



LIFEEL

LIFE19 NAT/IT/000851

Misure urgenti nel Mediterraneo Orientale per la conservazione a lungo termine dell'anguilla europea (*Anguilla anguilla*)



ACTION A3 Progettazione di passaggi per anguille per riaprire oltre 1.000 km di habitat per la migrazione delle ceche verso monte

PROGETTO ESECUTIVO

| Data revisione: | Indice revisione: | Natura della modifica: |
|-----------------|-------------------|------------------------|
| Settembre 2022 | 00 | Prima emissione |
| Dicembre 2023 | 01 | Aggiorn.DLgs 36/2023 |
| Aprile 2024 | 02 | Aggiornamento |

Titolo elaborato:

Relazione di calcolo delle strutture

| Ns. Rif. | Data | Scala | Dim. foglio | Elaborato n° |
|----------|----------------|-------|-------------|----------------|
| 20S30 | Settembre 2022 | -- | A4 | 030.E.ST.RS_02 |

DIRETTORE TECNICO:

Dott. Ing. Massimo Sartorelli

PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Beniamino Barenghi



Address: Via Repubblica 1 - 21020 - Varano Borghi (VA)

Tel: +39 0332.961097

Mail to: info@graia.eu - graia@pec.it

Redazione

Dr. Cesare M. Puzzi, Dr.ssa Stefania Trasforini,
Dr.ssa Alessandra Ballerio

Verifica

Dott. Ing. Massimo Sartorelli

Approvazione

Dott. Ing. Massimo Sartorelli



Timbro e firma:





SOMMARIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUZIONE | 3 |
| 1.1 | FINALITÀ DEL DOCUMENTO | 3 |
| 1.2 | NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 3 |
| 2 | ASPETTI TEORICI: MATERIALI, METODI, MODELLAZIONE..... | 4 |
| 2.1 | MATERIALI IMPIEGATI | 4 |
| 2.1.1 | Calcestruzzo..... | 4 |
| 2.1.2 | Acciaio per cemento armato | 4 |
| 2.2 | METODO DI CALCOLO..... | 5 |
| 2.2.1 | Vcaslu e profili v6..... | 5 |
| 2.2.2 | Simqke_gr..... | 5 |
| 2.2.3 | Midas gen | 5 |
| 2.2.4 | Midas nx+ | 7 |
| 2.2.5 | Solidworks simulation..... | 7 |
| 2.2.6 | Travilog titanium | 7 |
| 2.3 | AZIONI E CARICHI SULLA STRUTTURA | 11 |
| 2.3.1 | Classificazione delle azioni..... | 11 |
| 2.3.2 | Azioni ambientali e naturali..... | 12 |
| 2.3.3 | Destinazione d'uso e sovraccarichi per le azioni antropiche | 14 |
| 2.3.4 | Azione della neve | 15 |
| 2.3.5 | Azione sismica..... | 17 |
| 2.3.6 | Combinazioni delle azioni sulla costruzione | 19 |
| 3 | RISULTATI..... | 20 |
| 3.1 | EDIFICIO DI MONITORAGGIO PRESSO IL SOSTEGNO DI VALPAGLIARO | 20 |
| 3.1.1 | Localizzazione dell'intervento..... | 20 |
| 3.1.2 | Descrizione generale delle strutture | 21 |
| 3.1.3 | Modello di calcolo..... | 21 |
| 3.1.4 | Assegnazione dei carichi..... | 22 |
| 3.1.5 | Casi di carico | 23 |
| 3.1.6 | Analisi sollecitazioni..... | 24 |
| 3.1.7 | Verifica deformazioni..... | 26 |
| 3.2 | PASSAGGIO PER PESCI A TIENI | 28 |
| 3.2.1 | Localizzazione dell'intervento..... | 28 |
| 3.2.2 | Dati generali muro..... | 29 |
| 3.2.3 | Fattori di combinazione | 31 |
| 3.2.4 | Calcolo spinte..... | 32 |



LIFEEL - LIFE19NAT/IT/000851

**MISURE URGENTI NEL MEDITERRANEO ORIENTALE PER LA CONSERVAZIONE
A LUNGO TERMINE DELL'ANGUILLA EUROPEA (*ANGUILLA ANGUILLA*)**



**ACTION A3: PROGETTAZIONE DI PASSAGGI PER ANGUILLE PER RIAPRIRE OLTRE
1.000 KM DI HABITAT PER LA MIGRAZIONE DELLE CECHE VERSO MONTE**

| | | |
|-------|---|-----------|
| 3.3 | PASSAGGIO PER PESCI A VALLE LEPRI | 52 |
| 3.3.1 | <i>Localizzazione dell'intervento</i> | 52 |
| 3.3.2 | <i>Dati generali muro</i> | 53 |
| 3.3.3 | <i>Fattori di combinazione</i> | 55 |
| 3.3.4 | <i>Calcolo spinte</i> | 56 |
| 4 | CONCLUSIONI | 74 |



1 INTRODUZIONE

1.1 FINALITÀ DEL DOCUMENTO

La presente relazione di calcolo ha lo scopo di presentare l'analisi, la verifica e la validazione della struttura in esame, comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica. Le fasi di progetto, analisi, calcolo e verifica sono state svolte a "regola d'arte" dal progettista, secondo i dettami della scienza e tecnica delle costruzioni. Per verificare gli elementi strutturali e le sezioni sollecitate dalle azioni di modello ed al fine di garantire la sicurezza della costruzione è stato utilizzato il metodo agli stati limite, rispettando le prescrizioni previste dalle normative di riferimento elencate nel documento. Si riporta di seguito in proposito l'insieme delle verifiche strutturali, atte a garantire la resistenza ed il comportamento della struttura sia in condizioni di esercizio che sotto l'azione di eventi di carico straordinari.

1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (G.U. n° 42 del 20.02.2018)
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. (G.U. n° 35 del 11.2.2019)

Referenze tecniche (*Cap. 12 D.M. 17.01.2018*)

- CNR-UNI 10011/1988: 'Costruzioni in acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione il collaudo e la manutenzione';
- Eurocodice 0 (EN 1990) "Criteri generali di progettazione strutturale";
- Eurocodice 1 (EN 1991) "Azioni sulle strutture";
- Eurocodice 2 (EN 1992) "Progettazione delle strutture in calcestruzzo";
- Eurocodice 3 (EN 1993) "Progettazione delle strutture in acciaio";
- Eurocodice 8 (EN 1998) "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica";



2 ASPETTI TEORICI: MATERIALI, METODI, MODELLAZIONE

2.1 MATERIALI IMPIEGATI

I materiali ed i prodotti ad uso strutturale, utilizzati nelle opere oggetto della presente relazione, rispondono ai requisiti indicati dal capitolo 11 del Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni". Questi sono stati identificati univocamente dal produttore, qualificati sotto la sua responsabilità ed accettati dal direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione. Sulla base delle verifiche effettuate in sito ed in conformità alle disposizioni normative vigenti si prevede per la realizzazione del progetto in analisi l'adozione dei materiali di seguito descritti.

2.1.1 Calcestruzzo

| Calcestruzzo | |
|---|--|
| Nome: « nomemat » | Tipologia del materiale: calcestruzzo |
| Classe di resistenza: «ClasseRes» | |
| Descrizione: «Descmat» | |
| Caratteristiche del calcestruzzo | |
| Densità r : « ro » | Resistenza caratteristica cubica a compressione R_{ck} : « RCK » |
| Resistenza caratteristica cilindrica a compressione f_{ck} : « FCK » | Resistenza cilindrica media f_{cm} : « FCM » |
| Resistenza media a trazione semplice f_{ctm} : « FCTM » | Resistenza media a flessione f_{cfm} : « FCFM » |
| Resistenza caratt. trazione semplice, frattile 5% $f_{ctk,5}$: « FCK5 » | Resistenza caratt. trazione semplice, frattile 95% $f_{ctk,95}$: « FCK95 » |
| Modulo Elastico E_{cm} : « ECM » | Coefficiente di Poisson ν : « NU » |
| Coefficiente di dilatazione termica lineare α_t : « ALFAT » | Coefficiente correttivo per la resistenza a compressione α_{cc} : 0,85 |
| Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo γ_c : 1,5 | Resistenza a compressione di progetto f_{cd} : « FCD » |
| Resistenza a trazione di progetto, frattile 5% $f_{ctd,5}$: « FCTD5 » | Resistenza a trazione di progetto, frattile 95% $f_{ctd,95}$: « FCTD95 » |

2.1.2 Acciaio per cemento armato

| Acciaio per cemento armato | |
|--|--|
| Nome: « nomemat » | Tipologia del materiale: acciaio per cemento armato |
| Descrizione: «Descmat» | |
| Caratteristiche dell'acciaio | |
| Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} : « FYK » | Coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio γ_s : 1,15 |
| Modulo elastico E_s : « ES » | Densità r : « ro » |
| Allungamento sotto carico massimo A_{gt} : « AGT » ‰ | Tensione ammissibile σ_s : « SigmaAmm » |



2.2 METODO DI CALCOLO

Lo studio delle strutture è stato condotto secondo i metodi della scienza delle costruzioni supponendo i materiali elastici, omogenei ed isotropi. La ricerca dei parametri di sollecitazione è stata eseguita considerando le disposizioni di carico più gravose ed avvalendosi di codici di calcolo automatico per l'analisi strutturale. Le verifiche di resistenza delle sezioni sono state eseguite secondo il metodo semiprobabilistico degli stati limite in accordo con le normative vigenti. Tutti i codici di calcolo automatico utilizzati per l'analisi e la verifica delle strutture sono di sicura ed accertata validità e sono stati impiegati conformemente alle loro caratteristiche. Di seguito si elencano e descrivono i software adottati per l'analisi e le verifiche della struttura

2.2.1 Vcaslu e profili v6

Software di libera distribuzione per le verifiche delle sezioni in c.a. e di profili in acciaio, sviluppato dal prof. Ing. P. Gelfi del Dipartimento di Ingegneria Strutturale dell'Università di Brescia. Consente di eseguire verifiche, sia con il metodo delle tensioni ammissibili che degli stati limite, per sollecitazioni di presso-tensoflessione retta o deviata.



2.2.2 Simqke_gr

Software di libera distribuzione per la generazione di accelerogrammi artificiali spettro-compatibili sviluppato dal prof. Ing. P. Gelfi del Dipartimento di Ingegneria Strutturale dell'Università di Brescia. Il programma genera accelerogrammi compatibili con assegnati spettri di risposta essendo interfacciato con il codice di calcolo SIMQKE-1 (SIMulation of earthQuaKE ground motions).



2.2.3 Midas gen

È un software di calcolo orientato prevalentemente al calcolo strutturale di edifici o, più in generale, agli edifici con struttura intelaiata, che implementa il metodo FEM e, essendo dotato di numerosi elementi finiti, consente di modellare sostanzialmente qualsiasi elemento strutturale utilizzato nel settore dell'ingegneria civile. Il discreto strutturale degli elementi che costituiscono la struttura è definito da punti singolari detti nodi cui si affida il compito di descrivere gli spostamenti dell'intero modello predisposto. I nodi strutturali sono individuati attraverso le loro coordinate cartesiane rispetto ad un sistema di riferimento che rimane fisso ed invariato in tutte le fasi operative della modellazione. Tale sistema di riferimento è definito come "sistema di riferimento globale". Il sistema di riferimento globale è costituito da una terna euclidea destrorsa con assi coordinati mutuamente ortogonali.



L'origine del sistema di riferimento globale non ha importanza ai fini delle calcolazioni numeriche eseguite: esso influisce esclusivamente sul valore numerico delle coordinate nodali. È pertanto possibile scegliere tale origine in un qualsiasi punto di comodo anche esterno alla struttura esaminata. Al fine di semplificare la realizzazione del modello strutturale il software utilizzato permette di definire ulteriori sistemi di riferimento

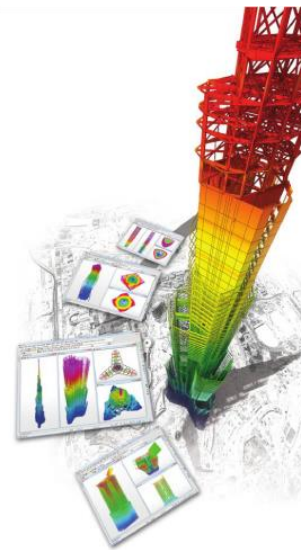




diversi rispetto a quello prima descritto. Sarà poi il software stesso, al momento opportuno, che si occuperà di convertire in modo del tutto automatico e trasparente all'utente le coordinate dal sistema di riferimento utilizzato a quello globale di base costituito dalla terna euclidea prima descritta. È così possibile "spostare" l'origine del sistema di riferimento in un punto di comodo diverso da quello che fissa l'origine del sistema di riferimento globale ovvero ruotare tutti e tre gli assi di riferimento di un angolo a piacere. In ogni caso, il nuovo sistema di riferimento dovrà essere sempre individuato da una terna euclidea destrorsa. È compito dell'utente scegliere, tra le varie possibilità, il sistema di riferimento che meglio si presta alla descrizione geometrica della particolare struttura in progetto. In modo analogo è sempre l'utente a definire il punto di origine del sistema di riferimento globale; ciò avviene in modo implicito in funzione delle coordinate assegnate ai vari nodi strutturali. I nodi della struttura individuano in punti di mutuo contatto tra i vari elementi finiti che la costituiscono. Un'oculata scelta dei nodi costituisce un punto fondamentale per la corretta discretizzazione agli elementi finiti del continuo fisico. Al nodo possono convergere uno o più elementi finiti anche di diverso tipo. Ogni nodo è dotato di sei gradi di libertà ed in corrispondenza del nodo possono applicarsi carichi concentrati agenti in una delle sei direzioni relative ai sei gradi di libertà. Al nodo è inoltre possibile applicare carichi termici attraverso la definizione della temperatura di riferimento.

I gradi di libertà possono essere liberi (spostamenti generalizzati incogniti), bloccati (spostamenti generalizzati corrispondenti uguali a zero), di tipo slave o linked (il parametro cinematico dipende dalla relazione con altri gradi di libertà) o, infine, a spostamento imposto (cedimento vincolare). Si può intervenire sui gradi di libertà bloccandone uno o più. I blocchi possono imporsi nella direzione degli assi del sistema di riferimento globale oppure, mediante opportuni accorgimenti, anche in particolari direzioni decise dall'utente. In merito è opportuno tener presente che i vincoli imposti ai nodi fanno "sempre" riferimento al sistema di riferimento globale a meno che un diverso orientamento non venga esplicitamente dichiarato nella dichiarazione del vincolo stesso. Mediante relazioni complesse è inoltre possibile creare legami tra uno o più gradi di libertà di un nodo detto generalmente slave con quelli di un altro nodo detto master. Vengono messi a disposizione diversi elementi finiti di tipo monodimensionale ognuno dei quali è idoneo per assolvere ad uno o più compiti specifici. Una rassegna di tali elementi è la seguente:

1. Truss
2. Tension only / Hook / Cable
3. Compression only / Gap
4. General beam / Tapered beam
5. Plate
6. Plate stress
7. Plate strain
8. Axisymmetric
9. Solid





Ognuno degli elementi finiti innanzi citati ha caratteristiche diverse sia per quanto riguarda la definizione della matrice di rigidità ad esso associata che per quanto attiene alla definizione dei carichi ad esso applicabili. Si ritiene doveroso precisare che per ogni approfondimento di merito è opportuno consultare le documentazioni che corredano il software Midas ovvero gli specifici testi di settore che riportano specifiche trattazioni delle argomentazioni teoriche d'interesse.

2.2.4 Midas nx+

Modellatore Geometrico 3D per tutti i software Midas: la qualità e la potenza dei migliori modellatori per la meccanica al servizio dell'ingegneria civile! Crea e gestisce modellazioni geometriche e ad elementi finiti di notevole complessità utilizzando un'interfaccia grafica semplice ed intuitiva. È possibile inoltre gestire tutto il pre-processing del modello FEM; materiali, proprietà, vincoli e carichi verranno inviati direttamente, insieme al modello, ai solutori di Midas Gen, Civil, GTS NX e FEA NX per le varie analisi e verifiche.



2.2.5 Solidworks simulation

SOLIDWORKS Simulation offre un ambiente di test virtuale intuitivo in cui condurre simulazioni statiche lineari, del movimento basato sul tempo e della fatica ad alto numero di cicli. I progettisti e gli ingegneri possono affrontare le sfide della progettazione strutturale più comuni eseguendo uno studio statico, che presupponga una formulazione statica elastica lineare dei materiali elastici e lineari e che tutti i carichi e i vincoli siano statici. Attraverso questi parametri è possibile calcolare sollecitazioni, deformazioni, fattore FOS e spostamenti dei componenti. Lo studio della fatica permette di stimare la durata a fatica ad alto numero di cicli dei componenti soggetti a più carichi variabili in cui il picco di sollecitazione sia inferiore alla sollecitazione di snervamento del materiale. Per prevedere i punti di cedimento e il numero di cicli a rottura, viene utilizzata la teoria del danno cumulativo. Grazie a Trend Tracker e Design Insight Plot, i progettisti possono evidenziare le modifiche progettuali ottimali durante il lavoro. L'analisi del movimento basata sul tempo è uno strumento per lo studio del movimento dinamico e cinematico dei corpi rigidi utilizzato per calcolare velocità, accelerazioni e movimenti di un assieme sottoposto a carichi di esercizio. È inoltre possibile determinare i requisiti di potenza dell'assieme unitamente agli effetti elastici e di smorzamento. Al completamento dell'analisi del movimento, i carichi di collegamento e dei corpi dei componenti possono essere inclusi in un'analisi lineare per un'indagine strutturale completa.



2.2.6 Travilog titanium

Il codice di TRAVILOG è stato sviluppato da Logical Soft s.r.l. in linguaggio Visual Studio 2017 e .Net Framework 4.7 e non può essere modificato o manipolato dall'utente. In allegato alla relazione si accludono alcuni test effettuati al fine di certificare l'affidabilità del codice di calcolo relativamente ad alcuni semplici casi prova, riportando analisi teorica, soluzione fornita da TRAVILOG ed altro codice di calcolo di confronto. Il solutore a elementi finiti utilizzato dal programma è Xfinest 8.5, prodotto da Harpaceas s.r.l. La bontà del solutore è certificata direttamente da CEAS s.r.l., produttore di





XFinest 9.0. Per maggiori dettagli in merito si consiglia di consultare le specifiche relative al solutore di calcolo.

Metodo numerico adottato

Il software esegue l'analisi della struttura tramite **metodo di calcolo agli elementi finiti**, ovvero mediante la costruzione di un modello matematico costituito da un numero definito di elementi discreti, per ognuno dei quali è stata definita analiticamente una relazione tra forze e spostamenti. Da queste relazioni il programma assembla quindi la matrice di rigidezza e calcola la risposta dell'intera struttura.

Caratteristiche del modello

Ogni telaio, realizzato con materiali caratterizzati da comportamento perfettamente elastico, è modellato con 2 tipologie di elemento finito:

- **Tipo asta**, adatto per elementi aventi proprietà riconducibili ad un comportamento unidirezionale.

L'elemento asta è calcolato mediante funzioni di forma cubiche. Le matrici di rigidezza e di massa associate all'elemento sono costituite sulla base della teoria delle travi snelle, tipo Eulero – Bernoulli. Il programma mostra i diagrammi delle azioni interne discretizzando l'elemento in 17 punti di calcolo.

Se l'asta ha proprietà di suolo elastico, il software valuta le azioni interne e le pressioni sul terreno secondo la teoria delle travi su suolo elastico alla Winkler.

L'elemento finito di XFinest, al cui manuale si rimanda per maggiori dettagli, è l'elemento MBEAM.

- **Tipo shell** (elemento finito tipo QF46) per elementi aventi proprietà riconducibili ad un comportamento bidimensionale.

Il tipo di elemento utilizzato può lavorare in regime membranale e flessionale e, grazie alla linearità del sistema, i due effetti possono essere considerati separatamente.

L'elemento finito QF46 utilizzato è isoparametrico, basato sulla teoria dei gusci secondo Mindlin – Reissner.

E' adatto sia per gusci spessi che sottili, non contiene modi spuri, consente di valutare i tagli fuori piano e può degenerare in un triangolo. Tutte le componenti del tensore delle deformazioni sono integrate nel piano medio con ordine di integrazione gaussiana 2 x 2. Per maggiori dettagli si può fare riferimento al manuale di XFinest.

Tipologie di analisi svolte dal software

La scelta del metodo di analisi è effettuata dal progettista a seconda delle prescrizioni previste dalla normativa. Tali prescrizioni dipendono in generale dalla destinazione d'utilizzo della struttura, dalla forma in pianta e dallo sviluppo in altezza della stessa, nonché dalla zona sismica di riferimento. Il software esegue i seguenti metodi di analisi:

- **Analisi statica.** La struttura è soggetta a carichi statici, distribuiti o concentrati, applicati alle aste, ai nodi o agli elementi shell. L'equazione risolvibile in tal caso ha la seguente forma:

$$F = K \cdot x$$

dove:

F è il vettore dei carichi agenti sulla struttura

K è la matrice di rigidezza

x è il vettore di spostamenti e rotazioni (gradi di libertà del sistema).

- **Analisi sismica statica.** Se la struttura possiede le caratteristiche previste dalla normativa, l'azione del sisma può essere modellata con un sistema di forze di piano equivalenti, valutate e assegnate



in funzione della rigidità degli elementi. La precedente diventa pertanto:

$$F + F_s = K \cdot x$$

dove:

F_s è il vettore dei carichi sismici equivalenti agenti sulla struttura, valutati in base alle relative norme di riferimento.

- **Analisi sismica dinamica modale.** In questo caso il programma valuta un comportamento inerziale della struttura, attribuendo un'accelerazione al sistema di riferimento terreno, secondo uno spettro sismico previsto dalla normativa in funzione della classificazione del territorio e altri parametri.

$$M \cdot \ddot{x} + K \cdot x = -M \cdot \ddot{u}$$

dove:

M è la matrice di massa della struttura

K è la matrice di rigidità

u è il vettore delle accelerazioni imposte

Gli effetti dinamici dovuti al comportamento inerziale della struttura e l'effetto dei carichi statici vengono successivamente combinati, secondo opportuni coefficienti stabiliti dalla norma.

Formulazione del metodo

Il software esegue il calcolo ad elementi finiti formulando un'analisi di tipo lineare. In questo caso la matrice di rigidità non varia durante lo sviluppo dell'analisi, considerando l'approssimazione per piccoli spostamenti. Sotto tali ipotesi valgono i seguenti benefici:

- Vale il principio di sovrapposizione degli effetti.
- Non influisce la sequenza di applicazione dei carichi sulla struttura.
- La precedente storia di carico della struttura non ha alcuna influenza, pertanto gli sforzi residui possono essere trascurati.

L'applicazione del principio di sovrapposizione degli effetti permette di considerare indipendentemente le ipotesi di carico elementari, per poi combinarle secondo opportuni coefficienti di partecipazione. In questo modo è possibile calcolare la risposta come una combinazione lineare di carichi elementari, rendendo il processo di analisi estremamente efficiente. Le non linearità trascurate in questo tipo di analisi sono le seguenti:

- Non linearità dovuta a effetti geometrici. Grandi spostamenti e rotazioni possono introdurre significativi cambiamenti di forma e orientamento, variando drasticamente la rigidità totale della struttura.
- Non linearità delle caratteristiche dei materiali, legate al legame costitutivo o a eventuali anisotropie.
- Non linearità delle condizioni di vincolo.
- Non linearità dei carichi. La direzione di applicazione può variare in funzione della deformata della struttura.

Metodo di risoluzione del problema dinamico

La risoluzione del problema dinamico a n gradi di libertà si basa su un **metodo di sovrapposizione modale**. Tale metodo permette di trasformare un sistema di equazioni accoppiate a un sistema di equazioni disaccoppiate, utilizzando le proprietà di ortogonalità di autovalori e autovettori, ovvero i modi di vibrare della struttura. La studio della struttura non necessita dell'estrazione di tutti gli autovalori, ma solo di una



parte significativa di essi, secondo limiti previsti dalle norme. Il metodo utilizzato dal software per l'estrazione degli autovalori è il metodo di *Lanczos*, adatto anche per matrici non simmetriche a termini complessi. Nel calcolo della risposta sismica i contributi derivanti dai singoli modi sono combinati secondo il metodo *CQC*, che consente di tener conto delle singole componenti modali X_k , ottenute da una combinazione quadratica delle componenti X_{kj} secondo opportuni coefficienti.

Metodi di verifica svolti dal software

TRAVILOG è in grado di eseguire analisi di sezioni e di verificare il comportamento delle strutture secondo due metodi principali di verifica:

Stati limite. Le tensioni caratteristiche dei materiali vengono divise per dei coefficienti di sicurezza ottenendo dei valori limite in campo plastico. I carichi di esercizio, accidentali o permanenti vengono incrementati secondo opportuni coefficienti definiti dalla normativa (vedi in seguito). Il programma valuta diverse condizioni di stato limite:

- **Stato limite ultimo.** La normativa prevede in questo caso che la struttura sia soggetta in condizioni straordinarie a carichi che possano causare il collasso della stessa, quali ad esempio l'evento sismico.
- **Stato limite di esercizio.** Anche in questo caso il calcolo della struttura è effettuato incrementando i carichi secondo opportuni coefficienti. A differenza del caso precedente però la struttura è soggetta a carichi in condizioni di esercizio, sotto l'azione dei quali devono prodursi deformazioni controllate, che non impediscano il funzionamento previsto. Esistono tre diverse condizioni di esercizio: **Rara, Frequente, Quasi permanente.**
- **Stato limite di danno.** E' il caso in cui la struttura è soggetta a forze di natura sismica. La verifica al danno è da effettuarsi sugli spostamenti.

La scelta dell'uno o dell'altro metodo dipende dalle prescrizioni previste dalle normative vigenti.

Sistemi di riferimento

Il programma possiede 2 diversi tipi di sistema di riferimento:

Riferimento globale.

Il sistema di riferimento è definito da una terna cartesiana destrorsa, valido per tutti gli elementi della struttura e non dipende dal particolare orientamento di parti di essa.

I vincoli esterni, le reazioni vincolari e gli spostamenti nodali calcolati sono riferiti alla terna globale



La terna di riferimento globale

Riferimento locale.

In questo caso il sistema di riferimento è ancora definito da una terna cartesiana destrorsa, l'orientamento del quale varia elemento per elemento. Le azioni interne sono sempre riferite alla terna locale.



2.3 AZIONI E CARICHI SULLA STRUTTURA

2.3.1 Classificazione delle azioni

Le azioni che investono la struttura sono classificate in relazione alla durata della loro presenza nell'arco della vita di progetto come:

- **permanenti (G):** azioni con sufficiente approssimazione costanti nel tempo, tra le quali:
 - peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno);
 - peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
 - spostamenti e deformazioni imposti, previsti dal progetto e realizzati all'atto della costruzione;
- **variabili (Q):** azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:
 - di lunga durata: agiscono con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;
 - di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;
- **accidentali (A):** per esempio esplosioni o impatto di veicoli.

Alcune azioni come quelle sismiche possono essere considerate sia accidentali che variabili, a seconda della localizzazione del sito.

L'effetto delle azioni viene valutato ai fini delle verifiche con l'approccio semiprobabilistico agli stati limite, secondo diverse combinazioni:

- **Combinazione fondamentale SLU** dei carichi, impiegata per gli stati limite ultimi (nei risultati SLU statica)

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- **Combinazione caratteristica CA rara**, impiegata per gli stati limite di esercizio irreversibili (nei risultati SLE rara)

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- **Combinazione frequente FR**, impiegata per gli stati limite di esercizio reversibili (nei risultati SLE frequente)

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- **Combinazione quasi permanente QP**, impiegata per gli effetti a lungo termine (nei risultati SLE quasi permanente)



$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- **Combinazione sismica**, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (nei risultati SLU sisma)

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

2.3.2 Azioni ambientali e naturali

Si è concordato con il committente che le prestazioni attese nei confronti delle azioni sismiche siano verificate agli stati limite, sia di esercizio che ultimi individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

- Gli stati limite di esercizio sono:
 - Stato Limite di Operatività (S.L.O.)
 - Stato Limite di Danno (S.L.D.)
- Gli stati limite ultimi sono:
 - Stato Limite di salvaguardia della Vita (S.L.V.)
 - Stato Limite di prevenzione del Collasso (S.L.C.)



LIFEEL - LIFE19NAT/IT/000851

MISURE URGENTI NEL MEDITERRANEO ORIENTALE PER LA CONSERVAZIONE
A LUNGO TERMINE DELL'ANGUILLA EUROPEA (ANGUILLA ANGUILLA)



ACTION A3: PROGETTAZIONE DI PASSAGGI PER ANGUILLE PER RIAPRIRE OLTRE
1.000 KM DI HABITAT PER LA MIGRAZIONE DELLE CECHE VERSO MONTE

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella:

| Stati Limite PVR : | | Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR |
|---------------------------|-----|--|
| Stati limite di esercizio | SLO | 81% |
| | SLD | 63% |
| Stati limite ultimi | SLV | 10% |
| | SLC | 5% |

Per la definizione delle forme spettrali (spettri elastici e spettri di progetto), in conformità ai dettami del D.M. 17/01/2018 § 3.2.3. sono stati definiti i seguenti termini:

- Vita Nominale del fabbricato;
- Classe d'Uso del fabbricato;
- Categoria del Suolo;
- Coefficiente Topografico;
- Latitudine e Longitudine del sito oggetto di edificazione.

Si è inoltre concordato che le verifiche delle prestazioni saranno effettuate per le azioni derivanti dalla neve, dal vento e dalla temperatura secondo quanto previsto dal cap. 3 del D.M. 17/01/18 e dlla Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019 n. 7 per un periodo di ritorno coerente alla classe della struttura ed alla sua vita utile.

**2.3.3 Destinazione d'uso e sovraccarichi per le azioni antropiche**

Per la determinazione dell'entità e della distribuzione spaziale e temporale dei sovraccarichi variabili si farà riferimento alla tabella del D.M. 17/01/2018 in funzione della destinazione d'uso.

I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti q_k [kN/m²]
- carichi verticali concentrati Q_k [kN]
- carichi orizzontali lineari H_k [kN/m]

Tabella 3.1.II – Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici

| Categ. | Ambienti | q _k [kN/m ²] | 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, 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 atri 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, ballatoi | Secondo categoria d’uso servita, con le seguenti limitazioni | | |
| | | ≥4,00 | ≥4,00 | ≥2,00 |
| 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, 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 iponti) | | | |
| | 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 | da valutarsi caso per caso e comunque non minori di | | |
| | | 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 categoria 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

I valori nominali e/o caratteristici q_k , Q_k ed H_k di riferimento sono riportati nella Tab. 3.1.II. delle N.T.C. 2018. In presenza di carichi verticali concentrati Q_k essi sono stati applicati su impronte di carico appropriate all'utilizzo ed alla forma dello orizzontamento.

2.3.4 Azione della neve

Il carico provocato dalla neve sulle coperture, ove presente, è stato valutato mediante la seguente espressione di normativa:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t \quad (\text{Cfr. §3.3.7})$$

in cui si ha:

q_s = carico neve sulla copertura;

μ_i = coefficiente di forma della copertura, fornito al (Cfr. § 3.4.5);

q_{sk} = valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m^2], fornito al (Cfr. § 3.4.2) delle N.T.C. 2018 per un periodo di ritorno di 50 anni;

C_E = coefficiente di esposizione di cui al (Cfr. § 3.4.3);

C_t = coefficiente termico di cui al (Cfr. § 3.4.4).



LIFEEL - LIFE19NAT/IT/000851

MISURE URGENTI NEL MEDITERRANEO ORIENTALE PER LA CONSERVAZIONE
A LUNGO TERMINE DELL'ANGUILLA EUROPEA (*ANGUILLA ANGUILLA*)



ACTION A3: PROGETTAZIONE DI PASSAGGI PER ANGUILLE PER RIAPRIRE OLTRE
1.000 KM DI HABITAT PER LA MIGRAZIONE DELLE CECHE VERSO MONTE

Pressione cinetica di riferimento Coefficiente di forma Effetti locali

Dati del edificio

Comune (FE)

Altitudine sul mare m as < 200 m

Zona neve ⓘ

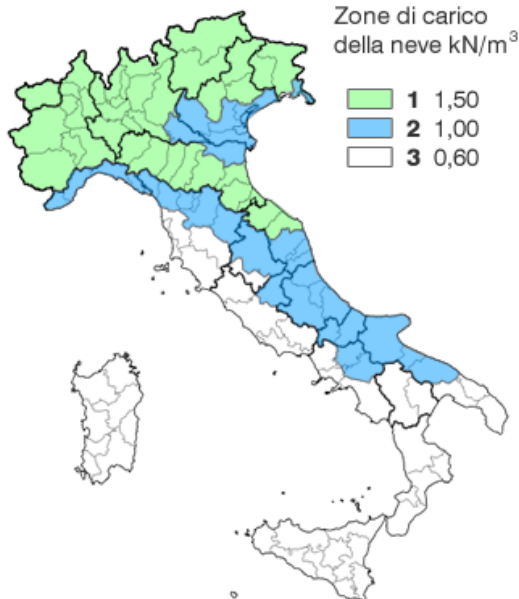
qsk = kN/m²

Tr = anni

v =

Coefficiente di esposizione

Topografia ⓘ



☐ Valori personalizzati

qsk = kN/m² μi = ⓘ Ce = ⓘ Ct = ⓘ qs = kN/m²

Indietro

Avanti

Salva e chiudi

Salva come carico



2.3.5 Azione sismica

Ai fini delle N.T.C. 2018 l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y, da considerare tra di loro indipendenti.

Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- accelerogramma.

l'azione in superficie è stata assunta come agente su tali piani.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta

In allegato alle N.T.C. 2018, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori dei precedenti parametri di pericolosità sismica necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

Riepilogo parametri sismici

| | |
|--|-----------|
| Vita Nominale | 50 |
| Classe d'Uso | 1 |
| Categoria del Suolo | C |
| Categoria Topografica | 1 |
| Latitudine del sito oggetto di edificazione | 44,816832 |
| Longitudine del sito oggetto di edificazione | 11,856114 |



Ricerca del sito

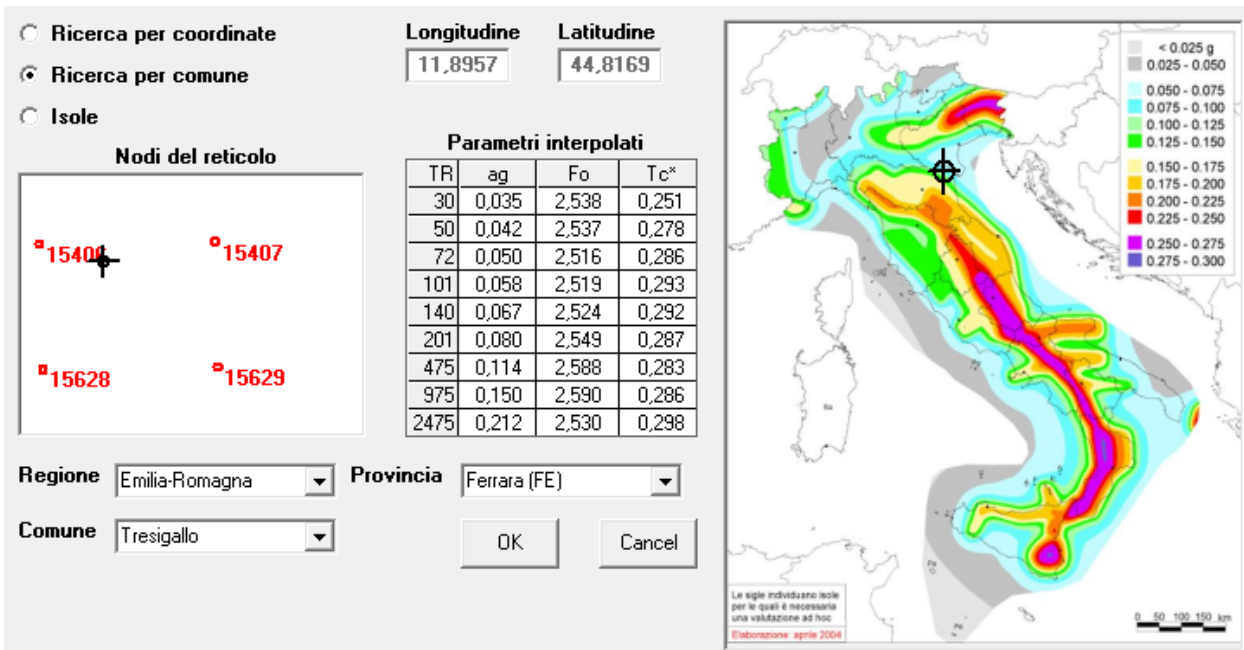


Figura 1: Estratto SIMQKE

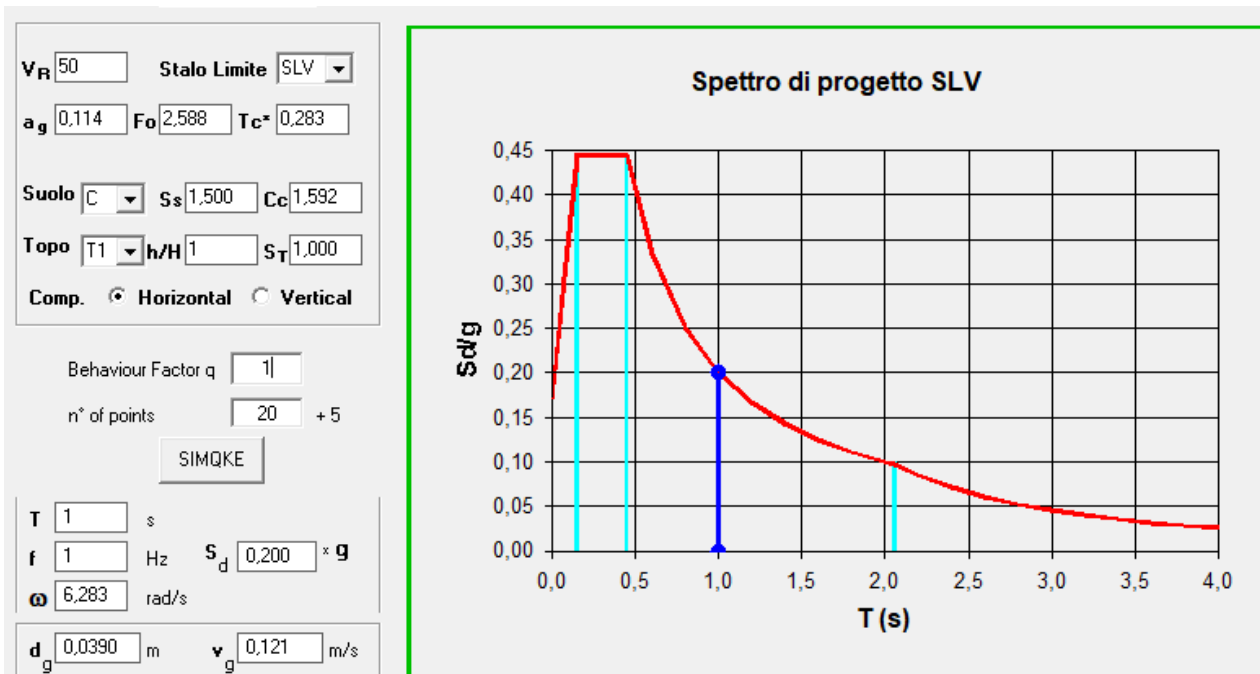


Figura 2: Estratto SIMQKE



2.3.6 Combinazioni delle azioni sulla costruzione

Le azioni definite come al § 2.5.1 delle N.T.C. 2018 sono state combinate in accordo a quanto definito al § 2.5.3. applicando i coefficienti di combinazione come di seguito definiti:

| Categoria/Azione variabile | ψ_{0i} | ψ_{1i} | ψ_{2i} |
|---|-------------|-------------|-------------|
| Categoria A Ambienti ad uso residenziale | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| Categoria B Uffici | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| Categoria D Ambienti ad uso commerciale | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale | 1,0 | 0,9 | 0,8 |
| Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN) | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN) | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| Categoria H Coperture | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Vento | 0,6 | 0,2 | 0,0 |
| Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.) | 0,5 | 0,2 | 0,0 |
| Neve (a quota > 1000 m s.l.m.) | 0,7 | 0,5 | 0,2 |
| Variazioni termiche | 0,6 | 0,5 | 0,0 |

Tabella 2.5.1 – Valori dei coefficienti di combinazione

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} utilizzati nelle calcolazioni sono dati nelle N.T.C. 2018 in § 2.6.1, Tab. 2.6.1.



3 RISULTATI

3.1 EDIFICIO DI MONITORAGGIO PRESSO IL SOSTEGNO DI VALPAGLIARO

3.1.1 Localizzazione dell'intervento

L'intervento è situato nel comune di Tresignana (FE).

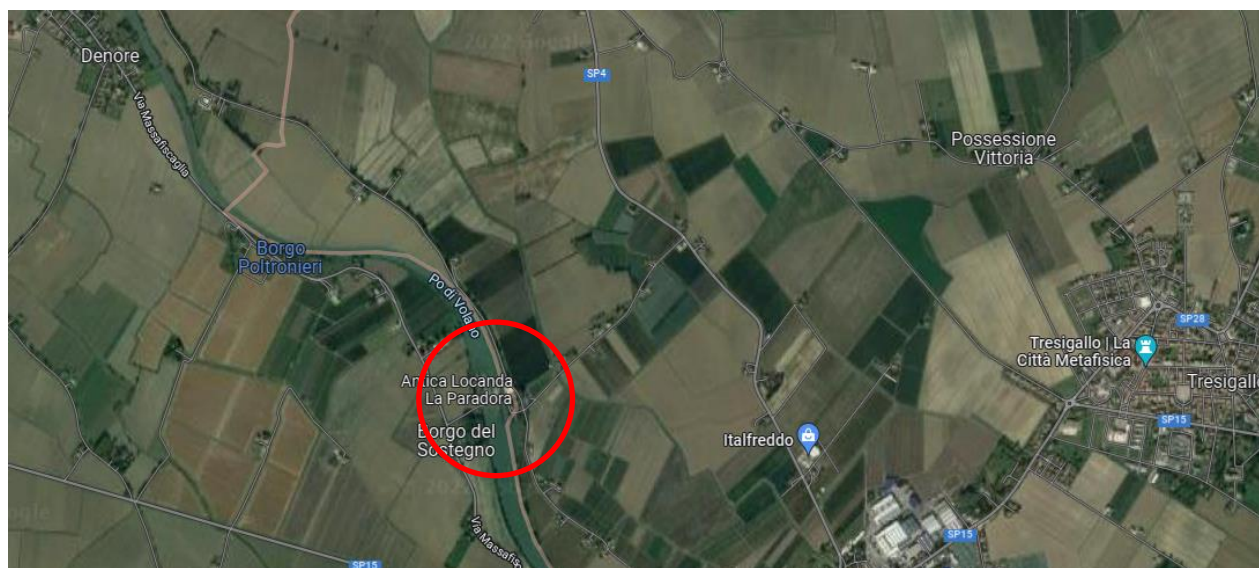


Figura 3: Localizzazione dell'area d'intervento

Dati geografici:

| | |
|-------------------------|----------------------------|
| Altitudine: | 8 m s.l.m. |
| Coordinate Geografiche: | 45,817416° N, 11,856330° E |

Classificazione sismica:

In basso è riportata la zona sismica per il territorio di Tresignana, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Lombardia dell'11 luglio 2014 n.2129 entrata in vigore il 10 aprile 2016.

| | |
|---------------|--|
| Zona sismica: | 3: Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti. |
| AgMax | 0,114 (Accelerazione massima presente all'interno del territorio comunale) |





3.1.2 Descrizione generale delle strutture

Oggetto della presente relazione è una cabina di arrivo pr il sistema di passaggio delle anguille. Si tratta di un edificio realizzato con struttura portante in c.a., di dimensioni in pianta pari a 3m x 3m ed altezza di interpiano 2,70 m, costituita da:

- platea di fondazione spessore 30 cm;
- pilastri 25 cm x 25 cm;
- solaio di copertura spessore 20 cm.

3.1.3 Modello di calcolo

Il modello è stato costruito creando i nodi e gli elementi *beam* tra essi nello spazio tridimensionale, applicando in seguito gli opportuni gradi di vincolo o svincolo ai nodi e i carichi su aste e nodi. In generale tutti gli elementi *beam* con funzione di controventi sono incernierati, il resto della struttura è incernierata o incastrata a seconda della funzione del singolo nodo. Ad ogni elemento *beam* è stata associata un a sezione ed un materiale.

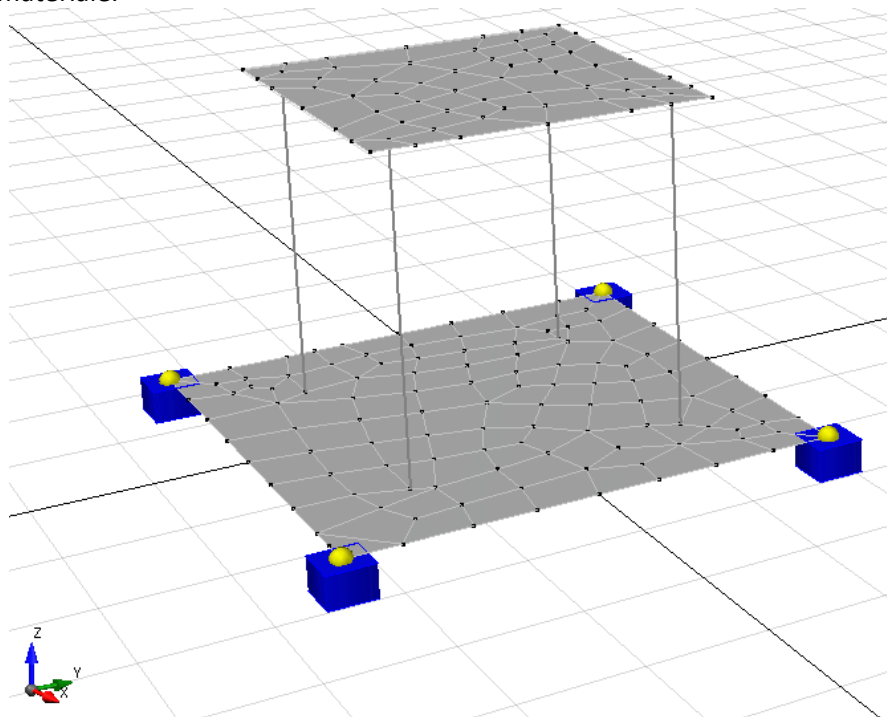


Figura 4: Modello di calcolo con schematizzazione della mesh e dei vincoli

3.1.4 Assegnazione dei carichi

I carichi, applicati sugli elementi shell, sono i seguenti:

- Carico uniformemente distribuito sulla platea di fondazione (peso del tamponamento in mattoni + destinazione d'uso) = 6 kN/mq;
- Carico uniformemente distribuito sul solaio di copertura (carico dato dalla neve) = 1,20 kN/mq.

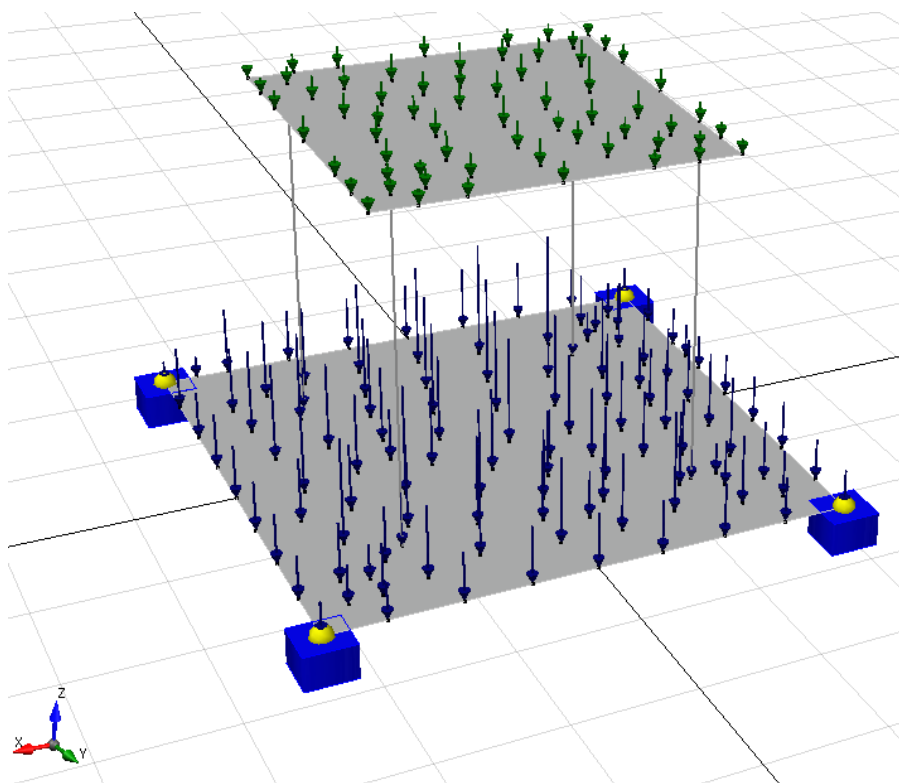


Figura 5: Applicazione dei carichi sugli elementi shell



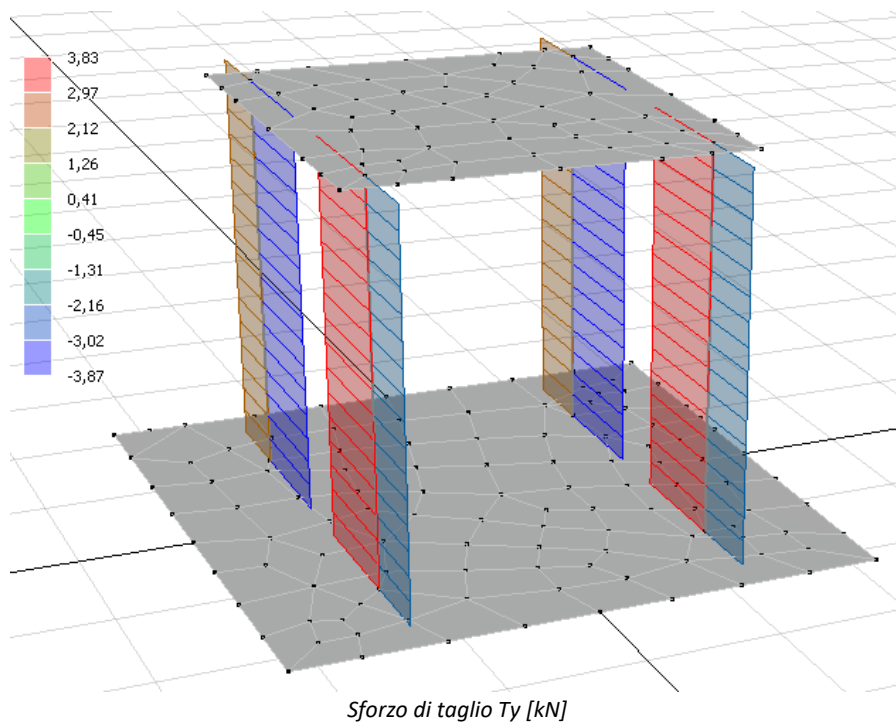
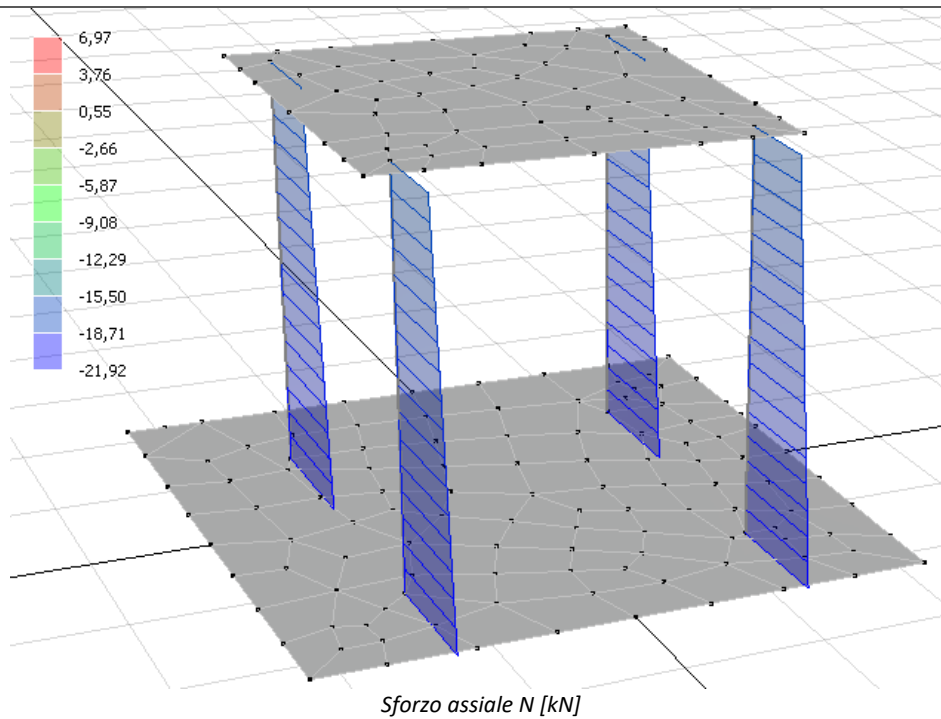
3.1.5 Casi di carico

Le condizioni sono state poi combinate nei casi di carico della tabella seguente, per le verifiche.
A seguire l'elenco dei casi di carico elaborati con indicazione delle condizioni di carico considerate, del coefficiente moltiplicativo e del tipo di somma delle sollecitazioni (somma semplice, somma doppia o somma quadratica).

| No | Name | Active | Type | Description |
|----|-------------|--------|----------|--|
| 1 | gLCB1 | Active | Add | $1.3D + 1.5(1.0ST)$ |
| 2 | gLCB2 | Active | Add | $1.0D + 1.0(0.3ST) + 1.0(1.0(1.00)Sx + 0.3(1.00)Sy)$ |
| 3 | gLCB3 | Active | Add | $1.0D + 1.0(0.3ST) + 1.0(1.0(1.00)Sx - 0.3(1.00)Sy)$ |
| 4 | gLCB4 | Active | Add | $1.0D + 1.0(0.3ST) + 1.0(1.0(1.00)Sy + 0.3(1.00)Sx)$ |
| 5 | gLCB5 | Active | Add | $1.0D + 1.0(0.3ST) + 1.0(1.0(1.00)Sy - 0.3(1.00)Sx)$ |
| 6 | gLCB6 | Active | Add | $1.0D + 1.0(0.3ST) - 1.0(1.0(1.00)Sx + 0.3(1.00)Sy)$ |
| 7 | gLCB7 | Active | Add | $1.0D + 1.0(0.3ST) - 1.0(1.0(1.00)Sx - 0.3(1.00)Sy)$ |
| 8 | gLCB8 | Active | Add | $1.0D + 1.0(0.3ST) - 1.0(1.0(1.00)Sy + 0.3(1.00)Sx)$ |
| 9 | gLCB9 | Active | Add | $1.0D + 1.0(0.3ST) - 1.0(1.0(1.00)Sy - 0.3(1.00)Sx)$ |
| 10 | gLCB10 | Active | Add | $1.0D + (1.0ST)$ |
| 11 | gLCB11 | Active | Add | $1.0D + (0.5ST)$ |
| 12 | gLCB12 | Active | Add | $1.0D + (0.3ST)$ |
| 13 | STL ENV_STR | Active | Envelope | Steel Strength Envelope |
| 14 | STL ENV_SER | Active | Envelope | Steel Serviceability Envelope |



3.1.6 Analisi sollecitazioni



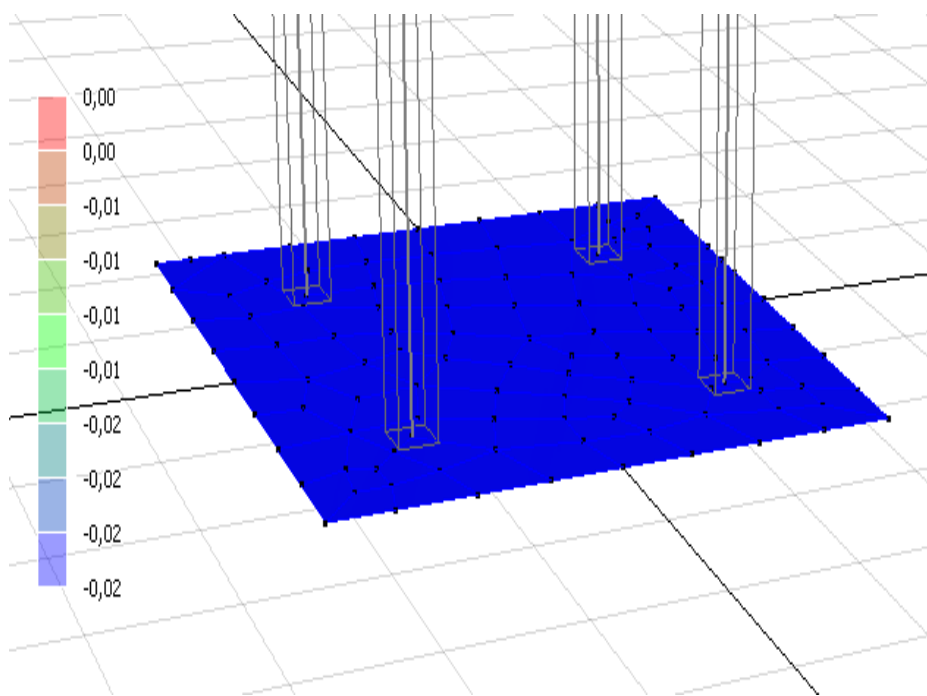
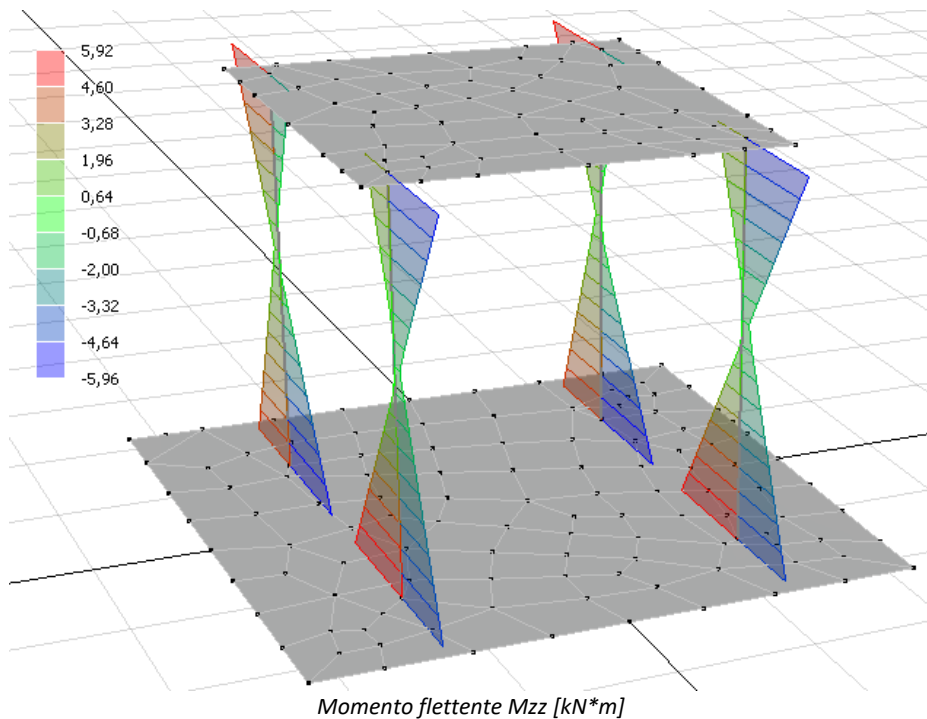


Figura 6: Diagramma delle pressioni - platea di fondazione

3.1.7 Verifica deformazioni

La verifica della deformazione è stata effettuata con la combinazione di carico SLE RARA.

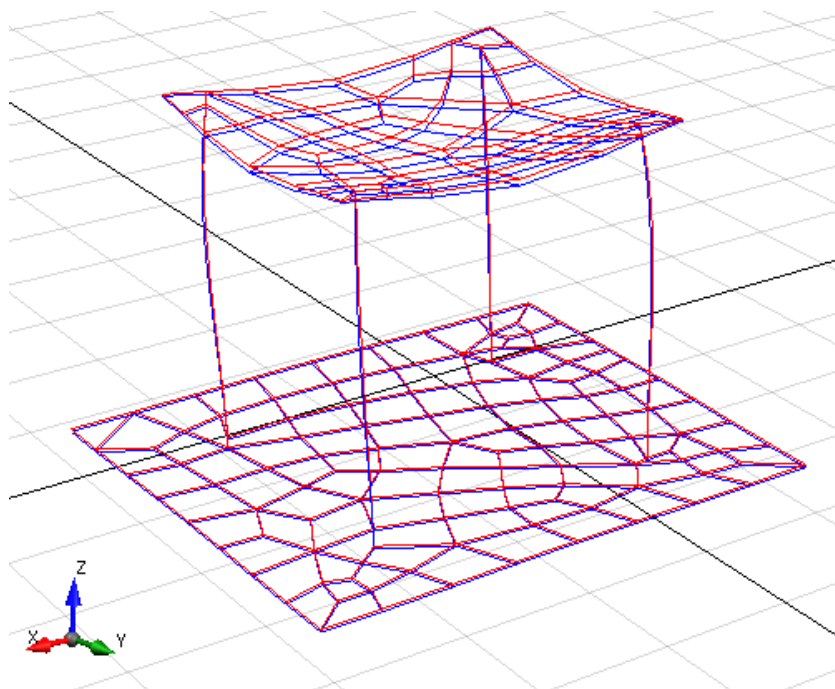


Figura 7: Deformata (combinazione SLE rara)

I valori delle deformazioni sono accettabili in relazione alla destinazione d'uso.

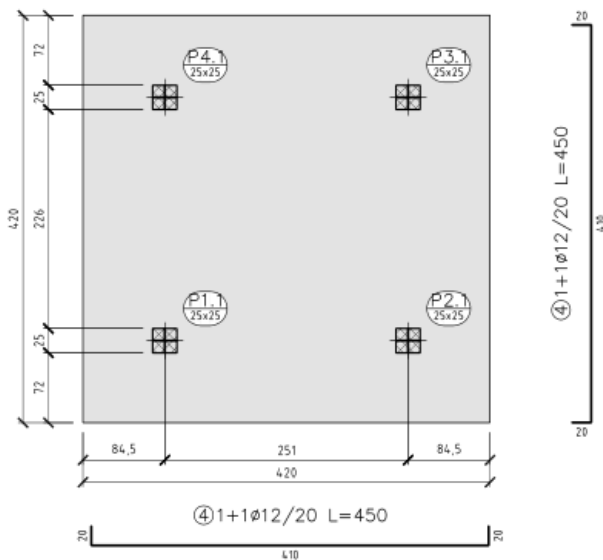


Figura 8: Armatura platea di Fondazione

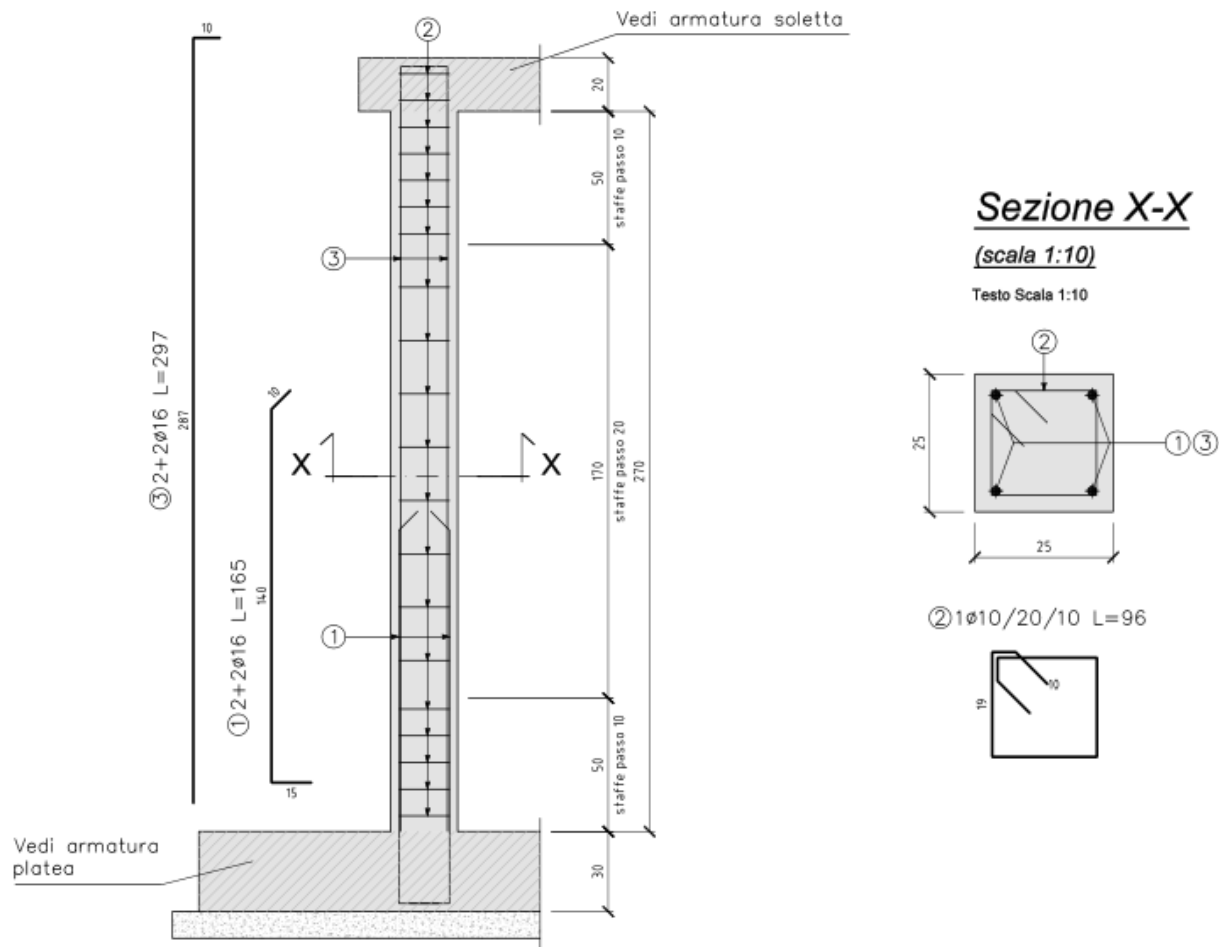


Figura 9: Armatura dei pilastri



LIFEEL - LIFE19NAT/IT/000851

MISURE URGENTI NEL MEDITERRANEO ORIENTALE PER LA CONSERVAZIONE
A LUNGO TERMINE DELL'ANGUILLA EUROPEA (*ANGUILLA ANGUILLA*)



ACTION A3: PROGETTAZIONE DI PASSAGGI PER ANGUILLE PER RIAPRIRE OLTRE
1.000 KM DI HABITAT PER LA MIGRAZIONE DELLE CECHE VERSO MONTE

3.2 PASSAGGIO PER PESCI A TIENI

3.2.1 Localizzazione dell'intervento

L'intervento è situato nel comune di Fiscaglia (FE).

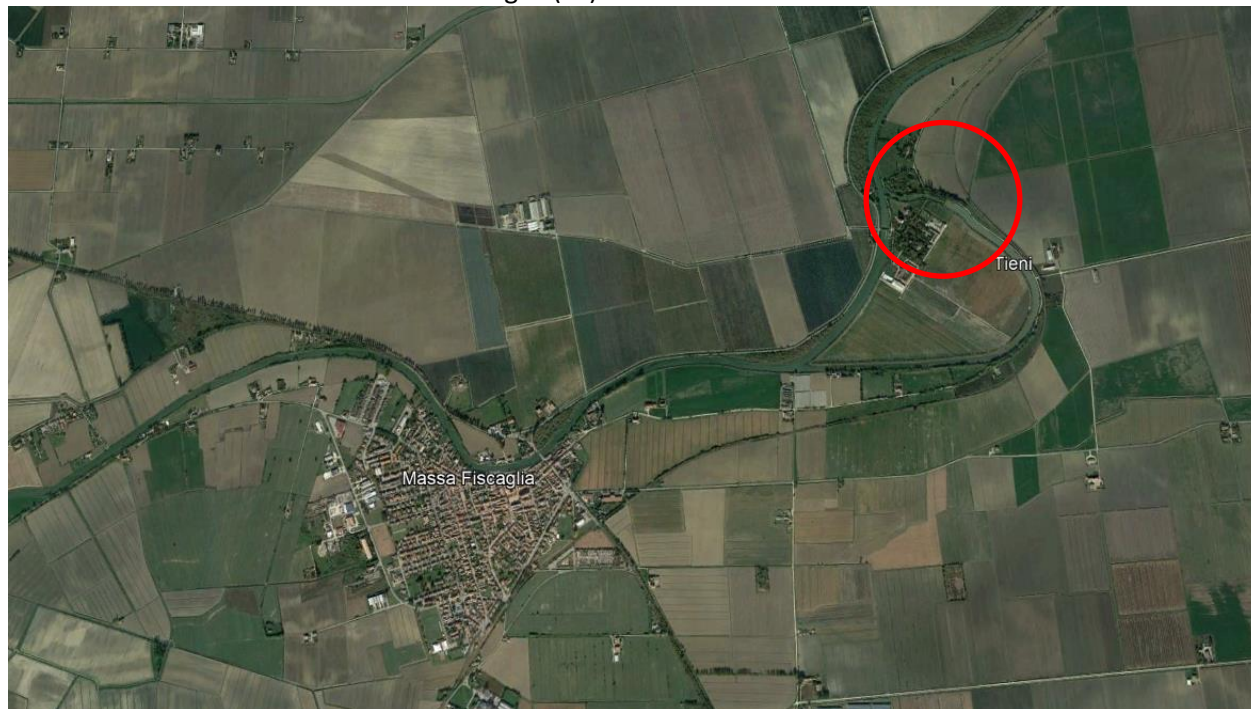


Figura 10: Localizzazione dell'area d'intervento

Dati geografici:

| | |
|-------------------------|----------------------------|
| Altitudine: | 3 m s.l.m. |
| Coordinate Geografiche: | 44,822400° N, 12,039700° E |

Classificazione sismica:

In basso è riportata la zona sismica per il territorio di Fiscaglia, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Lombardia dell'11 luglio 2014 n.2129 entrata in vigore il 10 aprile 2016.

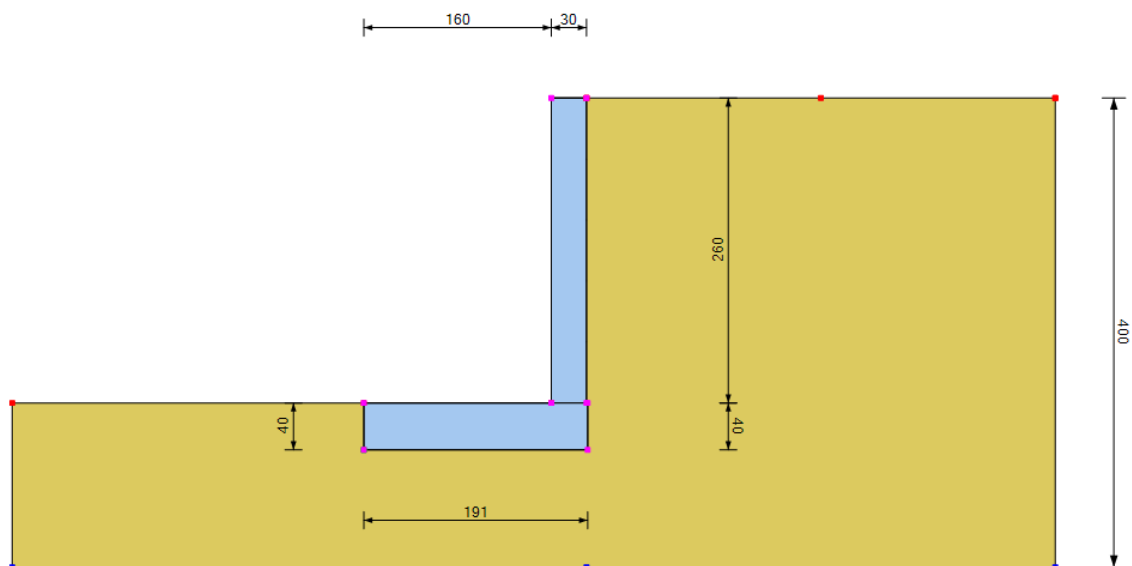
| | |
|---------------|--|
| Zona sismica: | 3: Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti. |
| AgMax | 0,114 (Accelerazione massima presente all'interno del territorio comunale) |





3.2.2 Dati generali muro

| | |
|-----------------------------------|----------|
| Altezza muro | 260,0 cm |
| Spessore testa muro | 30,0 cm |
| Risega muro lato valle | 0,0 cm |
| Risega muro lato monte | 0,0 cm |
| Sporgenza mensola a valle | 160,0 cm |
| Sporgenza mensola a monte | 1,0 cm |
| Svaso mensola a valle | 0,0 cm |
| Altezza estremità mensola a valle | 40,0 cm |
| Altezza estremità mensola a monte | 40,0 cm |



**Coefficienti sismici [N.T.C.]****Dati generali**

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
Classe d'uso: Classe II
Vita nominale: 50,0 [anni]
Vita di riferimento: 50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: C
Categoria topografica: T1

| S.L. Stato limite | TR Tempo ritorno [anni] | ag [m/s ²] | F0 [-] | TC* [sec] |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------|--------------|
| S.L.O. | 30,0 | 0,343 | 2,529 | 0,251 |
| S.L.D. | 50,0 | 0,412 | 2,543 | 0,279 |
| S.L.V. | 475,0 | 1,03 | 2,582 | 0,294 |
| S.L.C. | 975,0 | 1,324 | 2,602 | 0,295 |

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Classe II

| S.L. Stato limite | amax [m/s ²] | beta [-] | kh [-] | kv [sec] |
|----------------------|-----------------------------|-------------|-----------|-------------|
| S.L.O. | 0,5145 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| S.L.D. | 0,618 | 0,47 | 0,0296 | 0,0148 |
| S.L.V. | 1,545 | 0,38 | 0,0599 | 0,0299 |
| S.L.C. | 1,9717 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

Stratigrafia

| Ns | Spessore strato (cm) | Inclinazio ne dello strato. (°) | Peso unità di volume (KN/m ³) | Angolo di resistenza a taglio (°) | Coesione (kPa) | Angolo di attrito terra muro (°) | Presenza di falda (Si/No) | Litologia | Descrizion e | |
|----|----------------------------|--|---|--|-------------------|---|---------------------------------|-----------|---|--|
| 1 | 400 | 0 | 19.61 | 20 | 3.92 | 13 | No | | Argilla o argilla limosa media | |



3.2.3 Fattori di combinazione

A1+M1+R1

| Nr. | Azioni | Fattore combinazione |
|-----|----------------------|----------------------|
| 1 | Peso muro | 1.00 |
| 2 | Spinta terreno | 1.30 |
| 3 | Peso terreno mensola | 1.30 |
| 4 | Spinta falda | 1.00 |
| 5 | Spinta sismica in x | 1.00 |
| 6 | Spinta sismica in y | 1.00 |

| Nr. | Parametro | Coefficienti parziali |
|-----|-----------------------------|-----------------------|
| 1 | Tangente angolo res. taglio | 1 |
| 2 | Coesione efficace | 1 |
| 3 | Resistenza non drenata | 1 |
| 4 | Peso unità volume | 1 |

| Nr. | Verifica | Coefficienti resistenze |
|-----|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | Carico limite | 1 |
| 2 | Scorrimento | 1 |
| 3 | Partecipazione spinta passiva | 1 |
| | Ribaltamento | 1 |

A2+M2+R2

| Nr. | Azioni | Fattore combinazione |
|-----|----------------------|----------------------|
| 1 | Peso muro | 1.00 |
| 2 | Spinta terreno | 1.00 |
| 3 | Peso terreno mensola | 1.00 |
| 4 | Spinta falda | 1.00 |
| 5 | Spinta sismica in x | 1.00 |
| 6 | Spinta sismica in y | 1.00 |

| Nr. | Parametro | Coefficienti parziali |
|-----|-----------------------------|-----------------------|
| 1 | Tangente angolo res. taglio | 1.25 |
| 2 | Coesione efficace | 1.25 |
| 3 | Resistenza non drenata | 1.4 |
| 4 | Peso unità volume | 1 |

| Nr. | Verifica | Coefficienti resistenze |
|-----|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | Carico limite | 1 |
| 2 | Scorrimento | 1 |
| 3 | Partecipazione spinta passiva | 1 |
| | Ribaltamento | 1 |



EQU+M2

| Nr. | Azioni | Fattore combinazione |
|-----|----------------------|----------------------|
| 1 | Peso muro | 0.90 |
| 2 | Spinta terreno | 1.10 |
| 3 | Peso terreno mensola | 1.00 |
| 4 | Spinta falda | 1.00 |
| 5 | Spinta sismica in x | 1.00 |
| 6 | Spinta sismica in y | 0.00 |

| Nr. | Parametro | Coefficienti parziali |
|-----|-----------------------------|-----------------------|
| 1 | Tangente angolo res. taglio | 1.25 |
| 2 | Coesione efficace | 1.25 |
| 3 | Resistenza non drenata | 1.4 |
| 4 | Peso unità volume | 1 |

| Nr. | Verifica | Coefficienti resistenze |
|-----|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | Carico limite | 1 |
| 2 | Scorrimento | 1 |
| 3 | Partecipazione spinta passiva | 1 |
| | Ribaltamento | 1 |

A1+M1+R1 [STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0.0599
Coefficiente sismico verticale Kv 0.0299

3.2.4 Calcolo spinte

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
Qf Quota finale strato (cm);
G Peso unità di volume (KN/m³);
Eps Inclinazione dello strato. (°);
Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta Angolo attrito terra muro;
c Coesione (kPa);
β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

| Qi | Qf | G | Eps | Fi | Delta | c | β | Note |
|-------|-------|-------|-----|------|-------|------|-----|------|
| 300,0 | 248,0 | 19,61 | 0,0 | 20,0 | 13,3 | 3,92 | 0,0 | |
| 248,0 | 196,0 | 19,61 | 0,0 | 20,0 | 13,3 | 3,92 | 0,0 | |
| 196,0 | 144,0 | 19,61 | 0,0 | 20,0 | 13,3 | 3,92 | 0,0 | |
| 144,0 | 92,0 | 19,61 | 0,0 | 20,0 | 13,3 | 3,92 | 0,0 | |
| 92,0 | 40,0 | 19,61 | 0,0 | 20,0 | 13,3 | 3,92 | 0,0 | |



**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

| | |
|----------|---|
| μ | Angolo di direzione della spinta. |
| Ka | Coefficiente di spinta attiva. |
| Kd | Coefficiente di spinta dinamica. |
| Dk | Coefficiente di incremento dinamico. |
| Kax, Kay | Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva. |
| Dkx, Dky | Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico. |

| μ | Ka | Kd | Dk | Kax | Kay | Dkx | Dky |
|-------|------|------|------|------|-----|------|------|
| 13,3 | 0,44 | 0,49 | 0,07 | 0,43 | 0,1 | 0,06 | 0,02 |
| 13,3 | 0,44 | 0,49 | 0,07 | 0,43 | 0,1 | 0,06 | 0,02 |
| 13,3 | 0,44 | 0,49 | 0,07 | 0,43 | 0,1 | 0,06 | 0,02 |
| 13,3 | 0,44 | 0,49 | 0,07 | 0,43 | 0,1 | 0,06 | 0,02 |
| 13,3 | 0,44 | 0,49 | 0,07 | 0,43 | 0,1 | 0,06 | 0,02 |

Spinte risultanti e punto di applicazione

| | |
|----------|--|
| Qi | Quota iniziale strato (cm) |
| Qf | Quota finale strato (cm) |
| Rpx, Rpy | Componenti della spinta nella zona j-esima (kN); |
| Z(Rpx) | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |
| Z(Rpy) | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |

| | Qi | Qf | Rpx | Rpy | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|-------|-------|-------|------|--------|--------|
| 1 | 300,0 | 248,0 | 0,17 | 0,04 | 265,33 | 265,33 |
| 2 | 248,0 | 196,0 | 1,54 | 0,31 | 213,36 | 213,87 |
| 3 | 196,0 | 144,0 | 4,78 | 0,91 | 167,03 | 167,09 |
| 4 | 144,0 | 92,0 | 8,05 | 1,53 | 116,24 | 116,26 |
| 5 | 92,0 | 40,0 | 11,33 | 2,14 | 64,75 | 64,76 |

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)

| | |
|--------|--------------------------------------|
| Py | Peso del muro (kN); |
| Px | Forza inerziale (kN); |
| Xp, Yp | Coordinate baricentro dei pesi (cm); |

| Quota | Px | Py | Xp | Yp |
|-------|------|------|-------|-------|
| 248,0 | 0,23 | 3,9 | 175,0 | 274,0 |
| 196,0 | 0,47 | 7,8 | 175,0 | 248,0 |
| 144,0 | 0,7 | 11,7 | 175,0 | 222,0 |
| 92,0 | 0,93 | 15,6 | 175,0 | 196,0 |
| 40,0 | 1,17 | 19,5 | 175,0 | 170,0 |

**Sollecitazioni sul muro**

| | |
|-------|--|
| Quota | Origine ordinata minima del muro (cm). |
| Fx | Forza in direzione x (kN); |
| Fy | Forza in direzione y (kN); |
| M | Momento (kNm); |
| H | Altezza sezione di calcolo (cm); |

| Quota | Fx | Fy | M | H |
|-------|-------|-------|-------|------|
| 248,0 | 0,4 | 3,94 | 0,08 | 30,0 |
| 196,0 | 2,18 | 8,15 | 0,58 | 30,0 |
| 144,0 | 7,19 | 12,96 | 2,73 | 30,0 |
| 92,0 | 15,47 | 18,39 | 8,25 | 30,0 |
| 40,0 | 27,04 | 24,43 | 18,84 | 30,0 |

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

| | |
|---------|--|
| Afv | Area dei ferri lato valle. |
| Afm | Area dei ferri lato monte. |
| Nu | Sforzo normale ultimo (kN); |
| Mu | Momento flettente ultimo (kNm); |
| Vrd | Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN); |
| Vwd | Resistenza a taglio piegati (kN); |
| Sic. VT | $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$ |
| Vsdu | Taglio di calcolo (kN); |

| Afv | Afm | Nu | Mu | Ver. | Vrd | Vwd | Sic. VT |
|---------------|---------------|-------|--------|------|--------|-----|---------|
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 3,91 | 182,33 | S | 145,68 | 0,0 | 354,86 |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 8,15 | 182,83 | S | 146,26 | 0,0 | 65,92 |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 13,19 | 183,43 | S | 146,92 | 0,0 | 20,05 |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 18,72 | 184,08 | S | 147,67 | 0,0 | 9,36 |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 24,74 | 184,8 | S | 148,5 | 0,0 | 5,39 |

VERIFICHE GLOBALIPiano di rottura passante per $(xr1, yr1) = (191,0/0,0)$ Piano di rottura passante per $(xr2, yr2) = (191,0/300,0)$ Centro di rotazione $(xro, yro) = (0,0/0,0)$ **Discretizzazione terreno**

| | |
|-----|--|
| Qi | Quota iniziale strato (cm); |
| Qf | Quota finale strato (cm); |
| G | Peso unità di volume (KN/m ³); |
| Eps | Inclinazione dello strato. (°); |
| Fi | Angolo di resistenza a taglio (°); |





Delta Angolo attrito terra muro;
c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte ($^{\circ}$);
Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

| Qi | Qf | G | Eps | Fi | Delta | c | β | Note |
|-------|-------|-------|-----|------|-------|------|---------|------|
| 300,0 | 248,0 | 19,61 | 0,0 | 20,0 | 20,0 | 3,92 | 0,0 | |
| 248,0 | 196,0 | 19,61 | 0,0 | 20,0 | 20,0 | 3,92 | 0,0 | |
| 196,0 | 144,0 | 19,61 | 0,0 | 20,0 | 20,0 | 3,92 | 0,0 | |
| 144,0 | 92,0 | 19,61 | 0,0 | 20,0 | 20,0 | 3,92 | 0,0 | |
| 92,0 | 40,0 | 19,61 | 0,0 | 20,0 | 20,0 | 3,92 | 0,0 | |
| 40,0 | 0,0 | 19,61 | 0,0 | 20,0 | 13,3 | 3,92 | 0,0 | |

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
Ka Coefficiente di spinta attiva.
Kd Coefficiente di spinta dinamica.
Dk Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

| μ | Ka | Kd | Dk | Kax | Kay | Dkx | Dky |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| 20,0 | 0,43 | 0,48 | 0,07 | 0,4 | 0,15 | 0,06 | 0,02 |
| 20,0 | 0,43 | 0,48 | 0,07 | 0,4 | 0,15 | 0,06 | 0,02 |
| 20,0 | 0,43 | 0,48 | 0,07 | 0,4 | 0,15 | 0,06 | 0,02 |
| 20,0 | 0,43 | 0,48 | 0,07 | 0,4 | 0,15 | 0,06 | 0,02 |
| 20,0 | 0,43 | 0,48 | 0,07 | 0,4 | 0,15 | 0,06 | 0,02 |
| 13,3 | 0,44 | 0,49 | 0,07 | 0,43 | 0,1 | 0,06 | 0,02 |

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)
Qf Quota finale strato (cm)
Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

| | Qi | Qf | Rpx | Rpy | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|-------|-------|-------|------|--------|--------|
| 1 | 300,0 | 248,0 | 0,17 | 0,06 | 265,33 | 265,33 |
| 2 | 248,0 | 196,0 | 1,45 | 0,45 | 213,39 | 213,93 |
| 3 | 196,0 | 144,0 | 4,51 | 1,33 | 167,02 | 167,08 |
| 4 | 144,0 | 92,0 | 7,61 | 2,23 | 116,23 | 116,26 |
| 5 | 92,0 | 40,0 | 10,72 | 3,13 | 64,74 | 64,76 |
| 6 | 40,0 | 0,0 | 10,29 | 3,16 | 19,37 | 19,62 |



SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

| | |
|-------|--|
| Qi | Quota iniziale strato (cm); |
| Qf | Quota finale strato (cm); |
| G | Peso unità di volume (KN/m ³); |
| Eps | Inclinazione dello strato. (°); |
| Fi | Angolo di resistenza a taglio (°); |
| Delta | Angolo attrito terra muro; |
| c | Coesione (kPa); |
| β | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |
| Note | Nelle note viene riportata la presenza della falda |

| Qi | Qf | G | Eps | Fi | Delta | c | β | Note |
|------|-----|-------|-------|------|-------|------|-------|------|
| 40,0 | 0,0 | 19,61 | 180,0 | 20,0 | 13,3 | 3,92 | 180,0 | |

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

| | |
|----------|--|
| μ | Angolo di direzione della spinta. |
| Kp | Coefficiente di resistenza passiva. |
| Kpx, Kpy | Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva. |

| μ | Kp | Kpx | Kpy |
|-------|------|-------|-------|
| 193,3 | 2,04 | -1,98 | -0,47 |

Spinte risultanti e punto di applicazione

| | |
|----------|--|
| Qi | Quota iniziale strato (cm) |
| Qf | Quota finale strato (cm) |
| Rpx, Rpy | Componenti della spinta nella zona j-esima (kN); |
| Z(Rpx) | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |
| Z(Rpy) | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |

| | Qi | Qf | Rpx | Rpy | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|------|-----|-------|-------|--------|--------|
| 1 | 40,0 | 0,0 | -7,47 | -0,07 | 17,22 | 3,99 |



Sollecitazioni totali

| Fx | Forza in direzione x (kN); | | |
|-------------------|----------------------------|--------------|---------------|
| Fy | Forza in direzione y (kN); | | |
| M | Momento (kNm); | | |
| | Fx | Fy | M |
| Spinta terreno | 34,75 | 10,36 | 9,06 |
| Peso muro | 1,17 | 19,5 | -32,14 |
| Peso fondazione | 1,14 | 19,1 | -18,01 |
| Sovraccarico | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Terr. fondazione | 0,03 | 0,66 | -1,21 |
| Spinte fondazione | -7,47 | -0,07 | -1,29 |
| | 29,62 | 49,56 | -43,59 |

| | |
|-----------------------|------------|
| Momento stabilizzante | -73,42 kNm |
| Momento ribaltante | 29,84 kNm |

MENSOLA A VALLE

| Xprogr. | Ascissa progressiva (cm); | | | |
|---------|----------------------------|--------|--------|------|
| Fx | Forza in direzione x (kN); | | | |
| Fy | Forza in direzione y (kN); | | | |
| M | Momento (kNm); | | | |
| H | Altezza sezione (cm); | | | |
| Xprogr. | Fx | Fy | M | H |
| 160,0 | -7,47 | -27,19 | -23,79 | 40,0 |

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

| Afi | Area dei ferri inferiori. | | | | | | |
|---------------|--|------|--------|------|--------|-----|---------|
| Afs | Area dei ferri superiori. | | | | | | |
| Nu | Sforzo normale ultimo (kN); | | | | | | |
| Mu | Momento flettente ultimo (kNm); | | | | | | |
| Vrd | Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN); | | | | | | |
| Vwd | Resistenza a taglio piegati (kN); | | | | | | |
| Sic. VT | min{Vrd; Vwd}/Vsdu | | | | | | |
| Vsdu | Taglio di calcolo (kN); | | | | | | |
| Afi | Afs | Nu | Mu | Ver. | Vrd | Vwd | Sic. VT |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 7,79 | 256,89 | S | 168,04 | 0,0 | 6,06 |

**MENSOLA A MONTE**

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione (cm);

| Xprogr. | Fx | Fy | M | H |
|---------|-------|-------|-------|------|
| 190,0 | 10,29 | 10,78 | -0,17 | 40,0 |

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.
Afs Area dei ferri superiori.
Nu Sforzo normale ultimo (kN);
Mu Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu Taglio di calcolo (kN);

| Afi | Afs | Nu | Mu | Ver. | Vrd | Vwd | Sic. VT |
|---------------|---------------|-------|--------|------|--------|-----|---------|
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 10,73 | 257,38 | S | 168,44 | 0,0 | 15,33 |

A2+M2+R2 [GEO+STR]**CALCOLO SPINTE****Discretizzazione terreno**

Qi Quota iniziale strato (cm);
Qf Quota finale strato (cm);
G Peso unità di volume (KN/m³);
Eps Inclinazione dello strato. (°);
Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta Angolo attrito terra muro;
c Coesione (kPa);
β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note Nelle note viene riportata la presenza della falda



| Qi | Qf | G | Eps | Fi | Delta | c | β | Note |
|-------|-------|-------|-------|-----|-------|------|------|------|
| 300,0 | 248,0 | 248,0 | 19,61 | 0,0 | 16,23 | 13,3 | 3,14 | 0,0 |
| 248,0 | 196,0 | 196,0 | 19,61 | 0,0 | 16,23 | 13,3 | 3,14 | 0,0 |
| 196,0 | 144,0 | 144,0 | 19,61 | 0,0 | 16,23 | 13,3 | 3,14 | 0,0 |
| 144,0 | 92,0 | 92,0 | 19,61 | 0,0 | 16,23 | 13,3 | 3,14 | 0,0 |
| 92,0 | 40,0 | 40,0 | 19,61 | 0,0 | 16,23 | 13,3 | 3,14 | 0,0 |

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

| | |
|----------|---|
| μ | Angolo di direzione della spinta. |
| Ka | Coefficiente di spinta attiva. |
| Kd | Coefficiente di spinta dinamica. |
| Dk | Coefficiente di incremento dinamico. |
| Kax, Kay | Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva. |
| Dkx, Dky | Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico. |

| μ | Ka | Kd | Dk | Kax | Kay | Dkx | Dky |
|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|
| 13,3 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,49 | 0,12 | 0,0 | 0,0 |
| 13,3 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,49 | 0,12 | 0,0 | 0,0 |
| 13,3 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,49 | 0,12 | 0,0 | 0,0 |
| 13,3 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,49 | 0,12 | 0,0 | 0,0 |
| 13,3 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,49 | 0,12 | 0,0 | 0,0 |

Spinte risultanti e punto di applicazione

| | |
|----------|--|
| Qi | Quota iniziale strato (cm) |
| Qf | Quota finale strato (cm) |
| Rpx, Rpy | Componenti della spinta nella zona j-esima (kN); |
| Z(Rpx) | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |
| Z(Rpy) | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |

| | Qi | Qf | Rpx | Rpy | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|-------|-------|------|------|--------|--------|
| 1 | 300,0 | 248,0 | 0,02 | 0,01 | 250,26 | 250,26 |
| 2 | 248,0 | 196,0 | 1,63 | 0,38 | 215,12 | 215,12 |
| 3 | 196,0 | 144,0 | 4,21 | 0,99 | 167,34 | 167,34 |
| 4 | 144,0 | 92,0 | 6,79 | 1,6 | 116,35 | 116,35 |
| 5 | 92,0 | 40,0 | 9,37 | 2,21 | 64,81 | 64,81 |



CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)

Py Peso del muro (kN);
Px Forza inerziale (kN);
Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

| Quota | Px | Py | Xp | Yp |
|-------|-----|------|-------|-------|
| 248,0 | 0,0 | 3,9 | 175,0 | 274,0 |
| 196,0 | 0,0 | 7,8 | 175,0 | 248,0 |
| 144,0 | 0,0 | 11,7 | 175,0 | 222,0 |
| 92,0 | 0,0 | 15,6 | 175,0 | 196,0 |
| 40,0 | 0,0 | 19,5 | 175,0 | 170,0 |

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione di calcolo (cm);

| Quota | Fx | Fy | M | H |
|-------|-------|-------|-------|------|
| 248,0 | 0,02 | 3,91 | 0,0 | 30,0 |
| 196,0 | 1,65 | 8,19 | 0,26 | 30,0 |
| 144,0 | 5,86 | 13,08 | 1,95 | 30,0 |
| 92,0 | 12,64 | 18,59 | 6,41 | 30,0 |
| 40,0 | 22,01 | 24,7 | 14,98 | 30,0 |

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afv Area dei ferri lato valle.
Afm Area dei ferri lato monte.
Nu Sforzo normale ultimo (kN);
Mu Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT min{Vrd; Vwd}/Vsdu
Vsdu Taglio di calcolo (kN);

| Afv | Afm | Nu | Mu | Ver. | Vrd | Vwd | Sic. VT |
|---------------|---------------|-------|--------|------|--------|-----|---------|
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 3,91 | 182,33 | S | 145,67 | 0,0 | 6529,12 |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 8,15 | 182,83 | S | 146,26 | 0,0 | 87,02 |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 13,19 | 183,43 | S | 146,93 | 0,0 | 24,61 |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 18,72 | 184,08 | S | 147,69 | 0,0 | 11,46 |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 25,24 | 184,85 | S | 148,53 | 0,0 | 6,62 |



VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per $(x_{r1}, y_{r1}) = (191,0/0,0)$

Piano di rottura passante per $(x_{r2}, y_{r2}) = (191,0/300,0)$

Centro di rotazione $(x_{ro}, y_{ro}) = (0,0/0,0)$

Discretizzazione terreno

| | |
|-------|--|
| Qi | Quota iniziale strato (cm); |
| Qf | Quota finale strato (cm); |
| G | Peso unità di volume (KN/m ³); |
| Eps | Inclinazione dello strato. (°); |
| Fi | Angolo di resistenza a taglio (°); |
| Delta | Angolo attrito terra muro; |
| c | Coesione (kPa); |
| B | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |
| Note | Nelle note viene riportata la presenza della falda |

| Qi | Qf | G | Eps | Fi | Delta | c | B | Note |
|-------|-------|-------|-----|-------|-------|------|-----|------|
| 300,0 | 248,0 | 19,61 | 0,0 | 16,23 | 16,23 | 3,14 | 0,0 | |
| 248,0 | 196,0 | 19,61 | 0,0 | 16,23 | 16,23 | 3,14 | 0,0 | |
| 196,0 | 144,0 | 19,61 | 0,0 | 16,23 | 16,23 | 3,14 | 0,0 | |
| 144,0 | 92,0 | 19,61 | 0,0 | 16,23 | 16,23 | 3,14 | 0,0 | |
| 92,0 | 40,0 | 19,61 | 0,0 | 16,23 | 16,23 | 3,14 | 0,0 | |
| 40,0 | 0,0 | 19,61 | 0,0 | 16,23 | 13,3 | 3,14 | 0,0 | |

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

| | |
|----------|---|
| μ | Angolo di direzione della spinta. |
| Ka | Coefficiente di spinta attiva. |
| Kd | Coefficiente di spinta dinamica. |
| Dk | Coefficiente di incremento dinamico. |
| Kax, Kay | Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva. |
| Dkx, Dky | Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico. |

| μ | Ka | Kd | Dk | Kax | Kay | Dkx | Dky |
|-------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|
| 16,23 | 0,49 | 0,0 | 0,0 | 0,47 | 0,14 | 0,0 | 0,0 |
| 16,23 | 0,49 | 0,0 | 0,0 | 0,47 | 0,14 | 0,0 | 0,0 |
| 16,23 | 0,49 | 0,0 | 0,0 | 0,47 | 0,14 | 0,0 | 0,0 |
| 16,23 | 0,49 | 0,0 | 0,0 | 0,47 | 0,14 | 0,0 | 0,0 |
| 16,23 | 0,49 | 0,0 | 0,0 | 0,47 | 0,14 | 0,0 | 0,0 |
| 13,3 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,49 | 0,12 | 0,0 | 0,0 |



Spinte risultanti e punto di applicazione

| Qi | Quota iniziale strato (cm) | | | | | |
|----------|--|-------|------|------|--------|--------|
| Qf | Quota finale strato (cm) | | | | | |
| Rpx, Rpy | Componenti della spinta nella zona j-esima (kN); | | | | | |
| Z(Rpx) | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); | | | | | |
| Z(Rpy) | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); | | | | | |
| | Qi | Qf | Rpx | Rpy | z(Rpx) | z(Rpy) |
| 1 | 300,0 | 248,0 | 0,02 | 0,01 | 250,15 | 250,15 |
| 2 | 248,0 | 196,0 | 1,57 | 0,46 | 215,06 | 215,06 |
| 3 | 196,0 | 144,0 | 4,08 | 1,19 | 167,33 | 167,33 |
| 4 | 144,0 | 92,0 | 6,59 | 1,92 | 116,35 | 116,35 |
| 5 | 92,0 | 40,0 | 9,1 | 2,65 | 64,8 | 64,8 |
| 6 | 40,0 | 0,0 | 8,69 | 2,58 | 19,41 | 19,53 |

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

| Qi | Quota iniziale strato (cm); | | | | | | | |
|-------|--|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| Qf | Quota finale strato (cm); | | | | | | | |
| G | Peso unità di volume (KN/m³); | | | | | | | |
| Eps | Inclinazione dello strato. (°); | | | | | | | |
| Fi | Angolo di resistenza a taglio (°); | | | | | | | |
| Delta | Angolo attrito terra muro; | | | | | | | |
| c | Coesione (kPa); | | | | | | | |
| β | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); | | | | | | | |
| Note | Nelle note viene riportata la presenza della falda | | | | | | | |
| Qi | Qf | G | Eps | Fi | Delta | c | β | Note |
| 40,0 | 0,0 | 19,61 | 180,0 | 16,23 | 13,3 | 3,14 | 180,0 | |

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

| μ | Angolo di direzione della spinta. | | |
|----------|--|-------|-------|
| Kp | Coefficiente di resistenza passiva. | | |
| Kpx, Kpy | Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva. | | |
| μ | Kp | Kpx | Kpy |
| 193,3 | 1,78 | -1,73 | -0,41 |

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota iniziale strato (cm)
Qf Quota finale strato (cm)
Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

| | Qi | Qf | Rpx | Rpy | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|------|-----|-------|------|--------|--------|
| 1 | 40,0 | 0,0 | -5,97 | -0,1 | 16,97 | 5,34 |

Sollecitazioni totali

Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);

| | Fx | Fy | M |
|-------------------|--------------|--------------|---------------|
| Spinta terreno | 30,04 | 8,8 | 8,68 |
| Peso muro | 0,0 | 19,5 | -34,13 |
| Peso fondazione | 0,0 | 19,1 | -18,24 |
| Sovraccarico | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Terr. fondazione | 0,0 | 0,51 | -0,97 |
| Spinte fondazione | -5,97 | -0,1 | -1,01 |
| | 24,08 | 47,81 | -45,67 |

Momento stabilizzante -70,15 kNm

Momento ribaltante 24,48 kNm

MENSOLA A VALLE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione (cm);

| Xprogr. | Fx | Fy | M | H |
|---------|-------|--------|--------|------|
| 160,0 | -5,97 | -24,14 | -19,22 | 40,0 |

**Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)**

| | |
|---------|--|
| Afi | Area dei ferri inferiori. |
| Afs | Area dei ferri superiori. |
| Nu | Sforzo normale ultimo (kN); |
| Mu | Momento flettente ultimo (kNm); |
| Vrd | Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN); |
| Vwd | Resistenza a taglio piegati (kN); |
| Sic. VT | $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$ |
| Vsdu | Taglio di calcolo (kN); |

| Afi | Afs | Nu | Mu | Ver. | Vrd | Vwd | Sic. VT |
|---------------|---------------|------|-------|------|--------|-----|---------|
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 6,08 | 256,6 | S | 167,83 | 0,0 | 6,82 |

MENSOLA A MONTE

| | |
|---------|----------------------------|
| Xprogr. | Ascissa progressiva (cm); |
| Fx | Forza in direzione x (kN); |
| Fy | Forza in direzione y (kN); |
| M | Momento (kNm); |
| H | Altezza sezione (cm); |

| Xprogr. | Fx | Fy | M | H |
|---------|------|------|-------|------|
| 190,0 | 8,69 | 9,16 | -0,14 | 40,0 |

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

| | |
|---------|--|
| Afi | Area dei ferri inferiori. |
| Afs | Area dei ferri superiori. |
| Nu | Sforzo normale ultimo (kN); |
| Mu | Momento flettente ultimo (kNm); |
| Vrd | Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN); |
| Vwd | Resistenza a taglio piegati (kN); |
| Sic. VT | $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$ |
| Vsdu | Taglio di calcolo (kN); |

| Afi | Afs | Nu | Mu | Ver. | Vrd | Vwd | Sic. VT |
|---------------|---------------|------|--------|------|--------|-----|---------|
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 8,89 | 257,07 | S | 168,22 | 0,0 | 18,02 |

EQU+M2 [GEO+STR]



CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

| | |
|-------|--|
| Qi | Quota iniziale strato (cm); |
| Qf | Quota finale strato (cm); |
| G | Peso unità di volume (KN/m ³); |
| Eps | Inclinazione dello strato. (°); |
| Fi | Angolo di resistenza a taglio (°); |
| Delta | Angolo attrito terra muro; |
| c | Coesione (kPa); |
| β | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |
| Note | Nelle note viene riportata la presenza della falda |

| Qi | Qf | G | Eps | Fi | Delta | c | β | Note |
|-------|-------|-------|-----|-------|-------|------|-----|------|
| 300,0 | 248,0 | 19,61 | 0,0 | 16,23 | 13,3 | 3,14 | 0,0 | |
| 248,0 | 196,0 | 19,61 | 0,0 | 16,23 | 13,3 | 3,14 | 0,0 | |
| 196,0 | 144,0 | 19,61 | 0,0 | 16,23 | 13,3 | 3,14 | 0,0 | |
| 144,0 | 92,0 | 19,61 | 0,0 | 16,23 | 13,3 | 3,14 | 0,0 | |
| 92,0 | 40,0 | 19,61 | 0,0 | 16,23 | 13,3 | 3,14 | 0,0 | |

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

| | |
|----------|---|
| μ | Angolo di direzione della spinta. |
| Ka | Coefficiente di spinta attiva. |
| Kd | Coefficiente di spinta dinamica. |
| Dk | Coefficiente di incremento dinamico. |
| Kax, Kay | Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva. |
| Dkx, Dky | Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico. |

| μ | Ka | Kd | Dk | Kax | Kay | Dkx | Dky |
|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|
| 13,3 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,49 | 0,12 | 0,0 | 0,0 |
| 13,3 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,49 | 0,12 | 0,0 | 0,0 |
| 13,3 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,49 | 0,12 | 0,0 | 0,0 |
| 13,3 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,49 | 0,12 | 0,0 | 0,0 |
| 13,3 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,49 | 0,12 | 0,0 | 0,0 |

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota iniziale strato (cm)
Qf Quota finale strato (cm)
Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

| | Qi | Qf | Rpx | Rpy | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|-------|-------|------|------|--------|--------|
| 1 | 300,0 | 248,0 | 0,02 | 0,01 | 250,26 | 250,26 |
| 2 | 248,0 | 196,0 | 1,79 | 0,38 | 215,12 | 215,12 |
| 3 | 196,0 | 144,0 | 4,63 | 0,99 | 167,34 | 167,34 |
| 4 | 144,0 | 92,0 | 7,47 | 1,6 | 116,35 | 116,35 |
| 5 | 92,0 | 40,0 | 10,3 | 2,21 | 64,81 | 64,81 |

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)

Py Peso del muro (kN);
Px Forza inerziale (kN);
Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

| Quota | Px | Py | Xp | Yp |
|-------|-----|-------|-------|-------|
| 248,0 | 0,0 | 3,51 | 175,0 | 274,0 |
| 196,0 | 0,0 | 7,02 | 175,0 | 248,0 |
| 144,0 | 0,0 | 10,53 | 175,0 | 222,0 |
| 92,0 | 0,0 | 14,04 | 175,0 | 196,0 |
| 40,0 | 0,0 | 17,55 | 175,0 | 170,0 |

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione di calcolo (cm);

| Quota | Fx | Fy | M | H |
|-------|-------|-------|-------|------|
| 248,0 | 0,02 | 3,52 | 0,0 | 30,0 |
| 196,0 | 1,81 | 7,41 | 0,3 | 30,0 |
| 144,0 | 6,44 | 11,91 | 2,17 | 30,0 |
| 92,0 | 13,91 | 17,03 | 7,1 | 30,0 |
| 40,0 | 24,21 | 22,75 | 16,55 | 30,0 |

**Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)**

| | |
|---------|--|
| Afv | Area dei ferri lato valle. |
| Afm | Area dei ferri lato monte. |
| Nu | Sforzo normale ultimo (kN); |
| Mu | Momento flettente ultimo (kNm); |
| Vrd | Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN); |
| Vwd | Resistenza a taglio piegati (kN); |
| Sic. VT | $\min\{Vrd; Vwd\}/V_{sdu}$ |
| Vsdu | Taglio di calcolo (kN); |

| Afv | Afm | Nu | Mu | Ver. | Vrd | Vwd | Sic. VT |
|---------------|---------------|-------|--------|------|--------|-----|---------|
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 3,44 | 182,27 | S | 145,62 | 0,0 | 5933,37 |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 7,66 | 182,77 | S | 146,15 | 0,0 | 79,06 |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 12,18 | 183,31 | S | 146,77 | 0,0 | 22,35 |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 17,22 | 183,9 | S | 147,48 | 0,0 | 10,4 |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 23,24 | 184,62 | S | 148,27 | 0,0 | 6,01 |

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (191,0/0,0)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (191,0/300,0)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

Discretizzazione terreno

| | |
|-------|--|
| Qi | Quota iniziale strato (cm); |
| Qf | Quota finale strato (cm); |
| G | Peso unità di volume (KN/m³); |
| Eps | Inclinazione dello strato. (°); |
| Fi | Angolo di resistenza a taglio (°); |
| Delta | Angolo attrito terra muro; |
| c | Coesione (kPa); |
| β | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |
| Note | Nelle note viene riportata la presenza della falda |

| Qi | Qf | G | Eps | Fi | Delta | c | β | Note |
|-------|-------|-------|-----|-------|-------|------|-----|------|
| 300,0 | 248,0 | 19,61 | 0,0 | 16,23 | 16,23 | 3,14 | 0,0 | |
| 248,0 | 196,0 | 19,61 | 0,0 | 16,23 | 16,23 | 3,14 | 0,0 | |
| 196,0 | 144,0 | 19,61 | 0,0 | 16,23 | 16,23 | 3,14 | 0,0 | |
| 144,0 | 92,0 | 19,61 | 0,0 | 16,23 | 16,23 | 3,14 | 0,0 | |
| 92,0 | 40,0 | 19,61 | 0,0 | 16,23 | 16,23 | 3,14 | 0,0 | |
| 40,0 | 0,0 | 19,61 | 0,0 | 16,23 | 13,3 | 3,14 | 0,0 | |



Coefficienti di spinta ed inclinazioni

| | |
|------------------|---|
| μ | Angolo di direzione della spinta. |
| K_a | Coefficiente di spinta attiva. |
| K_d | Coefficiente di spinta dinamica. |
| D_k | Coefficiente di incremento dinamico. |
| K_{ax}, K_{ay} | Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva. |
| D_{kx}, D_{ky} | Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico. |

| μ | K_a | K_d | D_k | K_{ax} | K_{ay} | D_{kx} | D_{ky} |
|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|
| 16,23 | 0,49 | 0,0 | 0,0 | 0,47 | 0,14 | 0,0 | 0,0 |
| 16,23 | 0,49 | 0,0 | 0,0 | 0,47 | 0,14 | 0,0 | 0,0 |
| 16,23 | 0,49 | 0,0 | 0,0 | 0,47 | 0,14 | 0,0 | 0,0 |
| 16,23 | 0,49 | 0,0 | 0,0 | 0,47 | 0,14 | 0,0 | 0,0 |
| 16,23 | 0,49 | 0,0 | 0,0 | 0,47 | 0,14 | 0,0 | 0,0 |
| 13,3 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,49 | 0,12 | 0,0 | 0,0 |

Spinte risultanti e punto di applicazione

| | |
|------------------|--|
| Q_i | Quota iniziale strato (cm) |
| Q_f | Quota finale strato (cm) |
| R_{px}, R_{py} | Componenti della spinta nella zona j-esima (kN); |
| $Z(R_{px})$ | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |
| $Z(R_{py})$ | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |

| | Q_i | Q_f | R_{px} | R_{py} | $z(R_{px})$ | $z(R_{py})$ |
|---|-------|-------|----------|----------|-------------|-------------|
| 1 | 300,0 | 248,0 | 0,02 | 0,01 | 250,15 | 250,15 |
| 2 | 248,0 | 196,0 | 1,72 | 0,46 | 215,06 | 215,06 |
| 3 | 196,0 | 144,0 | 4,49 | 1,19 | 167,33 | 167,33 |
| 4 | 144,0 | 92,0 | 7,25 | 1,92 | 116,35 | 116,35 |
| 5 | 92,0 | 40,0 | 10,01 | 2,65 | 64,8 | 64,8 |
| 6 | 40,0 | 0,0 | 9,56 | 2,58 | 19,41 | 19,53 |

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

| | |
|----------|--|
| Q_i | Quota iniziale strato (cm); |
| Q_f | Quota finale strato (cm); |
| G | Peso unità di volume (KN/m ³); |
| E_{ps} | Inclinazione dello strato. (°); |
| F_i | Angolo di resistenza a taglio (°); |
| Δ | Angolo attrito terra muro; |
| c | Coesione (kPa); |
| β | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |
| Note | Nelle note viene riportata la presenza della falda |



| Qi | Qf | G | Eps | Fi | Delta | c | β | Note |
|------|-----|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| 40,0 | 0,0 | 19,61 | 180,0 | 16,23 | 13,3 | 3,14 | 180,0 | |

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
Kp Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

| μ | Kp | Kpx | Kpy |
|-------|------|-------|-------|
| 193,3 | 1,78 | -1,73 | -0,41 |

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)
Qf Quota finale strato (cm)
Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

| | Qi | Qf | Rpx | Rpy | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|------|-----|-------|------|--------|--------|
| 1 | 40,0 | 0,0 | -5,97 | -0,1 | 16,97 | 5,34 |

Sollecitazioni totali

Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);

| | Fx | Fy | M |
|-------------------|--------------|--------------|---------------|
| Spinta terreno | 33,05 | 8,8 | 11,23 |
| Peso muro | 0,0 | 17,55 | -30,71 |
| Peso fondazione | 0,0 | 17,19 | -16,42 |
| Sovraccarico | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Terr. fondazione | 0,0 | 0,51 | -0,97 |
| Spinte fondazione | -5,97 | -0,1 | -1,01 |
| | 27,08 | 43,95 | -37,88 |

Momento stabilizzante -64,91 kNm
Momento ribaltante 27,03 kNm



MENSOLA A VALLE

| | | | | | | | |
|---------------------------------------|--|--------|-------|------|--------|-----|---------|
| Xprogr. | Ascissa progressiva (cm); | | | | | | |
| Fx | Forza in direzione x (kN); | | | | | | |
| Fy | Forza in direzione y (kN); | | | | | | |
| M | Momento (kNm); | | | | | | |
| H | Altezza sezione (cm); | | | | | | |
| Xprogr. | Fx | Fy | M | H | | | |
| 160,0 | -5,97 | -24,26 | -21,7 | 40,0 | | | |
| Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.) | | | | | | | |
| Afi | Area dei ferri inferiori. | | | | | | |
| Afs | Area dei ferri superiori. | | | | | | |
| Nu | Sforzo normale ultimo (kN); | | | | | | |
| Mu | Momento flettente ultimo (kNm); | | | | | | |
| Vrd | Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN); | | | | | | |
| Vwd | Resistenza a taglio piegati (kN); | | | | | | |
| Sic. VT | min{ Vrd; Vwd }/Vsdu | | | | | | |
| Vsdu | Taglio di calcolo (kN); | | | | | | |
| Afi | Afs | Nu | Mu | Ver. | Vrd | Vwd | Sic. VT |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 6,08 | 256.6 | S | 167,83 | 0.0 | 6.78 |

MENSOLA A MONTE

| | | | | | | | |
|---------------------------------------|--|------|--------|------|--------|-----|---------|
| Xprogr. | Ascissa progressiva (cm); | | | | | | |
| Fx | Forza in direzione x (kN); | | | | | | |
| Fy | Forza in direzione y (kN); | | | | | | |
| M | Momento (kNm); | | | | | | |
| H | Altezza sezione (cm); | | | | | | |
| Xprogr. | Fx | Fy | M | H | | | |
| 190,0 | 9,56 | 9,23 | -0,15 | 40,0 | | | |
| Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.) | | | | | | | |
| Afi | Area dei ferri inferiori. | | | | | | |
| Afs | Area dei ferri superiori. | | | | | | |
| Nu | Sforzo normale ultimo (kN); | | | | | | |
| Mu | Momento flettente ultimo (kNm); | | | | | | |
| Vrd | Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN); | | | | | | |
| Vwd | Resistenza a taglio piegati (kN); | | | | | | |
| Sic. VT | min{ Vrd; Vwd }/Vsdu | | | | | | |
| Vsdu | Taglio di calcolo (kN); | | | | | | |
| Afi | Afs | Nu | Mu | Ver. | Vrd | Vwd | Sic. VT |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 9,99 | 257,26 | S | 168,34 | 0,0 | 17,88 |

Si specifica che la verifica a scorrimento è implicitamente soddisfatta in quanto la geometria del muro (ovvero avente una sezione a C) offre un grado di vincolo al movimento in direzione orizzontale.

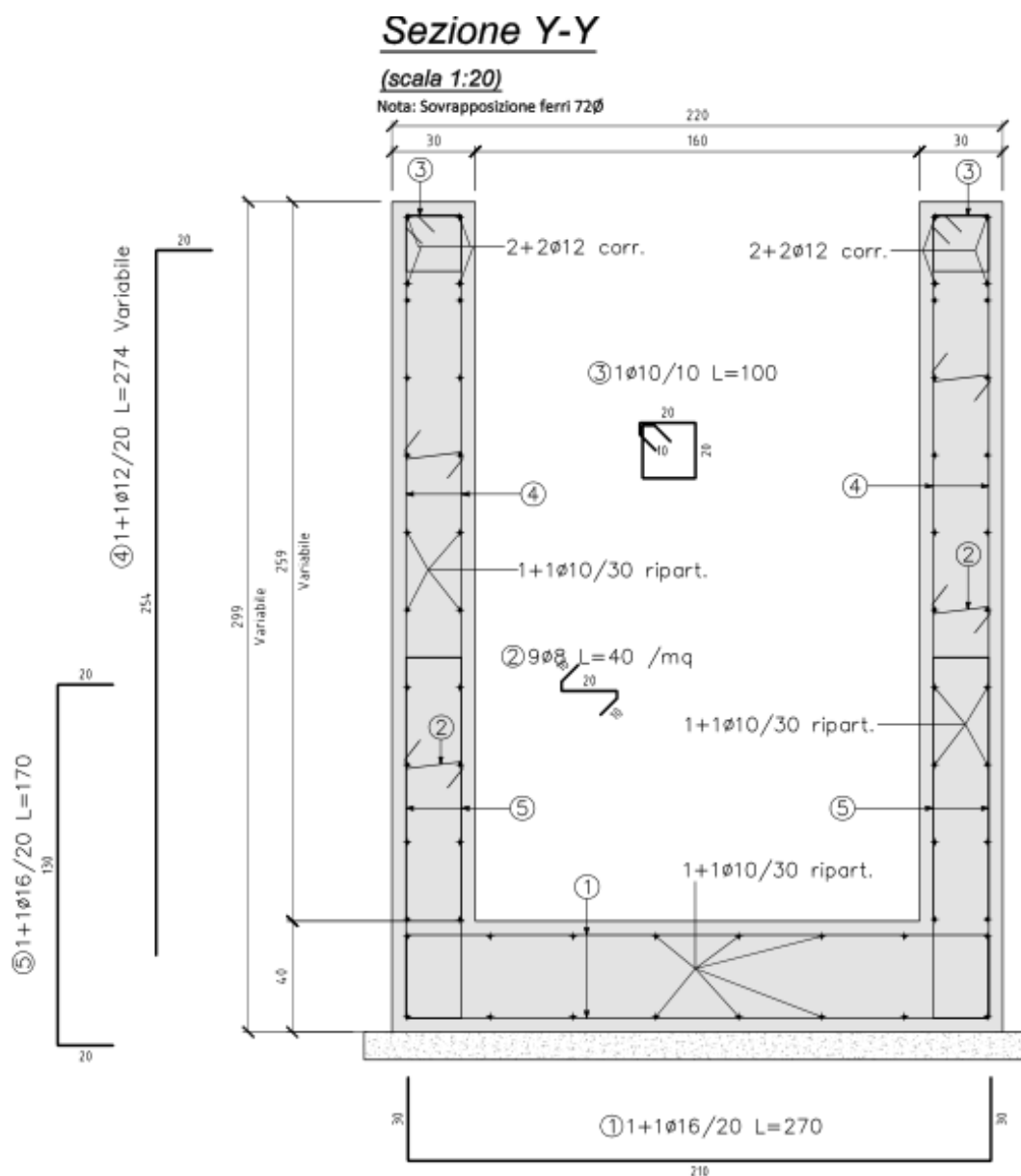


Figura 11: Armatura inserita sezione Y-Y (vedi tavola strutturale)



3.3 PASSAGGIO PER PESCI A VALLE LEPRI

3.3.1 Localizzazione dell'intervento

L'intervento è situato nel comune di Ostellato (FE).



Figura 12: Localizzazione dell'area d'intervento

Dati geografici:

| | |
|-------------------------|----------------------------|
| Altitudine: | 3 m s.l.m. |
| Coordinate Geografiche: | 44,707500° N, 12,094000° E |

Classificazione sismica:

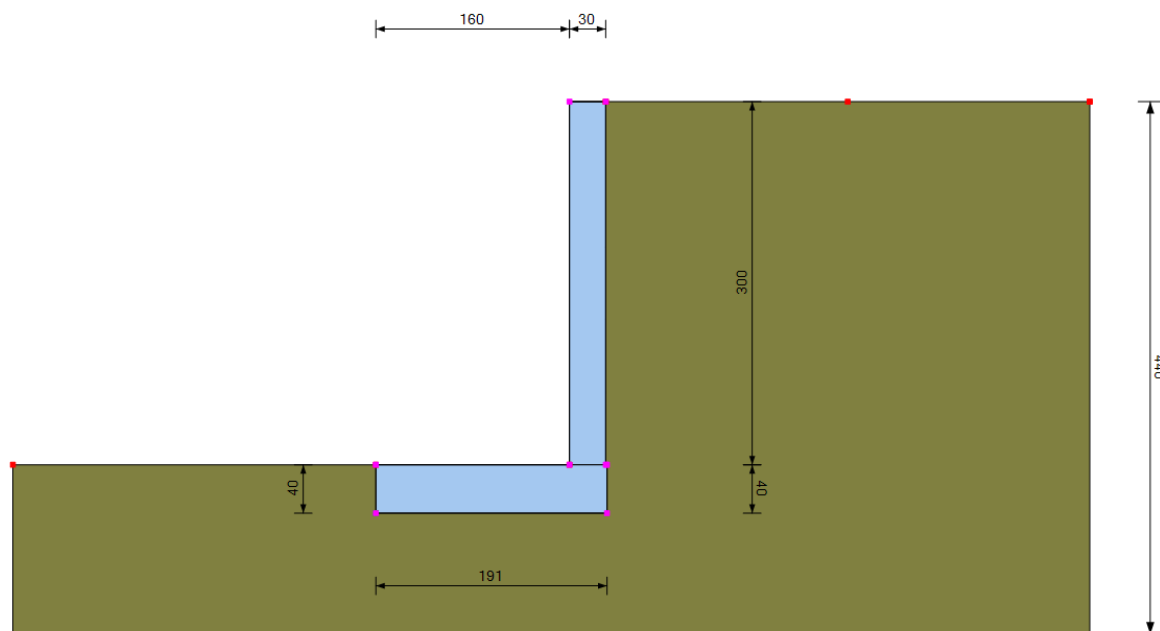
In basso è riportata la zona sismica per il territorio di Ostellato, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Lombardia dell'11 luglio 2014 n.2129 entrata in vigore il 10 aprile 2016.

| | |
|---------------|--|
| Zona sismica: | 3: Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti. |
| AgMax | 0,114 (Accelerazione massima presente all'interno del territorio comunale) |



3.3.2 Dati generali muro

| | |
|-----------------------------------|----------|
| Altezza muro | 300,0 cm |
| Spessore testa muro | 30,0 cm |
| Risega muro lato valle | 0,0 cm |
| Risega muro lato monte | 0,0 cm |
| Sporgenza mensola a valle | 160,0 cm |
| Sporgenza mensola a monte | 1,0 cm |
| Svaso mensola a valle | 0,0 cm |
| Altezza estremità mensola a valle | 40,0 cm |
| Altezza estremità mensola a monte | 40,0 cm |



**Coefficienti sismici [N.T.C.]****Dati generali**

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
Classe d'uso: Classe II
Vita nominale: 50,0 [anni]
Vita di riferimento: 50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: C
Categoria topografica: T1

| S.L. Stato limite | TR Tempo ritorno [anni] | ag [m/s ²] | F0 [-] | TC* [sec] |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------|--------------|
| S.L.O. | 30,0 | 0,343 | 2,529 | 0,251 |
| S.L.D. | 50,0 | 0,412 | 2,543 | 0,279 |
| S.L.V. | 475,0 | 1,03 | 2,582 | 0,294 |
| S.L.C. | 975,0 | 1,324 | 2,602 | 0,295 |

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Classe II

| S.L. Stato limite | amax [m/s ²] | beta [-] | kh [-] | kv [sec] |
|----------------------|-----------------------------|-------------|-----------|-------------|
| S.L.O. | 0,5145 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| S.L.D. | 0,618 | 0,47 | 0,0296 | 0,0148 |
| S.L.V. | 1,545 | 0,38 | 0,0599 | 0,0299 |
| S.L.C. | 1,9717 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

Stratigrafia

| Ns | Spessore strato (cm) | Inclinazi one dello strato. (°) | Peso unità di volume (KN/m ³) | Angolo di resistenz a a taglio (°) | Coesione (kPa) | Angolo di attrito terra muro (°) | Presenza di falda (Si/No) | Litologia | Descrizio ne | |
|----|----------------------------|--|--|--|-------------------|--|---------------------------------|-----------|---|--|
| 1 | 440 | 0 | 17.65 | 30 | 0.00 | 19 | No | | Sabbia o sabbia limosa sciolta | |



3.3.3 Fattori di combinazione

A1+M1+R1

| Nr. | Azioni | Fattore combinazione |
|-----|----------------------|----------------------|
| 1 | Peso muro | 1.00 |
| 2 | Spinta terreno | 1.30 |
| 3 | Peso terreno mensola | 1.30 |
| 4 | Spinta falda | 1.00 |
| 5 | Spinta sismica in x | 1.00 |
| 6 | Spinta sismica in y | 1.00 |

| Nr. | Parametro | Coefficienti parziali |
|-----|-----------------------------|-----------------------|
| 1 | Tangente angolo res. taglio | 1 |
| 2 | Coesione efficace | 1 |
| 3 | Resistenza non drenata | 1 |
| 4 | Peso unità volume | 1 |

| Nr. | Verifica | Coefficienti resistenze |
|-----|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | Carico limite | 1 |
| 2 | Scorrimento | 1 |
| 3 | Partecipazione spinta passiva | 1 |
| | Ribaltamento | 1 |

A2+M2+R2

| Nr. | Azioni | Fattore combinazione |
|-----|----------------------|----------------------|
| 1 | Peso muro | 1.00 |
| 2 | Spinta terreno | 1.00 |
| 3 | Peso terreno mensola | 1.00 |
| 4 | Spinta falda | 1.00 |
| 5 | Spinta sismica in x | 1.00 |
| 6 | Spinta sismica in y | 1.00 |

| Nr. | Parametro | Coefficienti parziali |
|-----|-----------------------------|-----------------------|
| 1 | Tangente angolo res. taglio | 1.25 |
| 2 | Coesione efficace | 1.25 |
| 3 | Resistenza non drenata | 1.4 |
| 4 | Peso unità volume | 1 |

| Nr. | Verifica | Coefficienti resistenze |
|-----|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | Carico limite | 1 |
| 2 | Scorrimento | 1 |
| 3 | Partecipazione spinta passiva | 1 |
| | Ribaltamento | 1 |

EQU+M2

| Nr. | Azioni | Fattore combinazione |
|-----|----------------------|----------------------|
| 1 | Peso muro | 0.90 |
| 2 | Spinta terreno | 1.10 |
| 3 | Peso terreno mensola | 1.00 |
| 4 | Spinta falda | 1.00 |
| 5 | Spinta sismica in x | 1.00 |



| | | |
|---|---------------------|------|
| 6 | Spinta sismica in y | 0.00 |
|---|---------------------|------|

| Nr. | Parametro | Coefficienti parziali |
|-----|-----------------------------|-----------------------|
| 1 | Tangente angolo res. taglio | 1.25 |
| 2 | Coesione efficace | 1.25 |
| 3 | Resistenza non drenata | 1.4 |
| 4 | Peso unità volume | 1 |

| Nr. | Verifica | Coefficienti resistenze |
|-----|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | Carico limite | 1 |
| 2 | Scorrimento | 1 |
| 3 | Partecipazione spinta passiva | 1 |
| | Ribaltamento | 1 |

A1+M1+R1 [STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0.0599

Coefficiente sismico verticale Kv 0.0299

3.3.4 Calcolo spinte**Discretizzazione terreno**

| | |
|-------|--|
| Qi | Quota iniziale strato (cm); |
| Qf | Quota finale strato (cm); |
| G | Peso unità di volume (KN/m³); |
| Eps | Inclinazione dello strato. (°); |
| Fi | Angolo di resistenza a taglio (°); |
| Delta | Angolo attrito terra muro; |
| c | Coesione (kPa); |
| β | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |
| Note | Nelle note viene riportata la presenza della falda |

| Qi | Qf | G | Eps | Fi | Delta | c | β | Note |
|-------|-------|-------|-----|------|-------|-----|-----|------|
| 340,0 | 280,0 | 17,65 | 0,0 | 29,5 | 18,7 | 0,0 | 0,0 | |
| 280,0 | 220,0 | 17,65 | 0,0 | 29,5 | 18,7 | 0,0 | 0,0 | |
| 220,0 | 160,0 | 17,65 | 0,0 | 29,5 | 18,7 | 0,0 | 0,0 | |
| 160,0 | 100,0 | 17,65 | 0,0 | 29,5 | 18,7 | 0,0 | 0,0 | |
| 100,0 | 40,0 | 17,65 | 0,0 | 29,5 | 18,7 | 0,0 | 0,0 | |

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

| | |
|----------|---|
| μ | Angolo di direzione della spinta. |
| Ka | Coefficiente di spinta attiva. |
| Kd | Coefficiente di spinta dinamica. |
| Dk | Coefficiente di incremento dinamico. |
| Kax, Kay | Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva. |
| Dkx, Dky | Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico. |



| μ | Ka | Kd | Dk | Kax | Kay | Dkx | Dky | |
|-------|----|-----|------|------|------|-----|------|------|
| 18,7 | | 0,3 | 0,35 | 0,05 | 0,29 | 0,1 | 0,05 | 0,02 |
| 18,7 | | 0,3 | 0,35 | 0,05 | 0,29 | 0,1 | 0,05 | 0,02 |
| 18,7 | | 0,3 | 0,35 | 0,05 | 0,29 | 0,1 | 0,05 | 0,02 |
| 18,7 | | 0,3 | 0,35 | 0,05 | 0,29 | 0,1 | 0,05 | 0,02 |
| 18,7 | | 0,3 | 0,35 | 0,05 | 0,29 | 0,1 | 0,05 | 0,02 |

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)
 Qf Quota finale strato (cm)
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

| | Qi | Qf | Rpx | Rpy | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|-------|-------|-------|------|--------|--------|
| 1 | 340,0 | 280,0 | 1,34 | 0,45 | 300,0 | 300,0 |
| 2 | 280,0 | 220,0 | 4,02 | 1,36 | 246,67 | 246,67 |
| 3 | 220,0 | 160,0 | 6,71 | 2,27 | 188,0 | 188,0 |
| 4 | 160,0 | 100,0 | 9,39 | 3,18 | 128,57 | 128,57 |
| 5 | 100,0 | 40,0 | 12,07 | 4,09 | 68,89 | 68,89 |

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)

Py Peso del muro (kN);
 Px Forza inerziale (kN);
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

| Quota | Px | Py | Xp | Yp |
|-------|------|------|-------|-------|
| 280,0 | 0,27 | 4,5 | 175,0 | 310,0 |
| 220,0 | 0,54 | 9,0 | 175,0 | 280,0 |
| 160,0 | 0,81 | 13,5 | 175,0 | 250,0 |
| 100,0 | 1,08 | 18,0 | 175,0 | 220,0 |
| 40,0 | 1,35 | 22,5 | 175,0 | 190,0 |

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

| Quota | Fx | Fy | M | H |
|-------|-------|-------|-------|------|
| 280,0 | 1,61 | 4,95 | 0,28 | 30,0 |
| 220,0 | 5,91 | 10,82 | 2,2 | 30,0 |
| 160,0 | 12,88 | 17,59 | 7,36 | 30,0 |
| 100,0 | 22,54 | 25,27 | 17,38 | 30,0 |



40,0 34,89 33,85 33,86 30,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

| | |
|---------|--|
| Afv | Area dei ferri lato valle. |
| Afm | Area dei ferri lato monte. |
| Nu | Sforzo normale ultimo (kN); |
| Mu | Momento flettente ultimo (kNm); |
| Vrd | Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN); |
| Vwd | Resistenza a taglio piegati (kN); |
| Sic. VT | $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$ |
| Vsdu | Taglio di calcolo (kN); |

| Afv | Afm | Nu | Mu | Ver. | Vrd | Vwd | Sic. VT |
|---------------|---------------|-------|--------|------|--------|-----|---------|
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 4,84 | 182,44 | S | 145,82 | 0,0 | 88,75 |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 11,18 | 183,19 | S | 146,62 | 0,0 | 24,35 |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 17,72 | 183,96 | S | 147,55 | 0,0 | 11,23 |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 25,74 | 184,91 | S | 148,61 | 0,0 | 6,46 |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 34,73 | 185,98 | S | 149,79 | 0,0 | 4,21 |

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per $(xr1, yr1) = (191,0/0,0)$

Piano di rottura passante per $(xr2, yr2) = (191,0/340,0)$

Centro di rotazione $(xro, yro) = (0,0/0,0)$

Discretizzazione terreno

| | |
|-------|--|
| Qi | Quota iniziale strato (cm); |
| Qf | Quota finale strato (cm); |
| G | Peso unità di volume (KN/m³); |
| Eps | Inclinazione dello strato. (°); |
| Fi | Angolo di resistenza a taglio (°); |
| Delta | Angolo attrito terra muro; |
| c | Coesione (kPa); |
| β | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |
| Note | Nelle note viene riportata la presenza della falda |

| Qi | Qf | G | Eps | Fi | Delta | c | β | Note |
|-------|-------|-------|-----|------|-------|-----|-----|------|
| 340,0 | 280,0 | 17,65 | 0,0 | 29,5 | 29,5 | 0,0 | 0,0 | |
| 280,0 | 220,0 | 17,65 | 0,0 | 29,5 | 29,5 | 0,0 | 0,0 | |
| 220,0 | 160,0 | 17,65 | 0,0 | 29,5 | 29,5 | 0,0 | 0,0 | |
| 160,0 | 100,0 | 17,65 | 0,0 | 29,5 | 29,5 | 0,0 | 0,0 | |
| 100,0 | 40,0 | 17,65 | 0,0 | 29,5 | 29,5 | 0,0 | 0,0 | |
| 40,0 | 0,0 | 17,65 | 0,0 | 29,5 | 18,7 | 0,0 | 0,0 | |



Coefficienti di spinta ed inclinazioni

| | |
|------------------|---|
| μ | Angolo di direzione della spinta. |
| K_a | Coefficiente di spinta attiva. |
| K_d | Coefficiente di spinta dinamica. |
| D_k | Coefficiente di incremento dinamico. |
| K_{ax}, K_{ay} | Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva. |
| D_{kx}, D_{ky} | Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico. |

| μ | K_a | K_d | D_k | K_{ax} | K_{ay} | D_{kx} | D_{ky} |
|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|
| 29,5 | 0,3 | 0,35 | 0,05 | 0,26 | 0,15 | 0,05 | 0,03 |
| 29,5 | 0,3 | 0,35 | 0,05 | 0,26 | 0,15 | 0,05 | 0,03 |
| 29,5 | 0,3 | 0,35 | 0,05 | 0,26 | 0,15 | 0,05 | 0,03 |
| 29,5 | 0,3 | 0,35 | 0,05 | 0,26 | 0,15 | 0,05 | 0,03 |
| 29,5 | 0,3 | 0,35 | 0,05 | 0,26 | 0,15 | 0,05 | 0,03 |
| 18,7 | 0,3 | 0,35 | 0,05 | 0,29 | 0,1 | 0,05 | 0,02 |

Spinte risultanti e punto di applicazione

| | |
|------------------|--|
| Q_i | Quota iniziale strato (cm) |
| Q_f | Quota finale strato (cm) |
| R_{px}, R_{py} | Componenti della spinta nella zona j-esima (kN); |
| $Z(R_{px})$ | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |
| $Z(R_{py})$ | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |

| | Q_i | Q_f | R_{px} | R_{py} | $z(R_{px})$ | $z(R_{py})$ |
|---|-------|-------|----------|----------|-------------|-------------|
| 1 | 340,0 | 280,0 | 1,24 | 0,7 | 300,0 | 300,0 |
| 2 | 280,0 | 220,0 | 3,72 | 2,1 | 246,67 | 246,67 |
| 3 | 220,0 | 160,0 | 6,19 | 3,5 | 188,0 | 188,0 |
| 4 | 160,0 | 100,0 | 8,67 | 4,9 | 128,57 | 128,57 |
| 5 | 100,0 | 40,0 | 11,15 | 6,31 | 68,89 | 68,89 |
| 6 | 40,0 | 0,0 | 8,85 | 4,87 | 19,55 | 19,72 |

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

| | |
|----------|--|
| Q_i | Quota iniziale strato (cm); |
| Q_f | Quota finale strato (cm); |
| G | Peso unità di volume (KN/m ³); |
| E_{ps} | Inclinazione dello strato. (°); |
| F_i | Angolo di resistenza a taglio (°); |
| Δ | Angolo attrito terra muro; |
| c | Coesione (kPa); |
| β | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |
| Note | Nelle note viene riportata la presenza della falda |

| Q_i | Q_f | G | E_{ps} | F_i | Δ | c | β | Note |
|-------|-------|-------|----------|-------|----------|-----|---------|------|
| 40,0 | 0,0 | 17,65 | 180,0 | 29,5 | 18,7 | 0,0 | 180,0 | |



Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
Kp Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

| μ | Kp | Kpx | Kpy |
|-------|------|-------|-------|
| 198,7 | 2,94 | -2,79 | -0,94 |

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)
Qf Quota finale strato (cm)
Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

| | Qi | Qf | Rpx | Rpy | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|------|-----|-------|-------|--------|--------|
| 1 | 40,0 | 0,0 | -3,93 | -1,33 | 13,33 | 13,33 |

Sollecitazioni totali

Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);

| | Fx | Fy | M |
|-------------------|-------------|--------------|---------------|
| Spinta terreno | 39,81 | 22,39 | 2,31 |
| Peso muro | 1,35 | 22,5 | -36,81 |
| Peso fondazione | 1,14 | 19,1 | -18,01 |
| Sovraccarico | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Terr. fondazione | 0,03 | 0,69 | -1,25 |
| Spinte fondazione | -3,93 | -1,33 | -0,52 |
| | 38,4 | 63,34 | -54,29 |

Momento stabilizzante -101,69 kNm
Momento ribaltante 47,4 kNm

MENSOLA A VALLE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione (cm);

| Xprogr. | Fx | Fy | M | H |
|---------|----|----|---|---|
|---------|----|----|---|---|



160,0 -3,93 -41,04 -37,26 40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

| | |
|---------|--|
| Afi | Area dei ferri inferiori. |
| Afs | Area dei ferri superiori. |
| Nu | Sforzo normale ultimo (kN); |
| Mu | Momento flettente ultimo (kNm); |
| Vrd | Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN); |
| Vwd | Resistenza a taglio piegati (kN); |
| Sic. VT | $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$ |
| Vsdu | Taglio di calcolo (kN); |

| Afi | Afs | Nu | Mu | Ver. | Vrd | Vwd | Sic. VT |
|---------------|---------------|------|--------|------|--------|-----|---------|
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 4,03 | 256,25 | S | 167,54 | 0,0 | 4,0 |

MENSOLA A MONTE

| | |
|---------|----------------------------|
| Xprogr. | Ascissa progressiva (cm); |
| Fx | Forza in direzione x (kN); |
| Fy | Forza in direzione y (kN); |
| M | Momento (kNm); |
| H | Altezza sezione (cm); |

| Xprogr. | Fx | Fy | M | H |
|---------|------|-------|-------|------|
| 190,0 | 8,85 | 22,79 | -0,27 | 40,0 |

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

| | |
|---------|--|
| Afi | Area dei ferri inferiori. |
| Afs | Area dei ferri superiori. |
| Nu | Sforzo normale ultimo (kN); |
| Mu | Momento flettente ultimo (kNm); |
| Vrd | Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN); |
| Vwd | Resistenza a taglio piegati (kN); |
| Sic. VT | $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$ |
| Vsdu | Taglio di calcolo (kN); |

| Afi | Afs | Nu | Mu | Ver. | Vrd | Vwd | Sic. VT |
|---------------|---------------|------|--------|------|--------|-----|---------|
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 9,26 | 257,13 | S | 168,24 | 0,0 | 7,24 |

A2+M2+R2 [GEO+STR]



CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

| | |
|-------|--|
| Qi | Quota iniziale strato (cm); |
| Qf | Quota finale strato (cm); |
| G | Peso unità di volume (KN/m ³); |
| Eps | Inclinazione dello strato. (°); |
| Fi | Angolo di resistenza a taglio (°); |
| Delta | Angolo attrito terra muro; |
| c | Coesione (kPa); |
| β | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |
| Note | Nelle note viene riportata la presenza della falda |

| Qi | Qf | G | Eps | Fi | Delta | c | β | Note |
|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-----|-----|------|
| 340,0 | 280,0 | 17,65 | 0,0 | 24,35 | 18,7 | 0,0 | 0,0 | |
| 280,0 | 220,0 | 17,65 | 0,0 | 24,35 | 18,7 | 0,0 | 0,0 | |
| 220,0 | 160,0 | 17,65 | 0,0 | 24,35 | 18,7 | 0,0 | 0,0 | |
| 160,0 | 100,0 | 17,65 | 0,0 | 24,35 | 18,7 | 0,0 | 0,0 | |
| 100,0 | 40,0 | 17,65 | 0,0 | 24,35 | 18,7 | 0,0 | 0,0 | |

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

| | |
|----------|---|
| μ | Angolo di direzione della spinta. |
| Ka | Coefficiente di spinta attiva. |
| Kd | Coefficiente di spinta dinamica. |
| Dk | Coefficiente di incremento dinamico. |
| Kax, Kay | Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva. |
| Dkx, Dky | Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico. |

| μ | Ka | Kd | Dk | Kax | Kay | Dkx | Dky |
|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|
| 18,7 | 0,37 | 0,0 | 0,0 | 0,35 | 0,12 | 0,0 | 0,0 |
| 18,7 | 0,37 | 0,0 | 0,0 | 0,35 | 0,12 | 0,0 | 0,0 |
| 18,7 | 0,37 | 0,0 | 0,0 | 0,35 | 0,12 | 0,0 | 0,0 |
| 18,7 | 0,37 | 0,0 | 0,0 | 0,35 | 0,12 | 0,0 | 0,0 |
| 18,7 | 0,37 | 0,0 | 0,0 | 0,35 | 0,12 | 0,0 | 0,0 |

Spinte risultanti e punto di applicazione

| | |
|----------|--|
| Qi | Quota iniziale strato (cm) |
| Qf | Quota finale strato (cm) |
| Rpx, Rpy | Componenti della spinta nella zona j-esima (kN); |
| Z(Rpx) | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |
| Z(Rpy) | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |

| | Qi | Qf | Rpx | Rpy | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|-------|-------|------|------|--------|--------|
| 1 | 340,0 | 280,0 | 1,1 | 0,37 | 300,0 | 300,0 |
| 2 | 280,0 | 220,0 | 3,31 | 1,12 | 246,67 | 246,67 |
| 3 | 220,0 | 160,0 | 5,52 | 1,87 | 188,0 | 188,0 |
| 4 | 160,0 | 100,0 | 7,73 | 2,62 | 128,57 | 128,57 |



5 100,0 40,0 9,94 3,36 68,89 68,89
CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)

Py Peso del muro (kN);
Px Forza inerziale (kN);
Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

| Quota | Px | Py | Xp | Yp |
|-------|-----|------|-------|-------|
| 280,0 | 0,0 | 4,5 | 175,0 | 310,0 |
| 220,0 | 0,0 | 9,0 | 175,0 | 280,0 |
| 160,0 | 0,0 | 13,5 | 175,0 | 250,0 |
| 100,0 | 0,0 | 18,0 | 175,0 | 220,0 |
| 40,0 | 0,0 | 22,5 | 175,0 | 190,0 |

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione di calcolo (cm);

| Quota | Fx | Fy | M | H |
|-------|-------|-------|-------|------|
| 280,0 | 1,1 | 4,87 | 0,16 | 30,0 |
| 220,0 | 4,42 | 10,5 | 1,54 | 30,0 |
| 160,0 | 9,94 | 16,86 | 5,46 | 30,0 |
| 100,0 | 17,67 | 23,98 | 13,24 | 30,0 |
| 40,0 | 27,61 | 31,85 | 26,21 | 30,0 |

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afv Area dei ferri lato valle.
Afm Area dei ferri lato monte.
Nu Sforzo normale ultimo (kN);
Mu Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu Taglio di calcolo (kN);

| Afv | Afm | Nu | Mu | Ver. | Vrd | Vwd | Sic. VT |
|---------------|---------------|-------|--------|------|--------|-----|---------|
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 4,84 | 182,44 | S | 145,8 | 0,0 | 129,46 |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 10,67 | 183,13 | S | 146,58 | 0,0 | 32,54 |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 17,22 | 183,9 | S | 147,46 | 0,0 | 14,55 |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 24,74 | 184,8 | S | 148,43 | 0,0 | 8,24 |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 32,74 | 185,74 | S | 149,52 | 0,0 | 5,31 |



VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per $(x_{r1}, y_{r1}) = (191,0/0,0)$

Piano di rottura passante per $(x_{r2}, y_{r2}) = (191,0/340,0)$

Centro di rotazione $(x_{ro}, y_{ro}) = (0,0/0,0)$

Discretizzazione terreno

| | |
|-------|--|
| Qi | Quota iniziale strato (cm); |
| Qf | Quota finale strato (cm); |
| G | Peso unità di volume (KN/m ³); |
| Eps | Inclinazione dello strato. (°); |
| Fi | Angolo di resistenza a taglio (°); |
| Delta | Angolo attrito terra muro; |
| c | Coesione (kPa); |
| β | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |
| Note | Nelle note viene riportata la presenza della falda |

| Qi | Qf | G | Eps | Fi | Delta | c | β | Note |
|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-----|-----|------|
| 340,0 | 280,0 | 17,65 | 0,0 | 24,35 | 24,35 | 0,0 | 0,0 | |
| 280,0 | 220,0 | 17,65 | 0,0 | 24,35 | 24,35 | 0,0 | 0,0 | |
| 220,0 | 160,0 | 17,65 | 0,0 | 24,35 | 24,35 | 0,0 | 0,0 | |
| 160,0 | 100,0 | 17,65 | 0,0 | 24,35 | 24,35 | 0,0 | 0,0 | |
| 100,0 | 40,0 | 17,65 | 0,0 | 24,35 | 24,35 | 0,0 | 0,0 | |
| 40,0 | 0,0 | 17,65 | 0,0 | 24,35 | 18,7 | 0,0 | 0,0 | |

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

| | |
|----------|---|
| μ | Angolo di direzione della spinta. |
| Ka | Coefficiente di spinta attiva. |
| Kd | Coefficiente di spinta dinamica. |
| Dk | Coefficiente di incremento dinamico. |
| Kax, Kay | Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva. |
| Dkx, Dky | Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico. |

| μ | Ka | Kd | Dk | Kax | Kay | Dkx | Dky |
|-------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|
| 24,35 | 0,36 | 0,0 | 0,0 | 0,33 | 0,15 | 0,0 | 0,0 |
| 24,35 | 0,36 | 0,0 | 0,0 | 0,33 | 0,15 | 0,0 | 0,0 |
| 24,35 | 0,36 | 0,0 | 0,0 | 0,33 | 0,15 | 0,0 | 0,0 |
| 24,35 | 0,36 | 0,0 | 0,0 | 0,33 | 0,15 | 0,0 | 0,0 |
| 24,35 | 0,36 | 0,0 | 0,0 | 0,33 | 0,15 | 0,0 | 0,0 |
| 18,7 | 0,37 | 0,0 | 0,0 | 0,35 | 0,12 | 0,0 | 0,0 |

Spinte risultanti e punto di applicazione

| | |
|----------|--|
| Qi | Quota iniziale strato (cm) |
| Qf | Quota finale strato (cm) |
| Rpx, Rpy | Componenti della spinta nella zona j-esima (kN); |
| Z(Rpx) | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |
| Z(Rpy) | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |



| | Qi | Qf | Rpx | Rpy | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|-------|-------|------|------|--------|--------|
| 1 | 340,0 | 280,0 | 1,05 | 0,48 | 300,0 | 300,0 |
| 2 | 280,0 | 220,0 | 3,16 | 1,43 | 246,67 | 246,67 |
| 3 | 220,0 | 160,0 | 5,26 | 2,38 | 188,0 | 188,0 |
| 4 | 160,0 | 100,0 | 7,36 | 3,33 | 128,57 | 128,57 |
| 5 | 100,0 | 40,0 | 9,47 | 4,29 | 68,89 | 68,89 |
| 6 | 40,0 | 0,0 | 7,5 | 3,34 | 19,56 | 19,67 |

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

| | |
|-------|--|
| Qi | Quota iniziale strato (cm); |
| Qf | Quota finale strato (cm); |
| G | Peso unità di volume (KN/m ³); |
| Eps | Inclinazione dello strato. (°); |
| Fi | Angolo di resistenza a taglio (°); |
| Delta | Angolo attrito terra muro; |
| c | Coesione (kPa); |
| β | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |
| Note | Nelle note viene riportata la presenza della falda |

| Qi | Qf | G | Eps | Fi | Delta | c | β | Note |
|------|-----|-------|-------|-------|-------|-----|-------|------|
| 40,0 | 0,0 | 17,65 | 180,0 | 24,35 | 18,7 | 0,0 | 180,0 | |

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

| | |
|----------|--|
| μ | Angolo di direzione della spinta. |
| Kp | Coefficiente di resistenza passiva. |
| Kpx, Kpy | Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva. |

| μ | Kp | Kpx | Kpy |
|-------|-----|-------|-------|
| 198,7 | 2,4 | -2,28 | -0,77 |

Spinte risultanti e punto di applicazione

| | |
|----------|--|
| Qi | Quota iniziale strato (cm) |
| Qf | Quota finale strato (cm) |
| Rpx, Rpy | Componenti della spinta nella zona j-esima (kN); |
| Z(Rpx) | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |
| Z(Rpy) | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |

| | Qi | Qf | Rpx | Rpy | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|------|-----|-------|-------|--------|--------|
| 1 | 40,0 | 0,0 | -3,21 | -1,09 | 13,33 | 13,33 |

Sollecitazioni totali

| | |
|----|----------------------------|
| Fx | Forza in direzione x (kN); |
|----|----------------------------|



Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);

| | Fx | Fy | M |
|-------------------|--------------|--------------|---------------|
| Spinta terreno | 33,81 | 15,25 | 9,17 |
| Peso muro | 0,0 | 22,5 | -39,38 |
| Peso fondazione | 0,0 | 19,1 | -18,24 |
| Sovraccarico | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Terr. fondazione | 0,0 | 0,53 | -1,01 |
| Spinte fondazione | -3,21 | -1,09 | -0,43 |
| | 30,59 | 56,29 | -49,88 |

Momento stabilizzante -87,74 kNm
Momento ribaltante 37,86 kNm

MENSOLA A VALLE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione (cm);

| Xprogr. | Fx | Fy | M | H |
|---------|-------|--------|--------|------|
| 160,0 | -3,21 | -33,89 | -30,06 | 40,0 |

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.
Afs Area dei ferri superiori.
Nu Sforzo normale ultimo (kN);
Mu Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu Taglio di calcolo (kN);

| Afi | Afs | Nu | Mu | Ver. | Vrd | Vwd | Sic. VT |
|---------------|---------------|-----|--------|------|--------|-----|---------|
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 3,0 | 256,08 | S | 167,44 | 0,0 | 4,85 |

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione (cm);



| Xprogr. | Fx | Fy | M | H |
|--|--|-------|-------|------|
| 190,0 | 7,5 | 15,64 | -0,19 | 40,0 |
| Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.) | | | | |
| Afi | Area dei ferri inferiori. | | | |
| Afs | Area dei ferri superiori. | | | |
| Nu | Sforzo normale ultimo (kN); | | | |
| Mu | Momento flettente ultimo (kNm); | | | |
| Vrd | Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN); | | | |
| Vwd | Resistenza a taglio piegati (kN); | | | |
| Sic. VT | $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$ | | | |
| Vsdu | Taglio di calcolo (kN); | | | |

| Afi | Afs | Nu | Mu | Ver. | Vrd | Vwd | Sic. VT |
|---------------|---------------|------|--------|------|--------|-----|---------|
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 7,79 | 256,89 | S | 168,05 | 0,0 | 10,54 |

EQU+M2 [GEO+STR]

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

| | |
|-------|--|
| Qi | Quota iniziale strato (cm); |
| Qf | Quota finale strato (cm); |
| G | Peso unità di volume (KN/m³); |
| Eps | Inclinazione dello strato. (°); |
| Fi | Angolo di resistenza a taglio (°); |
| Delta | Angolo attrito terra muro; |
| c | Coesione (kPa); |
| β | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |
| Note | Nelle note viene riportata la presenza della falda |

| Qi | Qf | G | Eps | Fi | Delta | c | β | Note |
|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-----|-----|------|
| 340,0 | 280,0 | 17,65 | 0,0 | 24,35 | 18,7 | 0,0 | 0,0 | |
| 280,0 | 220,0 | 17,65 | 0,0 | 24,35 | 18,7 | 0,0 | 0,0 | |
| 220,0 | 160,0 | 17,65 | 0,0 | 24,35 | 18,7 | 0,0 | 0,0 | |
| 160,0 | 100,0 | 17,65 | 0,0 | 24,35 | 18,7 | 0,0 | 0,0 | |
| 100,0 | 40,0 | 17,65 | 0,0 | 24,35 | 18,7 | 0,0 | 0,0 | |

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

| | |
|----------|---|
| μ | Angolo di direzione della spinta. |
| Ka | Coefficiente di spinta attiva. |
| Kd | Coefficiente di spinta dinamica. |
| Dk | Coefficiente di incremento dinamico. |
| Kax, Kay | Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva. |
| Dkx, Dky | Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico. |



| μ | Ka | Kd | Dk | Kax | Kay | Dkx | Dky | |
|-------|----|------|-----|-----|------|------|-----|-----|
| 18,7 | | 0,37 | 0,0 | 0,0 | 0,35 | 0,12 | 0,0 | 0,0 |
| 18,7 | | 0,37 | 0,0 | 0,0 | 0,35 | 0,12 | 0,0 | 0,0 |
| 18,7 | | 0,37 | 0,0 | 0,0 | 0,35 | 0,12 | 0,0 | 0,0 |
| 18,7 | | 0,37 | 0,0 | 0,0 | 0,35 | 0,12 | 0,0 | 0,0 |
| 18,7 | | 0,37 | 0,0 | 0,0 | 0,35 | 0,12 | 0,0 | 0,0 |

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)
 Qf Quota finale strato (cm)
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

| | Qi | Qf | Rpx | Rpy | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|-------|-------|-------|------|--------|--------|
| 1 | 340,0 | 280,0 | 1,21 | 0,41 | 300,0 | 300,0 |
| 2 | 280,0 | 220,0 | 3,64 | 1,23 | 246,67 | 246,67 |
| 3 | 220,0 | 160,0 | 6,07 | 2,06 | 188,0 | 188,0 |
| 4 | 160,0 | 100,0 | 8,5 | 2,88 | 128,57 | 128,57 |
| 5 | 100,0 | 40,0 | 10,93 | 3,7 | 68,89 | 68,89 |

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)

Py Peso del muro (kN);
 Px Forza inerziale (kN);
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

| Quota | Px | Py | Xp | Yp |
|-------|-----|-------|-------|-------|
| 280,0 | 0,0 | 4,05 | 175,0 | 310,0 |
| 220,0 | 0,0 | 8,1 | 175,0 | 280,0 |
| 160,0 | 0,0 | 12,15 | 175,0 | 250,0 |
| 100,0 | 0,0 | 16,2 | 175,0 | 220,0 |
| 40,0 | 0,0 | 20,25 | 175,0 | 190,0 |

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

| Quota | Fx | Fy | M | H |
|-------|-------|-------|-------|------|
| 280,0 | 1,21 | 4,46 | 0,18 | 30,0 |
| 220,0 | 4,86 | 9,74 | 1,7 | 30,0 |
| 160,0 | 10,93 | 15,85 | 6,01 | 30,0 |
| 100,0 | 19,44 | 22,78 | 14,56 | 30,0 |



40,0 30,37 30,53 28,83 30,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

| | |
|---------|--|
| Afv | Area dei ferri lato valle. |
| Afm | Area dei ferri lato monte. |
| Nu | Sforzo normale ultimo (kN); |
| Mu | Momento flettente ultimo (kNm); |
| Vrd | Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN); |
| Vwd | Resistenza a taglio piegati (kN); |
| Sic. VT | $\min\{Vrd; Vwd\}/V_{sdu}$ |
| Vsdu | Taglio di calcolo (kN); |

| Afv | Afm | Nu | Mu | Ver. | Vrd | Vwd | Sic. VT |
|---------------|---------------|-------|--------|------|--------|-----|---------|
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 4,84 | 182,44 | S | 145,75 | 0,0 | 117,65 |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 9,66 | 183,01 | S | 146,48 | 0,0 | 29,56 |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 16,21 | 183,79 | S | 147,32 | 0,0 | 13,21 |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 23,24 | 184,62 | S | 148,27 | 0,0 | 7,48 |
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 31,24 | 185,56 | S | 149,34 | 0,0 | 4,82 |

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per $(x_{r1}, y_{r1}) = (191,0/0,0)$

Piano di rottura passante per $(x_{r2}, y_{r2}) = (191,0/340,0)$

Centro di rotazione $(x_{ro}, y_{ro}) = (0,0/0,0)$

Discretizzazione terreno

| | |
|-------|--|
| Qi | Quota iniziale strato (cm); |
| Qf | Quota finale strato (cm); |
| G | Peso unità di volume (KN/m³); |
| Eps | Inclinazione dello strato. (°); |
| Fi | Angolo di resistenza a taglio (°); |
| Delta | Angolo attrito terra muro; |
| c | Coesione (kPa); |
| β | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |
| Note | Nelle note viene riportata la presenza della falda |

| Qi | Qf | G | Eps | Fi | Delta | c | β | Note |
|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-----|-----|------|
| 340,0 | 280,0 | 17,65 | 0,0 | 24,35 | 24,35 | 0,0 | 0,0 | |
| 280,0 | 220,0 | 17,65 | 0,0 | 24,35 | 24,35 | 0,0 | 0,0 | |
| 220,0 | 160,0 | 17,65 | 0,0 | 24,35 | 24,35 | 0,0 | 0,0 | |
| 160,0 | 100,0 | 17,65 | 0,0 | 24,35 | 24,35 | 0,0 | 0,0 | |
| 100,0 | 40,0 | 17,65 | 0,0 | 24,35 | 24,35 | 0,0 | 0,0 | |
| 40,0 | 0,0 | 17,65 | 0,0 | 24,35 | 18,7 | 0,0 | 0,0 | |

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

| | |
|------------------|---|
| μ | Angolo di direzione della spinta. |
| K_a | Coefficiente di spinta attiva. |
| K_d | Coefficiente di spinta dinamica. |
| D_k | Coefficiente di incremento dinamico. |
| K_{ax}, K_{ay} | Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva. |
| D_{kx}, D_{ky} | Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico. |

| μ | K_a | K_d | D_k | K_{ax} | K_{ay} | D_{kx} | D_{ky} |
|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|
| 24,35 | 0,36 | 0,0 | 0,0 | 0,33 | 0,15 | 0,0 | 0,0 |
| 24,35 | 0,36 | 0,0 | 0,0 | 0,33 | 0,15 | 0,0 | 0,0 |
| 24,35 | 0,36 | 0,0 | 0,0 | 0,33 | 0,15 | 0,0 | 0,0 |
| 24,35 | 0,36 | 0,0 | 0,0 | 0,33 | 0,15 | 0,0 | 0,0 |
| 24,35 | 0,36 | 0,0 | 0,0 | 0,33 | 0,15 | 0,0 | 0,0 |
| 18,7 | 0,37 | 0,0 | 0,0 | 0,35 | 0,12 | 0,0 | 0,0 |

Spinte risultanti e punto di applicazione

| | |
|------------------|--|
| Q_i | Quota iniziale strato (cm) |
| Q_f | Quota finale strato (cm) |
| R_{px}, R_{py} | Componenti della spinta nella zona j-esima (kN); |
| $Z(R_{px})$ | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |
| $Z(R_{py})$ | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |

| | Q_i | Q_f | R_{px} | R_{py} | $z(R_{px})$ | $z(R_{py})$ |
|---|-------|-------|----------|----------|-------------|-------------|
| 1 | 340,0 | 280,0 | 1,16 | 0,52 | 300,0 | 300,0 |
| 2 | 280,0 | 220,0 | 3,47 | 1,57 | 246,67 | 246,67 |
| 3 | 220,0 | 160,0 | 5,79 | 2,62 | 188,0 | 188,0 |
| 4 | 160,0 | 100,0 | 8,1 | 3,67 | 128,57 | 128,57 |
| 5 | 100,0 | 40,0 | 10,42 | 4,71 | 68,89 | 68,89 |
| 6 | 40,0 | 0,0 | 8,25 | 3,67 | 19,56 | 19,67 |

SPINTE IN FONDAZIONE**Discretizzazione terreno**

| | |
|----------|--|
| Q_i | Quota iniziale strato (cm); |
| Q_f | Quota finale strato (cm); |
| G | Peso unità di volume (KN/m ³); |
| E_{ps} | Inclinazione dello strato. (°); |
| F_i | Angolo di resistenza a taglio (°); |
| Δ | Angolo attrito terra muro; |
| c | Coesione (kPa); |
| β | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |
| Note | Nelle note viene riportata la presenza della falda |



| Qi | Qf | G | Eps | Fi | Delta | c | β | Note |
|----|------|-----|-------|-------|-------|------|-----|-------|
| | 40,0 | 0,0 | 17,65 | 180,0 | 24,35 | 18,7 | 0,0 | 180,0 |

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
Kp Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

| μ | Kp | Kpx | Kpy |
|-------|-----|-------|-------|
| 198,7 | 2,4 | -2,28 | -0,77 |

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)
Qf Quota finale strato (cm)
Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

| | Qi | Qf | Rpx | Rpy | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|------|-----|-------|-------|--------|--------|
| 1 | 40,0 | 0,0 | -3,21 | -1,09 | 13,33 | 13,33 |

Sollecitazioni totali

Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);

| | Fx | Fy | M |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|
| Spinta terreno | 37,19 | 16,77 | 10,09 |
| Peso muro | 0,0 | 20,25 | -35,44 |
| Peso fondazione | 0,0 | 17,19 | -16,42 |
| Sovraccarico | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Terr. fondazione | 0,0 | 0,53 | -1,01 |
| Spinte fondazione | -3,21 | -1,09 | -0,43 |
| | 33,97 | 53,65 | -43,2 |

Momento stabilizzante -84,89 kNm
Momento ribaltante 41,69 kNm

MENSOLA A VALLE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);





| H | Altezza sezione (cm); | | | |
|---------|-----------------------|--------|--------|------|
| Xprogr. | Fx | Fy | M | H |
| 160,0 | -3,21 | -35,06 | -33,45 | 40,0 |

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

| | |
|---------|--|
| Afi | Area dei ferri inferiori. |
| Afs | Area dei ferri superiori. |
| Nu | Sforzo normale ultimo (kN); |
| Mu | Momento flettente ultimo (kNm); |
| Vrd | Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN); |
| Vwd | Resistenza a taglio piegati (kN); |
| Sic. VT | $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$ |
| Vsdu | Taglio di calcolo (kN); |

| Afi | Afs | Nu | Mu | Ver. | Vrd | Vwd | Sic. VT |
|---------------|---------------|-----|--------|------|--------|-----|---------|
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 3,0 | 256,08 | S | 167,44 | 0,0 | 4,68 |

MENSOLA A MONTE

| | |
|---------|----------------------------|
| Xprogr. | Ascissa progressiva (cm); |
| Fx | Forza in direzione x (kN); |
| Fy | Forza in direzione y (kN); |
| M | Momento (kNm); |
| H | Altezza sezione (cm); |

| Xprogr. | Fx | Fy | M | H |
|---------|------|-------|-------|------|
| 190,0 | 8,25 | 17,24 | -0,21 | 40,0 |

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

| | |
|---------|--|
| Afi | Area dei ferri inferiori. |
| Afs | Area dei ferri superiori. |
| Nu | Sforzo normale ultimo (kN); |
| Mu | Momento flettente ultimo (kNm); |
| Vrd | Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN); |
| Vwd | Resistenza a taglio piegati (kN); |
| Sic. VT | $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$ |
| Vsdu | Taglio di calcolo (kN); |

| Afi | Afs | Nu | Mu | Ver. | Vrd | Vwd | Sic. VT |
|---------------|---------------|------|--------|------|--------|-----|---------|
| 12Ø14 (18,47) | 12Ø14 (18,47) | 8,52 | 257,01 | S | 168,15 | 0,0 | 9,56 |

Si specifica che la verifica a scorrimento è implicitamente soddisfatta in quanto la geometria del muro (ovvero avente una sezione a C) offre un grado di vincolo al movimento in direzione orizzontale.

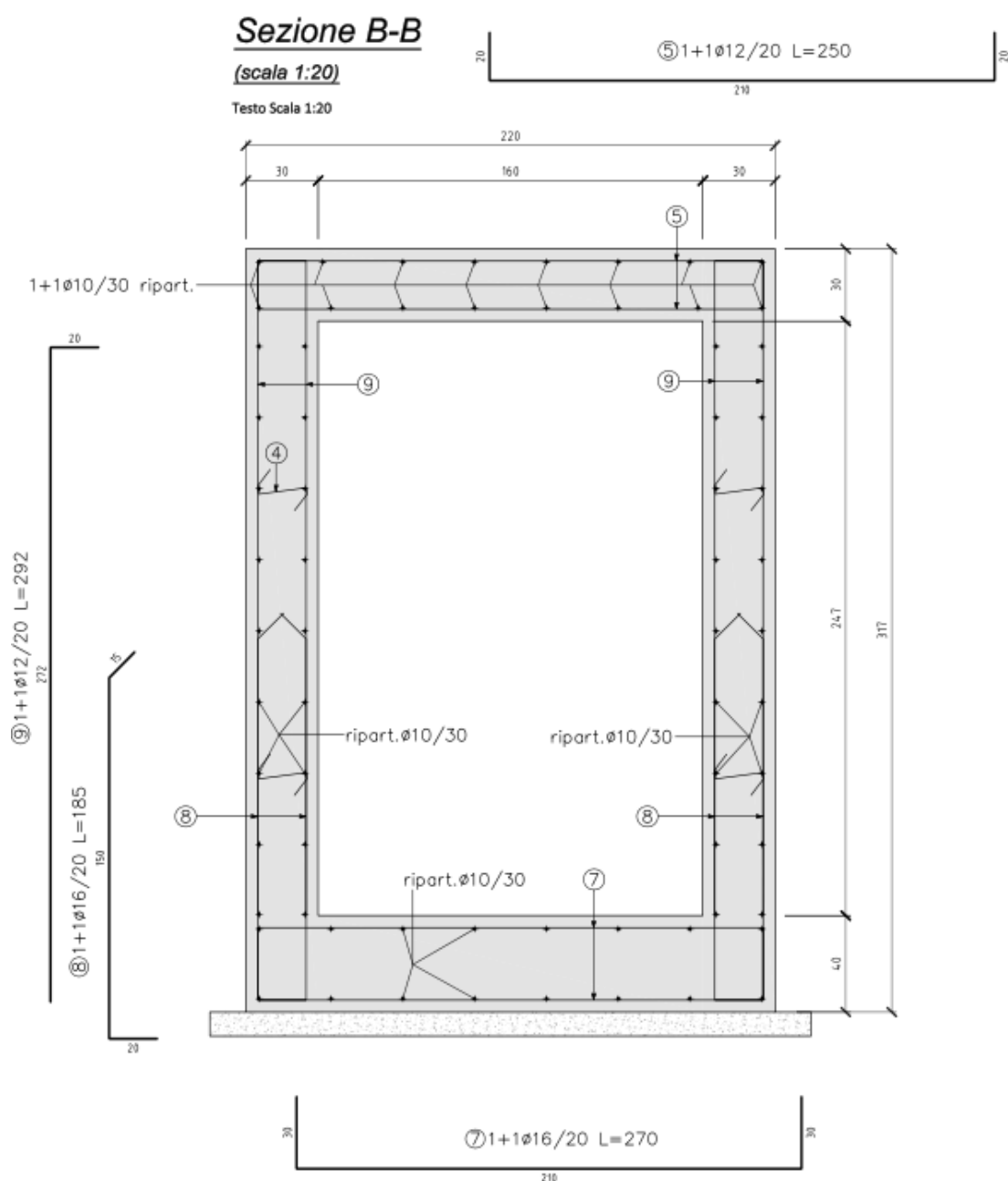


Figura 13: Armatura inserita sezione B-B (vedi tavola strutturale)



LIFEEL - LIFE19NAT/IT/000851

MISURE URGENTI NEL MEDITERRANEO ORIENTALE PER LA CONSERVAZIONE
A LUNGO TERMINE DELL'ANGUILLA EUROPEA (ANGUILLA ANGUILLA)



ACTION A3: PROGETTAZIONE DI PASSAGGI PER ANGUILLE PER RIAPRIRE OLTRE
1.000 KM DI HABITAT PER LA MIGRAZIONE DELLE CECHE VERSO MONTE

4 CONCLUSIONI

Le analisi condotte sul modello, applicate in osservanza alle normative di cui al paragrafo 1.2, hanno portato a risultati positivi sia per la resistenza della struttura (Stati Limite Ultimi), in condizione statica e sismica (mediante analisi sismica dinamica modale), che per la deformazione (Stati Limite di Esercizio). Tutte le verifiche svolte risultano soddisfatte sia tramite valutazioni automatiche eseguite dal solutore ad elementi finiti, sia da semplici verifiche condotte secondo i dettami della scienza delle costruzioni. Si ritiene quindi che le strutture possano resistere con giusto margine di sicurezza alle azioni di progetto e che le deformazioni saranno entro i limiti di operatività della struttura stessa.

Varano Borghi, aprile 2024

Ing. Massimo Sartorelli
