



COMUNI DI FRABOSA SOTTANA E VILLANOVA MONDOVI'  
APPROVVIGIONAMENTO IDRICO ACQUEDOTTO A SERVIZIO  
DEI COMUNI DI MONDOVI' E VILLANOVA MONDOVI'  
OPERE DI CAPTAZIONE SORGENTE SAN MATTEO E  
CONDOTTA DI COLLEGAMENTO ALLA RETE ADDUTTRICE

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

ALLEGATO

25.3

FASCICOLO STRUTTURE IN C.A.

Relazione di calcolo

- Relazione illustrativa del progetto
- Relazione sulle fondazioni e geotecnica
- Presentazione dei risultati
- Relazione di accettabilità analisi delle strutture
- Relazione di accettabilità dei risultati dell'analisi

Il tecnico Incaricato:

**Studio Tecnico Dott. Ing. Alberto Fazio**

Viale Vittorio Veneto, 33 - 12084 Mondovì (CN)

Tel. 0174/552328

e-mail: [alberto@studiofazio.it](mailto:alberto@studiofazio.it)

Codice:

1265

Scheda:

354

Data:

Maggio 2023

Responsabile Unità Progettazione: Ing. Alberto Fazio

Responsabile dell'attività: Ing. Alberto Fazio

Unità di Progettazione:

File: 1265\_Fascicolo\_CA\_Rel\_Calcolo

## Sommario

<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA DI PROGETTO .....</b>	<b>3</b>
<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
STRUTTURA, CARICHI E SOVRACCARICHI, TERRENI E FONDAZIONI .....	4
<b>CRITERI DI CONCEZIONE E DI SCHEMATIZZAZIONE STRUTTURALE, MODELLAZIONE DEL TERRENO, PROPRIETÀ DEI MATERIALI, EFFICACIA DEL MODELLO .....</b>	<b>5</b>
<b>CRITERI PER LA MISURA DELLA SICUREZZA .....</b>	<b>6</b>
METODO DI CALCOLO AGLI STATI LIMITE .....	6
<b>I METODI DI ANALISI.....</b>	<b>6</b>
ANALISI STATICA LINEARE.....	6
<b>VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GIUDIZIO MOTIVATO SULLA LORO ACCETTABILITÀ .....</b>	<b>7</b>
<b>INFORMAZIONI INTEGRATIVE SULL'USO DEI CODICI DI CALCOLO .....</b>	<b>8</b>
AFFIDABILITÀ DEL CODICE DI CALCOLO .....	8
<b>PRESTAZIONI DI PROGETTO, CLASSE DELLA STRUTTURA, VITA UTILE E PROCEDURE DI QUALITÀ .....</b>	<b>12</b>
1. CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'OPERA.....	12
2. DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE PORTANTI. ....	12
3. DEFINIZIONE DELLA TIPOLOGIA DELLA STRUTTURA. ....	12
<b>RELAZIONE SUI MATERIALI: TIPO E CARATTERISTICHE .....</b>	<b>13</b>
1. CEMENTO ARMATO.....	13
Calcestruzzi .....	13
Acciaio per C.A. ....	17
<b>LE AZIONI APPLICATE ALLA STRUTTURA .....</b>	<b>18</b>
CARICHI PERMANENTI E PESI PROPRI: .....	18
CARICHI VARIABILI.....	19
AZIONI TERMICHE.....	22
AZIONI ECCEZIONALI.....	22
AZIONI SISMICHE.....	23
Scelta del campo di verifica e definizione del fattore di comportamento q.....	23
Controllo effetti del II ordine e regolarità .....	26
<b>SCHEMATIZZAZIONE DELLE AZIONI, CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO .....</b>	<b>27</b>
COMBINAZIONI DI CARICO .....	27

<b>RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E GEOTECNICA .....</b>	<b>28</b>
GENERALITÀ .....	28
LE CARATTERISTICHE DEL SITO DI FABBRICA.....	29
Caratterizzazione Fisico Meccanica Dei Terreni .....	29
MODELLI GEOTECNICI DI SOTTOSUOLO E METODI DI ANALISI.....	29
VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI .....	29
VERIFICHE NEI CONFONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI E DI ESERCIZIO.....	30
<b>PRESENTAZIONE DEI RISULTATI.....</b>	<b>42</b>
SOLLECITAZIONI AGLI S.L.U. PLATEE .....	42
Verifica Agli Slu PLATEE.....	43
SOLLECITAZIONI AGLI S.L.U. MURI .....	44
Verifica Agli Slu MURI.....	45
SOLLECITAZIONI AGLI S.L.U. COPERTURE .....	46
Verifica Agli Slu COPERTURE.....	46
DETTAGLI COSTRUTTIVI PER LE STRUTTURE A COMPORTAMENTO NON DISSIPATIVO.....	48
Nodi trave-pilastro (Par. 7.4.6.2.3 Ntc 2018) .....	48
RISPETTO DEI MINIMI DI ARMATURA PER LE FONDAZIONI (PAR. 7.2.5 NTC 2018) .....	49
Fondazioni superficiali .....	49

## **RELAZIONE ILLUSTRATIVA DI PROGETTO**

*La presente relazione riguarda la progettazione strutturale e il dimensionamento di una camera di manovra e di tre camere di pozzi da realizzarsi presso le sorgenti San Matteo, nel comune di Frabosa Sottana (CN).*

*Si tratta di due tipologie di strutture, che verranno realizzate in cemento armato gettato in opera. Sono bassi fabbricati di un piano fuori terra di modeste dimensioni.*

*In particolare:*

- CAMERA DI MANOVRA: dimensioni in pianta 12x5 m, altezza massima pari a circa 3,9 m.*
- CAMERA POZZO: dimensioni in pianta 3x5 m, altezza massima pari circa 3.9 m*

*In particolare saranno completamente realizzate in opera, oltre naturalmente alle fondazioni, le strutture portanti verticali, i setti e i solai di copertura.*

Mondovì, 05.05.2023

Ing. Alberto Fazio

## **Normative di riferimento**

### **Struttura, Carichi e Sovraccarichi, Terreni e Fondazioni**

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

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

Per quanto non diversamente specificato nella presente norma, si intendono coerenti con i principi alla base della stessa, le indicazioni riportate nei seguenti documenti:

- Eurocodici strutturali pubblicati dal CEN, con le precisazioni riportate nelle Appendici Nazionali;
- Norme UNI EN armonizzate i cui riferimenti siano pubblicati su Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea;
- Norme per prove su materiali e prodotti pubblicate da UNI.

Inoltre, a integrazione delle presenti norme e per quanto con esse non in contrasto, possono essere utilizzati i documenti di seguito indicati che costituiscono riferimenti di comprovata validità:

- Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee Guida del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale e successive modificazioni del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, previo parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici sul documento stesso;
- Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.).

## **Criteri di concezione e di schematizzazione strutturale, modellazione del terreno, proprietà dei materiali, efficacia del modello.**

La struttura e il suo comportamento sotto le azioni statiche e dinamiche è stata adeguatamente valutata, interpretata e trasferita nel modello che si caratterizza per la sua impostazione completamente tridimensionale. A tal fine ai nodi strutturali possono convergere diverse tipologie di elementi, che corrispondono nel codice numerico di calcolo in altrettante tipologie di elementi finiti. Travi e pilastri, ovvero componenti in cui una dimensione prevale sulle altre due, vengono modellati con elementi "beam", il cui comportamento può essere opportunamente perfezionato attraverso alcune opzioni quali quelle in grado di definire le modalità di connessione all'estremità. Eventuali elementi soggetti a solo sforzo normale possono essere trattati come elementi "truss" oppure con elementi "beam" opportunamente svincolati. Le pareti, le piastre, le platee ovvero in generale i componenti strutturali bidimensionali, con due dimensioni prevalenti sulla terza (lo spessore), sono stati modellati con elementi "shell" a comportamento flessionale e membranale. I vincoli con il mondo esterno vengono rappresentati, nei casi più semplici (apparecchi d'appoggio, cerniere, carrelli), con elementi in grado di definire le modalità di vincolo e le rigidità nello spazio. Questi elementi, coniugati con i precedenti, consentono di modellare i casi più complessi ma più frequenti di interazione con il terreno, realizzabile tipicamente mediante fondazioni, pali, platee nonché attraverso una combinazione di tali situazioni. Il comportamento del terreno è sostanzialmente rappresentato tramite una schematizzazione lineare alla Winkler, principalmente caratterizzabile attraverso una opportuna costante di sottofondo, che può essere anche variata nella superficie di contatto fra struttura e terreno e quindi essere in grado di descrivere anche situazioni più complesse. Nel caso dei pali il comportamento del terreno implica anche l'introduzione di vincoli per la traslazione orizzontale.

I parametri dei materiali utilizzati per la modellazione riguardano il modulo di Young, il coefficiente di Poisson, ma sono disponibili anche opzioni per ridurre la rigidità flessionale e tagliante dei materiali per considerare l'effetto di fenomeni fessurativi nei materiali.

Il calcolo viene condotto mediante analisi lineare, ma vengono considerati gli effetti del secondo ordine e si può simulare il comportamento di elementi resistenti a sola trazione o compressione.

La presenza di diaframmi orizzontali, se rigidi, nel piano viene gestita attraverso l'impostazione di un'apposita relazione fra i nodi strutturali coinvolti, che ne condiziona il

movimento relativo. Relazioni analoghe possono essere impostate anche fra elementi contigui.

Si ritiene che il modello utilizzato sia rappresentativo del comportamento reale della struttura. Sono stati inoltre valutate tutti i possibili effetti o le azioni anche transitorie che possano essere significative e avere implicazione per la struttura.

E' stata impiegata un'analisi STATICA EQUIVALENTE IN CAMPO NON DISSIPATIVO in campo lineare con adozione di spettro di risposta conforme al D.M. 14.01.2018. Agli effetti del dimensionamento è stato quindi impiegato il metodo degli stati limite.

## **Criteri per la misura della sicurezza**

### **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.

## **I Metodi Di Analisi**

### **Analisi Statica Lineare**

L'analisi statica lineare è la più comune e tradizionale delle analisi strutturali possibili. L'aggettivo statica sottintende che i carichi applicati non dipendono dal tempo o più esattamente variano molto lentamente tra l'istante iniziale di applicazione  $t_0$  e l'istante finale di osservazione  $t_f$  (carichi quasi-statici).

Ipotizzando inoltre che la forza di reazione interna dipenda linearmente dagli spostamenti, attraverso una matrice di rigidezza costante  $K$  e che le forze esterne siano costituite da carichi indipendenti dallo spostamento, si ottiene l'equazione di equilibrio classica per i problemi quasi statici lineari

$$KU = F$$

dove  $K$  è la matrice di rigidezza,  $U$  è il vettore delle deformazioni nodali,  $F$  è il vettore dei carichi.

E' bene ricordare che la linearità della risposta strutturale deriva da almeno due grandi semplificazioni: l'ipotesi di elasticità lineare del materiale (linearità materiale) e l'ipotesi di piccolezza degli spostamenti e delle deformazioni (linearità geometrica).

Nell'analisi sismica con il metodo statico equivalente, le corrispondenti forze inerziali vengono automaticamente aggiunte agli altri carichi eventualmente presenti sulla struttura.

Note le deformazioni vengono calcolate le sollecitazioni.

## **Valutazione dei risultati e giudizio motivato sulla loro accettabilità**

Il programma di calcolo utilizzato MasterSap è idoneo a riprodurre nel modello matematico il comportamento della struttura e gli elementi finiti disponibili e utilizzati sono rappresentativi della realtà costruttiva. Le funzioni di controllo disponibili, innanzitutto quelle grafiche, consentono di verificare la riproduzione della realtà costruttiva ed accertare la corrispondenza del modello con la geometria strutturale e con le condizioni di carico ipotizzate. Si evidenzia che il modello viene generato direttamente dal disegno architettonico riproducendone così fedelmente le proporzioni geometriche. In ogni caso sono stati effettuati alcuni controlli dimensionali con gli strumenti software a disposizione dell'utente. Tutte le proprietà di rilevanza strutturale (materiali, sezioni, carichi, sconnessioni, etc.) sono state controllate attraverso le funzioni di indagine specificatamente previste.

Sono state sfruttate le funzioni di autodiagnostica presenti nel software che hanno accertato che non sussistono difetti formali di impostazione.

E' stato accertato che le risultanti delle azioni verticali sono in equilibrio con i carichi applicati.

Sono state controllate le azioni taglianti di piano ed accertata la loro congruenza con quella ricavabile da semplici ed agevoli elaborazioni. Le sollecitazioni prodotte da alcune combinazioni di carico di prova hanno prodotto valori prossimi a quelli ricavabili adottando consolidate formulazioni ricavate della Scienza delle Costruzioni. Anche le deformazioni risultano prossime ai valori attesi. Il dimensionamento e le verifiche di sicurezza hanno determinato risultati che sono in linea con casi di comprovata validità, confortati anche dalla propria esperienza.



## Informazioni integrative sull'uso dei codici 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 2022

### Affidabilità Del Codice Di Calcolo

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.

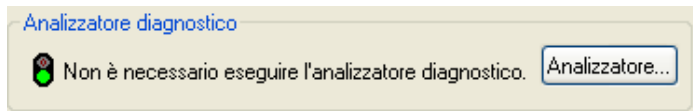
Un'estensione non lineare, che introduce elementi a comportamento multilineare, si avvale di un solutore incrementale che utilizza nella fase iterativa della soluzione il metodo del gradiente coniugato preconditionato.

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.

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

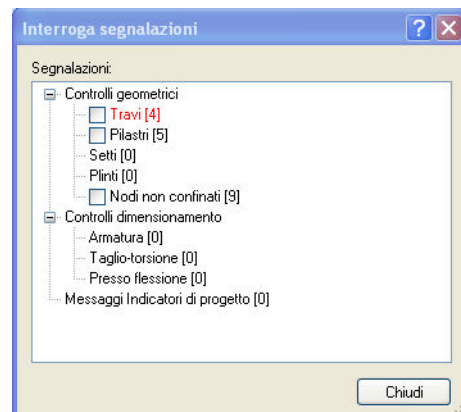
lanciata dall'utente in modo da individuare tutti gli errori gravi o



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.

Tali controlli riguardano l'esito della verifica: vengono segnalati, per via numerica e grafica (vedi esempio a fianco), 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 gli edifici è possibile, per ogni piano, a partire delle fondazioni, conoscere la risultante delle azioni verticali orizzontali. Analoghi risultati sono disponibili per i vincoli esterni.

Il rilascio di ogni nuova versione dei programmi è sottoposta a rigorosi check automatici che mettono a confronto i risultati della release in esame con quelli già validati realizzati da versioni precedenti. Inoltre, sessioni specifiche di lavoro sono condotte da personale esperto per controllare il corretto funzionamento delle varie procedure software, con particolare riferimento a quelle che sono state oggetto di interventi manutentivi o di aggiornamento.

AMV S.r.l.  
Via San Lorenzo, 106  
34077 Ronchi del Legionari  
(Gorizia) Italy

Ph. +39 0481.779.903 r.a.  
Fax +39 0481.777.125  
E-mail: info@amv.it  
www.amv.it

Cap. Soc. € 10.920,00 i.v.  
P.Iva: IT00382470318  
C.F. e Iscriz. nel Reg. delle Imp. di GO  
00382470318 - R.E.A. GO n° 048216



**Attestato dell'affidabilità del codice di calcolo e delle procedure implementate nei prodotti software AMV  
In base al paragrafo 10.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17.01.2018 e successivi aggiornamenti).**

In base a quanto richiesto al par. 10.2 del D.M. 17/01/2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni) il produttore e distributore 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 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 supermodale 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).

È 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. 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 l'acciaio, legno, alluminio, muratura etc. Tali controlli riguardano l'esito della verifica: vengono segnalati, per via numerica e grafica (vedi esempio a fianco), 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. È 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 gli edifici è possibile, per ogni piano, a partire dalle fondazioni, conoscere la risultante delle azioni verticali orizzontali. Analoghi risultati sono disponibili per i vincoli esterni.

Le altre procedure di calcolo, oltre a MasterSap, seguono la medesima impostazione teorica e lo stesso procedimento di validazione.

Nei relativi manuali viene fornita una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, dei metodi e criteri usati per il dimensionamento strutturale e delle sezioni; vengono forniti esempi significativi che possono essere facilmente replicati, segnalando che si tratta spesso di procedure di calcolo e di verifica, che per loro natura, non denotano particolari complessità teoriche e concettuali.

Il rilascio di ogni nuova versione dei programmi è sottoposta a rigorosi check automatici che mettono a confronto i risultati della release in esame con quelli già validati e realizzati da versioni precedenti. Inoltre, sessioni specifiche di lavoro sono condotte da personale esperto per controllare il corretto funzionamento delle varie procedure software, con particolare riferimento a quelle che sono state oggetto di interventi manutentivi o di aggiornamento.

AMV s.r.l.  
Amministratore Unico  
Ing. Luciano Migliorini

## **Prestazioni di progetto, classe della struttura, vita utile e procedure di qualità**

(Ai sensi del D.M. 17.01.2018, Paragrafo 2.4 - Norme Tecniche per le costruzioni)

Le prestazioni della struttura e le condizioni per la sua sicurezza sono state individuate comunemente dal progettista e dal committente. A tal fine è stata posta attenzione al tipo della struttura, al suo uso e alle possibili conseguenze di azioni anche accidentali; particolare rilievo è stato dato alla sicurezza delle persone.

### **1. Caratteristiche principali dell'opera.**

Destinazione d'uso: CAMERA DI MANOVRA E CAMERA POZZO PER IMPIANTI ACQUA

### **2. Descrizione delle strutture portanti.**

Verranno realizzati:

- le fondazioni A PLATEA;
- le murature di elevazione IN CA;
- la copertura IN GETTO PIENO.

### **3. Definizione della tipologia della struttura.**

Tipo di costruzione: 2.

Si è definita, quindi:

- |                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| - Vita nominale della struttura : | 50 anni   |
| - Classe d'uso :                  | Classe II |
| - Periodo di riferimento:         | 50 anni   |

Risulta così definito l'insieme degli stati limite riscontrabili nella vita della struttura ed è stato accertato, in fase di dimensionamento, che essi non siano superati.

Altrettanta cura è stata posta per garantire la durabilità della struttura, con la consapevolezza che tutte le prestazioni attese potranno essere adeguatamente realizzate solo mediante opportune procedure da seguire non solo in fase di progettazione, ma anche di costruzione, manutenzione e gestione dell'opera. Per quanto riguarda la durabilità si sono presi tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture, in considerazione dell'ambiente in cui l'opera dovrà vivere e dei cicli di carico a cui sarà sottoposta. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi.

In fase di costruzione saranno attuate severe procedure di controllo sulla qualità, in particolare per quanto riguarda materiali, componenti, lavorazione, metodi costruttivi. Saranno seguiti tutti gli inderogabili suggerimenti previsti nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni".

## RELAZIONE SUI MATERIALI: Tipo e caratteristiche

(Ai sensi del D.M. 17.01.2018, Paragrafo 11 - Norme Tecniche per le costruzioni)

### 1. Cemento Armato

#### Calcestruzzi

Ulteriori Riferimenti: Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale;  
UNI EN 206-1/2006;

<b>Tipologia strutturale:</b>	<b>Fondazioni</b>
Classe di resistenza necessaria ai fini statici:	37 N/mm <sup>2</sup>
Condizioni ambientali:	Strutture completamente interrate in terreno permeabile.
Classe di esposizione:	XC2
Rapporto acqua/cemento max:	0.60
Classe di consistenza:	S3 (Plastica)
Diametro massimo aggregati:	16 mm

<b>Tipologia strutturale:</b>	<b>Elevazione</b>
Classe di resistenza necessaria ai fini statici:	37 N/mm <sup>2</sup>
Condizioni ambientali:	Strutture interne di edifici non industriali con umidità bassa.
Classe di esposizione:	XC1
Rapporto acqua/cemento max:	0.60
Classe di consistenza:	S4 (Fluida) con Additivo Superfluidificante
Diametro massimo aggregati:	16 mm

#### Dosatura dei materiali.

La dosatura dei materiali per ottenere Rck 37 è orientativamente la seguente (per m<sup>3</sup> d'impasto).

sabbia	0.4 m <sup>3</sup>
ghiaia	0.8 m <sup>3</sup>
acqua	150 litri
cemento tipo 325	350 kg/m <sup>3</sup>

### **Qualità dei componenti**

La sabbia deve essere viva, con grani assortiti in grossezza da 0 a 3 mm, non proveniente da rocce in decomposizione, scricchiolante alla mano, pulita, priva di materie organiche, melmose, terrose e di salsedine.

La ghiaia deve contenere elementi assortiti, di dimensioni fino a 16 mm, resistenti e non gelivi, non friabili, scevri di sostanze estranee, terra e salsedine. Le ghiaie sporche vanno accuratamente lavate. Anche il pietrisco proveniente da rocce compatte, non gessose né gelive, dovrà essere privo di impurità od elementi in decomposizione.

In definitiva gli inerti dovranno essere lavati ed esenti da corpi terrosi ed organici. Non sarà consentito assolutamente il misto di fiume. L'acqua da utilizzare per gli impasti dovrà essere potabile, priva di sali (cloruri e solfuri).

Potranno essere impiegati additivi fluidificanti o superfluidificanti per contenere il rapporto acqua/cemento mantenendo la lavorabilità necessaria.

### **Prescrizione per inerti**

Sabbia viva 0-7 mm, pulita, priva di materie organiche e terrose; sabbia fino a 30 mm (70 mm per fondazioni), non geliva, lavata; pietrisco di roccia compatta.

Assortimento granulometrico in composizione compresa tra le curve granulometriche sperimentali:

- passante al vaglio di mm 16 = 100%
- passante al vaglio di mm 8 = 88-60%
- passante al vaglio di mm 4 = 78-36%
- passante al vaglio di mm 2 = 62-21%
- passante al vaglio di mm 1 = 49-12%
- passante al vaglio di mm 0.25 = 18-3%

### **Prescrizione per il disarmo**

Indicativamente: pilastri 3-4 giorni; solette modeste 10-12 giorni; travi, archi 24-25 giorni, mensole 28 giorni.

Per ogni porzione di struttura, il disarmo non può essere eseguito se non previa autorizzazione della Direzione Lavori.

### **Provini da prelevarsi in cantiere**

n° 2 cubi di lato 15 cm;

un prelievo ogni 100 mc

$$\sigma_{c28} \geq 3 \cdot \sigma_c \text{ adm};$$

$$R_{ck\ 28} = R_m - 35 \text{ kg/cm}^2;$$

$$R_{min} > R_{ck} - 35 \text{ kg/cm}^2$$

**Parametri caratteristici e tensioni limite**Tabella riassuntiva per vari  $R_{ck}$ 

$R_{ck}$	$f_{ck}$	$f_{cd}$	$f_{ctm}$	u.m.
250	207.5	117.6	22.6	[kg/cm <sup>2</sup> ]
300	249.0	141.1	25.6	[kg/cm <sup>2</sup> ]
350	290.5	164.6	28.4	[kg/cm <sup>2</sup> ]
400	332.0	188.1	31.0	[kg/cm <sup>2</sup> ]
450	373.5	211.6	33.5	[kg/cm <sup>2</sup> ]
500	415.0	235.2	36.0	[kg/cm <sup>2</sup> ]

$R_{ck}$	$f_{ck}$	$f_{cd}$	$f_{ctm}$	u.m.
25	20.75	11.75	2.26	[N/mm <sup>2</sup> ]
30	24.90	14.11	2.56	[N/mm <sup>2</sup> ]
35	29.05	16.46	2.84	[N/mm <sup>2</sup> ]
40	33.20	18.81	3.10	[N/mm <sup>2</sup> ]
45	37.35	21.16	3.35	[N/mm <sup>2</sup> ]
50	41.50	23.51	3.60	[N/mm <sup>2</sup> ]

legenda:

- $f_{ck}$  (resistenza cilindrica a compressione);  
 $f_{ck} = 0.83 R_{ck}$ ;
- $f_{cd}$  (resistenza di calcolo a compressione);  
 $f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c$
- $f_{ctd}$  (resistenza di calcolo a trazione);  
 $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$ ;  
 $f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm}$ ;  
 $f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3}$  per classi  $\leq C50/60$   
 $f_{ctm} = 2.12 * \ln[1 + f_{cm} / 10]$  per classi  $> C50/60$

Valori indicativi di alcune caratteristiche meccaniche dei calcestruzzi impiegati:

Ritiro (valori stimati): 0.25 mm/m (dopo 5 anni, strutture non armate);

0.10mm/m (strutture armate).

Rigonfiamento in acqua (valori stimati): 0.20 mm/m (dopo 5 anni in strutture armate).

Dilatazione termica:  $10 * 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .Viscosità  $\phi = 1.70$ .



Prospetto classi di esposizione e composizione uni en 206-1

Tab 2

<b>Classi di esposizione ambientale secondo UNI EN 206-1</b>								
Classe di esposizione ambientale	Descrizione dell'ambiente di esposizione	Esempi di condizioni ambientali	UNI 8868	A/C massimo	Contenuto minimo di cemento kg/m <sup>3</sup>	Rek minima N/mm <sup>2</sup>	Contenuto minimo di aria %	Copritore minimo Mm
<b>1 Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>								
X0	Molto secco	Cis per interni di edifici con umidità dell'aria molto bassa	1	-		C12/15	-	15
<b>2 Corrosione delle armature per effetto della carbonatazione</b>								
XC1	Secco o permanentemente bagnato	Cis per interni di edifici con umidità relativa bassa o immerso in acqua	2a	0,65	260	C20/25	-	20
XC2	Bagnato, raramente secco	Superfici in cis a contatto con acqua per lungo tempo es. fondazioni	2a	0,60	280	C25/30	-	20
XC3	Umidità moderata	Cis per interni con umidità relativa moderata o alta e cis all'esterno protetto dalla pioggia	5a	0,55	280	C30/37	-	30
XC4	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Superfici in cis a contatto con l'acqua, non nella classe XC2	4a, 5b	0,50	300	C30/37	-	30
<b>3 Corrosione delle armature per effetto dei cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare</b>								
XD1	Umidità moderata	Superfici in cis esposte a nebbia salina	5a	0,55	300*	C30/37	-	30
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Piscine; cis esposto ad acque industriali contenenti cloruri	4a, 5b	0,55	300	C30/37	-	30
XD3	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri, pavimentazioni di parcheggi	5c	0,45	320	C35/45	-	40
<b>4 Corrosione delle armature indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare</b>								
XB1	Esposto alla nebbia salina ma non all'acqua di mare	Strutture prossime o sulla costa	4a, 5b	0,50	300	C30/37	-	30
XB2	Permanentemente sommerso	Parti di strutture marine	5c	0,45	320	C35/45	-	40
XB3	Zone esposte alle onde o alla marea	Parti di strutture marine	5c	0,45	340	C35/45	-	40
<b>5 Attacco dei celi di gelo/disgelo con o senza sali disgelanti</b>								
XF1	Moderata saturazione d'acqua in assenza di sali disgelanti	Superfici verticali in cis esposte alla pioggia e al gelo	2b	0,55	300	C30/37	-	30
XF2	Moderata saturazione d'acqua in presenza di sali disgelanti	Superfici verticali in cis di strutture stradali esposte al gelo e nebbia dei sali disgelanti	3, 4b	0,55	300	C25/30	4,0 e aggregati resistenti al gelo/disgelo	30
XF3	Elevata saturazione d'acqua in assenza di sali disgelanti	Superfici orizzontali in cis esposte alla pioggia e al gelo	2b	0,50	320	C30/37	4,0 e aggregati resistenti al gelo/disgelo	30
XF4	Elevata saturazione d'acqua in presenza di sali disgelanti o acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposti ai sali disgelanti. Superfici in cis esposte direttamente a nebbia contenente sali disgelanti	3, 4b	0,45	340	C30/37	4,0 e aggregati resistenti al gelo/disgelo	40
<b>6 Attacco chimico</b>								
XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo (vd. prospetto 2 della EN 206)	-	5a	0,55	300	C30/37	-	30
XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo (vd. prospetto 2 della EN 206)	-	4*, 5b	0,50	320 cemento resistente ai solfati	C30/37	-	30
XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo (vd. prospetto 2 della EN 206)	-	5c	0,45	360 cemento resistente ai solfati	C35/45	-	40

## Acciaio per C.A.

Acciaio per C.A. B450C	
$f_{yk}$ tensione nominale di snervamento:	$\geq 4580 \text{ kg/cm}^2 (\geq 450 \text{ N/mm}^2)$
$f_{tk}$ tensione nominale di rottura:	$\geq 5500 \text{ kg/cm}^2 (\geq 540 \text{ N/mm}^2)$
$f_{td}$ tensione di progetto a rottura:	$f_{yk} / \gamma_S = f_{yk} / 1.15 = 3980 \text{ kg/cm}^2 (= 391 \text{ N/mm}^2)$

L'acciaio dovrà rispettare i seguenti rapporti:

$$f_y / f_{yk} < 1.35 \quad f_t / f_y \geq 1.15$$

Diametro delle barre:  $6 \leq \phi \leq 40 \text{ mm}$ .

E' ammesso l'uso di acciai forniti in rotoli per diametri  $\leq 16 \text{ mm}$ .

Reti e tralicci con elementi base di diametro  $6 \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$ .

Rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci:  $\phi_{\min} / \phi_{\max} \geq 0.6$

Acciaio per C.A. B450A	
$f_{yk}$ tensione nominale di snervamento:	$\geq 4580 \text{ kg/cm}^2 (\geq 450 \text{ N/mm}^2)$
$f_{tk}$ tensione nominale di rottura:	$\geq 5500 \text{ kg/cm}^2 (\geq 540 \text{ N/mm}^2)$
$f_{td}$ tensione di progetto a rottura:	$f_{yk} / \gamma_S = f_{yk} / 1.15 = 3980 \text{ kg/cm}^2 (= 391 \text{ N/mm}^2)$

L'acciaio dovrà rispettare i seguenti rapporti:

$$f_y / f_{yk} < 1.25 \quad f_t / f_y \geq 1.05$$

Diametro delle barre:  $5 \leq \phi \leq 10 \text{ mm}$ .

E' ammesso l'uso di acciai forniti in rotoli per diametri  $\leq 10 \text{ mm}$ .

Reti e tralicci con elementi base di diametro  $5 \leq \phi \leq 10 \text{ mm}$ .

Rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci:  $\phi_{\min} / \phi_{\max} \geq 0.6$

## Le azioni applicate alla struttura

Le azioni applicate al modello strutturale sono le seguenti:

### Carichi Permanenti E Pesì Propri:

Peso proprio calcestruzzo	2500 kg/mc (24 kN/mc)
PERM SOTTOFONDO INTERNO	150 kg/mq

#### Manto di copertura

IMPERMEABILIZZAZIONE E GHIAIA	400 kg/mq (0,98 kN/mq)
-------------------------------	------------------------

## Carichi Variabili

Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	Uffici			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atrii di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici.	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
	≥ 4,00	≥ 4,00	≥ 2,00	
Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
D	Ambienti ad uso commerciale			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
E	Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale			
	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	≥ 6,00	7,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		
F-G	Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)			
	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci.	5,00	2 x 50,00	1,00**
H-I-K	Coperture			
	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo categorie di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti.	da valutarsi caso per caso		

\* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati.

\*\* per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso.

## Neve

Per i carichi di neve si considerano i seguenti valore di riferimento al suolo:

Zona I – Alpina

$$q_{sk} = 1.50 \text{ kN/m}^2 \text{ (153 kg/mq) per } a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 1.39 \cdot [1 + (a_s/728)^2] \text{ kN/m}^2 \text{ per } a_s > 200 \text{ m}$$

Zona I – Mediterranea

$$q_{sk} = 1.50 \text{ kN/m}^2 \text{ (153 kg/mq) per } a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 1.35 \cdot [1 + (a_s/602)^2] \text{ kN/m}^2 \text{ per } a_s > 200 \text{ m}$$

Zona II

$$q_{sk} = 1.00 \text{ kN/m}^2 \text{ (102 kg/mq) per } a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 0.85 \cdot [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2 \text{ per } a_s > 200 \text{ m}$$

Zona III

$$q_{sk} = 0.60 \text{ kN/m}^2 \text{ (61 kg/mq) per } a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 0.51 \cdot [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2 \text{ per } a_s > 200 \text{ m}$$

Si applicheranno le regole di calcolo stabilite al par. 3.4 nel D.M. 14/01/2008.

Nel calcolo delle strutture si è tenuto conto delle situazioni derivanti dall'effetto combinato dei carichi accidentali e permanenti.

## Carichi da neve

**Normativa** : D.M. 17/01/2018 (NTC 2018, Circolare 21/01/2019, n.7)

Il carico provocato dalla presenza della neve agisce in direzione verticale ed è riferito alla proiezione orizzontale della superficie della copertura. Esso è valutato con la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

**Provincia** : Cuneo

**Zona** : Ia

**Altitudine** : 520 m s.l.m.

**Valore caratteristico neve al suolo** :  $q_{sk} = 214.2 \text{ kg/m}^2$

**Carico della neve al suolo riferito ad un tempo di ritorno di 50 anni**:  $q_{sn} = 214.2 \text{ kg/m}^2$

**Coefficiente di esposizione**  $C_E$  : 1 (Normale)

**Coefficiente termico**  $C_t$  : 1



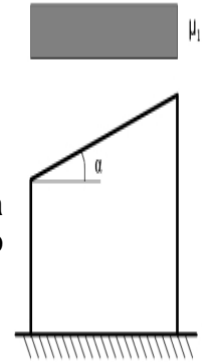
**Tipo di copertura:** ad una falda ( $\alpha = 5^\circ$ )

Dimensione minima in pianta della copertura: 5 m.

Dimensione massima in pianta della copertura: 12 m.

Dimensione in pianta equivalente  $L_e$ : 7.92 m.

Se l'estremità più bassa della falda termina con un parapetto, una barriera od altre ostruzioni, allora il coefficiente di forma non potrà essere assunto inferiore a 0,8 indipendentemente dall'angolo  $\alpha$ .



Coefficiente  $C_{e,F} = 1$

**Carico da neve :**

$$q_s(\mu_i(\alpha)) = 171.36 \text{ kg/m}^2 [\mu_i(\alpha) = 0.8]$$

$$q_s(\mu_i=0.8) = 171.36 \text{ kg/m}^2$$

A FAVORE DI SICUREZZA E' STATO CONSIDERATO UN CARICO DI 200 Kg/mq.

### **Azioni Termiche**

NoN Sono state applicate le azioni termiche sulla struttura.

L'escursione termica imposta deriva dalla scelta della temperatura iniziale  $T_0$  e dalla valutazione di una temperatura attuale  $T_1$  determinata come valore medio fra la temperatura esterna  $T_{est}$  ed interna  $T_{int}$ . Le temperature esterne ed interne sono valutate in relazione alle condizioni attese nella vita della costruzione e in conformità ai valori orientativi forniti dalla letteratura tecnica consolidata.

### **Azioni Eccezionali**

Per l'opera in progetto non è stato ritenuto opportuno tenere in conto esplicito azioni eccezionali quali urti, incendi ed esplosioni. La concezione strutturale, i dettagli costruttivi ed i materiali con i quali verrà realizzata la struttura portante del fabbricato sono comunque tali da evitare che la struttura stessa possa avere danneggiamenti sproporzionati rispetto ad eventuali cause legate a questo tipo di eventi.

Qualora esigenze legate a specifiche destinazioni d'uso prevedano particolari caratteristiche di resistenza al fuoco delle strutture e le stesse non siano in grado di garantirle, dovrà essere per esse prevista un'adeguata protezione.

## Azioni Sismiche

L'azione sismica è calcolata mediante analisi sismica statica equivalente.

### Scelta del campo di verifica e definizione del fattore di comportamento $q$

(Ai sensi del D.M. 17.01.2018, Paragrafo 7.3 - Norme Tecniche per le costruzioni)

Per la valutazione dell'azione sismica è necessario individuare il parametro *fattore di comportamento*  $q$  legato alla tipologia strutturale che si intende adottare, alla geometria della costruzione e alla tipologia di analisi che si intende adottare.

Le strutture in esame presentano regolarità geometriche in pianta e in elevazione. Saranno realizzate in cemento armato, con uno schema a parete. Le verifiche sismiche sono state condotte in campo NON DISSIPATIVO.

Per la determinazione del fattore  $q$  è necessario, pertanto, tenere conto delle limitazioni riportate nella Tab.3.1.I, in funzione della modalità di modellazione dell'azione sismica considerata.

Tab. 7.3.I – Limiti su  $q$  e modalità di modellazione dell'azione sismica

STATI LIMITE		Lineare (Dinamica e Statica)		Non Lineare	
		Dissipativo	Non Dissipativo	Dinamica	Statica
SLE	SLO	$q = 1.0$ § 3.2.3.4	$q = 1.0$ § 3.2.3.4	§ 7.3.4.1	§ 7.3.4.2
	SLD	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5		
SLU	SLV	$q \geq 1,5$ § 3.2.3.5	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5		
	SLC	---	---		

Con tali premesse è stato possibile impostare l'azione sismica, in funzione dalle seguenti valutazioni:

fattori di comportamento:  $q = 1.5$

coefficiente di duttilità:  $k_w = 1$

coefficiente di regolarità:  $k_R = 1$

I parametri che determinano l'azione sismica, per ogni struttura analizzata sono riportati di seguito.



## STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

### INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro	<b>CAMERA MANOVRA SAN MATTEO</b>
Intestazione del lavoro	<b>CAMERA MANOVRA E POZZO</b>
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica sismica equivalente
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	kg
Unita' di misura delle lunghezze	m
Normativa	NTC-2018

### NORMATIVA

Vita nominale costruzione	50 anni
Classe d'uso costruzione	II
Vita di riferimento	50 anni
Localita'	Frabosa Sottana - Via Torre - San Matteo
Longitudine (WGS84)	7.76636
Latitudine (WGS84)	44.3353
Categoria del suolo	E
Coefficiente topografico	1

Eccentricita' accidentale	5%
Periodo proprio T1 in direzione X	0.270
Periodo proprio T1 in direzione Y	0.445

$\lambda$  1

Comportamento strutturale NON Dissipativo

### PARAMETRI SISMICI

	TR	ag/g	FO	TC*	CC	Ss	Pga (ag*S) (m/s^2)
SLO	30	0.0286	2.4980	0.19	2.25	1.60	0.449
SLD	50	0.0363	2.5540	0.21	2.15	1.60	0.570
SLV	475	0.0851	2.5810	0.30	1.86	1.60	1.336
SLE	475	0.0851	2.5810	0.30	1.86	1.60	1.336
SLC	975	0.1068	2.6240	0.32	1.81	1.60	1.676

### DATI SPETTRO

#### STATO LIMITE ULTIMO

Fattore di comportamento q	qor=1.5
Sd (T1) in direzione X	0.234 g
Sd (T1) in direzione Y	0.234 g
Coeff.globale accelerazione sismica direz.X	0.234
Coeff.globale accelerazione sismica direz.Y	0.234

L'azione sismica allo s.l.u. è rappresentata quindi dal seguente spettro di risposta.

## Grafico spettri Norme Tecniche delle Costruzioni 2018

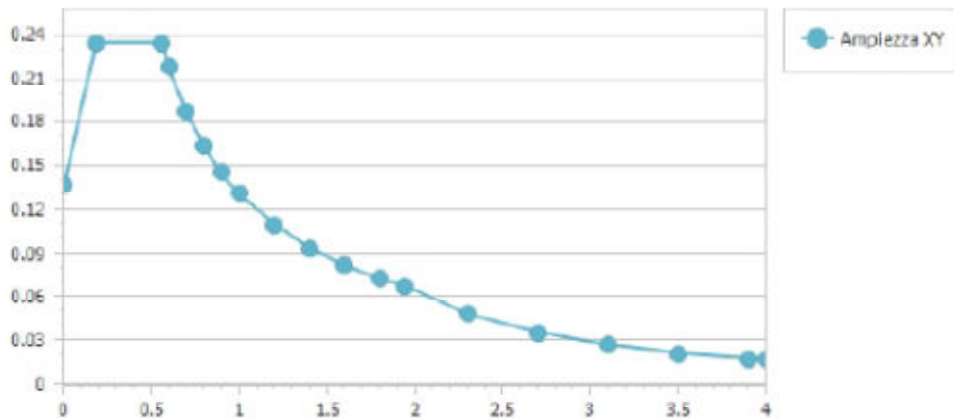
### Stato limite ultimo SLV

Coefficiente moltiplicativo sisma = 1 applicato

Accelerazione X = 0.234286 g

Accelerazione Y = 0.234286 g

### Spettri orizzontali



Num.	Periodo	Ampezza XY
1	0.000	0.136
2	0.186	0.234
3	0.558	0.234
4	0.600	0.218
5	0.700	0.187
6	0.800	0.164
7	0.900	0.145
8	1.000	0.131
9	1.200	0.109
10	1.400	0.093
11	1.600	0.082
12	1.800	0.073
13	1.940	0.067
14	2.300	0.048
15	2.700	0.035
16	3.100	0.026
17	3.500	0.021
18	3.900	0.017
19	4.000	0.017

# Controllo effetti del II ordine e regolarità

## ANALISI DEL SECONDO ORDINE

Nome archivio di lavoro : CAMERA MANOVRA SAN MATTEO  
 Intestazione del lavoro : CAMERA MANOVRA E POZZO  
 Tipo di analisi : Statica sismica equivalente  
 Unita' di misura delle Forze : kg  
 Unita' di misura Lunghezze : m

### \*\*\* Gruppo di copertura: 1753

C.C	$\Delta_X$ [cm]	$\Delta_Y$ [cm]
1	-0.18	0.09
2	3.46	0.44
3	3.49	-0.32
4	-3.91	0.54
5	-3.88	-0.22
6	0.84	1.36
7	0.95	-1.17
8	-1.37	1.39
9	-1.26	-1.14
10	3.46	0.44
11	3.49	-0.32
12	-3.91	0.54
13	-3.88	-0.22
14	0.84	1.36
15	0.95	-1.17
16	-1.37	1.39
17	-1.26	-1.14
18	-0.14	0.07
19	-0.14	0.07
20	-0.14	0.07
37	-0.18	0.09
38	-0.18	0.09
39	-0.14	0.07
40	-0.14	0.07
41	-0.14	0.07

### \*\*\* Gruppo di copertura: 18

C.C	$\Delta_X$ [cm]	$\Delta_Y$ [cm]
1	-0.02	0.02
2	0.27	0.51
3	0.26	-0.42
4	-0.30	0.48
5	-0.31	-0.45
6	0.08	1.59
7	0.05	-1.52
8	-0.09	1.58
9	-0.12	-1.53
10	0.27	0.51
11	0.26	-0.42
12	-0.30	0.48
13	-0.31	-0.45
14	0.08	1.59
15	0.05	-1.52
16	-0.09	1.58
17	-0.12	-1.53
18	-0.02	0.02
19	-0.01	0.02
20	-0.01	0.02
37	-0.02	0.02
38	-0.02	0.02
39	-0.02	0.02
40	-0.01	0.02
41	-0.01	0.02

### \*\*\* analisi alla quota: 0.000

Piano rigido superiore: 1753 altezza interpiano: 3.10  
 Gruppo di copertura: 18 altezza interpiano: 3.38  
 altezza media di interpiano: 3.24

C.C	$\Delta_X$ [cm]	$\Delta_Y$ [cm]	$d_x$ [cm]	$d_y$ [cm]	FX	FY	FZ	$\theta_X$	$\theta_Y$
1	0.00	0.00	0.10	-0.06	3083.95	4185.73	260858.59	0.00	0.00
2	0.00	0.00	-1.86	-0.47	97956.66	29387.00	185614.83	0.01	0.01
3	0.00	0.00	-1.87	0.37	97956.66	29387.00	185744.14	0.01	0.01
4	0.00	0.00	2.10	-0.51	97956.66	29387.00	184537.25	0.01	0.01
5	0.00	0.00	2.09	0.34	97956.66	29387.00	184668.44	0.01	0.01
6	0.00	0.00	-0.46	-1.48	29387.00	97956.66	185083.30	0.01	0.01
7	0.00	0.00	-0.50	1.35	29387.00	97956.66	185521.03	0.01	0.01
8	0.00	0.00	0.73	-1.49	29387.00	97956.66	184756.28	0.01	0.01
9	0.00	0.00	0.69	1.34	29387.00	97956.66	185200.44	0.01	0.01
10	0.00	0.00	-1.86	-0.47	97956.66	29387.00	185614.83	0.01	0.01
11	0.00	0.00	-1.87	0.37	97956.66	29387.00	185744.14	0.01	0.01
12	0.00	0.00	2.10	-0.51	97956.66	29387.00	184537.25	0.01	0.01
13	0.00	0.00	2.09	0.34	97956.66	29387.00	184668.44	0.01	0.01
14	0.00	0.00	-0.46	-1.48	29387.00	97956.66	185083.30	0.01	0.01
15	0.00	0.00	-0.50	1.35	29387.00	97956.66	185521.03	0.01	0.01
16	0.00	0.00	0.73	-1.49	29387.00	97956.66	184756.28	0.01	0.01
17	0.00	0.00	0.69	1.34	29387.00	97956.66	185200.44	0.01	0.01
18	0.00	0.00	0.08	-0.04	2339.70	3198.22	198589.81	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.08	-0.05	2133.39	3050.72	185144.78	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.08	-0.05	2134.93	3054.21	185142.16	0.00	0.00
37	0.00	0.00	0.10	-0.06	3082.93	4193.94	260861.84	0.00	0.00
38	0.00	0.00	0.10	-0.06	2925.25	4069.02	250768.80	0.00	0.00
39	0.00	0.00	0.08	-0.04	2340.51	3204.80	198594.61	0.00	0.00
40	0.00	0.00	0.08	-0.05	2236.05	3120.35	191862.45	0.00	0.00
41	0.00	0.00	0.08	-0.05	2176.25	3085.97	187834.34	0.00	0.00

### RIPARTIZIONE DELLE AZIONI TAGLIANTI AI PIANI

#### \*\*\* Piano rigido alla quota: 0.000

C.C	FX(Tot)	FX(Pilastrini)	(%)	FX(Setti)	(%)	FX(Pareti)	(%)	FY(Tot)	FY(Pilastrini)	(%)	FY(Setti)	(%)	FY(Pareti)	(%)
1	-3084	0	0.0	0	0.0	-3084	100.0	4186	0	0.0	0	0.0	4186	100.0
2	97957	0	0.0	0	0.0	97957	100.0	29387	0	0.0	0	0.0	29387	100.0
3	97957	0	0.0	0	0.0	97957	100.0	-29387	0	0.0	0	0.0	-29387	100.0
4	-97957	0	0.0	0	0.0	-97957	100.0	29387	0	0.0	0	0.0	29387	100.0
5	-97957	0	0.0	0	0.0	-97957	100.0	-29387	0	0.0	0	0.0	-29387	100.0
6	29387	0	0.0	0	0.0	29387	100.0	97957	0	0.0	0	0.0	97957	100.0
7	29387	0	0.0	0	0.0	29387	100.0	-97957	0	0.0	0	0.0	-97957	100.0
8	-29387	0	0.0	0	0.0	-29387	100.0	97957	0	0.0	0	0.0	97957	100.0
9	-29387	0	0.0	0	0.0	-29387	100.0	-97957	0	0.0	0	0.0	-97957	100.0
10	97957	0	0.0	0	0.0	97957	100.0	29387	0	0.0	0	0.0	29387	100.0
11	97957	0	0.0	0	0.0	97957	100.0	-29387	0	0.0	0	0.0	-29387	100.0

12	-97957	0	0.0	0	0.0	-97957	100.0	29387	0	0.0	0	0.0	29387	100.0
13	-97957	0	0.0	0	0.0	-97957	100.0	-29387	0	0.0	0	0.0	-29387	100.0
14	29387	0	0.0	0	0.0	29387	100.0	97957	0	0.0	0	0.0	97957	100.0
15	29387	0	0.0	0	0.0	29387	100.0	-97957	0	0.0	0	0.0	-97957	100.0
16	-29387	0	0.0	0	0.0	-29387	100.0	97957	0	0.0	0	0.0	97957	100.0
17	-29387	0	0.0	0	0.0	-29387	100.0	-97957	0	0.0	0	0.0	-97957	100.0
18	-2340	0	0.0	0	0.0	-2340	100.0	3198	0	0.0	0	0.0	3198	100.0
19	-2133	0	0.0	0	0.0	-2133	100.0	3051	0	0.0	0	0.0	3051	100.0
20	-2135	0	0.0	0	0.0	-2135	100.0	3054	0	0.0	0	0.0	3054	100.0
37	-3083	0	0.0	0	0.0	-3083	100.0	4194	0	0.0	0	0.0	4194	100.0
38	-2925	0	0.0	0	0.0	-2925	100.0	4069	0	0.0	0	0.0	4069	100.0
39	-2341	0	0.0	0	0.0	-2341	100.0	3205	0	0.0	0	0.0	3205	100.0
40	-2236	0	0.0	0	0.0	-2236	100.0	3120	0	0.0	0	0.0	3120	100.0
41	-2176	0	0.0	0	0.0	-2176	100.0	3086	0	0.0	0	0.0	3086	100.0

## 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

Le combinazioni di carico s.l.u. 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 s.l.u. Vengono anche processate le specifiche combinazioni di carico introdotte per valutare lo stato limite di esercizio (tensioni, fessurazione, deformabilità).

Oltre all'impostazione spaziale delle situazioni di carico potenzialmente più critiche, in sede di dimensionamento vengono ulteriormente valutate, per le varie travate, tutte le condizioni di lavoro statico derivanti dall'alternanza dei carichi variabili, i cui effetti si sovrappongono a quelli dei pesi propri e dei carichi permanenti. Vengono anche imposte delle sollecitazioni flettenti di sicurezza in campata e risultano controllate le deformazioni in luce degli elementi.

## **RELAZIONE SULLE FONDAZIONI E GEOTECNICA**

(Ai sensi delle NTC 2018, capitolo 6)

### **Generalità**

La presente relazione geotecnica e sulle fondazioni si basa sulla relazione geologica redatta dal dott. Geol. Giuseppe Galliano, nel rispetto delle disposizioni nazionali e regionali in materia di edificabilità in zona sismica, che hanno attestato la compatibilità tra le previsioni del progetto di costruzione in oggetto e le condizioni morfologiche, geologiche ed idrogeologiche dell'area su cui insiste. A tal proposito si ricorda che il territorio comunale di Frabosa Sottana (CN) con O.P.C.M. n°3274 del 20/03/2003 e s.m.i. e D.G.R. n. 6-887 del 30/12/2019 e s.m.i., è stato dichiarato zona sismica 3. Facendo riferimento alla nuova Normativa Tecnica D.M. 17 gennaio 2018 e secondo le interpolazioni degli spettri di progetto si ricava un'accelerazione  $ag/g = 0.0851$  (SLV).

La tipologia strutturale è riconducibile ad uno schema a pareti.

Le fondazioni verranno realizzate a platea con armatura come descritto negli elaborati di progetto.

Verrà eseguito in fase esecutiva la posa di uno strato uniforme di magrone su tutta l'area di fondazione al fine di contenere possibili cedimenti differenziali.

Come riportato nella relazione di calcolo, sono verificati i minimi richiesti dal D.M. 17/01/2018 per la armature previste in fondazione.

## **Le caratteristiche del sito di fabbrica**

Si rimanda alla relazione geologica.

Vista la natura del terreno di fondazione in esame, esso non rientra inoltre tra quelli potenzialmente liquefacibili in presenza di sollecitazioni sismiche.

## **Caratterizzazione Fisico Meccanica Dei Terreni**

*Il terreno a livello del piano di fondazione risulta, quindi, costituito dai depositi limi sabbiosi-ghiaiosi, su cui verrà compattato ancora uno strato di circa un metro di stabilizzato.*

*A favore di sicurezza per le verifiche geotecniche sono stati utilizzati i seguenti parametri geotecnici nei termini di resistenze caratteristiche, definite come valori medi desunti dalle indagini eseguite in sito.*

- *Limi sabbiosi ghiaiosi:*
  - o *Angolo di attrito: 28°*
  - o *Peso di volume: 1700 kg/mc*
  - o *Coesione: 0*
  - o

## **Caratterizzazione sismica del suolo di fondazione**

Per quanto riguarda le caratteristiche stratigrafiche del sito in esame, si può affermare che il suolo di fondazione rientra nella CLASSE E (tab.3.2.II delle NTC 2018).

La categoria topografica rientra nella classificazione di tipo T1 (tab. 3.2. III delle NTC 2018).

## **Modelli Geotecnici Di Sottosuolo E Metodi Di Analisi**

Nel modello strutturale di calcolo l'interazione suolo – struttura è stata considerata schematizzando il terreno come un letto di molle elastiche indipendenti (alla Winkler).

La costante di sottofondo del terreno è stata posta pari a  $0.5 \text{ daN/cm}^3$ .

Le interazioni terreno – struttura sono state contemplate nel modello di calcolo strutturale mediante elementi finiti specifici costituiti da molle.

I risultati dell'analisi sono riportati nella relazione di calcolo e riassunti mediante immagini nelle pagine seguenti.

## **Verifiche Della Sicurezza E Delle Prestazioni**

Le verifiche della sicurezza in fondazione sono condotte nei riguardi dello stato limite ultime e di esercizio.

Le verifiche nei confronti dello stato limite ultimo previste dalla normativa sono:

**EQU:** perdita di equilibrio della struttura, del terreno o dell'insieme terreno – struttura considerati come corpi rigidi;

**STR:** raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali, compresi gli elementi di fondazione;

**GEO:** raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura con sviluppo di meccanismi di collasso dell'insieme terreno-struttura;

**ULP:** perdita di equilibrio della struttura o del terreno, dovuta alla sottospinta dell'acqua (galleggiamento);

**HYD:** erosione e sifonamento del terreno dovuta a gradienti idraulici.

### **Verifiche EQU**

*L'edificio è soggetto ad azioni di tipo verticale e di tipo orizzontale. Come si evince dal diagramma delle pressioni sul terreno di fondazione, queste ultime sono tutte di compressione. Pertanto essendo le pressioni di compressione sicuramente non si hanno fenomeni di perdita di equilibrio della struttura.*

### **Verifiche STR**

*Le verifiche di resistenza degli elementi strutturali di fondazione sono state eseguite contestualmente alla verifica degli elementi strutturali in elevazione. Le relative verifiche sono riportate nella relazione di calcolo.*

### **Verifiche GEO**

*Le verifiche di resistenza del terreno interagente con la struttura sono condotte confrontando i valori di resistenza con quelli di progetto, secondo l'Approccio \*\*\*, come riportato nelle pagine seguenti.*

### **Verifiche UPL e HYD**

*Poiché nel terreno di fondazione non vi è la presenza della falda non si hanno fenomeni di galleggiamento o di sifonamento.*

## **Verifiche Nei Confronti Degli Stati Limite Ultimi e di Esercizio**

Secondo la normativa tecnica D.M. 17/01/2018 – par. 6.4.2 le verifiche geotecniche per le fondazioni superficiali devono essere effettuate utilizzando due differenti tipi di approcci, in funzione del meccanismo di stato limite ultimo considerato.

Per quanto riguarda la stabilità globale in condizioni statiche la normativa prescrive di utilizzare l'approccio 1, combinazione 2, utilizzando pertanto i coefficienti  $(A_2+M_2+R_2)$ , facendo riferimento alle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I.

Secondo tali coefficienti le azioni vengono moltiplicate per i valori di  $\gamma_F = 1$  per i pesi propri, e  $\gamma_F = 1.3$  per permanenti e variabili; i parametri geotecnici sono ridotti con i coefficienti  $\gamma_M$

rispetto ai valori caratteristici; il coefficiente di sicurezza per le resistenze allo slu è pari a  $\gamma_R = 1.1$ .

In condizioni dinamiche la verifica di stabilità va condotta considerando pari a 1 i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici, mentre le resistenze di progetto devono essere valutate con un coefficiente parziale pari a  $\gamma_R = 1.2$

Per le verifiche allo scorrimento e di capacità portante la norma stabilisce di utilizzare sia in condizioni statiche, che dinamiche, l'approccio di tipo 2 che prescrive di utilizzare i seguenti coefficienti parziali (Tab.6.2.I, 6.2.II e 6.4.I):

$$(A1+M1+R3)$$

Secondo tali coefficienti le azioni vengono moltiplicate per i valori di  $\gamma_F = 1.3$  per i pesi propri, e  $\gamma_F = 1.5$  per permanenti e variabili; i parametri geotecnici rimangono invariati ( $\gamma_M = 1$ ) rispetto ai valori caratteristici ( $\phi_d = \phi_k / \gamma_M = \phi$ ); il coefficiente di sicurezza per le resistenze allo slu è pari a  $\gamma_R = 2.3$  per la capacità portante e pari a  $\gamma_R = 1.1$  per lo scorrimento.

Per quanto riguarda i cedimenti a cui sarà soggetto il terreno di fondazione composto da detrito roccioso a grani angolosi, in relazione all'applicazione dei carichi di esercizio, in relazione al suo stato di addensamento, è prevedibile che avranno decorso rapido e risulteranno quantitativamente trascurabili. Si riporta la verifica in seguito.

In ogni caso verrà eseguito in fase esecutiva la posa di uno strato uniforme di magrone su tutta l'area di fondazione al fine di contenere possibili cedimenti differenziali.

Le verifiche di stabilità verranno tralasciate in quanto l'area di intervento risulta nel complesso stabile e non interessata da dissesti in atto.

Le verifiche vengono condotte sia in condizione statiche, che sismiche, adottando i criteri noti nella letteratura geotecnica per la valutazione della capacità portante dei terreni e di scorrimento.

Per quanto riguarda la verifica a carico limite ultimo sul terreno sismico, si deve precisare che le combinazioni di carico coinvolte sono solo quelle sismiche e nelle formule intervengono i coefficienti di inclinazione del carico, che influiscono riducendo la capacità portante del terreno (par. C7.11.5.3.1 della Circolare applicativa).

I due coefficienti  $K_{hi}$  e  $K_{hk}$  verranno così determinati:

o  $K_{hk}$  (effetto cinematico) si ricava dalla Tabella 7.11.I delle NTC 2018 e coincide con  $k_h$  della tabella;



o Khi (effetto inerziale) si calcola come rapporto fra il taglio sismico alla base e le forze verticali Nd concomitanti. Per sua natura Khi può assumere valori differenti nelle due direzioni sismiche dominanti X e Y.

Pertanto, come stabilito dalle NTC 2018:

- o l'effetto inerziale (Khi) produce le variazioni dei termini a cui partecipano Nc, Nq perché si riflette nell'inclinazione del carico attraverso i coefficienti ic, iq;
- o l'effetto cinematico (Khk) invece produce la variazione del solo contributo associato a Ny e si riflette sul coefficiente iy, che però deve tener conto anche dell'effetto inerziale Khi.

Pertanto, per considerare entrambi gli effetti (Khi, Khk) all'interno dell'addendo della formula trinomia del criterio utilizzato, che include Ny, in base alla formulazione di G. Carfi, M. Maugeri, E. Motta, si calcolano due coefficienti correttivi:

$$eyk = (1 - Khk / \tan \varphi)^{0.45}$$

$$eyi = (1 - 0,7 * Khi)^5$$

Infine  $iy = eyk \cdot eyi$ .

Nei metodi di Hansen, Vesic ed Eurocodice 7 interviene anche la spinta orizzontale alla base H, ovvero il taglio sismico alla base.

Nel caso in esame, il criterio adottato per la verifica è quello di Brinch Hansen.

$$q_{ult} = \frac{cN_c s_c d_c i_c g_c b_c}{\gamma_{Mc}} + \frac{\gamma_{terreno} DN_q s_q d_q i_q g_q b_q}{\gamma_{My}} + \frac{0.5 \cdot \gamma_{terreno} BN_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma}{\gamma_{My}}$$

Questa è l'espressione generale, in cui sono state fatte le seguenti assunzioni:

- i fattori di forma ( $s_c$ ,  $s_q$  e  $s_\gamma$ ) valgono 1;
- i fattori di inclinazione del terreno ( $g_c$ ,  $g_q$  e  $g_\gamma$ ) valgono 1;
- i fattori di inclinazione del piano di fondazione ( $b_c$ ,  $b_q$  e  $b_\gamma$ ) valgono 1.

La verifica a scorrimento sul piano di posa, viene realizzata effettuando il rapporto fra la componente orizzontale delle forze agenti in fondazione e la resistenza per attrito della fondazione.

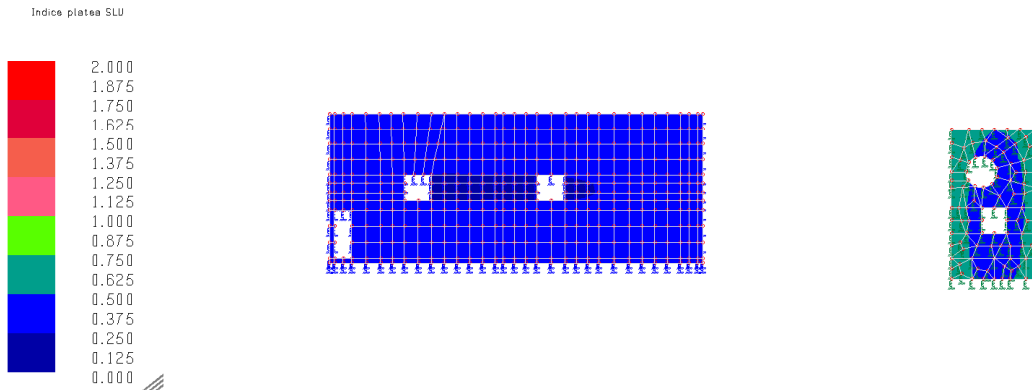
$$F_r = \frac{N \cdot \tan \delta_b}{\gamma_{M\phi}} + \frac{c_a \cdot A_f}{\gamma_{Mc}}$$

Dove:

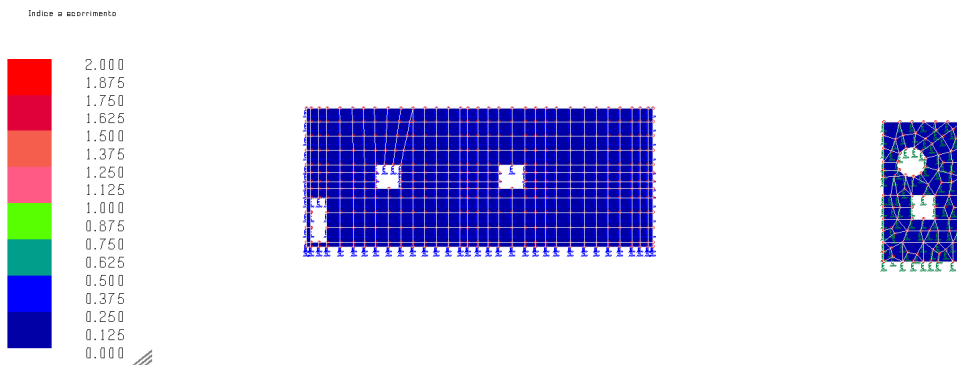
- N: è il carico totale verticale;
- $\delta_b$ : angolo d'attrito fondazione-terreno (valore consigliato:  $0.66 \cdot$ angolo d'attrito);
- $c_a$ : adesione fondazione terreno (valore consigliato:  $0.66 \cdot$ coesione);
- $A_f$ : area totale della fondazione.

La forza  $F_r$  così determinata viene ridotta dal coefficiente parziale  $\gamma_R$  così come definito in precedenza.

Si riporta di seguito il tabulato delle verifiche.



### INDICE DI CAPACITA' PORTANTE



### INDICE DI SCORRIMENTO

**Caratteristiche geotecniche del terreno:**  
 Peso specifico terreno: 1700 kg/m<sup>3</sup>       $C_u$ , coesione: 0.000 kg/cm<sup>2</sup>  
 Angolo di attrito: 28.00 gradi      Profondità di posa: 100.0 cm  
 Angolo di attrito terreno-fondazione 18.00 gradi      Adesione terreno-fondazione: 0.010 kg/cm<sup>2</sup>

**Metodo di calcolo della capacità portante:**  
 Criterio di: Hansen

**Coefficienti sismici globali:**  
 Coefficiente sismico [k<sub>h</sub>X]: 0.234  
 Coefficiente sismico [k<sub>h</sub>Y]: 0.234  
 Coefficiente sismico [k<sub>h</sub>Z]: 0.027

Tipo fondazione: platea  
 Area: 640730 cm<sup>2</sup>  
 Lato medio: 800 cm  
 Fattore di riduzione (Bowles)  $r_f$ : 0.849,      Base ridotta B': 680 cm

Combinazione: 1      Descrizione: Statica      azione sismica ASSENTE

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  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  $\gamma_R$  di sicurezza per le verifiche SLU**

Capacita' portante: 2.30  
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq: 14.70 Fattore Nc: 25.79 Fattore Ny: 10.90  
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00  
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00  
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00  
Fattore di profondita' [dq]: 1.04 Fattore di profondita' [dc]: 1.00 Fattore di profondita' [dy]: 1.00  
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

**Verifica della capacita' portante**

QUlt: 89085.203 kg/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 8145.500 kg/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.21

Combinazione: 2 Descrizione: Sisma 100%+X 30%+Y azione sismica PRESENTE

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  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  $\gamma_R$  di sicurezza per le verifiche SLU**

Capacita' portante: 2.30  
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq: 14.70 Fattore Nc: 25.79 Fattore Ny: 10.90  
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.59 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.56 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 0.40  
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.59 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.56 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 0.40  
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00  
Fattore di profondita' [dq]: 1.04 Fattore di profondita' [dc]: 1.00 Fattore di profondita' [dy]: 1.00  
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.41 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.41

**Verifica della capacita' portante**

QUlt (sisma in dir.X): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
QUlt (sisma in dir.Y): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 11253.500 kg/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.64

**Verifica a scorrimento**

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
Carico verticale agente sulla fondazione: 272571.53 kg  
Carico verticale totale (con peso proprio): 322112.47 kg  
Forza resistente per attrito: 111067.98 kg  
Indice di resistenza: 0.07

Combinazione: 3 Descrizione: Sisma 100%+X 30%-Y azione sismica PRESENTE

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  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  $\gamma_R$  di sicurezza per le verifiche SLU**

Capacita' portante: 2.30  
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq: 14.70 Fattore Nc: 25.79 Fattore Ny: 10.90  
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.59 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.56 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 0.40  
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.59 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.56 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 0.40  
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00  
Fattore di profondita' [dq]: 1.04 Fattore di profondita' [dc]: 1.00 Fattore di profondita' [dy]: 1.00  
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.41 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.41

**Verifica della capacita' portante**

QUlt (sisma in dir.X): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
QUlt (sisma in dir.Y): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 10983.500 kg/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.62

**Verifica a scorrimento**

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
Carico verticale agente sulla fondazione: 272571.53 kg  
Carico verticale totale (con peso proprio): 322112.47 kg  
Forza resistente per attrito: 111067.98 kg  
Indice di resistenza: 0.07

Combinazione: 4 Descrizione: Sisma 100%-X 30%+Y azione sismica PRESENTE

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  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  $\gamma_R$  di sicurezza per le verifiche SLU**

Capacita' portante: 2.30  
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq: 14.70 Fattore Nc: 25.79 Fattore Ny: 10.90  
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.59 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.56 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 0.40  
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.59 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.56 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 0.40  
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00  
Fattore di profondita' [dq]: 1.04 Fattore di profondita' [dc]: 1.00 Fattore di profondita' [dy]: 1.00  
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.41 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.41

**Verifica della capacita' portante**

QUlt (sisma in dir.X): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
QUlt (sisma in dir.Y): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 12387.000 kg/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.70

**Verifica a scorrimento**

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
Carico verticale agente sulla fondazione: 272571.53 kg  
Carico verticale totale (con peso proprio): 322112.47 kg  
Forza resistente per attrito: 111067.98 kg  
Indice di resistenza: 0.07

Combinazione: 5 Descrizione: Sisma 100%-X 30%-Y azione sismica PRESENTE

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  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  $\gamma_R$  di sicurezza per le verifiche SLU**

Capacita' portante: 2.30  
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq: 14.70 Fattore Nc: 25.79 Fattore Ny: 10.90  
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.59 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.56 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 0.40  
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.59 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.56 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 0.40  
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00  
Fattore di profondita' [dq]: 1.04 Fattore di profondita' [dc]: 1.00 Fattore di profondita' [dy]: 1.00  
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.41 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.41

**Verifica della capacita' portante**

QULT (sisma in dir.X): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
QULT (sisma in dir.Y): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 11479.500 kg/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.65

**Verifica a scorrimento**

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
Carico verticale agente sulla fondazione: 272571.53 kg  
Carico verticale totale (con peso proprio): 322112.47 kg  
Forza resistente per attrito: 111067.98 kg  
Indice di resistenza: 0.07

Combinazione: 6 Descrizione: Sisma 30%+X 100%+Y azione sismica PRESENTE

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  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  $\gamma_R$  di sicurezza per le verifiche SLU**

Capacita' portante: 2.30  
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq: 14.70 Fattore Nc: 25.79 Fattore Ny: 10.90  
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.59 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.56 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 0.40  
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.59 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.56 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 0.40  
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00  
Fattore di profondita' [dq]: 1.04 Fattore di profondita' [dc]: 1.00 Fattore di profondita' [dy]: 1.00  
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.41 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.41

**Verifica della capacita' portante**

QULT (sisma in dir.X): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
QULT (sisma in dir.Y): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 9905.000 kg/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.56

**Verifica a scorrimento**

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
Carico verticale agente sulla fondazione: 272571.53 kg  
Carico verticale totale (con peso proprio): 322112.47 kg  
Forza resistente per attrito: 111067.98 kg  
Indice di resistenza: 0.07

Combinazione: 7 Descrizione: Sisma 30%+X 100%-Y azione sismica PRESENTE

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  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  $\gamma_R$  di sicurezza per le verifiche SLU**

Capacita' portante: 2.30  
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq: 14.70 Fattore Nc: 25.79 Fattore Ny: 10.90  
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.59 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.56 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 0.40  
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.59 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.56 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 0.40  
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00  
Fattore di profondita' [dq]: 1.04 Fattore di profondita' [dc]: 1.00 Fattore di profondita' [dy]: 1.00  
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.41 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.41

**Verifica della capacita' portante**

QULT (sisma in dir.X): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
QULT (sisma in dir.Y): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 9488.500 kg/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.54

**Verifica a scorrimento**

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
Carico verticale agente sulla fondazione: 272571.53 kg  
Carico verticale totale (con peso proprio): 322112.47 kg  
Forza resistente per attrito: 111067.98 kg  
Indice di resistenza: 0.07

Combinazione: 8 Descrizione: Sisma 30%-X 100%+Y azione sismica PRESENTE

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  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  $\gamma_R$  di sicurezza per le verifiche SLU**

Capacita' portante: 2.30  
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq: 14.70 Fattore Nc: 25.79 Fattore Ny: 10.90  
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.59 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.56 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 0.40  
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.59 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.56 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 0.40  
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00  
Fattore di profondita' [dq]: 1.04 Fattore di profondita' [dc]: 1.00 Fattore di profondita' [dy]: 1.00  
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.41 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.41

**Verifica della capacita' portante**

Qult (sisma in dir.X): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
Qult (sisma in dir.Y): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 10817.000 kg/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.61

**Verifica a scorrimento**

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
Carico verticale agente sulla fondazione: 272571.53 kg  
Carico verticale totale (con peso proprio): 322112.47 kg  
Forza resistente per attrito: 111067.98 kg  
Indice di resistenza: 0.07

Combinazione: 9 Descrizione: Sisma 30%-X 100%-Y azione sismica PRESENTE

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  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  $\gamma_R$  di sicurezza per le verifiche SLU**

Capacita' portante: 2.30  
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq: 14.70 Fattore Nc: 25.79 Fattore Ny: 10.90  
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.59 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.56 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 0.40  
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.59 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.56 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 0.40  
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00  
Fattore di profondita' [dq]: 1.04 Fattore di profondita' [dc]: 1.00 Fattore di profondita' [dy]: 1.00  
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.41 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.41

**Verifica della capacita' portante**

Qult (sisma in dir.X): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
Qult (sisma in dir.Y): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 9919.500 kg/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.56

**Verifica a scorrimento**

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
Carico verticale agente sulla fondazione: 272571.53 kg  
Carico verticale totale (con peso proprio): 322112.47 kg  
Forza resistente per attrito: 111067.98 kg  
Indice di resistenza: 0.07

Combinazione: 10 Descrizione: Sisma 100%+X 30%+Y azione sismica PRESENTE

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  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  $\gamma_R$  di sicurezza per le verifiche SLU**

Capacita' portante: 2.30  
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq: 14.70 Fattore Nc: 25.79 Fattore Ny: 10.90  
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.59 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.56 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 0.40  
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.59 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.56 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 0.40  
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00  
Fattore di profondita' [dq]: 1.04 Fattore di profondita' [dc]: 1.00 Fattore di profondita' [dy]: 1.00  
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.41 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.41

**Verifica della capacita' portante**

Qult (sisma in dir.X): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
Qult (sisma in dir.Y): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 11253.500 kg/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.64

**Verifica a scorrimento**

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
Carico verticale agente sulla fondazione: 272571.53 kg  
Carico verticale totale (con peso proprio): 322112.47 kg  
Forza resistente per attrito: 111067.98 kg  
Indice di resistenza: 0.07

Combinazione: 11 Descrizione: Sisma 100%+X 30%-Y azione sismica PRESENTE

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  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  $\gamma_R$  di sicurezza per le verifiche SLU**

Capacita' portante: 2.30  
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq:	14.70	Fattore Nc:	25.79	Fattore Ny:	10.90
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.59	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.56	Fatt. inclinazione del carico [iyX]:	0.40
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.59	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.56	Fatt. inclinazione del carico [iyY]:	0.40
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di forma [sy]:	1.00
Fattore di profondita' [dq]:	1.04	Fattore di profondita' [dc]:	1.00	Fattore di profondita' [dy]:	1.00
Coefficiente correttivo [ek]:	0.98	Coefficiente correttivo [eyX]:	0.41	Coefficiente correttivo [eyY]:	0.41

**Verifica della capacità portante**

Qult (sisma in dir.X): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
 Qult (sisma in dir.Y): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
 Max pressione suolo: 10983.500 kg/m<sup>2</sup>  
 Indice di resistenza: 0.62

**Verifica a scorrimento**

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
 Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
 Carico verticale agente sulla fondazione: 272571.53 kg  
 Carico verticale totale (con peso proprio): 322112.47 kg  
 Forza resistente per attrito: 111067.98 kg  
 Indice di resistenza: 0.07

Combinazione: 12 Descrizione: Sisma 100%-X 30%-Y azione sismica PRESENTE

**Coefficienti parziali γM 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 γR di sicurezza per le verifiche SLU**

Capacita' portante: 2.30  
 Scorrimento: 1.10

Fattore Nq:	14.70	Fattore Nc:	25.79	Fattore Ny:	10.90
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.59	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.56	Fatt. inclinazione del carico [iyX]:	0.40
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.59	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.56	Fatt. inclinazione del carico [iyY]:	0.40
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di forma [sy]:	1.00
Fattore di profondita' [dq]:	1.04	Fattore di profondita' [dc]:	1.00	Fattore di profondita' [dy]:	1.00
Coefficiente correttivo [ek]:	0.98	Coefficiente correttivo [eyX]:	0.41	Coefficiente correttivo [eyY]:	0.41

**Verifica della capacità portante**

Qult (sisma in dir.X): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
 Qult (sisma in dir.Y): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
 Max pressione suolo: 12387.000 kg/m<sup>2</sup>  
 Indice di resistenza: 0.70

**Verifica a scorrimento**

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
 Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
 Carico verticale agente sulla fondazione: 272571.53 kg  
 Carico verticale totale (con peso proprio): 322112.47 kg  
 Forza resistente per attrito: 111067.98 kg  
 Indice di resistenza: 0.07

Combinazione: 13 Descrizione: Sisma 100%-X 30%-Y azione sismica PRESENTE

**Coefficienti parziali γM 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 γR di sicurezza per le verifiche SLU**

Capacita' portante: 2.30  
 Scorrimento: 1.10

Fattore Nq:	14.70	Fattore Nc:	25.79	Fattore Ny:	10.90
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.59	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.56	Fatt. inclinazione del carico [iyX]:	0.40
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.59	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.56	Fatt. inclinazione del carico [iyY]:	0.40
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di forma [sy]:	1.00
Fattore di profondita' [dq]:	1.04	Fattore di profondita' [dc]:	1.00	Fattore di profondita' [dy]:	1.00
Coefficiente correttivo [ek]:	0.98	Coefficiente correttivo [eyX]:	0.41	Coefficiente correttivo [eyY]:	0.41

**Verifica della capacità portante**

Qult (sisma in dir.X): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
 Qult (sisma in dir.Y): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
 Max pressione suolo: 11479.500 kg/m<sup>2</sup>  
 Indice di resistenza: 0.65

**Verifica a scorrimento**

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
 Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
 Carico verticale agente sulla fondazione: 272571.53 kg  
 Carico verticale totale (con peso proprio): 322112.47 kg  
 Forza resistente per attrito: 111067.98 kg  
 Indice di resistenza: 0.07

Combinazione: 14 Descrizione: Sisma 30%-X 100%-Y azione sismica PRESENTE

**Coefficienti parziali γM 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 γR di sicurezza per le verifiche SLU**

Capacita' portante: 2.30  
 Scorrimento: 1.10

Fattore Nq:	14.70	Fattore Nc:	25.79	Fattore Ny:	10.90
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.59	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.56	Fatt. inclinazione del carico [iyX]:	0.40
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.59	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.56	Fatt. inclinazione del carico [iyY]:	0.40
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di forma [sy]:	1.00
Fattore di profondita' [dq]:	1.04	Fattore di profondita' [dc]:	1.00	Fattore di profondita' [dy]:	1.00
Coefficiente correttivo [ek]:	0.98	Coefficiente correttivo [eyX]:	0.41	Coefficiente correttivo [eyY]:	0.41

**Verifica della capacità portante**

Qult (sisma in dir.X): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
 Qult (sisma in dir.Y): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
 Max pressione suolo: 9905.000 kg/m<sup>2</sup>

Indice di resistenza: 0.56

**Verifica a scorrimento**

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
Carico verticale agente sulla fondazione: 272571.53 kg  
Carico verticale totale (con peso proprio): 322112.47 kg  
Forza resistente per attrito: 111067.98 kg  
Indice di resistenza: 0.07

Combinazione: 15 Descrizione: Sisma 30%+X 100%-Y azione sismica PRESENTE

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  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  $\gamma_R$  di sicurezza per le verifiche SLU**

Capacita' portante: 2.30  
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq: 14.70 Fattore Nc: 25.79 Fattore Ny: 10.90  
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.59 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.56 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 0.40  
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.59 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.56 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 0.40  
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00  
Fattore di profondita' [dq]: 1.04 Fattore di profondita' [dc]: 1.00 Fattore di profondita' [dy]: 1.00  
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.41 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.41

**Verifica della capacita' portante**

QULT (sisma in dir.X): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
QULT (sisma in dir.Y): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 9488.500 kg/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.54

**Verifica a scorrimento**

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
Carico verticale agente sulla fondazione: 272571.53 kg  
Carico verticale totale (con peso proprio): 322112.47 kg  
Forza resistente per attrito: 111067.98 kg  
Indice di resistenza: 0.07

Combinazione: 16 Descrizione: Sisma 30%-X 100%+Y azione sismica PRESENTE

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  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  $\gamma_R$  di sicurezza per le verifiche SLU**

Capacita' portante: 2.30  
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq: 14.70 Fattore Nc: 25.79 Fattore Ny: 10.90  
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.59 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.56 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 0.40  
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.59 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.56 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 0.40  
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00  
Fattore di profondita' [dq]: 1.04 Fattore di profondita' [dc]: 1.00 Fattore di profondita' [dy]: 1.00  
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.41 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.41

**Verifica della capacita' portante**

QULT (sisma in dir.X): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
QULT (sisma in dir.Y): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 10817.000 kg/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.61

**Verifica a scorrimento**

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
Carico verticale agente sulla fondazione: 272571.53 kg  
Carico verticale totale (con peso proprio): 322112.47 kg  
Forza resistente per attrito: 111067.98 kg  
Indice di resistenza: 0.07

Combinazione: 17 Descrizione: Sisma 30%-X 100%-Y azione sismica PRESENTE

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  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  $\gamma_R$  di sicurezza per le verifiche SLU**

Capacita' portante: 2.30  
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq: 14.70 Fattore Nc: 25.79 Fattore Ny: 10.90  
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.59 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.56 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 0.40  
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.59 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.56 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 0.40  
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00  
Fattore di profondita' [dq]: 1.04 Fattore di profondita' [dc]: 1.00 Fattore di profondita' [dy]: 1.00  
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.41 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.41

**Verifica della capacita' portante**

QULT (sisma in dir.X): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
QULT (sisma in dir.Y): 40603.367 kg/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 9919.500 kg/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.56

**Verifica a scorrimento**

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 7422.67 kg  
Carico verticale agente sulla fondazione: 272571.53 kg  
Carico verticale totale (con peso proprio): 322112.47 kg  
Forza resistente per attrito: 111067.98 kg  
Indice di resistenza: 0.07

Combinazione: 18 Descrizione: Rara azione sismica ASSENTE

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  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:	14.70	Fattore Nc:	25.79	Fattore Ny:	10.90
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [iyX]:	1.00
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [iyY]:	1.00
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di forma [sy]:	1.00
Fattore di profondita' [dq]:	1.04	Fattore di profondita' [dc]:	1.00	Fattore di profondita' [dy]:	1.00
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.00	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.00	Coefficiente correttivo [eyiY]:	0.00

**Verifica della capacita' portante**

QULT: 89085.203 kg/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 6195.500 kg/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.21

Combinazione: 19 Descrizione: Frequente azione sismica ASSENTE

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  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:	14.70	Fattore Nc:	25.79	Fattore Ny:	10.90
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [iyX]:	1.00
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [iyY]:	1.00
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di forma [sy]:	1.00
Fattore di profondita' [dq]:	1.04	Fattore di profondita' [dc]:	1.00	Fattore di profondita' [dy]:	1.00
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.00	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.00	Coefficiente correttivo [eyiY]:	0.00

**Verifica della capacita' portante**

QULT: 89085.203 kg/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 5865.000 kg/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.20

Combinazione: 20 Descrizione: Quasi permanente azione sismica ASSENTE

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  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:	14.70	Fattore Nc:	25.79	Fattore Ny:	10.90
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [iyX]:	1.00
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [iyY]:	1.00
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di forma [sy]:	1.00
Fattore di profondita' [dq]:	1.04	Fattore di profondita' [dc]:	1.00	Fattore di profondita' [dy]:	1.00
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.00	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.00	Coefficiente correttivo [eyiY]:	0.00

**Verifica della capacita' portante**

QULT: 89085.203 kg/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 5815.000 kg/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.20

Combinazione: 37 Descrizione: S2 azione sismica ASSENTE

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  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  $\gamma_R$  di sicurezza per le verifiche SLU**

Capacita' portante: 2.30  
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq:	14.70	Fattore Nc:	25.79	Fattore Ny:	10.90
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [iyX]:	1.00
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [iyY]:	1.00
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di forma [sy]:	1.00
Fattore di profondita' [dq]:	1.04	Fattore di profondita' [dc]:	1.00	Fattore di profondita' [dy]:	1.00
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.00	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.00	Coefficiente correttivo [eyiY]:	0.00

**Verifica della capacita' portante**

QULT: 89085.203 kg/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 8033.000 kg/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.21

Combinazione: 38 Descrizione: S3 azione sismica ASSENTE

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  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  $\gamma_R$  di sicurezza per le verifiche SLU**

Capacita' portante: 2.30  
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq:	14.70	Fattore Nc:	25.79	Fattore Ny:	10.90
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [iyX]:	1.00
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [iyY]:	1.00
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di forma [sy]:	1.00



Fattore di profondita' [dq]: 1.04 Fattore di profondita' [dc]: 1.00 Fattore di profondita' [dy]: 1.00  
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

**Verifica della capacita' portante**

QUlt: 89085.203 kg/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 7991.000 kg/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.21

Combinazione: 39 Descrizione: R2 azione sismica **ASSENTE**

**Coefficienti parziali γM 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: 14.70 Fattore Nc: 25.79 Fattore Ny: 10.90  
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00  
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00  
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00  
Fattore di profondita' [dq]: 1.04 Fattore di profondita' [dc]: 1.00 Fattore di profondita' [dy]: 1.00  
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

**Verifica della capacita' portante**

QUlt: 89085.203 kg/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 6121.000 kg/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.21

Combinazione: 40 Descrizione: R3 azione sismica **ASSENTE**

**Coefficienti parziali γM 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: 14.70 Fattore Nc: 25.79 Fattore Ny: 10.90  
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00  
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00  
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00  
Fattore di profondita' [dq]: 1.04 Fattore di profondita' [dc]: 1.00 Fattore di profondita' [dy]: 1.00  
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

**Verifica della capacita' portante**

QUlt: 89085.203 kg/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 6093.000 kg/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.21

Combinazione: 41 Descrizione: F2 azione sismica **ASSENTE**

**Coefficienti parziali γM 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: 14.70 Fattore Nc: 25.79 Fattore Ny: 10.90  
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00  
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00  
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00  
Fattore di profondita' [dq]: 1.04 Fattore di profondita' [dc]: 1.00 Fattore di profondita' [dy]: 1.00  
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

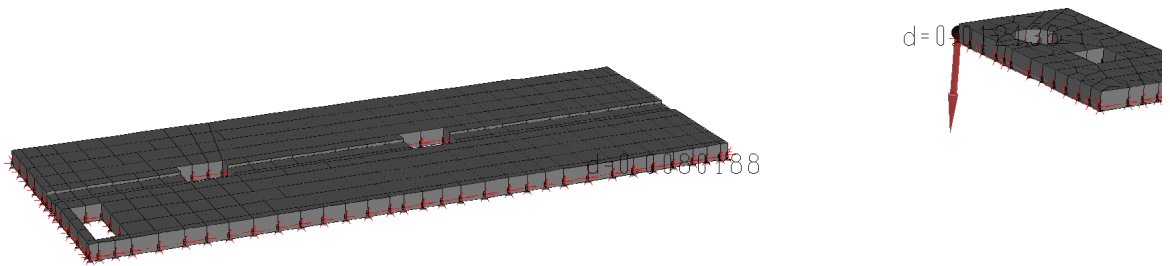
**Verifica della capacita' portante**

QUlt: 89085.203 kg/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 5856.500 kg/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.20

Il calcolo dei cedimenti è stato eseguito in combinazione di esercizio rara

Dai calcoli riportati nelle immagini seguenti si evince che i cedimenti massimi che si hanno in corrispondenza del punto con pressione massima sul terreno sono stati stimati pari a circa 0.8 cm in combinazione rara.

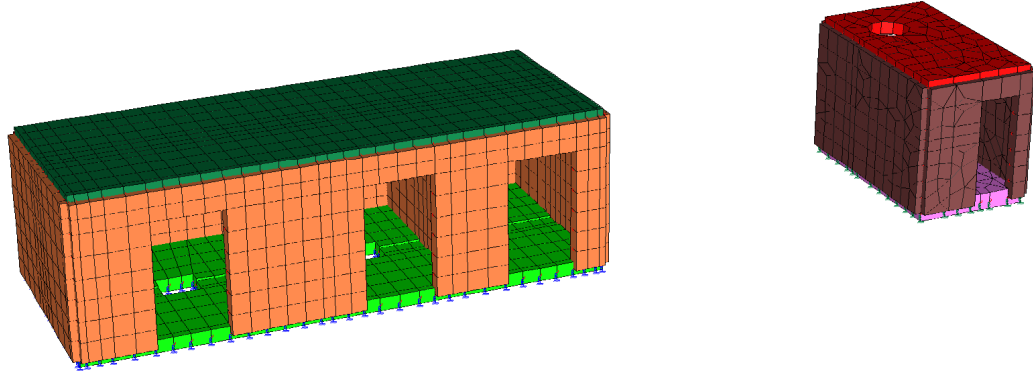
L'entità di questi cedimenti è compatibile con la funzionalità dell'opera.



**Come si può osservare dai tabulati riportati, le verifiche di capacità portante, di scorrimento e dei cedimenti risultano essere soddisfatte, poiché i coefficienti di sicurezza risultano essere di molto superiori ai valori di R3 richiesti dalle NTC 2018.**

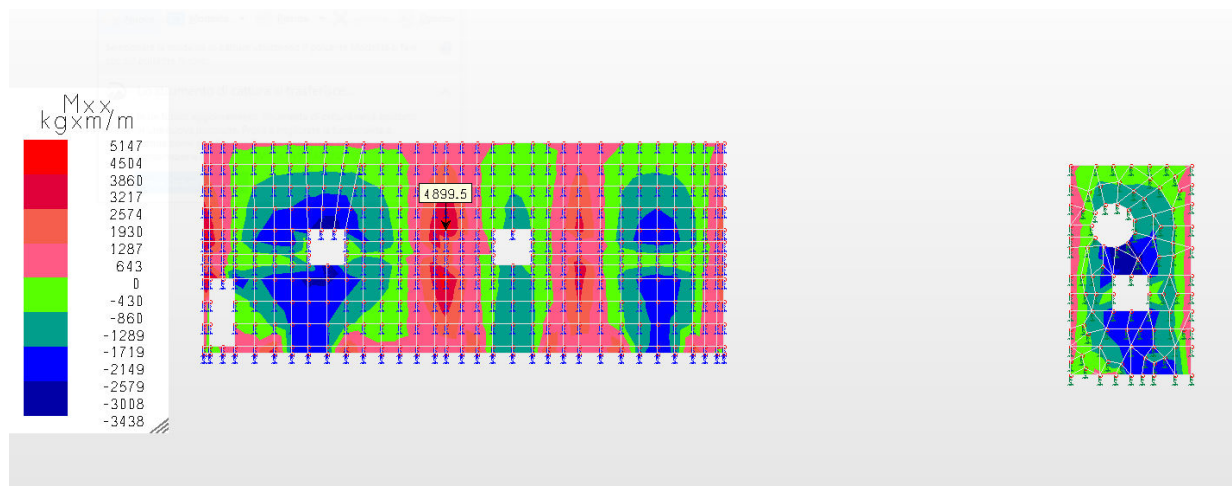
## PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

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

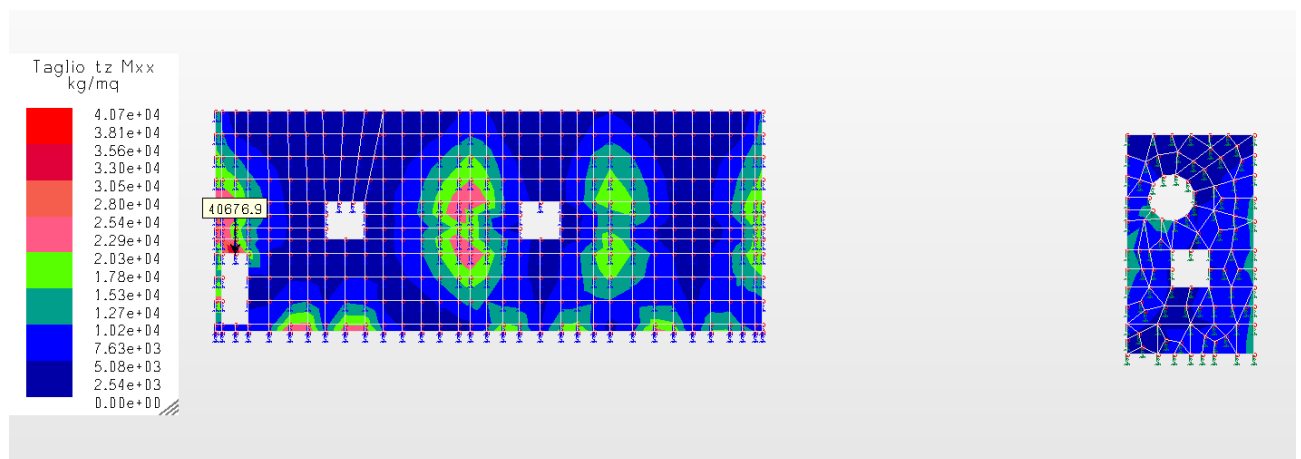


MODELLO ADOTTATO

### Sollecitazioni Agli S.L.U. PLATEE



$M_{xx} \text{ max} = 5147 \text{ kg m/m travetti}$



$T_z (M_{xx}) \text{ max: } 40676 \text{ kg/mq.}$

# Verifica Agli Slu PLATEE

Lavoro: **CAMERA MANOVRA SAN MATTEO** Intestazione lavoro: **CAMERA MANOVRA E POZZO**  
 Elem.: **PLATEA di fond.** Gruppo: **1** Tabella: **PLATEA**  
 Descrizione: **PLATEA MANOVRA**  
 Rck: **370.00** kg/cmq FyK: **4580.0** kg/cmq Copriferro sup.: **4.0** cm Copriferro inf.: **4.0** cm  
 Per le combinazioni sismiche la capacità è valutata in campo elastico o sostanzialmente elastico (§7.2.5,7.4.1 NTC2018)  
 Coeff. di partecipazione Mxy: **0.50** Coeff. di partecipazione Sxy: **0.50**  
 dxx base sup.: **12** mm dx base inf.: **12** mm pxx: **20** cm dx agg.: **12** mm pxx agg.: **20** cm  
 dyy base sup.: **12** mm dy base inf.: **12** mm pyy: **20** cm dy agg.: **12** mm pyy agg.: **20** cm  
 Orientamento armature: **rif. globale** Angolo di posa delle armature: **0.00** gradi  
 Diametro staffe: **8** mm Numero braccia: **2**

Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva

El. comb.	Nxx	Mxx	Nyy	Myy	Vz(Mxx)	Vz(Myy)	Axx inf.	Axx sup.	Ayy inf.	Ayy sup.	Indice di resistenza		
	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/m	kg/m	cmq /20 cm	cmq /20 cm	cmq /20 cm	cmq /20 cm	N, M	txy	Vz/Vrld
308 1	0	698	0	53	8696	11	1.13	1.13	1.13	1.13	0.57	0.00	0.66
308 2	0	463	0	34	5507	12	1.13	1.13	1.13	1.13	0.43	0.00	0.42
308 3	0	449	0	35	5248	2	1.13	1.13	1.13	1.13	0.42	0.00	0.40
308 4	0	546	0	50	7060	9	1.13	1.13	1.13	1.13	0.50	0.00	0.54
308 5	0	525	0	44	6801	22	1.13	1.13	1.13	1.13	0.49	0.00	0.52
308 6	0	513	0	45	6353	21	1.13	1.13	1.13	1.13	0.47	0.00	0.49
308 7	0	459	0	37	5488	25	1.13	1.13	1.13	1.13	0.42	0.00	0.42
308 8	0	539	0	51	6818	14	1.13	1.13	1.13	1.13	0.50	0.00	0.52
308 9	0	480	0	39	5954	31	1.13	1.13	1.13	1.13	0.44	0.00	0.45
308 10	0	463	0	34	5507	12	1.13	1.13	1.13	1.13	0.43	0.00	0.42
308 11	0	449	0	35	5248	2	1.13	1.13	1.13	1.13	0.42	0.00	0.40
308 12	0	546	0	50	7060	9	1.13	1.13	1.13	1.13	0.50	0.00	0.54
308 13	0	525	0	44	6801	22	1.13	1.13	1.13	1.13	0.49	0.00	0.52
308 14	0	513	0	45	6353	21	1.13	1.13	1.13	1.13	0.47	0.00	0.49
308 15	0	459	0	37	5488	25	1.13	1.13	1.13	1.13	0.42	0.00	0.42
308 16	0	539	0	51	6818	14	1.13	1.13	1.13	1.13	0.50	0.00	0.52
308 17	0	480	0	39	5954	31	1.13	1.13	1.13	1.13	0.44	0.00	0.45
308 37	0	698	0	53	8696	10	1.13	1.13	1.13	1.13	0.57	0.00	0.66
308 38	0	669	0	51	8348	10	1.13	1.13	1.13	1.13	0.55	0.00	0.64
Spess.= 30.0 cm Axxinf= -- Axxsup= -- Ayyinf= -- Ayyup= -- (e arm. base nelle due direz.)													
316 1	0	617	0	60	7136	1355	1.13	1.13	1.13	1.13	0.51	0.00	0.55
316 2	0	410	0	26	4767	795	1.13	1.13	1.13	1.13	0.38	0.00	0.36
316 3	0	371	0	30	4127	968	1.13	1.13	1.13	1.13	0.34	0.00	0.32
316 4	0	499	0	54	5971	949	1.13	1.13	1.13	1.13	0.46	0.00	0.46
316 5	0	460	0	57	5331	1122	1.13	1.13	1.13	1.13	0.43	0.00	0.41
316 6	0	486	0	32	5934	647	1.13	1.13	1.13	1.13	0.45	0.00	0.45
316 7	0	357	0	43	3802	1224	1.13	1.13	1.13	1.13	0.33	0.00	0.29
316 8	0	513	0	40	6296	693	1.13	1.13	1.13	1.13	0.47	0.00	0.48
316 9	0	384	0	52	4164	1270	1.13	1.13	1.13	1.13	0.35	0.00	0.32
316 10	0	410	0	26	4767	795	1.13	1.13	1.13	1.13	0.38	0.00	0.36
316 11	0	371	0	30	4127	968	1.13	1.13	1.13	1.13	0.34	0.00	0.32
316 12	0	499	0	54	5971	949	1.13	1.13	1.13	1.13	0.46	0.00	0.46
316 13	0	460	0	57	5331	1122	1.13	1.13	1.13	1.13	0.43	0.00	0.41
316 14	0	486	0	32	5934	647	1.13	1.13	1.13	1.13	0.45	0.00	0.45
316 15	0	357	0	43	3802	1224	1.13	1.13	1.13	1.13	0.33	0.00	0.28
316 16	0	513	0	40	6296	693	1.13	1.13	1.13	1.13	0.47	0.00	0.48
316 17	0	384	0	52	4164	1270	1.13	1.13	1.13	1.13	0.35	0.00	0.32
316 37	0	617	0	60	7136	1354	1.13	1.13	1.13	1.13	0.51	0.00	0.55
316 38	0	591	0	57	6847	1301	1.13	1.13	1.13	1.13	0.49	0.00	0.52
Spess.= 30.0 cm Axxinf= -- Axxsup= -- Ayyinf= -- Ayyup= -- (e arm. base nelle due direz.)													
330 1	0	966	0	103	8058	708	1.13	1.13	1.13	1.13	0.79	0.00	0.62
330 2	0	567	0	58	5616	313	1.13	1.13	1.13	1.13	0.52	0.00	0.43
330 3	0	559	0	61	5360	417	1.13	1.13	1.13	1.13	0.52	0.00	0.41
330 4	0	806	0	84	6040	591	1.13	1.13	1.13	1.13	0.74	0.00	0.46
330 5	0	798	0	87	5782	695	1.13	1.13	1.13	1.13	0.74	0.00	0.44
330 6	0	659	0	64	6064	289	1.13	1.13	1.13	1.13	0.61	0.00	0.46
330 7	0	634	0	74	5209	635	1.13	1.13	1.13	1.13	0.59	0.00	0.40
330 8	0	731	0	71	6191	373	1.13	1.13	1.13	1.13	0.68	0.00	0.47
330 9	0	706	0	81	5334	719	1.13	1.13	1.13	1.13	0.65	0.00	0.41
330 10	0	567	0	58	5616	313	1.13	1.13	1.13	1.13	0.52	0.00	0.43
330 11	0	559	0	61	5360	417	1.13	1.13	1.13	1.13	0.52	0.00	0.41
330 12	0	806	0	84	6040	591	1.13	1.13	1.13	1.13	0.74	0.00	0.46
330 13	0	798	0	87	5782	695	1.13	1.13	1.13	1.13	0.74	0.00	0.44
330 14	0	659	0	64	6064	289	1.13	1.13	1.13	1.13	0.61	0.00	0.46
330 15	0	634	0	74	5209	635	1.13	1.13	1.13	1.13	0.59	0.00	0.40
330 16	0	731	0	71	6191	373	1.13	1.13	1.13	1.13	0.68	0.00	0.47
330 17	0	706	0	81	5334	719	1.13	1.13	1.13	1.13	0.65	0.00	0.41
330 37	0	966	0	103	8058	709	1.13	1.13	1.13	1.13	0.79	0.00	0.62
330 38	0	927	0	98	7736	680	1.13	1.13	1.13	1.13	0.76	0.00	0.59
Spess.= 30.0 cm Axxinf= -- Axxsup= -- Ayyinf= -- Ayyup= -- (e arm. base nelle due direz.)													
331 1	0	823	0	106	6510	1872	1.13	1.13	1.13	1.13	0.68	0.00	0.50
331 2	0	498	0	53	4831	973	1.13	1.13	1.13	1.13	0.46	0.00	0.37
331 3	0	460	0	63	4153	1227	1.13	1.13	1.13	1.13	0.43	0.00	0.32
331 4	0	703	0	87	5055	1422	1.13	1.13	1.13	1.13	0.65	0.00	0.39
331 5	0	665	0	97	4376	1677	1.13	1.13	1.13	1.13	0.61	0.00	0.33
331 6	0	614	0	53	5701	833	1.13	1.13	1.13	1.13	0.57	0.00	0.44
331 7	0	488	0	86	3439	1681	1.13	1.13	1.13	1.13	0.45	0.00	0.26
331 8	0	675	0	63	5769	968	1.13	1.13	1.13	1.13	0.62	0.00	0.44
331 9	0	549	0	97	3506	1816	1.13	1.13	1.13	1.13	0.51	0.00	0.27
331 10	0	498	0	53	4831	973	1.13	1.13	1.13	1.13	0.46	0.00	0.37
331 11	0	460	0	63	4153	1227	1.13	1.13	1.13	1.13	0.43	0.00	0.32
331 12	0	703	0	87	5055	1422	1.13	1.13	1.13	1.13	0.65	0.00	0.39
331 13	0	665	0	97	4376	1677	1.13	1.13	1.13	1.13	0.61	0.00	0.33
331 14	0	614	0	53	5701	833	1.13	1.13	1.13	1.13	0.57	0.00	0.44
331 15	0	488	0	86	3439	1681	1.13	1.13	1.13	1.13	0.45	0.00	0.26
331 16	0	675	0	63	5769	968	1.13	1.13	1.13	1.13	0.62	0.00	0.44
331 17	0	549	0	97	3506	1816	1.13	1.13	1.13	1.13	0.51	0.00	0.27
331 37	0	824	0	106	6511	1871	1.13	1.13	1.13	1.13	0.68	0.00	0.50
331 38	0	789	0	102	6246	1797	1.13	1.13	1.13	1.13	0.65	0.00	0.48
Spess.= 30.0 cm Axxinf= -- Axxsup= -- Ayyinf= -- Ayyup= -- (e arm. base nelle due direz.)													
353 1	0	891	0	-101	11627	3014	1.13	1.13	1.13	1.13	0.73	0.00	0.89
353 2	0	447	0	-58	4153	1382	1.13	1.13	1.13	1.13	0.41	0.00	0.32
353 3	0	496	0	-44	5262	1526	1.13	1.13	1.13	1.13	0.46	0.00	0.40
353 4	0	768	0	-98	11137	2736	1.13	1.13	1.13	1.13	0.71	0.00	0.85
353 5	0	818	0	-85	12247	2879	1.13	1.13	1.13	1.13	0.76	0.00	0.94
353 6	0	502	0	-87	5302	1689	1.13	1.13	1.13	1.13	0.46	0.00	0.40
353 7	0	666	0	-43	9002	2167	1.13	1.13	1.13	1.13	0.62	0.00	0.69
353 8	0	599	0	-100	7398	2096	1.13	1.13	1.13	1.13	0.55	0.00	0.57
353 9	0	763	0	-55	11098	2573	1.13	1.13	1.13	1.13	0.70	0.00	0.85
353 10	0	447	0	-58	4153	1382	1.13	1.13	1.13	1.13	0.41	0.00	0.32
353 11	0	496	0	-44	5262	1526	1.13	1.13	1.13	1.13	0.46	0.00	0.40
353 12	0	768	0	-98	11137	2736	1.13	1.13	1.13	1.13	0.71	0.00	0.85
353 13	0	818	0	-85	12247	2879	1.13	1.13	1.13	1.13	0.76	0.00	0.94
353 14	0	502	0	-87	5302	1689	1.13	1.13	1.13	1.13	0.46	0.00	0.40

353 15	0	666	0	-43	9002	2167	1.13	1.13	1.13	1.13	0.62	0.00	0.69
353 16	0	599	0	-100	7398	2096	1.13	1.13	1.13	1.13	0.55	0.00	0.57
353 17	0	763	0	-55	11098	2573	1.13	1.13	1.13	1.13	0.70	0.00	0.85
353 37	0	892	0	-101	11625	3015	1.13	1.13	1.13	1.13	0.73	0.00	0.89
353 38	0	857	0	-97	11145	2892	1.13	1.13	1.13	1.13	0.70	0.00	0.85

Spess.= 30.0 cm Axxinf= -- Axxsup= -- Ayyinf= -- Ayyup= -- (e arm. base nelle due direz.)

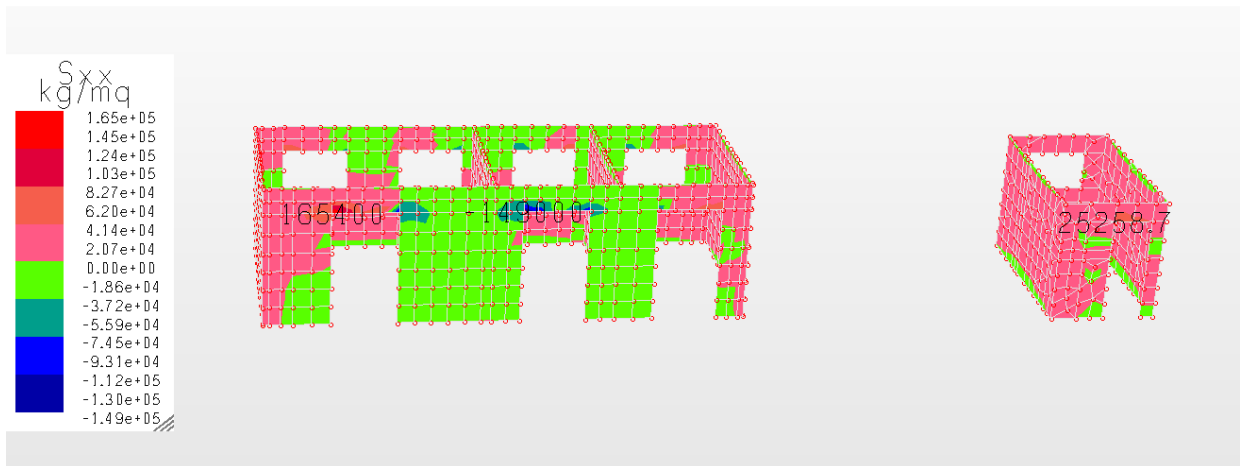
354 1	0	-95	0	-148	12209	1960	1.13	1.13	1.13	1.13	0.12	0.00	0.93
354 2	0	111	0	-79	5122	742	1.13	1.13	1.13	1.13	0.10	0.00	0.39
354 3	0	90	0	-63	6150	947	1.13	1.13	1.13	1.13	0.08	0.00	0.47
354 4	0	-168	0	-146	11133	1818	1.13	1.13	1.13	1.13	0.15	0.00	0.85
354 5	0	-150	0	-130	12159	2023	1.13	1.13	1.13	1.13	0.14	0.00	0.93
354 6	0	89	0	-121	6029	879	1.13	1.13	1.13	1.13	0.11	0.00	0.46
354 7	0	18	0	-67	9450	1563	1.13	1.13	1.13	1.13	0.06	0.00	0.72
354 8	0	-123	0	-141	7832	1202	1.13	1.13	1.13	1.13	0.13	0.00	0.60
354 9	0	-63	0	-87	11253	1886	1.13	1.13	1.13	1.13	0.08	0.00	0.86
354 10	0	111	0	-79	5122	742	1.13	1.13	1.13	1.13	0.10	0.00	0.39
354 11	0	90	0	-63	6150	947	1.13	1.13	1.13	1.13	0.08	0.00	0.47
354 12	0	-168	0	-146	11133	1818	1.13	1.13	1.13	1.13	0.15	0.00	0.85
354 13	0	-150	0	-130	12159	2023	1.13	1.13	1.13	1.13	0.14	0.00	0.93
354 14	0	89	0	-121	6029	879	1.13	1.13	1.13	1.13	0.11	0.00	0.46
354 15	0	18	0	-67	9450	1563	1.13	1.13	1.13	1.13	0.06	0.00	0.72
354 16	0	-123	0	-141	7832	1202	1.13	1.13	1.13	1.13	0.13	0.00	0.60
354 17	0	-63	0	-87	11253	1886	1.13	1.13	1.13	1.13	0.08	0.00	0.86
354 37	0	-95	0	-148	12214	1962	1.13	1.13	1.13	1.13	0.12	0.00	0.93
354 38	0	-90	0	-142	11717	1878	1.13	1.13	1.13	1.13	0.12	0.00	0.89

Spess.= 30.0 cm Axxinf= -- Axxsup= -- Ayyinf= -- Ayyup= -- (e arm. base nelle due direz.)

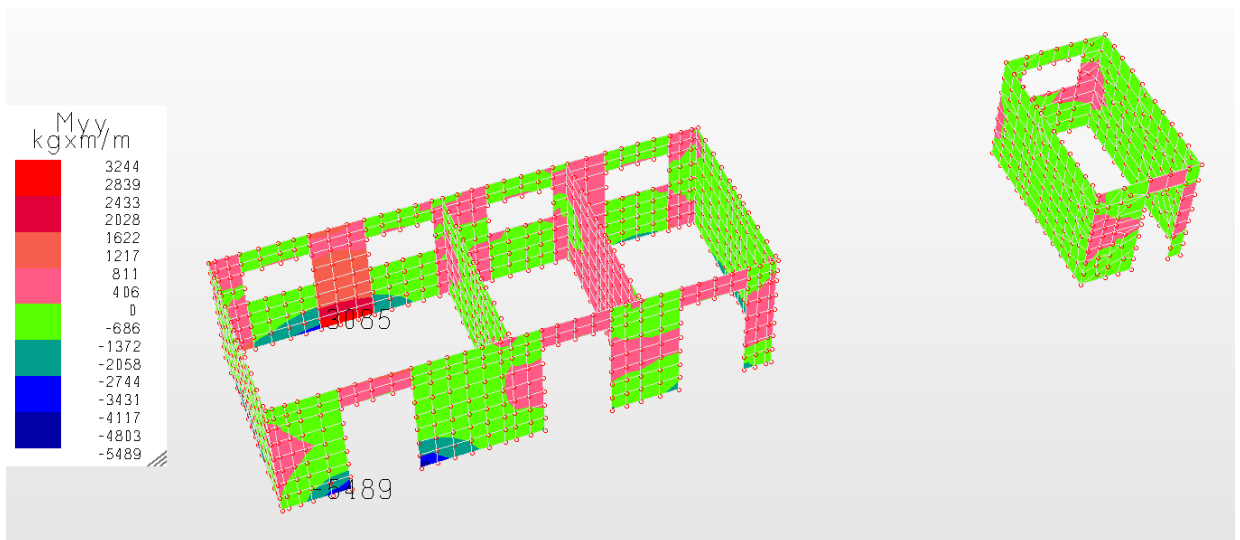
STAMPA SINTETICA (stampa degli elementi con massimo IR a presso-tenso-flessione (N, M), IR txy, IR Vz/Vrdl))

GUSCI						
Gruppo	El.	NC	N, M	txy	Vz/Vrdl	Note
			IR	IR	IR	
1	330	1	0.79	--	--	
1	308	1	--	0.00	--	
1	353	5	--	--	0.94	

### Sollecitazioni Agli S.L.U. MURI



Sxx max=165400 kg/mq.



Myy max: 5489 kg m/m

# Verifica Agli Slu MURI

Lavoro: **CAMERA MANOVRA SAN MATTEO** Intestazione lavoro: **CAMERA MANOVRA E POZZO**  
 Elem.: **GUSCIO (parete)** Gruppo: **2** Tabella: **Tabella muri spessore 30**  
 Descrizione: **PARETI MANOVRA**  
 Rck: **370.00** kg/cmq Fyk: **4580.0** Kg/cmq Copriferro: **4.0** cm  
 Per le combinazioni sismiche la capacità è valutata in campo elastico o sostanzialmente elastico(\$7.4.1 NTC2018)  
 Spessore: **30.0** cm Coeff. di partecipazione Mxy: **0.50** Coeff. di partecipazione Sxy: **0.50**  
 Diam. vertic.: **12** mm Passo vertic.: **20** cm p vertic.: **0.38** % Diam. agg. vertic.: **12** mm Passo agg. vertic.: **20** cm  
 Diam. orizz.: **12** mm Passo orizz.: **20** cm p orizz.: **0.38** % Diam. agg. orizz.: **12** mm Passo agg. orizz.: **20** cm

Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva

El. comb.	Nxx	Mxx	Nyy	Myy	V	Ao	Av	Indice di resistenza		Note
	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/20 cm	cmq/20 cm	cmq/20 cm	N, M	Bielle	
9 1	146	111	-1714	543	226	2.26	2.26	0.38	0.01	
9 2	-102	63	-955	282	140	2.26	2.26	0.24	0.01	
9 3	-104	56	-640	246	116	2.26	2.26	0.21	0.01	
9 4	280	101	-1862	526	383	2.26	2.26	0.40	0.02	
9 5	279	94	-1571	490	406	2.26	2.26	0.39	0.02	
9 6	34	84	-1521	410	16	2.26	2.26	0.32	0.00	
9 7	-66	61	-550	289	94	2.26	2.26	0.25	0.01	
9 8	149	96	-1835	483	172	2.26	2.26	0.37	0.01	
9 9	143	72	-864	362	251	2.26	2.26	0.31	0.02	
9 10	-102	63	-955	282	140	2.26	2.26	0.24	0.01	
9 11	-104	56	-640	246	116	2.26	2.26	0.21	0.01	
9 12	280	101	-1862	526	383	2.26	2.26	0.40	0.02	
9 13	279	94	-1571	490	406	2.26	2.26	0.39	0.02	
9 14	34	84	-1521	410	16	2.26	2.26	0.32	0.00	
9 15	-66	61	-550	289	94	2.26	2.26	0.25	0.01	
9 16	149	96	-1835	483	172	2.26	2.26	0.37	0.01	
9 17	143	72	-864	362	251	2.26	2.26	0.31	0.02	
9 37	146	111	-1714	543	226	2.26	2.26	0.38	0.01	
9 38	130	106	-1632	522	200	2.26	2.26	0.37	0.01	

Spess.= 30.0 cm Ao= -- Av= -- ( e arm. base nelle due direzioni )

10 1	147	113	-1775	540	208	2.26	2.26	0.38	0.01	
10 2	-59	56	-1095	280	111	2.26	2.26	0.23	0.01	
10 3	-99	48	-807	243	160	2.26	2.26	0.21	0.01	
10 4	291	111	-1842	526	425	2.26	2.26	0.40	0.03	
10 5	251	103	-1504	489	376	2.26	2.26	0.39	0.02	
10 6	110	85	-1677	409	135	2.26	2.26	0.32	0.01	
10 7	-23	58	-584	286	30	2.26	2.26	0.25	0.00	
10 8	215	101	-1934	483	295	2.26	2.26	0.37	0.02	
10 9	82	75	-811	359	130	2.26	2.26	0.30	0.01	
10 10	-59	56	-1095	280	111	2.26	2.26	0.23	0.01	
10 11	-99	48	-807	243	160	2.26	2.26	0.21	0.01	
10 12	291	111	-1842	526	425	2.26	2.26	0.40	0.03	
10 13	251	103	-1504	489	376	2.26	2.26	0.39	0.02	
10 14	110	85	-1677	409	135	2.26	2.26	0.32	0.01	
10 15	-23	58	-584	286	30	2.26	2.26	0.25	0.00	
10 16	215	101	-1934	483	295	2.26	2.26	0.37	0.02	
10 17	82	75	-811	359	130	2.26	2.26	0.30	0.01	
10 37	147	113	-1776	540	208	2.26	2.26	0.38	0.01	
10 38	136	108	-1696	519	190	2.26	2.26	0.37	0.01	

Spess.= 30.0 cm Ao= -- Av= -- ( e arm. base nelle due direzioni )

131 1	-980	-186	-4986	-736	1052	2.26	2.26	0.41	0.06	
131 2	-976	-93	-3020	-354	1219	2.26	2.26	0.25	0.07	
131 3	-1340	-117	-4452	-450	1649	2.26	2.26	0.28	0.10	
131 4	-194	-146	-2745	-595	124	2.26	2.26	0.42	0.01	
131 5	-434	-170	-4052	-690	306	2.26	2.26	0.44	0.02	
131 6	-234	-84	-1210	-327	247	2.26	2.26	0.27	0.02	
131 7	-1448	-163	-5983	-646	1681	2.26	2.26	0.36	0.10	
131 8	-118	-100	-1246	-399	156	2.26	2.26	0.32	0.01	
131 9	-1176	-179	-5863	-718	1279	2.26	2.26	0.41	0.07	
131 10	-976	-93	-3020	-354	1219	2.26	2.26	0.25	0.07	
131 11	-1340	-117	-4452	-450	1649	2.26	2.26	0.28	0.10	
131 12	-194	-146	-2745	-595	124	2.26	2.26	0.42	0.01	
131 13	-434	-170	-4052	-690	306	2.26	2.26	0.44	0.02	
131 14	-234	-84	-1210	-327	247	2.26	2.26	0.27	0.02	
131 15	-1448	-163	-5983	-646	1681	2.26	2.26	0.36	0.10	
131 16	-118	-100	-1246	-399	156	2.26	2.26	0.32	0.01	
131 17	-1176	-179	-5863	-718	1279	2.26	2.26	0.41	0.07	
131 37	-980	-186	-4986	-736	1052	2.26	2.26	0.41	0.06	
131 38	-949	-178	-4792	-707	1022	2.26	2.26	0.40	0.06	

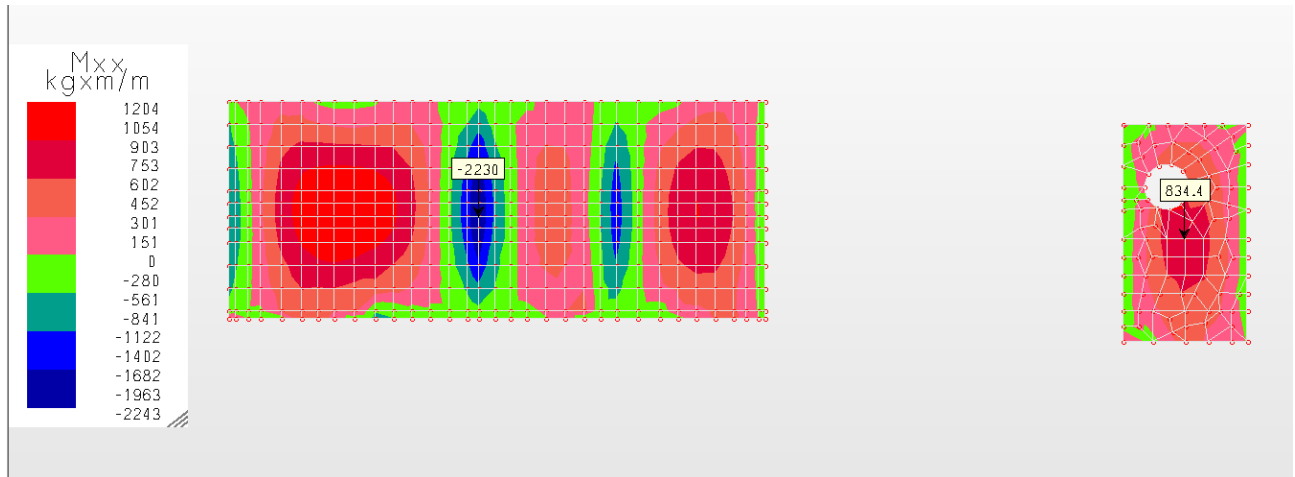
Spess.= 30.0 cm Ao= -- Av= -- ( e arm. base nelle due direzioni )

STAMPA SINTETICA (stampa degli elementi con massimo IR a presso-tenso-flessione (N, M), IR txy, IR Vz/Vrd1))

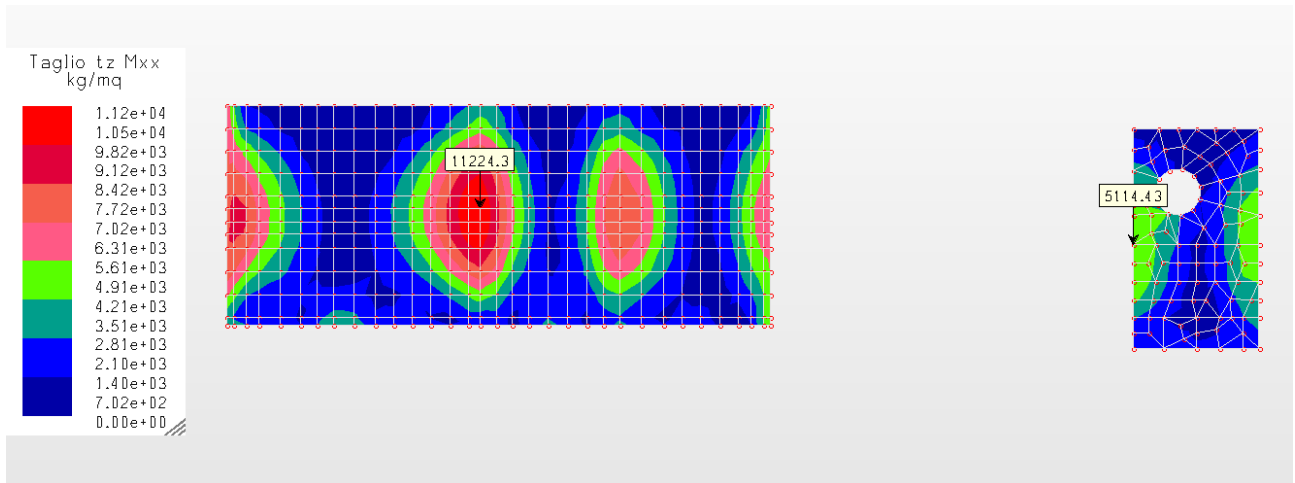
GUSCI (pareti)

Gruppo	El.	NC	N, M	Bielle	Note
			IR	IR	
2	131	5	0.44	--	
2	131	7	--	0.10	

## Sollecitazioni Agli S.L.U. COPERTURE



Mxx max=2243 kg m/m



Tz (Mxx) max: 11224 kg/mq.

## Verifica Agli Slu COPERTURE

Lavoro: **CAMERA MANOVRA SAN MATTEO** Intestazione lavoro: **CAMERA MANOVRA E POZZO**  
 Elem.: **GUSCIO (piastra)** Gruppo: **3** Tabella: **SOLAIO**  
 Descrizione: **SOLAIO MANOVRA**  
 Rk: **370.00** kg/cmq fyk: **4580.0** kg/cmq Copriferro sup.: **4.0** cm Copriferro inf.: **4.0** cm  
 Per le combinazioni sismiche la capacità è valutata in campo elastico o sostanzialmente elastico(\$7.4.1 NTC2018)  
 Coeff. di partecipazione Mxy: **0.50** Coeff. di partecipazione Sxy: **0.50**  
 dx base sup.: **12** mm dx base inf.: **12** mm pxx: **20** cm dx agg.: **12** mm pxx agg.: **20** cm  
 dy base sup.: **12** mm dy base inf.: **12** mm pyy: **20** cm dy agg.: **12** mm pyy agg.: **20** cm  
 Orientamento armature: **rif. globale** Angolo di posa delle armature: **0.00** gradi  
 Diametro staffe: **8** mm Numero braccia: **2**

Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva

El. comb.	Nxx	Mxx	Nyy	Myy	Vz(Mxx)	Vz(Myy)	Axx inf.	Axx sup.	Ayy inf.	Ayy sup.	Indice di resistenza		
	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/m	cmq /20 cm	cmq /20 cm	cmq /20 cm	cmq /20 cm		N, M	txy	Vz/Vrdi
234 1	0	-319	0	-41	3294	53	1.13	1.13	1.13	1.13	0.26	0.00	0.25
234 2	0	-171	2	-22	2057	94	1.13	1.13	1.13	1.13	0.16	0.00	0.16
234 3	-0	-177	-2	-23	2109	93	1.13	1.13	1.13	1.13	0.16	0.00	0.16
234 4	0	-240	2	-32	2127	19	1.13	1.13	1.13	1.13	0.22	0.00	0.16
234 5	-0	-246	-2	-33	2178	21	1.13	1.13	1.13	1.13	0.23	0.00	0.17
234 6	1	-187	6	-24	2021	56	1.13	1.13	1.13	1.13	0.17	0.00	0.15
234 7	-1	-207	-5	-27	2193	51	1.13	1.13	1.13	1.13	0.19	0.00	0.17
234 8	1	-208	6	-27	2041	22	1.13	1.13	1.13	1.13	0.19	0.00	0.16
234 9	-1	-228	-6	-31	2214	17	1.13	1.13	1.13	1.13	0.21	0.00	0.17
234 10	0	-171	2	-22	2057	94	1.13	1.13	1.13	1.13	0.16	0.00	0.16
234 11	-0	-177	-2	-23	2109	93	1.13	1.13	1.13	1.13	0.16	0.00	0.16
234 12	0	-240	2	-32	2127	19	1.13	1.13	1.13	1.13	0.22	0.00	0.16
234 13	-0	-246	-2	-33	2178	21	1.13	1.13	1.13	1.13	0.23	0.00	0.17
234 14	1	-187	6	-24	2021	56	1.13	1.13	1.13	1.13	0.17	0.00	0.15
234 15	-1	-207	-5	-27	2193	51	1.13	1.13	1.13	1.13	0.19	0.00	0.17
234 16	1	-208	6	-27	2041	22	1.13	1.13	1.13	1.13	0.19	0.00	0.16
234 17	-1	-228	-6	-31	2214	17	1.13	1.13	1.13	1.13	0.21	0.00	0.17
234 37	0	-319	0	-41	3294	53	1.13	1.13	1.13	1.13	0.26	0.00	0.25
234 38	0	-295	0	-38	3023	50	1.13	1.13	1.13	1.13	0.24	0.00	0.23
Spess.=	30.0 cm	Axxinf= --	Axxsup= --	Ayyinf= --	Ayyup= --						(e arm. base nelle due direz.)		
236 1	-0	-320	-0	-54	3271	174	1.13	1.13	1.13	1.13	0.26	0.00	0.25
236 2	-1	-175	-3	-32	2051	58	1.13	1.13	1.13	1.13	0.16	0.00	0.16

236 3	1	-181	2	-33	2103	61	1.13	1.13	1.13	1.13	0.17	0.00	0.16
236 4	-1	-235	-3	-38	2105	160	1.13	1.13	1.13	1.13	0.22	0.00	0.16
236 5	1	-241	3	-39	2157	163	1.13	1.13	1.13	1.13	0.22	0.00	0.16
236 6	-1	-189	-8	-33	2010	90	1.13	1.13	1.13	1.13	0.17	0.00	0.15
236 7	1	-209	8	-36	2182	100	1.13	1.13	1.13	1.13	0.19	0.00	0.17
236 8	-1	-207	-8	-35	2025	120	1.13	1.13	1.13	1.13	0.19	0.00	0.15
236 9	1	-227	8	-38	2199	131	1.13	1.13	1.13	1.13	0.21	0.00	0.17
236 10	-1	-175	-3	-32	2051	58	1.13	1.13	1.13	1.13	0.16	0.00	0.16
236 11	1	-181	2	-33	2103	61	1.13	1.13	1.13	1.13	0.17	0.00	0.16
236 12	-1	-235	-3	-38	2105	160	1.13	1.13	1.13	1.13	0.22	0.00	0.16
236 13	1	-241	3	-39	2157	163	1.13	1.13	1.13	1.13	0.22	0.00	0.16
236 14	-1	-189	-8	-33	2010	90	1.13	1.13	1.13	1.13	0.17	0.00	0.15
236 15	1	-209	8	-36	2182	100	1.13	1.13	1.13	1.13	0.19	0.00	0.17
236 16	-1	-207	-8	-35	2025	120	1.13	1.13	1.13	1.13	0.19	0.00	0.15
236 17	1	-227	8	-38	2199	131	1.13	1.13	1.13	1.13	0.21	0.00	0.17
236 37	-0	-320	-0	-54	3271	174	1.13	1.13	1.13	1.13	0.26	0.00	0.25
236 38	-0	-295	-0	-50	3003	159	1.13	1.13	1.13	1.13	0.24	0.00	0.23

Spess.= 30.0 cm Axxinf= -- Axxsup= -- Ayyinf= -- Ayyup= -- (e arm. base nelle due direz.)

251 1	0	-385	0	-34	3399	48	1.13	1.13	1.13	1.13	0.32	0.00	0.26
251 2	0	-223	2	-18	1947	100	1.13	1.13	1.13	1.13	0.21	0.00	0.15
251 3	-0	-231	-2	-19	1991	99	1.13	1.13	1.13	1.13	0.21	0.00	0.15
251 4	0	-268	2	-26	2405	32	1.13	1.13	1.13	1.13	0.25	0.00	0.18
251 5	-1	-276	-2	-28	2447	33	1.13	1.13	1.13	1.13	0.25	0.00	0.19
251 6	1	-230	6	-20	2058	55	1.13	1.13	1.13	1.13	0.21	0.00	0.16
251 7	-1	-255	-5	-23	2199	52	1.13	1.13	1.13	1.13	0.24	0.00	0.17
251 8	1	-244	6	-22	2194	15	1.13	1.13	1.13	1.13	0.23	0.00	0.17
251 9	-1	-269	-6	-26	2337	12	1.13	1.13	1.13	1.13	0.25	0.00	0.18
251 10	0	-223	2	-18	1947	100	1.13	1.13	1.13	1.13	0.21	0.00	0.15
251 11	-0	-231	-2	-19	1991	99	1.13	1.13	1.13	1.13	0.21	0.00	0.15
251 12	0	-268	2	-26	2405	32	1.13	1.13	1.13	1.13	0.25	0.00	0.18
251 13	-1	-276	-2	-28	2447	33	1.13	1.13	1.13	1.13	0.25	0.00	0.19
251 14	1	-230	6	-20	2058	55	1.13	1.13	1.13	1.13	0.21	0.00	0.16
251 15	-1	-255	-5	-23	2199	52	1.13	1.13	1.13	1.13	0.24	0.00	0.17
251 16	1	-244	6	-22	2194	15	1.13	1.13	1.13	1.13	0.23	0.00	0.17
251 17	-1	-269	-6	-26	2337	12	1.13	1.13	1.13	1.13	0.25	0.00	0.18
251 37	0	-385	0	-34	3399	48	1.13	1.13	1.13	1.13	0.32	0.00	0.26
251 38	0	-355	0	-32	3126	46	1.13	1.13	1.13	1.13	0.29	0.00	0.24

Spess.= 30.0 cm Axxinf= -- Axxsup= -- Ayyinf= -- Ayyup= -- (e arm. base nelle due direz.)

252 1	-0	-390	-0	-54	3475	210	1.13	1.13	1.13	1.13	0.32	0.00	0.27
252 2	-1	-229	-3	-30	2012	68	1.13	1.13	1.13	1.13	0.21	0.00	0.15
252 3	1	-236	2	-31	2054	70	1.13	1.13	1.13	1.13	0.22	0.00	0.16
252 4	-1	-269	-3	-40	2442	195	1.13	1.13	1.13	1.13	0.25	0.00	0.19
252 5	1	-276	3	-41	2484	197	1.13	1.13	1.13	1.13	0.26	0.00	0.19
252 6	-1	-234	-8	-33	2114	110	1.13	1.13	1.13	1.13	0.22	0.00	0.16
252 7	1	-259	8	-35	2253	117	1.13	1.13	1.13	1.13	0.24	0.00	0.17
252 8	-1	-246	-8	-36	2242	148	1.13	1.13	1.13	1.13	0.23	0.00	0.17
252 9	1	-271	8	-38	2382	155	1.13	1.13	1.13	1.13	0.25	0.00	0.18
252 10	-1	-229	-3	-30	2012	68	1.13	1.13	1.13	1.13	0.21	0.00	0.15
252 11	1	-236	2	-31	2054	70	1.13	1.13	1.13	1.13	0.22	0.00	0.16
252 12	-1	-269	-3	-40	2442	195	1.13	1.13	1.13	1.13	0.25	0.00	0.19
252 13	1	-276	3	-41	2484	197	1.13	1.13	1.13	1.13	0.26	0.00	0.19
252 14	-1	-234	-8	-33	2114	110	1.13	1.13	1.13	1.13	0.22	0.00	0.16
252 15	1	-259	8	-35	2253	117	1.13	1.13	1.13	1.13	0.24	0.00	0.17
252 16	-1	-246	-8	-36	2242	148	1.13	1.13	1.13	1.13	0.23	0.00	0.17
252 17	1	-271	8	-38	2382	155	1.13	1.13	1.13	1.13	0.25	0.00	0.18
252 37	-0	-390	-0	-54	3475	210	1.13	1.13	1.13	1.13	0.32	0.00	0.27
252 38	-0	-359	-0	-50	3197	191	1.13	1.13	1.13	1.13	0.30	0.00	0.24

Spess.= 30.0 cm Axxinf= -- Axxsup= -- Ayyinf= -- Ayyup= -- (e arm. base nelle due direz.)

Lavoro: CAMERA MANOVRA SAN MATTEO Intestazione lavoro: CAMERA MANOVRA E POZZO  
 Elem.: GUSCIO (piastra) Gruppo: 6 Tabella: SOLAIO  
 Descrizione: SOLAIO POZZO  
 Rck: 370.00 kg/cmq fyk: 4580.0 kg/cmq Copriferro sup.: 4.0 cm Copriferro inf.: 4.0 cm  
 Per le combinazioni sismiche la capacità è valutata in campo elastico o sostanzialmente elastico(\$7.4.1 NTC2018)  
 Coeff. di partecipazione Mxy: 0.50 Coeff. di partecipazione Sxy: 0.50  
 dxx base sup.: 12 mm dxx base inf.: 12 mm pxx: 20 cm dxx agg.: 12 mm pxx agg.: 20 cm  
 dyy base sup.: 12 mm dyy base inf.: 12 mm pyy: 20 cm dyy agg.: 12 mm pyy agg.: 20 cm  
 Orientamento armature: rif.: globale Angolo di posa delle armature: 0.00 gradi  
 Diametro staffe: 8 mm Numero braccia: 2

Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva

El. comb.	Nxx	Mxx	Nyy	Myy	Vz(Mxx)	Vz(Myy)	Axx inf.	Axx sup.	Ayy inf.	Ayy sup.	Indice di resistenza		
											N, M	txy	Vz/Vzrdl
	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/m	cmq /20 cm	cmq /20 cm		cmq /20 cm				
46 1	-0	-41	-0	19	1314	100	1.13	1.13	1.13	1.13	0.03	0.00	0.10
46 2	0	-6	0	14	784	65	1.13	1.13	1.13	1.13	0.01	0.00	0.06
46 3	0	-7	0	15	788	55	1.13	1.13	1.13	1.13	0.01	0.00	0.06
46 4	-0	-42	-0	10	884	82	1.13	1.13	1.13	1.13	0.04	0.00	0.07
46 5	-0	-44	-0	11	888	72	1.13	1.13	1.13	1.13	0.04	0.00	0.07
46 6	0	-16	0	13	815	82	1.13	1.13	1.13	1.13	0.02	0.00	0.06
46 7	0	-22	0	14	828	50	1.13	1.13	1.13	1.13	0.02	0.00	0.06
46 8	-0	-27	-0	11	845	87	1.13	1.13	1.13	1.13	0.03	0.00	0.06
46 9	-0	-33	-0	13	858	55	1.13	1.13	1.13	1.13	0.03	0.00	0.07
46 10	0	-6	0	14	784	65	1.13	1.13	1.13	1.13	0.01	0.00	0.06
46 11	0	-7	0	15	788	55	1.13	1.13	1.13	1.13	0.01	0.00	0.06
46 12	-0	-42	-0	10	884	82	1.13	1.13	1.13	1.13	0.04	0.00	0.07
46 13	-0	-44	-0	11	888	72	1.13	1.13	1.13	1.13	0.04	0.00	0.07
46 14	0	-16	0	13	815	82	1.13	1.13	1.13	1.13	0.02	0.00	0.06
46 15	0	-22	0	14	828	50	1.13	1.13	1.13	1.13	0.02	0.00	0.06
46 16	-0	-27	-0	11	845	87	1.13	1.13	1.13	1.13	0.03	0.00	0.06
46 17	-0	-33	-0	13	858	55	1.13	1.13	1.13	1.13	0.03	0.00	0.07
46 37	-0	-41	-0	19	1314	100	1.13	1.13	1.13	1.13	0.03	0.00	0.10
46 38	-0	-37	-0	18	1201	95	1.13	1.13	1.13	1.13	0.03	0.00	0.09

Spess.= 30.0 cm Axxinf= -- Axxsup= -- Ayyinf= -- Ayyup= -- (e arm. base nelle due direz.)

51 1	-0	-33	-0	8	1680	66	1.13	1.13	1.13	1.13	0.03	0.00	0.13
51 2	0	5	-0	7	1017	30	1.13	1.13	1.13	1.13	0.01	0.00	0.08
51 3	0	4	0	6	1023	38	1.13	1.13	1.13	1.13	0.01	0.00	0.08
51 4	-0	-37	-0	-6	1122	44	1.13	1.13	1.13	1.13	0.03	0.00	0.09
51 5	-0	-38	0	-6	1128	52	1.13	1.13	1.13	1.13	0.04	0.00	0.09
51 6	0	-12	-0	6	1047	25	1.13	1.13	1.13	1.13	0.01	0.00	0.08
51 7	0	-16	0	5	1066	52	1.13	1.13	1.13	1.13	0.01	0.00	0.08
51 8	-0	-23	-0	6	1079	30	1.13	1.13	1.13	1.13	0.02	0.00	0.08
51 9	-0	-27	0	5	1098	57	1.13	1.13	1.13	1.13	0.02	0.00	0.08
51 10	0	5	-0	7	1017	30	1.13	1.13	1.13	1.13	0.01	0.00	0.08
51 11	0	4	0	6	1023	38	1.13	1.13	1.13	1.13	0.01	0.00	0.08
51 12	-0	-37	-0	-6	1122	44	1.13	1.13	1.13	1.13	0.03	0.00	0.09
51 13	-0	-38	0	-6	1128	52	1.13	1.13	1.13	1.13	0.04	0.00	0.09
51 14	0	-12	-0	6	1047	25	1.13	1.13	1.13	1.13	0.01	0.00	0.08
51 15	0	-16	0	5	1066	52	1.13	1.13	1.13	1.13	0.01	0.00	0.08
51 16	-0	-23	-0	6	1079	30	1.13	1.13	1.13	1.13	0.02	0.00	0.08
51 17	-0	-27	0	5	1098	57	1.13	1.13	1.13	1.13	0.02	0.00	0.08
51 37	-0	-33	-0	8	1680	66	1.13	1.13	1.13	1.13	0.03	0.00	0.13



51 38 -0 -29 -0 8 1537 60 1.13 1.13 1.13 1.13 0.02 0.00 0.12  
 Spess.= 30.0 cm Axxinf= -- Axxsup= -- Ayyinf= -- Ayyup= -- (e arm. base nelle due direz.)  
 STAMPA SINTETICA (stampa degli elementi con massimo IR a presso-tenso-flessione (N, M), IR txy, IR Vz/Vrdl))  
 GUSCI

Gruppo	El.	NC	N, M IR	txy IR	Vz/Vrdl IR	Note
3	252	37	0,32	--	--	
3	234	1	--	0,00	--	
3	252	37	--	--	0,27	

## Dettagli costruttivi per le strutture a comportamento non dissipativo

(Ai sensi del paragrafo 4.1.6 – NTC 2018)

Per quanto riguarda le strutture a comportamento non dissipativo (§ 7.4.1) si fa riferimento alle regole e ai dettagli costruttivi riportati nel paragrafo 4.1.

### Travi - Armatura longitudinale

L'armatura minima in zona tesa non deve essere inferiore a:

$$A_{s,min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t \cdot d$$

Al di fuori delle zone di sovrapposizione l'area tesa o compressa non deve essere superiore a  $A_{s,max}=0.04 A_c$

### Travi - Armatura trasversale

La sezione minima delle staffe deve essere non inferiore a  $A_{st}=1,5 b$  mm<sup>2</sup>/m, essendo b lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di 3 staffe per metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione.

In ogni caso almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

### Pilastrì - Armatura longitudinale

Le armature devono avere diametro minimo pari a 12 mm e non potranno avere interasse maggiore di 300 mm. La loro area non deve essere inferiore a

$$A_{s,min} = (0,10 N_{Ed} / f_{yd}) \geq 0,003 A_c$$

### Pilastrì - Armatura trasversale

L'interasse delle armature trasversali deve essere minore di 12 volte il diametro minimo delle barre longitudinali, con un massimo di 250 mm. Il diametro delle staffe non deve essere minore di 6 mm e di ¼ del diametro massimo delle barre longitudinali.

## **Nodi trave-pilastro (Par. 7.4.6.2.3 Ntc 2018)**

Come specificato nel paragrafo 7.4.1 anche per le strutture a comportamento non dissipativo devono essere applicate le regole riportate nel paragrafo § 7.4.4.3.1, per le strutture dissipative di tipo CD"B". Pertanto lungo le armature longitudinali del pilastro, che attraversano i nodi, devono essere disposte staffe di contenimento in quantità almeno pari alla maggiore prevista nelle zone adiacenti al nodo del pilastro inferiore e superiore; nel caso di nodi interamente confinati il passo risultante dell'armatura di confinamento orizzontale nel nodo può essere raddoppiato, ma non può essere maggiore di 15 cm.

## **Rispetto Dei Minimi Di Armatura Per Le Fondazioni (Par. 7.2.5 Ntc 2018)**

### **Fondazioni superficiali**

Le strutture delle fondazioni superficiali devono essere progettate per le azioni definite al precedente capoverso, assumendo un comportamento non dissipativo; non sono quindi necessarie armature specifiche per ottenere un comportamento duttile.

Le platee di fondazione in calcestruzzo armato devono avere armature longitudinali, secondo due direzioni ortogonali e per l'intera estensione, in percentuale non inferiore allo 0,1% dell'area della sezione trasversale della platea, sia inferiormente sia superiormente.

Le travi di fondazione in calcestruzzo armato devono avere, per l'intera lunghezza, armature longitudinali in percentuale non inferiore allo 0,2% dell'area della sezione trasversale della trave, sia inferiormente sia superiormente.

*Mondovì, 05.05.2023*

*Ing. Alberto Fazio*