ITEC engineering

albasole greenpark

COMUNE DI ALBISOLA SUPERIORE
PROVINCIA DI SAVONA

Soggetto attuatore:
SOCIETÀ "IL GAROFANO S.R.L."
Via Felice Cavallotti, 11/4 - 16146 Genova

Committente
Soc. "IL GAROFANO S.r.l."

Livello di progetto
DEFINITIVO

data:
MARZO 2014

Titolo :
PROGETTO URBANISTICO OPERATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA IN TERRITORIO NON INSEDIABILE NO-INS AMB-AMBITO ANU-SUB AMBITI 1.2-2.1-LOCALITA' RIO SPINA-BRIC AIE' PER LA REALIZZAZIONE DI ATTIVITA' LUDICO SPORTIVE E NATURALISTICHE VARIANTE AL P.U.C ED AL P.T.C.P IN APPLICAZIONE DELL'ART. 59 L.R. 36/97.

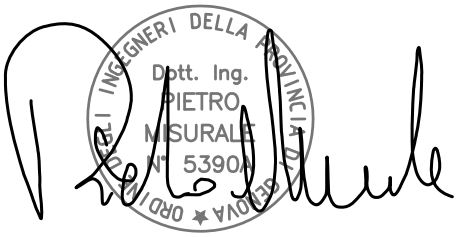
Oggetto:
RELAZIONE TECNICA SUGLI ABBANCAMENTI:
- VERIFICHE DI STABILITA' DEI PENDII

Scala:

CODICE PROGETTO:
P106-11
NOME FILE:

Firme





Rev.	Modifiche / Revisioni	Redatto	Data	Contr./Appr.	Data
A	PRIMA EMISSIONE	RV	26/03/2014	PM	26/03/2014
0	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-

ITEC engineering S.r.l.

SEDE LEGALE E UFFICI
19038 SARZANA LA SPEZIA
Via Cisa, 136 C
TEL. +39 0187 610532 FAX +39 0187 610775

UFFICI
16129 GENOVA
Via Antonio Cecchi, 7/9
TEL. +39 010 5959690 FAX +39 010 5848355

PARTITA IVA 01236860118
info@itec-engineering.it

Sistema Certificato UNI EN ISO 9001:2008 SC 10-2588/EA 34

E' vietata a norma di legge la riproduzione, anche parziale, non autorizzata di questo documento.

INDICE

INDICE 1
1. INQUADRAMENTO DEGLI INTERVENTI 2
2. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA 3
2.1. Riferimenti normativi 3
2.2. Caratterizzazione delle azioni 3
2.2.1. Azioni statiche 3
2.2.2. Azione sismica 3
2.3. Caratterizzazione delle terre armate 4
3. RELAZIONE GEOTECNICA 5
3.1. Caratterizzazione geologica dei siti 5
3.1.1. Caratteristiche fisico – meccaniche dei terreni 5
3.1.1.1. Terreni del sito 5
3.1.1.2. Materiale abbancato 5
3.1.2. Sezione stratigrafica 5
3.2. Modelli geotecnici 6
3.3. Verifiche svolte in ambito geotecnico 7
3.4. Sintesi dei risultati ottenuti in ambito geotecnico 7
4. RELAZIONE SULL'ATTENDIBILITA' DEI RISULTATI OTTENUTI CON CODICE DI CALCOLO AUTOMATICO 10
4.1. Tipo di analisi svolta 10
4.2. Verifiche svolte 10
4.3. Combinazioni di calcolo 11
4.4. Origine e caratteristiche dei codici di calcolo 11

ALLEGATO 1A - SEZIONE 14-14 AMBITO STATICO
ALLEGATO 1B - SEZIONE 14-14 AMBITO SISMICO
ALLEGATO 2A - SEZIONE 29-29 AMBITO STATICO
ALLEGATO 2B - SEZIONE 29-29 AMBITO SISMICO

1. INQUADRAMENTO DEGLI INTERVENTI

Il seguente studio geotecnico è stato realizzato nell'ambito delle opere previste per la redazione del Progetto Urbanistico Operativo, stilato in ottemperanza alla L.R. 4 settembre 1997 n. 36 da intendersi quale proposta di variante al P.U.C. ed al P.T.C.P. ai sensi dell'art. 59 della L.R. stessa, la presente relazione ha lo scopo di illustrare le verifiche di stabilità degli abbancamenti che saranno realizzati.

Le verifiche sono state condotte nelle sezioni ritenute più significative, utilizzando i parametri imposti come requisiti minimi per la ricezione del materiale.

2. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

2.1. Riferimenti normativi

La progettazione e verifica degli interventi sono state condotte ai sensi del DM Infrastrutture 14 gennaio 2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" e della relativa "Circolare Esplicativa 02 febbraio 2009 n° 617/C.S.LL.PP.".
Per quanto non specificato nel DM Infrastrutture 14 gennaio 2008 è stato fatto riferimento ad altre normative di comprovata affidabilità ed in particolare:

- UNI EN 1997-1-1:2005 "Progettazione geotecnica. Parte 1-1: Regole generali".

2.2. Caratterizzazione delle azioni

2.2.1. Azioni statiche

Nell'ottica della valutazione della sicurezza e delle prestazioni attese, le opere in progetto rientrano nella categoria delle opere ordinarie. E' stata quindi assunta per esse una vita nominale **V_N = 50 anni** ed una **classe d'uso II** (**c_u = 1.0**), da cui in definitiva un tempo di riferimento dell'opera **V_R = 50 anni**.

I pesi propri e dei sovraccarichi permanenti sono stati stimati come segue:

- Pesi propri terreni cfr. par. 3.1.1

Per quanto riguarda infine il carico di esercizio:

- Carico da traffico: 30.00 kN/m^2.
- Carico parcheggio / area: 10.00 kN/m^2.

NOTA:
In ambito sismico suddetti carichi sono stati considerati in forma ridotta, affetti dal coefficiente di partecipazione ψ_2

2.2.2. Azione sismica

Ai fini della caratterizzazione dell'azione sismica di progetto, risulta il seguente tempo di ritorno T_R :

- 475 anni con riferimento allo SLV (pari ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni).

PARAMETRO	SLV
a_g/g [-]	0.052
F_0 [-]	2.627
T_C* [sec]	0.304

Con riferimento alle caratteristiche del sottosuolo, sono state ipotizzate una **Categoria del sottosuolo A** (coefficiente **S_S = 1.000**) ed una **Categoria topografica T2** (coefficiente **S_T = 1.000**).

2.3. Caratterizzazione delle terre armate

Per le terre armate sono stati considerati i seguenti parametri

- Sezione 14-14
  - Interasse rinforzi: 0.75 m
  - Lunghezza rinforzi
    - Abbancamento 1: 8.00 m
    - Abbancamenti 2-3-4: 6.00 m
  - Resistenza a trazione:
    - Abbancamento 1: 200 kN/m
    - Abbancamenti 2-3-4: 150 kN/m
- Sezione 29-29
  - Interasse rinforzi: 0.75 m
  - Lunghezza rinforzi
    - Abbancamento 1 18.00 m
    - Abbancamenti 2: 18.00 m
  - Resistenza a trazione: 200 kN/m
    - Abbancamento 1: 200 kN/m
    - Abbancamenti 2: 2000 kN/m

3. RELAZIONE GEOTECNICA

3.1. Caratterizzazione geologica dei siti

3.1.1. Caratteristiche fisico – meccaniche dei terreni

3.1.1.1. Terreni del sito

Per quanto concerne la caratterizzazione geologica del sito, si è fatto riferimento all'elaborato "Relazione di fattibilità geotecnica", redatto dal Dott. Geol. Paola Reverdito nel mese di aprile 2012.

Per l'area in esame viene definito il seguente strato:

- Strato 1 – Substrato roccioso:
  - Peso di volume naturale: γ = 23.00 kN/m^3.
  - Peso di volume saturo: γ_{sat} = 23.00 kN/m^3.
  - Angolo di attrito interno: φ' = 34.09° (valore residuo).
  - Coesione efficace: c' = 290.92 kPa.

3.1.1.2. Materiale abbancato

Tenendo conto delle considerazioni svolte nell'elaborato sopra citato circa la variabilità del materiale oggetto di abbancamento, sono stati considerati, prudenzialmente, i seguenti parametri:

- Abbancamento:
  - Peso di volume naturale: γ = 18.00 kN/m^3.
  - Peso di volume saturo: γ_{sat} =20.00 kN/m^3.
  - Angolo di attrito interno: φ' = 36.00° (valore medio).
  - Coesione efficace: c' = 0.00 kPa.

Per le modalità esecutive dell'abbancamento e i requisiti prestazionali che devono essere conseguiti si rimanda al paragrafo "Modalità di abbancamento e carichi su piastra" della relazione generale.

3.1.2. Sezione stratigrafica

Ai fini delle verifica di stabilità dei pendii nelle condizioni di progetto, sono state riprodotte la sezione stratigrafica "14-14" – "29-29", ritenute tali da riprodurre le condizioni più critiche per il dimensionamento degli interventi in oggetto al termine del periodo di realizzazione degli stessi.

Il corpo dell'abbancamento è stato assunto in condizioni di assenza di falda in virtù del sistema di drenaggio previsto.

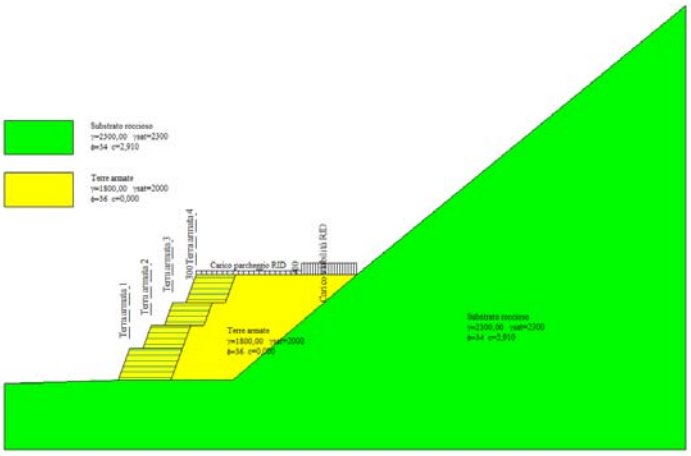


Figura 3.1 – Sezione 14



Figura 3.2 - Sezione 29

3.2. Modelli geotecnici

L'analisi di stabilità del pendio con riferimento a superfici generiche è stata condotta modellando questi elementi come pendii in terra e ricercando le superfici di potenziale scivolamento mediante analisi agli elementi finiti basate essenzialmente sul concetto dell'equilibrio limite globale.

La generica superficie di potenziale instabilità, supposta nota, viene suddivisa dal codice di calcolo in un determinato numero di strisce che consentono di calcolare in modo agevole le grandezze che entrano in gioco nelle equazioni risolutive.

I diversi metodi utilizzabili per la ricerca della superficie di scorrimento adottano tutti il criterio di rottura di Mohr-Coulomb assieme al criterio delle tensioni efficaci di Terzaghi, distinguendosi fra loro per le assunzioni fatte in termini di forze interne scambiate fra le strisce. Fra i diversi metodi utilizzabili è stato adottato quello di Bishop.

La resistenza a taglio disponibile nel generico punto della superficie è valutata secondo l'espressione:

$$\tau_R' = c' + \sigma' \cdot tg\varphi'$$

essendo c', φ' i parametri che caratterizzano il terreno e σ' la tensione normale efficace nel punto.

Il fattore di sicurezza è definito come rapporto fra la resistenza a taglio disponibile e la resistenza a taglio mobilitata:

$$FS = \frac{\tau_R}{\tau}$$

Data la natura dei terreni coinvolti il calcolo è stato condotto in condizioni drenate.

3.3. Verifiche svolte in ambito geotecnico

La sicurezza in ambito geotecnico è stata verificata seguendo le indicazioni contenute nel DM Infrastrutture 14 gennaio 2008 ai par. 6.3.4 (condizioni non sismiche) e 7.11.3.5 (condizioni sismiche).
Sono state svolti i seguenti controlli di normativa:

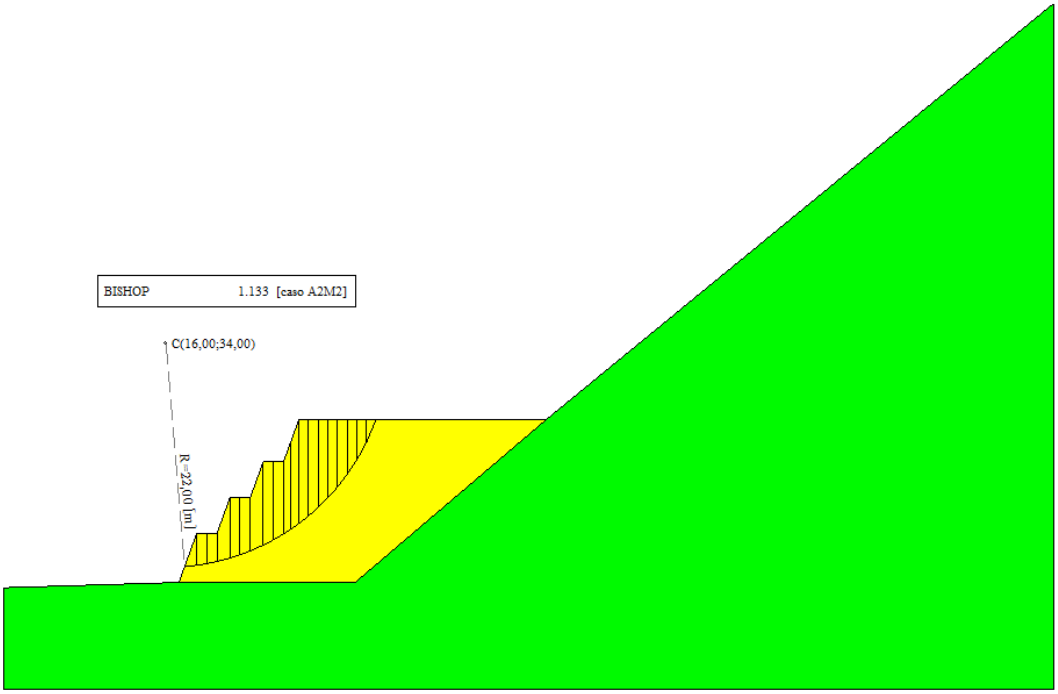
- Stabilità globale del pendio: $\gamma_R = 1.10$

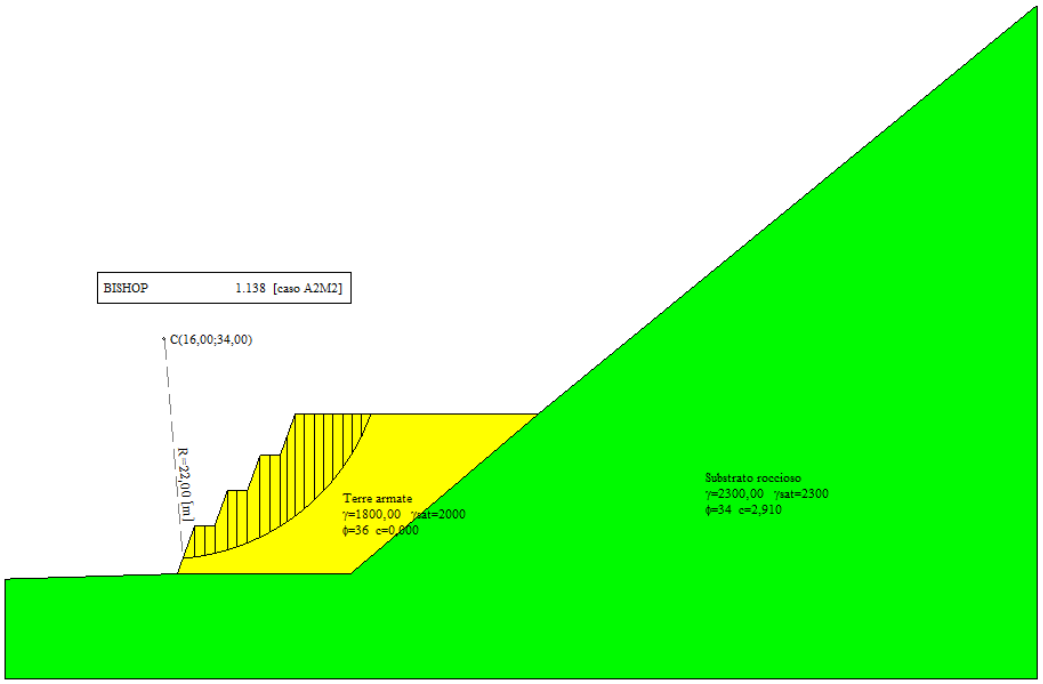
3.4. Sintesi dei risultati ottenuti in ambito geotecnico

Le verifiche geotecniche hanno dato esito positivo, fornendo valori dei coefficienti di sicurezza superiori ai minimi previsti dalla vigente normativa.

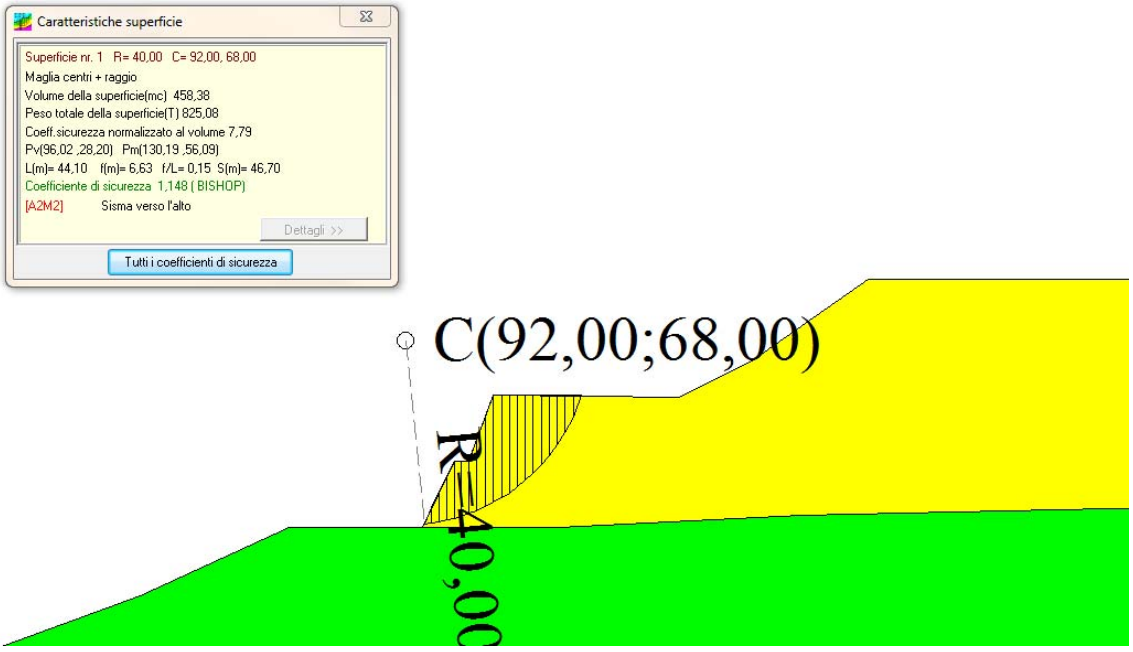
Si riportano qui di seguito le superfici di potenziale scorrimento caratterizzate da fattore di sicurezza minimo, rispettivamente in ambito statico e in ambito sismico:

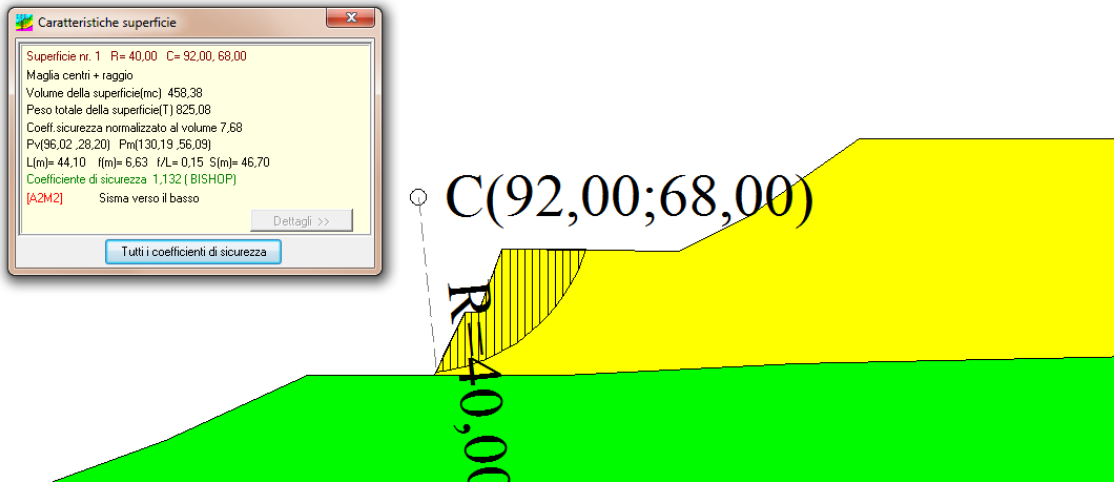
SEZIONE 14


BISHOP 1.133 [caso A2M2]
C(16,00;34,00)
R=22,00 [m]


BISHOP 1.138 [caso A2M2]
C(16,00;34,00)
R=22,00 [m]
Terre armate
γ=1800,00 γsat=2000
ϕ=36 c=0,800
Substrato roccioso
γ=2300,00 γsat=2300
ϕ=34 c=2,910

SEZIONE 29





Per ulteriori dettagli si rimanda agli allegati di calcolo 01A-02A (verifiche in ambito statico) e 01B-02B (verifiche in ambito sismico), dove vengono elencate le corrispondenti prime 50 superfici più critiche e descritte in dettaglio la prima.

4. RELAZIONE SULL'ATTENDIBILITA' DEI RISULTATI OTTENUTI CON CODICE DI CALCOLO AUTOMATICO

4.1. Tipo di analisi svolta

L'analisi di stabilità del pendio e della terra armata con riferimento a superfici generiche è stata condotta modellando questi elementi come pendii in terra e ricercando le superfici di potenziale scivolamento mediante analisi agli elementi finiti basate essenzialmente sul concetto dell'equilibrio limite globale.

La generica superficie di potenziale instabilità, supposta nota, viene suddivisa dal codice di calcolo in un determinato numero di strisce che consentono di calcolare in modo agevole le grandezze che entrano in gioco nelle equazioni risolutive.

I diversi metodi utilizzabili per la ricerca della superficie di scorrimento adottano tutti il criterio di rottura di Mohr-Coulomb assieme al criterio delle tensioni efficaci di Terzaghi, distinguendosi fra loro per le assunzioni fatte in termini di forze interne scambiate fra le strisce. Fra i diversi metodi utilizzabili è stato adottato quello di Bishop.

La resistenza a taglio disponibile nel generico punto della superficie è valutata secondo l'espressione:

$$\tau_R' = c' + \sigma' \cdot \mathrm{tg}\varphi'$$

essendo c', φ' i parametri che caratterizzano il terreno e σ' la tensione normale efficace nel punto.

Il fattore di sicurezza è definito come rapporto fra la resistenza a taglio disponibile e la resistenza a taglio mobilitata:

$$FS = \frac{\tau_R}{\tau}$$

Data la natura dei terreni coinvolti il calcolo è stato condotto in condizioni drenate.

4.2. Verifiche svolte

La sicurezza in ambito geotecnico è stata verificata seguendo le indicazioni contenute nel DM Infrastrutture 14 gennaio 2008 ai par. 6.3.4 (condizioni non sismiche) e 7.11.3.5 (condizioni sismiche).
Sono state svolti i seguenti controlli di normativa:

- Stabilità globale del pendio: $\gamma_R = 1.10$

Essendo la verifica svolta in modo automatico dal codice di calcolo, si è provveduto a verificare la veridicità dei risultati ottenuti mediante semplici calcoli manuali rappresentativi.

4.3. Combinazioni di calcolo

Le combinazioni allo Stato Limite Ultimo sono state valutate secondo quanto previsto al paragrafo 2.5.3, del DM Infrastrutture 14 gennaio 2008.

4.4. Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

La verifica di stabilità globale del pendio in ambito geotecnico è stata condotta con l'ausilio del software "STAP11.0" Versione 11.03a, prodotto da "Aztec Informatica s.r.l".

ALLEGATO 01A

VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE DEL PENDIO ALLO STATO DI PROGETTO (SEZIONE 14-14 – AMBITO STATICO)

Normative di riferimento

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)
- Circolare 617 del 02/02/2009
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Descrizione metodo di calcolo

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a **1.10**.
Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare.
In particolare il programma esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione. Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate.
Nella descrizione dei metodi di calcolo si adotterà la seguente simbologia:

l	lunghezza della base della striscia
α	angolo della base della striscia rispetto all'orizzontale
b	larghezza della striscia b=l x cos(α)
ϕ	angolo di attrito lungo la base della striscia
c	coesione lungo la base della striscia
γ	peso di volume del terreno
u	pressione neutra
W	peso della striscia
N	sforzo normale alla base della striscia
T	sforzo di taglio alla base della striscia
$\mathbf{E_s}$, $\mathbf{E_d}$	forze normali di interstriscia a sinistra e a destra
$\mathbf{X_s}$, $\mathbf{X_d}$	forze tangenziali di interstriscia a sinistra e a destra
$\mathbf{E_a}$, $\mathbf{E_b}$	forze normali di interstriscia alla base ed alla sommità del pendio
ΔX	variazione delle forze tangenziali sulla striscia $\mathbf{\Delta X = X_d - X_s}$
ΔE	variazione delle forze normali sulla striscia $\mathbf{\Delta E = E_d - E_s}$

Metodo di Bishop

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di **Bishop semplificato** si esprime secondo la seguente formula:

$$F = \frac{\Sigma_i \left(\frac{c_i b_i + (N_i/\cos(\alpha_i) - u_i b_i) \tg\phi_i}{m} \right)}{\Sigma_i W_i \sin\alpha_i}$$

dove il termine **m** è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\tg\phi_i \tg\alpha_i}{F}\right) \cos\alpha_i$$

In questa espressione **n** è il numero delle strisce considerate, $\mathbf{b_i}$ e $\mathbf{\alpha_i}$ sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia $\mathbf{i_{esima}}$ rispetto all'orizzontale, $\mathbf{W_i}$ è il peso della striscia $\mathbf{i_{esima}}$, $\mathbf{c_i}$ e $\mathbf{\phi_i}$ sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed $\mathbf{u_i}$ è la pressione neutra lungo la base della striscia.
L'espressione del coefficiente di sicurezza di **Bishop semplificato** contiene al secondo membro il termine **m** che è funzione di **F**. Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per **F** da inserire nell'espressione di **m** ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno
Descrizione Descrizione terreno
γ Peso di volume del terreno espresso in kg/mc
γ_w Peso di volume saturo del terreno espresso in kg/mc
ϕ Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c Coesione 'efficace' del terreno espressa in kg/cmq
ϕ_u Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u Coesione 'totale' del terreno espressa in kg/cmq

Nr.	Descrizione	γ	γ_w	ϕ'	c'	ϕ_u	c_u
1	Substrato roccioso	2300	2300	34.09	2,910	0.00	0,400
2	Terre armate	1800	2000	36.00	0,000	0.00	0,400

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.
Nr. Identificativo del punto
X Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y Ordinata del punto del profilo espressa in m

Nr.	X [m]	Y [m]
1	0,00	10,00
2	17,26	10,52
3	19,03	15,37
4	21,03	15,37
5	22,30	18,87
6	24,30	18,87
7	25,57	22,37
8	27,57	22,37
9	29,10	26,57
10	53,50	26,57
11	103,46	67,50

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° **1** costituito da terreno n° 1 (Substrato roccioso)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

N°	X[m]	Y[m]
1	17,26	10,52
2	0,00	10,00
3	0,00	0,00
4	103,46	0,00
5	103,46	67,50
6	53,50	26,57
7	34,67	10,54

Strato N° **2** costituito da terreno n° 2 (Terre armate)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

N°	X[m]	Y[m]
1	53,50	26,57
2	29,10	26,57
3	27,57	22,37
4	25,57	22,37
5	24,30	18,87
6	22,30	18,87
7	21,03	15,37
8	19,03	15,37
9	17,26	10,52
10	34,67	10,54

Carichi sul profilo

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra.
N° Identificativo del sovraccarico agente
Descrizione Descrizione carico
Carichi distribuiti
X_i, X_f Ascissa iniziale e finale del carico espressa in [m]
Vx_i, Vx_f, Vy_i, Vy_f Intensità del carico in direzione X e Y nei punti iniziale e finale, espresse in [kg/m]

CARICHI DISTRIBUITI

N°	Descrizione	X_i	X_f	Vy_i	Vy_f	Vx_i	Vx_f
1	Carico parcheggio	29,10	45,10	1000	1000	0	0
2	Carico viabilità	45,10	53,50	3000	3000	0	0

Interventi inseriti

Numero interventi inseriti 4

Terra rinforzata - Terra armata 1

Ascissa sul profilo	19,03	m
Altezza	4,85	m
Interasse elementi	0,75	m
Larghezza in sommità	8,00	m
Larghezza alla base	8,00	m
Resistenza a trazione	20000,00	kg/m
Resistenza a taglio	0,00	kg/m
Rapporto tra lunghezza di aderenza e lunghezza totale	1,00	

Terra rinforzata - Terra armata 2

Ascissa sul profilo	22,30	m
Altezza	3,50	m
Interasse elementi	0,75	m
Larghezza in sommità	6,00	m
Larghezza alla base	6,00	m
Resistenza a trazione	15000,00	kg/m
Resistenza a taglio	0,00	kg/m
Rapporto tra lunghezza di aderenza e lunghezza totale	1,00	

Terra rinforzata - Terra armata 3

Ascissa sul profilo	25,57	m
Altezza	3,50	m
Interasse elementi	0,75	m
Larghezza in sommità	6,00	m
Larghezza alla base	6,00	m
Resistenza a trazione	15000,00	kg/m
Resistenza a taglio	0,00	kg/m
Rapporto tra lunghezza di aderenza e lunghezza totale	1,00	

Terra rinforzata - Terra armata 4

Ascissa sul profilo	29,10	m
Altezza	4,20	m
Interasse elementi	0,75	m
Larghezza in sommità	6,00	m
Larghezza alla base	6,00	m
Resistenza a trazione	15000,00	kg/m
Resistenza a taglio	0,00	kg/m
Rapporto tra lunghezza di aderenza e lunghezza totale	1,00	

Risultati analisi

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo :
Metodo di BISHOP (B)

Impostazioni analisi
Normativa :
Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

Coefficienti di partecipazione caso statico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	*Effetto*		*A1*	*A2*
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		*M1*	*M2*
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione caso sismico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	*Effetto*		*A1*	*A2*
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		*M1*	*M2*
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

Sisma

Accelerazione al suolo a_g =	0.000 [m/s^2]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.00
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione (β_s)	0.20
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S)$ = 0.00
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$ = 0.00
Coefficiente di sicurezza richiesto	1.10

Le superfici sono state analizzate per i casi: [PC] [A2M2]
Sisma verticale: verso l'alto
Analisi condotta in termini di tensioni efficaci
Presenza di carichi distribuiti

Impostazioni interventi

Influenza interventi: Resistenza a taglio.
Resistenza interventi calcolata dal programma.
Coefficiente sicurezza resistenza interventi 1,25

Impostazioni delle superfici di rottura

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia [m]:	X_0 = 4,00	Y_0 = 22,00
Passo maglia [m]:	dX = 2,00	dY = 2,00
Numero passi :	Nx = 17	Ny = 16
Raggio [m]:	R = 20,00	

Si utilizza un raggio variabile con passo dR=1,00 [m] ed un numero di incrementi pari a 30

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:
- lunghezza di corda inferiore a 1,00 m
- freccia inferiore a 0,50 m
- volume inferiore a 2,00 mc

Numero di superfici analizzate	5210
Coefficiente di sicurezza minimo	1.133
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS_{min}	S_{min}	FS_{max}	S_{max}
BISHOP	5210	1.133	1	555.183	5210

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N°	numero d'ordine della superficie cerchio
C_x	ascissa x del centro [m]
C_y	ordinata y del centro [m]
R	raggio del cerchio espresso in m
x_v, y_v	ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m
x_m, y_m	ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m
V	volume interessato dalla superficie espresso [cmq]
C_s	coefficiente di sicurezza
caso	caso di calcolo

N°	C_x	C_y	R	x_v	y_v	x_m	y_m	V	C_s	caso
1	16,00	34,00	22,00	17,83	12,08	36,71	26,57	108,62	1.133 (B)	[A2M2]
2	16,00	36,00	24,00	17,83	12,07	38,07	26,57	120,84	1.140 (B)	[A2M2]
3	14,00	34,00	23,00	17,53	11,27	35,77	26,57	103,90	1.143 (B)	[A2M2]
4	16,00	32,00	20,00	17,83	12,08	35,25	26,57	95,67	1.153 (B)	[A2M2]
5	16,00	38,00	26,00	17,82	12,06	39,35	26,57	132,43	1.157 (B)	[A2M2]
6	18,00	34,00	21,00	18,17	13,00	37,64	26,57	111,52	1.168 (B)	[A2M2]
7	18,00	32,00	21,00	17,44	11,01	38,29	26,57	151,75	1.184 (B)	[A2M2]
8	16,00	40,00	28,00	17,82	12,06	40,57	26,57	143,47	1.185 (B)	[A2M2]
9	18,00	36,00	23,00	18,17	13,00	38,98	26,57	122,67	1.197 (B)	[A2M2]
10	20,00	34,00	21,00	18,19	13,08	39,64	26,57	138,56	1.213 (B)	[A2M2]
11	18,00	34,00	23,00	17,44	11,01	39,77	26,57	165,79	1.213 (B)	[A2M2]
12	16,00	42,00	30,00	17,82	12,06	41,73	26,57	154,07	1.218 (B)	[A2M2]
13	18,00	38,00	25,00	18,17	13,00	40,23	26,57	133,29	1.229 (B)	[A2M2]
14	16,00	34,00	23,00	17,45	11,05	37,77	26,57	134,74	1.235 (B)	[A2M2]
15	18,00	36,00	25,00	17,44	11,01	41,15	26,57	179,01	1.244 (B)	[A2M2]
16	16,00	32,00	21,00	17,45	11,05	36,29	26,57	120,72	1.247 (B)	[A2M2]
17	16,00	36,00	25,00	17,45	11,04	39,15	26,57	147,94	1.248 (B)	[A2M2]
18	16,00	44,00	32,00	17,82	12,05	42,84	26,57	164,25	1.250 (B)	[A2M2]
19	12,00	44,00	33,00	17,61	11,48	40,02	26,57	133,86	1.251 (B)	[A2M2]
20	20,00	34,00	20,00	18,55	14,05	38,57	26,57	112,36	1.252 (B)	[A2M2]
21	12,00	46,00	35,00	17,60	11,45	41,11	26,57	144,52	1.254 (B)	[A2M2]
22	20,00	36,00	23,00	18,19	13,07	40,98	26,57	149,73	1.255 (B)	[A2M2]
23	20,00	32,00	21,00	17,49	11,15	40,29	26,57	182,70	1.256 (B)	[A2M2]
24	16,00	38,00	27,00	17,45	11,04	40,46	26,57	160,55	1.262 (B)	[A2M2]
25	18,00	40,00	27,00	18,17	13,00	41,42	26,57	143,40	1.263 (B)	[A2M2]
26	12,00	42,00	31,00	17,62	11,51	38,89	26,57	122,80	1.265 (B)	[A2M2]
27	14,00	42,00	30,00	17,89	12,25	39,73	26,57	125,24	1.266 (B)	[A2M2]
28	12,00	48,00	37,00	17,59	11,42	42,16	26,57	154,85	1.267 (B)	[A2M2]
29	14,00	40,00	28,00	17,90	12,27	38,57	26,57	114,66	1.271 (B)	[A2M2]
30	18,00	38,00	27,00	17,44	11,01	42,46	26,57	191,64	1.277 (B)	[A2M2]
31	14,00	44,00	32,00	17,89	12,24	40,84	26,57	135,40	1.279 (B)	[A2M2]
32	18,00	40,00	24,00	21,34	16,23	37,89	26,57	69,43	1.280 (B)	[A2M2]
33	16,00	46,00	34,00	17,82	12,05	43,90	26,57	174,05	1.282 (B)	[A2M2]
34	18,00	42,00	26,00	21,34	16,21	38,93	26,57	76,35	1.283 (B)	[A2M2]
35	20,00	36,00	22,00	18,55	14,05	39,88	26,57	122,54	1.283 (B)	[A2M2]
36	14,00	32,00	21,00	17,55	11,30	34,29	26,57	89,93	1.284 (B)	[A2M2]
37	12,00	50,00	39,00	17,58	11,40	43,18	26,57	164,85	1.284 (B)	[A2M2]
38	16,00	40,00	29,00	17,45	11,04	41,70	26,57	172,57	1.285 (B)	[A2M2]
39	20,00	34,00	23,00	17,49	11,14	41,77	26,57	196,71	1.292 (B)	[A2M2]
40	14,00	46,00	34,00	17,88	12,22	41,90	26,57	145,21	1.293 (B)	[A2M2]
41	18,00	44,00	28,00	21,33	16,20	39,91	26,57	82,98	1.293 (B)	[A2M2]
42	16,00	40,00	27,00	18,20	13,09	39,42	26,57	116,35	1.294 (B)	[A2M2]
43	18,00	42,00	29,00	18,17	13,00	42,55	26,57	153,05	1.296 (B)	[A2M2]
44	22,00	38,00	21,00	21,62	17,00	39,62	26,57	81,86	1.297 (B)	[A2M2]

45	20,00	38,00	25,00	18,19	13,07	42,23	26,57	160,36	1.298 (B)	[A2M2]
46	16,00	38,00	25,00	18,20	13,10	38,23	26,57	106,26	1.299 (B)	[A2M2]
47	12,00	52,00	41,00	17,57	11,38	44,16	26,57	174,56	1.300 (B)	[A2M2]
48	14,00	38,00	26,00	17,91	12,30	37,35	26,57	103,63	1.301 (B)	[A2M2]
49	12,00	40,00	29,00	17,64	11,55	37,70	26,57	111,35	1.302 (B)	[A2M2]
50	16,00	42,00	29,00	18,20	13,08	40,55	26,57	125,99	1.307 (B)	[A2M2]

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X_s	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y_{ss}	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y_{si}	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X_g	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y_g	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
L	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
W	peso della striscia espresso in kg
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kg
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kg
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kg
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kg
E_s, E_d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
X_s, X_d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	19	
Coordinate del centro	X[m]= 16,00	Y[m]= 34,00
Raggio del cerchio	R[m]= 22,00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X_v[m]= 17,83	Y_v[m]= 12,08
Intersezione a monte con il profilo topografico	X_m[m]= 36,71	Y_m[m]= 26,57
Coefficiente di sicurezza	C_S= 1.133	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X_s	Y_{ss}	Y_{si}	X_d	Y_{ds}	Y_{di}	X_g	Y_g	L	α	ϕ	c
1	17,83	12,08	12,08	19,03	15,37	12,21	18,63	13,22	1,21	6,34	30.17	0,00
2	19,03	15,37	12,21	20,03	15,37	12,37	19,53	13,83	1,01	9,24	30.17	0,00
3	20,03	15,37	12,37	21,03	15,37	12,58	20,52	13,92	1,02	11,89	30.17	0,00
4	21,03	15,37	12,58	22,30	18,87	12,92	21,74	15,05	1,31	14,93	30.17	0,00
5	22,30	18,87	12,92	23,30	18,87	13,25	22,80	15,98	1,05	18,01	30.17	0,00
6	23,30	18,87	13,25	24,30	18,87	13,63	23,79	16,15	1,07	20,77	30.17	0,00
7	24,30	18,87	13,63	25,57	22,37	14,19	24,98	17,34	1,39	23,98	30.17	0,00
8	25,57	22,37	14,19	26,57	22,37	14,71	26,06	18,41	1,12	27,25	30.17	0,00
9	26,57	22,37	14,71	27,57	22,37	15,29	27,06	18,68	1,16	30,22	30.17	0,00
10	27,57	22,37	15,29	28,34	24,47	15,78	27,97	19,50	0,91	32,92	30.17	0,00
11	28,34	24,47	15,78	29,10	26,57	16,33	28,73	20,81	0,94	35,32	30.17	0,00
12	29,10	26,57	16,33	30,05	26,57	17,07	29,57	21,63	1,21	38,12	30.17	0,00
13	30,05	26,57	17,07	31,00	26,57	17,91	30,52	22,03	1,27	41,34	30.17	0,00
14	31,00	26,57	17,91	31,95	26,57	18,85	31,47	22,47	1,34	44,74	30.17	0,00
15	31,95	26,57	18,85	32,90	26,57	19,92	32,42	22,97	1,43	48,34	30.17	0,00
16	32,90	26,57	19,92	33,85	26,57	21,15	33,36	23,54	1,55	52,23	30.17	0,00
17	33,85	26,57	21,15	34,81	26,57	22,58	34,31	24,20	1,72	56,49	30.17	0,00
18	34,81	26,57	22,58	35,76	26,57	24,32	35,24	24,97	1,98	61,32	30.17	0,00
19	35,76	26,57	24,32	36,71	26,57	26,57	36,07	25,82	2,44	67,08	30.17	0,00

Forze applicate sulle strisce [BISHOP]

N°	W	Q	N	T	U	E_s	E_d	X_s	X_d
1	3419	0	3255	1669	0	0	1299	0	0
2	5542	0	5183	2658	0	1299	3091	0	0
3	5207	0	4802	2463	0	3091	4512	0	0
4	9985	0	6627	3399	0	4512	16239	0	0
5	10415	0	9387	4814	0	16239	17915	0	0
6	9781	0	7025	3603	0	17915	23892	0	0
7	15343	0	13674	7012	0	23892	24743	0	0

8	14260	0	11869	6087	0	24743	26507	0	0
9	13272	0	11826	6065	0	26507	25794	0	0
10	10857	0	9710	4979	0	25794	24698	0	0
11	13034	0	11717	6009	0	24698	22826	0	0
12	16897	1236	16435	8428	0	22826	19312	0	0
13	15542	1236	15400	7897	0	19312	15068	0	0
14	14020	1236	14240	7303	0	15068	10233	0	0
15	12298	1236	12917	6624	0	10233	4985	0	0
16	10333	1236	11366	5829	0	4985	-429	0	0
17	8054	1236	9483	4863	0	-429	-5651	0	0
18	5337	1236	7069	3625	0	-5651	-10113	0	0
19	1925	1236	3668	1881	0	-10113	-12759	0	0

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo
Il sottoscritto , in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta
L'analisi e le verifiche di stabilità sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico.
I metodi di calcolo implementati sono i classici metodi delle strisce, basati sul concetto dell'equilibrio limite globale. La superficie di rottura è suddivisa in un determinato numero di strisce che consentono di calcolare le grandezze che entrano in gioco nelle equazioni risolutive.
Nel modulo terreni si adotta il criterio di rottura di Mohr-Coulomb. Nel modulo rocce si può adottare il criterio di rottura di Hoek-Brown o di Barton.
Il programma consente di inserire degli interventi di stabilizzazione, che possono intervenire secondo sue modalità diverse: variazione delle forze di interstriscia o resistenza a taglio equivalente.
L'analisi sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	STAP - Stabilità Pendii Terreni e Rocce
Versione	11.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	ITEC ENGINEERING S.R.L.
Licenza	AIU1496GH

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.

ALLEGATO 01B

VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE DEL PENDIO ALLO STATO DI PROGETTO (SEZIONE 14-14 – AMBITO SISMICO)

Normative di riferimento

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)
- Circolare 617 del 02/02/2009
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Descrizione metodo di calcolo

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a **1.10**.
Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare.
In particolare il programma esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione. Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate.
Nella descrizione dei metodi di calcolo si adotterà la seguente simbologia:

l	lunghezza della base della striscia
α	angolo della base della striscia rispetto all'orizzontale
b	larghezza della striscia b=l x cos(α)
ϕ	angolo di attrito lungo la base della striscia
c	coesione lungo la base della striscia
γ	peso di volume del terreno
u	pressione neutra
W	peso della striscia
N	sforzo normale alla base della striscia
T	sforzo di taglio alla base della striscia
$\mathbf{E_s}$, $\mathbf{E_d}$	forze normali di interstriscia a sinistra e a destra
$\mathbf{X_s}$, $\mathbf{X_d}$	forze tangenziali di interstriscia a sinistra e a destra
$\mathbf{E_a}$, $\mathbf{E_b}$	forze normali di interstriscia alla base ed alla sommità del pendio
ΔX	variazione delle forze tangenziali sulla striscia $\mathbf{\Delta X = X_d - X_s}$
ΔE	variazione delle forze normali sulla striscia $\mathbf{\Delta E = E_d - E_s}$

Metodo di Bishop

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di **Bishop semplificato** si esprime secondo la seguente formula:

$$F = \frac{\Sigma_i \left(\frac{c_i\, b_i + (N_i/\cos(\alpha_i) - u_i\, b_i)\, tg\phi_i}{m} \right)}{\Sigma_i\, W_i \sin\alpha_i}$$

dove il termine **m** è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{tg\phi_i\, tg\alpha_i}{F}\right) \cos\alpha_i$$

In questa espressione **n** è il numero delle strisce considerate, $\mathbf{b_i}$ e $\mathbf{\alpha_i}$ sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia $\mathbf{i_{esima}}$ rispetto all'orizzontale, $\mathbf{W_i}$ è il peso della striscia $\mathbf{i_{esima}}$, $\mathbf{c_i}$ e $\mathbf{\phi_i}$ sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed $\mathbf{u_i}$ è la pressione neutra lungo la base della striscia.
L'espressione del coefficiente di sicurezza di **Bishop semplificato** contiene al secondo membro il termine **m** che è funzione di **F**. Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per **F** da inserire nell'espressione di **m** ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno
Descrizione Descrizione terreno
γ Peso di volume del terreno espresso in kg/mc
γ_w Peso di volume saturo del terreno espresso in kg/mc
ϕ Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c Coesione 'efficace' del terreno espressa in kg/cmq
ϕ_u Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u Coesione 'totale' del terreno espressa in kg/cmq

Nr.	Descrizione	γ	γ_w	ϕ'	c'	ϕ_u	c_u
1	Substrato roccioso	2300	2300	34.09	2,910	0.00	0,400
2	Terre armate	1800	2000	36.00	0,000	0.00	0,400

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.
Nr. Identificativo del punto
X Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y Ordinata del punto del profilo espressa in m

Nr.	X [m]	Y [m]
1	0,00	10,00
2	17,26	10,52
3	19,03	15,37
4	21,03	15,37
5	22,30	18,87
6	24,30	18,87
7	25,57	22,37
8	27,57	22,37
9	29,10	26,57
10	53,50	26,57
11	103,46	67,50

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° **1** costituito da terreno n° 1 (Substrato roccioso)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

N°	X[m]	Y[m]
1	17,26	10,52
2	0,00	10,00
3	0,00	0,00
4	103,46	0,00
5	103,46	67,50
6	53,50	26,57
7	34,67	10,54

Strato N° **2** costituito da terreno n° 2 (Terre armate)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

N°	X[m]	Y[m]
1	53,50	26,57
2	29,10	26,57
3	27,57	22,37
4	25,57	22,37
5	24,30	18,87
6	22,30	18,87
7	21,03	15,37
8	19,03	15,37
9	17,26	10,52
10	34,67	10,54

Carichi sul profilo

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra.
N° Identificativo del sovraccarico agente
Descrizione Descrizione carico
Carichi distribuiti
X_i, X_f Ascissa iniziale e finale del carico espressa in [m]
Vx_i, Vx_f, Vy_i, Vy_f Intensità del carico in direzione X e Y nei punti iniziale e finale, espresse in [kg/m]

CARICHI DISTRIBUITI

N°	Descrizione	X_i	X_f	Vy_i	Vy_f	Vx_i	Vx_f
1	Carico parcheggio RID	29,10	45,10	300	300	0	0
2	Carico viabilità RID	45,10	53,50	900	900	0	0

Interventi inseriti

Numero interventi inseriti 4

Terra rinforzata - Terra armata 1

Ascissa sul profilo	19,03	m
Altezza	4,85	m
Interasse elementi	0,75	m
Larghezza in sommità	8,00	m
Larghezza alla base	8,00	m
Resistenza a trazione	20000,00	kg/m
Resistenza a taglio	0,00	kg/m
Rapporto tra lunghezza di aderenza e lunghezza totale	1,00	

Terra rinforzata - Terra armata 2

Ascissa sul profilo	22,30	m
Altezza	3,50	m
Interasse elementi	0,75	m
Larghezza in sommità	6,00	m
Larghezza alla base	6,00	m
Resistenza a trazione	15000,00	kg/m
Resistenza a taglio	0,00	kg/m
Rapporto tra lunghezza di aderenza e lunghezza totale	1,00	

Terra rinforzata - Terra armata 3

Ascissa sul profilo	25,57	m
Altezza	3,50	m
Interasse elementi	0,75	m
Larghezza in sommità	6,00	m
Larghezza alla base	6,00	m
Resistenza a trazione	15000,00	kg/m
Resistenza a taglio	0,00	kg/m
Rapporto tra lunghezza di aderenza e lunghezza totale	1,00	

Terra rinforzata - Terra armata 4

Ascissa sul profilo	29,10	m
Altezza	4,20	m
Interasse elementi	0,75	m
Larghezza in sommità	6,00	m
Larghezza alla base	6,00	m
Resistenza a trazione	15000,00	kg/m
Resistenza a taglio	0,00	kg/m
Rapporto tra lunghezza di aderenza e lunghezza totale	1,00	

Risultati analisi

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo :
Metodo di BISHOP (B)

Impostazioni analisi
Normativa :
Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

Coefficienti di partecipazione caso statico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	*Effetto*		*A1*	*A2*
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		*M1*	*M2*
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione caso sismico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	*Effetto*		*A1*	*A2*
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		*M1*	*M2*
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

Sisma

Accelerazione al suolo a_g =	0.522 [m/s^2]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.00
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione (β_s)	0.20
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S)$ = 1.28
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$ = 0.64
Coefficiente di sicurezza richiesto	1.10

Le superfici sono state analizzate per i casi: [PC] [A2M2]
Sisma verticale: verso il basso - verso l'alto
Analisi condotta in termini di tensioni efficaci
Presenza di carichi distribuiti

Impostazioni interventi

Influenza interventi: Resistenza a taglio.
Resistenza interventi calcolata dal programma.
Coefficiente sicurezza resistenza interventi 1,25

Impostazioni delle superfici di rottura

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia [m]:	X_0 = 4,00	Y_0 = 22,00
Passo maglia [m]:	dX = 2,00	dY = 2,00
Numero passi :	Nx = 17	Ny = 16
Raggio [m]:	R = 20,00	

Si utilizza un raggio variabile con passo dR=1,00 [m] ed un numero di incrementi pari a 30

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:
- lunghezza di corda inferiore a 1,00 m
- freccia inferiore a 0,50 m
- volume inferiore a 2,00 mc

Numero di superfici analizzate	10337
Coefficiente di sicurezza minimo	1.138
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS_{min}	S_{min}	FS_{max}	S_{max}
BISHOP	10337	1.138	1	391.452	10337

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N°	numero d'ordine della superficie cerchio
C_x	ascissa x del centro [m]
C_y	ordinata y del centro [m]
R	raggio del cerchio espresso in m
x_v, y_v	ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m
x_m, y_m	ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m
V	volume interessato dalla superficie espresso [cmq]
C_s	coefficiente di sicurezza
caso	caso di calcolo

N°	C_x	C_y	R	x_v	y_v	x_m	y_m	V	C_s	caso
1	16,00	34,00	22,00	17,83	12,08	36,71	26,57	108,62	1.138 (B)	[A2M2]
2	16,00	34,00	22,00	17,83	12,08	36,71	26,57	108,62	1.141 (B)	[A2M2]
3	16,00	36,00	24,00	17,83	12,07	38,07	26,57	120,84	1.142 (B)	[A2M2]
4	16,00	36,00	24,00	17,83	12,07	38,07	26,57	120,84	1.145 (B)	[A2M2]
5	14,00	34,00	23,00	17,53	11,27	35,77	26,57	103,90	1.148 (B)	[A2M2]
6	14,00	34,00	23,00	17,53	11,27	35,77	26,57	103,90	1.152 (B)	[A2M2]
7	16,00	38,00	26,00	17,82	12,06	39,35	26,57	132,43	1.158 (B)	[A2M2]
8	16,00	32,00	20,00	17,83	12,08	35,25	26,57	95,67	1.158 (B)	[A2M2]
9	16,00	38,00	26,00	17,82	12,06	39,35	26,57	132,43	1.159 (B)	[A2M2]
10	16,00	32,00	20,00	17,83	12,08	35,25	26,57	95,67	1.163 (B)	[A2M2]
11	18,00	34,00	21,00	18,17	13,00	37,64	26,57	111,52	1.173 (B)	[A2M2]
12	18,00	34,00	21,00	18,17	13,00	37,64	26,57	111,52	1.175 (B)	[A2M2]
13	16,00	40,00	28,00	17,82	12,06	40,57	26,57	143,47	1.184 (B)	[A2M2]
14	18,00	32,00	21,00	17,44	11,01	38,29	26,57	151,75	1.185 (B)	[A2M2]
15	16,00	40,00	28,00	17,82	12,06	40,57	26,57	143,47	1.185 (B)	[A2M2]
16	18,00	32,00	21,00	17,44	11,01	38,29	26,57	151,75	1.187 (B)	[A2M2]
17	18,00	36,00	23,00	18,17	13,00	38,98	26,57	122,67	1.200 (B)	[A2M2]
18	18,00	36,00	23,00	18,17	13,00	38,98	26,57	122,67	1.202 (B)	[A2M2]
19	18,00	34,00	23,00	17,44	11,01	39,77	26,57	165,79	1.213 (B)	[A2M2]
20	18,00	34,00	23,00	17,44	11,01	39,77	26,57	165,79	1.214 (B)	[A2M2]
21	20,00	34,00	21,00	18,19	13,08	39,64	26,57	138,56	1.214 (B)	[A2M2]
22	20,00	34,00	21,00	18,19	13,08	39,64	26,57	138,56	1.215 (B)	[A2M2]
23	16,00	42,00	30,00	17,82	12,06	41,73	26,57	154,07	1.215 (B)	[A2M2]
24	16,00	42,00	30,00	17,82	12,06	41,73	26,57	154,07	1.216 (B)	[A2M2]
25	18,00	38,00	25,00	18,17	13,00	40,23	26,57	133,29	1.230 (B)	[A2M2]
26	18,00	38,00	25,00	18,17	13,00	40,23	26,57	133,29	1.231 (B)	[A2M2]
27	16,00	34,00	23,00	17,45	11,05	37,77	26,57	134,74	1.239 (B)	[A2M2]
28	18,00	36,00	25,00	17,44	11,01	41,15	26,57	179,01	1.243 (B)	[A2M2]
29	16,00	34,00	23,00	17,45	11,05	37,77	26,57	134,74	1.244 (B)	[A2M2]
30	18,00	36,00	25,00	17,44	11,01	41,15	26,57	179,01	1.244 (B)	[A2M2]
31	16,00	44,00	32,00	17,82	12,05	42,84	26,57	164,25	1.245 (B)	[A2M2]
32	16,00	44,00	32,00	17,82	12,05	42,84	26,57	164,25	1.246 (B)	[A2M2]
33	16,00	36,00	25,00	17,45	11,04	39,15	26,57	147,94	1.250 (B)	[A2M2]
34	16,00	32,00	21,00	17,45	11,05	36,29	26,57	120,72	1.252 (B)	[A2M2]
35	12,00	44,00	33,00	17,61	11,48	40,02	26,57	133,86	1.253 (B)	[A2M2]
36	16,00	36,00	25,00	17,45	11,04	39,15	26,57	147,94	1.254 (B)	[A2M2]
37	12,00	46,00	35,00	17,60	11,45	41,11	26,57	144,52	1.254 (B)	[A2M2]
38	20,00	36,00	23,00	18,19	13,07	40,98	26,57	149,73	1.255 (B)	[A2M2]
39	20,00	36,00	23,00	18,19	13,07	40,98	26,57	149,73	1.255 (B)	[A2M2]
40	20,00	32,00	21,00	17,49	11,15	40,29	26,57	182,70	1.256 (B)	[A2M2]
41	20,00	32,00	21,00	17,49	11,15	40,29	26,57	182,70	1.256 (B)	[A2M2]
42	12,00	46,00	35,00	17,60	11,45	41,11	26,57	144,52	1.258 (B)	[A2M2]
43	12,00	44,00	33,00	17,61	11,48	40,02	26,57	133,86	1.258 (B)	[A2M2]
44	16,00	32,00	21,00	17,45	11,05	36,29	26,57	120,72	1.258 (B)	[A2M2]
45	20,00	34,00	20,00	18,55	14,05	38,57	26,57	112,36	1.260 (B)	[A2M2]
46	20,00	34,00	20,00	18,55	14,05	38,57	26,57	112,36	1.261 (B)	[A2M2]
47	18,00	40,00	27,00	18,17	13,00	41,42	26,57	143,40	1.262 (B)	[A2M2]
48	16,00	38,00	27,00	17,45	11,04	40,46	26,57	160,55	1.263 (B)	[A2M2]
49	18,00	40,00	27,00	18,17	13,00	41,42	26,57	143,40	1.263 (B)	[A2M2]
50	12,00	48,00	37,00	17,59	11,42	42,16	26,57	154,85	1.265 (B)	[A2M2]

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X_s	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y_{ss}	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y_{si}	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X_g	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y_g	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
L	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
W	peso della striscia espresso in kg
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kg
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kg
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kg
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kg
E_s, E_d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
X_s, X_d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso il basso

Numero di strisce	19	
Coordinate del centro	X[m]= 16,00	Y[m]= 34,00
Raggio del cerchio	R[m]= 22,00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X_v[m]= 17,83	Y_v[m]= 12,08
Intersezione a monte con il profilo topografico	X_m[m]= 36,71	Y_m[m]= 26,57
Coefficiente di sicurezza	C_S= 1.138	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X_s	Y_{ss}	Y_{si}	X_d	Y_{ds}	Y_{di}	X_g	Y_g	L	α	ϕ	c
1	17,83	12,08	12,08	19,03	15,37	12,21	18,63	13,22	1,21	6,34	30.17	0,00
2	19,03	15,37	12,21	20,03	15,37	12,37	19,53	13,83	1,01	9,24	30.17	0,00
3	20,03	15,37	12,37	21,03	15,37	12,58	20,52	13,92	1,02	11,89	30.17	0,00
4	21,03	15,37	12,58	22,30	18,87	12,92	21,74	15,05	1,31	14,93	30.17	0,00
5	22,30	18,87	12,92	23,30	18,87	13,25	22,80	15,98	1,05	18,01	30.17	0,00
6	23,30	18,87	13,25	24,30	18,87	13,63	23,79	16,15	1,07	20,77	30.17	0,00
7	24,30	18,87	13,63	25,57	22,37	14,19	24,98	17,34	1,39	23,98	30.17	0,00
8	25,57	22,37	14,19	26,57	22,37	14,71	26,06	18,41	1,12	27,25	30.17	0,00
9	26,57	22,37	14,71	27,57	22,37	15,29	27,06	18,68	1,16	30,22	30.17	0,00
10	27,57	22,37	15,29	28,34	24,47	15,78	27,97	19,50	0,91	32,92	30.17	0,00
11	28,34	24,47	15,78	29,10	26,57	16,33	28,73	20,81	0,94	35,32	30.17	0,00
12	29,10	26,57	16,33	30,05	26,57	17,07	29,57	21,63	1,21	38,12	30.17	0,00
13	30,05	26,57	17,07	31,00	26,57	17,91	30,52	22,03	1,27	41,34	30.17	0,00
14	31,00	26,57	17,91	31,95	26,57	18,85	31,47	22,47	1,34	44,74	30.17	0,00
15	31,95	26,57	18,85	32,90	26,57	19,92	32,42	22,97	1,43	48,34	30.17	0,00
16	32,90	26,57	19,92	33,85	26,57	21,15	33,36	23,54	1,55	52,23	30.17	0,00
17	33,85	26,57	21,15	34,81	26,57	22,58	34,31	24,20	1,72	56,49	30.17	0,00
18	34,81	26,57	22,58	35,76	26,57	24,32	35,24	24,97	1,98	61,32	30.17	0,00
19	35,76	26,57	24,32	36,71	26,57	26,57	36,07	25,82	2,44	67,08	30.17	0,00

Forze applicate sulle strisce [BISHOP]

N°	W	Q	N	T	U	E_s	E_d	X_s	X_d
1	3419	0	3276	1674	0	0	1258	0	0
2	5542	0	5217	2666	0	1258	2981	0	0
3	5207	0	4835	2470	0	2981	4336	0	0
4	9985	0	6688	3417	0	4336	15938	0	0
5	10415	0	9452	4829	0	15938	17475	0	0
6	9781	0	7086	3620	0	17475	23322	0	0
7	15343	0	13771	7036	0	23322	23959	0	0
8	14260	0	11960	6111	0	23959	25520	0	0
9	13272	0	11912	6086	0	25520	24613	0	0
10	10857	0	9781	4997	0	24613	23355	0	0
11	13034	0	11804	6031	0	23355	21284	0	0
12	16897	285	15689	8016	0	21284	17686	0	0
13	15542	285	14636	7478	0	17686	13430	0	0
14	14020	285	13455	6874	0	13430	8660	0	0
15	12298	285	12103	6184	0	8660	3567	0	0
16	10333	285	10514	5372	0	3567	-1589	0	0

17	8054	285	8581	4384	0	-1589	-6430	0	0
18	5337	285	6096	3115	0	-6430	-10355	0	0
19	1925	285	2586	1321	0	-10355	-12251	0	0

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo
Il sottoscritto , in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta
L'analisi e le verifiche di stabilità sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico.
I metodi di calcolo implementati sono i classici metodi delle strisce, basati sul concetto dell'equilibrio limite globale. La superficie di rottura è suddivisa in un determinato numero di strisce che consentono di calcolare le grandezze che entrano in gioco nelle equazioni risolutive.
Nel modulo terreni si adotta il criterio di rottura di Mohr-Coulomb. Nel modulo rocce si può adottare il criterio di rottura di Hoek-Brown o di Barton.
Il programma consente di inserire degli interventi di stabilizzazione, che possono intervenire secondo sue modalità diverse: variazione delle forze di interstriscia o resistenza a taglio equivalente.
L'analisi sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	STAP - Stabilità Pendii Terreni e Rocce
Versione	11.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	ITEC ENGINEERING S.R.L.
Licenza	AIU1496GH

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.

ALLEGATO 02A

VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE DEL PENDIO ALLO STATO DI PROGETTO (SEZIONE 29-29 – AMBITO STATICO)

Normative di riferimento

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)
- Circolare 617 del 02/02/2009
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Descrizione metodo di calcolo

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a **1.10**.
Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare.
In particolare il programma esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione. Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate.
Nella descrizione dei metodi di calcolo si adotterà la seguente simbologia:

l	lunghezza della base della striscia
α	angolo della base della striscia rispetto all'orizzontale
b	larghezza della striscia b=l x cos(α)
ϕ	angolo di attrito lungo la base della striscia
c	coesione lungo la base della striscia
γ	peso di volume del terreno
u	pressione neutra
W	peso della striscia
N	sforzo normale alla base della striscia
T	sforzo di taglio alla base della striscia
$\mathbf{E_s}$, $\mathbf{E_d}$	forze normali di interstriscia a sinistra e a destra
$\mathbf{X_s}$, $\mathbf{X_d}$	forze tangenziali di interstriscia a sinistra e a destra
$\mathbf{E_a}$, $\mathbf{E_b}$	forze normali di interstriscia alla base ed alla sommità del pendio
ΔX	variazione delle forze tangenziali sulla striscia $\mathbf{\Delta X = X_d - X_s}$
ΔE	variazione delle forze normali sulla striscia $\mathbf{\Delta E = E_d - E_s}$

Metodo di Bishop

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di **Bishop semplificato** si esprime secondo la seguente formula:

$$F = \frac{\Sigma_i \left(\frac{c_i b_i + (N_i/\cos(\alpha_i) - u_i b_i) \operatorname{tg}\phi_i}{m} \right)}{\Sigma_i W_i \sin\alpha_i}$$

dove il termine **m** è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\operatorname{tg}\phi_i \operatorname{tg}\alpha_i}{F}\right) \cos\alpha_i$$

In questa espressione **n** è il numero delle strisce considerate, $\mathbf{b_i}$ e $\mathbf{\alpha_i}$ sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia $\mathbf{i_{esima}}$ rispetto all'orizzontale, $\mathbf{W_i}$ è il peso della striscia $\mathbf{i_{esima}}$, $\mathbf{c_i}$ e $\mathbf{\phi_i}$ sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed $\mathbf{u_i}$ è la pressione neutra lungo la base della striscia.
L'espressione del coefficiente di sicurezza di **Bishop semplificato** contiene al secondo membro il termine **m** che è funzione di **F**. Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per **F** da inserire nell'espressione di **m** ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno
Descrizione Descrizione terreno
γ Peso di volume del terreno espresso in kg/mc
γ_w Peso di volume saturo del terreno espresso in kg/mc
ϕ Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c Coesione 'efficace' del terreno espressa in kg/cmq
ϕ_u Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u Coesione 'totale' del terreno espressa in kg/cmq

Nr.	Descrizione	γ	γ_w	ϕ'	c'	ϕ_u	c_u
1	Substrato roccioso	2300	2300	34.09	2,910	0.00	0,400
2	Terre armate	1800	2000	36.00	0,000	0.00	0,400

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.
Nr. Identificativo del punto
X Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y Ordinata del punto del profilo espressa in m

Nr.	X [m]	Y [m]
1	0,00	0,00
2	34,05	12,48
3	66,45	27,36
4	95,62	27,36
5	102,48	41,88
6	105,56	41,88
7	111,02	56,33
8	151,62	55,82
9	167,62	63,75
10	192,63	81,46
11	261,18	81,46
12	360,88	81,46
13	374,66	88,50
14	411,05	102,27

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° **1** costituito da terreno n° 1 (Substrato roccioso)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

N°	X[m]	Y[m]
1	95,62	27,36
2	66,45	27,36
3	34,05	12,48
4	0,00	0,00
5	411,05	0,00
6	411,05	102,27
7	374,66	88,50
8	360,88	81,46
9	326,14	61,40
10	299,91	41,75
11	267,10	31,98
12	178,07	29,95
13	125,50	27,37

Strato N° **2** costituito da terreno n° 2 (Terre armate)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

N°	X[m]	Y[m]
1	360,88	81,46
2	261,18	81,46
3	192,63	81,46
4	167,62	63,75
5	151,62	55,82
6	111,02	56,33
7	105,56	41,88
8	102,48	41,88
9	95,62	27,36
10	125,50	27,37
11	178,07	29,95
12	267,10	31,98
13	299,91	41,75
14	326,14	61,40

Carichi sul profilo

Simbologia e convenzioni di segno adottate
L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra.
N° Identificativo del sovraccarico agente
Descrizione Descrizione carico
Carichi distribuiti
X_i, X_f Ascissa iniziale e finale del carico espressa in [m]
Vx_i, Vx_f, Vy_i, Vy_f Intensità del carico in direzione X e Y nei punti iniziale e finale, espresse in [kg/m]

CARICHI DISTRIBUITI

N°	Descrizione	X_i	X_f	Vy_i	Vy_f	Vx_i	Vx_f
1	Carico area tematica	111,02	131,02	1000	1000	0	0
2	Carico viabilità	131,02	139,02	3000	3000	0	0

Interventi inseriti

Numero interventi inseriti 2

Terra rinforzata - Terra armata 1

Ascissa sul profilo	102,48	m
Altezza	14,52	m
Interasse elementi	0,75	m
Larghezza in sommità	18,00	m
Larghezza alla base	18,00	m
Resistenza a trazione	20000,00	kg/m
Resistenza a taglio	0,00	kg/m
Rapporto tra lunghezza di aderenza e lunghezza totale	1,00	

Terra rinforzata - Terra armata 2

Ascissa sul profilo	111,02	m
Altezza	14,45	m
Interasse elementi	0,75	m
Larghezza in sommità	18,00	m
Larghezza alla base	18,00	m
Resistenza a trazione	20000,00	kg/m
Resistenza a taglio	0,00	kg/m
Rapporto tra lunghezza di aderenza e lunghezza totale	1,00	

Risultati analisi

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo :
Metodo di BISHOP (B)

Impostazioni analisi
Normativa :
Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

Coefficienti di partecipazione caso statico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	*Effetto*		*A1*	*A2*
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		*M1*	*M2*
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione caso sismico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	*Effetto*		*A1*	*A2*
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00

Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		*M1*	*M2*
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

Sisma

Accelerazione al suolo a_g =	0.000 [m/s^2]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.00
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione (β_s)	0.20
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S) = 0.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.00$
Coefficiente di sicurezza richiesto	1.10

Le superfici sono state analizzate per i casi: [PC] [A2M2]
Sisma verticale: verso l'alto
Analisi condotta in termini di tensioni efficaci
Presenza di carichi distribuiti

Impostazioni interventi

Influenza interventi: Resistenza a taglio.
Resistenza interventi calcolata dal programma.
Coefficiente sicurezza resistenza interventi 1,25

Impostazioni delle superfici di rottura

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia [m]:	X_0 = 80,00	Y_0 = 48,00
Passo maglia [m]:	dX = 2,00	dY = 2,00
Numero passi :	Nx = 17	Ny = 16
Raggio [m]:	R = 20,00	

Si utilizza un raggio variabile con passo dR=1,00 [m] ed un numero di incrementi pari a 30

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:
- lunghezza di corda inferiore a 1,00 m
- freccia inferiore a 0,50 m
- volume inferiore a 2,00 mc

Numero di superfici analizzate	10734
Coefficiente di sicurezza minimo	1.148
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	**Nr. superfici**	**FS_{min}**	**S_{min}**	**FS_{max}**	**S_{max}**
BISHOP	10734	1.148	1	4815.764	10734

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N°	numero d'ordine della superficie cerchio
C_x	ascissa x del centro [m]
C_y	ordinata y del centro [m]
R	raggio del cerchio espresso in m
x_v, y_v	ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m
x_m, y_m	ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m
V	volume interessato dalla superficie espresso [cmq]
C_s	coefficiente di sicurezza
caso	caso di calcolo

N°	C_x	C_y	R	x_v	y_v	x_m	y_m	V	C_s	caso
1	92,00	68,00	40,00	96,02	28,20	130,19	56,09	458,38	1.148 (B)	[A2M2]
2	92,00	70,00	42,00	96,01	28,19	131,62	56,07	483,17	1.149 (B)	[A2M2]
3	92,00	66,00	38,00	96,02	28,21	128,69	56,11	432,85	1.155 (B)	[A2M2]
4	92,00	72,00	44,00	96,01	28,18	133,01	56,05	507,06	1.158 (B)	[A2M2]
5	92,00	74,00	46,00	96,00	28,17	134,35	56,04	530,28	1.170 (B)	[A2M2]
6	96,00	62,00	33,00	96,40	29,00	128,47	56,11	444,24	1.171 (B)	[A2M2]
7	96,00	64,00	35,00	96,40	29,00	130,09	56,09	470,64	1.172 (B)	[A2M2]
8	90,00	74,00	46,00	96,12	28,41	132,36	56,06	474,88	1.181 (B)	[A2M2]
9	94,00	66,00	37,00	96,43	29,08	129,65	56,10	442,06	1.182 (B)	[A2M2]
10	90,00	72,00	44,00	96,12	28,43	131,02	56,08	451,57	1.183 (B)	[A2M2]
11	94,00	68,00	39,00	96,43	29,08	131,13	56,08	466,60	1.184 (B)	[A2M2]
12	92,00	76,00	48,00	96,00	28,17	135,64	56,02	552,86	1.185 (B)	[A2M2]
13	92,00	64,00	36,00	96,03	28,23	127,13	56,13	406,28	1.185 (B)	[A2M2]
14	98,00	60,00	31,00	96,41	29,04	128,75	56,11	470,58	1.185 (B)	[A2M2]
15	96,00	66,00	37,00	96,40	29,00	131,64	56,07	496,11	1.185 (B)	[A2M2]
16	90,00	76,00	48,00	96,11	28,39	133,66	56,05	497,44	1.186 (B)	[A2M2]
17	96,00	60,00	31,00	96,40	29,00	126,76	56,13	416,45	1.189 (B)	[A2M2]
18	98,00	58,00	29,00	96,42	29,04	126,94	56,13	441,26	1.192 (B)	[A2M2]
19	94,00	70,00	41,00	96,43	29,07	132,56	56,06	490,23	1.193 (B)	[A2M2]
20	90,00	70,00	42,00	96,14	28,45	129,63	56,10	427,65	1.195 (B)	[A2M2]
21	96,00	62,00	34,00	95,92	28,00	129,48	56,10	490,62	1.197 (B)	[A2M2]
22	94,00	64,00	35,00	96,43	29,08	128,10	56,12	416,69	1.197 (B)	[A2M2]
23	96,00	60,00	32,00	95,92	28,00	127,76	56,12	461,90	1.197 (B)	[A2M2]
24	98,00	62,00	33,00	96,41	29,04	130,47	56,09	498,18	1.197 (B)	[A2M2]
25	96,00	68,00	39,00	96,40	29,00	133,12	56,05	520,53	1.199 (B)	[A2M2]
26	94,00	64,00	36,00	95,95	28,05	129,12	56,10	462,18	1.203 (B)	[A2M2]
27	94,00	72,00	43,00	96,43	29,07	133,93	56,04	513,10	1.204 (B)	[A2M2]
28	98,00	56,00	27,00	96,42	29,05	125,00	56,15	410,57	1.205 (B)	[A2M2]
29	94,00	66,00	38,00	95,95	28,05	130,68	56,08	488,63	1.206 (B)	[A2M2]
30	96,00	64,00	36,00	95,92	28,00	131,12	56,08	518,12	1.209 (B)	[A2M2]
31	92,00	72,00	43,00	96,51	29,24	131,94	56,07	459,40	1.210 (B)	[A2M2]
32	98,00	64,00	35,00	96,41	29,04	132,09	56,07	524,72	1.211 (B)	[A2M2]
33	94,00	68,00	40,00	95,94	28,05	132,18	56,06	514,27	1.212 (B)	[A2M2]
34	98,00	58,00	30,00	95,96	28,07	127,94	56,12	487,57	1.213 (B)	[A2M2]
35	96,00	58,00	29,00	96,40	29,00	124,94	56,16	387,40	1.213 (B)	[A2M2]
36	92,00	74,00	45,00	96,50	29,23	133,27	56,05	481,61	1.213 (B)	[A2M2]
37	96,00	70,00	41,00	96,40	29,00	134,55	56,03	544,13	1.214 (B)	[A2M2]
38	92,00	70,00	41,00	96,51	29,25	130,57	56,08	436,43	1.216 (B)	[A2M2]
39	96,00	58,00	30,00	95,92	28,00	125,94	56,14	431,48	1.217 (B)	[A2M2]
40	94,00	74,00	45,00	96,43	29,07	135,25	56,03	535,30	1.218 (B)	[A2M2]
41	96,00	66,00	38,00	95,92	28,00	132,68	56,06	544,71	1.218 (B)	[A2M2]
42	94,00	62,00	34,00	95,95	28,06	127,49	56,12	434,49	1.221 (B)	[A2M2]
43	98,00	60,00	32,00	95,95	28,07	129,76	56,09	517,77	1.221 (B)	[A2M2]
44	94,00	70,00	42,00	95,94	28,04	133,61	56,05	538,91	1.223 (B)	[A2M2]
45	92,00	76,00	47,00	96,50	29,22	134,55	56,03	503,19	1.224 (B)	[A2M2]
46	98,00	56,00	28,00	95,96	28,07	126,00	56,14	455,41	1.225 (B)	[A2M2]
47	96,00	66,00	36,00	96,87	30,01	130,61	56,08	449,56	1.225 (B)	[A2M2]
48	98,00	66,00	37,00	96,41	29,03	133,64	56,05	550,04	1.226 (B)	[A2M2]
49	98,00	54,00	25,00	96,42	29,05	122,90	56,18	379,40	1.226 (B)	[A2M2]
50	98,00	62,00	32,00	96,88	30,02	129,45	56,10	451,85	1.226 (B)	[A2M2]

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X_s	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y_{ss}	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y_{si}	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X_g	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y_g	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
L	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
W	peso della striscia espresso in kg
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kg
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kg
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kg
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kg
E_s, E_d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
X_s, X_d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	20	
Coordinate del centro	X[m]= 92,00	Y[m]= 68,00
Raggio del cerchio	R[m]= 40,00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X_v[m]= 96,02	Y_v[m]= 28,20
Intersezione a monte con il profilo topografico	X_m[m]= 130,19	Y_m[m]= 56,09
Coefficiente di sicurezza	C_S= 1.148	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X_s	Y_{ss}	Y_{si}	X_d	Y_{ds}	Y_{di}	X_g	Y_g	L	α	ϕ	c
1	96,02	28,20	28,20	97,63	31,62	28,40	97,09	29,41	1,63	6,93	30.17	0,00
2	97,63	31,62	28,40	99,25	35,04	28,66	98,53	31,03	1,64	9,27	30.17	0,00
3	99,25	35,04	28,66	100,86	38,46	28,99	100,11	32,85	1,65	11,62	30.17	0,00
4	100,86	38,46	28,99	102,48	41,88	29,40	101,71	34,73	1,66	14,00	30.17	0,00
5	102,48	41,88	29,40	104,02	41,88	29,85	103,25	35,75	1,60	16,34	30.17	0,00
6	104,02	41,88	29,85	105,56	41,88	30,37	104,78	35,99	1,63	18,65	30.17	0,00
7	105,56	41,88	30,37	107,38	46,70	31,08	106,52	37,57	1,95	21,21	30.17	0,00
8	107,38	46,70	31,08	109,20	51,51	31,89	108,32	40,35	1,99	24,04	30.17	0,00
9	109,20	51,51	31,89	111,02	56,33	32,81	110,14	43,18	2,04	26,93	30.17	0,00
10	111,02	56,33	32,81	112,76	56,31	33,81	111,88	44,81	2,01	29,83	30.17	0,00
11	112,76	56,31	33,81	114,50	56,29	34,93	113,63	45,33	2,07	32,75	30.17	0,00
12	114,50	56,29	34,93	116,25	56,26	36,19	115,37	45,91	2,15	35,78	30.17	0,00
13	116,25	56,26	36,19	117,99	56,24	37,59	117,11	46,57	2,24	38,92	30.17	0,00
14	117,99	56,24	37,59	119,73	56,22	39,17	118,85	47,30	2,35	42,21	30.17	0,00
15	119,73	56,22	39,17	121,47	56,20	40,96	120,59	48,13	2,49	45,68	30.17	0,00
16	121,47	56,20	40,96	123,22	56,18	42,99	122,32	49,07	2,68	49,38	30.17	0,00
17	123,22	56,18	42,99	124,96	56,15	45,33	124,06	50,14	2,92	53,39	30.17	0,00
18	124,96	56,15	45,33	126,70	56,13	48,10	125,79	51,40	3,27	57,83	30.17	0,00
19	126,70	56,13	48,10	128,44	56,11	51,51	127,49	52,89	3,83	62,91	30.17	0,00
20	128,44	56,11	51,51	130,19	56,09	56,09	129,02	54,57	4,90	69,17	30.17	0,00

Forze applicate sulle strisce [BISHOP]

N°	W	Q	N	T	U	E_s	E_d	X_s	X_d
1	4686	0	4447	2252	0	0	1699	0	0
2	13961	0	13065	6618	0	1699	6126	0	0
3	23038	0	18439	9339	0	6126	26610	0	0
4	31913	0	29202	14791	0	26610	33900	0	0
5	33976	0	27705	14033	0	33900	51316	0	0
6	32630	0	26527	13436	0	51316	65041	0	0
7	44444	0	39842	20180	0	65041	69437	0	0
8	57736	0	46201	23401	0	69437	85461	0	0
9	70672	0	60854	30823	0	85461	90218	0	0
10	72158	2265	64563	32702	0	90218	90215	0	0
11	68765	2265	60822	30807	0	90215	88209	0	0
12	64970	2265	59727	30252	0	88209	79352	0	0
13	60727	2265	56349	28541	0	79352	67671	0	0
14	55974	2265	53723	27211	0	67671	51917	0	0
15	50630	2265	49851	25250	0	51917	33895	0	0

16	44579	2265	44055	22315	0	33895	16033	0	0
17	37647	2265	39244	19878	0	16033	-3205	0	0
18	29558	2265	33107	16769	0	-3205	-22300	0	0
19	19804	2265	24351	12334	0	-22300	-38363	0	0
20	7214	2265	11433	5791	0	-38363	-46989	0	0

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo
Il sottoscritto , in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta
L'analisi e le verifiche di stabilità sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico.
I metodi di calcolo implementati sono i classici metodi delle strisce, basati sul concetto dell'equilibrio limite globale. La superficie di rottura è suddivisa in un determinato numero di strisce che consentono di calcolare le grandezze che entrano in gioco nelle equazioni risolutive.
Nel modulo terreni si adotta il criterio di rottura di Mohr-Coulomb. Nel modulo rocce si può adottare il criterio di rottura di Hoek-Brown o di Barton.
Il programma consente di inserire degli interventi di stabilizzazione, che possono intervenire secondo sue modalità diverse: variazione delle forze di interstriscia o resistenza a taglio equivalente.
L'analisi sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	STAP - Stabilità Pendii Terreni e Rocce
Versione	11.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	ITEC ENGINEERING S.R.L.
Licenza	AIU1496GH

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.

ALLEGATO 02B

VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE DEL PENDIO ALLO STATO DI PROGETTO (SEZIONE 29-29 – AMBITO SISMICO)

Normative di riferimento

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)
- Circolare 617 del 02/02/2009
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Descrizione metodo di calcolo

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a **1.10**.
Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare.
In particolare il programma esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione. Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate.
Nella descrizione dei metodi di calcolo si adotterà la seguente simbologia:

l	lunghezza della base della striscia
α	angolo della base della striscia rispetto all'orizzontale
b	larghezza della striscia b=l x cos(α)
ϕ	angolo di attrito lungo la base della striscia
c	coesione lungo la base della striscia
γ	peso di volume del terreno
u	pressione neutra
W	peso della striscia
N	sforzo normale alla base della striscia
T	sforzo di taglio alla base della striscia
$\mathbf{E_s}$, $\mathbf{E_d}$	forze normali di interstriscia a sinistra e a destra
$\mathbf{X_s}$, $\mathbf{X_d}$	forze tangenziali di interstriscia a sinistra e a destra
$\mathbf{E_a}$, $\mathbf{E_b}$	forze normali di interstriscia alla base ed alla sommità del pendio
$\mathbf{\Delta X}$	variazione delle forze tangenziali sulla striscia $\mathbf{\Delta X = X_d - X_s}$
$\mathbf{\Delta E}$	variazione delle forze normali sulla striscia $\mathbf{\Delta E = E_d - E_s}$

Metodo di Bishop

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di **Bishop semplificato** si esprime secondo la seguente formula:

$$F = \frac{\Sigma_i \left(\frac{c_i b_i + (N_i/\cos(\alpha_i) - u_i b_i) \operatorname{tg}\phi_i}{m} \right)}{\Sigma_i W_i \sin\alpha_i}$$

dove il termine **m** è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\operatorname{tg}\phi_i \operatorname{tg}\alpha_i}{F}\right) \cos\alpha_i$$

In questa espressione **n** è il numero delle strisce considerate, $\mathbf{b_i}$ e $\mathbf{\alpha_i}$ sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia $\mathbf{i_{esima}}$ rispetto all'orizzontale, $\mathbf{W_i}$ è il peso della striscia $\mathbf{i_{esima}}$, $\mathbf{c_i}$ e $\mathbf{\phi_i}$ sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed $\mathbf{u_i}$ è la pressione neutra lungo la base della striscia.
L'espressione del coefficiente di sicurezza di **Bishop semplificato** contiene al secondo membro il termine **m** che è funzione di **F**. Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per **F** da inserire nell'espressione di **m** ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno
Descrizione Descrizione terreno
γ Peso di volume del terreno espresso in kg/mc
γ_w Peso di volume saturo del terreno espresso in kg/mc
ϕ Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c Coesione 'efficace' del terreno espressa in kg/cmq
ϕ_u Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u Coesione 'totale' del terreno espressa in kg/cmq

Nr.	Descrizione	γ	γ_w	ϕ'	c'	ϕ_u	c_u
1	Substrato roccioso	2300	2300	34.09	2,910	0.00	0,400
2	Terre armate	1800	2000	36.00	0,000	0.00	0,400

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.
Nr. Identificativo del punto
X Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y Ordinata del punto del profilo espressa in m

Nr.	X [m]	Y [m]
1	0,00	0,00
2	34,05	12,48
3	66,45	27,36
4	95,62	27,36
5	102,48	41,88
6	105,56	41,88
7	111,02	56,33
8	151,62	55,82
9	167,62	63,75
10	192,63	81,46
11	261,18	81,46
12	360,88	81,46
13	374,66	88,50
14	411,05	102,27

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° **1** costituito da terreno n° 1 (Substrato roccioso)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

N°	X[m]	Y[m]
1	95,62	27,36
2	66,45	27,36
3	34,05	12,48
4	0,00	0,00
5	411,05	0,00
6	411,05	102,27
7	374,66	88,50
8	360,88	81,46
9	326,14	61,40
10	299,91	41,75
11	267,10	31,98
12	178,07	29,95
13	125,50	27,37

Strato N° **2** costituito da terreno n° 2 (Terre armate)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

N°	X[m]	Y[m]
1	360,88	81,46
2	261,18	81,46
3	192,63	81,46
4	167,62	63,75
5	151,62	55,82
6	111,02	56,33
7	105,56	41,88
8	102,48	41,88
9	95,62	27,36
10	125,50	27,37
11	178,07	29,95
12	267,10	31,98
13	299,91	41,75
14	326,14	61,40

Carichi sul profilo

Simbologia e convenzioni di segno adottate
L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra.
N° Identificativo del sovraccarico agente
Descrizione Descrizione carico
Carichi distribuiti
X_i, X_f Ascissa iniziale e finale del carico espressa in [m]
Vx_i, Vx_f, Vy_i, Vy_f Intensità del carico in direzione X e Y nei punti iniziale e finale, espresse in [kg/m]

CARICHI DISTRIBUITI

N°	Descrizione	X_i	X_f	Vy_i	Vy_f	Vx_i	Vx_f
1	Carico area tematica RID	111,02	131,02	600	600	0	0
2	Carico viabilità	131,02	139,02	900	900	0	0

Interventi inseriti

Numero interventi inseriti 2

Terra rinforzata - Terra armata 1

Ascissa sul profilo	102,48	m
Altezza	14,52	m
Interasse elementi	0,75	m
Larghezza in sommità	18,00	m
Larghezza alla base	18,00	m
Resistenza a trazione	20000,00	kg/m
Resistenza a taglio	0,00	kg/m
Rapporto tra lunghezza di aderenza e lunghezza totale	1,00	

Terra rinforzata - Terra armata 2

Ascissa sul profilo	111,02	m
Altezza	14,45	m
Interasse elementi	0,75	m
Larghezza in sommità	18,00	m
Larghezza alla base	18,00	m
Resistenza a trazione	20000,00	kg/m
Resistenza a taglio	0,00	kg/m
Rapporto tra lunghezza di aderenza e lunghezza totale	1,00	

Risultati analisi

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo :
Metodo di BISHOP (B)

Impostazioni analisi
Normativa :
Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

Coefficienti di partecipazione caso statico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	*Effetto*		*A1*	*A2*
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		*M1*	*M2*
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione caso sismico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	*Effetto*		*A1*	*A2*
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		*M1*	*M2*
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

Sisma

Accelerazione al suolo a_g =	0.522 [m/s^2]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.00
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione (β_s)	0.20
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S)$ = 1.28
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$ = 0.64

Coefficiente di sicurezza richiesto 1.10

Le superfici sono state analizzate per i casi: [PC] [A2M2]
Sisma verticale: verso il basso - verso l'alto
Analisi condotta in termini di tensioni efficaci
Presenza di carichi distribuiti

Impostazioni interventi

Influenza interventi: Resistenza a taglio.
Resistenza interventi calcolata dal programma.
Coefficiente sicurezza resistenza interventi 1,25

Impostazioni delle superfici di rottura

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia [m]:	X_0 = 80,00	Y_0 = 48,00
Passo maglia [m]:	dX = 2,00	dY = 2,00
Numero passi :	Nx = 17	Ny = 16
Raggio [m]:	R = 20,00	

Si utilizza un raggio variabile con passo dR=1,00 [m] ed un numero di incrementi pari a 30

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:
- lunghezza di corda inferiore a 1,00 m
- freccia inferiore a 0,50 m
- volume inferiore a 2,00 mc

Numero di superfici analizzate	21453
Coefficiente di sicurezza minimo	1.132
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS_{min}	S_{min}	FS_{max}	S_{max}
BISHOP	21453	1.132	1	457.771	21453

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N°	numero d'ordine della superficie cerchio
C_x	ascissa x del centro [m]
C_y	ordinata y del centro [m]
R	raggio del cerchio espresso in m
x_v, y_v	ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m
x_m, y_m	ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m
V	volume interessato dalla superficie espresso [cmq]
C_s	coefficiente di sicurezza
caso	caso di calcolo

N°	C_x	C_y	R	x_v	y_v	x_m	y_m	V	C_s	caso
1	92,00	68,00	40,00	96,02	28,20	130,19	56,09	458,38	1.132 (B)	[A2M2]
2	92,00	68,00	40,00	96,02	28,20	130,19	56,09	458,38	1.135 (B)	[A2M2]
3	92,00	70,00	42,00	96,01	28,19	131,62	56,07	483,17	1.135 (B)	[A2M2]
4	92,00	70,00	42,00	96,01	28,19	131,62	56,07	483,17	1.137 (B)	[A2M2]
5	92,00	66,00	38,00	96,02	28,21	128,69	56,11	432,85	1.140 (B)	[A2M2]
6	92,00	66,00	38,00	96,02	28,21	128,69	56,11	432,85	1.144 (B)	[A2M2]
7	92,00	72,00	44,00	96,01	28,18	133,01	56,05	507,06	1.146 (B)	[A2M2]
8	92,00	72,00	44,00	96,01	28,18	133,01	56,05	507,06	1.148 (B)	[A2M2]
9	96,00	64,00	35,00	96,40	29,00	130,09	56,09	470,64	1.157 (B)	[A2M2]
10	96,00	62,00	33,00	96,40	29,00	128,47	56,11	444,24	1.157 (B)	[A2M2]
11	96,00	64,00	35,00	96,40	29,00	130,09	56,09	470,64	1.159 (B)	[A2M2]
12	96,00	62,00	33,00	96,40	29,00	128,47	56,11	444,24	1.159 (B)	[A2M2]
13	92,00	74,00	46,00	96,00	28,17	134,35	56,04	530,28	1.161 (B)	[A2M2]
14	92,00	74,00	46,00	96,00	28,17	134,35	56,04	530,28	1.162 (B)	[A2M2]
15	90,00	72,00	44,00	96,12	28,43	131,02	56,08	451,57	1.166 (B)	[A2M2]
16	94,00	66,00	37,00	96,43	29,08	129,65	56,10	442,06	1.166 (B)	[A2M2]
17	90,00	74,00	46,00	96,12	28,41	132,36	56,06	474,88	1.167 (B)	[A2M2]
18	94,00	68,00	39,00	96,43	29,08	131,13	56,08	466,60	1.168 (B)	[A2M2]
19	94,00	66,00	37,00	96,43	29,08	129,65	56,10	442,06	1.169 (B)	[A2M2]
20	90,00	72,00	44,00	96,12	28,43	131,02	56,08	451,57	1.169 (B)	[A2M2]
21	92,00	64,00	36,00	96,03	28,23	127,13	56,13	406,28	1.170 (B)	[A2M2]
22	90,00	74,00	46,00	96,12	28,41	132,36	56,06	474,88	1.170 (B)	[A2M2]
23	94,00	68,00	39,00	96,43	29,08	131,13	56,08	466,60	1.170 (B)	[A2M2]
24	96,00	66,00	37,00	96,40	29,00	131,64	56,07	496,11	1.171 (B)	[A2M2]
25	98,00	60,00	31,00	96,41	29,04	128,75	56,11	470,58	1.172 (B)	[A2M2]
26	96,00	66,00	37,00	96,40	29,00	131,64	56,07	496,11	1.173 (B)	[A2M2]
27	98,00	60,00	31,00	96,41	29,04	128,75	56,11	470,58	1.173 (B)	[A2M2]
28	92,00	64,00	36,00	96,03	28,23	127,13	56,13	406,28	1.175 (B)	[A2M2]
29	96,00	60,00	31,00	96,40	29,00	126,76	56,13	416,45	1.176 (B)	[A2M2]
30	90,00	76,00	48,00	96,11	28,39	133,66	56,05	497,44	1.176 (B)	[A2M2]
31	92,00	76,00	48,00	96,00	28,17	135,64	56,02	552,86	1.177 (B)	[A2M2]
32	90,00	70,00	42,00	96,14	28,45	129,63	56,10	427,65	1.178 (B)	[A2M2]
33	90,00	76,00	48,00	96,11	28,39	133,66	56,05	497,44	1.178 (B)	[A2M2]
34	96,00	60,00	31,00	96,40	29,00	126,76	56,13	416,45	1.179 (B)	[A2M2]
35	92,00	76,00	48,00	96,00	28,17	135,64	56,02	552,86	1.179 (B)	[A2M2]
36	98,00	58,00	29,00	96,42	29,04	126,94	56,13	441,26	1.179 (B)	[A2M2]
37	94,00	70,00	41,00	96,43	29,07	132,56	56,06	490,23	1.180 (B)	[A2M2]
38	98,00	58,00	29,00	96,42	29,04	126,94	56,13	441,26	1.181 (B)	[A2M2]
39	94,00	64,00	35,00	96,43	29,08	128,10	56,12	416,69	1.182 (B)	[A2M2]
40	96,00	62,00	34,00	95,92	28,00	129,48	56,10	490,62	1.182 (B)	[A2M2]
41	94,00	70,00	41,00	96,43	29,07	132,56	56,06	490,23	1.182 (B)	[A2M2]
42	90,00	70,00	42,00	96,14	28,45	129,63	56,10	427,65	1.183 (B)	[A2M2]
43	98,00	62,00	33,00	96,41	29,04	130,47	56,09	498,18	1.183 (B)	[A2M2]
44	96,00	60,00	32,00	95,92	28,00	127,76	56,12	461,90	1.183 (B)	[A2M2]
45	98,00	62,00	33,00	96,41	29,04	130,47	56,09	498,18	1.184 (B)	[A2M2]

46	96,00	62,00	34,00	95,92	28,00	129,48	56,10	490,62	1.184 (B)	[A2M2]
47	94,00	64,00	35,00	96,43	29,08	128,10	56,12	416,69	1.186 (B)	[A2M2]
48	96,00	60,00	32,00	95,92	28,00	127,76	56,12	461,90	1.186 (B)	[A2M2]
49	94,00	64,00	36,00	95,95	28,05	129,12	56,10	462,18	1.188 (B)	[A2M2]
50	96,00	68,00	39,00	96,40	29,00	133,12	56,05	520,53	1.188 (B)	[A2M2]

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X_s	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y_{ss}	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y_{si}	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X_g	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y_g	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
L	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
W	peso della striscia espresso in kg
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kg
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kg
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kg
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kg
E_s, E_d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
X_s, X_d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso il basso

Numero di strisce	20	
Coordinate del centro	X[m]= 92,00	Y[m]= 68,00
Raggio del cerchio	R[m]= 40,00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X_v[m]= 96,02	Y_v[m]= 28,20
Intersezione a monte con il profilo topografico	X_m[m]= 130,19	Y_m[m]= 56,09
Coefficiente di sicurezza	C_S= 1.132	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X_s	Y_{ss}	Y_{si}	X_d	Y_{ds}	Y_{di}	X_g	Y_g	L	α	ϕ	c
1	96,02	28,20	28,20	97,63	31,62	28,40	97,09	29,41	1,63	6,93	30.17	0,00
2	97,63	31,62	28,40	99,25	35,04	28,66	98,53	31,03	1,64	9,27	30.17	0,00
3	99,25	35,04	28,66	100,86	38,46	28,99	100,11	32,85	1,65	11,62	30.17	0,00
4	100,86	38,46	28,99	102,48	41,88	29,40	101,71	34,73	1,66	14,00	30.17	0,00
5	102,48	41,88	29,40	104,02	41,88	29,85	103,25	35,75	1,60	16,34	30.17	0,00
6	104,02	41,88	29,85	105,56	41,88	30,37	104,78	35,99	1,63	18,65	30.17	0,00
7	105,56	41,88	30,37	107,38	46,70	31,08	106,52	37,57	1,95	21,21	30.17	0,00
8	107,38	46,70	31,08	109,20	51,51	31,89	108,32	40,35	1,99	24,04	30.17	0,00
9	109,20	51,51	31,89	111,02	56,33	32,81	110,14	43,18	2,04	26,93	30.17	0,00
10	111,02	56,33	32,81	112,76	56,31	33,81	111,88	44,81	2,01	29,83	30.17	0,00
11	112,76	56,31	33,81	114,50	56,29	34,93	113,63	45,33	2,07	32,75	30.17	0,00
12	114,50	56,29	34,93	116,25	56,26	36,19	115,37	45,91	2,15	35,78	30.17	0,00
13	116,25	56,26	36,19	117,99	56,24	37,59	117,11	46,57	2,24	38,92	30.17	0,00
14	117,99	56,24	37,59	119,73	56,22	39,17	118,85	47,30	2,35	42,21	30.17	0,00
15	119,73	56,22	39,17	121,47	56,20	40,96	120,59	48,13	2,49	45,68	30.17	0,00
16	121,47	56,20	40,96	123,22	56,18	42,99	122,32	49,07	2,68	49,38	30.17	0,00
17	123,22	56,18	42,99	124,96	56,15	45,33	124,06	50,14	2,92	53,39	30.17	0,00
18	124,96	56,15	45,33	126,70	56,13	48,10	125,79	51,40	3,27	57,83	30.17	0,00
19	126,70	56,13	48,10	128,44	56,11	51,51	127,49	52,89	3,83	62,91	30.17	0,00
20	128,44	56,11	51,51	130,19	56,09	56,09	129,02	54,57	4,90	69,17	30.17	0,00

Forze applicate sulle strisce [BISHOP]

N°	W	Q	N	T	U	E_s	E_d	X_s	X_d
1	4686	0	4472	2296	0	0	1680	0	0
2	13961	0	13135	6745	0	1680	6043	0	0
3	23038	0	18551	9526	0	6043	26393	0	0
4	31913	0	29343	15068	0	26393	33509	0	0
5	33976	0	27852	14302	0	33509	50708	0	0
6	32630	0	26661	13691	0	50708	64214	0	0
7	44444	0	40005	20543	0	64214	68321	0	0
8	57736	0	46412	23833	0	68321	83916	0	0

9	70672	0	61084	31367	0	83916	88151	0	0
10	72158	1045	63693	32707	0	88151	87650	0	0
11	68765	1045	59925	30772	0	87650	85208	0	0
12	64970	1045	58790	30189	0	85208	76003	0	0
13	60727	1045	55374	28435	0	76003	64063	0	0
14	55974	1045	52702	27063	0	64063	48156	0	0
15	50630	1045	48783	25050	0	48156	30099	0	0
16	44579	1045	42939	22050	0	30099	12328	0	0
17	37647	1045	38061	19545	0	12328	-6653	0	0
18	29558	1045	31846	16353	0	-6653	-25292	0	0
19	19804	1045	22994	11808	0	-25292	-40654	0	0
20	7214	1045	9947	5108	0	-40654	-48240	0	0

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo
Il sottoscritto , in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta
L'analisi e le verifiche di stabilità sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico.
I metodi di calcolo implementati sono i classici metodi delle strisce, basati sul concetto dell'equilibrio limite globale. La superficie di rottura è suddivisa in un determinato numero di strisce che consentono di calcolare le grandezze che entrano in gioco nelle equazioni risolutive.
Nel modulo terreni si adotta il criterio di rottura di Mohr-Coulomb. Nel modulo rocce si può adottare il criterio di rottura di Hoek-Brown o di Barton.
Il programma consente di inserire degli interventi di stabilizzazione, che possono intervenire secondo sue modalità diverse: variazione delle forze di interstriscia o resistenza a taglio equivalente.
L'analisi sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	STAP - Stabilità Pendii Terreni e Rocce
Versione	11.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	ITEC ENGINEERING S.R.L.
Licenza	AIU1496GH

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.