



## **AUTORITA' PORTUALE DI CIVITAVECCHIA, FIUMICINO E GAETA**

### **PORTO DI FIUMICINO**

### **DRAGAGGIO DEI FONDALI DEL PORTO CANALE E DELLA DARSENA DI FIUMICINO E VASCA DI CONTENIMENTO**

#### **PROGETTO ESECUTIVO**

### **CALCOLO DELLE STRUTTURE E DEGLI IMPIANTI**

#### **INDICE**

1. PREMESSE .....	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
3. VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO.....	5
3.1. Vita nominale.....	5
3.2. Classe d'uso .....	5
3.3. Periodo di riferimento .....	5
4. AZIONE SISMICA .....	6
4.1. Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche.....	8
4.2. Verifiche agli stati limiti .....	8
5. VERIFICHE DI STABILITA' .....	10
5.1. Definizione delle condizioni meteomarine di progetto.....	12
5.2. Contenimento dello spostamento dei massi della mantellata per effetto delle onde .....	13
5.3. Contenimento della perdita di massi dello strato sottostante la mantellata e del materiale fino del nucleo (filtro).....	15

5.4.	Rottura o cedimento della fondazione .....	16
5.4.1.	<i>Caratteristiche stratigrafiche</i> .....	16
5.4.2.	<i>caratterizzazione stratigrafica di calcolo dei terreni</i> .....	18
5.4.3.	<i>Verifiche di stabilità d'insieme - SLU</i> .....	21
5.5.	Calcolo dei cedimenti - SLE .....	26
6.	FUNZIONALITA' DELL'OPERA .....	29
6.1.	Verifiche idrauliche.....	29
6.1.1.	<i>Passaggio dell'acqua dalla vasca di contenimento alla vaschetta di sedimentazione ed al bacino di sedimentazione</i> .....	31
7.	Appendice: Tabulati di Output del Programma "STABL" .....	32
7.1.	Paramento esterno – condizione sismica .....	33
7.2.	Paramento interno – condizione sismica.....	40
7.3.	Paramento esterno – condizione non sismica .....	51
7.4.	Paramento interno – fase di riempimento .....	57

## 1. PREMESSE

Nella presente relazione sono riportati tutti i calcoli statici e le verifiche relative alle opere previste per la realizzazione della vasca di contenimento dei materiali di risulta dei dragaggi dei fondali del porto canale di Fiumicino da realizzare nello specchio acqueo prospiciente il molo guardiano nord.

In particolare nei paragrafi seguenti dopo le verifiche di stabilità dei massi costituenti le mantellate di protezione dell'opera di difesa/delimitazione della vasca di sedimentazione e del bacino di sedimentazione, sono riportate le verifiche geotecniche delle opere a mare (verifiche di stabilità di insieme e calcolo dei cedimenti) e le verifiche idrauliche del sistema previsto per la sedimentazione dei materiali sversati nella vasca e per lo sfioro e lo scarico delle portate liquide in eccesso.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il progetto e la verifica delle strutture è stato effettuato in conformità alla vigente normativa italiana ed in particolare con riferimento a:

Legge 5 Novembre 1971 n.1086	Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica
DM 14 gennaio 2008	Nuove norme tecniche per le costruzioni
Consiglio Superiore dei LL.PP. Servizio Tecnico Centrale, 1996	Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe marittime
Legge 2 Febbraio 1974 n.64	Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 20/03/2003	Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica
Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3316	Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003

### 3. VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

#### 3.1. Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.I delle NTC; nel caso in oggetto è assunta pari a:

$V_n = 50$  anni - Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale

In fase costruttiva le verifiche sismiche non vengono effettuate in quanto il tempo di realizzazione è inferiore a 2 anni.

#### 3.2. Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso la NTC definiscono 4 classi d'uso; si assume:

Classe III - Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

#### 3.3. Periodo di riferimento

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$ :  $V_R = V_N \times C_U$ , con  $C_U$ , definito, al variare della classe d'uso:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0.7	1.0	1.5	2.0

Ne deriva che il periodo di riferimento  $V_R = 50 \times 1.5 = 75$  anni.

#### 4. AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche di progetto, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione.

La pericolosità sismica è definita in termini di:

- $a_g$  - accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  - 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.

Tali valori, oltre essere funzione del sito di costruzione, dipendono dalla probabilità di eccedenza  $PV_R$  nel periodo  $V_R$ .

In particolare, durante gli eventi sismici, devono essere considerati i seguenti stati limiti, con le relative probabilità di superamento  $PV_r$ :

- Stato Limite di Operatività (SLO) –  $PV_R = 81\%$
- Stato Limite di Danno (SLD) –  $PV_R = 63\%$
- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) –  $PV_R = 10\%$
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC) –  $PV_R = 5\%$

Il tempo di ritorno  $TR$  è dato dalla seguente relazione:  $Tr = -V_R/(\ln(1-PV_r))$ , da cui si ottiene per lo SLV il  $Tr = 712$  anni

La vasca di contenimento del porto di Fiumicino si trova in corrispondenza del nodo di griglia n°28953 (lat. 41.7785° - long. 12.2834° - Tabella 1 dell'allegato B delle NTC2008):

ID	$Tr$	$a_g$	$F_0$	$T_c$
28953	475	0.829	2.65	0.32
	975	1.012	2.69	0.33

I valori di progetto dei parametri di interesse relativi al periodo di ritorno  $T_R = 712$  anni si ricavano utilizzando la seguente relazione:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) / \log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)$$

nella quale:

- $p$  è il valore del parametro di interesse corrispondente al periodo di ritorno  $TR$  desiderato;
- $TR_1$  ,  $TR_2$  sono i periodi di ritorno più prossimi a  $TR$  per i quali si dispone dei valori  $p_1$  e  $p_2$  del generico parametro  $p$ .

Si ottiene quindi per il sito in esame e per un tempo di ritorno di 712 anni:

$$ag/g = 0.0931 - Fo = 2.673 - TC^* = 0.326$$

#### 4.1. Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

Il sottosuolo, in base al punto 3.2.2 delle NTC/2008 ricade all'interno della categoria "D" – *“Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  inferiori a 180 m/s (ovvero  $NSPT_{,30} < 15$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} < 70$  kPa nei terreni a grana fina.”*

La superficie del fondo marino risulta pressoché pianeggiante, pertanto dal punto di vista topografico la categoria di riferimento è "T1".

Ne consegue che il coefficiente S, che tiene conto della categoria del sottosuolo vale:

$$S = S_s \times S_t$$

Dove

$S_s = 2.40 - 1.50 \times F_o \times a_g/g = 2.03$  – si assume  $S_s = 1.80$  in quanto deve essere minore od uguale a 1.80 (tabella 3.2.V del DM 14/01/2008)

$S_t = 1.0$  – coefficiente topografico (tabella 3.2.VI del DM 14/01/2008)

Da cui si ottiene:

$$S = 1.80$$

#### 4.2. Verifiche agli stati limiti

In accordo con il DM 14/01/2008 (§6.8.2 e 6.8.3), le verifiche di sicurezza sono condotte verificando che non si raggiunga la condizione di stato limite ultimo con i valori di progetto delle azioni e dei parametri geotecnici, mentre per le verifiche in condizioni di esercizio si è verificato che i cedimenti dei manufatti, dovuti alla deformazione dei terreni di fondazione e dell'opera, siano compatibili con la sua funzionalità.

In particolare le verifiche di sicurezza (SLU:  $E_d \leq R_d$ ) (§6.8.2 D.M. 14/01/2008) sono state effettuate secondo l'approccio 1 considerando la combinazione 2 (A2+M2+R2) assumendo per le resistente lungo il piano di scorrimento (R2) il coefficiente parziale  $\gamma_R = 1.1$ .

Inoltre l'analisi delle condizioni di stabilità delle opere in condizioni sismiche allo stato limite ultimo è stata eseguita mediante il metodo pseudostatico (v. §7.11.3.5.2 D.M. 14/01/2008) assimilando l'azione sismica ad un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso  $W$  del volume di terreno potenzialmente instabile. Le componenti orizzontale e verticale di tale forza sono espresse dalle formule:

$$F_h = k_h \times W$$

$$F_v = k_v \times W$$

con  $k_h$  e  $k_v$  rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s \times a_{max}/g$$

$$k_v = \pm 0.5 \times k_h$$

dove:

$\beta_s = 0.20$  - coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito; tabella 7.11.I delle NTC2008, considerando che nel caso in esame  $a_g(g) = 0.0931$  è minore di 0.1 e la categoria del sottosuolo è D;

$a_{max}$  - accelerazione orizzontale massima attesa al sito

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$  - accelerazione di gravità

$$a_{max} = S \times a_g$$

con:

$S = 1.80$  - coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ ) che nel caso in esame è pari a 1.80 (v. paragrafo precedente),

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido che nel caso in esame (v. paragrafo 4) è pari a  $0.0931 \times g \text{ m/s}^2$

Sostituendo i valori numerici si ottiene:

$$k_h = 0.0335$$

$$k_v = \pm 0.0167$$

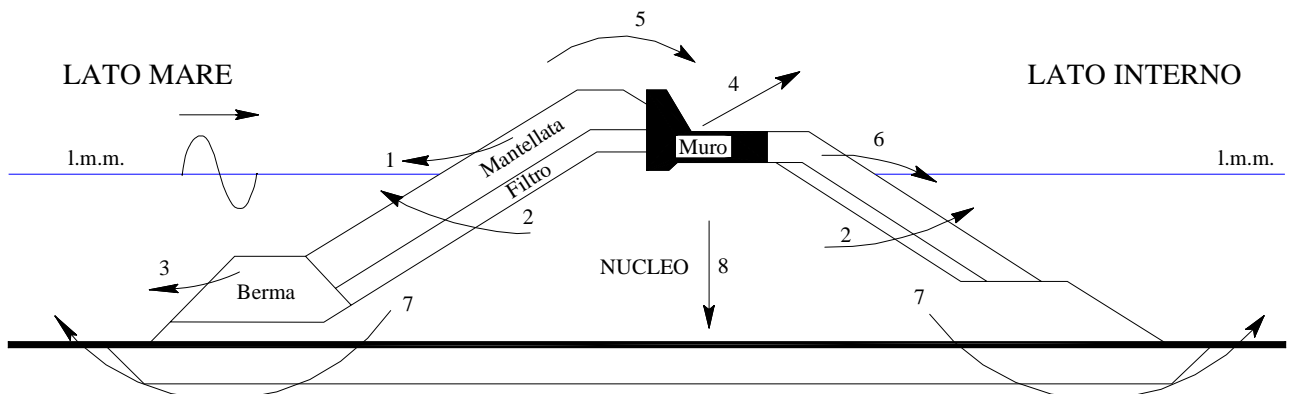
## 5. VERIFICHE DI STABILITA'

Per la delimitazione dell'area di colmata prevista per il contenimento dei materiali provenienti dai dragaggi dei fondali del porto canale di Fiumicino e del bacino di sedimentazione è prevista la realizzazione di due opere a gettata, senza muro paraonde e senza berma al piede, costituite da:

- un nucleo in tout-venant di cava, ossia materiale lapideo di pezzatura assortita con peso variabile tra 0 e 500 kg. Tale gradazione conferisce al nucleo il richiesto grado di impermeabilità, utilizzando il materiale più "povero" ottenuto dalla cava; per esigenze costruttive la pendenza dei paramenti è di 3/4. La quota di sommità del nucleo è funzione sia del metodo di costruzione utilizzato che del tipo di opera a gettata; nel nostro caso è fissata ad una quota opportuna (circa +1.05 m s.l.m. per la diga della vasca di contenimento e +0.60 m s.l.m. per la diga del bacino di sedimentazione) per permettere la movimentazione delle macchine operatrici anche in presenza di moto ondoso non eccessivo. La larghezza del nucleo (circa 8 m per la diga della vasca di contenimento e circa 7 m per la diga del bacino di sedimentazione) in sommità è dettata da esigenze costruttive oltre che idrauliche (riduzione delle permeazioni) e deve essere sufficiente per permettere il passaggio alternato della gru di posa in opera dei massi e degli automezzi di scarico del tout-venant del nucleo.
- Una mantellata esterna, costituita dai classici massi naturali che assicurano una struttura robusta ed una buona dissipazione dell'energia del moto ondoso; la messa in opera dei massi naturali dovrà essere effettuata alla rinfusa, nel senso che i massi saranno collocati in maniera disordinata ma tale da garantire comunque una porosità di circa il 35% . E' quindi sconsigliato l'uso di pezzature troppo assortite e posa troppo regolare che aumentano l'intasamento e la stabilità del rivestimento, ma riducono l'assorbimento per permeazione incrementando i sormonti. La mantellata lato mare è costituita da massi naturali del peso compreso tra 3 e 5 t circa per la diga della vasca di contenimento e del peso compreso tra 1 e 3 t per la diga del bacino di sedimentazione in entrambi i casi disposti con pendenza 1/2.
- Uno strato filtro, realizzato con massi naturali da 50-1000 kg, interposto tra il nucleo e la mantellata esterna al fine di impedire l'asportazione del materiale costituente il nucleo a causa del moto ondoso.

Le principali verifiche di stabilità da eseguire, in accordo con le “Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe marittime” redatto dal Consiglio Superiore del Ministero dei Lavori Pubblici (1996), sono:

1. contenimento dello spostamento dei massi della mantellata per effetto delle onde;
2. contenimento della perdita di massi dello strato sottostante la mantellata e del materiale fino del nucleo;
3. erosione della berma al piede della mantellata
4. stabilità del coronamento sotto l’impatto delle onde che risalgono il paramento;
5. sormonto dell’onda sul coronamento;
6. stabilità del paramento interno alle sollecitazioni indotte dalla tracimazione
7. rottura o cedimento della fondazione
8. contenimento delle deformazioni sotto carico della fondazione e della struttura.



Nel caso in esame le verifiche 3 e 4 non sono necessarie.

## 5.1. Definizione delle condizioni meteomarine di progetto

Per il dimensionamento strutturale della scogliera sono state definite le “forzanti” di progetto quali il moto ondoso incidente (onda di progetto) ed il contemporaneo massimo sovrалzo della superficie marina.

Per la definizione dell'altezza significativa dell'onda di progetto si è fatto riferimento ai risultati dello studio meteomarino cui si rimanda per i dettagli.

L'altezza d'onda significativa considerata nei calcoli, caratterizzata da un tempo di ritorno di 50 anni, è stata assunta pari a 5.90 m con un periodo di picco pari a circa 10 s.

Per tenere conto della concomitanza dei fenomeni di oscillazione del livello marino (marea astronomica, barica e di tempesta) durante la vita utile dell'opera si considera un sovrалzo massimo pari a 0,5 m.

Tenendo conto delle profondità al piede dell'opera (-3.75 m s.m. per la diga del bacino di sedimentazione e -4.25 m s.m. per la diga della vasca di contenimento) è stata calcolata la massima altezza d'onda significativa limitata dal fondale, considerando un tirante idrico comprensivo del sovrалzo di livello, utilizzando la seguente relazione (Kamphuis, 1992):

$$H_{Sb} = 0.56 \cdot d_b \cdot e^{3.5 \cdot m}$$

dove:

- $H_{Sb}$  è l'altezza d'onda significativa frangente;
- $d_b$  è la profondità del fondale al piede dell'opera comprensiva dei sovrалzi;
- $m$  è la pendenza media del fondale ( $h/b = 7.5/1000$ ).

Sostituendo i valori numerici si ottiene un'altezza d'onda frangente a ridosso dell'opera pari a:

diga bacino di sedimentazione:  $H_{Sb} = 2.4$  m

diga vasca di contenimento:  $H_{Sb} = 2.7$  m

Nei calcoli che seguono si è quindi tenuto conto del fatto che l'onda di progetto incide l'opera in condizioni di frangimento.

## 5.2. Contenimento dello spostamento dei massi della mantellata per effetto delle onde

Per il predimensionamento dei massi naturali della mantellata esterna delle opere di difesa/delimitazione della vasca di contenimento e del bacino di sedimentazione si è utilizzata la collaudata formula di Hudson:

$$W_{50} = \frac{\gamma_m \times H_s^3}{\left(\frac{\gamma_m}{\gamma_w} - 1\right)^3 \times k_d \times \cot g \alpha}$$

dove :

$H_s$  = altezza d'onda significativa = 2,4 m (bacino di sedimentazione) 2.7 m (vasca)

$W_{50}$  = peso medio teorico dei singoli massi (t)

$\gamma_m$  = 2.60 t/m<sup>3</sup> - peso specifico dei massi

$\gamma_w$  = 1,03 t/m<sup>3</sup> - peso specifico dell'acqua marina

$k_d$  = coefficiente di stabilità dipendente da numerosi parametri quali il tipo di masso, la pendenza, il tipo di onda, il numero di strati, la percentuale di danneggiamento assunta < 5%; per onde frangenti e con massi naturali disposti in doppio strato il  $k_d$  è uguale a 2.0 per le sezioni correnti

$\alpha$  = pendenza della scarpata sull'orizzontale -  $\tan \alpha = 1/2$

Sostituendo i valori numerici si ottiene per la sezione corrente in massi naturali con pendenza paramento 1:2:

diga bacino di sedimentazione:  $W_{50} = 2.5$  t

diga vasca di contenimento:  $W_{50} = 3.6$  t

### Spessore mantellata

Per determinare lo spessore della mantellata si è utilizzata la seguente espressione:

$$S = n \times k \times (W_{50} / \gamma_m)^{1/3}$$

dove:

- $n = 2$  - numero degli strati
- $k = 1.05$  - coefficiente di strato
- $\gamma_m = 2.6 \text{ t/m}^3$  - peso specifico dei massi naturali
- $W_{50} = 2 \text{ t}$  - peso medio dei massi naturali (diga del bacino di sedimentazione)
- $W_{50} = 4 \text{ t}$  - peso medio dei massi naturali (diga della vasca di contenimento)

Sostituendo i valori numerici si ottiene:

diga bacino di sedimentazione:      massi da 1-3 t:  $S = 1.9 \text{ m}$

diga vasca di contenimento:          massi da 3-5 t:  $S = 2.4 \text{ m}$

### 5.3. Contenimento della perdita di massi dello strato sottostante la mantellata e del materiale fino del nucleo (filtro)

Sopra il nucleo e al di sotto della mantellata delle scogliere tradizionali è necessario, per evitare il sifonamento del nucleo, interporre almeno uno strato filtro costituito da massi naturali di peso medio variabile tra 1/5 e 1/10 del peso dei massi sovrastanti; nel nostro caso i massi naturali appartengono alla classe 50 – 1000 kg.

Per determinare la dimensione (spessore) del filtro si è utilizzata la seguente espressione

$$S = n \times k \times (W_{50} / \gamma_m)^{1/3}$$

dove:

- $n = 2$  - numero degli strati
- $k = 1.03$  - coefficiente di strato
- $\gamma_m = 2.6 \text{ t/m}^3$  - peso specifico della roccia
- $W_{50} = 0.525 \text{ t}$  - peso medio dei massi naturali

Sostituendo i valori numerici si ottiene:

$$S = 1.20 \text{ m}$$

## 5.4. Rottura o cedimento della fondazione

### 5.4.1. Caratteristiche stratigrafiche

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni ci si è avvalsi dei risultati ottenuti nel corso della campagna di indagini a mare eseguita nel giugno 2004 dalle Geoter nelle aree interessate dalle opere in oggetto (sondaggi geognostici + prove penetrometriche + prove di laboratorio).

In particolare l'indagine è consistita in n°9 sondaggi a mare a carotaggio continuo, dei quali 6 posizionati lungo l'asse dell'opera a scogliera e n°3 all'interno della vasca, spinti a varie profondità dal fondale marino, fino ad un massimo di 20 m.

Nel corso della perforazione dei sondaggi sono state eseguite prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T. a fondo foro e sono stati prelevati campioni indisturbati rappresentativi delle formazioni coesive incontrate, che sono stati poi sottoposti a prove geotecniche di laboratorio (prove di identificazione, resistenza al taglio, prove edometriche).

Per maggiori dettagli si rimanda all'apposito elaborato (Elab. R5 Relazione Geologica e Geotecnica) allegato al progetto.

La campagna di indagini svolta ha messo in evidenza l'esistenza di due principali coltri sabbiose delle quali quella superficiale è caratterizzata da sedimenti sabbiosi di recente accumulo di granulometria da media a grossa, di colore grigio verdastro, con grado di addensamento da sciolto a mediamente addensato ( $N_{SPT}$  da 9 a 20); mentre quella più profonda è costituita da sabbia fina debolmente limosa di colore grigio verdastro mediamente addensata ( $N_{SPT}$  da 21 a 30).

Al disotto delle due formazioni sabbiose è stata rilevata la presenza di una formazione di argille con limo debolmente sabbiosa di colore grigio scuro di consistenza da soffice a plastica ( $N_{SPT}$  da 2 a 3). All'interno di questa formazione sono stati prelevati n°7 campioni indisturbati che sono stati sottoposti a prove di caratterizzazione.

In tutti i sondaggi effettuati non è stato intercettato il letto della formazione argillosa e quindi non è stato possibile stimarne lo spessore.

Ai fini delle verifiche geotecniche dell'opera (verifica di stabilità di insieme e calcolo dei cedimenti), visti i risultati dei sondaggi e delle prove eseguite sia in laboratorio che in situ, si sono assunte le seguenti caratteristiche geotecniche :

a) Primo strato: sabbia media e grossa da sciolta a mediamente addensata (Sm):

- peso di volume materiale saturo:  $\gamma_s = 17.5 \text{ kN/m}^3$
- angolo di attrito interno:  $\phi' = 32^\circ$
- coesione:  $c' = 0 \text{ kN/m}^2$
- modulo edometrico:  $E' = 4.0 \text{ MPa}$

b) secondo strato: sabbia fine debolmente limosa mediamente addensata (Sf):

- peso di volume materiale saturo:  $\gamma_s = 18.0 \text{ kN/m}^3$
- angolo di attrito interno:  $\phi' = 37^\circ$
- coesione:  $c' = 0 \text{ kN/m}^2$
- modulo edometrico:  $E' = 8.0 \text{ Mpa}$

c) terzo strato: argilla limosa talora sabbiosa da soffice a debolmente consistente (Al)

- peso di volume materiale saturo:  $\gamma_s = 10.0 \text{ kN/m}^3$
- angolo di attrito interno:  $\phi' = 0^\circ$
- coesione:  $c' = 15.0 \text{ kN/m}^2$
- modulo edometrico (100-200 kPa):  $E' = 2.0 \text{ Mpa}$
- modulo edometrico (200-400 kPa):  $E' = 4.0 \text{ Mpa}$

Per quanto riguarda la formazione argillosa comprimibile in occasione della campagna di indagini geologiche-geotecniche eseguita nello specchio acqueo prospiciente le opere in oggetto ai fini della redazione del nuovo P.R.P. del porto di Fiumicino, sono state eseguite delle prove penetrometriche dinamiche continue le quali hanno evidenziato che le caratteristiche meccaniche della formazione, sia in termini di resistenza che di compressibilità, sono molto cattive nei primi 3-5 m ma procedendo verso il basso migliorano sensibilmente. Anche in occasione di tale campagna di indagini, i cui sondaggi sono stati estesi fino alla profondità di 25 m dal fondale marino, la base della formazione argillosa non è stata intercettata. Nel caso in esame, sia nelle verifiche di stabilità che nel calcolo dei cedimenti, si è cautelativamente trascurato il miglioramento delle caratteristiche della formazione argillosa con la profondità e si è fatto riferimento ai

valori minimi dei parametri di resistenza e deformabilità misurati nel corso delle prove di laboratorio.

Le verifiche di seguito riportate sono state cautelativamente eseguite facendo riferimento alla sezione posta in corrispondenza delle maggiori profondità (-3.75 m s.m. per la diga del bacino di sedimentazione e -4.25 m s.m. per la diga della vasca di contenimento) secondo la seguente schematizzazione:

- profondità fondale piede dell'opera: -4.00 m s.l.m
- primo strato: terreno tipo A – potenza strato 5.50 m
- secondo strato: terreno tipo B – potenza strato 3.50 m
- terzo strato: terreno tipo C

Per maggiori dettagli si rimanda all'apposito elaborato allegato al presente progetto (v. "Relazione Geologica e Geotecnica").

#### **5.4.2. caratterizzazione stratigrafica di calcolo dei terreni**

Le caratteristiche geologiche e geotecniche del terreno a cui si è fatto riferimento nelle verifiche di sicurezza geotecniche ai stati limite ultimi delle opere (§ 6.8.2 del D.M. 14.01.2008) sono le seguenti:

- da quota fondale a quota -9.50 m s.l.m. sabbia media e grossa da sciolta a mediamente addensata (Sm):
  - $\varphi_k = 32^\circ$  - Angolo di attrito interno caratteristico
  - $\varphi_d = 26.56^\circ$  - Angolo di attrito interno di calcolo – M2 ( $\gamma_\phi = 1.25$ )
  - $c_k = 0.00 \text{ kN /m}^2$  – Coesione caratteristica
  - $\gamma'_k = 8.0 \text{ kN /m}^3$  – Peso specifico immerso
  - $\gamma_d = 18.0 \text{ kN /m}^3$  – Peso specifico saturo
  - $E' = 4.0 \text{ MPa}$  – Modulo edometrico
- da quota -9.50 m s.l.m. a quota -13.00 m s.l.m. sabbia fine debolmente limosa mediamente addensata (Sf):
  - $\varphi_k = 37^\circ$  - Angolo di attrito interno caratteristico
  - $\varphi_d = 31.08^\circ$  - Angolo di attrito interno di calcolo – M2 ( $\gamma_\phi = 1.25$ )

$c_k = 0.00 \text{ kN /m}^2$  – Coesione caratteristica

$\gamma_k' = 8.0 \text{ kN /m}^3$  – Peso specifico immerso

$\gamma_d = 18.0 \text{ kN /m}^3$  – Peso specifico saturo

$E' = 8.0 \text{ MPa}$  – Modulo edometrico

- al disotto di quota -13.00 m s.l.m. sabbia argilla limosa talora sabbiosa da soffice a debolmente consistente (AI)

$\varphi_k = 0^\circ$  - Angolo di attrito interno caratteristico

$c_k = 15.0 \text{ kN /m}^2$  – Coesione caratteristica

$c_k = 12.0 \text{ kN /m}^2$  – Coesione di calcolo – M2 ( $\gamma_c = 1.25$ )

$\gamma_k' = 10.0 \text{ kN /m}^3$  – Peso specifico immerso

$\gamma_d = 20.0 \text{ kN /m}^3$  – Peso specifico saturo

$E' = 2.0 \text{ MPa}$  – Modulo edometrico (100-200 kPa)

$E' = 4.0 \text{ MPa}$  – Modulo edometrico (200-400 kPa)

Relativamente ai parametri di resistenza al taglio del materiale di riempimento si è tenuto debitamente conto della natura del materiale che caratterizza i fondali del porto canale di Fiumicino (limi e sabbie).

Al materiale di riempimento della vasca (fanghi di dragaggio) ed al corpo diga sono stati attribuiti i seguenti parametri di resistenza:

- Terrapieno (fanghi di dragaggio)

$\varphi_k = 20^\circ$  - Angolo di attrito interno caratteristico

$\varphi_d = 16.23^\circ$  - Angolo di attrito interno di calcolo – M2 ( $\gamma_\phi = 1.25$ )

$c_k = 0.00 \text{ kN /m}^2$  – Coesione caratteristica

$\gamma_k' = 6.0 \text{ kN /m}^3$  – Peso specifico immerso

$\gamma_d = 16.0 \text{ kN /m}^3$  – Peso specifico saturo

$\gamma_d = 14.0 \text{ kN /m}^3$  – Peso specifico secco

- Corpo diga (tout-venant e massi naturali)

$\varphi_k = 45^\circ$  - Angolo di attrito interno caratteristico

$\varphi_d = 38.65^\circ$  - Angolo di attrito interno di calcolo – M2 ( $\gamma_\phi = 1.25$ )

$c_k = 0.00$  kN/m<sup>2</sup> – Coesione caratteristica

$\gamma_k' = 10.0$  kN/m<sup>3</sup> – Peso specifico immerso

$\gamma_d = 20.0$  kN/m<sup>3</sup> – Peso specifico saturo

$\gamma_d = 18.0$  kN /m<sup>3</sup> – Peso specifico secco

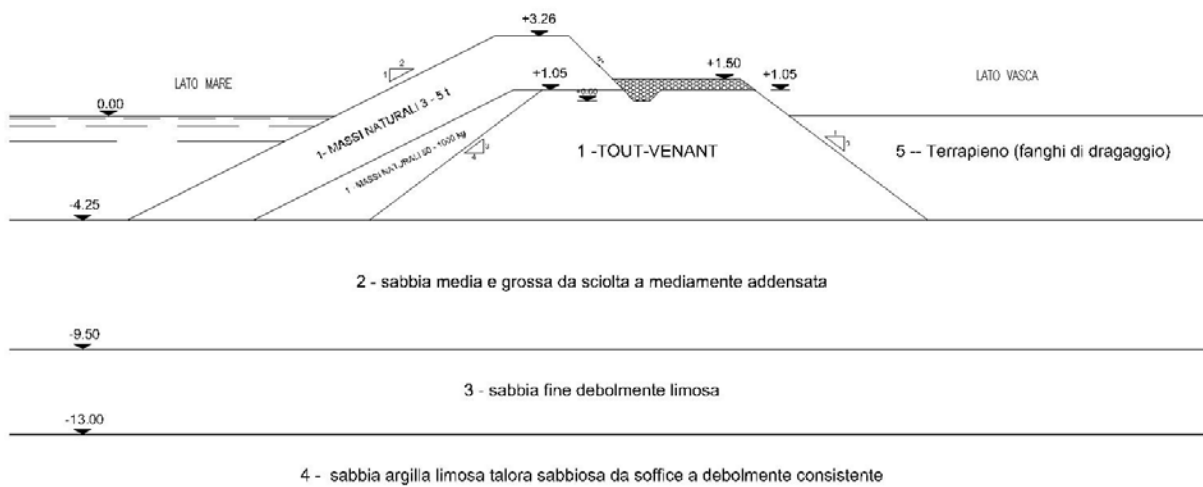


Fig.1 –caratterizzazione stratigrafica di calcolo dei terreni

### 5.4.3. Verifiche di stabilità d'insieme - SLU

Nelle verifiche di seguito riportate è stata esaminata la stabilità dell'opere a gettata di difesa/delimitazione della vasca di contenimento nei confronti di possibili scivolamenti generali secondo superfici di scorrimento circolari.

L'analisi delle superfici di scorrimento è stata condotta secondo i metodi dell'equilibrio limite globale (o "metodi delle strisce"), analizzando la stabilità di un masso di terreno come un blocco rigido in condizioni di incipiente rottura su una potenziale superficie di scivolamento. Le verifiche di stabilità sono riportate ad un problema piano, in tal modo, trascurando gli effetti ai contorni della superficie di rottura, la soluzione porta a valori del coefficiente di sicurezza più bassi di quelli reali. Il terreno viene suddiviso in strisce di terreno verticali e viene determinata la distribuzione delle forze agenti su ogni singola striscia. Le verifiche sono condotte con il metodo di Bishop modificato, che ipotizza superfici di scorrimento circolari. Quindi, se si considera la massa interessata dallo scivolamento suddivisa in n conci, il fattore di sicurezza può essere espresso in termini di momenti generati dalle forze agenti sui singoli conci rispetto al centro della circonferenza stessa:

$$FS = \frac{M_S}{M_R}$$

in cui  $M_R$  è il momento delle forze ribaltanti pari a

$$M_R = r \cdot \sum_{i=1}^n W_i \cdot \sin \alpha_i$$

$M_S$  è il momento stabilizzante dato da

$$M_S = r \cdot \sum_{i=1}^n (c + \sigma_i \cdot \tan \phi_i) \cdot \Delta l_i$$

dove  $r$  rappresenta il raggio dell'arco di circonferenza considerato. Nel metodo di Bishop si assume che le azioni agenti all'interfaccia dei conci abbiano risultante orizzontale, per cui, se si esprime  $T_i$  come un'aliquota della resistenza al taglio tramite il fattore di sicurezza  $FS$  (assunto uguale a quello dell'equazione generale), e si ricava  $N_i$  dall'equilibrio alla traslazione verticale:

$$N_i = \frac{W_i - u_i \cdot \Delta x_i - (1/FS) \cdot c \cdot \Delta x_i \cdot \tan \alpha_i}{\cos \alpha_i \cdot [1 + (\tan \alpha_i \cdot \tan \phi_i) / FS]}$$

si ottiene:

$$FS = \frac{\sum_{i=1}^n [c \cdot \Delta x_i + (W_i - u_i \cdot \Delta x_i) \cdot \tan \alpha_i] \cdot [1/M_i(\alpha)]}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot \sin \alpha_i}$$

con

$$M_i(\alpha) = \cos \alpha_i \cdot \left( 1 + \frac{\tan \alpha_i \cdot \tan \phi_i}{FS_i} \right)$$

Per la determinazione di FS è richiesta una procedura per successive approssimazioni: si fissa dapprima un valore di tentativo di FS, calcolato secondo il metodo di Fellenius, e si ricava un successivo valore da introdurre nelle sommatorie, fino a raggiungere attraverso iterazioni un grado di approssimazione pari a 0.001.

La valutazione dei fattori di sicurezza alla stabilità d'insieme dell'opera considerata è stata condotta utilizzando il programma di calcolo automatico "STABL".

Le verifiche di stabilità sono state eseguite facendo riferimento alle fasi iniziali e finali di "riempimento" della vasca con i materiali di risulta dei dragaggi.

Nella fase iniziale di riempimento si è ipotizzato che il riempimento a tergo del molo non sia iniziato e che il livello di falda dietro la diga coincida con il livello marino. In queste condizioni sono state seguite le verifiche della scarpata esterna e della scarpata interna della sezione corrente della diga della vasca di contenimento.

Relativamente alle fasi finali di riempimento della vasca (quota di riempimento pari a 0.00 m s.m.) sono state eseguite le verifiche di stabilità sia della scarpata esterna che della scarpata interna della sezione tipo della diga a scogliera in condizioni sismiche.

Le verifiche di stabilità svolte hanno riguardato la sezione trasversale della diga posta alle maggiori profondità, alla quale corrispondono le condizioni di stabilità più gravose. Non si è ritenuto necessario effettuare le verifiche di stabilità relative alla diga del bacino di sedimentazione e agli argini interni in quanto il fondale di posa è minore di quello delle sezioni della diga della vasca di contenimento e le pendenze delle scarpate sono uguali a quelle della diga della vasca di contenimento.

La stabilità dell'opera è stata verificata analizzando sia superfici passanti all'interno delle dighe a scogliera sia superfici passanti al disotto e che quindi interessano soltanto il materiale di riempimento ed il terreno naturale.

Dall'esame dei tabulati di output (v. appendice) si ricava che per le condizioni prese in esame la stabilità dell'opera è assicurata con ampi margini di sicurezza. Infatti i coefficienti di stabilità dell'opera, riportati nella tabella seguente, calcolati in condizioni iniziali e di esercizio, anche in condizioni sismiche, risultano sempre superiori al limite 1.10 prescritto dalla normativa vigente in materia per rilevati di materiale sciolto (D.M. 14.01.2008, § 6.8.2). (Figure 2, 3, 4 e 5)

	Condizioni sismiche		Fasi di lavoro/riempimento	
	Paramento lato mare	Paramento lato terra	Paramento lato mare	Paramento lato terra
Diga vasca di colmata	1.106	1.88	1.25	1.29

Preme sottolineare che nelle verifiche non si è tenuto in alcun modo conto del miglioramento delle caratteristiche del terreno di fondazione dovuto al fenomeno di consolidamento indotto dalla presenza del rilevato della diga a scogliera.

DIGA A SCOGLIERA VASCA DI CONTENIMENTO

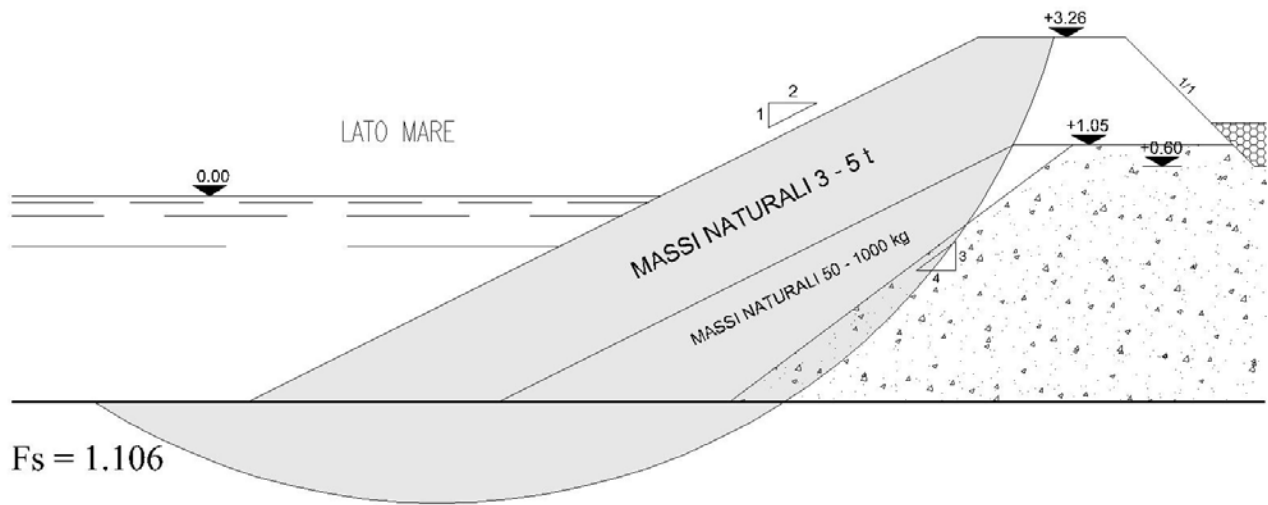


Fig. 2 – Superficie di scorrimento – paramento lato mare – cond. Sismica –  $F_s = 1.106$

DIGA A SCOGLIERA- LATO INTERNO

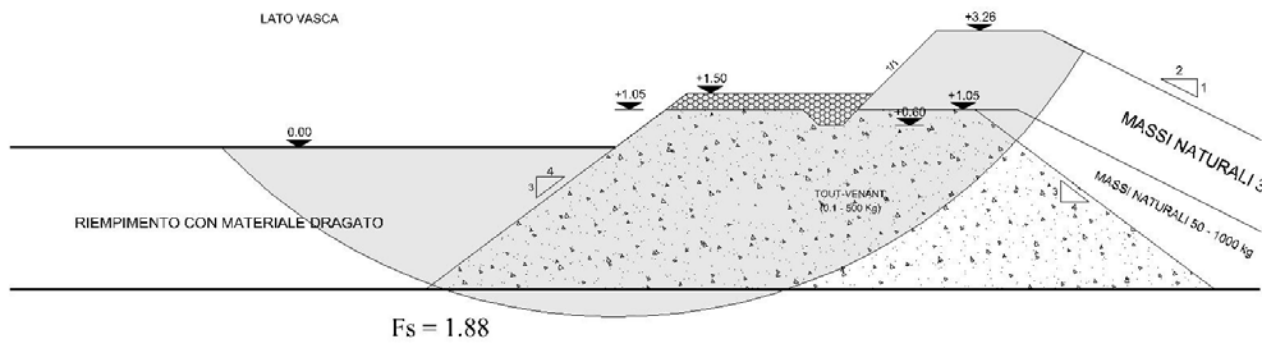


Fig. 3 – Superficie di scorrimento – lato vasca – cond. sismiche –  $F_s = 1.88$

DIGA A SCOGLIERA VASCA DI CONTENIMENTO

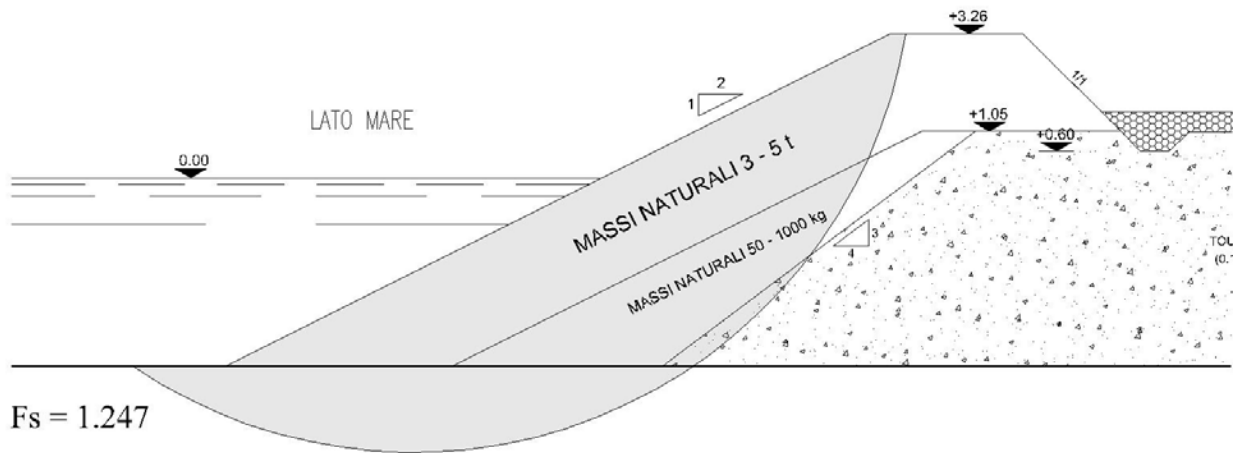


Fig. 4 – Superficie di scorrimento –lato esterno – cond. riempimento –  $F_s = 1.247$

DIGA A SCOGLIERA- LATO INTERNO

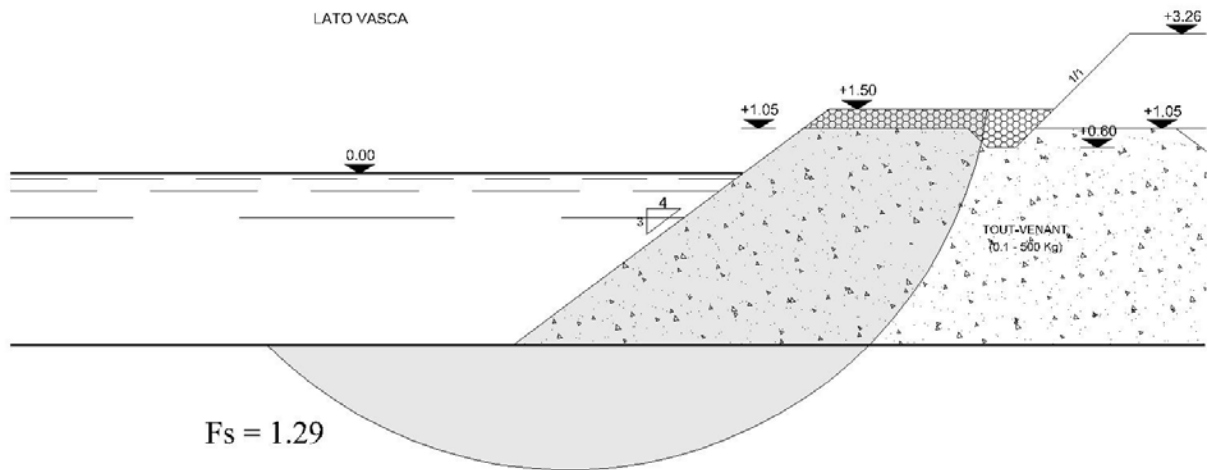


Fig. 5 – Superficie di scorrimento –lato vasca – cond. riempimento –  $F_s = 1.292$

## 5.5. Calcolo dei cedimenti - SLE

Il calcolo della deformazione del terreno di fondazione dell'opera di *conterminazione* (diga a scogliera) della vasca indotta dalla variazione del suo stato tensionale provocato dalla presenza delle opere stesse è stato eseguito utilizzando il metodo di Terzaghi e della compressibilità edometrica.

Il rilevato della diga è stato assimilato ad una fondazione nastriforme priva di resistenza flessionale approssimando il rilevato ad un'area rettangolare equivalente di larghezza  $b'$ .

Le tensioni verticali sono state quindi calcolate nell'ipotesi di diagramma delle pressioni di contatto uniforme e di distribuzione uniforme su piani orizzontali del carico nel sottosuolo ( $\vartheta_0 = 45^\circ$ ).

Come parametro di compressibilità è stato assunto il *modulo di compressibilità*  $m_v$  ( $1/E_{ed}$ ) i cui valori sono riportati nel paragrafo 4.5.1.

Il calcolo delle deformazioni (cedimenti) è stato eseguito relativamente alla sezione della diga posta in corrispondenza delle maggiori profondità (-4.00 m s.m.), alla quale corrispondono le condizioni di carico più gravose, scomponendo i vari strati di terreno in  $n$  strati.

Per il calcolo del cedimento finale è stata utilizzata la seguente relazione:

$$w_f = \sum_1^n H_i * m_{v_i} * \Delta \sigma_{z_i}$$

nella quale:

- $H_i$  è lo spessore dello strato  $i$  di calcolo;
- $m_{v_i}$  è il modulo di compressibilità dello strato  $i$
- $\Delta \sigma_{z_i}$  è l'incremento medio della tensione verticale in corrispondenza dello strato  $i$ .

Il calcolo dei cedimenti è stato interrotto a quota -36.00 m s.m. in quanto già a quella quota l'incremento della tensione verticale nel terreno non induce cedimenti significativi. Si ricorda in proposito che nel calcolo dell'entità dei cedimenti non si è cautelativamente tenuto conto del miglioramento delle caratteristiche delle argille con la profondità evidenziato dalle prove penetrometriche continue eseguite nel corso della campagna di indagini relativa al nuovo P.R.P. del porto di Fiumicino.

Dai risultati dei calcoli eseguiti si ricava che il cedimento totale è pari a circa 0,377 m, pertanto si può assumere in sicurezza un cedimento massimo di 0.40 m.

Per quanto riguarda il decorso dei cedimenti, vista la natura delle formazioni che si incontrano al disotto delle opere di contenimento della vasca e considerate le modalità esecutive che garantiscono una progressiva applicazione del carico sul terreno di fondazione dell'opera, grazie anche all'azione del sovraccarico rappresentato dal passaggio dei mezzi d'opera sul rilevato durante le fasi di costruzione, si può affermare che il cedimento degli strati sabbiosi (0.16 m) e buona parte del cedimento dello strato argilloso si esaurirà durante il periodo previsto per l'esecuzione dei lavori (diga + riempimento vasca= 7 mesi).

PORTO DI FIUMICINO  
VASCA DI CONTENIMENTO  
CALCOLO DEI CEDIMENTI

Litotipo	z m	dz m	gamma(i) kN/m <sup>3</sup>	Sigma(v) kN/m <sup>2</sup>	mvi m <sup>2</sup> /kN	p kN/m <sup>2</sup>	b m	fi rad	Delta(p) kN/m <sup>2</sup>	cedimento (m)	cedimento tot. (m)
Sm	-4.50	1	7.0	3.50	0.000250	76.0	23	0.785398	69.92	0.0175	
Sm	-5.50	1	7.0	10.50	0.000250	75.0	23	0.785398	63.89	0.0160	
Sm	-6.50	1	7.0	17.50	0.000250	75.0	23	0.785398	59.48	0.0149	
Sm	-7.50	1	7.0	24.50	0.000250	75.0	23	0.785398	55.65	0.0139	
Sm	-8.50	1	7.0	31.50	0.000250	75.0	23	0.785398	52.27	0.0131	
Sm	-9.50	1	7.0	38.50	0.000250	75.0	23	0.785398	49.29	0.0123	
Sm	-10.50	1	7.0	45.50	0.000250	75.0	23	0.785398	46.62	0.0117	<b>0.099</b>
Sf	-11.50	1	8.0	53.50	0.000125	75.0	23	0.785398	44.23	0.0055	
Sf	-12.50	1	8.0	61.50	0.000125	75.0	23	0.785398	42.07	0.0053	
Sf	-13.50	1	8.0	69.50	0.000125	75.0	23	0.785398	40.12	0.0050	<b>0.016</b>
Al	-14.50	1	8.0	77.50	0.000500	75.0	23	0.785398	38.33	0.0192	
Al	-15.50	1	8.0	85.50	0.000500	75.0	23	0.785398	36.70	0.0184	
Al	-16.50	1	8.0	93.50	0.000500	75.0	23	0.785398	35.20	0.0176	
Al	-17.50	1	8.0	101.50	0.000500	75.0	23	0.785398	33.82	0.0169	
Al	-18.50	1	8.0	109.50	0.000500	75.0	23	0.785398	32.55	0.0163	
Al	-19.50	1	8.0	117.50	0.000500	75.0	23	0.785398	31.36	0.0157	
Al	-20.50	1	8.0	125.50	0.000500	75.0	23	0.785398	30.26	0.0151	
Al	-21.50	1	8.0	133.50	0.000500	75.0	23	0.785398	29.24	0.0146	
Al	-22.50	1	8.0	141.50	0.000500	75.0	23	0.785398	28.28	0.0141	
Al	-23.50	1	8.0	149.50	0.000500	75.0	23	0.785398	27.38	0.0137	
Al	-24.50	1	8.0	157.50	0.000500	75.0	23	0.785398	26.54	0.0133	
Al	-25.50	1	8.0	165.50	0.000500	75.0	23	0.785398	25.75	0.0129	
Al	-26.50	1	8.0	173.50	0.000500	75.0	23	0.785398	25.00	0.0125	
Al	-27.50	1	8.0	181.50	0.000500	75.0	23	0.785398	24.30	0.0121	
Al	-28.50	1	8.0	189.50	0.000500	75.0	23	0.785398	23.63	0.0118	
Al	-29.50	1	8.0	197.50	0.000500	75.0	23	0.785398	23.00	0.0115	
Al	-30.50	1	8.0	205.50	0.000250	75.0	23	0.785398	22.40	0.0056	
Al	-31.50	1	8.0	213.50	0.000250	75.0	23	0.785398	21.84	0.0055	
Al	-32.50	1	8.0	221.50	0.000250	75.0	23	0.785398	21.30	0.0053	
Al	-33.50	1	8.0	229.50	0.000250	75.0	23	0.785398	20.78	0.0052	
Al	-34.50	1	8.0	237.50	0.000250	75.0	23	0.785398	20.29	0.0051	
Al	-35.50	1	8.0	245.50	0.000250	75.0	23	0.785398	19.83	0.0050	<b>0.262</b>
<b>TOTALE</b>											<b>0.377</b>

## 6. FUNZIONALITA' DELL'OPERA

### 6.1. Verifiche idrauliche

Per il contenimento del materiale dragato proveniente dai dragaggi dell'imboccatura, del canale e della darsena del porto di Fiumicino è prevista la realizzazione una vasca di colmata in grado di accogliere un volume complessivo di materiale da dragare (circa 105.000 m<sup>3</sup>). La vasca è delimitata lato mare da una opera a scogliera lunga circa 450 m conformata in modo da realizzare una vasca chiusa di superficie pari a circa 25.000 m<sup>2</sup>, e, al suo fianco, è prevista la realizzazione di un argine a scogliera che chiude l'insenatura compresa tra la vasca ed il molo guardiano sud del porto canale di Fiumicino realizzando un bacino chiuso di superficie pari a circa 32.400 m<sup>2</sup> all'interno del quale si completerà la sedimentazione del trasporto solido delle acque di esubero che escono dalla vasca di contenimento durante le fasi di riempimento con i materiali di risulta dei dragaggi.

La profondità media all'interno della vasca è pari a circa -3.00 m s.l.m., pertanto la quota media della colmata al loro interno prodotta dall'immissione del volume di materiale da dragare (circa 105.000 m<sup>3</sup>), sarà pari a circa +1.20 m s.m., inferiore alla quota (+1.50 m s.m.) alla quale perviene il pacchetto (geotessuto+geomembrana+geotessuto) previsto per l'impermeabilizzazione della struttura di conterminazione della vasca.

Inoltre a tergo dell'opera di difesa parallela esistente, che protegge il terrapieno dove sono collocati i serbatoi di stoccaggio dei prodotti petroliferi (depositi costieri), è stata prevista la realizzazione di una vasca di sedimentazione (superficie circa 1.500 m<sup>2</sup>) mediante la costruzione di un argine in tout-venant che collega l'estremità nord della scogliera con la linea di costa. L'argine (sviluppo circa 20 m), che superiormente perviene fino a quota +0.70 m s.m. e che verrà rivestito con lo stesso pacchetto impermeabile della diga a scogliera, costituirà il manufatto di sfioro attraverso il quale, durante le fasi di riempimento dei sottobacini, i volumi di acqua in esubero usciranno dalla vasca ed entreranno nel bacino di sedimentazione dove le acque in esubero verranno completamente chiarificate prima di essere restituite a mare attraverso un argine (lunghezza 80 m e quota di sfioro +0.50 m s.m.) posto in corrispondenza dell'estremità meridionale del bacino.

Nelle vasche, una volta terminata la costruzione e l'impermeabilizzazione della diga a scogliera, verrà immesso il materiale proveniente dai dragaggi.

I dragaggi l'immissione del materiale dragato nelle vasche verrà realizzata mediante una draga idraulica del tipo aspirante refluyente che immetterà nella vasca una miscela di acqua e materiale sciolto il cui rapporto solitamente varia tra 4/1 e 6/1 a seconda della tipologia/granulometria del materiale da dragare.

Durante le fasi di riempimento dalla vasca dovrà uscire un volume d'acqua pari al volume di miscela che viene immesso al suo interno. Nelle verifiche idrauliche di funzionalità della vasca si è considerata cautelativamente una produzione media oraria della draga che effettua l'immissione pari a  $1.258 \text{ m}^3/\text{ora} = 0.35 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Da l punto di vista idraulico il funzionamento è il seguente

1. i materiali di risulta dei dragaggi vengono immessi nella vasca;
2. il livello dell'acqua nella prima vasca raggiunge quota +1.00 m; inizia la tracimazione dell'acqua nella vaschetta secondaria compresa tra la scogliera distaccata esistente e la terraferma (Superficie circa  $1.500 \text{ m}^2$ ) attraverso lo sfioratore ottenuto attraverso la riprofilatura della scogliera distaccata esistente;
3. il livello dell'acqua nella vaschetta secondaria raggiunge quota +0.70 m e l'acqua, già in parte chiarificata, viene immessa nel bacino di sedimentazione attraverso lo sfioratore costituito dall'argine che chiude a sud la suddetta vaschetta.
4. il livello dell'acqua nel bacino di sedimentazione raggiunge quota +0.50 m e l'acqua, ormai completamente chiarificata, viene restituita in mare aperto attraverso l'argine posto nella porzione meridionale del bacino.

Di seguito sono riportati i calcoli idraulici dei vari passaggi nelle vasche e nel bacino.

Ovviamente i calcoli di seguito riportati restano validi anche nel caso che per il dragaggio e l'immissione dei sedimenti venga utilizzata una draga idraulica (aspirante-refluyente) che operi con una portata inferiore.

### **6.1.1. Passaggio dell'acqua dalla vasca di contenimento alla vaschetta di sedimentazione ed al bacino di sedimentazione**

Per valutare la quota del livello idrico nella prima vasca è sufficiente utilizzare l'espressione valida per uno stramazzo in soglia grossa secondo cui:

$$Q = L \cdot \mu \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{1.5}$$

Dove:

- Q è la portata di sfioro corrispondente alla portata massima di miscela che può essere immessa nella vasca è pari a 0.35 m<sup>3</sup>/s (1258500 m<sup>3</sup>/ora) in caso di impiego di draga idraulica.
- L è la lunghezza di sfioro (142.50 m per lo sfioratore principale della vasca, 20 m per lo sfioratore secondario della vasca e 80 m per lo sfioratore del bacino di sedimentazione);
- $\mu$  è il coefficiente di efflusso pari a 0.385 per stramazzo su soglia grossa
- h è la differenza tra il livello idrico e la quota di sfioro

Ne deriva che per poter sfiorare la portata di progetto è necessario che il livello idrico nella vasca si innalzi di appena 1.3 cm rispetto alla quota di sfioro, portandosi alla quota di +1.013 m s.l.m., nella vaschetta di sedimentazione si innalzi di 4.7 cm portandosi alla quota di +0.747 m s.l.m., mentre nel bacino di sedimentazione si dovrà innalzare di appena 1.9 cm portandosi a quota +0.519 m s.l.m.

## **7. APPENDICE: TABULATI DI OUTPUT DEL PROGRAMMA “STABL”**

## 7.1. Paramento esterno – condizione sismica

--ANALISI DI STABILITA' DEI PENDII--  
 METODO DI BISHOP MODIFICATO CON INTRODUZIONE  
 DI SUPERFICI DI SCORRIMENTO IRREGOLARI

DESCRIZIONE PROBLEMA : VASCA DI CONTENIMENTO - SCARPATA ESTERNA - SISMA

COORDINATE DEI SEGMENTI DI CONFINE

7 CONFINI SUPERFICIALI  
 10 CONFINI TOTALI

CONFINE NO.	X-SIN. (m)	Y-SIN. (m)	X-DEST. (m)	Y-DEST. (m)	TIPO SUOLO SOTTO CONF.
1	0.00	95.75	90.00	95.75	2
2	90.00	95.75	105.02	103.26	1
3	105.02	103.26	108.02	103.26	1
4	108.02	103.26	109.78	101.50	1
5	109.78	101.50	115.03	101.50	1
6	115.03	101.50	121.70	96.50	1
7	121.70	96.50	150.00	96.00	2
8	90.00	95.75	121.70	96.50	2
9	0.00	90.50	150.00	90.50	3
10	0.00	87.00	150.00	87.00	4

1 SUPERFICIE(I) PIEZOMETRICA(E) SPECIFICATA(E)

PESO SPECIFICO DELL'ACQUA = 10.28 kN/m<sup>3</sup>

SUPERFICIE PIEZOMETRICA NO. 1 SPECIFICATA DA 2 PUNTI

PUNTO NO.	X-ACQUA (m)	Y-ACQUA (m)
1	0.00	100.00
2	150.00	100.00

## PARAMETRI DEL SUOLO

## 4 TIPO(I) DI SUOLO SPECIFICATO(I)

TIPO SUOLO NO.	PESO UN. TOTALE kN/mc	PESO UN. SATURO kN/mc	COESIONE kN/mq	ANGOLO ATTRITO gradi	PARAMETRO PRESSIONI NEUTRE	COSTANTE DI SUPERFICIE PRESSIONE PIEZOMETRICA kN/mq	NO.
1	18.0	20.0	0.0	38.6	0.00	0.0	1
2	16.0	17.5	0.0	26.6	0.00	0.0	1
3	17.0	18.0	0.0	31.1	0.00	0.0	1
4	17.0	18.0	12.0	0.0	0.00	0.0	1

ASSEGNATO UN COEFFICIENTE DI CARICO SISMICO  
ORIZZONTALE PARI A 0.034

ASSEGNATO UN COEFFICIENTE DI CARICO SISMICO  
VERTICALE PARI A -.017

PRESSIONE DI CAVITAZIONE = 0.0 kN/mq

E' STATA SPECIFICATA UNA RICERCA DI SUPERFICI  
DI SCORRIMENTO CIRCOLARI MEDIANTE UNA PROCEDURA CASUALE.

400 SUPERFICI DI SCORRIMENTO GENERATE.

20 SUPERFICI INIZIANO DA OGNUNO DI 20 PUNTI EQUAMENTE SPAZIATI  
LUNGO LA SUPERFICIE TRA I PUNTI X = 80.00 m  
E X = 90.00 m

OGNI SUPERFICIE TERMINA TRA X = 105.80 m  
E X = 110.00 m

A MENO DI SUCCESSIVE LIMITAZIONI L'ELEVAZIONE MINIMA  
DI UNA SUPERFICIE E' PARI A Y = 0.00 m

OGNI SEGMENTO DELLA SUPERFICIE DI SCORRIMENTO E' LUNGO 1.20 m

DI SEGUITO VENGONO STAMPATE LE DIECI SUPERFICI PIU' CRITICHE  
TRA QUELLE ESAMINATE. ESSE SONO ORDINATE SECONDO VALORI  
CRESCENTI DEL FATTORE DI SICUREZZA.

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 20 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	88.42	95.75
2	89.47	95.17
3	90.57	94.69
4	91.72	94.34
5	92.90	94.10
6	94.09	93.98
7	95.29	93.99
8	96.48	94.13
9	97.65	94.38
10	98.80	94.75
11	99.89	95.24
12	100.93	95.84
13	101.90	96.54
14	102.80	97.34
15	103.61	98.23
16	104.32	99.20
17	104.93	100.23
18	105.43	101.32
19	105.81	102.46
20	106.00	103.26

\*\*\*  $F_s =$  1.106 \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 22 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	85.79	95.75
2	86.81	95.12
3	87.88	94.58
4	89.00	94.15
5	90.15	93.81
6	91.33	93.59
7	92.53	93.48
8	93.73	93.47
9	94.92	93.58
10	96.10	93.79
11	97.26	94.12
12	98.38	94.54
13	99.46	95.07
14	100.48	95.70
15	101.44	96.41
16	102.34	97.22
17	103.15	98.10
18	103.88	99.05
19	104.52	100.06
20	105.07	101.13
21	105.51	102.25
22	105.81	103.26

\*\*\*  $F_s = 1.106$  \*\*\*

SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 22 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	86.84	95.75
2	87.88	95.15
3	88.97	94.65
4	90.10	94.25
5	91.27	93.95
6	92.45	93.77
7	93.65	93.69
8	94.85	93.72
9	96.04	93.86
10	97.22	94.10
11	98.36	94.46
12	99.47	94.91
13	100.53	95.47
14	101.54	96.12
15	102.49	96.86
16	103.36	97.68
17	104.16	98.58
18	104.87	99.55
19	105.48	100.58
20	106.01	101.66
21	106.43	102.78
22	106.56	103.26

\*\*\*  $F_s = 1.111$  \*\*\*

SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 23 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	85.26	95.75
2	86.26	95.08
3	87.32	94.51
4	88.42	94.04
5	89.56	93.66
6	90.73	93.40
7	91.92	93.24
8	93.12	93.19
9	94.32	93.25
10	95.50	93.41
11	96.67	93.69
12	97.81	94.07
13	98.91	94.55
14	99.96	95.13
15	100.95	95.81
16	101.88	96.57
17	102.74	97.41
18	103.51	98.33
19	104.20	99.31
20	104.79	100.35
21	105.29	101.44
22	105.69	102.58
23	105.86	103.26

\*\*\* F<sub>S</sub> = 1.112 \*\*\*

SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 22 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	87.90	95.75
2	88.89	95.08
3	89.94	94.51
4	91.05	94.05
5	92.20	93.71
6	93.38	93.49
7	94.58	93.38
8	95.78	93.41
9	96.97	93.55
10	98.14	93.82
11	99.28	94.20
12	100.37	94.70
13	101.40	95.31
14	102.37	96.02
15	103.26	96.82
16	104.06	97.72
17	104.77	98.69
18	105.37	99.72
19	105.87	100.82
20	106.25	101.96
21	106.51	103.13
22	106.53	103.26

\*\*\* F<sub>S</sub> = 1.113 \*\*\*

SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 20 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	87.90	95.75
2	88.99	95.27
3	90.13	94.89
4	91.30	94.61
5	92.49	94.45
6	93.69	94.39
7	94.89	94.44
8	96.08	94.60
9	97.25	94.87
10	98.39	95.24
11	99.49	95.72
12	100.54	96.29
13	101.54	96.96
14	102.47	97.72
15	103.33	98.56
16	104.11	99.47
17	104.80	100.45
18	105.40	101.49
19	105.90	102.58
20	106.14	103.26

\*\*\* F<sub>S</sub> = 1.121 \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 23 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	86.84	95.75
2	87.81	95.04
3	88.84	94.43
4	89.93	93.92
5	91.06	93.52
6	92.22	93.22
7	93.41	93.04
8	94.61	92.98
9	95.81	93.02
10	97.00	93.19
11	98.16	93.46
12	99.30	93.85
13	100.39	94.34
14	101.43	94.94
15	102.41	95.63
16	103.32	96.42
17	104.15	97.28
18	104.89	98.23
19	105.54	99.24
20	106.09	100.30
21	106.54	101.42
22	106.87	102.57
23	107.00	103.26

\*\*\* F<sub>s</sub> = 1.122 \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 21 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	87.37	95.75
2	88.44	95.21
3	89.56	94.77
4	90.71	94.43
5	91.88	94.19
6	93.07	94.05
7	94.27	94.02
8	95.47	94.10
9	96.66	94.28
10	97.82	94.56
11	98.96	94.95
12	100.06	95.44
13	101.11	96.02
14	102.10	96.69
15	103.03	97.44
16	103.90	98.28
17	104.68	99.18
18	105.38	100.16
19	106.00	101.19
20	106.52	102.27
21	106.89	103.26

\*\*\* F<sub>s</sub> = 1.125 \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 24 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	84.74	95.75
2	85.75	95.11
3	86.82	94.56
4	87.93	94.10
5	89.07	93.72
6	90.23	93.45
7	91.42	93.27
8	92.62	93.19
9	93.82	93.21
10	95.01	93.32
11	96.19	93.54
12	97.35	93.85
13	98.48	94.25
14	99.57	94.75
15	100.62	95.34
16	101.62	96.00
17	102.56	96.75
18	103.43	97.58
19	104.23	98.47
20	104.96	99.42
21	105.60	100.43
22	106.16	101.50
23	106.64	102.60
24	106.86	103.26

\*\*\* F<sub>s</sub> = 1.130 \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 20 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	89.47	95.75
2	90.51	95.15
3	91.61	94.66
4	92.75	94.29
5	93.93	94.05
6	95.12	93.94
7	96.32	93.96
8	97.51	94.11
9	98.68	94.39
10	99.81	94.79
11	100.89	95.32
12	101.90	95.96
13	102.84	96.70
14	103.70	97.55
15	104.45	98.48
16	105.10	99.49
17	105.64	100.56
18	106.06	101.69
19	106.35	102.85
20	106.41	103.26

\*\*\* F<sub>s</sub> = 1.131 \*\*\*

## 7.2. Paramento interno – condizione sismica

--ANALISI DI STABILITA' DEI PENDII--  
 METODO DI BISHOP MODIFICATO CON INTRODUZIONE  
 DI SUPERFICI DI SCORRIMENTO IRREGOLARI

DESCRIZIONE PROBLEMA : PORTO CANALE DI FIUMICINO - VASCA DI C  
 ONTENIMENTO - SCARPATA INTERNA - SISMA

COORDINATE DEI SEGMENTI DI CONFINE

8 CONFINI SUPERFICIALI  
 13 CONFINI TOTALI

CONFINE NO.	X-SIN. (m)	Y-SIN. (m)	X-DEST. (m)	Y-DEST. (m)	TIPO SUOLO SOTTO CONF.
1	0.00	100.00	90.00	100.00	5
2	90.00	100.00	95.30	100.00	5
3	95.30	100.00	97.30	101.50	1
4	97.30	101.50	102.60	101.50	1
5	102.60	101.50	104.34	103.26	1
6	104.34	103.26	107.34	103.26	1
7	107.34	103.26	121.86	95.75	1
8	121.86	95.75	150.00	95.75	2
9	0.00	96.00	90.00	96.00	2
10	90.00	96.00	95.30	100.00	1
11	90.00	96.00	121.86	95.75	2
12	0.00	90.50	150.00	90.50	3
13	0.00	87.00	150.00	87.00	4

1 SUPERFICIE(I) PIEZOMETRICA(E) SPECIFICATA(E)

PESO SPECIFICO DELL'ACQUA = 10.30 kN/mc

SUPERFICIE PIEZOMETRICA NO. 1 SPECIFICATA DA 2 PUNTI

PUNTO NO.	X-ACQUA (m)	Y-ACQUA (m)
1	0.00	100.00
2	150.00	100.00

## PARAMETRI DEL SUOLO

## 5 TIPO(I) DI SUOLO SPECIFICATO(I)

TIPO SUOLO NO.	PESO UN. TOTALE kN/mc	PESO UN. SATURO kN/mc	COESIONE kN/mq	ANGOLO ATTRITO gradi	PARAMETRO PRESSIONI NEUTRE	COSTANTE DI SUPERFICIE PRESSIONE PIEZOMETRICA kN/mq	NO.
1	18.0	20.0	0.0	38.6	0.00	0.0	1
2	16.0	17.5	0.0	26.6	0.00	0.0	1
3	17.0	18.0	0.0	31.1	0.00	0.0	1
4	17.0	18.0	12.0	0.0	0.00	0.0	1
5	14.0	16.0	0.0	16.2	0.00	0.0	1

ASSEGNATO UN COEFFICIENTE DI CARICO SISMICO  
ORIZZONTALE PARI A 0.035

ASSEGNATO UN COEFFICIENTE DI CARICO SISMICO  
VERTICALE PARI A -0.017

PRESSIONE DI CAVITAZIONE = 0.0 kN/mq

E' STATA SPECIFICATA UNA RICERCA DI SUPERFICIE  
DI SCORRIMENTO CIRCOLARI MEDIANTE UNA PROCEDURA CASUALE.

400 SUPERFICIE DI SCORRIMENTO GENERATE.

20 SUPERFICIE INIZIANO DA OGNUNO DI 20 PUNTI EQUAMENTE SPAZIATI  
LUNGO LA SUPERFICIE TRA I PUNTI X = 40.00 m  
E X = 96.00 m

OGNI SUPERFICIE TERMINA TRA X = 101.60 m  
E X = 108.50 m

A MENO DI SUCCESSIVE LIMITAZIONI L'ELEVAZIONE MINIMA  
DI UNA SUPERFICIE E' PARI A Y = 0.00 m

OGNI SEGMENTO DELLA SUPERFICIE DI SCORRIMENTO E' LUNGO 0.80 m

DI SEGUITO VENGONO STAMPATE LE DIECI SUPERFICIE PIU' CRITICHE  
TRA QUELLE ESAMINATE. ESSE SONO ORDINATE SECONDO VALORI  
CRESCENTI DEL FATTORE DI SICUREZZA.

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 40 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	81.26	100.00
2	81.83	99.43
3	82.42	98.90
4	83.04	98.39
5	83.68	97.91
6	84.35	97.47
7	85.03	97.06
8	85.74	96.68
9	86.46	96.34
10	87.20	96.03
11	87.96	95.76
12	88.72	95.53
13	89.50	95.33
14	90.28	95.18
15	91.07	95.06
16	91.87	94.98
17	92.67	94.94
18	93.47	94.94
19	94.27	94.98
20	95.06	95.06
21	95.85	95.17
22	96.64	95.33
23	97.42	95.52
24	98.18	95.75
25	98.93	96.02
26	99.67	96.33
27	100.40	96.67
28	101.10	97.04
29	101.79	97.45
30	102.46	97.90
31	103.10	98.37
32	103.72	98.88
33	104.31	99.41
34	104.88	99.98
35	105.42	100.57
36	105.93	101.19
37	106.41	101.83
38	106.85	102.49
39	107.26	103.18
40	107.31	103.26

\*\*\* F<sub>s</sub> = 1.881 \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 41 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	81.26	100.00
2	81.84	99.44
3	82.43	98.91
4	83.05	98.40
5	83.70	97.93
6	84.36	97.48
7	85.04	97.07
8	85.75	96.68

9	86.46	96.33
10	87.20	96.01
11	87.95	95.73
12	88.71	95.48
13	89.48	95.26
14	90.26	95.08
15	91.04	94.94
16	91.84	94.83
17	92.63	94.76
18	93.43	94.73
19	94.23	94.73
20	95.03	94.77
21	95.83	94.84
22	96.62	94.95
23	97.41	95.10
24	98.19	95.28
25	98.95	95.50
26	99.71	95.76
27	100.46	96.04
28	101.19	96.37
29	101.91	96.72
30	102.61	97.11
31	103.29	97.53
32	103.95	97.98
33	104.59	98.45
34	105.21	98.96
35	105.81	99.50
36	106.38	100.06
37	106.92	100.65
38	107.43	101.26
39	107.92	101.89
40	108.38	102.55
41	108.46	102.68

\*\*\*  $F_s = 1.909$  \*\*\*

SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 37 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	84.21	100.00
2	84.78	99.43
3	85.37	98.90
4	85.99	98.40
5	86.64	97.93
6	87.31	97.49
7	88.01	97.09
8	88.72	96.73
9	89.45	96.40
10	90.20	96.12
11	90.96	95.87
12	91.73	95.66
13	92.51	95.49
14	93.30	95.37
15	94.10	95.28
16	94.90	95.24
17	95.70	95.24
18	96.49	95.28

19	97.29	95.36
20	98.08	95.48
21	98.86	95.65
22	99.64	95.85
23	100.40	96.10
24	101.15	96.38
25	101.88	96.70
26	102.59	97.06
27	103.29	97.46
28	103.96	97.89
29	104.61	98.36
30	105.23	98.86
31	105.83	99.39
32	106.40	99.96
33	106.94	100.55
34	107.44	101.17
35	107.92	101.81
36	108.36	102.48
37	108.47	102.68

\*\*\*  $F_s =$  1.935 \*\*\*

SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 35 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	84.21	100.00
2	84.78	99.44
3	85.38	98.90
4	86.00	98.41
5	86.66	97.95
6	87.34	97.52
7	88.04	97.14
8	88.76	96.80
9	89.50	96.49
10	90.26	96.23
11	91.03	96.02
12	91.81	95.84
13	92.60	95.71
14	93.39	95.63
15	94.19	95.59
16	94.99	95.60
17	95.79	95.65
18	96.58	95.75
19	97.37	95.89
20	98.15	96.07
21	98.92	96.30
22	99.67	96.57
23	100.40	96.89
24	101.12	97.24
25	101.82	97.64
26	102.49	98.07
27	103.14	98.54
28	103.75	99.05
29	104.34	99.59
30	104.90	100.16

31	105.43	100.77
32	105.92	101.40
33	106.37	102.06
34	106.78	102.74
35	107.06	103.26

\*\*\* F<sub>s</sub> = 1.941 \*\*\*

SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 43 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	78.32	100.00
2	78.89	99.44
3	79.49	98.91
4	80.11	98.41
5	80.75	97.93
6	81.41	97.48
7	82.09	97.06
8	82.79	96.66
9	83.50	96.30
10	84.23	95.97
11	84.97	95.68
12	85.73	95.41
13	86.49	95.18
14	87.27	94.98
15	88.05	94.81
16	88.84	94.68
17	89.63	94.58
18	90.43	94.52
19	91.23	94.49
20	92.03	94.49
21	92.83	94.53
22	93.63	94.61
23	94.42	94.72
24	95.21	94.86
25	95.99	95.03
26	96.76	95.24
27	97.52	95.49
28	98.27	95.76
29	99.01	96.07
30	99.73	96.41
31	100.44	96.78
32	101.14	97.18
33	101.81	97.61
34	102.47	98.07
35	103.10	98.56
36	103.71	99.07
37	104.30	99.61
38	104.87	100.18
39	105.41	100.76
40	105.93	101.38
41	106.42	102.01
42	106.88	102.66
43	107.26	103.26

\*\*\* F<sub>s</sub> = 1.946 \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 43 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	78.32	100.00
2	78.89	99.44
3	79.48	98.91
4	80.10	98.40
5	80.74	97.92
6	81.40	97.46
7	82.08	97.04
8	82.78	96.65
9	83.49	96.29
10	84.22	95.96
11	84.96	95.66
12	85.71	95.39
13	86.48	95.16
14	87.26	94.96
15	88.04	94.80
16	88.83	94.67
17	89.62	94.57
18	90.42	94.51
19	91.22	94.48
20	92.02	94.49
21	92.82	94.54
22	93.61	94.62
23	94.41	94.73
24	95.19	94.88
25	95.97	95.06
26	96.74	95.28
27	97.50	95.53
28	98.25	95.81
29	98.98	96.13
30	99.70	96.48
31	100.41	96.85
32	101.10	97.26
33	101.77	97.70
34	102.41	98.17
35	103.04	98.67
36	103.65	99.19
37	104.23	99.74
38	104.79	100.31
39	105.32	100.91
40	105.83	101.53
41	106.30	102.17
42	106.75	102.83
43	107.02	103.26

\*\*\*  $F_s =$  1.951 \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 44 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	78.32	100.00
2	78.91	99.46
3	79.52	98.94
4	80.15	98.45
5	80.80	97.98
6	81.46	97.54
7	82.15	97.13
8	82.85	96.74
9	83.56	96.38
10	84.29	96.06
11	85.04	95.76
12	85.79	95.49
13	86.55	95.25
14	87.32	95.04
15	88.10	94.86
16	88.89	94.72
17	89.68	94.60
18	90.48	94.52
19	91.28	94.47
20	92.08	94.45
21	92.88	94.46
22	93.68	94.51
23	94.47	94.58
24	95.26	94.69
25	96.05	94.83
26	96.83	95.01
27	97.61	95.21
28	98.37	95.44
29	99.13	95.71
30	99.87	96.00
31	100.60	96.32
32	101.32	96.68
33	102.02	97.06
34	102.71	97.47
35	103.38	97.90
36	104.04	98.36
37	104.67	98.85
38	105.28	99.37
39	105.88	99.90
40	106.45	100.46
41	107.00	101.05
42	107.52	101.65
43	108.02	102.28
44	108.36	102.73

\*\*\*  $F_s = 1.962$  \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 43 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	78.32	100.00
2	78.89	99.44
3	79.48	98.90
4	80.10	98.40
5	80.74	97.92
6	81.40	97.46
7	82.08	97.04
8	82.78	96.65
9	83.49	96.29
10	84.22	95.97
11	84.97	95.67
12	85.72	95.41
13	86.49	95.19
14	87.27	94.99
15	88.05	94.84
16	88.84	94.71
17	89.64	94.63
18	90.44	94.57
19	91.24	94.56
20	92.04	94.58
21	92.83	94.63
22	93.63	94.72
23	94.42	94.85
24	95.20	95.01
25	95.98	95.21
26	96.74	95.44
27	97.50	95.70
28	98.24	96.00
29	98.97	96.33
30	99.68	96.69
31	100.38	97.08
32	101.06	97.51
33	101.72	97.96
34	102.35	98.45
35	102.97	98.96
36	103.56	99.49
37	104.13	100.06
38	104.67	100.65
39	105.19	101.26
40	105.67	101.89
41	106.13	102.55
42	106.56	103.22
43	106.58	103.26

\*\*\*  $F_s =$  1.970 \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 44 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	78.32	100.00
2	78.92	99.48
3	79.55	98.98
4	80.19	98.51
5	80.86	98.06
6	81.54	97.64
7	82.23	97.24
8	82.94	96.88
9	83.67	96.54
10	84.40	96.22
11	85.15	95.94
12	85.91	95.69
13	86.68	95.46
14	87.46	95.27
15	88.24	95.11
16	89.03	94.97
17	89.82	94.87
18	90.62	94.80
19	91.42	94.75
20	92.22	94.74
21	93.02	94.77
22	93.81	94.82
23	94.61	94.90
24	95.40	95.01
25	96.19	95.16
26	96.97	95.33
27	97.74	95.53
28	98.51	95.77
29	99.26	96.03
30	100.01	96.33
31	100.74	96.65
32	101.46	97.00
33	102.17	97.37
34	102.86	97.78
35	103.53	98.21
36	104.19	98.66
37	104.83	99.14
38	105.45	99.65
39	106.05	100.18
40	106.63	100.73
41	107.18	101.31
42	107.72	101.90
43	108.23	102.52
44	108.38	102.72

\*\*\*  $F_s = 1.994$  \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 49 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	75.37	100.00
2	75.93	99.43
3	76.52	98.89
4	77.13	98.37
5	77.75	97.87
6	78.40	97.40
7	79.06	96.95
8	79.74	96.52
9	80.43	96.12
10	81.14	95.75
11	81.86	95.41
12	82.60	95.09
13	83.34	94.80
14	84.10	94.54
15	84.86	94.30
16	85.64	94.10
17	86.42	93.92
18	87.20	93.78
19	87.99	93.66
20	88.79	93.57
21	89.59	93.52
22	90.39	93.49
23	91.19	93.49
24	91.99	93.53
25	92.78	93.59
26	93.58	93.68
27	94.37	93.80
28	95.15	93.96
29	95.93	94.14
30	96.70	94.35
31	97.47	94.59
32	98.22	94.86
33	98.96	95.16
34	99.70	95.48
35	100.41	95.83
36	101.12	96.21
37	101.81	96.61
38	102.48	97.04
39	103.14	97.50
40	103.78	97.98
41	104.40	98.48
42	105.01	99.01
43	105.59	99.56
44	106.15	100.13
45	106.69	100.72
46	107.21	101.33
47	107.70	101.96
48	108.17	102.60
49	108.28	102.77

\*\*\* F<sub>s</sub> = 2.005 \*\*\*

### 7.3. Paramento esterno – condizione non sismica

--ANALISI DI STABILITA' DEI PENDII--  
 METODO DI BISHOP MODIFICATO CON INTRODUZIONE  
 DI SUPERFICI DI SCORRIMENTO IRREGOLARI

DESCRIZIONE PROBLEMA : VASCA DI CONTENIMENTO - SCARPATA ESTERNA

COORDINATE DEI SEGMENTI DI CONFINI

7 CONFINI SUPERFICIALI  
 10 CONFINI TOTALI

CONFINI NO.	X-SIN. (m)	Y-SIN. (m)	X-DEST. (m)	Y-DEST. (m)	TIPO SUOLO SOTTO CONF.
1	0.00	95.75	90.00	95.75	2
2	90.00	95.75	105.02	103.26	1
3	105.02	103.26	108.02	103.26	1
4	108.02	103.26	109.78	101.50	1
5	109.78	101.50	115.03	101.50	1
6	115.03	101.50	121.70	96.50	1
7	121.70	96.50	150.00	96.00	2
8	90.00	95.75	121.70	96.50	2
9	0.00	90.50	150.00	90.50	3
10	0.00	87.00	150.00	87.00	4

1 SUPERFICIE(I) PIEZOMETRICA(E) SPECIFICATA(E)

PESO SPECIFICO DELL'ACQUA = 10.28 kN/mc

SUPERFICIE PIEZOMETRICA NO. 1 SPECIFICATA DA 2 PUNTI

PUNTO NO.	X-ACQUA (m)	Y-ACQUA (m)
1	0.00	100.00
2	150.00	100.00

## PARAMETRI DEL SUOLO

## 4 TIPO(I) DI SUOLO SPECIFICATO(I)

TIPO SUOLO NO.	PESO UN. TOTALE kN/mc	PESO UN. SATURO kN/mc	COESIONE kN/mq	ANGOLO ATTRITO gradi	PARAMETRO PRESSIONI NEUTRE	COSTANTE DI SUPERFICIE PRESSIONE PIEZOMETRICA kN/mq	N0.
1	18.0	20.0	0.0	38.6	0.00	0.0	1
2	16.0	17.5	0.0	26.6	0.00	0.0	1
3	17.0	18.0	0.0	31.1	0.00	0.0	1
4	17.0	18.0	12.0	0.0	0.00	0.0	1

E' STATA SPECIFICATA UNA RICERCA DI SUPERFICI  
DI SCORRIMENTO CIRCOLARI MEDIANTE UNA PROCEDURA CASUALE.

10000 SUPERFICI DI SCORRIMENTO GENERATE.

100 SUPERFICI INIZIANO DA OGNUNO DI 100 PUNTI EQUAMENTE SPAZIATI  
LUNGO LA SUPERFICIE TRA I PUNTI X = 80.00 m  
E X = 90.00 m

OGNI SUPERFICIE TERMINA TRA X = 103.60 m  
E X = 110.00 m

A MENO DI SUCCESSIVE LIMITAZIONI L'ELEVAZIONE MINIMA  
DI UNA SUPERFICIE E' PARI A Y = 0.00 m

OGNI SEGMENTO DELLA SUPERFICIE DI SCORRIMENTO E' LUNGO 2.00 m

DI SEGUITO VENGONO STAMPATE LE DIECI SUPERFICI PIU' CRITICHE  
TRA QUELLE ESAMINATE. ESSE SONO ORDINATE SECONDO VALORI  
CRESCENTI DEL FATTORE DI SICUREZZA.

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 13 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	87.88	95.75
2	89.63	94.78
3	91.52	94.12
4	93.49	93.82
5	95.49	93.86
6	97.45	94.25
7	99.31	94.99
8	101.02	96.03
9	102.51	97.36
10	103.75	98.94
11	104.69	100.70
12	105.30	102.61
13	105.39	103.26

\*\*\*  $F_s = 1.247$  \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 13 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	87.88	95.75
2	89.61	94.75
3	91.50	94.08
4	93.47	93.75
5	95.47	93.78
6	97.43	94.16
7	99.29	94.88
8	101.00	95.93
9	102.49	97.26
10	103.72	98.84
11	104.65	100.61
12	105.25	102.52
13	105.35	103.26

\*\*\*  $F_s = 1.249$  \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 13 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	87.68	95.75
2	89.43	94.79
3	91.32	94.14
4	93.30	93.82
5	95.30	93.84
6	97.26	94.21
7	99.14	94.91
8	100.87	95.91
9	102.40	97.20
10	103.68	98.73
11	104.69	100.46
12	105.39	102.33
13	105.56	103.26

\*\*\*  $F_s = 1.249$  \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 13 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	87.88	95.75
2	89.66	94.84
3	91.57	94.24
4	93.55	93.98
5	95.55	94.05
6	97.51	94.46
7	99.37	95.19
8	101.08	96.22
9	102.59	97.53
10	103.86	99.08
11	104.86	100.81
12	105.54	102.69
13	105.64	103.26

\*\*\*  $F_s = 1.250$  \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 13 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	87.58	95.75
2	89.34	94.81
3	91.24	94.18
4	93.22	93.90
5	95.22	93.96
6	97.18	94.36
7	99.04	95.10
8	100.74	96.15
9	102.24	97.48
10	103.48	99.04
11	104.44	100.80
12	105.08	102.69
13	105.17	103.26

\*\*\*  $F_s = 1.251$  \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 13 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	88.18	95.75
2	89.97	94.86
3	91.89	94.29
4	93.88	94.05
5	95.87	94.17
6	97.82	94.62
7	99.66	95.41
8	101.34	96.50
9	102.80	97.86
10	104.01	99.45
11	104.92	101.23
12	105.52	103.14
13	105.53	103.26

\*\*\*  $F_s = 1.253$  \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 13 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	87.48	95.75
2	89.26	94.85
3	91.17	94.25
4	93.15	93.97
5	95.15	94.01
6	97.12	94.37
7	99.00	95.05
8	100.75	96.02
9	102.32	97.26
10	103.66	98.74
11	104.76	100.41
12	105.56	102.24
13	105.83	103.26

\*\*\*  $F_s = 1.253$  \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 13 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	87.78	95.75
2	89.52	94.77
3	91.41	94.12
4	93.39	93.83
5	95.39	93.89
6	97.35	94.31
7	99.19	95.08
8	100.87	96.17
9	102.33	97.54
10	103.51	99.15
11	104.38	100.95
12	104.92	102.88
13	104.95	103.23

\*\*\*  $F_s = 1.253$  \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 13 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	87.78	95.75
2	89.51	94.76
3	91.39	94.07
4	93.36	93.72
5	95.36	93.72
6	97.33	94.05
7	99.22	94.72
8	100.96	95.71
9	102.51	96.97
10	103.82	98.49
11	104.85	100.20
12	105.57	102.07
13	105.80	103.26

\*\*\*  $F_s = 1.253$  \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 13 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	86.97	95.75
2	88.75	94.83
3	90.65	94.22
4	92.63	93.93
5	94.63	93.96
6	96.60	94.33
7	98.48	95.00
8	100.22	95.98
9	101.79	97.23
10	103.12	98.72
11	104.20	100.40
12	104.99	102.24
13	105.23	103.26

\*\*\*  $F_s = 1.253$  \*\*\*

## 7.4. Paramento interno – fase di riempimento

--ANALISI DI STABILITA' DEI PENDII--  
 METODO DI BISHOP MODIFICATO CON INTRODUZIONE  
 DI SUPERFICI DI SCORRIMENTO IRREGOLARI

DESCRIZIONE PROBLEMA : PORTO CANALE DI FIUMICINO - VASCA DI C  
 ONTENIMENTO - SCARPATA INTERNA

COORDINATE DEI SEGMENTI DI CONFINE

8 CONFINI SUPERFICIALI  
 11 CONFINI TOTALI

CONFINE NO.	X-SIN. (m)	Y-SIN. (m)	X-DEST. (m)	Y-DEST. (m)	TIPO SUOLO SOTTO CONF.
1	0.00	96.00	90.00	96.00	2
2	90.00	96.00	95.30	100.00	1
3	95.30	100.00	97.30	101.50	1
4	97.30	101.50	102.60	101.50	1
5	102.60	101.50	104.34	103.26	1
6	104.34	103.26	107.34	103.26	1
7	107.34	103.26	121.86	95.75	1
8	121.86	95.75	150.00	95.75	2
9	90.00	96.00	121.86	95.75	2
10	0.00	90.50	150.00	90.50	3
11	0.00	87.00	150.00	87.00	4

1 SUPERFICIE(I) PIEZOMETRICA(E) SPECIFICATA(E)

PESO SPECIFICO DELL'ACQUA = 10.30 kN/mc

SUPERFICIE PIEZOMETRICA NO. 1 SPECIFICATA DA 2 PUNTI

PUNTO NO.	X-ACQUA (m)	Y-ACQUA (m)
1	0.00	100.00
2	150.00	100.00

## PARAMETRI DEL SUOLO

## 5 TIPO(I) DI SUOLO SPECIFICATO(I)

TIPO SUOLO NO.	PESO UN. TOTALE kN/mc	PESO UN. SATURO kN/mc	COESIONE kN/mq	ANGOLO ATTRITO gradi	PARAMETRO PRESSIONI NEUTRE	COSTANTE DI SUPERFICIE PRESSIONE PIEZOMETRICA kN/mq	N0.
1	18.0	20.0	0.0	38.6	0.00	0.0	1
2	16.0	17.5	0.0	26.6	0.00	0.0	1
3	17.0	18.0	0.0	31.1	0.00	0.0	1
4	17.0	18.0	12.0	0.0	0.00	0.0	1
5	14.0	16.0	0.0	16.2	0.00	0.0	1

E' STATA SPECIFICATA UNA RICERCA DI SUPERFICIE  
DI SCORRIMENTO CIRCOLARI MEDIANTE UNA PROCEDURA CASUALE.

400 SUPERFICIE DI SCORRIMENTO GENERATE.

20 SUPERFICIE INIZIANO DA OGNUNO DI 20 PUNTI EQUAMENTE SPAZIATI  
LUNGO LA SUPERFICIE TRA I PUNTI X = 40.00 m  
E X = 96.00 m

OGNI SUPERFICIE TERMINA TRA X = 100.60 m  
E X = 108.50 m

A MENO DI SUCCESSIVE LIMITAZIONI L'ELEVAZIONE MINIMA  
DI UNA SUPERFICIE E' PARI A Y = 0.00 m

OGNI SEGMENTO DELLA SUPERFICIE DI SCORRIMENTO E' LUNGO 0.80 m

DI SEGUITO VENGONO STAMPATE LE DIECI SUPERFICIE PIU' CRITICHE  
TRA QUELLE ESAMINATE. ESSE SONO ORDINATE SECONDO VALORI  
CRESCENTI DEL FATTORE DI SICUREZZA.

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 22 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	87.16	96.00
2	87.91	95.72
3	88.68	95.50
4	89.46	95.34
5	90.25	95.23
6	91.05	95.19
7	91.85	95.21
8	92.65	95.29
9	93.44	95.43
10	94.21	95.63
11	94.97	95.89
12	95.70	96.21
13	96.41	96.58
14	97.09	97.00
15	97.73	97.48
16	98.34	98.00
17	98.90	98.56
18	99.42	99.17
19	99.90	99.82
20	100.32	100.50
21	100.69	101.21
22	100.81	101.50

\*\*\*  $F_s =$  1.292 \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 29 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	84.21	96.00
2	84.80	95.45
3	85.42	94.96
4	86.09	94.51
5	86.79	94.12
6	87.51	93.79
7	88.27	93.52
8	89.04	93.31
9	89.82	93.16
10	90.62	93.08
11	91.42	93.06
12	92.22	93.10
13	93.01	93.21
14	93.79	93.39
15	94.56	93.62
16	95.30	93.92
17	96.02	94.28
18	96.70	94.69
19	97.35	95.16
20	97.96	95.67
21	98.53	96.24
22	99.05	96.85
23	99.51	97.50
24	99.93	98.18
25	100.28	98.90
26	100.58	99.64
27	100.82	100.40
28	100.99	101.19
29	101.04	101.50

\*\*\*  $F_s = 1.323$  \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 23 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	87.16	96.00
2	87.89	95.67
3	88.64	95.40
4	89.41	95.18
5	90.19	95.02
6	90.99	94.92
7	91.79	94.88
8	92.59	94.90
9	93.38	94.98
10	94.17	95.12
11	94.95	95.32
12	95.70	95.57
13	96.44	95.88
14	97.15	96.24
15	97.84	96.66
16	98.49	97.13
17	99.10	97.64
18	99.67	98.20
19	100.20	98.80
20	100.69	99.43
21	101.12	100.10
22	101.51	100.81
23	101.82	101.50

\*\*\* F<sub>S</sub> = 1.351 \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 34 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	84.21	96.00
2	84.85	95.51
3	85.51	95.07
4	86.20	94.67
5	86.92	94.31
6	87.65	93.99
7	88.41	93.72
8	89.18	93.50
9	89.96	93.33
10	90.75	93.21
11	91.54	93.13
12	92.34	93.11
13	93.14	93.13
14	93.94	93.21
15	94.73	93.33
16	95.51	93.50
17	96.28	93.72
18	97.03	93.99
19	97.77	94.31
20	98.48	94.67
21	99.17	95.07
22	99.84	95.51
23	100.48	96.00
24	101.08	96.52
25	101.65	97.08
26	102.18	97.68
27	102.68	98.31
28	103.14	98.96
29	103.55	99.65
30	103.93	100.36
31	104.25	101.09
32	104.53	101.84
33	104.77	102.60
34	104.93	103.26

\*\*\*  $F_s = 1.369$  \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 33 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	84.21	96.00
2	84.91	95.61
3	85.62	95.25
4	86.36	94.94
5	87.11	94.66
6	87.88	94.43
7	88.66	94.25
8	89.44	94.10
9	90.24	94.00
10	91.03	93.94
11	91.83	93.93
12	92.63	93.96
13	93.43	94.04
14	94.22	94.16
15	95.00	94.33
16	95.78	94.54
17	96.54	94.79
18	97.28	95.08
19	98.01	95.41
20	98.72	95.78
21	99.40	96.20
22	100.06	96.64
23	100.70	97.13
24	101.31	97.65
25	101.89	98.20
26	102.43	98.79
27	102.95	99.40
28	103.42	100.04
29	103.87	100.71
30	104.27	101.40
31	104.64	102.11
32	104.96	102.84
33	105.12	103.26

\*\*\* F<sub>s</sub> = 1.378 \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 34 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	84.21	96.00
2	84.90	95.60
3	85.62	95.24
4	86.35	94.92
5	87.10	94.64
6	87.86	94.40
7	88.64	94.20
8	89.42	94.05
9	90.22	93.93
10	91.01	93.86
11	91.81	93.84
12	92.61	93.85
13	93.41	93.91
14	94.20	94.02
15	94.99	94.16
16	95.77	94.35
17	96.53	94.58
18	97.29	94.85
19	98.02	95.16
20	98.74	95.51
21	99.44	95.90
22	100.12	96.33
23	100.77	96.79
24	101.40	97.28
25	102.00	97.81
26	102.57	98.38
27	103.11	98.97
28	103.61	99.59
29	104.08	100.23
30	104.52	100.91
31	104.92	101.60
32	105.28	102.31
33	105.60	103.05
34	105.68	103.26

\*\*\*  $F_s =$  1.380 \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 24 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	87.16	96.00
2	87.89	95.68
3	88.65	95.42
4	89.42	95.20
5	90.20	95.05
6	91.00	94.95
7	91.80	94.91
8	92.60	94.93
9	93.39	95.00
10	94.18	95.13
11	94.96	95.32
12	95.72	95.56
13	96.46	95.86
14	97.18	96.21
15	97.88	96.61
16	98.54	97.06
17	99.17	97.56
18	99.76	98.10
19	100.31	98.68
20	100.81	99.30
21	101.28	99.95
22	101.69	100.63
23	102.05	101.35
24	102.12	101.50

\*\*\* F<sub>s</sub> = 1.382 \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 30 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	84.21	96.00
2	84.78	95.44
3	85.39	94.92
4	86.03	94.45
5	86.72	94.03
6	87.43	93.66
7	88.17	93.36
8	88.93	93.11
9	89.70	92.91
10	90.49	92.78
11	91.29	92.72
12	92.09	92.71
13	92.89	92.76
14	93.68	92.88
15	94.46	93.06
16	95.22	93.30
17	95.97	93.59
18	96.68	93.94
19	97.37	94.35
20	98.03	94.81
21	98.65	95.32
22	99.22	95.87
23	99.75	96.47
24	100.24	97.11
25	100.67	97.78
26	101.05	98.49
27	101.37	99.22
28	101.64	99.97
29	101.85	100.74
30	101.99	101.50

\*\*\*  $F_s =$  1.386 \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 33 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	84.21	96.00
2	84.84	95.51
3	85.51	95.07
4	86.20	94.67
5	86.92	94.31
6	87.66	94.00
7	88.41	93.75
8	89.19	93.54
9	89.97	93.38
10	90.76	93.28
11	91.56	93.22
12	92.36	93.22
13	93.16	93.27
14	93.95	93.38
15	94.74	93.53
16	95.51	93.74
17	96.27	94.00
18	97.01	94.30
19	97.73	94.66
20	98.42	95.06
21	99.08	95.50
22	99.72	95.99
23	100.32	96.52
24	100.88	97.08
25	101.41	97.68
26	101.90	98.32
27	102.34	98.98
28	102.74	99.68
29	103.10	100.40
30	103.40	101.14
31	103.66	101.89
32	103.86	102.67
33	103.89	102.80

\*\*\* F<sub>s</sub> = 1.391 \*\*\*

## SUPERFICIE DI SCORRIMENTO SPECIFICATA DA 31 PUNTI

PUNTO NO.	X-SUP. (m)	Y-SUP. (m)
1	87.16	96.00
2	87.78	95.49
3	88.43	95.04
4	89.12	94.63
5	89.84	94.27
6	90.58	93.96
7	91.34	93.71
8	92.11	93.52
9	92.90	93.39
10	93.70	93.31
11	94.50	93.29
12	95.30	93.34
13	96.09	93.44
14	96.87	93.59
15	97.64	93.81
16	98.40	94.08
17	99.13	94.41
18	99.83	94.79
19	100.51	95.22
20	101.15	95.70
21	101.75	96.22
22	102.32	96.79
23	102.84	97.40
24	103.31	98.04
25	103.74	98.72
26	104.11	99.42
27	104.43	100.16
28	104.70	100.91
29	104.91	101.68
30	105.06	102.47
31	105.16	103.26

\*\*\* F<sub>S</sub> = 1.396 \*\*\*