

STUDIO GEOLOGICO "SALVETTI Dott. SAVINO"

Consulenze Tecniche-Sismiche-Ambientali

Geologo Specialista

n° 451 Albo Professionale Sezione A

Via A. Diaz n° 158/A, 63900 FERMO (FM)

Cod. Fisc.: SLV SVN 68T22 D542N

P.IVA: 01496950443

☎ Studio: +39 0734 229852 (Tel./Fax)

☎ Personal Phone: +39 329 2736744

E-Mail: info@geosalvetti.it

PEC: salvettisavino@pec.epap.it

Website: <http://www.geosalvetti.it>



REGIONE MARCHE

PROVINCIA DI FERMO



COMUNE DI FERMO



Territorio dichiarato sismico

ai sensi e per gli effetti della Legge n.64 del 02.02.74

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20.03.2003

Oggetto

**PROGETTO DEFINITIVO e PIANO GESTIONE
IMPIANTO RECUPERO INERTI NON PERICOLOSI
da autorizzare ai sensi dell'articolo 208 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.**

Cantiere/Localita'

Via Malintoppi n° 2 / Campiglione

Luogo e Data

Fermo, Marzo 2024

Tecnico incaricato

Dott. Geol. Savino Salvetti

*Documento informatico firmato digitalmente
ai sensi del testo unico D.P.R. 28 Dicembre 2000 n. 445
e del D. Lgs 7 marzo 2005 n. 82 e norme collegate,
il quale sostituisce il testo cartaceo e la firma autografa*

Ufficio Protocollo

Titolo

VERIFICA DI STABILITÀ DEI CUMULI

Elaborato

RAPPORTO TECNICO

Progetto

DEFINITIVO

(ai sensi del Punto B.2, D.M. 11.03.88)

NUOVO INTERGAZIONE ELAB. TECNICO/ESPLICATIVO CHIARIMENTI OSSERVAZIONE
(Vers. 1.1)

Committente

MANDOLESI GIUSEPPE & PIERINO S.R.L.

Parere Organi Competenti

La Ditta **MANDOLESI GIUSEPPE & PIERINO S.R.L.** venuta nella determinazione di procedere con l'elaborazione del progetto definitivo e piano gestione per la realizzazione di un impianto di recupero inerti non pericolosi da autorizzare ai sensi dell'articolo 208 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i., mi ha incaricato di eseguire una verifica di stabilità dei cumuli allo scopo di determinare l'altezza massima consentita.

Il materiale stoccato è composto da materiali distinti nella tabella sotto riportata.

CODICE EER	DESCRIZIONE
01 04 08	Scarti di ghiaia e pietrisco, diversi da quelli di cui alla voce 01 04 07
01 04 13	Rifiuti prodotti dalla lavorazione della pietra diversi da quelli di cui alla voce 010407
10 13 11	Rifiuti della produzione di materiali compositi a base di cemento, diversi da quelli di cui alle voci 10 13 09 e 10 13 10
17 01 01	Cemento
17 01 02	Mattoni
17 01 03	Mattonelle e ceramiche
17 01 07	miscugli o frazioni separate di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diverse da quelle di cui alla voce 17 01 06
17 09 04	rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03
17 05 04	terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03
17 08 02	materiali da costruzione a base di gesso diversi da quelli di cui alla voce 17 08 01

Al fine di accertare le modalità di stoccaggio dei rifiuti, ovvero, l'altezza massima dei cumuli consentita in funzione della natura dei materiali trattati, sono state elaborate una serie di verifiche di stabilità globale dei rilevati in condizioni di progetto. La stabilità dei cumuli è stata analizzata lungo la linea di massima pendenza e con i metodi deterministici dell'equilibrio limite. Tutte le elaborazioni sono state effettuate tramite un programma di calcolo "Soilswin" collaudato dalla Ditta ProgramGeo di Brescia, il quale si basa su alcune teorie cinematiche proposte da vari Autori. Per il caso in esame i metodi di risoluzione adottati sono i seguenti, avendo ipotizzando superficie di scivolamento di forma sub-circolare:

- Bishop (semplificato), il quale impone la condizione che le forze verticali agenti sulle superfici di separazione dei conci siano trascurabili e, come diretta conseguenza, i singoli conci interagiscono tra loro solo attraverso forze orientate lungo l'orizzontale.
- Janbu (semplificato): pone la condizione che le forze verticali agenti sulle superfici di separazione dei conci siano trascurabili. Di conseguenza i singoli conci interagiscono fra di loro solo attraverso forze orientate lungo l'orizzontale. Questo metodo consente di verificare superfici potenziali di scivolamento di forma qualsiasi ed è un metodo basato sull'equilibrio delle forze agenti.
- G.L.E. (Fredlund e Kran, 1977) che rappresenta una riformulazione del quello di Morgenstern Price. Si tratta di un metodo rigoroso, che cioè prende in considerazione sia l'equilibrio dei momenti, sia delle forze. Il metodo è valido per superfici di scivolamento circolari e di forma qualsiasi.
- Spencer che pone la condizione che le forze d'interazione lungo le superfici di divisione dei singoli conci siano orientate parallelamente fra loro ed applicate nel punto medio della base del concio. È un metodo rigoroso in quanto basato sia sull'equilibrio dei momenti che delle forze agenti.

Le verifiche sono state eseguite predisponendo l'elaboratore di calcolo in modo da valutare la stabilità dell'intero declivio del cumulo. Sono state ipotizzate almeno 70 superfici di scorrimento, sia di origine superficiale, sia più profonda, suddividendole tutte in più settori (conci), ricercando quella che offriva la minore sicurezza alla stabilità (superficie critica), il tutto riferendosi alle condizioni drenate efficaci a lungo termine dei materiali.

Le verifiche sono state elaborate in assenza di sovraccarichi in superficie e in condizioni statiche in quanto la normativa lo consente poiché trattasi di opere temporanee e provvisorie (tipo 1_D.M. 17.01.2018) con vita nominale prevista inferiore di 2 anni.

Particolare difficoltà è rappresentata dalla parametrizzazione geotecnica dei terreni di riporto, sia a causa della natura eterogenea, sia in assenza di dati precisi in merito alla loro tessitura e dimensioni.

Si tratterà comunque di materiale eterogeneo caratterizzato anche dalla presenza di frammenti di dimensioni pluridecimetriche, ovvero, inferiori al centimetro; tuttavia, a prescindere dalla natura del rifiuto stoccato, tutti i cumuli si suppone essere realizzati compattando al meglio i rifiuti per strati successivi, con i mezzi d'opera cercando di ottenere un addensamento in sito caratterizzato da una $DR > 40\%$ (densità relativa).

Si ritiene pertanto ipotizzare che questi materiali, con tale grado di addensamento, possano essere caratterizzati dai seguenti parametri geotecnici:

- peso di volume: 19 kN/m^3
- angolo di resistenza al taglio $\geq 42^\circ$
- coesione: assente

1. Verifiche di stabilità in condizioni di progetto (altezza massima dei cumuli supposta pari a 4 m dal momento che i primi due metri alla base saranno sostenuti medianti blocchi in cls sovrapposti, simulati nel calcolatore con due diaframmi ai lati)

1.a Assenza di sovraccarichi uniformemente distribuiti a monte e condizioni statiche "Fs = 1,002"

Ricordo che il coefficiente di sicurezza minimo imposto dalla normativa vigente in materia è pari a $F_s = 1,00$ (D.M. 17.01.2018).

P.S.: per gli opportuni riferimenti a grafici e tabelle si prega di consultare gli elaborati tecnici delle verifiche di calcolo allegati alla presente relazione (Tavola A).

CONSIDERAZIONI FINALI

Pur tenendo conto delle inevitabili semplificazioni adottate nelle elaborazioni di calcolo, relative ad esempio alle caratteristiche di eterogeneità dei materiali stoccati, all'incertezza derivante dalle modalità di messa in posto, i valori dei coefficienti di sicurezza ottenuti in condizioni di progetto mi conducono ad esprimere le seguenti conclusioni:

- 1) in assenza di sovraccarichi superficiali ed in condizioni statiche è raccomandato non superare un angolo di inclinazione della scarpa pari a 40° ; ciò vuol dire, ad esempio, nell'ipotesi di realizzare cumuli di larghezza pari a 10 m come da progetto l'altezza non deve superare i 6 m, dei quali i primi 2 m alla base andranno contenuti con opere di sostegno in cls;
- 2) compattare a dovere i rifiuti per strati successivi con i mezzi d'opera cercando di ottenere un addensamento in sito caratterizzato da una $DR > 40\%$ (densità relativa).

Alla presente allega

Tavola A: Elaborati verifiche di stabilità

Fermo, Marzo 2024

Il Tecnico
Dott. Savino Salvetti
Geologo Specialista

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA REGIONE MARCHE
N. 451 Albo Professionale Sezione A (1995)

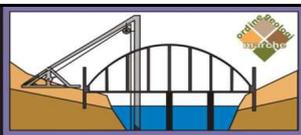
IPOTESI CINEMATICHE

VERIFICA DELLA STABILITÀ DEI CUMULI LUNGO LA LINEA DI MASSIMA PENDENZA

Condizioni al contorno ipotizzate:

I. Verifiche di stabilità in condizioni di progetto.....scala 1:200

I.a Assenza di sovraccarichi uniformemente distribuiti in superficie e condizioni dinamiche ($F_s = 1,002$)



Studio Geologico Dott. Savino Salvetti

Via A. Diaz n. 158/A-63900 Fermo (FM)-329 2736744

Committente: MANDOLESI GIUSEPPE & PIERINO S.R.L.

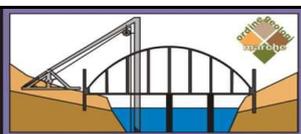
Località: Campiglione di Fermo

Data: 29/03/2024

Riferimenti: Condizioni di progetto

Coordinate del profilo topografico

<i>Ascisse X (m)</i>	<i>Ordinate Y (m)</i>
0	0
0	2
3,5	6
6,5	6
10	2
10	0



Studio Geologico Dott. Savino Salvetti

Via A. Diaz n. 158/A-63900 Fermo (FM)-329 2736744

Committente: MANDOLESI GIUSEPPE & PIERINO S.R.L.

Località: Campiglione di Fermo

Data: 29/03/2024

Riferimenti: Condizioni di progetto

Parametri geotecnici degli strati

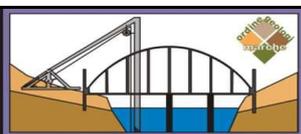
Strato n. _____

1

Descrizione litologica:

Inerti

Angolo di attrito (°):	42
Densità relativa (%):	0
Coazione(kg/cmq):	0
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	1950
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	2100
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cmq):	75
Coefficiente di Poisson:	0
O.C.R.:	0
Angolo di attrito residuo (°)	0
Coefficiente di pressione neutra:	0
Modulo dinamico di taglio (kg/cmq):	0
Comportamento meccanico:	Livello incoerente
Caratteristiche idrogeologiche:	Livello permeabile



Studio Geologico Dott. Savino Salvetti

Via A. Diaz n. 158/A-63900 Fermo (FM)-329 2736744

Committente: MANDOLESI GIUSEPPE & PIERINO S.R.L.

Località: Campiglione di Fermo

Data: 29/03/2024

Riferimenti: Condizioni di progetto

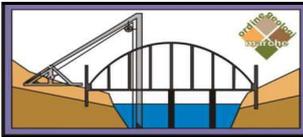
Opere e carichi sul pendio - diaframmi rigidi

Diaframma n. _____

1

Posizione del diaframma

Ascissa testa (m):	0	Ordinata testa (m):	2
Peso di volume del diaframma(kg/mc):			2000
Altezza totale del diaframma (m):			2
Spessore del diaframma (m):			1
Metodo di calcolo della spinta passiva:			Rankine
Spinta passiva massima(kg/m):			0



Diaframma n. _____

2

Posizione del diaframma

Ascissa testa (m):	10	Ordinata testa (m):	2
Peso di volume del diaframma(kg/mc):			2000
Altezza totale del diaframma (m):			2
Spessore del diaframma (m):			1
Metodo di calcolo della spinta passiva:			Rankine
Spinta passiva massima(kg/m):			0



Studio Geologico Dott. Savino Salvetti

Via A. Diaz n. 158/A-63900 Fermo (FM)-329 2736744

Committente: MANDOLESI GIUSEPPE & PIERINO S.R.L.

Località: Campiglione di Fermo

Data: 29/03/2024

Riferimenti: Condizioni di progetto

Analisi di stabilità: riepilogo delle superficie con coefficiente di sicurezza minimo

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C(kg/cm ²)	du (m)
21	1,002	Janbu semplificato		0,067	2,076										
			1	0,584	2,18	0,53	11,3	0,126	201,72	0	0	0	35,8	0	0
			2	1,101	2,326	0,54	15,8	0,367	605,17	0	0	0	35,8	0	0
			3	1,618	2,517	0,55	20,3	0,586	1008,62	0	0	0	35,8	0	0
			4	2,136	2,757	0,57	24,9	0,78	1412,06	0	0	0	35,8	0	0
			5	2,653	3,053	0,6	29,8	0,947	1714,65	0	0	0	35,8	0	0
			6	3,17	3,413	0,63	34,9	1,083	2017,23	0	0	0	35,8	0	0
			7	3,687	3,852	0,68	40,3	1,127	2118,1	0	0	0	35,8	0	0
			8	4,205	4,391	0,75	46,2	0,972	1815,51	0	0	0	35,8	0	0
			9	4,722	5,074	0,86	52,9	0,656	1210,34	0	0	0	35,8	0	0
			10	5,239	6	1,06	60,8	0,24	403,45	0	0	0	35,8	0	0

LEGENDA

Carichi N= Carichi normali (kg)

Carichi T= Carichi tangenziali (kg)

Phi= Angolo di resistenza al taglio (°)

C= Coesione (kg/cm²)

Accelerazione sismica orizzontale (g):..... 0,0

Accelerazione sismica verticale (g):..... 0,0

Coefficiente beta.....: 0,0

LEGENDA:

 Inerti

Scala orizzontale 1:200

Scala verticale 1:200

