutte le altre verifiche delle pareti, della fondazione e degli stati limite di esercizio si rimanda alla relazione di calcolo delle opere secondarie HRM\_THS\_RE\_1.7

### 3.2 Opere secondarie: bandella in acciaio inox

Di seguito si riporta la geometria e le principali dimensioni dell'opera.

	<b>DOCUMENTO GENERICO WORD</b>				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>36</b>	<b>38</b>
<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA</b>					



3-23 Modello 4 – sezione

Il modello adottato è quello di una mensola incastrata all'estremo inferiore di lunghezza pari a 75cm.

### 3.2.1 Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico considerate hanno lo scopo di massimizzare le sollecitazioni sugli elementi strutturali. Le combinazioni di carico a cui si fa riferimento sono riportate al punto §2.5.3 delle NTC 2008

SLU (STATICA)

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

L'azione accidentale principale considerata è il vento, in quanto la più sfavorevole tra quelle agenti sulla bandella.

	DOCUMENTO GENERICO WORD				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>37</b>	<b>38</b>
RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA					

### 3.2.2 Risultati rilevanti

Lo schema statico a mensola e la combinazione di carico considerata producono sulla struttura le seguenti sollecitazioni:

$$M_{Ed\max} = \frac{q_{slu} \cdot l^2}{2} = \frac{1.95 \cdot 0.6^2}{2} = 0.35 kNm$$

$$T_{Ed\max} = q_{slu} \cdot l = 1.95 \cdot 0.6 = 1.17 kN$$

La sezione da verificare è individuata da una porzione della bandella larga 1m e spessa 5mm.


$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \frac{4167 \cdot 235}{1.05} = 0.93 kNm > M_{Ed\max}$$

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{5000 \cdot 235}{\sqrt{3} \cdot 1.05} = 646 kN > T_{Ed\max}$$

La verifica dei fissaggi avviene considerando 2 M12 ogni 50cm

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res}}{\gamma_{M2}} = \frac{0.9 \cdot 800 \cdot 84.3}{1.25} = 48.6 kN$$

$$F_{t,Ed} = \frac{M \cdot y_{\max}}{\sum n \cdot y^2} = \frac{0.35 \cdot 10^6 \cdot 130}{2 \cdot 60^2 + 2 \cdot 130^2} = 1.19 kN < F_{t,Rd}$$

	<b>DOCUMENTO GENERICO WORD</b>				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
		<b>G04000394</b>		<b>38</b>	<b>38</b>
<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA</b>					

#### 4. ELENCO ELABORATI

HRM\_GEN\_RE\_1.1 - Relazione descrittiva  
 HRM\_THS\_RE\_1.2 - Relazione geologica  
 HRM\_THS\_RE\_1.3 – Rapporto sulle indagini  
 HRM\_THS\_RE\_1.4 – Relazione geotecnica  
 HRM\_THS\_RE\_1.5 - Relazione di calcolo vasca di denitrificazione  
 HRM\_THS\_RE\_1.7 - Relazione di calcolo opere secondarie  
 HRM\_THS\_RE\_1.8 - Relazione di calcolo opere provvisionali  
 HRM\_GEN\_RE\_1.15 - Piano di Manutenzione dell'opera e delle sue parti  
 HRM\_THS\_RE\_1.18 - Relazione materiali  
 HRM\_THS\_RE\_1.19 - Relazione Sismica  
 HRM\_THS\_ID\_3.1 - Manufatti vari - Carpenteria  
 HRM\_THS\_ID\_3.5 - Denitrificazione - Carpenteria  
 HRM\_THS\_ID\_3.6 - Denitrificazione - Armatura TAV 1/3  
 HRM\_THS\_ID\_3.6 - Denitrificazione - Armatura TAV 2/3  
 HRM\_THS\_ID\_3.6 - Denitrificazione - Armatura TAV 3/3  
 HRM\_THS\_ID\_3.7 – Scavi ed opere provvisionali  
 HRM\_THS\_ID\_3.8 – Adeguamento denitrificazione esistente  
 HRM\_THS\_ID\_3.9 – Pozzetto ricircolo fanghi - carpenteria e armatura  
 HRM\_THS\_ID\_3.10 – Manufatto di collegamento ossidazioni – carpenteria  
 HRM\_THS\_ID\_3.11 – Manufatto di collegamento ossidazioni – armatura  
 HRM\_THS\_ID\_3.12 – Mixed liquor – carpenteria e armature  
 HRM\_THS\_ID\_3.14 – Pozzetto a valle SP – carpenteria e armatura