



DISINQUINAMENTO DEL FIUME PESCARA  
POTENZIAMENTO DEL SISTEMA DEPURATIVO COMUNE DI PESCARA  
NUOVO PARCO DEPURATIVO

## **LOTTO 12**

POTENZIAMENTO DEL TRATTO DELLA LINEA FOGNANTE LUNGO VIA VITTORIO COLONNA,  
TRA LE INTERSEZIONI CON VIALE GUGLIELMO MARCONI E CON VIA GABRIELE D'ANNUNZIO

## **PROGETTO DEFINITIVO**

**OGGETTO:**

**ELAB\_03 - RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE  
DELLE STRUTTURE**

---

DATA: OTTOBRE 2018

**COLLABORAZIONI:**

REDAZIONE ELABORATI:

Ing. Cesare Valerio Carabella

**IL PROGETTISTA:**  
(Ing. Giuseppe ZEFFERINO)

**IL R.U.P.:**  
(Ing. Alessandro ANTONACCI)

# **“DISINQUINAMENTO DEL FIUME PESCARA – POTENZIAMENTO DEL SISTEMA DEPURATIVO DEL COMUNE DI PESCARA”**

**Lotto 12** POTENZIAMENTO TRATTO LINEA FOGNANTE LUNGO VIA VITTORIO COLONNA, TRA LE INTERSEZIONI CON LA VIA MARCONI E VIA GABRIELE D’ANNUNZIO

*Relazione preliminare del calcolo strutturale della vasca interrata*

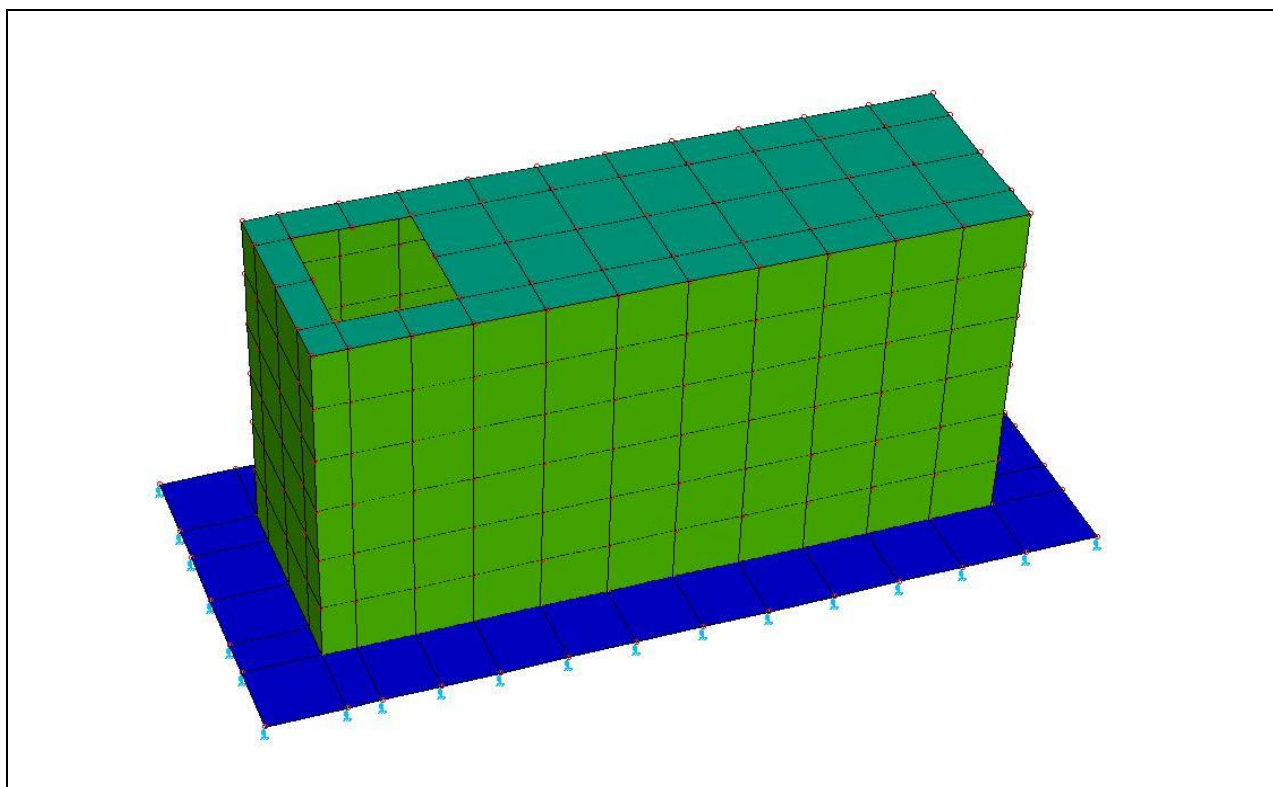
## **VASCA INTERRATA**

### **RELAZIONE PRELIMINARE DEL CALCOLO STRUTTURALE**

(Regolamento n. 3/2015 art. 3 comma 2.c della Legge Regionale 28/2011)

#### **INTRODUZIONE**

**Modello strutturale del manufatto.**



## **a) DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO**

L'intervento in oggetto risulta parte integrante di un più complesso progetto costituito da un piano integrato di interventi finalizzati al "Disinquinamento del Fiume Pescara – Potenziamento del sistema depurativo del Comune di Pescara" redatto al fine di migliorare l'efficienza dell'intero sistema depurativo e tutelare maggiormente la sanità ambientale nella città di Pescara.

Gli interventi di disinquinamento del fiume Pescara prevedono, sostanzialmente, la realizzazione di una serie di vasche di prima pioggia, atteso che la qualità e le caratteristiche organiche delle acque di sfioro possono essere migliorate solo attraverso l'invaso delle prime acque di pioggia; ciò anche in considerazione del fatto che nella città di Pescara, dove la maggior parte dei collettori fognari è di tipo unitario a bassissima pendenza, al carico inquinante prodotto dal dilavamento delle aree urbanizzate va aggiunto quello derivante dai fenomeni di sedimentazione e di risospensione in rete.

L'opera, nel suo complesso, si compone di più interventi separati e funzionalmente autonomi, ed il progetto, nelle successive fasi procedurali, è stato suddiviso in tanti lotti funzionali quanti sono gli interventi già illustrati nel precedente studio di fattibilità tecnica ed economica.

L'intervento in oggetto prevede il potenziamento dell'impianto di sollevamento esistente in Via Colonna angolo V.le Marconi e il raddoppio del collettore premente nel tratto di linea fognante individuato lungo la Via Vittorio Colonna, tra le intersezioni con la Viale Marconi e Via Gabriele D'Annunzio.

Tale potenziamento consiste nella realizzazione di una nuova vasca interrata, in c.a., da posizionarsi in parallelo alla vasca esistente all'incrocio con Viale Marconi e dal raddoppio del tratto fognante esistente mediante la realizzazione di un'identica tubazione in PVC posta parallelamente a quella attualmente funzionante nell'intero tratto della via Colonna fino all'intersezione con viale D'Annunzio

## **b) DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA**

Il progetto edilizio prevede la realizzazione di una vasta completamente interrata costituita da platea in c.a., pareti perimetrali in c.a. e soletta piena di copertura in c.a.

Il manufatto presenta una pianta rettangolare di lati 10,50 m x 3,50 m, per una profondità di 5,80 metri.

La fondazione è costituita da una soletta piana in C.A. di spessore pari a 40 cm, la quale risulta più larga dell'ingombro in pianta della vasca di 1 metro per ogni lato, al fine di sfruttare il peso del terreno di riporto sulle parti sporgenti per contrastare la controspinta idrogeologica della falda esistente già a profondità di 1,50 metri dal piano di campagna. La soletta di copertura ha altezza di 40 cm. Le pareti perimetrali hanno spessore pari a 30 cm.

## **c) NORMATIVA TECNICA E RIFERIMENTI TECNICI**

### **STRUTTURA**

**Legge 5 novembre 1971 N. 1086** - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica.

**OPCM 3274 d.d. 20/03/2003** – “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 modifiche e integrazioni (OPCM 3431 03/05/05).

### **Norme tecniche per le Costruzioni NTC 2018 – D.M. 17/01/2018**

**Norme di cui è consentita l'applicazione ai sensi del cap. 12 del D.M. 17 gennaio 2018:**

**UNI EN 1990: 2004 - Eurocodice 1** – Criteri generali di progettazione strutturale.

**UNI ENV 1991-1-1: 2004; -1-2; 1-3; 1.5 ; UNI ENV 1991-2-4: 1997** - Azioni sulla struttura.

**Eurocodice 2** - Progettazione delle strutture in calcestruzzo.

**UNI ENV 1992-1-1 Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici.**

**Eurocodice 3** – Progettazione delle strutture in acciaio.

**UNI ENV 1993-1-1 - Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici.**

**UNI EN 206-1/2001** - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.

Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei Lavori Pubblici – “Linee Guida sul calcestruzzo strutturale” –

### **CARICHI E SOVRACCARICHI**

### **Norme tecniche per le Costruzioni NTC 2018 – D.M. 17/01/2018**

### **TERRENI E FONDAZIONI**

**D.M. 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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

**Circ. MIN.LL.PP. N.30483 del 24 settembre 1988** - Istruzioni 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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre.

## **ELENCO EUROCODICI**

Si ricorda che con la Raccomandazione dell'11 dicembre 2003, n. 2003/887/EC, la Commissione europea ha invitato tutti gli Stati membri all'applicazione e all'uso degli Eurocodici per i lavori di costruzione e per i prodotti strutturali da costruzione.

Dato che nel corso del 2004 alcuni Eurocodici che erano delle norme sperimentali (identificate con la sigla ENV) hanno assunto la veste di norma armonizzata (identificata in tabella con la sigla EN), si riporta nel seguito l'elenco degli Eurocodici aggiornati al 24 gennaio 2005.

**Elenco degli Eurocodici emessi dal CEN tradotti e recepiti in Italia dall'UNI.**

### **UNI EN 1990:2004**

**Eurocodice 1 - Criteri generali di progettazione strutturale.**

### **UNI EN 1991-1-1:2004**

**Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale -**

### **UNI EN 1991-1-2:2004**

**Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-2: Azioni in generale -**

### **UNI EN 1991-1-3:2004**

**Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale -**

### **UNI EN 1991-1-5:2004**

**Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.**

### **UNI ENV 1991-2-4:1997**

**Eurocodice 1 - Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Parte 2-4: Azioni del vento.**

### **UNI ENV 1991-2-6:2000**

**Eurocodice 1 - Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Parte 2-6: Azioni sulle strutture -**

### **UNI ENV 1991-2-7:2000**

**Eurocodice 1 - Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Parte 2-7: Azioni sulle strutture - ENV 1991-2-7 (edizione agosto 1998)..**

### **UNI ENV 1992-1-1:1993**

**Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.**

### **UNI ENV 1992-1-2:1998**

**Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali -**

### **UNI ENV 1992-1-3:1995**

**Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-3: Regole generali -**

### **UNI ENV 1992-1-4:1995**

**Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-4: Regole generali -**

### **UNI ENV 1992-1-5:1995**

**Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-5: Regole generali -**

### **UNI ENV 1992-1-6:1995**

**Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-6: Regole generali**

### **UNI ENV 1992-3:2000**

**Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 3: Fondazioni di calcestruzzo..**

### **UNI ENV 1992-4:2001**

**Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 4: Strutture di contenimento liquidi..**

**UNI ENV 1993-1-1:1994**

Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici. 1.

**UNI EN 1995-1-2:2005**

Eurocodice 5 - Progettazione di strutture di legno - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.

**UNI EN 1995-2:2005**

Eurocodice 5 - Progettazione di strutture di legno - Parte 2: Ponti.

**UNI ENV 1995-1-1:1995**

Eurocodice 5 - Progettazione di strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

**UNI ENV 1996-1-1:1998**

Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture in muratura - Parte 1-1: Regole generali per gli edifici - Regole per la muratura armata e non armata.

**UNI ENV 1996-1-2:1998**

Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture in muratura - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione della resistenza all'incendio..

**UNI ENV 1996-1-3:2002**

Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture in muratura - Parte 1-3: Regole generali per gli edifici - Regole particolari per i carichi laterali.

**UNI ENV 1996-2:2001**

Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture in muratura - Parte 2: Progettazione, selezione dei materiali e esecuzione di murature.

**UNI ENV 1996-3:2001**

Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture in muratura - Parte3: Metodi di calcolo semplificato e regole semplici per strutture di muratura.

**UNI ENV 1997-1:1997**

Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali. 8.

**UNI ENV 1997-2:2002**

Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 2: Progettazione assistita da prove di laboratorio.

**UNI ENV 1997-3:2002**

Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 3: Progettazione assistita con prove in sito.

**UNI EN 1998-5:2005**

Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti di geotecnica.

**UNI ENV 1998-1-1:1997**

Eurocodice 8 - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 1-1: Regole generali - Azioni sismiche e requisiti generali per le strutture.

**UNI ENV 1998-1-2:1997**

Eurocodice 8 - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 1-2: Regole generali per gli edifici.

**UNI ENV 1998-1-3:1998**

**Eurocodice 8 - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 1-3: Regole generali - Regole specifiche per i diversi materiali ed elementi..**

**UNI ENV 1998-1-4:1999**

**Eurocodice 8 - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 1-4: Regole generali - Rafforzamento e riparazione degli edifici.**


## d) DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO

Ai sensi del punto 2.4.1 e 2.4.2 del DM 17.01.2018, per la struttura in oggetto è prevista una Vita Nominale di 50 anni e una classe d'uso II (Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali).

La struttura in progetto viene realizzata nel comune di Pescara, l'area di sedime del fabbricato è situata su terreno pianeggiante. Il sito è caratterizzato da un'accelerazione puntuale a seguito del D.M. 17.01.2018 che viene definita nei paragrafi seguenti.

Ai fini della definizione delle azioni sismiche di progetto, in conformità al D.M. 17.01.2018 e come specificato più in dettaglio nella relazione geotecnica, il terreno di fondazione è classificato nella categoria di sottosuolo C. cat T1

Le coordinate geografiche del sito sono le seguenti:



CALCOLO DEI PARAMETRI SISMICI

**01. INSERIRE INDIRIZZO:**



SatelliteMappa

**02. INSERIRE PARAMETRI:**

VITA NOMINALE:  
 (anni)

VITA DI RIFERIMENTO:

PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO DELLA VITA DI RIFERIMENTO:  
 %

LATITUDINE:

CLASSE DI UTILIZZO:  

Classe II

SPETTRO:  

SLV 10%

PERIODO DI RITORNO  

(anni)

LONGITUDINE:

**RISULTATI:**

AG/G:  
**0.134**

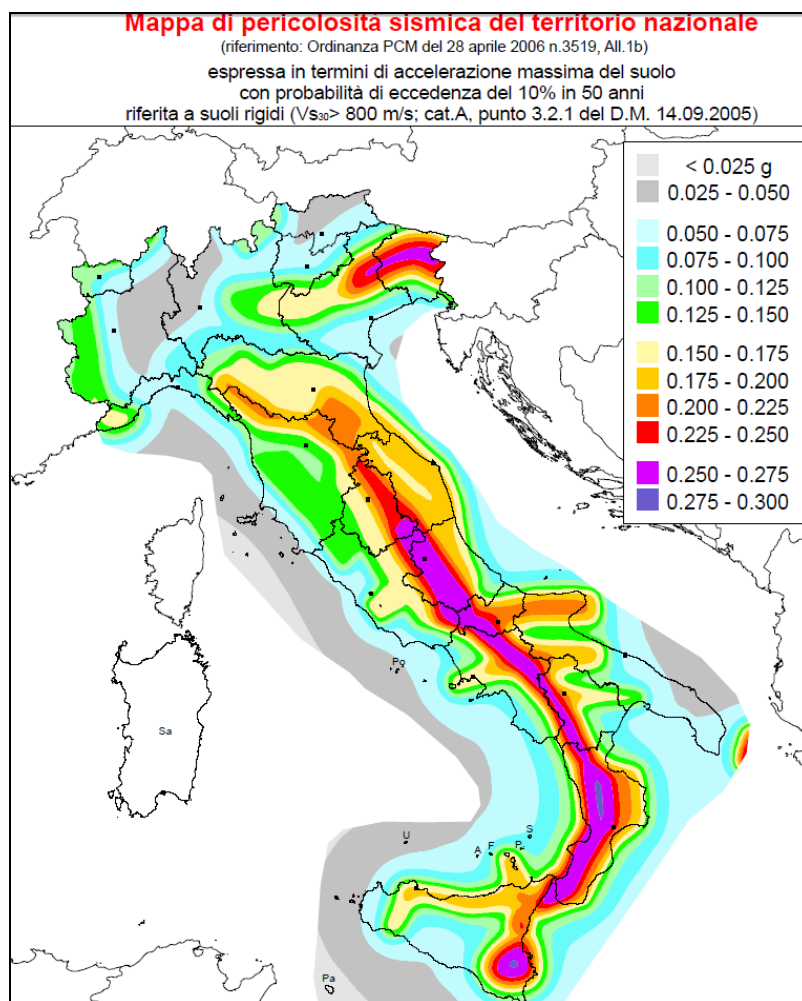
F0:  
**2.52**

TC:  
**0.37**



Vita nominale costruzione	50 anni
Classe d'uso costruzione	II
Periodo di riferimento	50 anni
Spettro di risposta	Stato Limite Ultimo SLV
Probabilità di superamento periodo di riferimento	10 %
Tempo di ritorno del sisma	475 anni
Localita'	Pescara
ag/g	0.134
F0	2.52
Tc	0.37
Categoria del suolo	C
Fattore topografico	1

Il coefficiente di smorzamento viscoso equivalentemente (D.M. 17.01.2018 par. 3.2.3.2.1), rappresenta la quota di smorzamento isteretico propria del materiale strutturale (smorzamento interno). Esso è associato alla quota di deformazione anelastica che comunque si manifesta anche in presenza di una risposta strutturale sostanzialmente elastica. Sulla base di quanto sopra definito, la norma indica come coefficiente di smorzamento viscoso “convenzionale” un valore pari al 5%.



Per il calcolo sismico è stata impiegata un'analisi dinamica in campo lineare con modalità di calcolo e di verifica sempre conformi al D.M. 17.01.2018.

## e) DESCRIZIONE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI

### Calcestruzzo Tipo C30/37

Riferimenti: D.M. 17.01.2018, par. 11.2.5

Tipologia strutturale:	Fondazioni
Classe di resistenza necessaria ai fini statici: Condizioni ambientali:  Classe di esposizione: Rapporto acqua/cemento max: Classe di consistenza: <b>Diametro massimo aggregati:</b>	37 N/mm <sup>2</sup> (370 daN/cm <sup>2</sup> ) Strutture completamente interrato in terreno permeabile. XC4 0.60 S3 (Plastica) <b>20 mm</b>

Tipologia strutturale:	Elevazione
Classe di resistenza necessaria ai fini statici: Condizioni ambientali:  Classe di esposizione: Rapporto acqua/cemento max: Classe di consistenza: Diametro massimo aggregati:	37 N/mm <sup>2</sup> (370 daN/cm <sup>2</sup> ) Strutture completamente interrato in terreno permeabile. XC4 0.60 S3 (Plastica) 20 mm

### Parametri caratteristici e tensioni limite per il metodo degli stati limite

Tabella riassuntiva per vari R<sub>ck</sub>

R <sub>ck</sub>	f <sub>ck</sub>	f <sub>cd</sub>	f <sub>ctm</sub>	u.m.
370	300.0	170	290	[kg/cm <sup>2</sup> ]

R <sub>ck</sub>	f <sub>ck</sub>	f <sub>cd</sub>	f <sub>ctm</sub>	u.m.
37	30.0	18.81	2.90	[N/mm <sup>2</sup> ]

### Acciaio per C.A.

Riferimenti: D.M. 17.01.2018, par. 11.3.2

Acciaio B450C	
f <sub>yk</sub> tensione nominale di snervamento:	≥ 4580 kg/cm <sup>2</sup> (≥ 450 N/mm <sup>2</sup> )
f <sub>tk</sub> tensione nominale di rottura:	≥ 5500 kg/cm <sup>2</sup> (≥ 540 N/mm <sup>2</sup> )
f <sub>td</sub> tensione di progetto a rottura:	$f_{yk} / \gamma_S = f_{yk} / 1.15 = 3980 \text{ kg/cm}^2 (= 391 \text{ N/mm}^2)$

## f) ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI MODELLAZIONE:

Per il dimensionamento sismico della struttura è stata adottata la classe di duttilità Bassa, per garantire il corrispondente comportamento dissipativo sono stati adottati i dettagli costruttivi (limitazioni geometriche e di armatura) secondo il D.M. 17.01.2018.

Agli effetti del dimensionamento è stato impiegato il metodo degli Stati Limite Ultimi (SLU) in particolare si è considerato lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV); per le verifiche di deformabilità, fessurazione e tensioni in esercizio è stato impiegato il metodo degli Stati Limite di Esercizio (SLE).

Il fattore di struttura utilizzato è  $q=1$ , trattandosi di struttura interrata.

**g) INDICAZIONE DELLE PRINCIPALI COMBINAZIONI DELLE AZIONI IN RELAZIONE AGLI SLU E SLE INDAGATI:** coefficienti parziali per le azioni, coefficienti di combinazione

#### **Metodo di calcolo agli stati limite**

In generale ai fini della sicurezza sono stati adottati i criteri contemplati dal metodo semiprobabilistico agli stati limite. In particolare sono stati soddisfatti i requisiti per la sicurezza allo stato limite ultimo (anche sotto l'azione sismica), allo stato limite di esercizio, nei confronti di eventuali azioni eccezionali. Per quanto riguarda le azioni sismiche verranno anche esaminate le deformazioni relative, che controllano eventuali danni alle opere secondarie e agli impianti.

#### **Schematizzazione delle azioni, condizioni e combinazioni di carico**

Le azioni sono state schematizzate applicando i carichi previsti dalla norma. In particolare i carichi gravitazionali, derivanti dalle azioni permanenti o variabili, sono applicati in direzione verticale (ovvero – Z nel sistema globale di riferimento del modello). Le azioni del vento sono applicate prevalentemente nelle due direzioni orizzontali o ortogonalmente alla falda in copertura. Le azioni sismiche, statiche o dinamiche, derivano dall'eccitazione delle masse assegnate alla struttura in proporzione ai carichi a cui sono associate per norma. I carichi sono suddivisi in più condizioni elementari di carico in modo da poter generare le combinazioni necessarie.

#### **Combinazioni di carico**

**Ordinanza 3274/03 e 3431/05**

**Eurocodice 1 – 8**

**D.M. 17.01.2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni**

Le combinazioni di carico SLU statiche (in assenza di azioni sismiche) sono ottenute mediante diverse combinazioni dei carichi permanenti ed accidentali in modo da considerare tutte le situazioni più sfavorevoli agenti sulla struttura. I carichi vengono applicati mediante opportuni coefficienti parziali di sicurezza, considerando l'eventualità più gravosa per la sicurezza della struttura. Le azioni sismiche sono valutate in conformità a quanto stabilito dalle norme e specificato nel paragrafo sulle azioni. Vengono in particolare controllate le deformazioni allo stato limite ultimo, allo stato limite di danno e gli effetti del second'ordine. In sede di dimensionamento vengono analizzate tutte le combinazioni, anche sismiche, impostate ai fini della verifica SLU. Vengono anche processate le specifiche combinazioni di carico introdotte per valutare lo stato limite di esercizio (tensioni, fessurazione, deformabilità).

## CARICHI PER ELEMENTI BIDIMENSIONALI

### Carico di superficie nella direzione locale z, agente sulla superficie reale

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.inerziale	Aliq.inerz.SLD
spinta terreno	1	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.185000	1.0000	1.0000
spinta acqua	2	Condizione 2	Permanente: Permanente portato	-0.100000	1.0000	1.0000
sovraccarico mezzi trasporto	3	Condizione 3	Variabile: Aree di acquisto e congresso	-0.050000	0.0000	0.0000

### Carico di superficie nella direzione globale Z, agente sulla superficie reale

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.inerziale	Aliq.inerz.SLD
Permanente	4	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.030000	1.0000	1.0000
peso terreno su platea laterale	5	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.185000	1.0000	1.0000

### LISTA MATERIALI UTILIZZATI

Codice	Descrizione	Mod. elast.	Coef. Poisson	Peso unit.	Dil. term.	Aliq. inerz.	Rigid. taglio	Rigid. fless.
2	Calcestruzzo C30/37 (Rck 350)	+3.28e+005	0.120	0.00250	+1.00e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
3	senza p.p. Calcestruzzo C30/37 (Rck)	+3.28e+004	0.120	0.00000	+1.00e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000

### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Dinamica	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 3	0.600
2	Statica	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.300
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 3	1.500

### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
3	Rara	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 3	1.000
4	Frequente	Tipologia: Frequente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 3	0.700
5	Quasi permanente	Tipologia: Quasi permanente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 3	0.600

### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
6	S.L.D.	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 3	0.600

## **h) INDICAZIONE MOTIVATA DEL METODO DI ANALISI SEGUITO PER L'ESECUZIONE DELLA STESSA:**

Nel dettaglio deve essere esplicitato che trattasi di:

- **analisi lineare dinamica** (numero di modi considerati e relative masse partecipanti);

### **ANALISI DINAMICA MODALE**

Il programma effettua l'analisi dinamica con il metodo dello spettro di risposta.

Il sistema da analizzare è essere visto come un oscillatore a  $n$  gradi di libertà, di cui vanno individuati i modi propri di vibrazione. Il numero di frequenze da considerare è un dato di ingresso che l'utente deve assegnare. In generale si osservi che il numero di modi propri di vibrazione non può superare il numero di gradi di libertà del sistema.

La procedura attua l'analisi dinamica in due fasi distinte: la prima si occupa di calcolare le frequenze proprie di vibrazione, la seconda calcola spostamenti e sollecitazioni conseguenti allo spettro di risposta assegnato in input.

Nell'analisi spettrale il programma utilizza lo spettro di risposta assegnato in input, coerentemente con quanto previsto dalla normativa. L'eventuale spettro nella direzione globale Z è unitario. L'ampiezza degli spettri di risposta è determinata dai parametri sismici previsti dalla normativa e assegnati in input dall'utente.

La procedura calcola inizialmente i coefficienti di partecipazione modale per ogni direzione del sisma e per ogni frequenza. Tali coefficienti possono essere visti come il contributo dinamico di ogni modo di vibrazione nelle direzioni assegnate. Si potrà perciò notare in quale direzione il singolo modo di vibrazione ha effetti predominanti.

Successivamente vengono calcolati, per ogni modo di vibrazione, gli spostamenti e le sollecitazioni relative a ciascuna direzione dinamica attivata, per ogni modo di vibrazione. Per ogni direzione dinamica viene calcolato l'effetto globale, dovuto ai singoli modi di vibrazione, mediante la radice quadrata della somma dei quadrati dei singoli effetti. E' prevista una specifica fase di stampa per tali risultati.

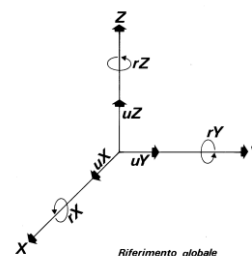
L'ultima elaborazione riguarda il calcolo degli effetti complessivi, ottenuti considerando tutte le direzioni dinamiche applicate. Tale risultato (inviluppo) può essere ottenuto, a discrezione dell'utente in tre modi distinti, inclusi quelli suggeriti della normativa italiana e dall'Eurocodice 8.

-Per raggiungere l'85% di masse partecipanti è stato necessario considerare n. 70 modi, data la tipologia di struttura interrata e costituita da pareti in cls e soletta piena di cls, come precedentemente descritto.

## PRESENTAZIONE DEI RISULTATI DELL'ANALISI STRUTTURALE

### DEFORMATE

Per ogni combinazione di carico e per tutti i nodi non completamente bloccati il programma calcola spostamenti (unità di misura L) e rotazioni (radianti). Viene anche rappresentata la deformata in luce dell'asta che riproduce il comportamento di una funzione polinomiale di quarto grado. Gli spostamenti sono positivi se diretti nel verso degli assi globali X Y Z, le rotazioni positive se antiorarie rispetto all'asse di riferimento, per un osservatore disteso lungo il corrispondente semiasse positivo (vedi figura a lato).



Viene anche determinato il valore massimo assoluto (con segno) di ogni singola deformazione e il valore massimo dello spostamento nello spazio (radice quadrata della somma dei quadrati degli spostamenti).

### ASPETTI PARTICOLARI DELL'ANALISI DINAMICA

Nella stampa degli autovettori vengono riportati i relativi risultati, pertinenti ad ogni nodo.

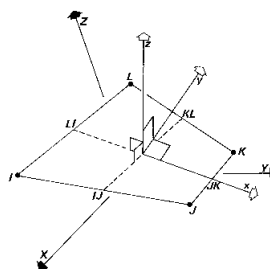
Nel calcolo della risposta spettrale vengono determinate, per ogni verso del sisma, le deformazioni relative ai vari modi di vibrare e la corrispondente media quadratica. Tali risultati vengono successivamente combinati e danno luogo ad uno o più involuipi in relazione a quanto imposto dall'utente nella fase iniziale di intestazione del lavoro.

Nel caso dell'applicazione dell'Ordinanza 3431 (ex 3272) vengono anche determinate le deformazioni allo stato limite ultimo, che risultano amplificate per effetto dei fattori di struttura  $q$  rassegnati alle due direzioni orizzontali e a quella verticale.

### GUSCI

Il programma propone i risultati al "centro" di ogni elemento. Per ogni elemento e per ogni combinazione di carico statica vengono evidenziate:

- $S_{xx}$  ( $F/L^2$ );
- $S_{yy}$  ( $F/L^2$ );
- $S_{xy}$  ( $F/L^2$ );
- $M_{xx}$  ( $F*L/L$ );
- $M_{yy}$  ( $F*L/L$ );
- $M_{xy}$  ( $F*L/L$ );
- $\sigma_{idsup}$  ( $F/L^2$ );
- $\sigma_{idinf}$  ( $F/L^2$ ).
- $S_{xx}$ ,  $S_{yy}$ ,  $S_{xy}$  rappresentano le tensioni membranali (vedi figura)
- $M_{xx}$  rappresenta il momento flettente (per unità di lunghezza) che produce tensioni in direzione locale x; analogamente per  $M_{yy}$ ;
- $M_{xy}$  rappresenta il momento torcente (sempre per unità di lunghezza).



Le tensioni ideali  $\sigma_{idsup}$  (al bordo superiore, ovvero sul semiasse positivo dell'asse locale z) e  $\sigma_{idinf}$  sono calcolate mediante il criterio di Huber-Hencky-Mises. I momenti flettenti generano ai bordi dell'elemento delle tensioni valutate in base al modulo di resistenza dell'elemento. Le tensioni da momento flettente  $M_{xx}$  si sovrappongono alle tensioni  $S_{xx}$ , con segno positivo al bordo superiore, con segno negativo al bordo inferiore (analogamente per  $M_{yy}$  e  $S_{yy}$ ). Gli effetti tensionali da momento torcente vengono sovrapposti a  $S_{xy}$ .

Le convenzioni sui segni dei momenti sono caratteristiche dei codici di calcolo automatici e sono mantenute solo nelle stampe dei risultati conseguenti all'elaborazione strutturale, nelle rappresentazioni grafiche e nelle stampe dei postprocessori vengono invece adottate le convenzioni tipiche della Scienza delle Costruzioni.

Nell'analisi dinamica, per ogni direzione sismica e per ogni elemento, viene indicato il modo che dà luogo all'effetto massimo, la risultante per sovrapposizione modale per  $S_{xx}$ ,  $S_{yy}$ ,  $S_{xy}$ ,  $M_{xx}$ ,  $M_{yy}$ ,  $M_{xy}$ .

Nel calcolo degli involuپی viene effettuata la sovrapposizione. Anche in questo caso vengono calcolate le tensioni ideali.

Nell'analisi statica e negli involuپی dinamici, fra i risultati, alla fine di ogni gruppo vengono riportati i massimi delle tensioni (comprese quelle ideali) e dei momenti, nonché il numero dell'elemento e la combinazione di carico relativa.

## VINCOLI

In stampa vengono fornite, per ogni nodo vincolato, le reazioni corrispondenti ai vincoli assegnati. Per quanto concerne i versi si tenga presente che è stata adottata la convenzione tradizionale. In generale le forze vincolari (unità di misura F) sono positive se vanno nel verso dell'asse di riferimento, i momenti ( $F \cdot L$ ) sono positivi se antiorari per un osservatore disposto lungo il corrispondente semiasse positivo; tali sollecitazioni tendono a contrastare deformazioni di segno opposto.

Per quanto concerne i vincoli comunque disposti nello spazio vale la stessa regola: se uno spostamento è positivo tende ad allontanare il nodo N da I; la conseguente reazione è di segno opposto, cioè negativa.

Nell'analisi dinamica, per ogni direzione, per ogni nodo vincolato, viene indicato il modo che dà luogo all'effetto massimo e il relativo valore; viene anche indicato il risultato complessivo calcolato a partire dai singoli effetti modali. Nella stampa degli involuپی viene calcolata la risultante obbedendo alla modalità scelta dall'utente.

## SPETTRO DI PROGETTO UTILIZZATI NEL DIMENSIONAMENTO

### • SPETTRO DI PROGETTO: STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA

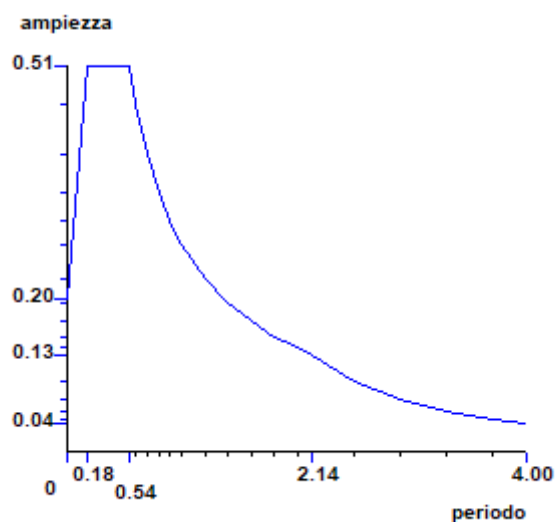
Vita nominale costruzione	50 anni
Classe d'uso costruzione	II
Vita di riferimento	50 anni
Spettro di risposta	Stato Limite Ultimo SLV
Probabilità di superamento periodo di riferimento	10 %
Tempo di ritorno del sisma	475 anni
Località	Pescara
ag/g	0.134
F0	2.52
Tc	0.37
Categoria del suolo	C
Fattore topografico	1

### Fattore di struttura: $q = 1$

Secondo quanto indicato nel *D.M. 17 gennaio 2018, par. 7.2.5* "...le fondazioni devono essere progettate per rimanere in campo elastico..." , pertanto il dimensionamento delle strutture di fondazione è stato eseguito con fattore di struttura pari a  $q=1$ .

In figura è rappresentato lo spettro SLV così ottenuto ed utilizzato nel dimensionamento della platea e nella verifica del complesso fondazione-terreno.

Spettro orizzontale.



Num.	Periodo	A. slu X
1	0.000	0.2003
2	0.180	0.5067
3	0.539	0.5067
4	0.600	0.4555
5	0.700	0.3904
6	0.800	0.3416
7	0.900	0.3037
8	1.000	0.2733
9	1.200	0.2278
10	1.400	0.1952
11	1.600	0.1708
12	1.800	0.1518
13	2.000	0.1367
14	2.135	0.1280
15	2.500	0.0934
16	2.900	0.0694
17	3.300	0.0536
18	3.700	0.0426
19	4.000	0.0365



**i) CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE INDAGATI, IN PRESENZA DI AZIONE SISMICA:**

- stati limite ultimi, in termini di resistenza, di duttilità e di capacità di deformazione;
- stati limite di esercizio, in termini di resistenza e di contenimento del danno agli elementi non strutturali;

**VERIFICHE DI SICUREZZA DEGLI ELEMENTI**

Questa parte richiede di precisare una serie di proprietà che possono essere ricavate in forma grafica direttamente da MasterSap. In particolare:

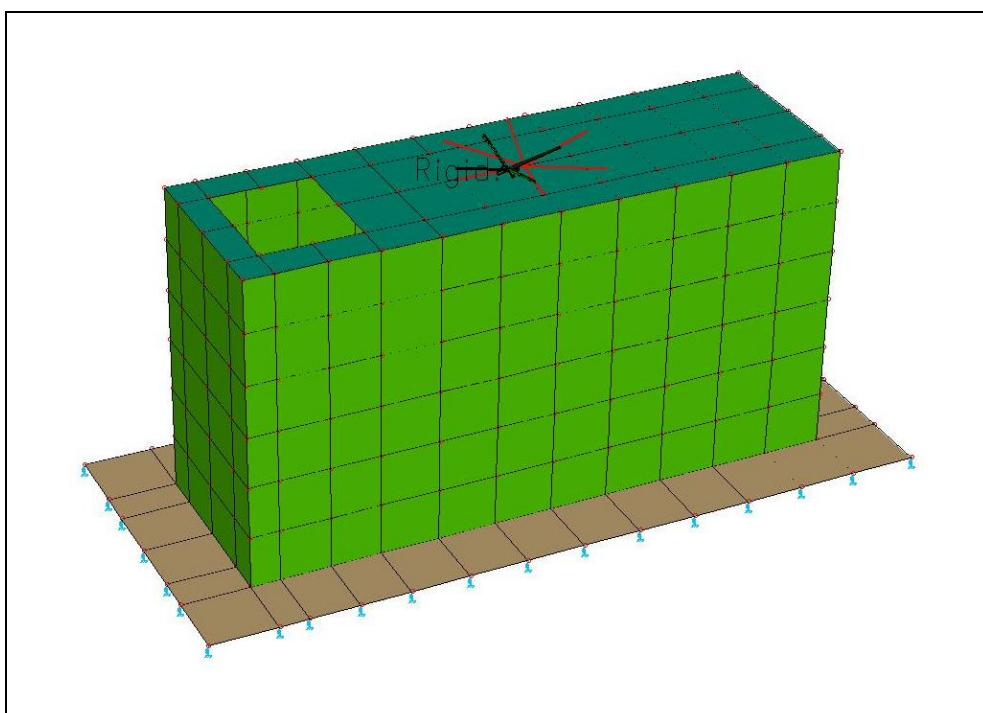
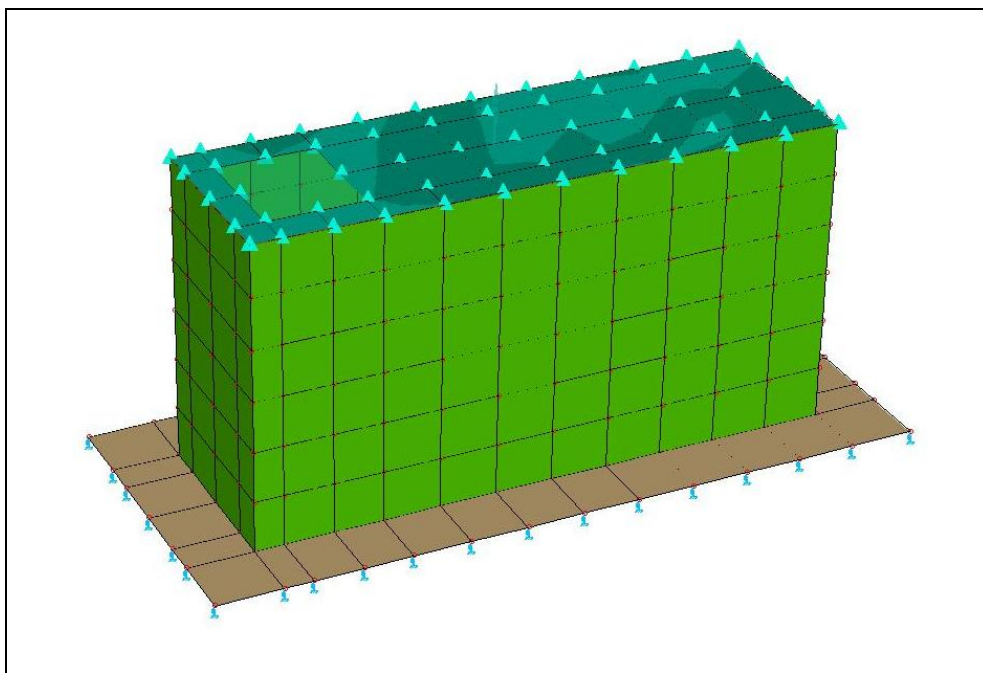
- Verifiche alle tensioni
  - Tensione normalizzata
- Verifiche allo stato limite ultimo
  - Indici di resistenza / stabilità / snellezze
  - Rapporto  $x/d$
  - Armatura elementi monodimensionali
  - Armatura elementi bidimensionali

**I RISULTATI PER LE PARETI**

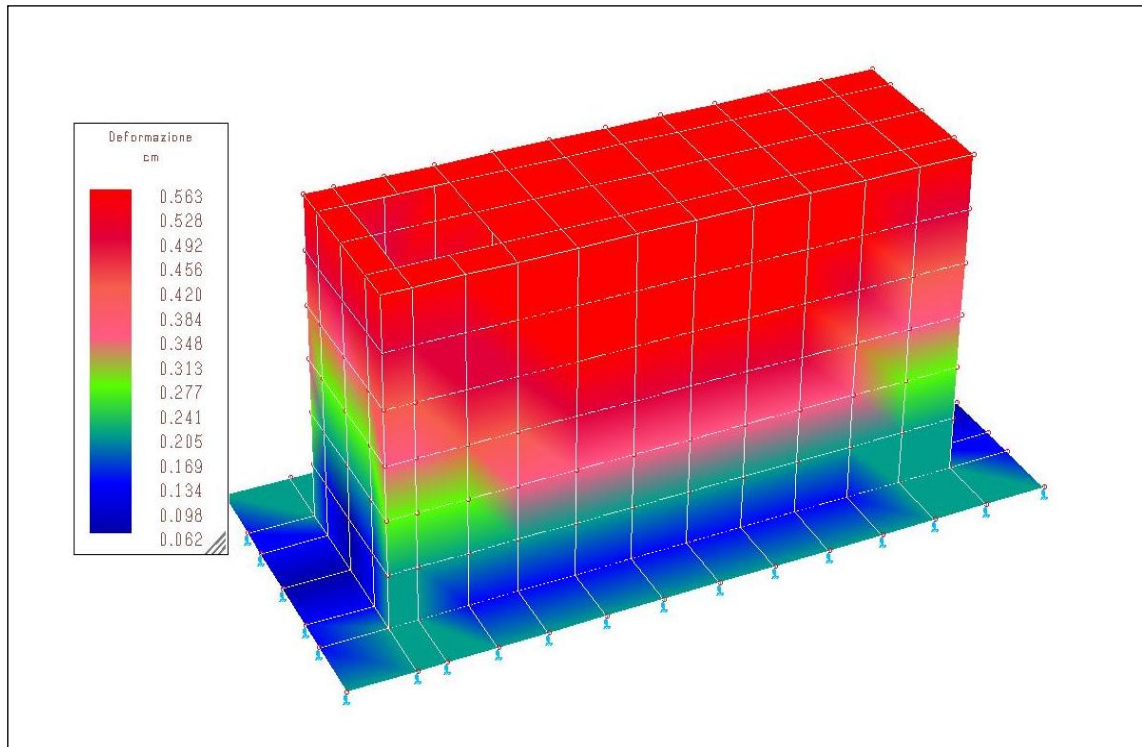
I risultati della verifica riguardano innanzitutto le azioni di presso flessione. L'indice di resistenza a taglio riguarda il rapporto fra l'azione tagliante nell'elemento e la corrispondente  $V_{rd2}$ . E' riportato l'indice della verifica a scorrimento (§ 5.4.5.2 dell'Ordinanza).

j) **RAPPRESENTAZIONE DELLE CONFIGURAZIONI DEFORMATE E DELLE CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE DELLE STRUTTURE PIÙ SIGNIFICATIVE**, così come emergenti dai risultati dell'analisi, sintesi delle verifiche di sicurezza, e giudizio motivato di accettabilità dei risultati;

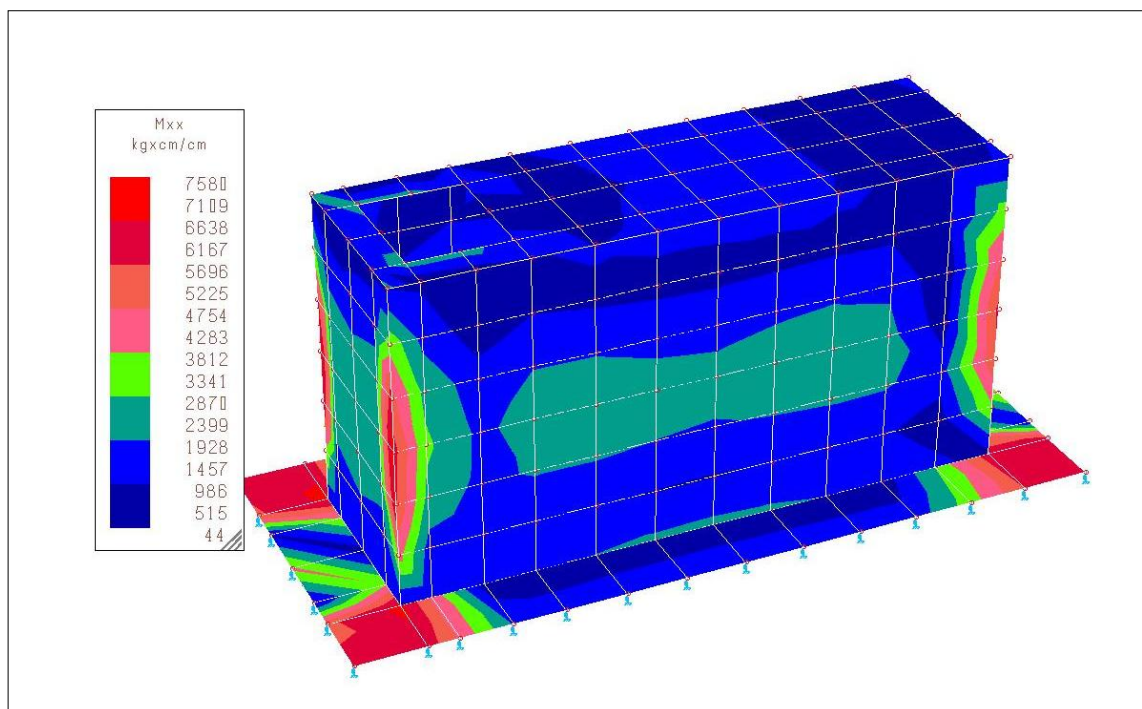
**DEFINIZIONE PIANO RIGIDO: centro di massa e rigidezza**



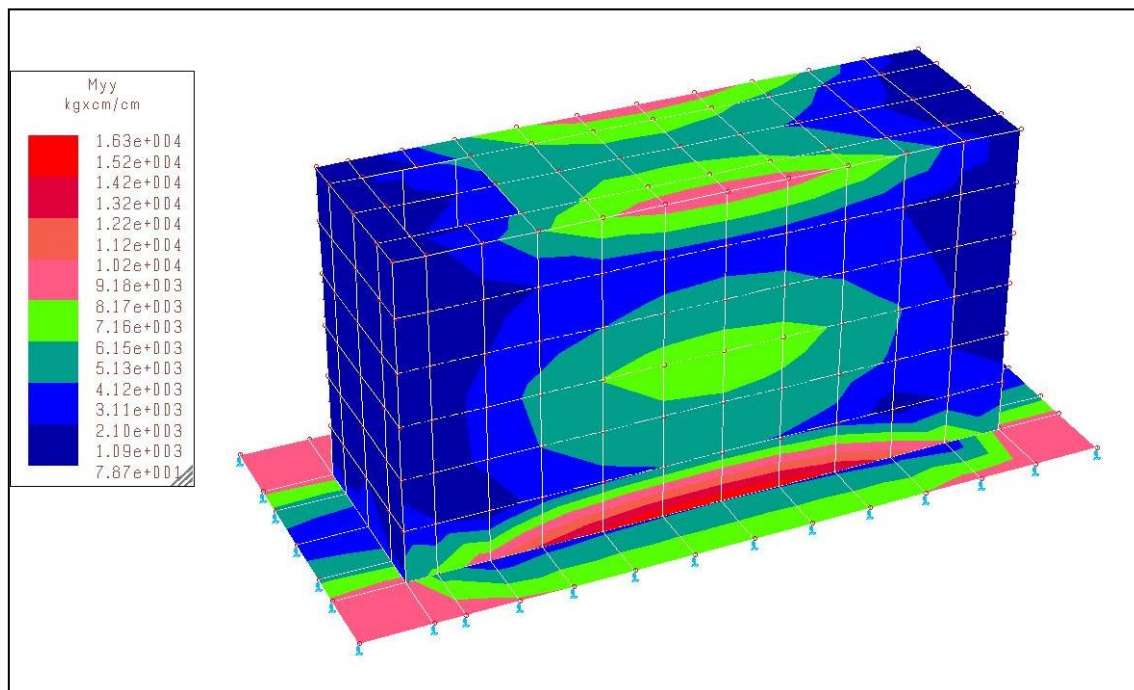
## DEFORMATE E SOLLECITAZIONI



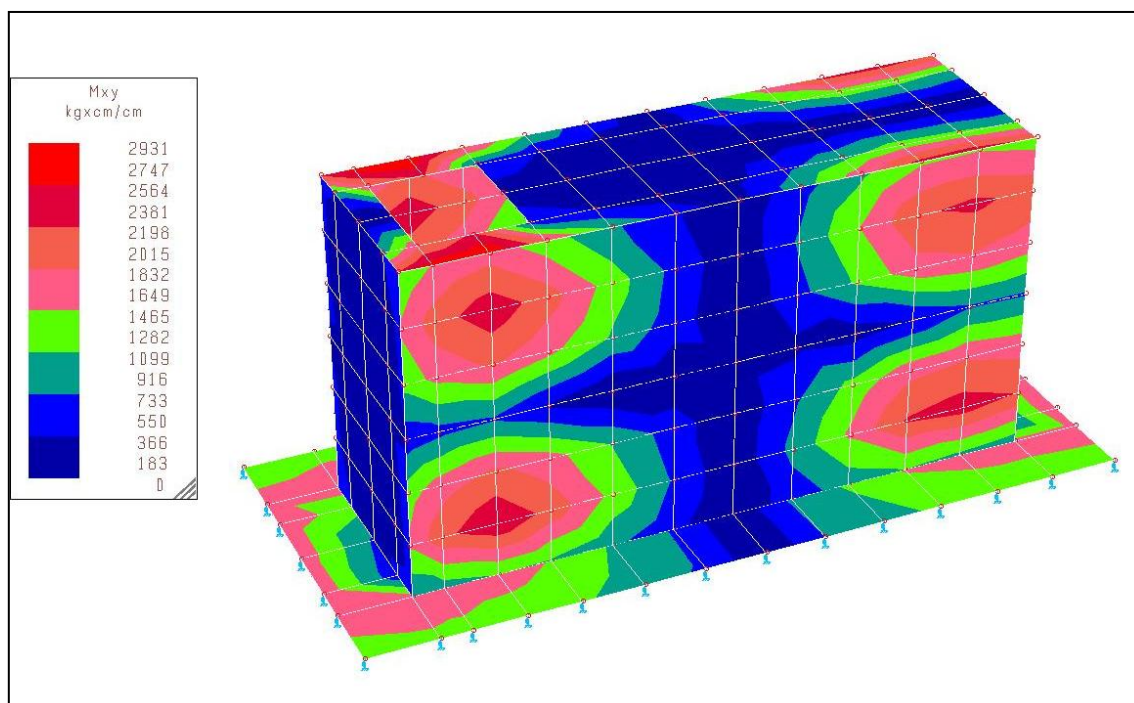
DEFORMATE



MOMENTO  $M_{xx}$



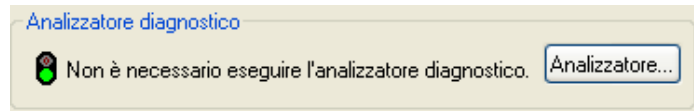
**MOMENTO  $M_{yy}$**



**MOMENTO  $M_{xy}$**

In MasterSap sono presenti moltissime procedure di controllo e filtri di autodiagnostica. In fase di input, su ogni dato, viene eseguito un controllo di compatibilità. Un'ulteriore procedura di controllo può essere lanciata dall'utente in modo da individuare tutti gli errori gravi o gli eventuali difetti della modellazione. Analoghi controlli vengono eseguiti da MasterSap in fase di calcolo prima della preparazione dei dati per il solutore. I dati trasferiti al solutore sono facilmente consultabili attraverso la lettura del file di input in formato XML, leggibili in modo immediato dall'utente.

Apposite procedure di controllo sono predisposte per i programmi di dimensionamento per il c.a., acciaio, legno, alluminio, muratura etc.

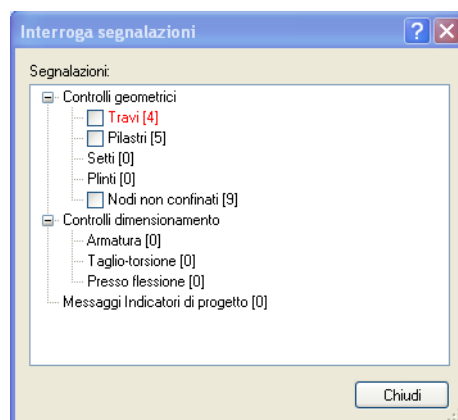


**Si può pertanto asserire che, dopo aver effettuato i controlli suddetti, l'elaborazione sia corretta e completa**

Tali controlli riguardano l'esito della verifica: vengono segnalati, per via numerica e grafica (vedi figura sotto), i casi in contrasto con le comuni tecniche costruttive e gli errori di dimensionamento (che bloccano lo sviluppo delle fasi successive della progettazione, ad esempio il disegno esecutivo). Nei casi previsti dalla norma, ad esempio qualora contemplato dalle disposizioni sismiche in applicazione, vengono eseguiti i controlli sulla geometria strutturale, che vengono segnalati con la stessa modalità dei difetti di progettazione.

Ulteriori funzioni, a disposizione dell'utente, agevolano il controllo dei dati e dei risultati. E' possibile eseguire una funzione di ricerca su tutte le proprietà (geometriche, fisiche, di carico etc) del modello individuando gli elementi interessati.

Si possono rappresentare e interrogare graficamente, in ogni sezione desiderata, tutti i risultati dell'analisi e del dimensionamento strutturale. Nel caso sismico viene evidenziata la posizione del centro di massa e di rigidezza del sistema.



**Per le ragioni suesposte, si può pertanto asserire che il modello realizzato, utilizzando il predetto software, risulta attendibile ed i risultati da esso derivanti accettabili**



## k) CARATTERISTICHE E AFFIDABILITÀ DEL CODICE DI CALCOLO;

**Titolo del codice di calcolo:** MasterSap;

**Autore, produttore e distributore:** AMV s.r.l., via San Lorenzo 106, 34077 Ronchi dei Legionari (Go);

**Versione:** MasterSap 2018

In base a quanto richiesto al par. 10.2 del D.M. 17.01.2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni) il produttore e distributore Studio Software AMV s.r.l. espone la seguente relazione riguardante il solutore numerico e, più in generale, la procedura di analisi e dimensionamento MasterSap. Si fa presente che sul proprio sito ([www.amv.it](http://www.amv.it)) è disponibile sia il manuale teorico del solutore sia il documento comprendente i numerosi esempi di validazione. Essendo tali documenti (formati da centinaia di pagine) di pubblico dominio, si ritiene pertanto sufficiente proporre una sintesi, sia pure adeguatamente esauriente, dell'argomento.

Il motore di calcolo adottato da MasterSap, denominato LiFE-Pack, è un programma ad elementi finiti che permette l'analisi statica e dinamica in ambito lineare e non lineare, con estensioni per il calcolo degli effetti del secondo ordine.

Il solutore lineare usato in analisi statica ed in analisi modale è basato su un classico algoritmo di fattorizzazione multifrontale per matrici sparse che utilizza la tecnica di condensazione supernodale ai fini di velocizzare le operazioni. Prima della fattorizzazione viene eseguito un riordino simmetrico delle righe e delle colonne del sistema lineare al fine di calcolare un percorso di eliminazione ottimale che massimizza la sparsità del fattore.

Il solutore modale è basato sulla formulazione inversa dell'algoritmo di *Lanczos* noto come *Thick Restarted Lanczos* ed è particolarmente adatto alla soluzione di problemi di grande e grandissima dimensione ovvero con molti gradi di libertà. L'algoritmo di Lanczos oltre ad essere supportato da una rigorosa teoria matematica, è estremamente efficiente e competitivo e non ha limiti superiori nella dimensione dei problemi, se non quelli delle risorse hardware della macchina utilizzata per il calcolo.

Per la soluzione modale di piccoli progetti, caratterizzati da un numero di gradi di libertà inferiore a 500, l'algoritmo di Lanczos non è ottimale e pertanto viene utilizzato il classico solutore modale per matrici dense simmetriche contenuto nella ben nota libreria *LAPACK*.

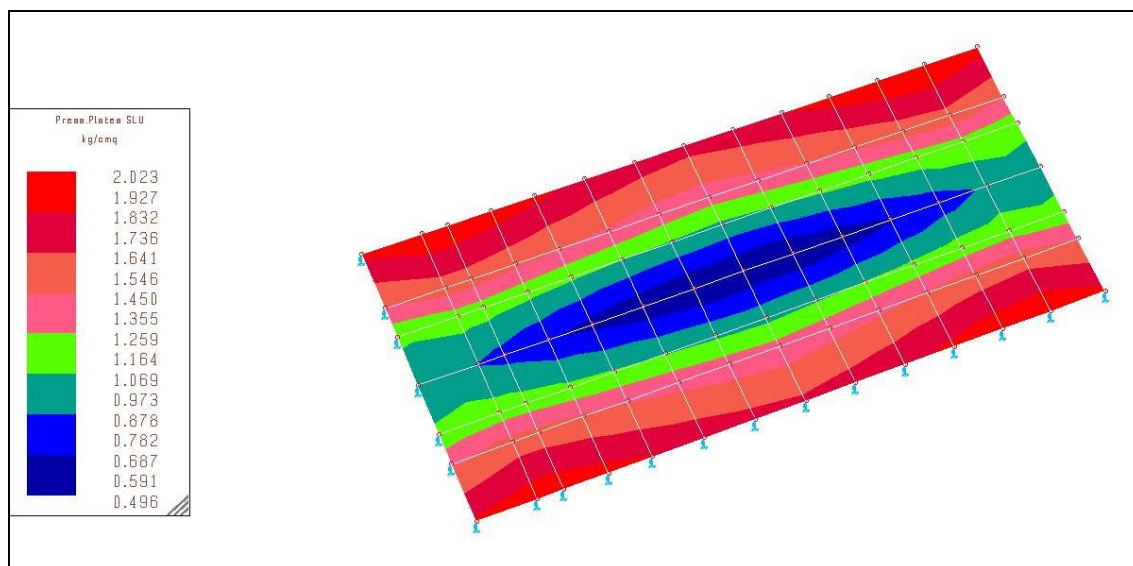
L'analisi con i contributi del secondo ordine viene realizzata aggiornando la matrice di rigidezza elastica del sistema con i contributi della matrice di rigidezza geometrica.

Un'estensione non lineare, che introduce elementi a comportamento multilineare, si avvale di un solutore incrementale che utilizza nella fase iterativa della soluzione il metodo del gradiente coniugato preconditionato.

Grande attenzione è stata riservata agli esempi di validazione del solutore. Gli esempi sono stati tratti dalla letteratura tecnica consolidata e i confronti sono stati realizzati con i risultati teorici e, in molti casi, con quelli prodotti, sugli esempi stessi, da prodotti internazionali di comparabile e riconosciuta validità. Il manuale di validazione è disponibile sul sito [www.amv.it](http://www.amv.it).

E' importante segnalare, forse ancora con maggior rilievo, che l'affidabilità del programma trova riscontro anche nei risultati delle prove di collaudo eseguite su sistemi progettati con MasterSap. I verbali di collaudo (per alcuni progetti di particolare importanza i risultati sono disponibili anche nella letteratura tecnica) documentano che i risultati delle prove, sia in campo statico che dinamico, sono corrispondenti con quelli dedotti dalle analisi numeriche, anche per merito della possibilità di dar luogo, con MasterSap, a raffinate modellazioni delle strutture.

# **I) CON RIFERIMENTO ALLE STRUTTURE GEOTECNICHE O DI FONDAZIONE** **PRESSIONI SUL TERRENO ALLO SLU**



## **Geometria della fondazione**

Simbologia adottata

Descrizione	Descrizione della fondazione
Forma	Forma della fondazione (N=Nastriforme, R=Rettangolare, C=Circolare)
X	Ascissa del baricentro della fondazione espressa in [m]
Y	Ordinata del baricentro della fondazione espressa in [m]
B	Base/Diametro della fondazione espressa in [m]
L	Lunghezza della fondazione espressa in [m]
D	Profondità del piano di posa in [m]
$\alpha$	Inclinazione del piano di posa espressa in [°]
$\omega$	Inclinazione del piano campagna espressa in [°]

Descrizione	Forma	X	Y	B	L	D	$\alpha$	$\omega$
platea vasca	(R)	0,00	0,00	5,50	12,50	5,60	0,00	0,00

Caratteristiche geotecniche del terreno:

Peso specifico terreno:	1850 kg/m³	Cu, coesione:	0.290 kg/cm²
Angolo di attrito:	22.00 gradi	Profondità di posa:	550.0 cm
Angolo di attrito terreno-fondazione	14.70 gradi	Adesione terreno-fondazione:	0.193 kg/cm²
Profondità della falda dal piano campagna	1,50	[m]	

Metodo di calcolo della capacità portante:

Criterio di: Terzaghi

Coefficienti sismici globali:

Coefficiente sismico [khiX]:	0.507
Coefficiente sismico [khiY]:	0.507
Coefficiente sismico [khk]:	0.048

Tipo fondazione: platea

Area:	687500 cmq		
Lato medio:	829 cm		
Fattore di riduzione (Bowles) rg:	0.846,	Base ridotta B':	701 cm

Combinazione: 1 Descrizione: Dinamica azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali gM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00

Coesione efficace: 1.00

Resistenza non drenata: 1.00

Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali gR di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00

Scorrimento: 1.00

Fattore Nq: 9.52 Fattore Nc: 20.66 Fattore Ng: 6.88

Effetto dell'inclinazione del carico non contemplato dal criterio di Terzaghi.

Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sg]: 1.00

Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dg]: 0.00

Coefficiente correttivo [egk]: 0.00 Coefficiente correttivo [egiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [egiY]: 0.00

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 20.140 kg/cm2

QUlt (sisma in dir.Y): 20.140 kg/cm2

Max pressione suolo: 2.023 kg/cm2

Indice di resistenza: 0.10

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 444754.56 kg

Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 444754.56 kg

Carico verticale agente sulla fondazione: 877714.81 kg

Forza resistente per attrito: 362951.69 kg

Indice di resistenza: 1.23

Combinazione: 2 Descrizione: Statica azione sismica ASSENTE

Coefficienti parziali gM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00

Coesione efficace: 1.00

Resistenza non drenata: 1.00

Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali gR di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00

Scorrimento: 1.00

Fattore Nq: 9.52 Fattore Nc: 20.66 Fattore Ng: 6.88

Effetto dell'inclinazione del carico non contemplato dal criterio di Terzaghi.

Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sg]: 1.00

Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dg]: 0.00

Coefficiente correttivo [egk]: 0.00 Coefficiente correttivo [egiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [egiY]: 0.00

Verifica della capacita' portante

QUlt: 20.140 kg/cm2

Max pressione suolo: 0.505 kg/cm2

Indice di resistenza: 0.03

Combinazione: 3 Descrizione: Rara azione sismica ASSENTE

Coefficienti parziali gM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00

Coesione efficace: 1.00

Resistenza non drenata: 1.00

Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq: 9.52 Fattore Nc: 20.66 Fattore Ng: 6.88

Effetto dell'inclinazione del carico non contemplato dal criterio di Terzaghi.

Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sg]: 1.00

Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dg]: 0.00

Coefficiente correttivo [egk]: 0.00 Coefficiente correttivo [egiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [egiY]: 0.00



Verifica della capacità portante  
QUlt: 20.140 kg/cm2  
Max pressione suolo: 0.386 kg/cm2  
Indice di resistenza: 0.06

Combinazione: 4 Descrizione: Frequente azione sismica ASSENTE

Coefficienti parziali gM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00  
Coesione efficace: 1.00  
Resistenza non drenata: 1.00  
Peso dell'unità' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq: 9.52 Fattore Nc: 20.66 Fattore Ng: 6.88  
Effetto dell'inclinazione del carico non contemplato dal criterio di Terzaghi.  
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sg]: 1.00  
Fattore di profondità' [dq]: 0.00 Fattore di profondità' [dc]: 0.00 Fattore di profondità' [dg]: 0.00  
Coefficiente correttivo [egk]: 0.00 Coefficiente correttivo [egiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [egiY]: 0.00

Verifica della capacità portante  
QUlt: 20.140 kg/cm2  
Max pressione suolo: 0.380 kg/cm2  
Indice di resistenza: 0.06

Combinazione: 5 Descrizione: Quasi permanente azione sismica ASSENTE

Coefficienti parziali gM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00  
Coesione efficace: 1.00  
Resistenza non drenata: 1.00  
Peso dell'unità' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq: 9.52 Fattore Nc: 20.66 Fattore Ng: 6.88  
Effetto dell'inclinazione del carico non contemplato dal criterio di Terzaghi.  
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sg]: 1.00  
Fattore di profondità' [dq]: 0.00 Fattore di profondità' [dc]: 0.00 Fattore di profondità' [dg]: 0.00  
Coefficiente correttivo [egk]: 0.00 Coefficiente correttivo [egiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [egiY]: 0.00

Verifica della capacità portante  
QUlt: 20.140 kg/cm2  
Max pressione suolo: 0.378 kg/cm2  
Indice di resistenza: 0.06

La verifica risulta soddisfatta in quanto le pressioni al suolo rispettano sempre la relazione

$$E_d < R_d$$

Pescara, li 29 ottobre 2018

Il progettista: dr.ing. Giuseppe Zefferino \_\_\_\_\_