

REGIONE MARCHE  
PROVINCIA DI FERMO  
COMUNE DI FERMO





IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI  
RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA PRODUZIONE DI BIOMETANO

CIG: 9880245C18 – CUP: F62F18000070004

PROGETTO ESECUTIVO

NOME ELABORATO		CLASSE	2.1
Verifiche di stabilità		PARTE GENERALE RELAZIONI	
		N. TAVOLA	2.1.4
		FORMATO	A4
		SCALA	/
CODIFICA ELABORATO	23008-OW-C-21-RT-002-BA4-0		

00	18/10/2024	PRIMA EMISSIONE	C.FERLA	C. BUTTICE'	R. MARTELLO
REV	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

Committente	Progettista indicato	Mandataria
 <b>CITTA' DI FERMO</b> Settore IV e V Lavori Pubblici, Protezione Civile, Ambiente, Urbanistica, Patrimonio, Contratti e Appalti Via Mazzini 4 63900 – Fermo (FM)  DOTT. <b>Mauro Fortuna</b> RUP	 Via Resuttana 360 90142 -PALERMO  OWAC Engineering Company S.R.L. ING. <b>Rocco Martello</b> Direttore Tecnico  UNI EN ISO 9001:2015 N. 30233/14/S UNI EN ISO 45001:2018 N. OHS-4849 UNI EN ISO 14001:2015 N. EMS-9477/S UNI/PdR 74 :2019 N. SGBIM-01/23 UNI/PdR 74:2019 N. 21042BIM	 Via del Cardoncello 22 70022 – Altamura (BA)  EDILALTA S.R.L. DOTT. <b>Angelantonio Disabato</b> Socio  Mandante  Via Bassa di Casalmoro 3 46041 – Asola (MN)  ANAERGIA S.R.L. DOTT. <b>Andrea Parisi</b> Istitore



00	C.FERLA	18/10/2024	C.BUTTICE	18/10/2024	R.MARTELO	18/10/2024
<b>REV</b>	<b>ESEGUITO</b>	<b>DATA</b>	<b>VERIFICATO</b>	<b>DATA</b>	<b>APPROVATO</b>	<b>DATA</b>



## Sommario

<b>1.</b>	<b>VERIFICA DI STABILITA'</b> .....	<b>5</b>
1.1.	PREMESSA .....	5
1.2.	GENERALITA' .....	5
<b>2.</b>	<b>SSAP2010</b> .....	<b>6</b>
2.1.	GENERALITA' .....	6
2.2.	METODO DI MORGESTERN-PRICE .....	8
<b>3.</b>	<b>PARAMETRI GEOTECNICI</b> .....	<b>9</b>
<b>4.</b>	<b>PROGETTAZIONE PER AZIONI SISMICHE</b> .....	<b>9</b>
<b>5.</b>	<b>VERIFICA DI STABILITA' IN CONDIZIONI SISMICHE</b> .....	<b>15</b>
5.1.	VERIFICHE .....	15
5.1.1.	Sezione A (SLV) .....	16
5.1.2.	Sezione A (SLD) .....	18
5.1.3.	Sezione C (SLV) .....	20
5.1.4.	Sezione C (SLD) .....	22
5.1.5.	Sezione E (SLV) .....	24
5.1.6.	Sezione E (SLD) .....	26
5.1.7.	Sezione I (SLV) .....	28
5.1.8.	Sezione I (SLD) .....	30
5.1.9.	Sezione J3 (SLV) .....	32
5.1.10.	Sezione J3 (SLD) .....	34
<b>6.</b>	<b>VERIFICA DI STABILITA' IN CONDIZIONI NON SISMICHE</b> .....	<b>36</b>
6.1.1.	Sezione A Condizioni statiche .....	36
6.1.2.	Sezione C Condizioni statiche .....	38
6.1.3.	Sezione E Condizioni statiche .....	40
6.1.4.	Sezione I Condizioni statiche .....	42
6.1.5.	Sezione J3 Condizioni statiche .....	44
<b>7.</b>	<b>VERIFICHE DI STABILITÀ BACINO DI LAMINAZIONE</b> .....	<b>46</b>
7.1.1.	Progettazione per azioni sismiche .....	46
7.1.2.	Verifiche di stabilità bacino di laminazione in condizioni sismiche .....	51
7.1.3.	Sezione Y2 in condizioni sismiche (SLV) .....	52
7.1.4.	Sezione Y2 in condizioni sismiche (SLD) .....	54



7.1.5.	Sezione X1 in condizioni sismiche (SLV).....	56
7.1.6.	Sezione X1 in condizioni sismiche (SLD) .....	58
7.1.7.	Sezione Y2 in condizioni statiche.....	60
7.1.8.	Sezione X1 in condizioni statiche.....	62
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>64</b>
<b>ALLEGATO n° 1.</b>	SEZIONE A SLV (KH+) .....	65
<b>ALLEGATO n° 2.</b>	SEZIONE A SLD (KH+) .....	66
<b>ALLEGATO n° 3.</b>	SEZIONE A NO SISMA .....	67
<b>ALLEGATO n° 4.</b>	SEZIONE C SLV (KH+) .....	68
<b>ALLEGATO n° 5.</b>	SEZIONE C SLD (KH+) .....	69
<b>ALLEGATO n° 6.</b>	SEZIONE C NO SISMA .....	70
<b>ALLEGATO n° 7.</b>	SEZIONE E SLV (KH+) .....	71
<b>ALLEGATO n° 8.</b>	SEZIONE E SLD (KH+) .....	72
<b>ALLEGATO n° 9.</b>	SEZIONE E NO SISMA.....	73
<b>ALLEGATO n° 10.</b>	SEZIONE I SLV (KH+) .....	74
<b>ALLEGATO n° 11.</b>	SEZIONE I SLD (KH+) .....	75
<b>ALLEGATO n° 12.</b>	SEZIONE I NO SISMA.....	76
<b>ALLEGATO n° 13.</b>	SEZIONE J3 SLV (KH+) .....	77
<b>ALLEGATO n° 14.</b>	SEZIONE J3 SLD (KH+) .....	78
<b>ALLEGATO n° 15.</b>	SEZIONE J3 NO SISMA .....	79
<b>ALLEGATO n° 16.</b>	BACINO DI LAMINAZIONE SEZ. Y2 SLV (KH+).....	80
<b>ALLEGATO n° 17.</b>	BACINO DI LAMINAZIONE SEZ. Y2 SLD (KH+) .....	81
<b>ALLEGATO n° 18.</b>	BACINO DI LAMINAZIONE SEZ. Y2 NO SISMA .....	82
<b>ALLEGATO n° 19.</b>	BACINO DI LAMINAZIONE SEZ. X1 SLV (KH+).....	83
<b>ALLEGATO n° 20.</b>	BACINO DI LAMINAZIONE SEZ. X1 SLD (KH+) .....	84
<b>ALLEGATO n° 21.</b>	BACINO DI LAMINAZIONE SEZ. X1 NO SISMA.....	85





## 1. VERIFICA DI STABILITA'

### 1.1. PREMESSA

Per valutare le condizioni di stabilità dell'area in progetto da un punto di visto gravitativo vengono dettagliate nel presente documento le verifiche di stabilità effettuate lungo N°5 sezioni monte-valle (Nord-Sud) denominate A-C-E-I-J3 rispettivamente da Est verso Ovest. Le verifiche sono state realizzate in condizioni post-operam tenendo conto anche delle opere di contenimento in progetto come fondazioni su pali e paratie a valle dei terrapieni. Inoltre vengono considerati tra i parametri geotecnici anche quelli relativi ai materiali utilizzati per i sottofondi e per il riempimento a tergo delle paratie, sia materiale di cava che materiale autoctono trattato a calce.

Per la ricostruzione del modello geologico-tecnico dell'area di intervento si è fatto riferimento ai risultati ottenuti dalla campagna geognostica effettuata nel 2018-2019 al momento della redazione del progetto definitivo (Geol. M. Basili-Geol. F. Del Moro), correlati con i dati emersi in occasione della precedente campagna geognostica realizzata in occasione dello studio geologico redatto dal geol. Cutini per un precedente progetto (Cutini ed altri 2015). Inoltre, in considerazione del fatto che l'area ad Ovest non era stata interessata da indagini puntuali, nel luglio del 2024, è stata realizzata una ulteriore campagna di indagini geognostiche e geotecniche con relative prove di laboratorio finalizzata a colmare il gap delle campagne precedenti. I risultati così ottenuti, mediati con i precedenti sono stati utilizzati per definire i parametri caratteristici dei litotipi che costituiscono il versante.

Le analisi condotte hanno permesso di valutare lo stato di stabilità dell'area sia in condizioni statiche che in condizioni dinamiche (ipotesi sismiche), valutando nel contempo anche l'influenza delle condizioni idrogeologiche del sito sulla stabilità d'insieme del versante.

Le verifiche di stabilità sono state condotte utilizzando il programma SSAP2010 – Slope Stability Analysis Program – *versione 5.2.2 (1991-2023) Build No.14070*, elaborato dal Dr. Lorenzo Borselli, già ricercatore presso il C.N.R. – IRPI di Firenze e Prof. Di Geotecnica and Geologia all' Istituto di Geologia, Fac. Di Ingegneria dell'Universidad Autonoma de San Luis Potosì (UASLP) Messico. SSAP2010 è un software *FREEWARE*, La licenza d'uso consente agli utenti un uso illimitato del software, includendo tra queste anche finalità professionali e di lucro dei risultati ottenuti dall'utilizzo del software.

### 1.2. GENERALITA'

Il grado di stabilità di un pendio, in condizioni statiche o dinamiche (per azioni sismiche), nei confronti di movimenti gravitativi, viene valutato attraverso la determinazione del cosiddetto "FATTORE O COEFFICIENTE DI SICUREZZA" indicato con il simbolo FS. I metodi di calcolo di FS impiegati si basano sui Metodi dell'Equilibrio Limite.

Il movimento di una porzione di terreno avviene in genere quando si ha rottura per taglio lungo una superficie di scivolamento.

Il movimento dei vari punti coinvolti nel fenomeno può avvenire con varie modalità che dipendono, oltre che dalle caratteristiche meccaniche dei terreni interessati, dallo stato tensionale preesistente,



dall'entità delle pressioni neutre, dal percorso tensionale seguito per arrivare alla rottura e dalle condizioni al contorno. Le cause che provocano instabilità e conseguente movimentazione di materiale sono varie fra le quali si ricorda l'azione sismica.

In ogni caso, le problematiche maggiori si hanno in relazione alla complessità relativa alla determinazione dei parametri di resistenza meccanica dei terreni.

L'analisi di stabilità, impostata nella presente relazione, prende in esame le possibili condizioni di criticità in condizioni sismiche.

Come già detto, i diversi metodi di calcolo si basano sul concetto dell'equilibrio limite globale. La superficie di rottura, supposta nota, è suddivisa in un determinato numero di strisce che consentono di calcolare, in modo agevole, le grandezze che entrano in gioco nelle equazioni risolutive.

Tutti i metodi adottano come criterio di rottura il criterio di Mohr-Coulomb assieme al criterio delle tensioni efficaci di Terzaghi. La resistenza al taglio disponibile è valutata secondo l'espressione:

$$\tau = c' + \sigma' \operatorname{tg} \phi'$$

dove:

$c'$  è la coesione

$\phi'$  è l'angolo di resistenza al taglio

$\sigma'$  è la tensione efficace

Il fattore o coefficiente di sicurezza è quindi definito come rapporto tra resistenza al taglio disponibile e la resistenza al taglio mobilitata, cioè:

$$FS = \frac{\text{Resistenza al taglio disponibile}}{\text{Resistenza al taglio mobilitata}} = \frac{\tau_{\text{disp}}}{\tau_{\text{mob}}}$$

Da ciò si deduce che il coefficiente di sicurezza per la condizione limite di equilibrio è pari ad 1.

Per le verifiche allo **SLU** in condizioni non sismiche, utilizzando il programma di calcolo SSAP2010 il coefficiente di sicurezza deve essere **FS>1,25\*1,1= 1,375**

Mentre nelle verifiche in condizioni sismiche sia **SLV** che **SLD** il coefficiente di sicurezza deve essere **FS>1,20\*1,0=1,20**.

## 2. SSAP2010

### 2.1. GENERALITA'

Le funzionalità del programma consentono l'utilizzazione di una serie di parametri su cui l'utente può interagire secondo le esigenze di calcolo.



Nel caso di pendii a più strati, il programma permette di generare e ricercare le superfici di scivolamento adottando il motore "Sniff Random Search", con cui viene preferita la ricerca di superfici di forma composita piuttosto che di forma circolare (che è adatta per pendii omogenei).

Ad esso si associa la variante "Smussatore Superfici di Scivolamento" che effettua lo smussamento a posteriori delle superfici generate.

Il programma è dotato dell'opzione di "Range di Ricerca Dinamico" che consente di restringere la zona di ricerca iniziale in funzione delle superfici con minore FS individuate.

Per le verifiche di stabilità delle sezioni scelte è stato utilizzato il metodo di Morgestern & Price, riconosciuto dalla maggior parte degli Autori come uno dei metodi più affidabili, a cui viene applicato l'algoritmo di calcolo del fattore di sicurezza elaborato da Zhu (2005).

Per poter procedere con il calcolo del coefficiente di sicurezza FS, la massa potenzialmente instabile viene suddivisa in conci delimitati da superfici verticali. Su ogni concio vengono valutate singolarmente le forze agenti e resistenti.

Le varie procedure di calcolo si diversificano per il tipo di assunti per eliminare alcune delle incognite nel sistema di equazioni non lineari che permette di calcolare Fs, in particolare sulle assunzioni fatte per le forze interconco T (forze tangenziali verticali) ed E (forze orizzontali interconco). Nell'algoritmo di Zhu et alii (2005), viene inserita una variabile ausiliaria l che è utilizzata nella relazione funzionale delle forze interconco T(x) ed E(x).

Inoltre vengono fatte assunzioni aggiuntive sulla posizione del punto di applicazione e in alcuni casi sulla funzione di interazione interconco f(x) che esprime la direzione di applicazione della risultante locale tra T(x) ed E(x).

Il metodo di Morgestern & Price fissa T(x) come espressione di l, di f(x) ed E(x).

Il programma permette l'introduzione dei parametrici sismici secondo le NTC 2018 (valore di Kh), con un valore impostato di Fs=1,1.

Nel capitolo 6.3.4 delle NTC2018 relativo alle verifiche di stabilità gravitativa dei pendii, in merito al valore del fattore di sicurezza accettabile viene riportato quanto segue:

"La valutazione del coefficiente di sicurezza dei pendii naturali, espresso dal rapporto tra la resistenza al taglio disponibile ( $\tau_f$ ) e la tensione di taglio agente ( $\tau$ ) lungo la superficie di scorrimento, deve essere eseguita impiegando sia i parametri geotecnici, congruenti con i caratteri del cinematisma atteso o accertato, sia le azioni presi con il loro valore caratteristico. L'adeguatezza del margine di sicurezza ritenuto accettabile dal progettista deve comunque essere giustificata sulla base del livello di conoscenze raggiunto, dell'affidabilità dei dati disponibili e del modello di calcolo adottato in relazione alla complessità geologica e geotecnica, nonché sulla base delle conseguenze di un'eventuale frana."

L'equazione che rappresenta quanto sopra riportato risulta essere:

$$F_s = \frac{R_d}{E_d} > \max[1.0, \gamma_R, F_s^p]$$

Dove:

Fs: Fattore di sicurezza ottenuto con le verifiche dell'equilibrio limite, secondo gli scenari e approcci indicati nella normativa per il caso in esame



Rd: Resistenze di progetto

Ed: azioni di progetto

$\gamma_R$ : coeff. parziale sulle resistenze di progetto

$F_s^P$ : fattore di sicurezza minimo ritenuto accettabile dal progettista

## 2.2. METODO DI MORGESTERN-PRICE

Si stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo  $X = \lambda f(x)E$ , dove  $\lambda$  è un fattore di scala e  $f(x)$ , funzione della posizione di E e di X, definisce una relazione tra la variazione della forza X e della forza E all'interno della massa scivolante. La funzione  $f(x)$  è scelta arbitrariamente (costante, sinusoidale, semisinusoidale, trapezia, spezzata...) e influenza poco il risultato, ma va verificato che i valori ricavati per le incognite siano fisicamente accettabili.

La particolarità del metodo è che la massa viene suddivisa in strisce infinitesime alle quali vengono imposte le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale e di rottura sulla base delle strisce stesse. Si perviene ad una prima equazione differenziale che lega le forze d'interfaccia incognite E, X, il coefficiente di sicurezza  $F_s$ , il peso della striscia infinitesima  $dW$  e la risultante delle pressioni neutre alla base  $dU$ .

Si ottiene la cosiddetta "equazione delle forze":

$$c' \sec^2 \frac{\alpha}{F_s} + tg \varphi' \left( \frac{dW}{dx} - \frac{dX}{dx} - tg \alpha \frac{dE}{dx} - \sec \alpha \frac{dU}{dx} \right) = \frac{dE}{dx} - tg \alpha \left( \frac{dX}{dx} - \frac{dW}{dx} \right)$$

Una seconda equazione, detta "equazione dei momenti", viene scritta imponendo la condizione di equilibrio alla rotazione rispetto alla mezzzeria della base:

$$X = \frac{d(E \gamma)}{dx} - \gamma \frac{dE}{dx}$$

Queste due equazioni vengono estese per integrazione a tutta la massa interessata dallo scivolamento.

$$F_s = \frac{R_d}{E_d} > \max[1.0, \gamma_R, F_s^P]$$

Dove:

**$F_s$ : fattore di sicurezza ottenuto con le verifiche all'equilibrio limite, secondo gli scenari e approcci specifici indicati dalla normativa per il caso in esame.**

$R_d$ : resistenze di progetto

$E_d$ : Azioni di progetto

$\gamma_R$  : coefficiente parziale sulle resistenze di progetto

$F_s^P$  : Fattore di sicurezza minimo ritenuto accettabile dal progettista



Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma, ma implica necessariamente l'uso di un calcolatore.

### 3. PARAMETRI GEOTECNICI

Per la scelta dei parametri geotecnici si è fatto riferimento alle risultanze delle numerose prove in sito e in laboratorio effettuate, contenute all'interno dell'elaborato di progetto 2.1.4-23008-OW-C-21-GE-004-BA0-0-RELAZIONE GEOLOGICA. In particolare per i litotipi presenti nel sottosuolo di studio sono stati adottati, nei calcoli di stabilità, i seguenti parametri geotecnici caratteristici di lungo termine, ritenuti come quelli più idonei e cautelativi nella "modellazione" del comportamento reologico dei sedimenti stessi:

*Tabella 1\_Parametri geotecnici utilizzati nelle calcolazioni*

LITOTIPO	"C" (Kg/cm <sup>2</sup> ) Coesione drenata	"Φ" (°) Angolo di attrito	"γ" (g/cm <sup>3</sup> ) Peso/volume	"γ <sub>s</sub> " (g/cm <sup>3</sup> ) Peso/volume
Misto di cava	0,1	30	1,40	1,50
Riporto trattato a calce	1	40°	1,94	2,04
Limo argilloso sabbioso/ Coltre	0,07	23°	1,90	2,0
Argille strat. a Sabbia /Formazione Marina	0,32	24°	2,0	2,1

### 4. PROGETTAZIONE PER AZIONI SISMICHE

In base al paragrafo 7.11.1 delle NTC 2018, le opere progettate per le azioni sismiche devono:

- soddisfare le prescrizioni contenute nel Cap. 6, relative alle combinazioni di carico non sismico;
- rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, con i requisiti di sicurezza indicati nel § 7.1, sotto l'effetto dell'azione sismica di progetto.

Le verifiche agli stati limite ultimi devono essere effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto, con i valori dei coefficienti parziali indicati nel Cap. 6.

§ 7.11.3.1 Risposta sismica locale: Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche del sottosuolo e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei terreni e degli ammassi rocciosi di cui è costituito. Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, l'analisi della risposta sismica locale consente quindi di definire le modifiche che il segnale sismico di ingresso subisce, a causa dei suddetti fattori locali. Le analisi di risposta



sismica locale richiedono un'adeguata conoscenza delle proprietà geotecniche dei terreni, da determinare mediante specifiche indagini e prove. Nelle analisi di risposta sismica locale, l'azione sismica di ingresso è descritta in termini di storia temporale dell'accelerazione (accelerogrammi) su di un sito di riferimento rigido ed affiorante con superficie topografica orizzontale (sottosuolo tipo A del § 3.2.2). Per la scelta degli accelerogrammi di ingresso, si deve fare riferimento a quanto già specificato al § 3.2.3.6.

§ 7.11.3.2 Fattori di amplificazione stratigrafica: In condizioni stratigrafiche e morfologiche schematizzabili con un modello mono-dimensionale e per profili stratigrafici riconducibili alle categorie di cui alla Tab. 3.2.II, il moto sismico alla superficie di un sito è definibile mediante l'accelerazione massima ( $a_{max}$ ) attesa in superficie ed una forma spettrale ancorata ad essa. Il valore di  $a_{max}$  può essere ricavato dalla relazione  $a_{max} = SS \cdot a_g$  dove  $a_g$  è l'accelerazione massima su sito di riferimento rigido ed  $SS$  è il coefficiente di amplificazione stratigrafica.

§ 7.11.3.3 Fattori di amplificazione topografica: Per condizioni topografiche riconducibili alle categorie di cui alla Tab. 3.2.III, la valutazione dell'amplificazione topografica può essere effettuata utilizzando il coefficiente di amplificazione topografica  $ST$ . Il parametro  $ST$  deve essere applicato nel caso di configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, di altezza superiore a 30 m. Gli effetti topografici possono essere trascurati per pendii con inclinazione media inferiore a  $15^\circ$ , altrimenti si applicano i criteri indicati nel § 3.2.2.

Per le verifiche sismiche dell'opera in oggetto si fa riferimento alle indicazioni del D.M. del 14 gennaio 2018. I parametri sismici della zona in cui sorgono le aree di progetto sono stati ricavati il programma di calcolo: "Geostru PS – Parametri sismici" dal quale sono stati ricavati i dati di seguito riportati.

Si sono presi come riferimento i seguenti parametri relativi all'opera e al sito:

- Categoria di sottosuolo C (*cifr.Tab. 3.2.II NTC*): depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 mt, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
- Amplificazione stratigrafica  $S_s$ ,  $C_c$  (*cifr.Tab. 3.2.IV NTC*):

*Tabella 2\_3.2.IV -Espressioni di  $S_s$  e di  $C_c$*

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Amplificazione topografica  $S_T=1,2$  e Categoria topografica T2: Pendii con inclinazione media  $> 15^\circ$  (*cifr.Tab. 3.2.V NTC*):



*Tabella 3\_3.2.V -Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$*

Categoria Topografica	Ubicazione dell'opere o dell'intervento	$S_T$
T1		1,00
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Vita nominale della costruzione  $V_N \geq 50$  anni: Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale (*cifr.Tab. 2.4. NTC*):

*Tabella 4\_2.4.I -Vita nominale  $V_N$  per diversi tipi di opere*

TIPI DI COSTRUZIONE		$V_N$ (Anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Classe d'uso della costruzione Classe III: Costruzioni con attività pericolose per l'ambiente (*cifr.Tab. 2.4.2 NTC-18*):

Coefficiente d'uso e Vita nominale:

*Tabella 5\_2.4.II -Valori del coefficiente d'uso  $C_U$*

Classe d'uso	I	II	III	IV
Coefficiente $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

$$V_R = V_N \cdot C_U = 75 \text{ anni.}$$

Per la valutazione delle azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si deve valutare la "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Secondo il D.M. 17/01/2018, le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $PV_R$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima al sito

$F_o$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

$T_{c*}$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale





Come dettato dalle Norme tecniche sulle costruzioni, nel caso in cui un'opera ricada in classe d'uso III o IV, o quando si riscontrano delle significative inversioni nel profilo di velocità delle onde di taglio o quando la morfologia di superficie e/o stratigrafia non è considerata semplice è necessario provvedere ad uno studio di Risposta Sismica Locale. Nel nostro caso si attuava uno studio di risposta sismica locale in considerazione del fatto che l'opera che si vuole realizzare rientra in classe d'uso III.

Qui di seguito vengono riportati i dati desunti dallo studio di risposta sismica locale eseguito per il sito in progetto e dettagliati nel documento "2.1.3-23008-OW-C-21-RT-012-BA4-0-RELAZIONE SISMICA".

Considerando la Posizione del sito: **Latitudine 43.122548°N**, e **Longitudine 13.677429°E**, tenendo conto che l'impianto verrà progettato in **Classe d'uso III** e una **Vita nominale 2** per opere ordinarie (50 anni), e quindi con un periodo di riferimento **VR  $\geq$  75 anni**, i dati che emergono dallo studio di risposta sismica locale sono i seguenti:

*Tabella 4\_Coefficienti stati limite*

Stato limite	T <sub>R</sub> (Anni)	a <sub>g</sub> (g)	F <sub>o</sub> (-)	T <sub>c</sub> <sup>*</sup> (s)
SLO	45	0,097	2,502	0,472
SLD	75	0,126	2,658	0,435
SLV	712	0,280	2.314	0,463

SLO= Stato limite di Operatività

SLD= Stato limite di Danno

SLV= Stato limite di salvaguardia della Vita

*Tabella 5\_Coefficienti sismici*

	Stati limite di esercizio		Stati limite ultimi
	SLO	SLD	SLV
Ss	1,554	1,50	1,39
Cc	1,35	1,38	1,35
St	1,20	1,20	1,20
Kh	0,036	0,054	0,123
Kv	0,018	0,027	0,062

Ss= amplificazione stratigrafica

Cc= coefficiente funzione categoria;

St=amplificazione topografica

K<sub>h</sub>= coefficiente sismico orizzontale





$K_v$  = coefficiente sismico verticale

Coefficienti sismici (SLO)

$$k_h = \beta s (a_{max} / g) = 0,20 * 0,181 = 0,036$$

$$k_v = + 0,5 k_h = \pm 0,5 * 0,036 = \pm 0,018$$

**Coefficienti sismici (SLD)**

$$k_h = \beta s (a_{max} / g) = 0,24 * 0,227 = 0,054$$

$$k_v = + 0,5 k_h = \pm 0,5 * 0,064 = \pm 0,027$$

**Coefficienti sismici (SLV)**

$$k_h = \beta s (a_{max} / g) = 0,28 * 0,441 = 0,123$$

$$k_v = + 0,5 k_h = \pm 0,5 * 0,123 = \pm 0,062$$

con  $\beta s$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

Nel nostro caso con un valore di  $a_g$  compreso tra 0,2 e 0,4 e rientrando in categoria di sottosuolo C il valore di  $\beta s$  è 0,28 relativamente al calcolo dei coefficienti per lo stato limite SLV mentre per lo stato limite SLD il valore di  $\beta s$  è 0,24 perché il valore di  $a_g$  è minore di 0,2. (Vedi Tabella 6\_7.11.I Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito)

Tabella 6\_7.11.I Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

	Categoria sottosuolo	
	A	B,C,D,E
	$\beta s$	$\beta s$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

L'accelerazione massima può essere valutata con la seguente relazione:

$$a_{max} = S_s * S_T * a_g$$

con

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa sul sito di riferimento rigido.

$S_s$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica

$S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica

Le verifiche di stabilità sono state condotte secondo gli stati limite SLD e SLV

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle



azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali

- Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.



## 5. VERIFICA DI STABILITA' IN CONDIZIONI SISMICHE

Le verifiche di stabilità vengono condotte in condizioni sismiche fornendo al software SSAP2010 un coefficiente sismico orizzontale pari a:

$$K_h = 0,054 \text{ (SLD)}$$

$$K_h = 0,123 \text{ (SLV)}$$

da cui i relativi coefficiente sismico verticale risulta essere:

$$K_v = 0,027 \text{ (SLD)}$$

$$K_v = 0,062 \text{ (SLV)}$$

### 5.1. VERIFICHE

Si riportano di seguito i risultati delle verifiche condotte in fase post-operam con le sezioni significative C, E, I, J3. Le verifiche sono state eseguite in condizioni sismiche (stati limite SLV, SLD) e in condizioni statiche.

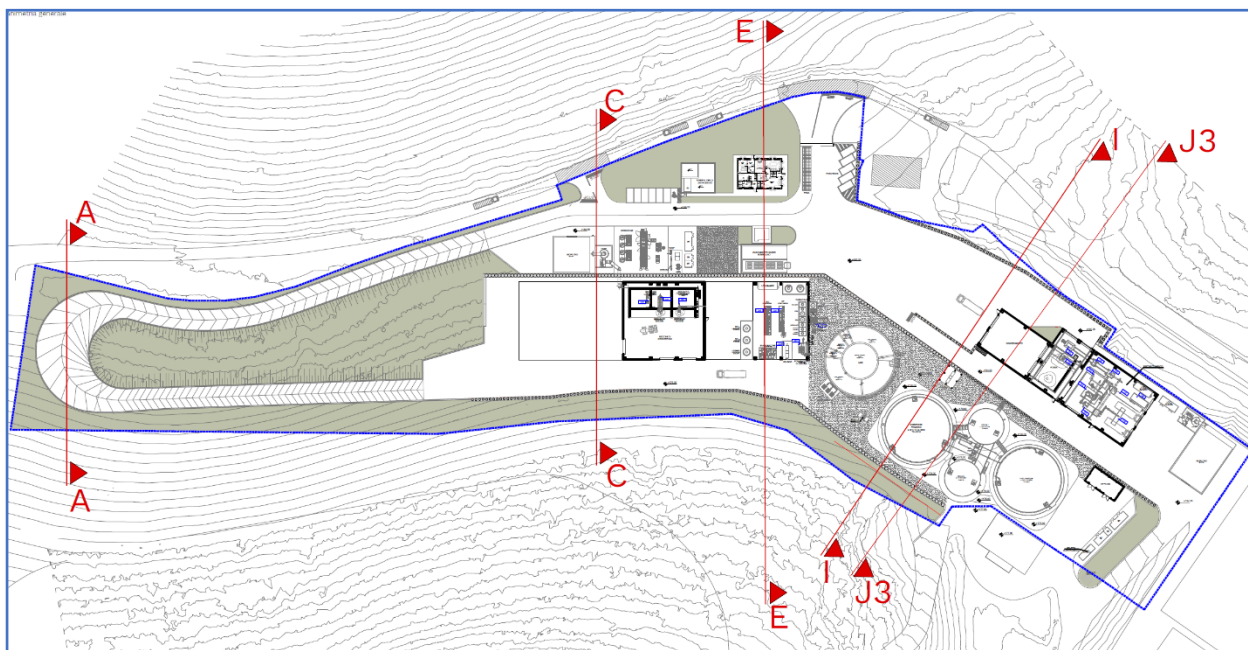


Figura 1: Sezioni geotecniche verificate



### 5.1.1. Sezione A (SLV)

# Parametri Geotecnici degli strati #

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m <sup>3</sup>	GammSat kN/m <sup>3</sup>	sgci MPa	GSI	mi	D
1	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
2	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
3	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
4	22.00	32.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0

Figura 2: Parametri Sez A inseriti per la verifica

Note:	phi`	Angolo di attrito interno efficace (in gradi)
	C`	Coesione efficace (in Kpa)
	Cu	Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
	Gamm	Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m <sup>3</sup> )
	G_sat	Peso di volume terreno immerso (in KN/m <sup>3</sup> )

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

**DATI 10 SUP. CON MINOR Fs**

Fs minimo : 1.3963  
 Range Fs : 1.3963 1.4507  
 Differenza % Range Fs : 3.75  
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.1230  
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0615

**GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM**

Campione Superfici - N.: 15000  
 Lunghezza media segmenti (m) : 3.1  
 Range X inizio generazione : 39.4 - 108.4  
 Range X termine generazione : 47.0 - 113.0  
 Livello Y minimo considerato : 234.7

Figura 3: Riepilogo parametri di calcolo Sez A (SLV)

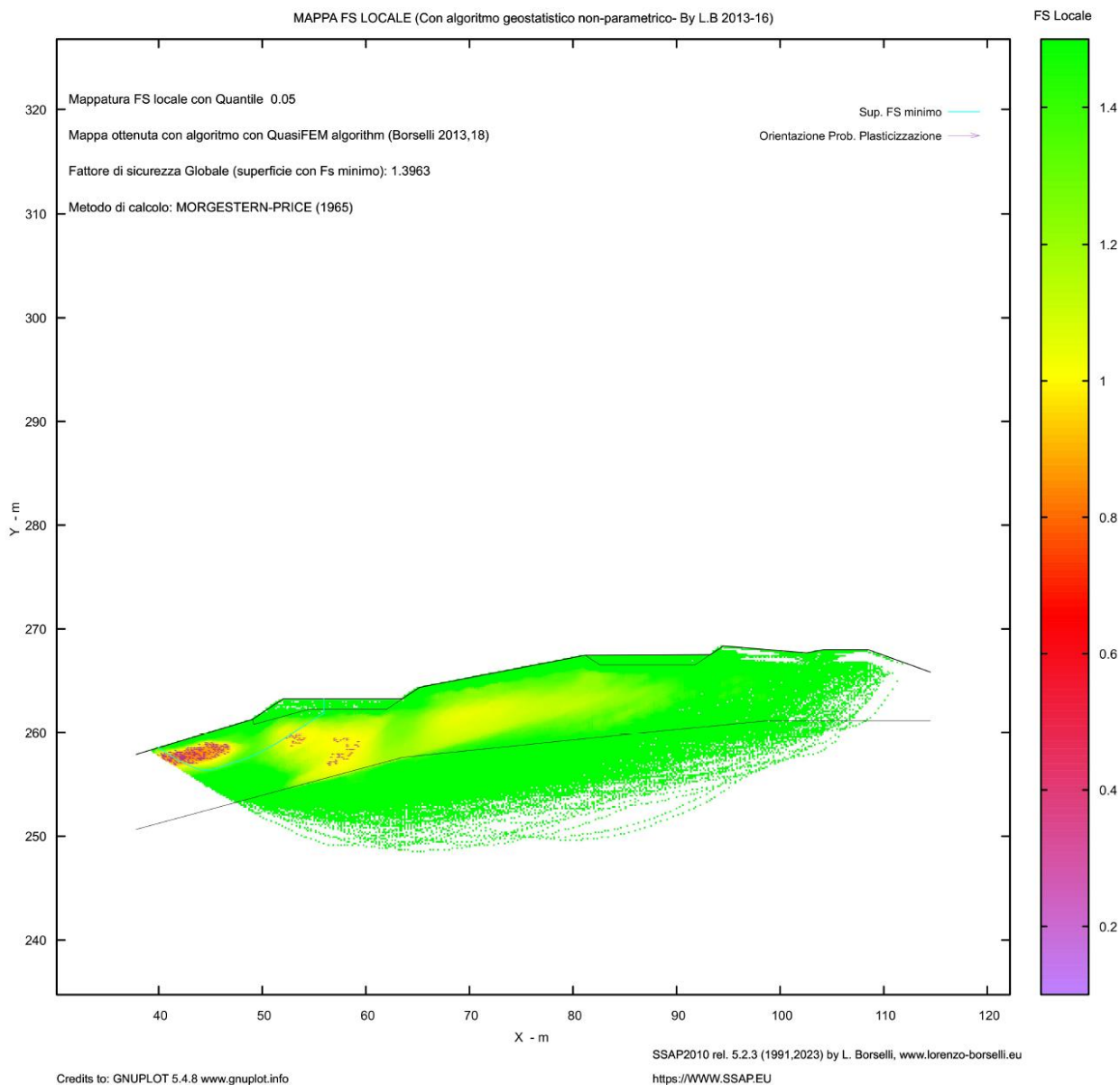


Figura 4: Mappa Fs locale Sez A (SLV)

**Valore di Fs minimo individuato dall'elaborazione**

**Fs min: 1,3963**



### 5.1.2. Sezione A (SLD)

# Parametri Geotecnici degli strati #

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m <sup>3</sup>	GammSat kN/m <sup>3</sup>	sgci MPa	GSI	mi	D
1	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
2	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
3	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
4	22.00	32.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0

Figura 2: Parametri Sez A inseriti per la verifica

Note:	phi`	Angolo di attrito interno efficace (in gradi)
	C`	Coesione efficace (in Kpa)
	Cu	Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
	Gamm	Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m <sup>3</sup> )
	G_sat	Peso di volume terreno immerso (in KN/m <sup>3</sup> )

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

### DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.7493  
Range Fs : 1.7493 1.8136  
Differenza % Range Fs : 3.55  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0540  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0270

### GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 5000  
Lunghezza media segmenti (m) : 3.1  
Range X inizio generazione : 39.4 - 108.4  
Range X termine generazione : 47.0 - 113.0  
Livello Y minimo considerato : 234.7

Figura 3: Riepilogo parametri di calcolo Sez A (SLD)

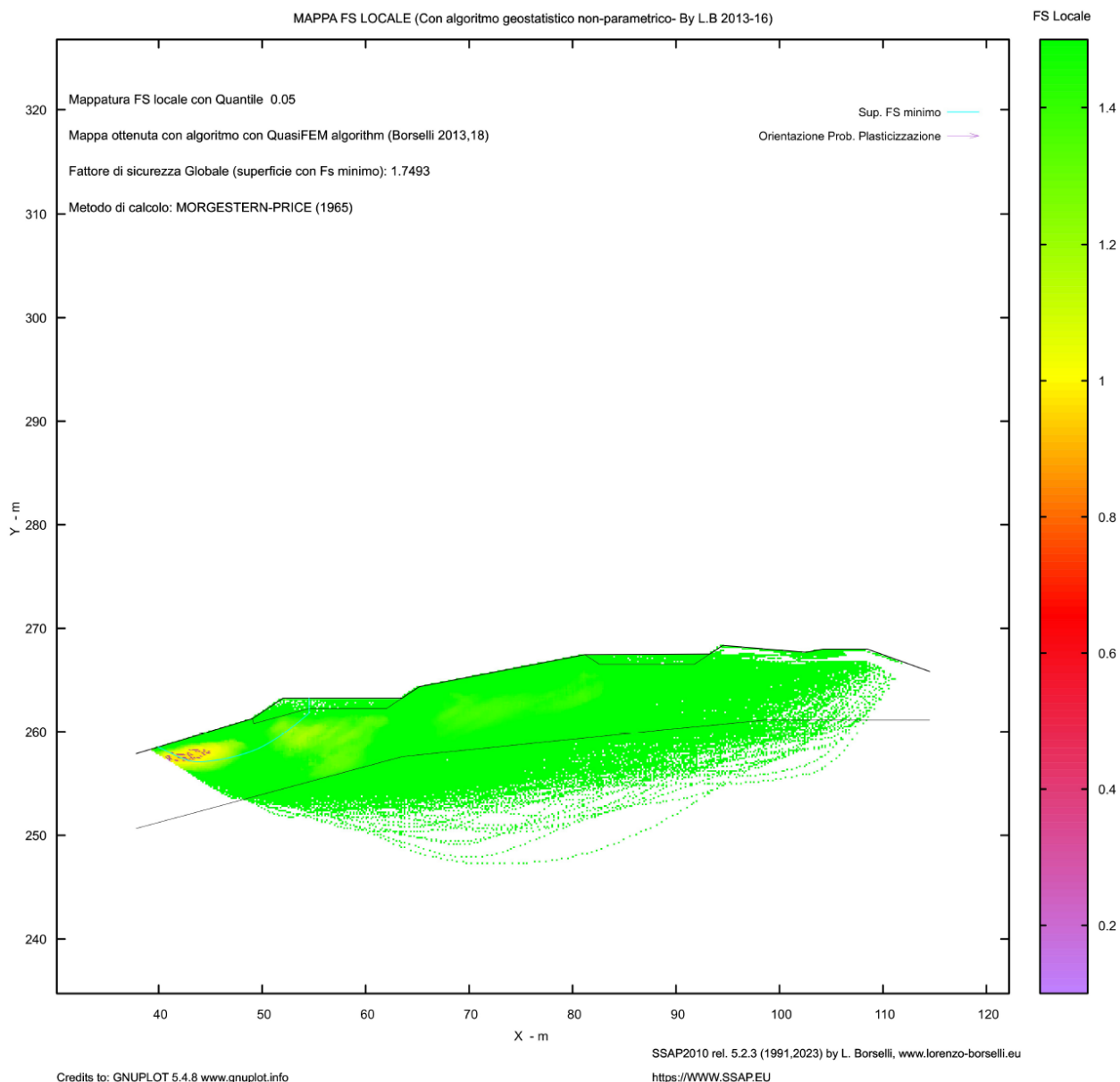


Figura 4: Mappa Fs locale Sez A (SLD)

**Valore di Fs minimo individuato dall'elaborazione**

**Fs min: 1,7493**





### 5.1.3. Sezione C (SLV)

# Parametri Geotecnici degli strati #

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
1	24.00	32.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0
2	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
3	30.00	10.00	0	19.00	21.00	0	0	0	0
4	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
5	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
6	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0

Figura 2: Parametri Sez C inseriti per la verifica

Note:	phi`	Angolo di attrito interno efficace (in gradi)
	C`	Coesione efficace (in Kpa)
	Cu	Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
	Gamm	Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m <sup>3</sup> )
	G_sat	Peso di volume terreno immerso (in KN/m <sup>3</sup> )

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

**DATI 10 SUP. CON MINOR Fs**

Fs minimo : 1.3109  
Range Fs : 1.3109 1.3597  
Differenza % Range Fs : 3.59  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.1230  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0615

**GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM**

Campione Superfici - N.: 5000  
Lunghezza media segmenti (m) : 5.9  
Range X inizio generazione : 79.0 - 211.7  
Range X termine generazione : 93.8 - 220.6  
Livello Y minimo considerato : 40.7

Figura 3: Riepilogo parametri di calcolo Sez C (SLV)



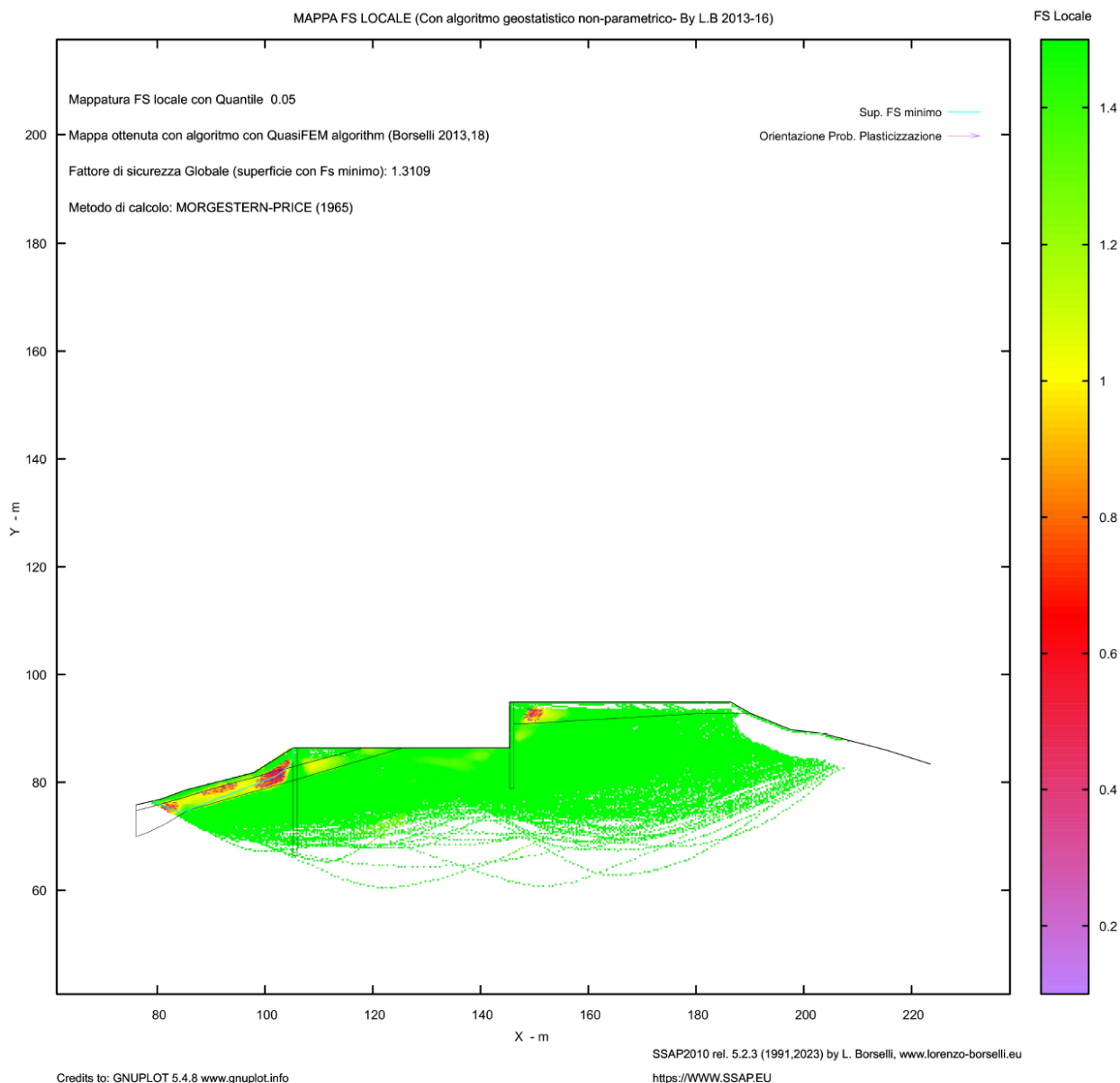


Figura 4: Mappa Fs locale Sez C (SLV)

**Valore di Fs minimo individuato dall'elaborazione**

**Fs min: 1,3109**



#### 5.1.4. Sezione C (SLD)

# Parametri Geotecnici degli strati #

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m <sup>3</sup>	GammSat kN/m <sup>3</sup>	sgci MPa	GSI ..	mi ..	D ..
1	24.00	32.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0
2	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
3	30.00	10.00	0	19.00	21.00	0	0	0	0
4	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
5	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
6	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0

Figura 5: Parametri Sez C inseriti per la verifica

Note:	phi`	Angolo di attrito interno efficace (in gradi)
	C`	Coesione efficace (in Kpa)
	Cu	Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
	Gamm	Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m <sup>3</sup> )
	G_sat	Peso di volume terreno immerso (in KN/m <sup>3</sup> )

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

**DATI 10 SUP. CON MINOR Fs**

Fs minimo : 1.5403  
 Range Fs : 1.5403 1.6304  
 Differenza % Range Fs : 5.53  
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0540  
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0270

**GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM**

Campione Superfici - N.: 5000  
 Lunghezza media segmenti (m) : 5.9  
 Range X inizio generazione : 79.0 - 211.7  
 Range X termine generazione : 93.8 - 220.6  
 Livello Y minimo considerato : 40.7

Figura 6: Riepilogo parametri di calcolo Sez C (SLD)

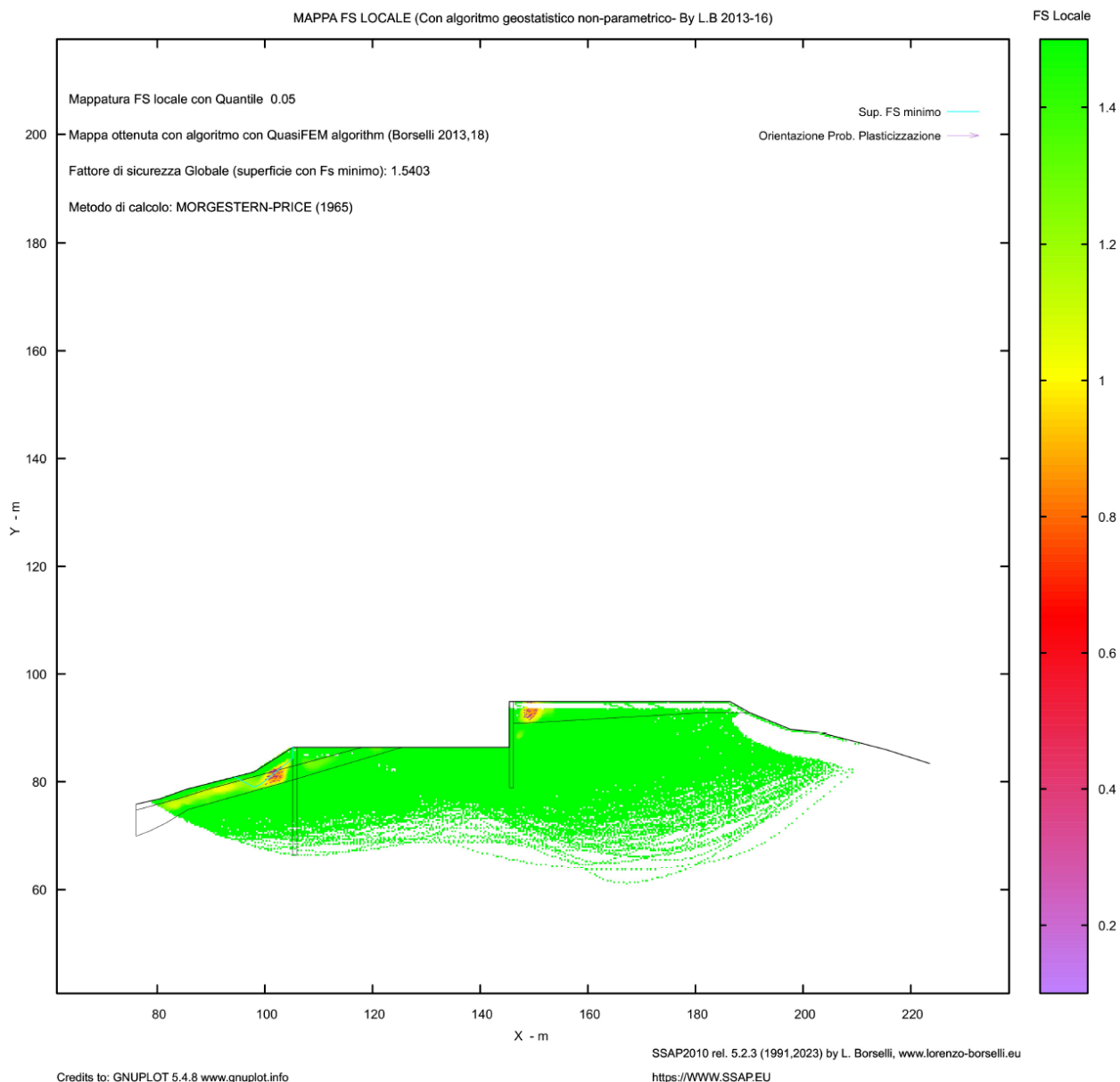


Figura 7: Mappa Fs locale Sez C (SLD)

**Valore di Fs minimo individuato dall'elaborazione**

**Fs min: 1,5403**



### 5.1.5. Sezione E (SLV)

# Parametri Geotecnici degli strati #

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m <sup>3</sup>	GammSat kN/m <sup>3</sup>	sgci MPa	GSI	mi	D
1	24.00	32.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0
2	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
3	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
4	19.00	0	0	19.00	20.00	0	0	0	0
5	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
6	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
7	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0

Figura 14: Parametri Sez E inseriti per la verifica

Note:	phi`	Angolo di attrito interno efficace (in gradi)
	C`	Coesione efficace (in Kpa)
	Cu	Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
	Gamm	Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m <sup>3</sup> )
	G_sat	Peso di volume terreno immerso (in KN/m <sup>3</sup> )

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

**DATI 10 SUP. CON MINOR Fs**

Fs minimo : 1.3666  
Range Fs : 1.3666 1.3911  
Differenza % Range Fs : 1.76  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.1230  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0615

**GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM**

Campione Superfici - N.: 5000  
Lunghezza media segmenti (m) : 7.9  
Range X inizio generazione : 30.0 - 207.3  
Range X termine generazione : 49.7 - 219.1  
Livello Y minimo considerato : 27.1

Figura 15: Riepilogo parametri di calcolo Sez E (SLV)

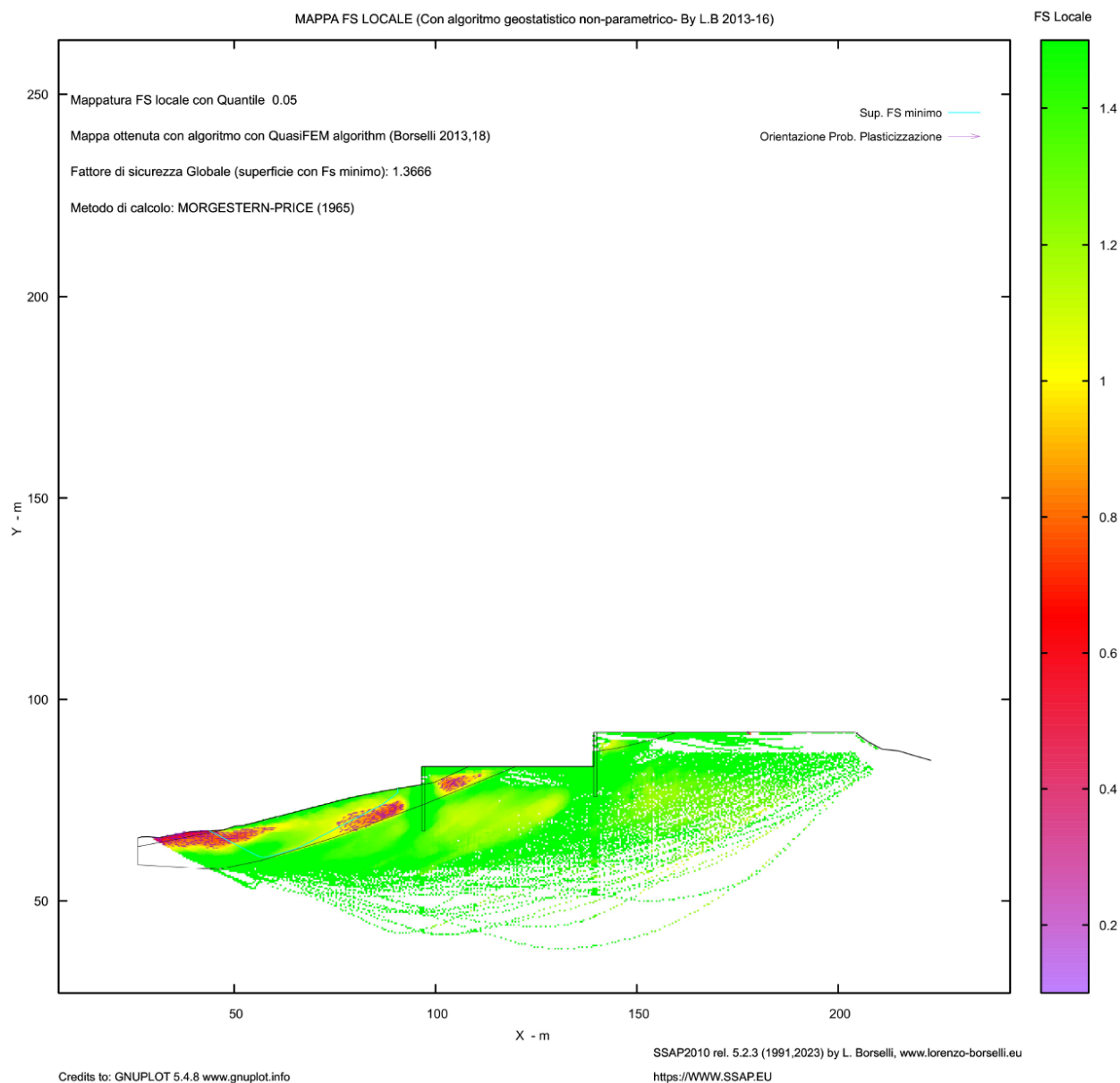


Figura 16: Mappa Fs locale Sez E (SLV)

**Valore di Fs minimo individuato dall'elaborazione**

**Fs min: 1,3666**



### 5.1.6. Sezione E (SLD)

# Parametri Geotecnici degli strati #									
N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
1	24.00	32.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0
2	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
3	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
4	19.00	0	0	19.00	20.00	0	0	0	0
5	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
6	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
7	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0

Figura 17: Parametri Sez E inseriti per la verifica

Note:	phi`	Angolo di attrito interno efficace (in gradi)
	C`	Coesione efficace (in Kpa)
	Cu	Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
	Gamm	Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m <sup>3</sup> )
	G_sat	Peso di volume terreno immerso (in KN/m <sup>3</sup> )

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

### DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.7066  
 Range Fs : 1.7066 1.7385  
 Differenza % Range Fs : 1.83  
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0540  
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0270

### GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 5000  
 Lunghezza media segmenti (m) : 7.9  
 Range X inizio generazione : 30.0 - 207.3  
 Range X termine generazione : 49.7 - 219.1  
 Livello Y minimo considerato : 27.1

Figura 18: Riepilogo parametri di calcolo Sez E (SLD)

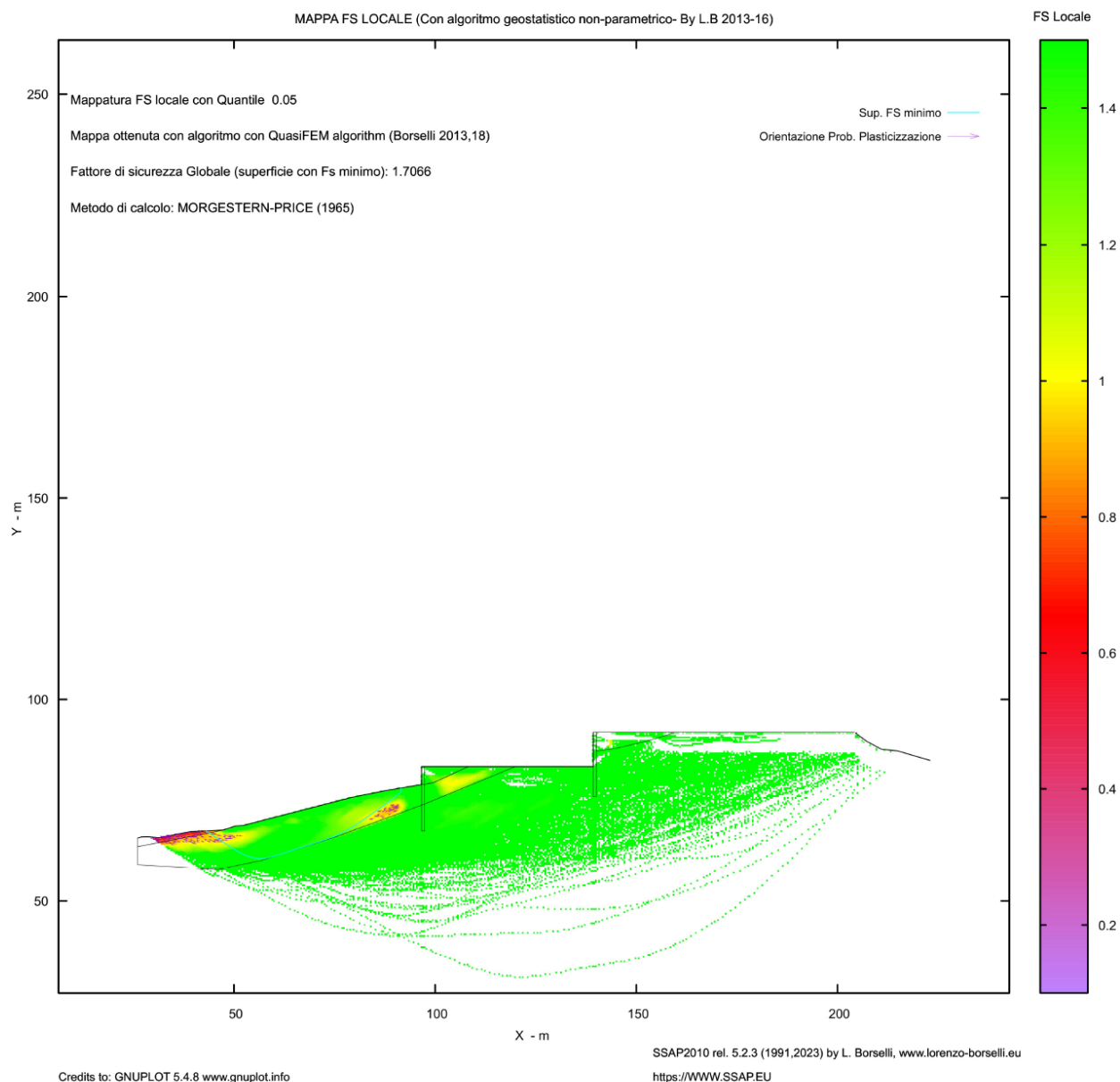


Figura 19: Mappa Fs locale Sez E (SLD)

**Valore di Fs minimo individuato dall'elaborazione**

**Fs min: 1,7066**





### 5.1.7. Sezione I (SLV)

# Parametri Geotecnici degli strati #

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
1	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
2	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0
3	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0
4	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0
5	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0
6	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0
7	24.00	32.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0
8	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
9	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
10	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
11	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0

Figura 20: Parametri Sez I inseriti per la verifica

Note:	phi`	Angolo di attrito interno efficace (in gradi)
	C`	Coesione efficace (in Kpa)
	Cu	Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
	Gamm	Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m³)
	G_sat	Peso di volume terreno immerso (in KN/m³)

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

### DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.5149  
 Range Fs : 1.5149 1.5916  
 Differenza % Range Fs : 4.82  
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.1230  
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0615

### GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 5000  
 Lunghezza media segmenti (m) : 6.6  
 Range X inizio generazione : 53.3 - 202.5  
 Range X termine generazione : 69.9 - 212.4  
 Livello Y minimo considerato : 110.9

Figura 21: Riepilogo parametri di calcolo Sez I (SLV)



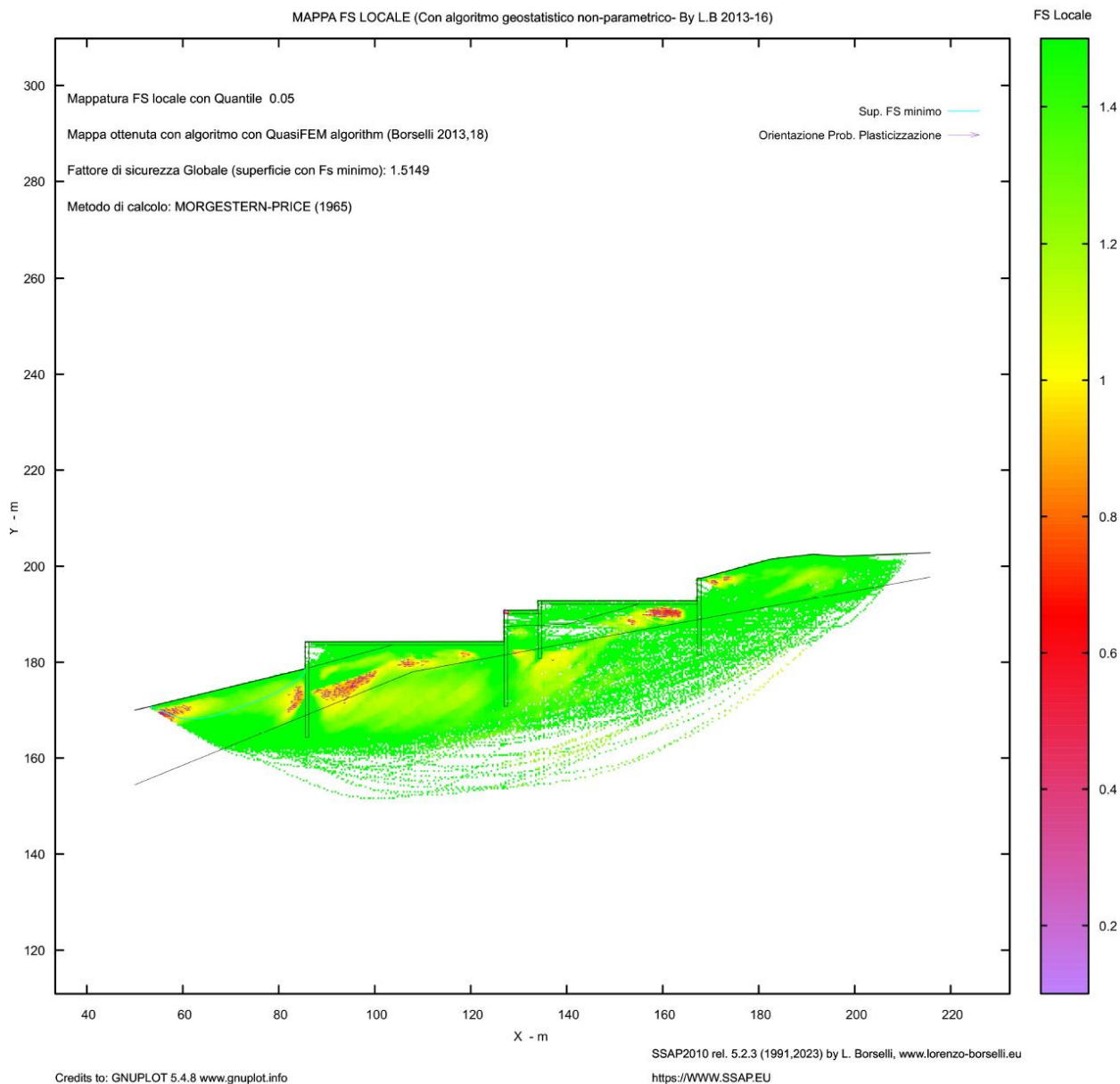


Figura 22: Mappa Fs locale Sez I (SLV)

**Valore di Fs minimo individuato dall'elaborazione**

**Fs min: 1,5149**



### 5.1.8. Sezione I (SLD)

# Parametri Geotecnici degli strati #

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
1	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
2	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0
3	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0
4	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0
5	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0
6	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0
7	24.00	32.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0
8	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
9	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
10	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
11	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0

Figura 23: Parametri Sez I inseriti per la verifica

Note:	phi`	Angolo di attrito interno efficace (in gradi)
	C`	Coesione efficace (in Kpa)
	Cu	Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
	Gamm	Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m <sup>3</sup> )
	G_sat	Peso di volume terreno immerso (in KN/m <sup>3</sup> )

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

### DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 2.0339  
Range Fs : 2.0339 2.0850  
Differenza % Range Fs : 2.45  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0540  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0270

### GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 5000  
Lunghezza media segmenti (m) : 6.6  
Range X inizio generazione : 53.3 - 202.5  
Range X termine generazione : 69.9 - 212.4  
Livello Y minimo considerato : 110.9

Figura 24: Riepilogo parametri di calcolo Sez I (SLD)

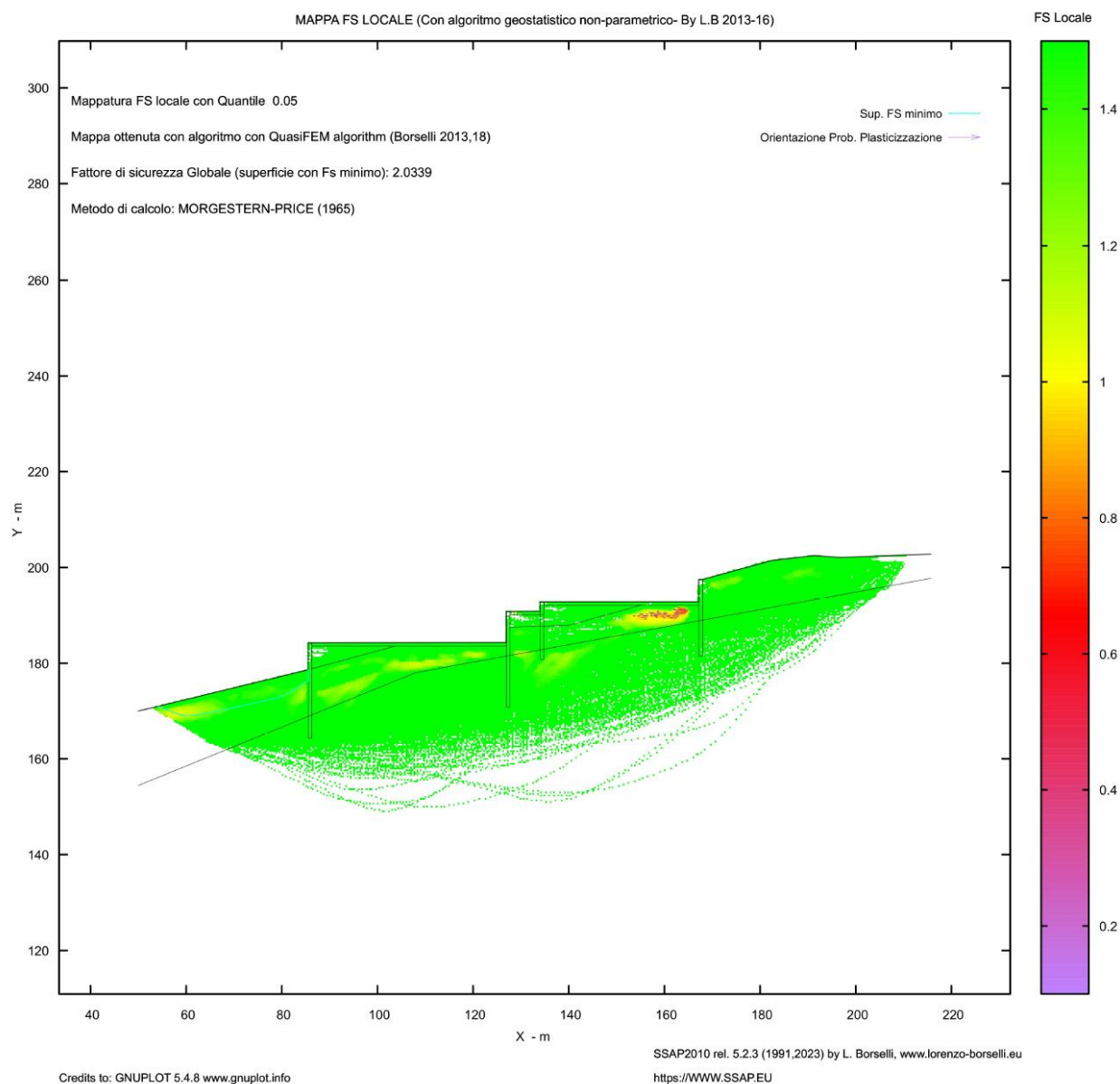


Figura 25: Mappa Fs locale Sez I (SLD)

**Valore di Fs minimo individuato dall'elaborazione**

**Fs min: 2,0339**



### 5.1.9. Sezione J3 (SLV)

# Parametri Geotecnici degli strati #

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m <sup>3</sup>	GammSat kN/m <sup>3</sup>	sgci MPa	GSI	mi	D
1	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
2	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
3	22.00	32.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0
4	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
5	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
6	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0

Figura 26: Parametri Sez J3 inseriti per la verifica

Note:	phi`	Angolo di attrito interno efficace (in gradi)
	C`	Coesione efficace (in Kpa)
	Cu	Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
	Gamm	Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m <sup>3</sup> )
	G_sat	Peso di volume terreno immerso (in KN/m <sup>3</sup> )

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

**DATI 10 SUP. CON MINOR Fs**

Fs minimo : 1.2486  
 Range Fs : 1.2486 1.4026  
 Differenza % Range Fs : 10.98  
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.1230  
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0615

**GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM**

Campione Superfici - N.: 5000  
 Lunghezza media segmenti (m) : 6.5  
 Range X inizio generazione : 79.1 - 225.0  
 Range X termine generazione : 95.3 - 234.7  
 Livello Y minimo considerato : 27.6

Figura 27: Riepilogo parametri di calcolo Sez J3 (SLV)

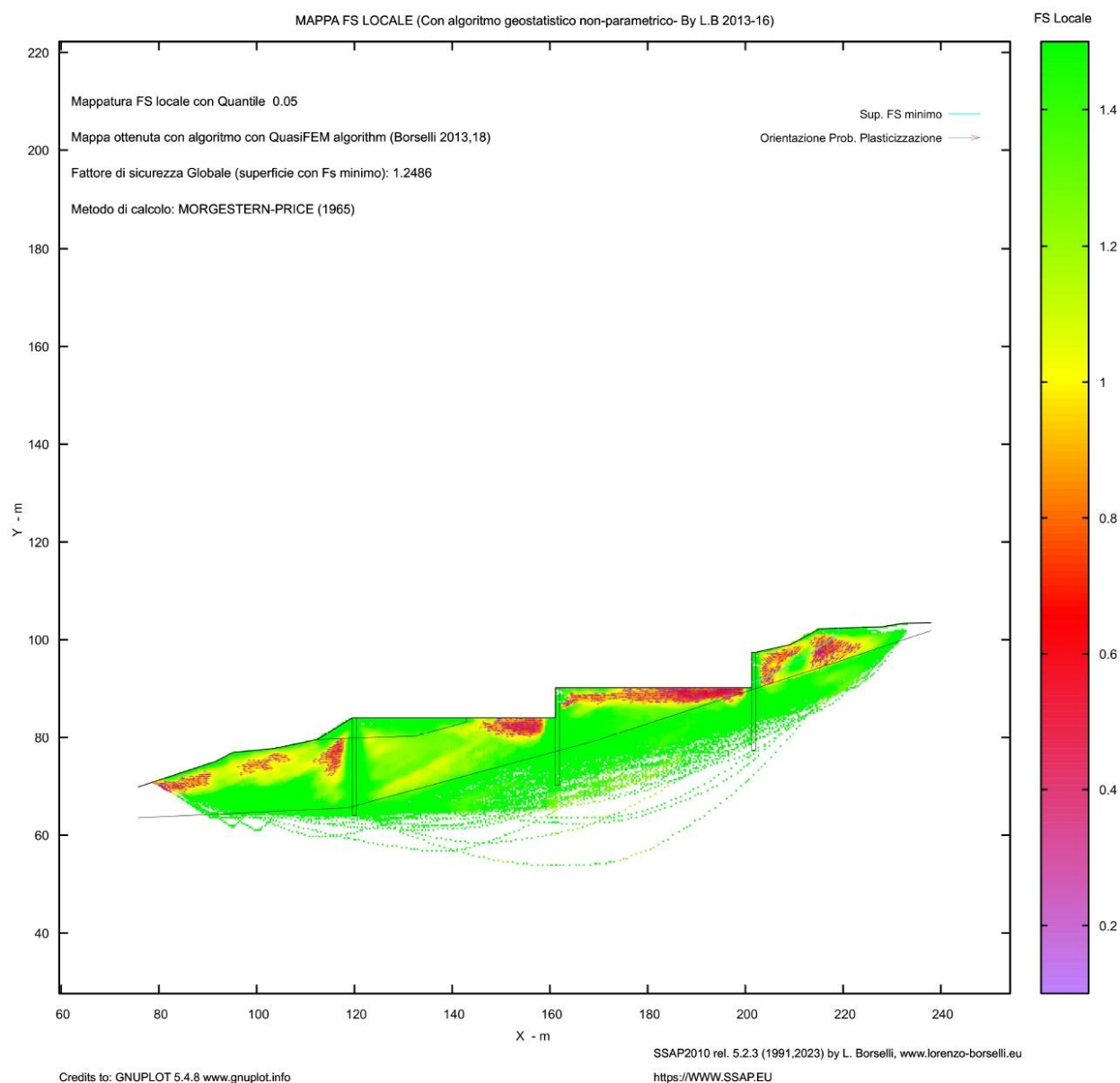


Figura 28: Mappa Fs locale Sez J3 (SLV)

**Valore di Fs minimo individuato dall'elaborazione**

**Fs min: 1,2486**



#### 5.1.10. Sezione J3 (SLD)

# Parametri Geotecnici degli strati #

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
1	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
2	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
3	22.00	32.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0
4	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
5	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
6	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0

Figura 29: Parametri Sez J3 inseriti per la verifica

Note:	phi`	Angolo di attrito interno efficace (in gradi)
	C`	Coesione efficace (in Kpa)
	Cu	Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
	Gamm	Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m³)
	G_sat	Peso di volume terreno immerso (in KN/m³)

**Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)**

**DATI 10 SUP. CON MINOR Fs**

Fs minimo : 1.5066  
 Range Fs : 1.5066 1.7636  
 Differenza % Range Fs : 14.57  
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0540  
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0270

**GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM**

Campione Superfici - N.: 5000  
 Lunghezza media segmenti (m) : 6.5  
 Range X inizio generazione : 79.1 - 225.0  
 Range X termine generazione : 95.3 - 234.7  
 Livello Y minimo considerato : 27.6

Figura 30: Riepilogo parametri di calcolo Sez J3 (SLD)



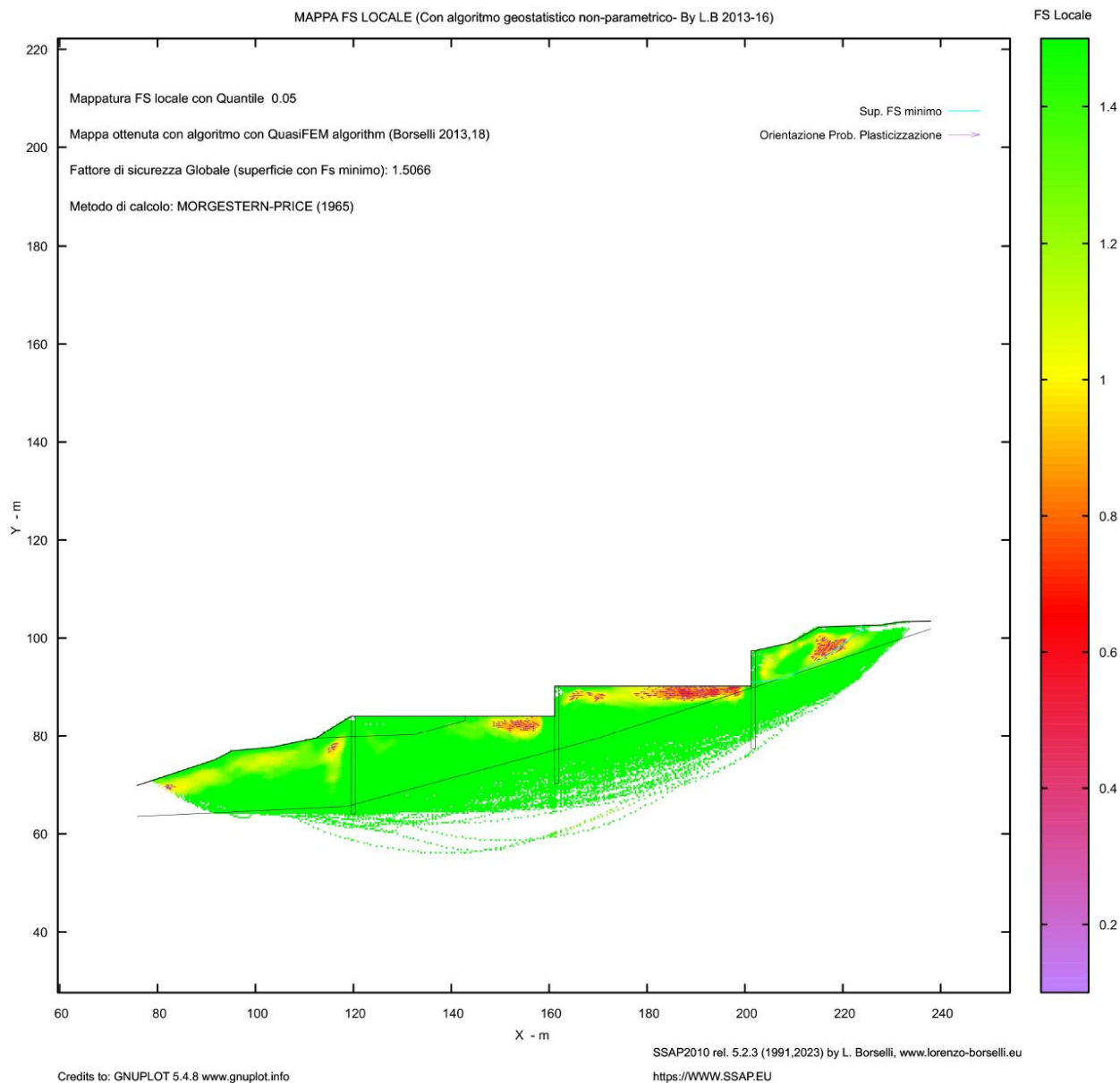


Figura 31: Mappa Fs locale Sez J3 (SLD)

#### Valore di Fs minimo individuato dall'elaborazione

**Fs min: 1,5066**

Per tutte le sezioni e per i due stati limite sono state eseguite le verifiche anche con Kv assunto con segno negativo. Le risultanze non hanno mostrato differenze significative rispetto alle verifiche con segno positivo.



## 6. VERIFICA DI STABILITA' IN CONDIZIONI NON SISMICHE

### 6.1.1. Sezione A Condizioni statiche

# Parametri Geotecnici degli strati #

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m <sup>3</sup>	GammSat kN/m <sup>3</sup>	sgci MPa	GSI	mi	D
..	deg	kPa	kPa	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	MPa	..	..	..
1	23.00	30.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0
2	23.00	3.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
3	30.00	10.00	0	19.00	21.00	0	0	0	0
4	23.00	3.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
5	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
6	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0

Figura 29: Parametri Sez A inseriti per la verifica in condizione statiche

Note:	phi`	Angolo di attrito interno efficace (in gradi)
	C`	Coesione efficace (in Kpa)
	Cu	Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
	Gamm	Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m <sup>3</sup> )
	G_sat	Peso di volume terreno immerso (in KN/m <sup>3</sup> )

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

**DATI 10 SUP. CON MINOR Fs**

Fs minimo : 2.1215  
 Range Fs : 2.1215 2.2095  
 Differenza % Range Fs : 3.98  
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000  
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0000

**GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM**

Campione Superfici - N.: 5000  
 Lunghezza media segmenti (m) : 3.1  
 Range X inizio generazione : 39.4 - 108.4  
 Range X termine generazione : 47.0 - 113.0  
 Livello Y minimo considerato : 234.7

Figura 29: Riepilogo parametri di calcolo Sez. A condizioni statiche



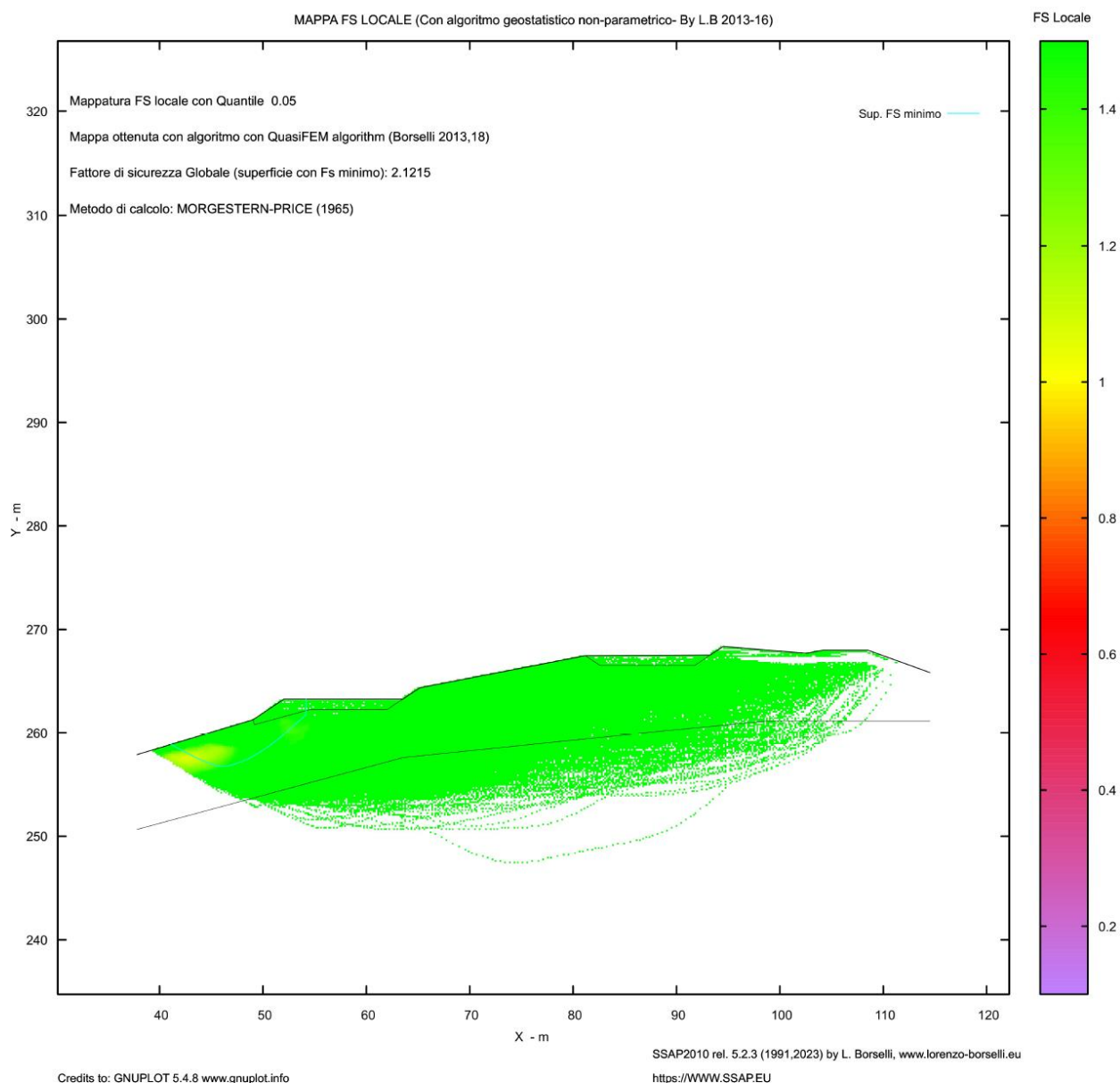


Figura 31: Mappa Fs locale Sez A in condizioni statiche

**Valore di Fs minimo individuato dall'elaborazione**

**Fs min: 2,1215**



## 6.1.2. Sezione C Condizioni statiche

### # Parametri Geotecnici degli strati #

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
1	23.00	30.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0
2	23.00	3.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
3	30.00	10.00	0	19.00	21.00	0	0	0	0
4	23.00	3.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
5	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
6	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0

Figura 29: Parametri Sez C inseriti per la verifica in condizione statiche

Note:	phi`	Angolo di attrito interno efficace (in gradi)
	C`	Coesione efficace (in Kpa)
	Cu	Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
	Gamm	Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m³)
	G_sat	Peso di volume terreno immerso (in KN/m³)

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

### DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.8220  
 Range Fs : 1.8220 1.8720  
 Differenza % Range Fs : 2.67  
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000  
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0000

### GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 5000  
 Lunghezza media segmenti (m) : 5.9  
 Range X inizio generazione : 79.0 - 211.7  
 Range X termine generazione : 93.8 - 220.6  
 Livello Y minimo considerato : 40.7

Figura 29: Riepilogo parametri di calcolo Sez. C condizioni statiche

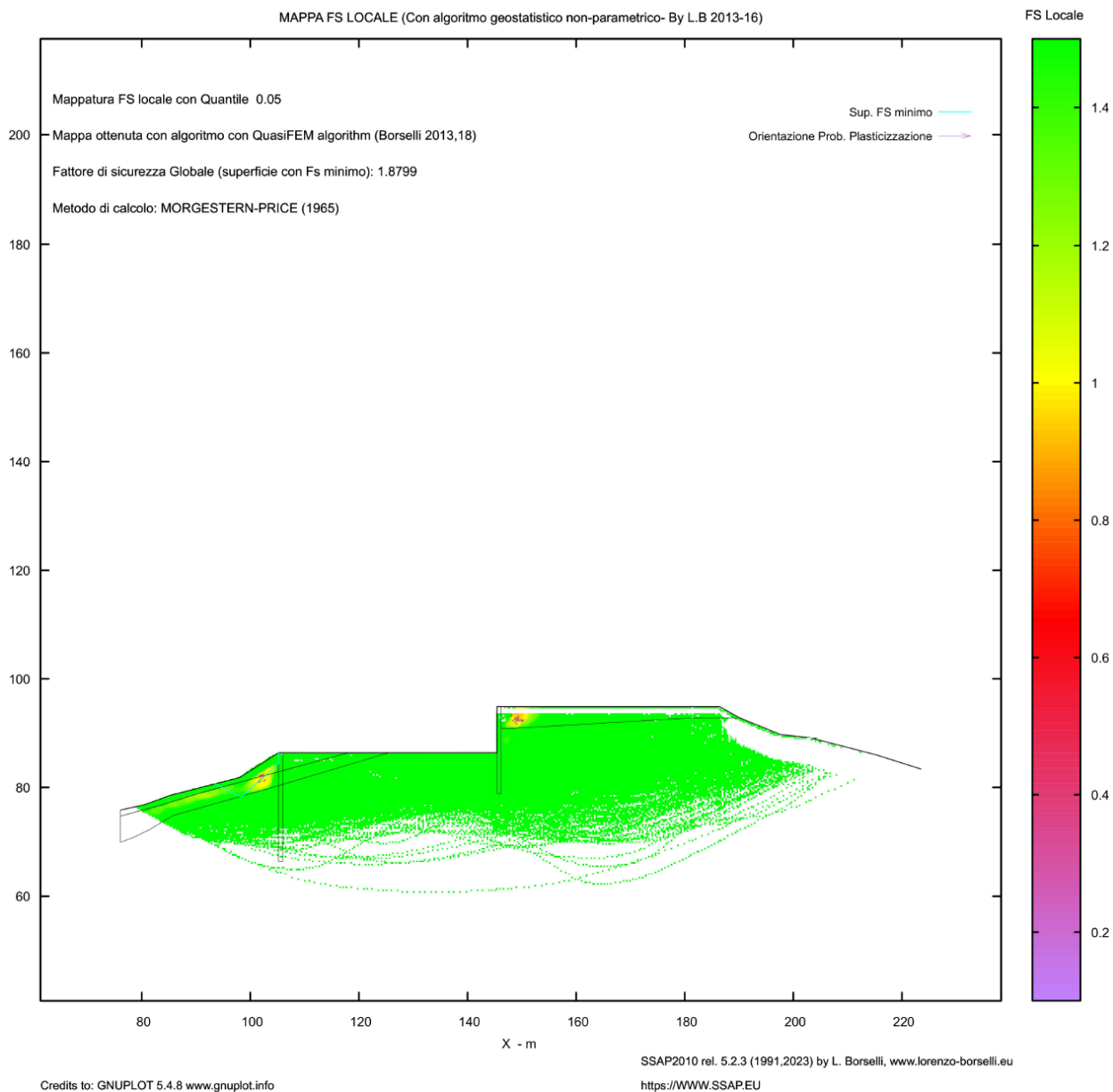


Figura 31: Mappa Fs locale Sez C in condizioni statiche

**Valore di Fs minimo individuato dall'elaborazione**

**Fs min: 1,8799**



### 6.1.3. Sezione E Condizioni statiche

# Parametri Geotecnici degli strati #

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
1	24.00	32.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0
2	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
3	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
4	19.00	0	0	19.00	20.00	0	0	0	0
5	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
6	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
7	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0

Figura 29: Parametri Sez E inseriti per la verifica in condizione statiche

Note:	phi`	Angolo di attrito interno efficace (in gradi)
	C`	Coesione efficace (in Kpa)
	Cu	Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
	Gamm	Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m <sup>3</sup> )
	G_sat	Peso di volume terreno immerso (in KN/m <sup>3</sup> )

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

**DATI 10 SUP. CON MINOR Fs**

Fs minimo : 2.1019  
 Range Fs : 2.1019 2.2010  
 Differenza % Range Fs : 4.50  
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000  
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0000

**GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM**

Campione Superfici - N.: 5000  
 Lunghezza media segmenti (m) : 7.9  
 Range X inizio generazione : 30.0 - 207.3  
 Range X termine generazione : 49.7 - 219.1  
 Livello Y minimo considerato : 27.1

Figura 29: Riepilogo parametri di calcolo Sez. E condizioni statiche

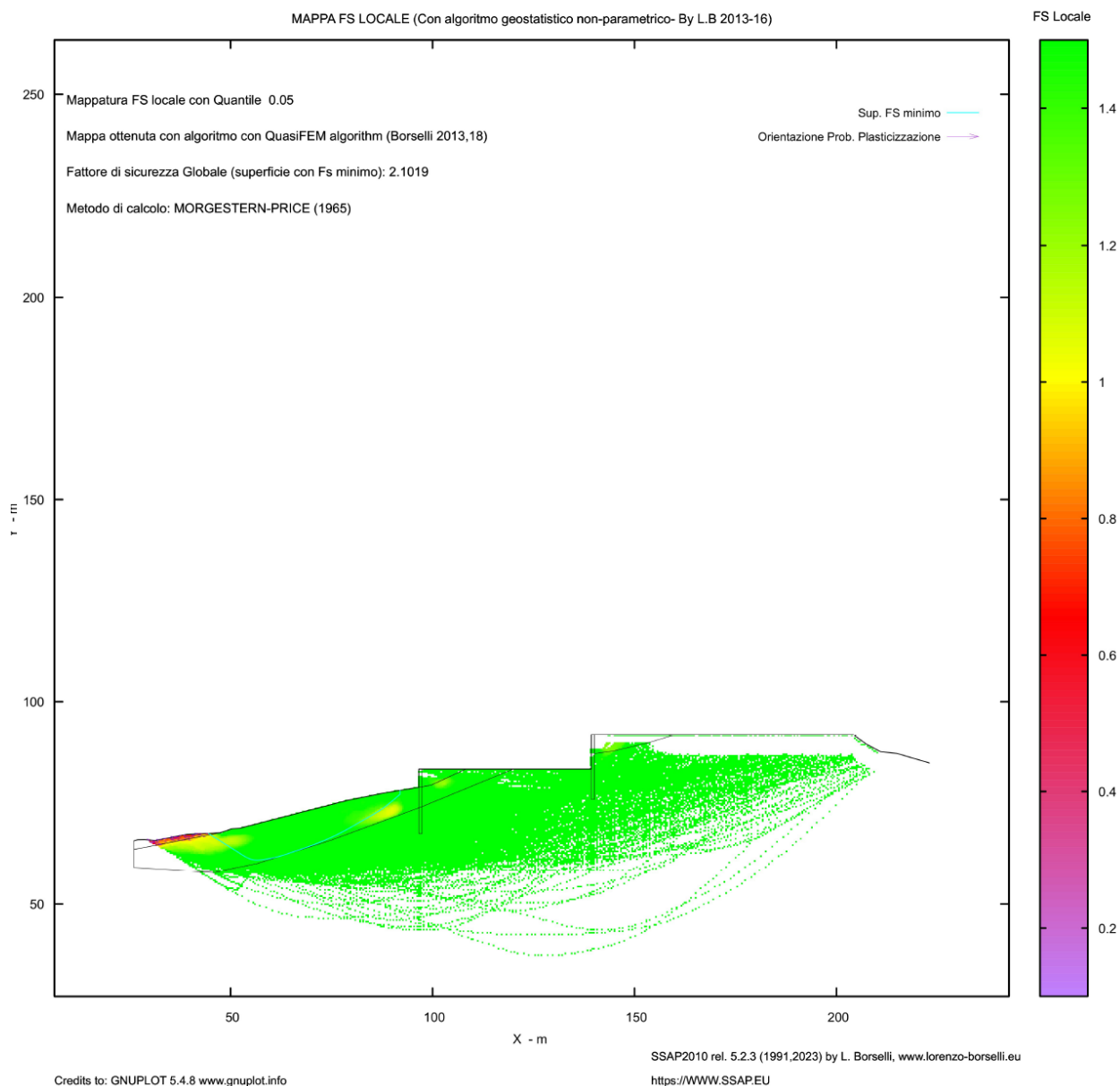


Figura 31: Mappa Fs locale Sez E in condizioni statiche

**Valore di Fs minimo individuato dall'elaborazione**

**Fs min: 2,1019**



#### 6.1.4. Sezione I Condizioni statiche

# Parametri Geotecnici degli strati #

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m <sup>3</sup>	GammSat kN/m <sup>3</sup>	sgci MPa	GSI	mi	D
1	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
2	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0
3	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0
4	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0
5	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0
6	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0
7	24.00	32.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0
8	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
9	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
10	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
11	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0

Figura 29: Parametri Sez I inseriti per la verifica in condizione statiche

Note:	phi`	Angolo di attrito interno efficace (in gradi)
	C`	Coesione efficace (in Kpa)
	Cu	Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
	Gamm	Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m <sup>3</sup> )
	G_sat	Peso di volume terreno immerso (in KN/m <sup>3</sup> )

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

**DATI 10 SUP. CON MINOR Fs**

Fs minimo : 2.4916  
 Range Fs : 2.4916 2.6124  
 Differenza % Range Fs : 4.63  
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000  
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0000

**GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM**

Campione Superfici - N.: 5000  
 Lunghezza media segmenti (m) : 6.6  
 Range X inizio generazione : 53.3 - 202.5  
 Range X termine generazione : 69.9 - 212.4  
 Livello Y minimo considerato : 110.9

Figura 29: Riepilogo parametri di calcolo Sez. I condizioni statiche



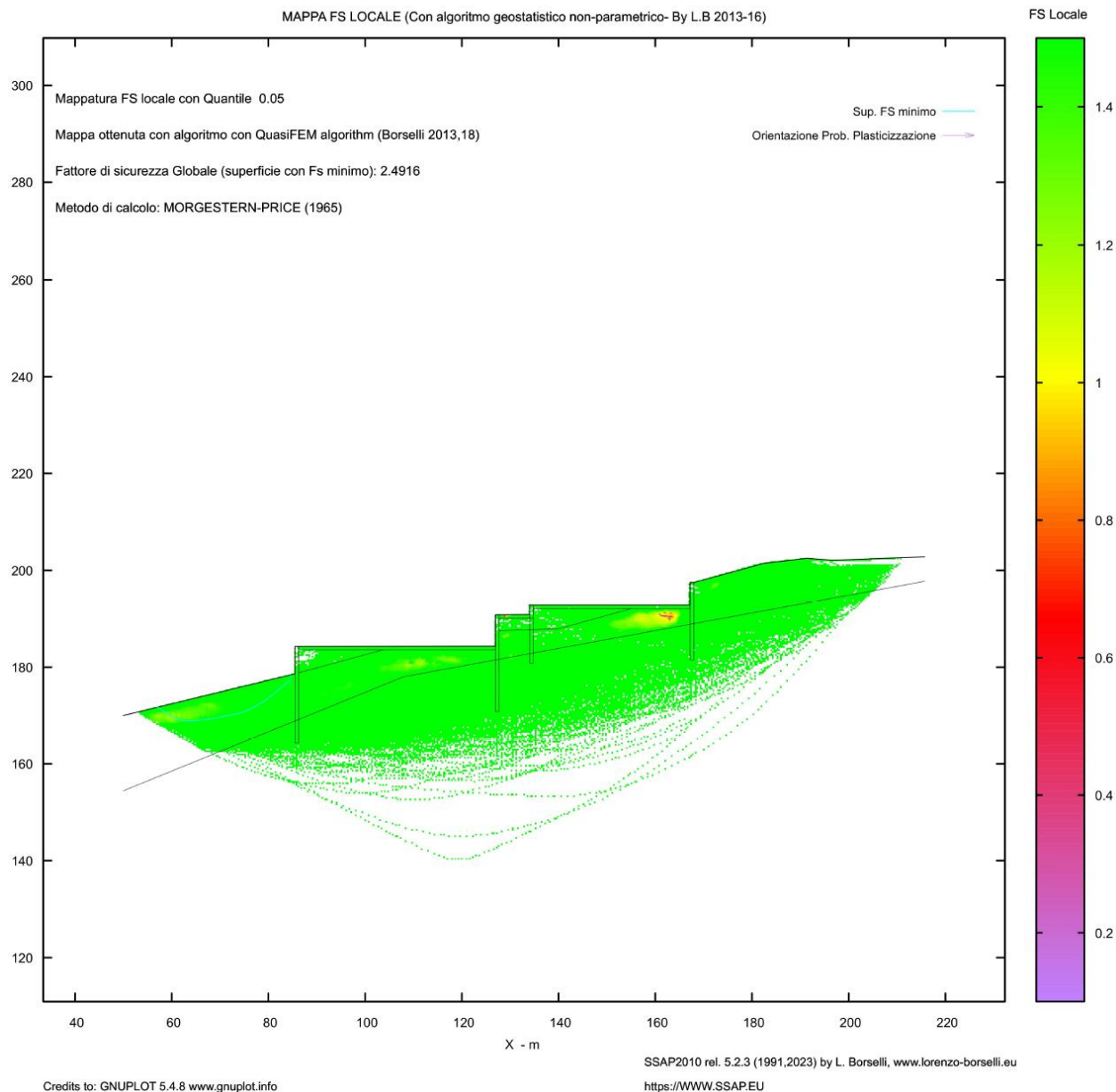


Figura 31: Mappa Fs locale Sez I in condizioni statiche

**Valore di Fs minimo individuato dall'elaborazione**

**Fs min: 2,4916**





### 6.1.5. Sezione J3 Condizioni statiche

# Parametri Geotecnici degli strati #

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
1	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
2	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
3	22.00	32.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0
4	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
5	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
6	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0

Figura 29: Parametri Sez J3 inseriti per la verifica in condizione statiche

Note:	phi`	Angolo di attrito interno efficace (in gradi)
	C`	Coesione efficace (in Kpa)
	Cu	Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
	Gamm	Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m³)
	G_sat	Peso di volume terreno immerso (in KN/m³)

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

**DATI 10 SUP. CON MINOR Fs**

Fs minimo : 1.5115  
 Range Fs : 1.5115 1.7640  
 Differenza % Range Fs : 14.31  
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000  
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0000

**GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM**

Campione Superfici - N.: 5000  
 Lunghezza media segmenti (m) : 6.5  
 Range X inizio generazione : 79.1 - 225.0  
 Range X termine generazione : 95.3 - 234.7  
 Livello Y minimo considerato : 27.6

Figura 29: Riepilogo parametri di calcolo Sez. J3 condizioni statiche

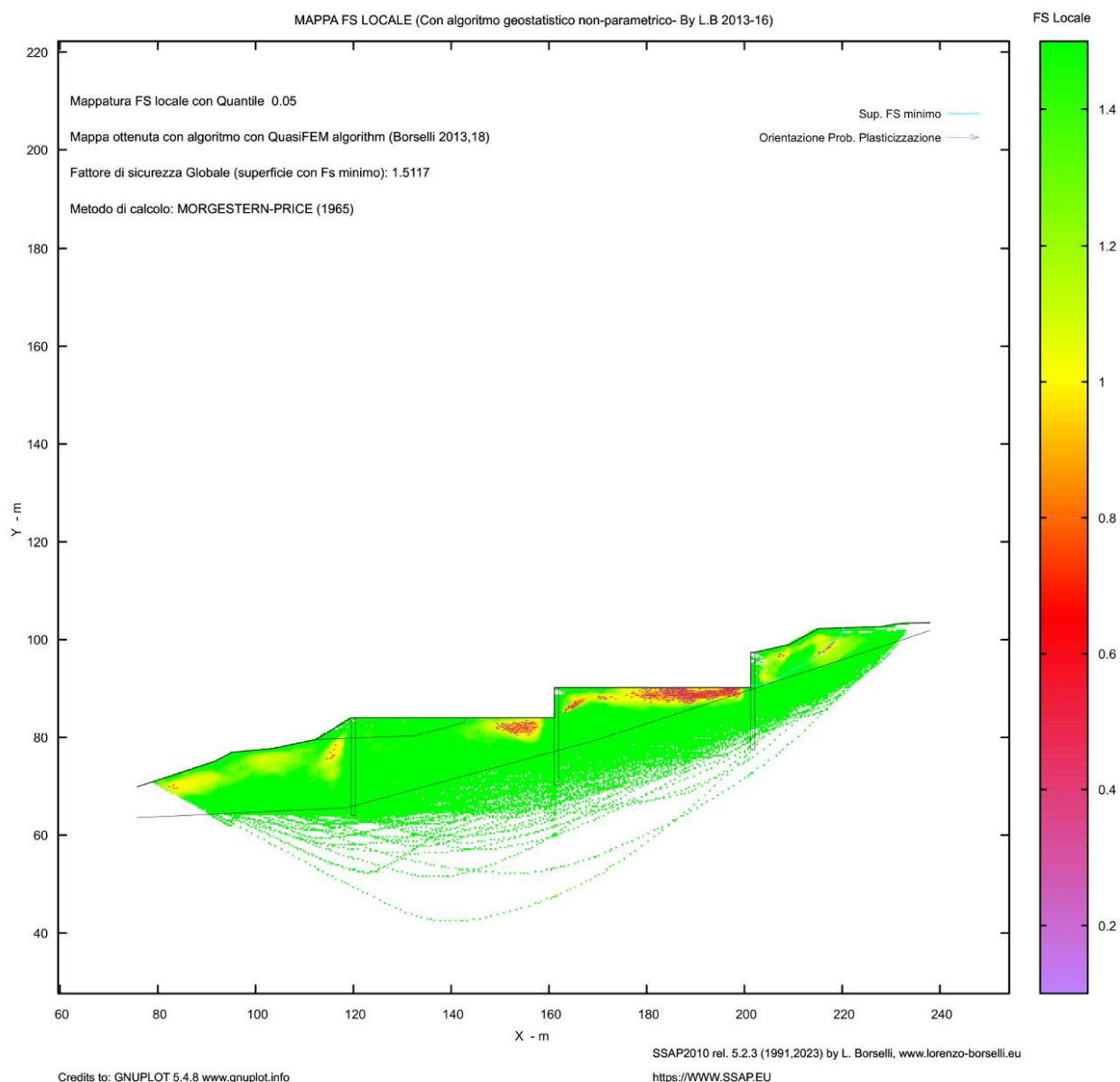


Figura 31: Mappa Fs locale Sez J3 in condizioni statiche

**Valore di Fs minimo individuato dall'elaborazione**

**Fs min: 1,5117**



## 7. VERIFICHE DI STABILITÀ BACINO DI LAMINAZIONE

A seguito degli studi di invarianza idraulica effettuati per l'area in progetto e ampiamente dettagliati nel documento <<2.1.1 23008-OW-C-21-RI-001-BB0-S0-00 Relazione idraulica>> è emersa la necessità di realizzare un sistema di laminazione delle acque provenienti dai tetti e dai piazzali (dopo trattamento di prima pioggia) prima della loro immissione nel corpo recettore.

L'area in questione si trova a valle dell'area di impianto, ubicata a quota 95/100 m slm.

L'opera in progetto non risulta essere in Categoria III come il resto dell'impianto quindi tutte le verifiche andranno seguite secondo parametri diversi rispetto alle precedenti sezioni.

### 7.1.1. Progettazione per azioni sismiche

In base al paragrafo 7.11.1 delle NTC 2018, le opere progettate per le azioni sismiche devono:

- soddisfare le prescrizioni contenute nel Cap. 6, relative alle combinazioni di carico non sismico;
- rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, con i requisiti di sicurezza indicati nel § 7.1, sotto l'effetto dell'azione sismica di progetto.

Le verifiche agli stati limite ultimi devono essere effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto, con i valori dei coefficienti parziali indicati nel Cap. 6.

§ 7.11.3.2 Fattori di amplificazione stratigrafica: In condizioni stratigrafiche e morfologiche schematizzabili con un modello mono-dimensionale e per profili stratigrafici riconducibili alle categorie di cui alla Tab. 3.2.II, il moto sismico alla superficie di un sito è definibile mediante l'accelerazione massima ( $a_{max}$ ) attesa in superficie ed una forma spettrale ancorata ad essa. Il valore di  $a_{max}$  può essere ricavato dalla relazione  $a_{max} = SS \cdot a_g$  dove  $a_g$  è l'accelerazione massima su sito di riferimento rigido ed  $SS$  è il coefficiente di amplificazione stratigrafica.

§ 7.11.3.3 Fattori di amplificazione topografica: Per condizioni topografiche riconducibili alle categorie di cui alla Tab. 3.2.III, la valutazione dell'amplificazione topografica può essere effettuata utilizzando il coefficiente di amplificazione topografica  $ST$ . Il parametro  $ST$  deve essere applicato nel caso di configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, di altezza superiore a 30 m. Gli effetti topografici possono essere trascurati per pendii con inclinazione media inferiore a 15°, altrimenti si applicano i criteri indicati nel § 3.2.2.

Per le verifiche sismiche dell'opera in oggetto si fa riferimento alle indicazioni del D.M. del 14 gennaio 2018. I parametri sismici della zona in cui sorgono le aree di progetto sono stati ricavati il programma di calcolo: "Geostru PS – Parametri sismici" dal quale sono stati ricavati i dati di seguito riportati.

Si sono presi come riferimento i seguenti parametri relativi all'opera e al sito:

- Categoria di sottosuolo C (*cifr.Tab. 3.2.II NTC*): depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 mt, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
- Amplificazione stratigrafica  $S_s$ ,  $C_c$  (*cifr.Tab. 3.2.IV NTC*):



*Tabella 2\_3.2.IV -Espressioni di Ss e di Cc*

Categoria sottosuolo	Ss	Cc
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1,60$	$1,15 (T_c^*)^{-0,40}$

Amplificazione topografica  $S_T=1,2$  e Categoria topografica T2: Pendii con inclinazione media  $> 15^\circ$   
 (cifr.Tab. 3.2.V NTC):

*Tabella 3\_3.2.V -Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$*

Categoria Topografica	Ubicazione dell'opere o dell'intervento	$S_T$
T1		1,00
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Vita nominale della costruzione  $V_N \geq 50$  anni: Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di  
 dimensioni contenute o di importanza normale (cifr.Tab. 2.4. NTC):

*Tabella 4\_2.4.I -Vita nominale  $V_N$  per diversi tipi di opere*

TIPI DI COSTRUZIONE		$V_N$ (Anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Classe d'uso della costruzione Classe II: Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti  
 (cifr.Tab. 2.4.2 NTC-18):

Coefficiente d'uso e Vita nominale:



*Tabella 5\_2.4.II -Valori del coefficiente d'uso  $C_u$*

Classe d'uso	I	II	III	IV
Coefficiente $C_u$	0,7	1,0	1,5	2,0

$$V_R = V_N \cdot C_u = 50 \text{ anni.}$$

Per la valutazione delle azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si deve valutare la "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Secondo il D.M. 17/01/2018, le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $PV_R$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima al sito

$F_o$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

$T_c^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Considerando la Posizione del sito: **Latitudine 43.122548°N**, e **Longitudine 13.677429°E**, tenendo conto che l'impianto verrà progettato in **Classe d'uso II** e una **Vita nominale 2** per opere ordinarie (50 anni), e quindi con un periodo di riferimento  **$V_R \geq 50$  anni**, i parametri sono i seguenti:

*Tabella 4\_Coefficienti stati limite*

Stato limite	$T_R$ (Anni)	$a_g$ (g)	$F_o$ (-)	$T_c^*$ (s)
SLO	30	0,052	2,450	0,273
SLD	50	0,066	2,436	0,294
SLV	475	0,179	2,455	0,328

SLO= Stato limite di Operatività

SLD= Stato limite di Danno

SLV= Stato limite di salvaguardia della Vita

*Tabella 5\_Coefficienti sismici*

	Stati limite di esercizio		Stati limite ultimi
	SLO	SLD	SLV
Ss	1,50	1,50	1,436
Cc	1,612	1,573	1,517
St	1,20	1,20	1,20



	Stati limite di esercizio		Stati limite ultimi
	SLO	SLD	SLV
amax	0,094	0,119	0,308
Kh	0,019	0,029	0,086
Kv	0,0095	0,015	0,043

Ss= amplificazione stratigrafica

Cc= coefficiente funzione categoria;

St=amplificazione topografica

K<sub>h</sub>= coefficiente sismico orizzontale

K<sub>v</sub>= coefficiente sismico verticale

Coefficienti sismici (SLO)

$$k_h = \beta_s (a_{max} / g) = 0,20 * 0,094 = 0,019$$

$$k_v = + 0,5 k_h = \pm 0,5 * 0,019 = \pm 0,0095$$

Coefficienti sismici (SLD)

$$k_h = \beta_s (a_{max} / g) = 0,24 * 0,119 = 0,029$$

$$k_v = + 0,5 k_h = \pm 0,5 * 0,029 = \pm 0,015$$

Coefficienti sismici (SLV)

$$k_h = \beta_s (a_{max} / g) = 0,28 * 0,308 = 0,086$$

$$k_v = + 0,5 k_h = \pm 0,5 * 0,086 = \pm 0,043$$

con  $\beta_s$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

Nel nostro caso con un valore di  $a_g$  compreso tra 0,2 e 0,4 e rientrando in categoria di sottosuolo C il valore di  $\beta_s$  è 0,28 relativamente al calcolo dei coefficienti per lo stato limite SLV mentre per lo stato limite SLD il valore di  $\beta_s$  è 0,24 perché il valore di  $a_g$  è minore di 0,2. (Vedi Tabella 6\_7.11.1 Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito).



Tabella 6\_-7.11.I Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

	Categoria sottosuolo	
	A	B,C,D,E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

L'accelerazione massima può essere valutata con la seguente relazione:

$$a_{max} = S_s * S_T * a_g$$

con

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa sul sito di riferimento rigido.

$S_s$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica

$S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica

Le verifiche di stabilità sono state condotte secondo gli stati limite SLD e SLV

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali
- Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

I Parametri geotecnici scelti per il litotipo interessato dalla realizzazione del bacino di laminazione, utilizzati nelle verifiche, tengono conto sia delle indagini eseguite nella precedente fase progettuale che dai risultati ottenuti con la nuova caratterizzazione effettua nel luglio del 2024.

I parametri così individuati sono i seguenti:

$$\phi' = 23^\circ$$

$$C' = 0,06 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\gamma = 1,90 \text{ g/cm}^3$$

$$\gamma_{sat} = 2,00 \text{ g/cm}^3$$





### 7.1.2. Verifiche di stabilità bacino di laminazione in condizioni sismiche

Le verifiche di stabilità vengono condotte in condizioni sismiche fornendo al software SSAP2010 un coefficiente sismico orizzontale pari a:

$$K_h = 0,029 \text{ (SLD)}$$

$$K_h = 0,086 \text{ (SLV)}$$

da cui i relativi coefficiente sismico verticale risulta essere:

$$K_v = 0,015 \text{ (SLD)}$$

$$K_v = 0,043 \text{ (SLV)}$$

Si riportano di seguito i risultati delle verifiche condotte in fase post-operam lungo le sezioni significative X1 e Y2. Le verifiche sono state eseguite in condizioni sismiche (stati limite SLV, SLD) e in condizioni statiche.

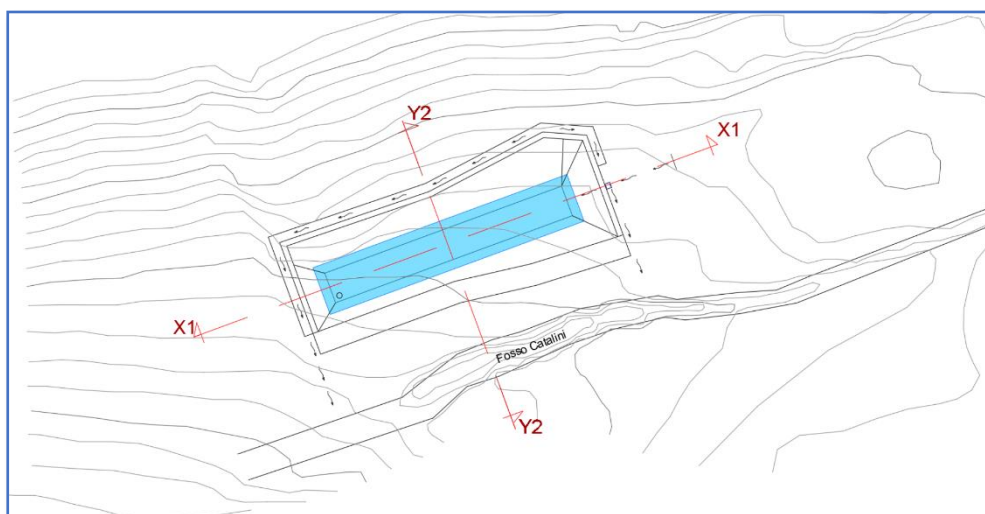


Figura 32: Sezioni geotecniche verificate



### 7.1.3. Sezione Y2 in condizioni sismiche (SLV)

# Parametri Geotecnici degli strati #

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m <sup>3</sup>	GammSat kN/m <sup>3</sup>	sgci MPa	GSI	mi	D
1	23.00	6.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0

Figura 33: Parametri Sez Y2 inseriti per la verifica in condizione sismiche

Note:	phi`	Angolo di attrito interno efficace (in gradi)
	C`	Coesione efficace (in Kpa)
	Cu	Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
	Gamm	Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m <sup>3</sup> )
	G_sat	Peso di volume terreno immerso (in KN/m <sup>3</sup> )

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

#### DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.0791  
Range Fs : 1.0791 1.1778  
Differenza % Range Fs : 8.38  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0860  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0430

#### GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 5000  
Lunghezza media segmenti (m) : 2.6  
Range X inizio generazione : 141.3 - 199.4  
Range X termine generazione : 147.8 - 203.3  
Livello Y minimo considerato : 248.6

Figura 34: Riepilogo parametri di calcolo Sez Y2 (SLV)

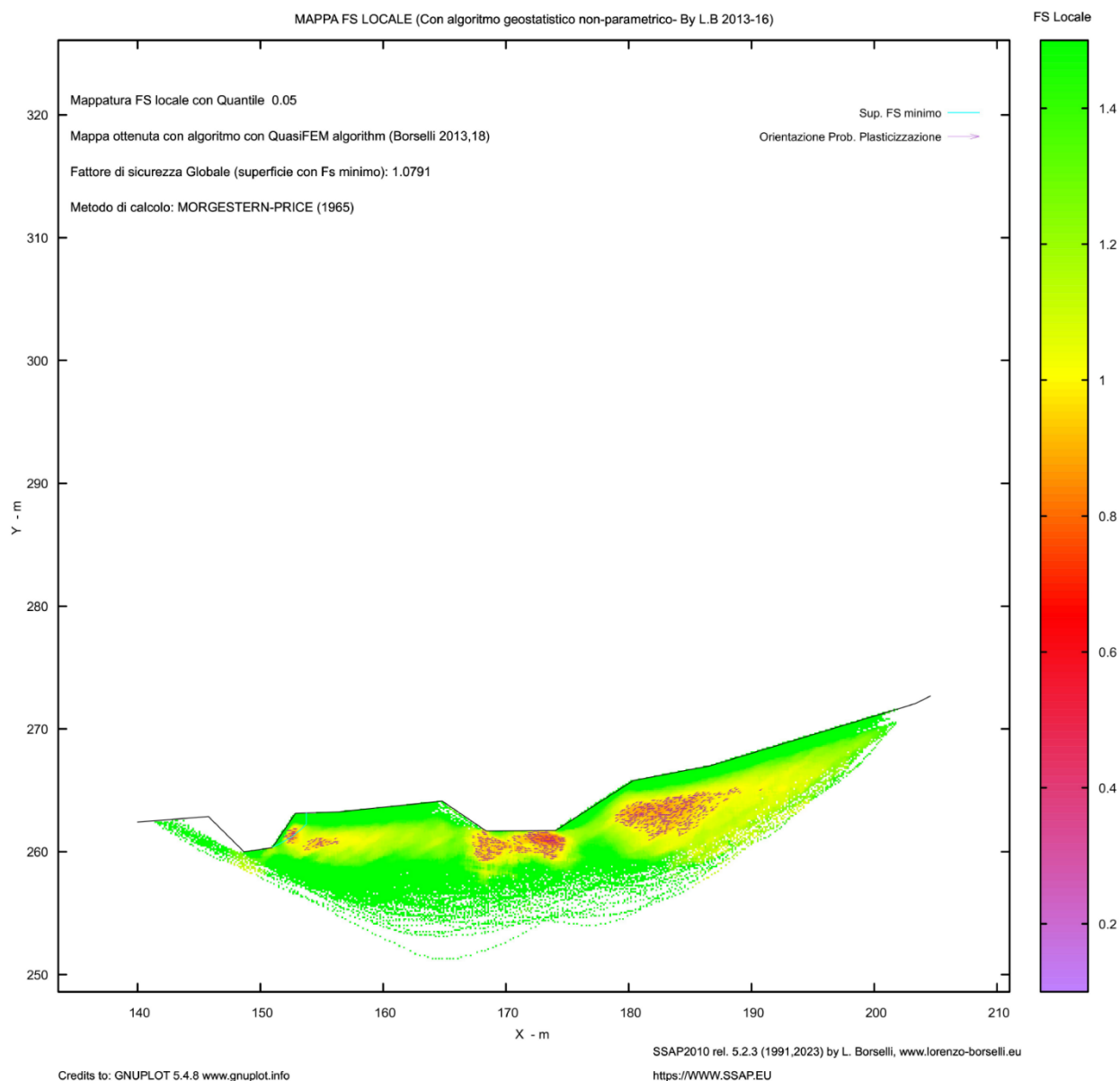


Figura 35: Mappa Fs locale Sez Y2 (SLV)

**Valore di Fs minimo individuato dall'elaborazione**

**Fs min: 1,0791** (Riscontrato soltanto in un'area non facente parte dell'opera in progetto)



#### 7.1.4. Sezione Y2 in condizioni sismiche (SLD)

# Parametri Geotecnici degli strati #

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m <sup>3</sup>	GammSat kN/m <sup>3</sup>	sgci MPa	GSI	mi	D
1	23.00	6.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0

Figura 36: Parametri Sez Y2 inseriti per la verifica in condizione sismiche

Note:	phi`	Angolo di attrito interno efficace (in gradi)
	C`	Coesione efficace (in Kpa)
	Cu	Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
	Gamm	Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m <sup>3</sup> )
	G_sat	Peso di volume terreno immerso (in KN/m <sup>3</sup> )

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

#### DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.1559  
Range Fs : 1.1559 1.2372  
Differenza % Range Fs : 6.58  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0290  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0145

#### GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 5000  
Lunghezza media segmenti (m) : 2.6  
Range X inizio generazione : 141.3 - 199.4  
Range X termine generazione : 147.8 - 203.3  
Livello Y minimo considerato : 248.6

Figura 37: Riepilogo parametri di calcolo Sez Y2 (SLD)

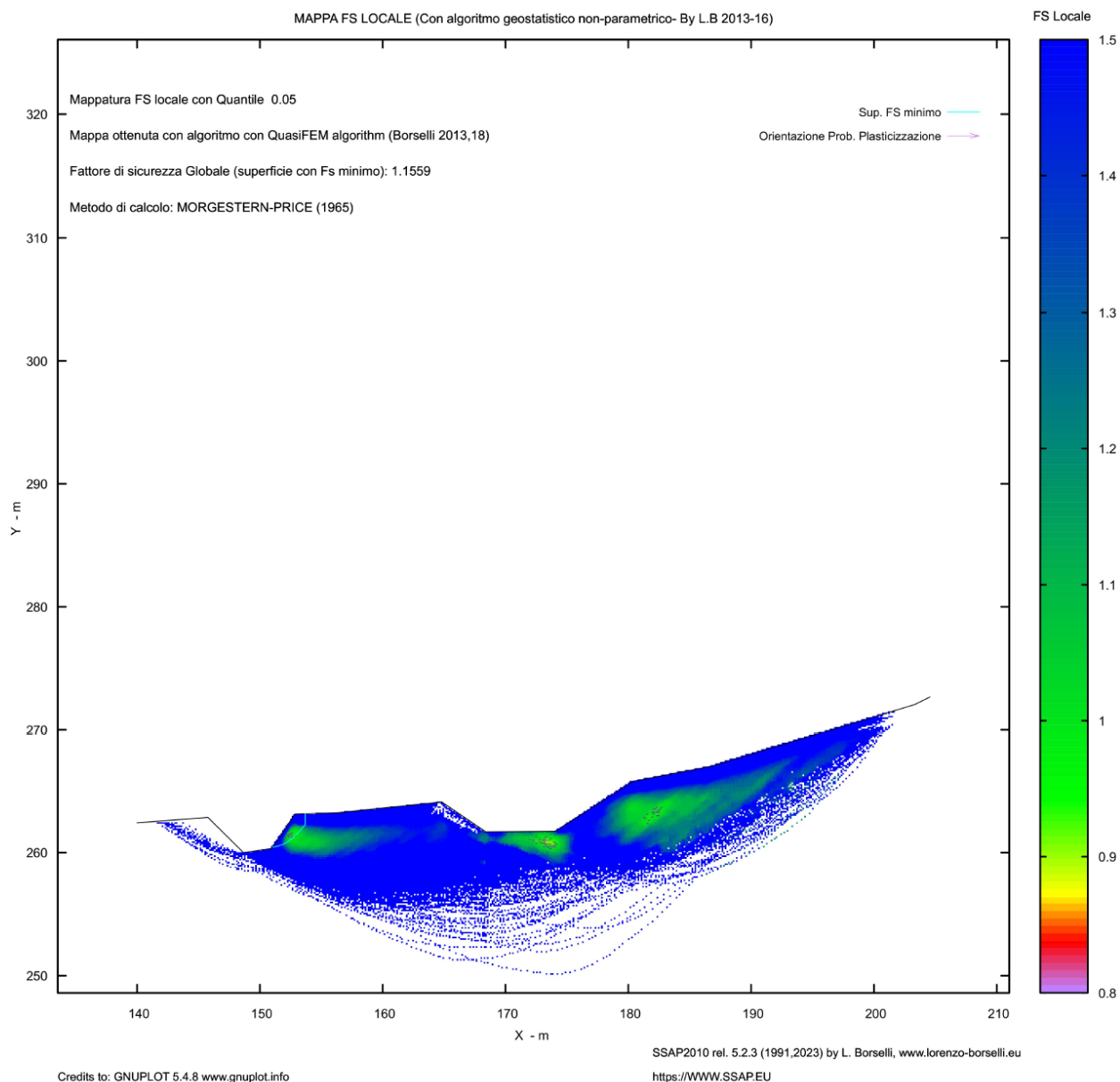


Figura 38: Mappa Fs locale Sez Y2 (SLD)

#### Valore di Fs minimo individuato dall'elaborazione

**Fs min: 1,1559** (Riscontrato soltanto in un'area non facente parte dell'opera in progetto)



#### 7.1.5. Sezione X1 in condizioni sismiche (SLV)

# Parametri Geotecnici degli strati #

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m <sup>3</sup>	GammSat kN/m <sup>3</sup>	sgci MPa	GSI ..	mi ..	D ..
1	23.00	6.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0

Figura 39: Parametri Sez Y2 inseriti per la verifica in condizione sismiche

Note:	phi`	Angolo di attrito interno efficace (in gradi)
	C`	Coesione efficace (in Kpa)
	Cu	Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
	Gamm	Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m <sup>3</sup> )
	G_sat	Peso di volume terreno immerso (in KN/m <sup>3</sup> )

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

### DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.3148  
Range Fs : 1.3148 1.3440  
Differenza % Range Fs : 2.17  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0860  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0430

### GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 5000  
Lunghezza media segmenti (m) : 4.0  
Range X inizio generazione : 102.0 - 192.0  
Range X termine generazione : 112.0 - 198.0  
Livello Y minimo considerato : 274.5

Figura 40: Riepilogo parametri di calcolo Sez X1 (SLV)

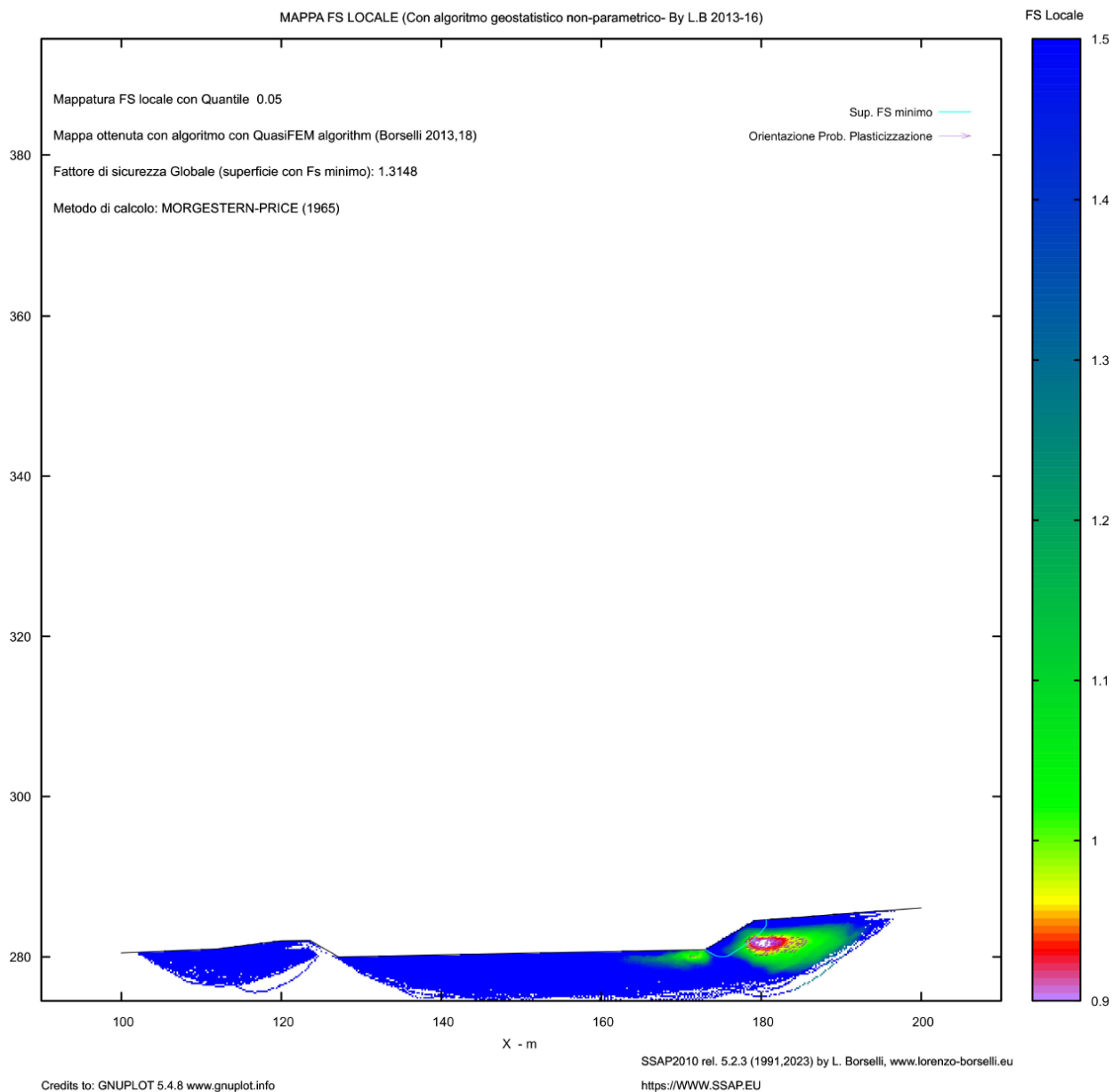


Figura 41: Mappa Fs locale Sez X1 (SLV)

**Valore di Fs minimo individuato dall'elaborazione**

**Fs min: 1,3148**





#### 7.1.6. Sezione X1 in condizioni sismiche (SLD)

# Parametri Geotecnici degli strati #

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI ..	mi ..	D ..
1	23.00	6.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0

Figura 42: Parametri Sez Y2 inseriti per la verifica in condizione sismiche

Note:	phi`	Angolo di attrito interno efficace (in gradi)
	C`	Coesione efficace (in Kpa)
	Cu	Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
	Gamm	Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m <sup>3</sup> )
	G_sat	Peso di volume terreno immerso (in KN/m <sup>3</sup> )

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

### DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.5085  
Range Fs : 1.5085 1.5525  
Differenza % Range Fs : 2.83  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0290  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0145

### GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 5000  
Lunghezza media segmenti (m) : 4.0  
Range X inizio generazione : 102.0 - 192.0  
Range X termine generazione : 112.0 - 198.0  
Livello Y minimo considerato : 274.5

Figura 43: Riepilogo parametri di calcolo Sez X1 (SLD)

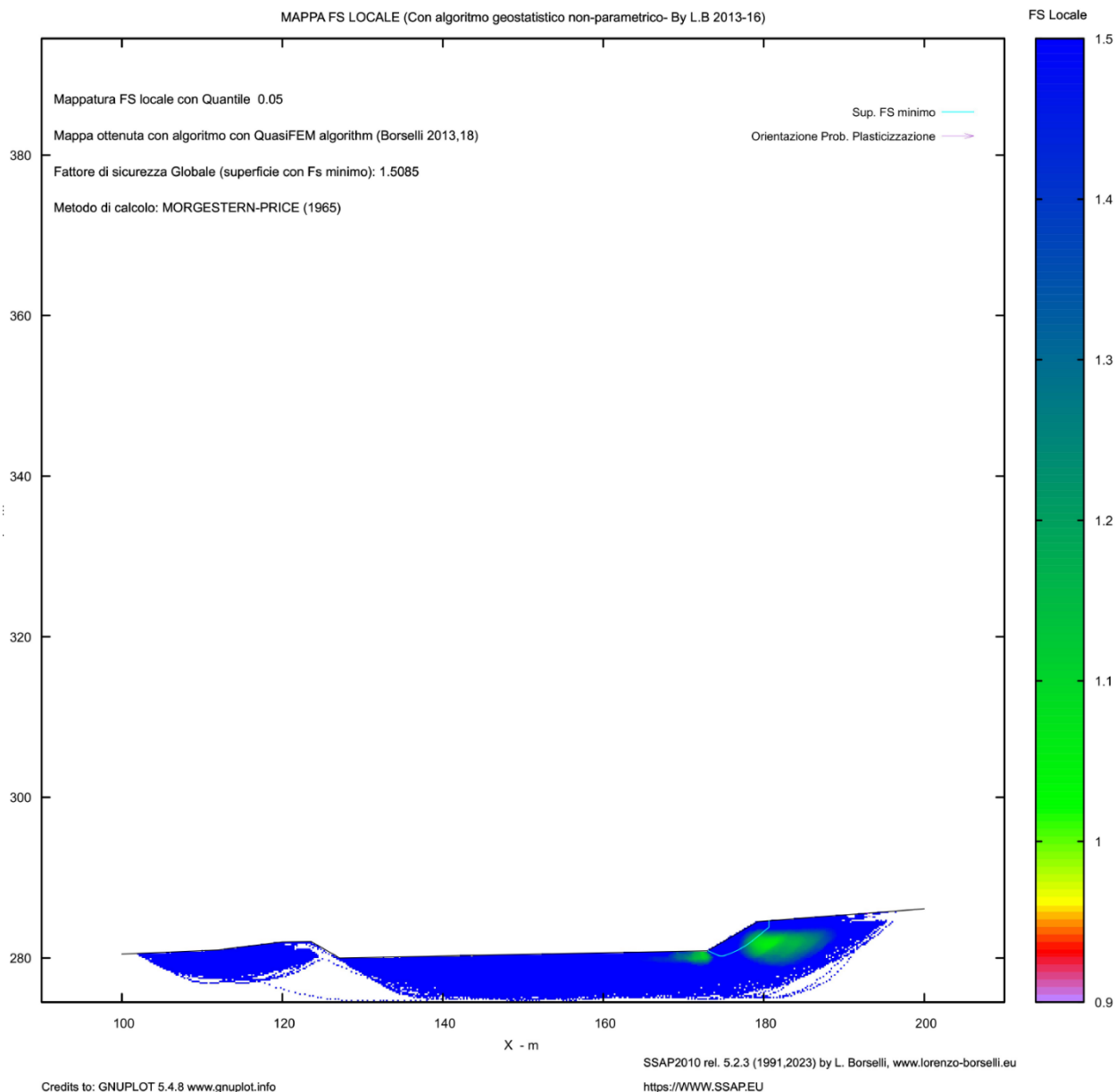


Figura 44: Mappa Fs locale Sez X1 (SLD)

#### Valore di Fs minimo individuato dall'elaborazione

**Fs min: 1,5085**

Per tutte le sezioni e per i due stati limite sono state eseguite le verifiche anche con Kv assunto con segno negativo. Le risultanze non hanno mostrato differenze significative rispetto alle verifiche con segno positivo.



### 7.1.7. Sezione Y2 in condizioni statiche

# Parametri Geotecnici degli strati #

N.	phi`	C`	Cu	Gamm	GammSat	sgci	GSI	mi	D
..	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	MPa	..	..	..
1	23.00	6.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0

Figura 45: Parametri Sez Y2 inseriti per la verifica in condizione statiche

Note:	phi`	Angolo di attrito interno efficace (in gradi)
	C`	Coesione efficace (in Kpa)
	Cu	Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
	Gamm	Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m³)
	G_sat	Peso di volume terreno immerso (in KN/m³)

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

**DATI 10 SUP. CON MINOR Fs**

Fs minimo : 1.2245  
 Range Fs : 1.2245 1.3008  
 Differenza % Range Fs : 5.86  
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000  
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0000

**GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM**

Campione Superfici - N.: 5000  
 Lunghezza media segmenti (m) : 2.6  
 Range X inizio generazione : 141.3 - 199.4  
 Range X termine generazione : 147.8 - 203.3  
 Livello Y minimo considerato : 248.6

Figura 46: Riepilogo parametri di calcolo Sez Y2

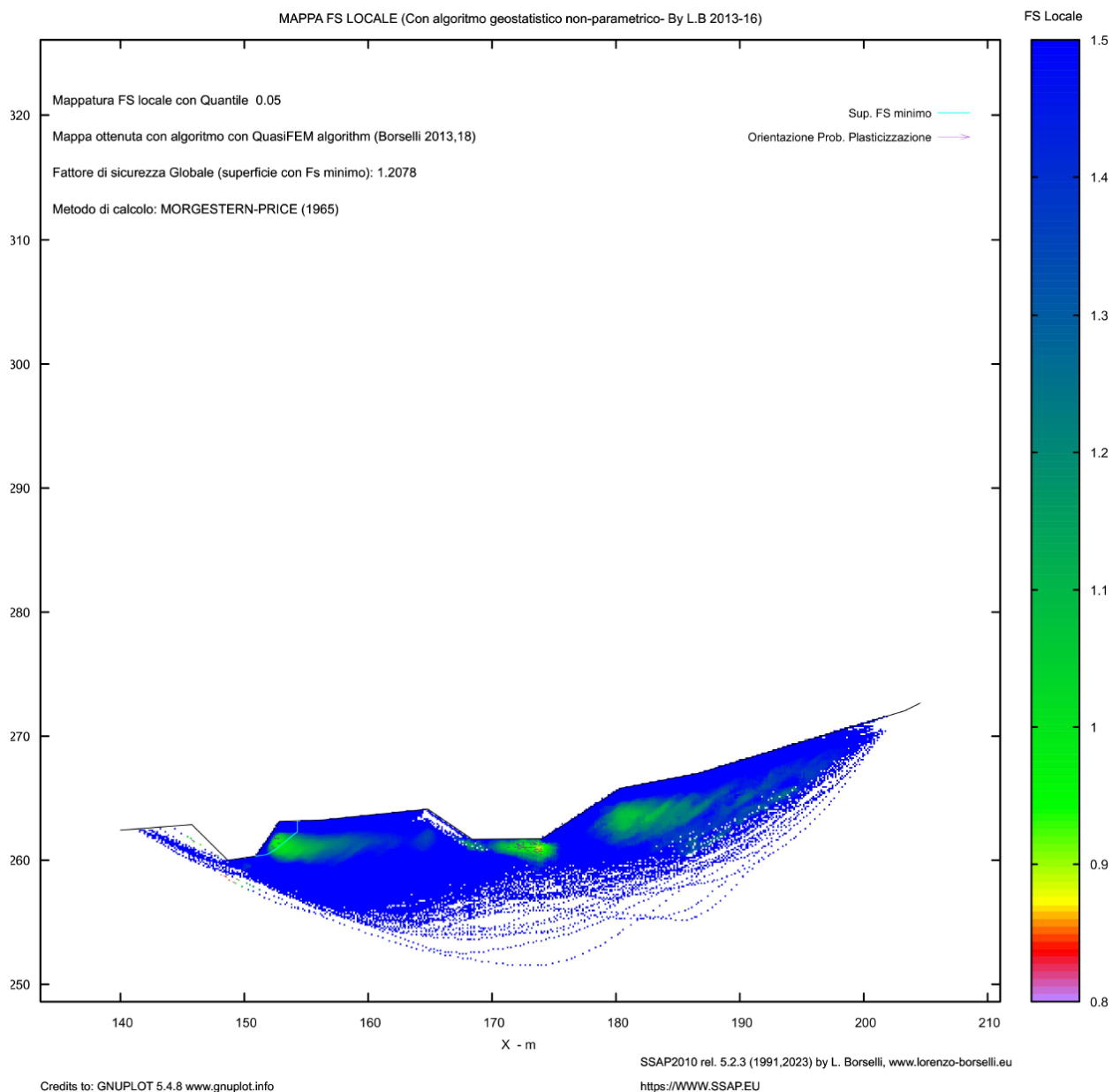


Figura 47: Mappa Fs locale Sez Y2

**Valore di Fs minimo individuato dall'elaborazione**

**Fs min: 1,2078**



#### 7.1.8. Sezione X1 in condizioni statiche

# Parametri Geotecnici degli strati #

N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI ..	mi ..	D ..
1	23.00	6.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0

Figura 48: Parametri Sez X1 inseriti per la verifica in condizione statiche

Note:	phi`	Angolo di attrito interno efficace (in gradi)
	C`	Coesione efficace (in Kpa)
	Cu	Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
	Gamm	Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m³)
	G_sat	Peso di volume terreno immerso (in KN/m³)

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

### DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.6841  
Range Fs : 1.6841 1.7825  
Differenza % Range Fs : 5.52  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0000

### GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 5000  
Lunghezza media segmenti (m) : 4.0  
Range X inizio generazione : 102.0 - 192.0  
Range X termine generazione : 112.0 - 198.0  
Livello Y minimo considerato : 274.5

Figura 49: Riepilogo parametri di calcolo Sez X1

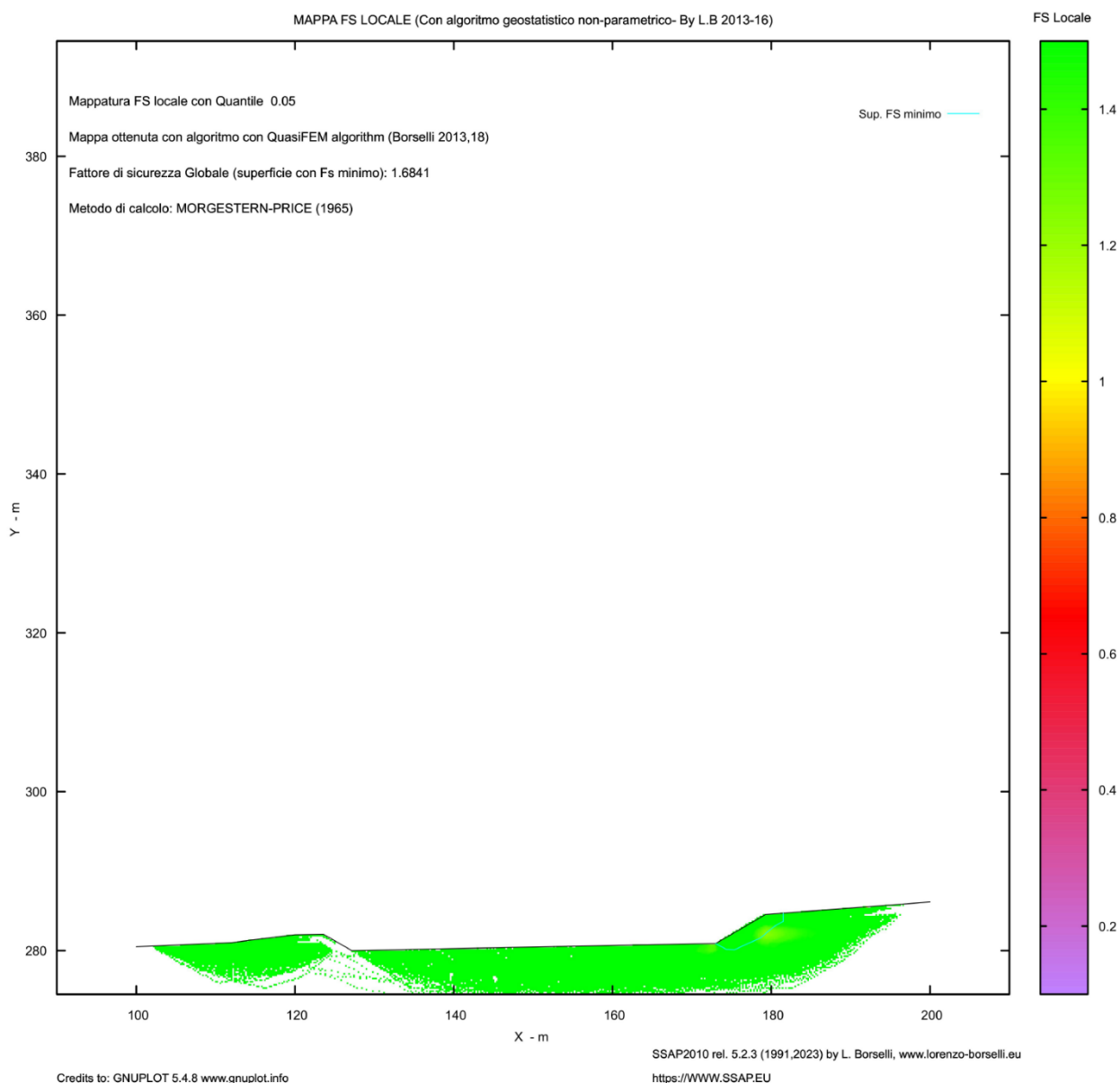


Figura 50: Mappa Fs locale Sez X1

**Valore di Fs minimo individuato dall'elaborazione**

**Fs min: 1,6841**



## 8. CONCLUSIONI

Dalle analisi condotte nelle sezioni in esame i risultati variano fortemente dalle elaborazioni eseguite in condizioni statiche rispetto a quelle dinamiche. Gli effetti del sisma sono ben evidenziati, risultando però limitati alle aree esterne all'impianto, aree non stabilizzate e non soggette ad intervento. I fattori minimi di sicurezza riscontrati, risultano più alti rispetto al limite minimo normativo. Infatti in tutte le sezioni in condizioni dinamiche (SLV e SLD) i valori di  $F_s$  Minimi risultano maggiori di 1,2, mentre per le condizioni statiche i valori sono superiori al valore soglia rappresentato da un  $F_s$  minimo di 1,375.

Pertanto le verifiche di stabilità eseguite denotano un ottimo rapporto tra le strutture in progetto e le opere di contenimento.

Fondamentale, sia durante l'esecuzione dei lavori che nella fase gestionale dell'impianto, monitorare ed impedire la possibilità che le acque meteoriche vadano ad infiltrarsi nei terreni della Coltre limosa. Tali terreni infatti presentano una riduzione marcata dei parametri geotecnici a contatto con l'acqua. Nell'area di impianto questa possibilità risulta remota grazie alla presenza della pavimentazione industriale e dei terreni trattati a calce, mentre i versanti a valle dell'impianto potrebbero subire fenomeni di dissesto localizzato.

Le verifiche eseguite sulle sezioni che interessano il bacino di laminazione, presentano  $F_s$  superiori ai valori minimi di soglia. Soltanto nella sezione Y2 si riscontrano delle superfici che presentano  $F_s$  più bassi rispetto al valore soglia di 1,2. Le superfici vengono individuate soltanto sulla sponda dell'esistente canale denominato Fosso Catalini dal quale dobbiamo distanziarci di almeno dieci metri così come specificato dalla normativa (Articolo 22 comma 7 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Tutela Acque Regione Marche). Nell'Allegato 16 è presente il report con le dieci superfici a minor  $F_s$  dove si osserva la concentrazione delle stesse limitatamente alla sola sponda del canale.

***Il Geologo***

***Dott. Geol. Carmelo Ferla***



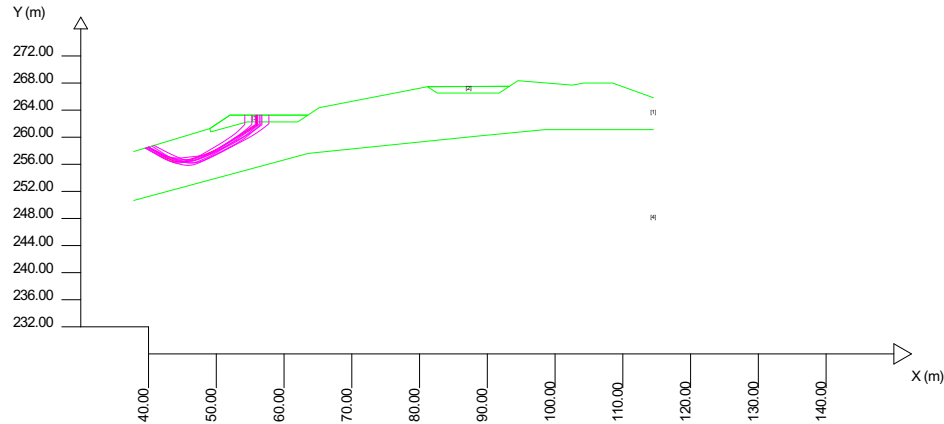


**ALLEGATO N° 1.** SEZIONE A SLV (KH+)

---

SSAP 5.2.3 (2023) - Slope Stability Analysis Program  
Software by Dr. Geol. L. Borselli - [www.lorenzo-borselli.eu](http://www.lorenzo-borselli.eu)  
SSAP/DXF generator rel. 2.4 (2023)

Data : 4/10/2024  
Localita' : SAN BIAGIO-FERMO  
Descrizione : SEZ A- SLV KH+  
[n] = N. strato o lente



# Parametri Geotecnici degli strati #									
N.	phi'	C'	Cu	Gamm	GammSat	sgci	GSI	mi	D
..	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	MPa	..	..	..
1	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
2	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
3	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
4	22.00	32.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.3963  
Range Fs : 1.3963 - 1.4507  
Differenza % Range Fs : 3.75  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.1230  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0615

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 15000  
Lunghezza media segmenti (m) : 3.1  
Range X inizio generazione : 39.4 - 108.4  
Range X termine generazione : 47.0 - 113.0  
Livello Y minimo considerato : 234.7

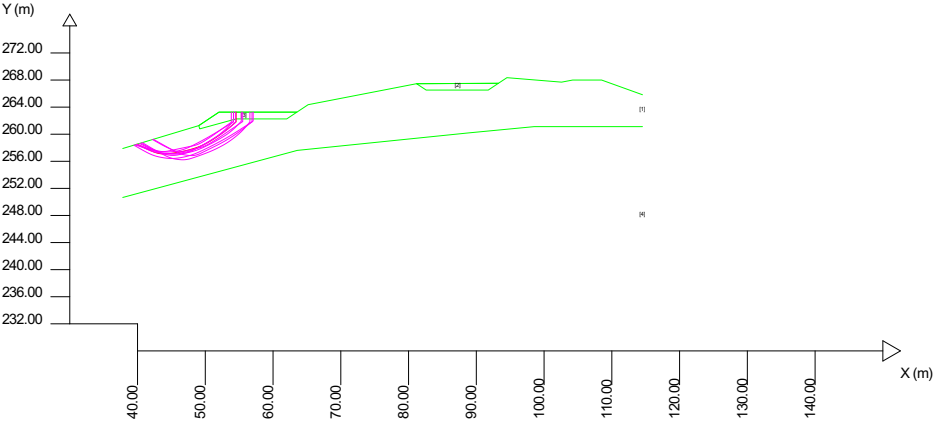


**ALLEGATO N° 2.**      SEZIONE A SLD (KH+)

---

SSAP 5.2.3 (2023) - Slope Stability Analysis Program  
Software by Dr. Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu  
SSAP/DXF generator rel. 2.4 (2023)

Data : 4/10/2024  
Localita' : SAN BIAGIO- FERMO  
Descrizione : SEZ A- SLD KH+  
[n] = N. strato o lente



# Parametri Geotecnici degli strati #									
N.	phi'	C'	Cu	Gamm	GammSat	sgci	GSI	mi	D
..	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	MPa	..	..	..
1	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
2	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
3	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
4	22.00	32.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.7493  
Range Fs : 1.7493 - 1.8136  
Differenza % Range Fs : 3.55  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0540  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0270

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 5000  
Lunghezza media segmenti (m) : 3.1  
Range X inizio generazione : 39.4 - 108.4  
Range X termine generazione : 47.0 - 113.0  
Livello Y minimo considerato : 234.7



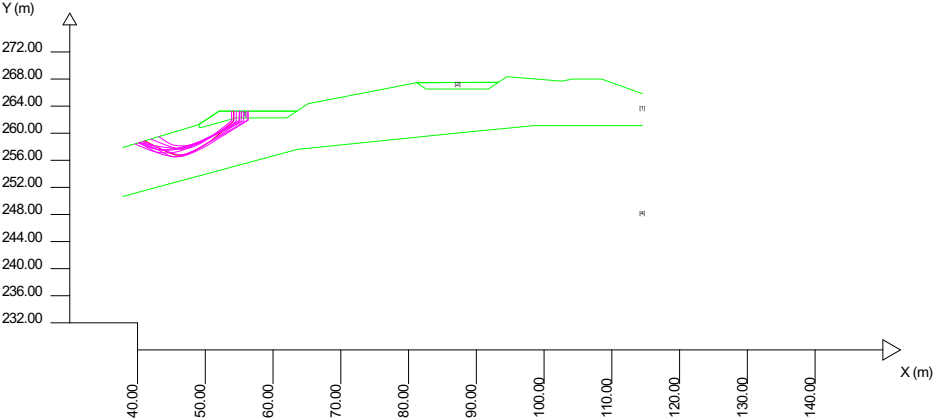
### **ALLEGATO N° 3.**      SEZIONE A NO SISMA

---

SSAP 5.2.3 (2023) - Slope Stability Analysis Program  
Software by Dr. Geol. L.Borselli - [www.lorenzo-borselli.eu](http://www.lorenzo-borselli.eu)  
SSAP/DXF generator rel. 2.4 (2023)

Data : 4/10/2024  
Localita' : SAN BIAGIO- FERMO  
Descrizione : SEZ A- NO SISMA  
[n] = N. strato o lente

# Parametri Geotecnici degli strati #									
N.	phi'	C'	Cu	Gamm	GammSat	sgci	GSI	mi	D
..	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	MPa	..	..	..
1	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
2	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
3	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
4	22.00	32.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0



Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 2.1215  
Range Fs : 2.1215 - 2.2095  
Differenza % Range Fs : 3.98  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0000

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 5000  
Lunghezza media segmenti (m) : 3.1  
Range X inizio generazione : 39.4 - 108.4  
Range X termine generazione : 47.0 - 113.0  
Livello Y minimo considerato : 234.7



**ALLEGATO N° 4.** SEZIONE C SLV (KH+)

---

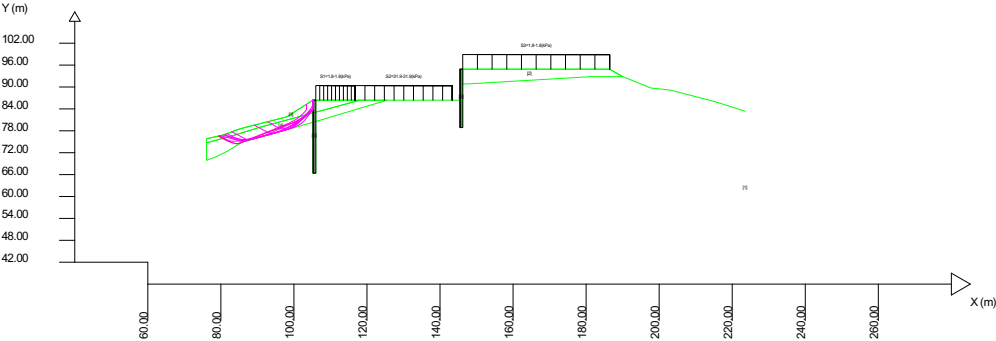


SSAP 5.2.3 (2023) - Slope Stability Analysis Program  
Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu  
SSAP/DXF generator rel. 2.4 (2023)

Data : 3/10/2024  
Localita' : SAN BIAGIO-FERMO  
Descrizione : SEZ C- SLV KH+  
[n] = N, strato o lente

Sn --> Sovraccarico

Presenza Palificate (Per i dati vedi il report)



# Parametri Geotecnici degli strati #										
N.	phi°	C'	Cu	Gamm	GammSat	sgci	GSI	mi	D	
..	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	MPa	..	..	..	
1	24.00	32.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0	
2	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0	
3	30.00	10.00	0	19.00	21.00	0	0	0	0	
4	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0	
5	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0	
6	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0	

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.3109  
Range Fs : 1.3109 - 1.3597  
Differenza % Range Fs : 3.59  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.1230  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0615

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

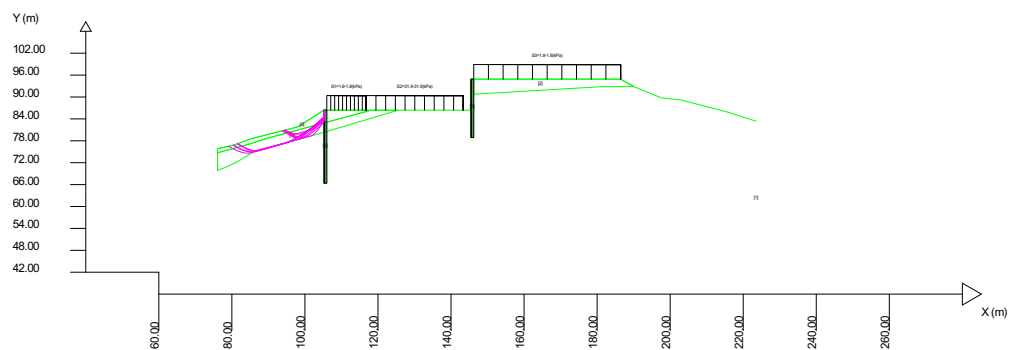
Campione Superfici - N: 5000  
Lunghezza media segmenti (m): 5.9  
Range X inizio generazione : 79.0 - 211.7  
Range X termine generazione : 93.8 - 220.6  
Livello Y minimo considerato : 40.7



**ALLEGATO N° 5.**      SEZIONE C SLD (KH+)

---

Presenza Palificate (Per i dati vedi il report)



# Parametri Geotecnici degli strati #-

# Parameters Geotechnical data Stri #									
N.	phi deg	C kPa	Cu kPa	Gamm kNm3	GammSat kNm3	sgci MPa	GSi	mi	D
1	24.00	32.00	0	20.00	20.00	0	0	0	0
2	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
3	30.00	10.00	0	19.00	21.00	0	0	0	0
4	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
5	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
6	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

DATI 10 SUP. CON MINOR FS

Fs minimo : 1.5403  
Range Fs : 1.5403 1.6304  
Differenza % Range Fs : 5.53  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0540  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0270

## GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N: 5000  
Lunghezza media segmenti (m): 5.9  
Range X inizio generazione: 79.0 - 211.7  
Range X termine generazione: 93.8 - 220.6  
Livello Y minimo considerato: 40.7



**ALLEGATO N° 6.**      SEZIONE C NO SISMA

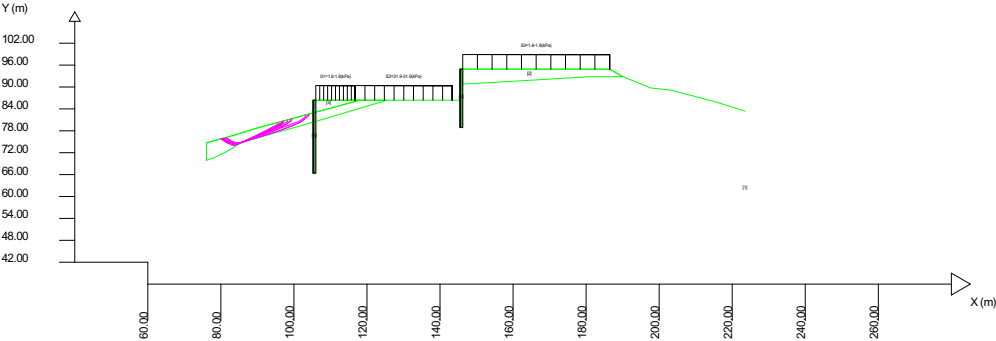
---

SSAP 5.2.3 (2023) - Slope Stability Analysis Program  
Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu  
SSAP/DXF generator rel. 2.4 (2023)

Data : 28/6/2024  
Località : FERMO  
Descrizione : SEZ C NO SISMA  
[n] = N, strato o lente

Sn --> Sovraccarico

Presenza Palificate (Per i dati vedi il report)



# Parametri Geotecnici degli strati #										
NL	phi'	C'	Cu	Gamm	GammSat	sgci	GSI	mi	D	
..	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	MPa	..	..	..	..
1	23.00	30.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0	
2	23.00	3.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0	
3	30.00	10.00	0	19.00	21.00	0	0	0	0	
4	23.00	3.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0	
5	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0	
6	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0	

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.8220  
Range Fs : 1.8220 - 1.8720  
Differenza % Range Fs : 2.67  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0000

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N: 5000  
Lunghezza media segmenti (m): 5.9  
Range X inizio generazione : 79.0 - 211.7  
Range X termine generazione : 93.8 - 220.6  
Livello Y minimo considerato : 40.7

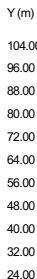


**ALLEGATO N° 7.**      SEZIONE E SLV (KH+)

---

Data : 3/10/2024  
Localita' : SAN BIAGIO- FERMO  
Descrizione : SEZ E- SLV KH+  
[n] = N. strato o lente

Presenza Palificate (Per i dati vedi il report)



N	ph <sup>2</sup> deg	C <sup>2</sup> kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	SGPa MPa	GSI	mi	D
1	24.00	32.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0
2	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
3	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
4	19.00	0	0	19.00	20.00	0	0	0	0
5	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
6	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
7	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0

DATI 10 SUP. CON MINOR FS

Fs minimo : 1.3666  
Range Fs : 1.3666 1.3911  
Differenza % Range Fs : 1.76  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.1230  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0615

## GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 5000  
Lunghezza media segmenti (m): 7.9  
Range X inizio generazione: 30.0 - 207.3  
Range X termine generazione: 49.7 - 219.1  
Livello Y minimo considerato: 27.1



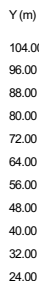


**ALLEGATO N° 8.**      SEZIONE E SLD (KH+)

---

Data : 4/10/2024  
Localita' : SAN BIAGIO- FERMO  
Descrizione : SEZ E- SLD KH+  
[n] = N. strato o lente

Presenza Palificate (Per i dati vedi il report)



N	phi <sup>o</sup>	C <sup>o</sup>	Cu	Gamm	GammSat	sgcl	GSI	mi	D
	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	MPa			
1	24.00	32.00	0	20.00	21.00	0	0	0	-
2	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
3	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
4	19.00	0	0	19.00	20.00	0	0	0	0
5	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
6	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
7	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0

DATI 10 SUP. CON MINOR F<sub>S</sub>

Fs minimo : 1.7066  
Range Fs : 1.7066 - 1.7385  
Differenza % Range Fs : 1.83  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0540  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0270

Campione Superfici - N.: 5000  
Lunghezza media segmenti (m): 7.9  
Range X inizio generazione : 30.0 - 207.3  
Range X termine generazione : 49.7 - 219.1  
Livello Y minimo considerato : 27.1



## **ALLEGATO N° 9.**      SEZIONE E NO SISMA

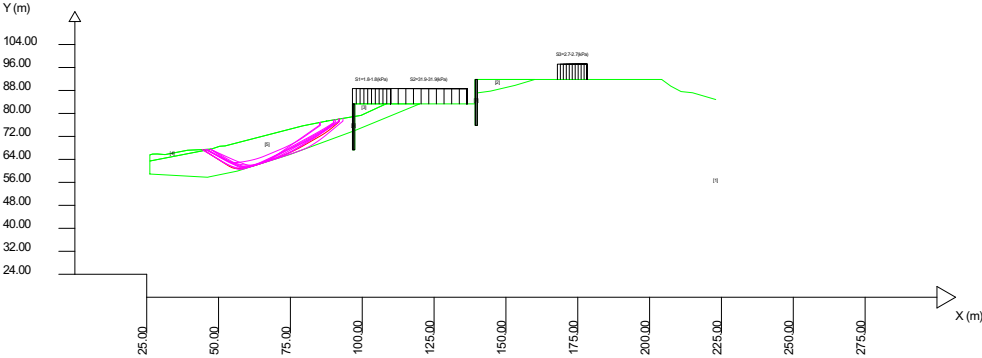
---

SSAP 5.2.3 (2023) - Slope Stability Analysis Program  
Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu  
SSAP/DXF generator rel. 2.4 (2023)

Data : 4/10/2024  
Localita' : SAN BIAGIO, FERMO  
Descrizione : SEZ E- NO SISMA  
[n] = N. strato o lente

Sn --> Sovraccarico

Presenza Palificate (Per i dati vedi il report)



# Parametri Geotecnici degli strati #										
N.	phi' deg	C kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgd MPa	GSI	mi	D	
1	24.00	32.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0	
2	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0	
3	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0	
4	19.00	0	0	19.00	20.00	0	0	0	0	
5	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0	
6	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0	
7	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0	

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 2.1019  
Range Fs : 2.1019 - 2.2010  
Differenza % Range Fs : 4.50  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0000

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 5000  
Lunghezza media segmenti (m): 7.9  
Range X inizio generazione : 30.0 - 207.3  
Range X termine generazione : 49.7 - 219.1  
Livello Y minimo considerato : 27.1



**ALLEGATO N° 10.**      SEZIONE I SLV (KH+)

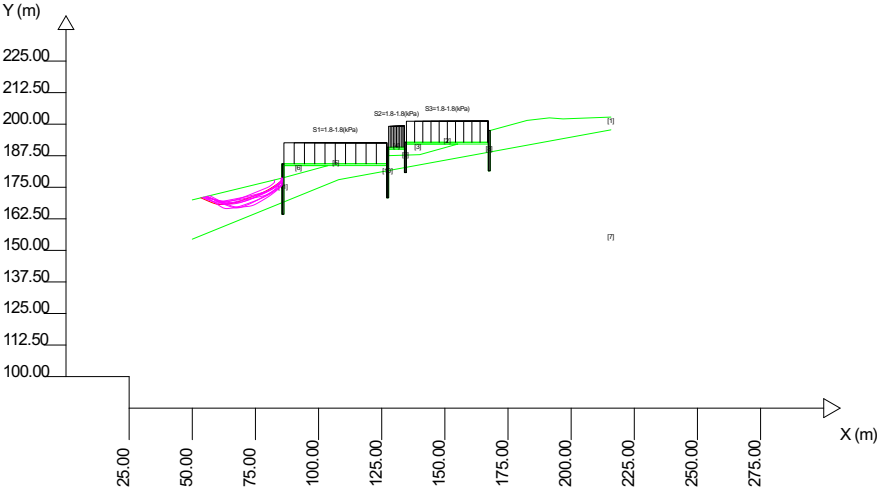
---

SSAP 5.2.3 (2023) - Slope Stability Analysis Program  
Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu  
SSAP/DXF generator rel. 2.4 (2023)

Data : 3/10/2024  
Localita' : San Biagio- Fermo  
Descrizione : Sez I-I SLV Kh+  
[n] = N. strato o lente

Sn --> Sovraccarico

Presenza Palificate (Per i dati vedi il report)



# Parametri Geotecnici degli strati #										
N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D	
..							..	..	..	
1	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0	
2	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0	
3	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0	
4	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0	
5	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0	
6	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0	
7	24.00	32.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0	
8	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0	
9	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0	
10	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0	
11	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0	

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.5149  
Range Fs : 1.5149 1.5916  
Differenza % Range Fs : 4.82  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.1230  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0615

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 5000  
Lunghezza media segmenti (m): 6.6  
Range X inizio generazione : 53.3 - 202.5  
Range X termine generazione : 69.9 - 212.4  
Livello Y minimo considerato : 110.9



**ALLEGATO N° 11.**      SEZIONE I SLD (KH+)

---

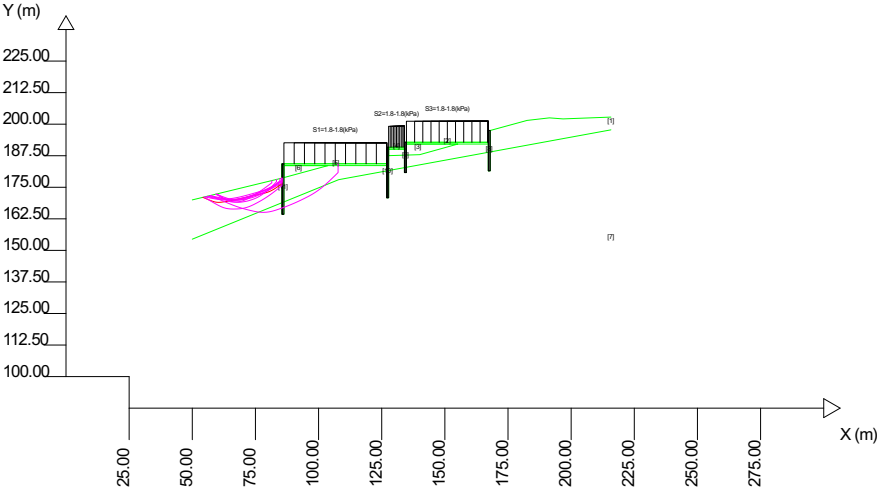


SSAP 5.2.3 (2023) - Slope Stability Analysis Program  
Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu  
SSAP/DXF generator rel. 2.4 (2023)

Data : 3/10/2024  
Localita' : San Biagio- Fermo  
Descrizione : Sez I-I SLD Kh+  
[n] = N. strato o lente

Sn --> Sovraccarico

Presenza Palificate (Per i dati vedi il report)



# Parametri Geotecnici degli strati #										
N.	phi` deg	C` kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D	
..							..	..	..	
1	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0	
2	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0	
3	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0	
4	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0	
5	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0	
6	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0	
7	24.00	32.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0	
8	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0	
9	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0	
10	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0	
11	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0	

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 2.0339  
Range Fs : 2.0339 2.0850  
Differenza % Range Fs : 2.45  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0540  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0270

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 5000  
Lunghezza media segmenti (m): 6.6  
Range X inizio generazione : 53.3 - 202.5  
Range X termine generazione : 69.9 - 212.4  
Livello Y minimo considerato : 110.9



**ALLEGATO N° 12.**      SEZIONE I NO SISMA

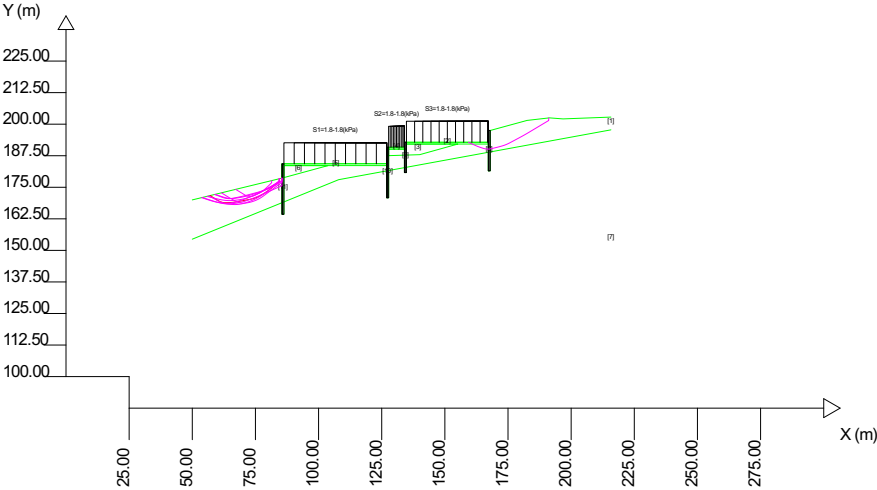
---

SSAP 5.2.3 (2023) - Slope Stability Analysis Program  
Software by Dr.Geol. L.Borselli - [www.lorenzo-borselli.eu](http://www.lorenzo-borselli.eu)  
SSAP/DXF generator rel. 2.4 (2023)

Data : 3/10/2024  
Localita' : San Biagio- Fermo  
Descrizione : Sez I-I NO SISMA  
[n] = N. strato o lente

Sn --> Sovraccarico

Presenza Palificate (Per i dati vedi il report)



# Parametri Geotecnici degli strati #										
N.	phi' deg	C' kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D	
..							..	..	..	
1	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0	
2	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0	
3	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0	
4	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0	
5	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0	
6	40.00	100.00	0	19.40	20.40	0	0	0	0	
7	24.00	32.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0	
8	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0	
9	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0	
10	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0	
11	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0	

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 2.4916  
Range Fs : 2.4916 - 2.6124  
Differenza % Range Fs : 4.63  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0000

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 5000  
Lunghezza media segmenti (m): 6.6  
Range X inizio generazione : 53.3 - 202.5  
Range X termine generazione : 69.9 - 212.4  
Livello Y minimo considerato : 110.9



**ALLEGATO N° 13.**      SEZIONE J3 SLV (KH+)

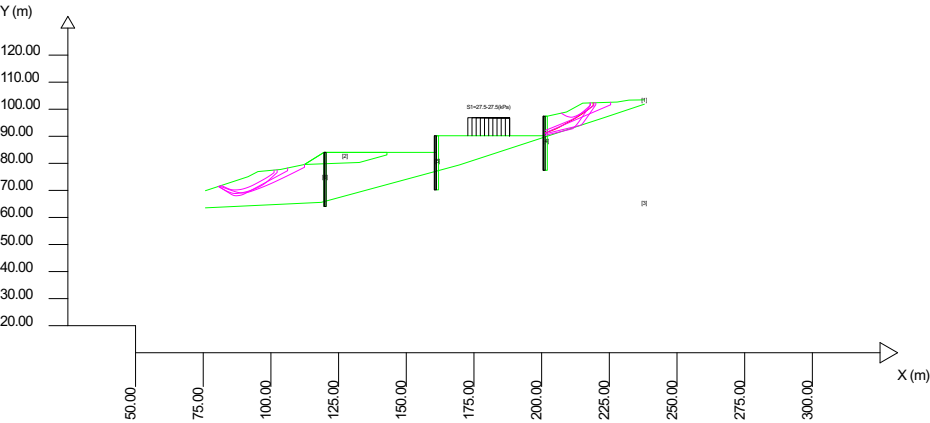
---

SSAP 5.2.3 (2023) - Slope Stability Analysis Program  
Software by Dr. Geol. L. Borselli - www.lorenzo-borselli.eu  
SSAP/DXF generator rel. 2.4 (2023)

Data : 3/10/2024  
Localita' : SAN BIAGIO-FERMO  
Descrizione : SEZ J3-SLV KH+  
[n] = N. strato o lente

Sn -> Sovraccarico

Presenza Palificate (Per i dati vedi il report)



# Parametri Geotecnici degli strati #									
N.	phi deg	C kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
1	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
2	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
3	22.00	32.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0
4	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
5	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
6	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.2486  
Range Fs : 1.2486 - 1.4026  
Differenza % Range Fs : 10.98  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.1230  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0615

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 5000  
Lunghezza media segmenti (m): 6.5  
Range X inizio generazione : 79.1 - 225.0  
Range X termine generazione : 95.3 - 234.7  
Livello Y minimo considerato : 27.6



**ALLEGATO N° 14.** SEZIONE J3 SLD (KH+)

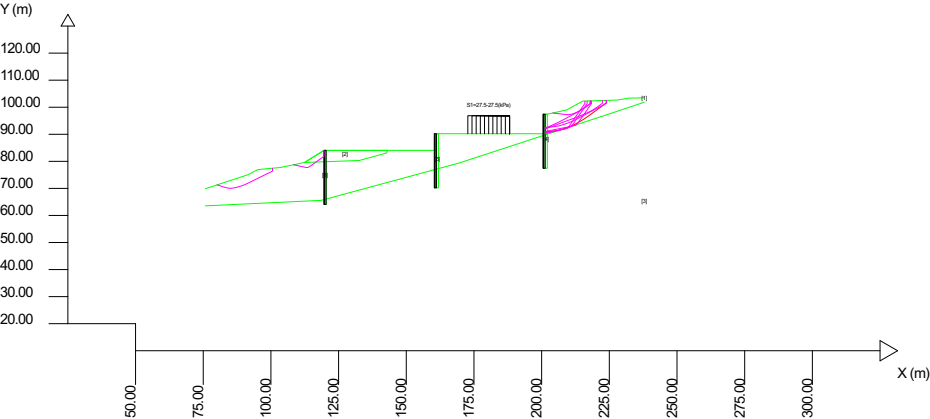
---

SSAP 5.2.3 (2023) - Slope Stability Analysis Program  
Software by Dr. Geol. L. Borselli - www.lorenzo-borselli.eu  
SSAP/DXF generator rel. 2.4 (2023)

Data : 3/10/2024  
Localita' : SAN BIAGIO-FERMO  
Descrizione : SEZ J3-SLD KH+  
[n] = N. strato o lente

Sn -> Sovraccarico

Presenza Palificate (Per i dati vedi il report)



# Parametri Geotecnici degli strati #									
N.	phi deg	C kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
1	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
2	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
3	22.00	32.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0
4	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
5	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
6	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.5066  
Range Fs : 1.5066 - 1.7636  
Differenza % Range Fs : 14.57  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0540  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0270

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 5000  
Lunghezza media segmenti (m): 6.5  
Range X inizio generazione : 79.1 - 225.0  
Range X termine generazione : 95.3 - 234.7  
Livello Y minimo considerato : 27.6





**ALLEGATO N° 15.**      SEZIONE J3 NO SISMA

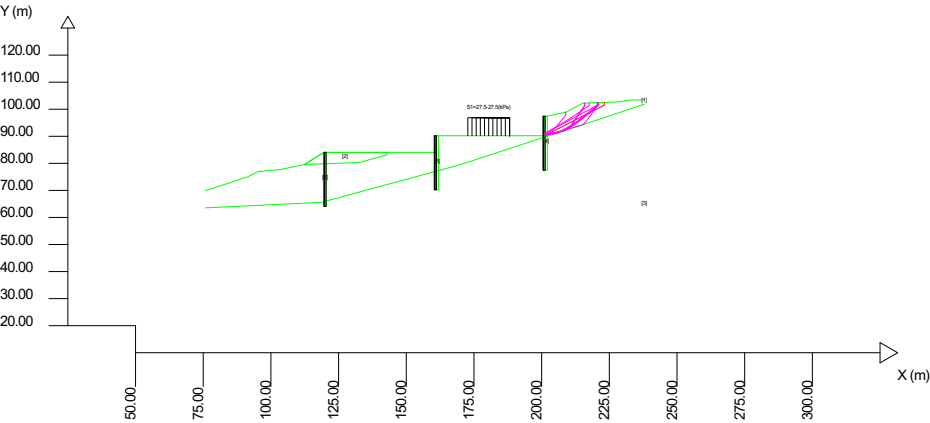
---

SSAP 5.2.3 (2023) - Slope Stability Analysis Program  
Software by Dr. Geol. L. Borselli - www.lorenzo-borselli.eu  
SSAP/DXF generator rel. 2.4 (2023)

Data : 3/10/2024  
Localita' : SAN BIAGIO-FERMO  
Descrizione : SEZ J3-NO SISMA  
[n] = N. strato o lente

Sn -> Sovraccarico

Presenza Palificate (Per i dati vedi il report)



# Parametri Geotecnici degli strati #									
N.	phi	C	Cu	Gamm	GammSat	sgci	GSI	mi	D
..	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	MPa	..	..	..
1	23.00	7.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
2	30.00	10.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0
3	22.00	32.00	0	20.00	21.00	0	0	0	0
4	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
5	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0
6	9.00	500.00	0	25.00	25.00	0	0	0	0

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.5115  
Range Fs : 1.5115 - 1.7640  
Differenza % Range Fs : 14.31  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0000

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 5000  
Lunghezza media segmenti (m): 6.5  
Range X inizio generazione : 79.1 - 225.0  
Range X termine generazione : 95.3 - 234.7  
Livello Y minimo considerato : 27.6



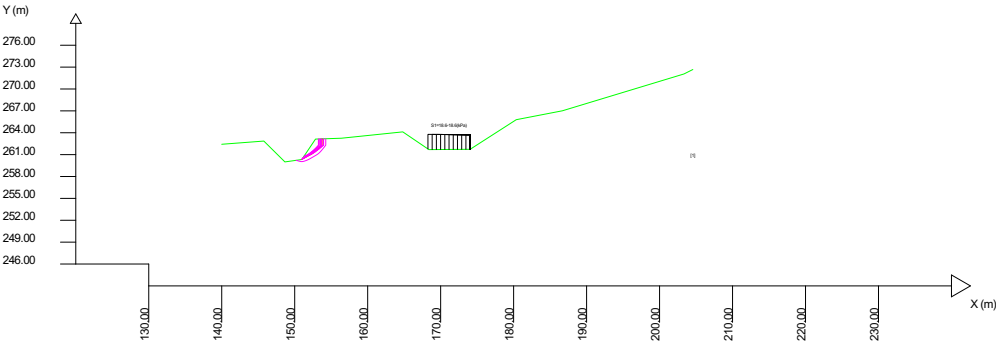
**ALLEGATO N° 16.** BACINO DI LAMINAZIONE SEZ. Y2 SLV (KH+)

---

SSAP 5.2.3 (2023) - Slope Stability Analysis Program  
Software by Dr.Geol. L.Borselli - [www.lorenzo-borselli.eu](http://www.lorenzo-borselli.eu)  
SSAP/DXF generator rel. 2.4 (2023)

Data : 9/10/2024  
Località :  
Descrizione :  
[n] = N. strato o lente

Sn --> Sovraccarico



# Parametri Geotecnici degli strati #									
N.	phi'	C'	Cu	Gamm	GammSat	sgci	GSI	mi	D
..	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	MPa	..	..	..
1	23.00	6.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.0791  
Range Fs : 1.0791 - 1.1778  
Differenza % Range Fs : 8.38  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0860  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0430

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N: 5000  
Lunghezza media segmenti (m) : 2.6  
Range X inizio generazione : 141.3 - 199.4  
Range X termine generazione : 147.8 - 203.3  
Livello Y minimo considerato : 248.6



**Città di Fermo**

**Settore IV e V**

Lavori Pubblici, Protezione  
Civile, Ambiente, Urbanistica,  
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO  
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA  
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

**CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004**

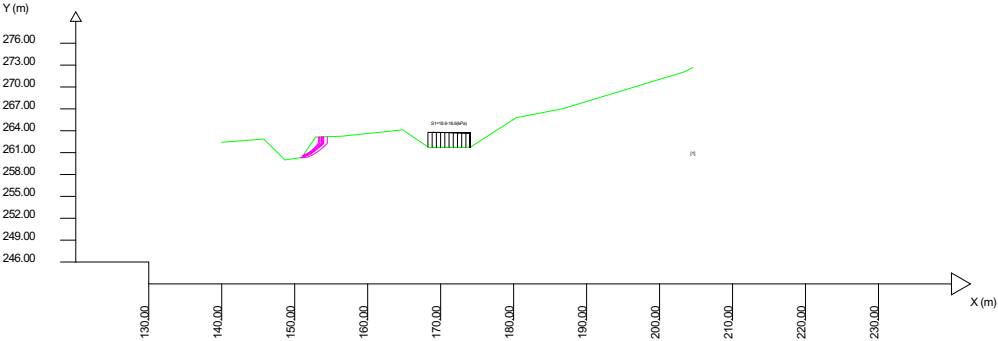
***ALLEGATO N° 17.***      BACINO DI LAMINAZIONE SEZ. Y2 SLD (KH+)

---

SSAP 5.2.3 (2023) - Slope Stability Analysis Program  
Software by Dr.Geol. L.Borselli - [www.lorenzo-borselli.eu](http://www.lorenzo-borselli.eu)  
SSAP/DXF generator rel. 2.4 (2023)

Data : 9/10/2024  
Località : San Biagio- Fermo  
Descrizione : Bacino di laminazione- Sezione Y SLD kh+  
[n] = N. strato o lente

Sn --> Sovraccarico



# Parametri Geotecnici degli strati #									
N.	phi'	C'	Cu	Gamm	GammSat	sgci	GSI	mi	D
..	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	MPa	..	..	..
1	23.00	6.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.1559  
Range Fs : 1.1559 - 1.2372  
Differenza % Range Fs : 6.58  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0290  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0145

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N: 5000  
Lunghezza media segmenti (m) : 2.6  
Range X inizio generazione : 141.3 - 199.4  
Range X termine generazione : 147.8 - 203.3  
Livello Y minimo considerato : 248.6



**Città di Fermo**

**Settore IV e V**

Lavori Pubblici, Protezione  
Civile, Ambiente, Urbanistica,  
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO  
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA  
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

**CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004**

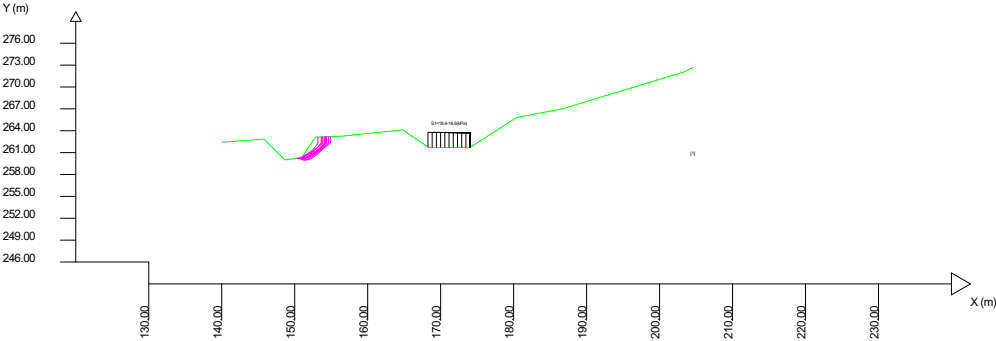
***ALLEGATO N° 18.***      BACINO DI LAMINAZIONE SEZ. Y2 NO SISMA

---

SSAP 5.2.3 (2023) - Slope Stability Analysis Program  
Software by Dr.Geol. L.Borselli - [www.lorenzo-borselli.eu](http://www.lorenzo-borselli.eu)  
SSAP/DXF generator rel. 2.4 (2023)

Data : 15/10/2024  
Località : SAN BIAGIO- FERMO  
Descrizione : BACINO DI LAMINAZIONE SEZ Y2- NO SISMA  
[n] = N. strato o lente

Sn --> Sovraccarico



# Parametri Geotecnici degli strati #									
N.	phi' deg	C' kPa	Cu kPa	Gamm kN/m3	GammSat kN/m3	sgci MPa	GSI	mi	D
1	23.00	6.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0

Modello di calcolo : Morgenstern - Price (1965)

DATI 10 SUP. CON MINOR Fs

Fs minimo : 1.2245  
Range Fs : 1.2245 - 1.3008  
Differenza % Range Fs : 5.86  
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000  
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0000

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N: 5000  
Lunghezza media segmenti (m) : 2.6  
Range X inizio generazione : 141.3 - 199.4  
Range X termine generazione : 147.8 - 203.3  
Livello Y minimo considerato : 248.6





**Città di Fermo**

**Settore IV e V**

Lavori Pubblici, Protezione  
Civile, Ambiente, Urbanistica,  
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO  
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA  
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

**CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004**

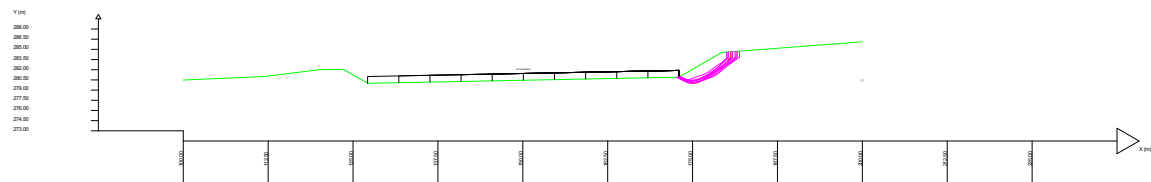
***ALLEGATO N° 19.***      BACINO DI LAMINAZIONE SEZ. X1 SLV (KH+)

---

SSAP 5.2.3 (2022) - Slope Stability Analysis Program  
Software by Dr. Geol. L. Bonelli - [www.lorenzo-bonelli.eu](http://www.lorenzo-bonelli.eu)  
SSAPICMG generator rel. 2.4 (2022)

Data: 9/10/2024  
Località: San Biagio-Fermo  
Descrizione: Scarico di laminazioni. See X sly kh  
[n] = N strato c lenti

Sn → Sovracarico



N	pH <sup>1</sup> deg	C <sup>2</sup> kPa	Cu kPa	Gamm kN/m <sup>3</sup>	GammG kN/m <sup>3</sup>	agg MPa	GG	ms	D
1	23.00	6.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0

Modello di calcolo: Morgenstern-Price (1965)  
**DATI DI INPUT CON MINORI Fz**  
 Fz minimo: 1.348 1.348  
 Range Fz: 1.348 1.348  
 Differenza % Range Fz: 2.17  
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.085  
 Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.043

**GENERAZIONE SUPERFICIO RANDOM**

Campione Superficie - N: 5000  
 Lunghezza media segmenti (m): 4.0  
 Range X inizio-generazione: 152.0 - 152.0  
 Range X termine generazione: 312.0 - 152.0  
 Livello Y minimo considerato: 274.5



**Città di Fermo**  
**Settore IV e V**  
Lavori Pubblici, Protezione  
Civile, Ambiente, Urbanistica,  
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO  
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA  
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

**CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004**

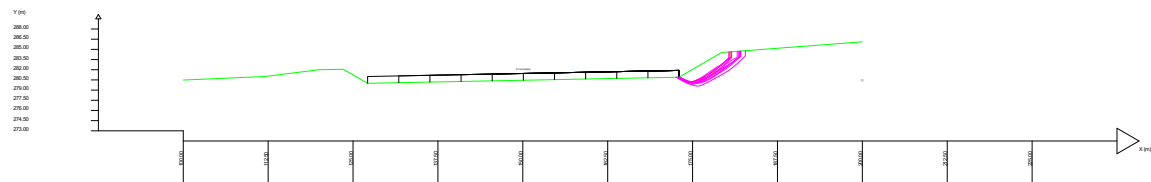
***ALLEGATO N° 20.***      BACINO DI LAMINAZIONE SEZ. X1 SLD (KH+)

---

SSAP v.2.3 (2023) - Slope Stability Analysis Program  
Software by Dr. Gedi L. Bonelli - [www.lorenzo-bonelli.eu](http://www.lorenzo-bonelli.eu)  
SSAP/INAP generator ref. 2.4 (2023)

Data: 9/10/2024  
Località: San Gioglio-Fermo  
Descrizione: taglio di laminazioni. Sez. X ed kh-  
[n] = N: strato c lesse

Sn → Sovracarico



# Parametri Geoclorici degli strati #									
N	pH	C	Cu	Gamm	GammGal	sgd	GGI	ni	D
-	deg	kPa	kPa	mg/m3	mg/m3	MPa	-	-	-
1	23.00	6.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0

**Modello di calcolo: Morgansten - Price (1962)**  
**DATI 10 SUPI CON MINORI P<sub>0</sub>**  
 E<sub>0</sub> minimo: 1.5000  
 Range P<sub>0</sub>: 1.5000 - 1.5525  
 Differenza % Range P<sub>0</sub>: 2.83  
 Coefficiente Simmetria orizzontale - K<sub>0</sub>: 0.0250  
 Coefficiente Simmetria verticale - K<sub>0</sub>: 0.0145

**GENERAZIONE SUPERFICIO RANDOM**

Campione Superficie - N<sub>0</sub>: 5000  
 Lunghezza media segmenti (m): 4.0  
 Range X inizio-generazione: 352.0 - 150.0  
 Range X termine generazione: -112.0 - 158.0  
 Y<sub>0</sub> e Y<sub>1</sub> minimo: 0.0000



**Città di Fermo**

**Settore IV e V**

Lavori Pubblici, Protezione  
Civile, Ambiente, Urbanistica,  
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO  
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA  
PRODUZIONE DI BIOMETANO"

**CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004**

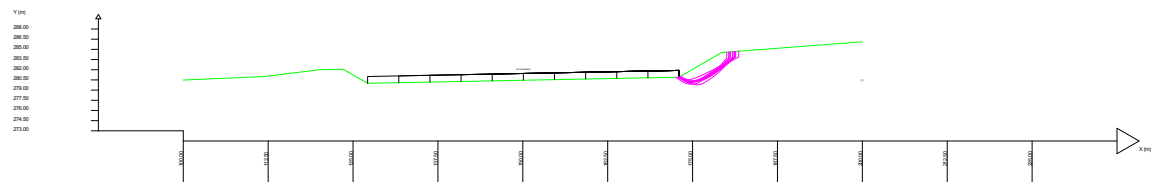
***ALLEGATO N° 21.***      BACINO DI LAMINAZIONE SEZ. X1 NO SISMA

---

SSAP 5.2.3 (2022) - Slope Stability Analysis Program  
Software by Dr. Geol. L. Bonelli - [www.lorisna-bonelli.eu](http://www.lorisna-bonelli.eu)  
SSAPIC-20 generator ver. 2.4 (2022)

Data: 9/10/2024  
Localita': San Biagio-Fermo  
Descrizione: Siccio di laminazione. See X no sfera  
[n] = N: strato o lenti

Sn -> Sovracarico



N	pH <sup>1</sup> deg	C <sup>2</sup> kPa	Cu kPa	Gamm kN/m <sup>3</sup>	GammGoi kN/m <sup>3</sup>	agg MPa	GGI	ms	D
1	23.00	6.00	0	19.00	20.00	0	0	0	0

Modello di calcolo: Morganstern - Price (1965)  
**DATI 10 SUR CON MINOR Fx**  
 Fx minimo: 1.6210  
 Range Fx: 1.6210 - 1.6670  
 Differenza % Range Fx: 2.11  
 Coefficiente Simico orizzontale - Kx: 0.0000  
 Coefficiente Simico verticale - Ky: -0.0000

**GENERAZIONE SUPERFIO RANDOM**

Campione Superio - N: 5000  
 Lunghezza media segmenti (m): 4.0  
 Range X inizio generazione: 192.0 - 192.0  
 Range X termine generazione: 312.0 - 192.0  
 Livello Y minimo considerato: 274.5