

COMUNE DI MORLUPO
Città Metropolitana di Roma Capitale



RUP:
Arch. Tonino Assogna

RICHIEDENTE:
Comune di Morlupo

CUP: E37H21000900002

CIG: 8688836E48

OGGETTO:

LAVORI URGENTI DI RISANAMENTO DEL DISSESTO
IDROGEOLOGICO IN ATTO IN VIA DOMENICO BENEDETTI
E MESSA IN SICUREZZA DEL COSTONE TUFACEO

PROGETTISTA:
Arch. Angelo Severini

STUDIO DI FATTIBILITÀ
TECNICA ED ECONOMICA

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO ESECUTIVO

RILIEVO

ARCHITETTURA

STRUTTURE

IMPIANTI

APPROVAZIONE DEL:

DATA:

LUGLIO 2021

REVISIONE 1:

REVISIONE 2:

ELABORATO:

All.

N.:

S03

DESCRIZIONE ELABORATO:

GIUDIZIO MOTIVATO

MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto Arch. Angelo Severini, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del D.M. 17/07/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	16.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni. In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Aztec Informatica®

MAX

Analisi e calcolo Muri di sostegno

ESEMPI DI VALIDAZIONE

Copyright © 2018 Aztec Informatica s.r.l.

Tutti i diritti riservati.

Qualsiasi documento tecnico che venga reso disponibile da Aztec Informatica è stato realizzato da Aztec Informatica che ne possiede il Copyright ed è proprietà di Aztec Informatica. La documentazione potrebbe contenere imprecisioni tecniche o di altro tipo, oppure errori tipografici. Aztec Informatica si riserva il diritto di apportare modifiche senza preavviso.

Introduzione

Il presente documento raccoglie un insieme di test effettuati per verificare l'affidabilità e l'applicabilità del software prodotto dalla Aztec Informatica.

I test effettuati hanno evidenziato la corrispondenza tra i risultati ottenuti utilizzando il software Aztec e la soluzione teorica riportata nei testi di riferimento.

Ogni esempio svolto riporta la fonte di riferimento e i dati necessari per riproporre il calcolo eseguito.

Esempi di validazione

Di seguito vengono riportati degli esempi numerici svolti manualmente ed i risultati verranno confrontati con i valori ottenuti dal programma, ipotizzando gli stessi schemi di calcolo.

Esempio n° 1: Calcolo della spinta, del punto di applicazione e della pressione massima.

Esempio n° 2: Calcolo della spinta di un terreno sotto falda.

Esempio n° 3: Calcolo di una paratia in un terreno incoerente con tirante di ancoraggio, con il metodo degli spostamenti.

Esempio n° 4: Calcolo delle pressioni attive e passive alla base di una paratia in un terreno granulare sotto falda. La falda è presente sia a monte che a valle in due configurazioni.

Esempio n° 5: Calcolo della spinta con il metodo di Culmann.

Esempio n° 6: Calcolo del carico limite di un palo in sabbia.

Esempio n° 1

Riferimento: **Meccanica dei terreni.**

T.W. Lambe, R.V. Whitman

Traduzione di Calogero Valore – Università di Palermo

Dario Flacovio Editore

Esempio 13.2 - Pagina 187.

DATI

Altezza muro $H = 6.10$ m;

Peso di volume del terreno $\gamma = 17.30$ kN/m³;

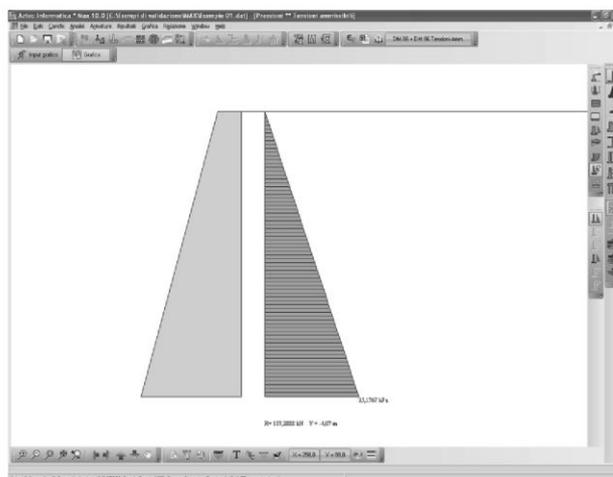
Angolo di attrito $\phi = 30^\circ$;

Determinare per lo stato limite attivo:

- La pressione orizzontale alla base del paramento del muro;
- La spinta orizzontale totale;
- Il punto di applicazione della spinta.

RISULTATI

	Letteratura	Programma MAX
Pressione orizzontale alla base del paramento del muro [kPa]	35.14	35.18
Spinta orizzontale totale [kN/m]	107.18	107.29
Punto di applicazione della spinta dalla base del muro [m]	2.03	2.03



Esempio n° 2

Riferimento: **Meccanica dei terreni.**

T.W. Lambe, R.V. Whitman

Traduzione di Calogero Valore – Università di Palermo

Dario Flacovio Editore

Esempio 23.2 - Pagina 355.

DATI

Altezza muro $H = 6.10$ m;

Peso di volume del terreno $\gamma = 17.31$ kN/m³;

Peso di volume saturo del terreno $\gamma_s = 20.71$ kN/m³;

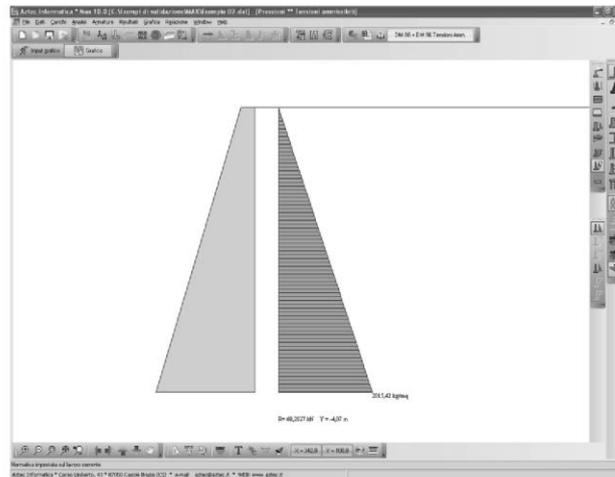
Angolo di attrito $\phi = 30^\circ$;

Angolo di attrito terreno-muro $\delta = 30^\circ$;

Determinare la spinta attiva netta.

RISULTATI

	Letteratura	Programma MAX
Coefficiente di spinta attiva	0.295	0.297
Spinta orizzontale totale [kN/m]	59.80	60.28

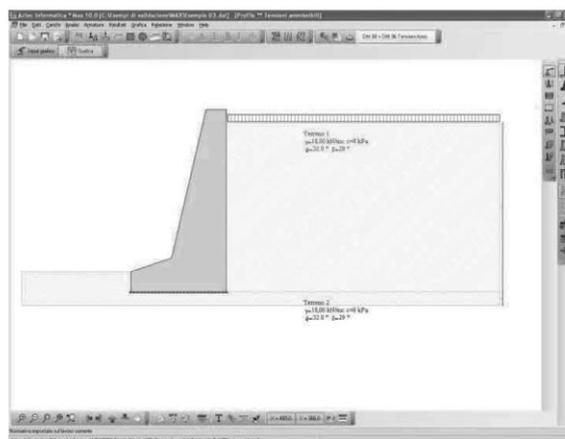


Esempio n° 3

Riferimento: **Geotecnica.**
R. Lancellotta
 Terza edizione
 Zanichelli editore
 Esempio 8.6 - Pagina 371.

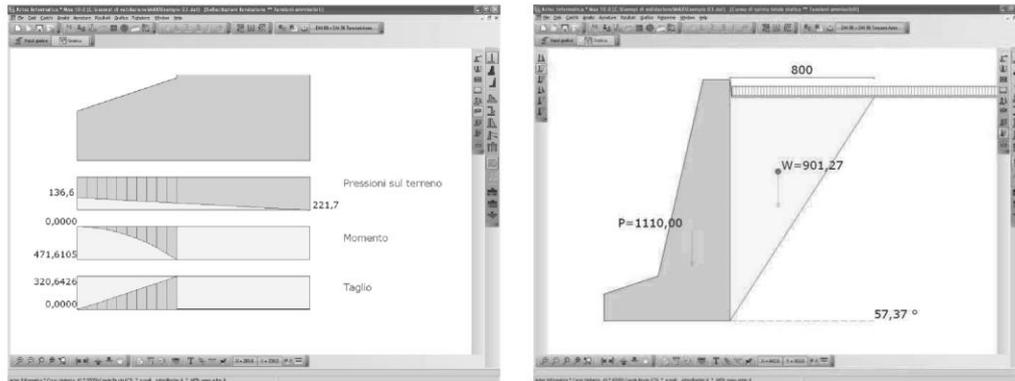
DATI

Altezza muro $H = 13.5$ m;
 Peso di volume del terreno $\gamma = 18.00$ kN/m³;
 Angolo di attrito $\phi = 32^\circ$;
 Angolo di attrito terreno-muro per terreno spingente $\delta = 20^\circ$;
 Angolo di attrito terreno-muro per terreno di fondazione ($\tan \delta = 0.55$) $\delta = 28.81^\circ$;
 Terrapieno orizzontale $\beta = 0^\circ$ che parte a 1 m più in basso dalla testa del muro;



RISULTATI

	Letteratura	Programma MAX
Coefficiente di spinta attiva	0.275	0.2755
Componente verticale spinta [kN/m]	144.02	144.36
Componente orizzontale spinta [kN/m]	395.83	396.64
Peso del muro [kN/m]	1110	1110
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento	1.74	1.74
Momento ribaltante	708.53	1721.79
Momento stabilizzante	5450.10	6459.56
Coefficiente di sicurezza al ribaltamento	7.69	3.75
Pressione media sul piano di fondazione	179.15	Pmin = 136.6 Pmax = 221.7 Pmed = 179.15



Le differenze maggiori sono sulla verifica a ribaltamento.

Nella verifica a ribaltamento la componente verticale di spinta può essere considerata o nel momento ribaltante (metodo usato nell'esempio di letteratura) o nel momento stabilizzante (metodo usato dal programma MAX).

Metodo usato nell'esempio di letteratura:

$$M_R = 363.52 * 12.50 / 3.0 + 32.32 * 12.50 / 2.0 - 144.02 * 7.00 = 708.53 \text{ kN m / m}$$

$$M_S = 108 * 1.50 + 36 * 2.00 + 240 * 5.00 + 396 * 6.25 + 330 * 4.67 = 5450.10 \text{ kN m / m}$$

$$F_s = M_S / M_R = 7.69$$

Metodo usato dal programma MAX:

$$M_R = 396.64 * 4.34 = 1721.79 \text{ kN m / m}$$

$$M_S = 1110 * (7.00 - 2.09) + 144.36 * 7.00 = 6459.56 \text{ kN m / m}$$

$$F_s = M_S / M_R = 3.75$$

Invertendo le procedure di calcolo dei momenti stabilizzanti e ribaltanti, tra il metodo utilizzato dal programma e quello dell'esempio di letteratura, i fattori di sicurezza si devono invertire.

Metodo usato nell'esempio di letteratura:

$$M_R = 363.52 * 12.50 / 3.0 + 32.32 * 12.50 / 2.0 = 1716.67 \text{ kN m / m}$$

$$M_S = 108 * 1.50 + 36 * 2.00 + 240 * 5.00 + 396 * 6.25 + 330 * 4.67 + 144.02 * 7.00 = 6458.24 \text{ kN m / m}$$

$$F_s = M_S / M_R = 3.76$$

Metodo usato dal programma MAX:

$$M_R = 396.64 * 4.34 - 144.36 * 7.00 = 710.90 \text{ kN m / m}$$

$$M_S = 1110 * (7.00 - 2.09) = 5450.10 \text{ kN m / m}$$

$$F_s = M_S / M_R = 7.67$$

Esempio n° 4

Riferimento: **Geotecnica.**
R. Lancellotta
 Terza edizione
 Zanichelli editore
 Esempio 8.7 - Pagina 373.

DATI

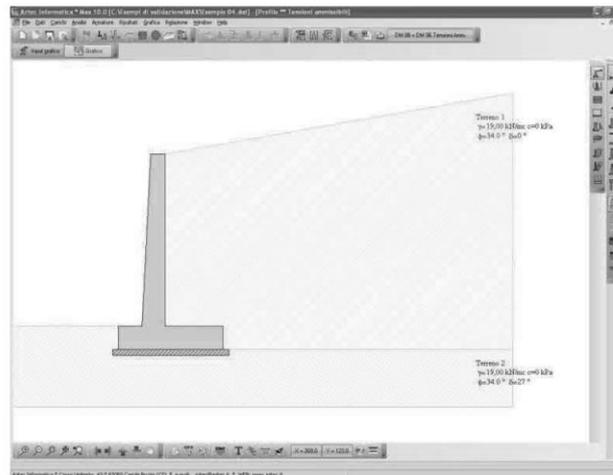
Altezza muro $H = 3.4$ m;

Peso di volume del terreno $\gamma = 19.00$ kN/m³;

Angolo di attrito $\phi = 34^\circ$;

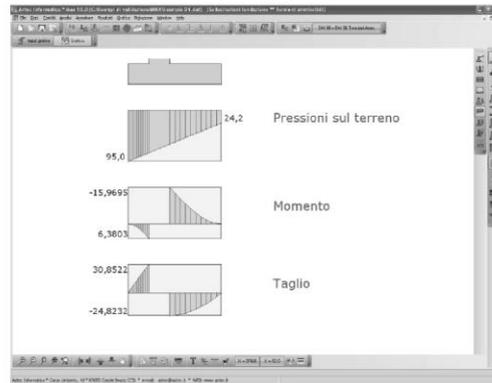
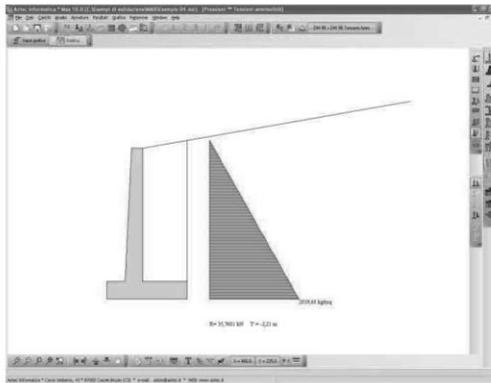
Angolo di attrito terreno-muro per terreno di fondazione ($\text{tg } \delta = 0.50$) $\delta = 26.565^\circ$;

Terrapieno orizzontale $\beta = 10^\circ$;



RISULTATI

	Letteratura	Programma MAX
Coefficiente di spinta attiva	0.287	0.2944
Componente verticale spinta [kN/m]	5.96	6.21
Componente orizzontale spinta [kN/m]	33.81	35.23
Peso del muro [kN/m]	101.05	101.05
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento	1.58	1.52
Eccentricità carichi verticali	0.165	0.178
Pressione massima sul piano di fondazione	92.15	95.00



Esempio n° 5

Riferimento: **Fondazioni progetto e analisi.**

J.E. Bowles

Terza edizione

McGraw-Hill Libri Italia srl

Esempio 11.6 - Pagina 544.

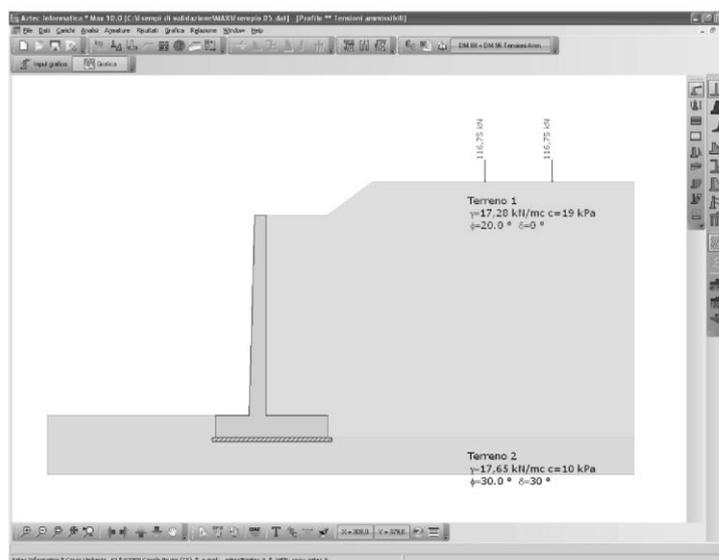
DATI

Altezza muro $H = 6.10$ m;

Peso di volume del terreno $\gamma = 17.28$ kN/m³;

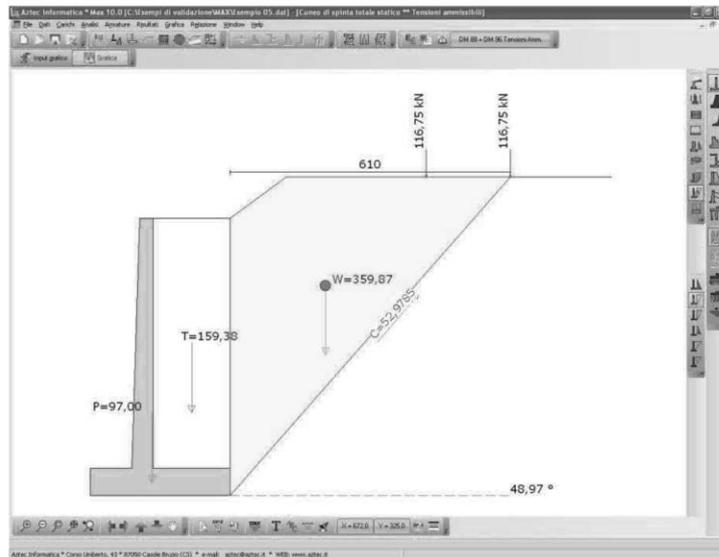
Angolo di attrito $\phi = 20^\circ$;

Coesione $c = 9.58$ kPa



RISULTATI

	Letteratura	Programma MAX
Spinta [kN/m]	173.67	171.07



Esempio n° 6

Riferimento: **Meccanica dei terreni.**

T.W. Lambe, R.V. Whitman

Traduzione di Calogero Valore – Università di Palermo

Dario Flacovio Editore

Esempio 33.1 - Pagina 531.

DATI

Palo tubolare in acciaio riempito di cls con diametro $D = 0.30$ m e lunghezza $L = 12.00$ m;

Peso di volume saturo del terreno $\gamma_s = 18.90$ kN/m³;

Angolo di attrito $\phi = 30^\circ$;

Angolo di attrito palo-terreno $\delta = 30^\circ$;

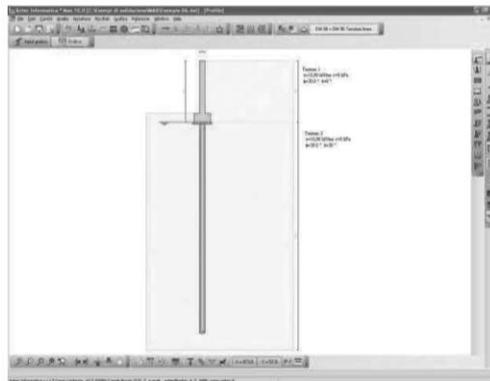
Coefficiente di spinta $K_s = 2.00$.

Determinare il carico limite del palo.

RISULTATI

	Letteratura	Programma CARL
Portanza di punta P_P	231	249
Portanza laterale P_L	712	712
Portanza totale $P_T = P_P + P_L$	943	961

Le differenze sono dovute al coefficiente di capacità portante N_q . Il valore utilizzato nella letteratura è un valore medio che non è legato a nessun metodo nello specifico, mentre il valore determinato dal programma, è quello del metodo di Berezantzev.



Morlupo, 15/05/2021

Il tecnico
Arch. Angelo Severini