



Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Settentrionale
Scali Rosciano, 6 - 57123 Livorno, Italia

R.U.P. ing. Enrico Pribaz
D.E.C. ing. Ilaria Lotti

R.T.P.



30035 Mirano (VE)
Viale Belvedere, 8/10
www.fm-ingegneria.com

Tel. +39 041 5785 711
Fax +39 041 4355 933
portolivorno@fm-ingegneria.com



P.O. Box 1132
3800 BC Amersfoort
The Netherlands
www.royalhaskoningdhv.com

Tel. +44 (0)207 222 2115
Fax +44 (0)207 222 2659
info@rhdhv.com



35027 Noventa Padovana (PD)
Via Panà 56/a

Tel. +39 049 8945 087
Fax +39 049 8707 868
mail@hsmarinesrl.com



31027 Spresiano (TV)
Via Tiepolo, 8
www.gtgeo.it

Tel. +39 0422 8870 31
Fax +39 0422 8895 89
info@gtgeo.it

PROGETTO

**PROGETTAZIONE PRELIMINARE E DEFINITIVA DELLE
OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI
NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA
PIATTAFORMA EUROPA, COMPRESO LO STUDIO DI
IMPATTO AMBIENTALE E LA VALUTAZIONE DI INCIDENZA
AMBIENTALE**

EMISSIONE

PROGETTO DEFINITIVO

TITOLO

B - GEOLOGIA E GEOTECNICA
Relazione sismica

REV.	DATA	FILE	OGGETTO	DIS.	APPR.
1	31/05/2021	1233_PD-B-006_1.doc	Riscontro Rapporto di Ispezione no. IT20056AR-0PP del 19/03/2021	R. Bullo	T. Tassi
2	30/07/2021	1233_PD-B-006_2.doc	Riscontro Rapporto di Ispezione no. IT20056AR-PDS del 22/06/2021	A. Bortoluzzi	T. Tassi
3	31/10/2022	1233_PD-B-006_3.doc	Aggiornamento a seguito della caratterizzazione ambientale	R. Bullo	T. Tassi
4					
5					

ELABORATO N.

B006

DATA: 04/09/2020	SCALA: -	FILE: 1233_PD-B-006_0.doc	J.N. 1233/'19
PROGETTO L. Masiero	DISEGNO C. Scarpa / R. Bullo	VERIFICA L. Masiero	APPROVAZIONE T. Tassi

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

Indice generale

1	SINTESI DELLA RELAZIONE	4
2	CRITERI PROGETTUALI	5
2.1	LEGGI, DECRETI E CIRCOLARI	5
3	CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA	6
3.1	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	9
3.2	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO DELL'OPERA	13
3.3	PARAMETRI SISMICI DI PROGETTO	13
4	SISMICITA' STORICA DELL'AREA	15
4.1	DATABASE "CPTI04"	15
4.2	DATABASE NT4.1	16
5	ZONAZIONE SIMOGENETICA	19
6	VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE	20
6.1	IL FENOMENO "LIQUEFAZIONE"	20
6.2	STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE (D.M. 17.01.2018)	21
6.2.1	CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI SICUREZZA	23
6.2.2	VALUTAZIONE DEL RAPPORTO DI SFORZO CICLICO (CSR)	23
6.2.3	VALUTAZIONE DEL RAPPORTO DI RESISTENZA CICLICA (CRR)	24
6.2.4	DIAGRAMMI DI FLUSSO ALLA BASE DEL MODELLO DI CALCOLO	24
6.2.5	VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (LPI)	27
6.3	VERIFICHE DI LIQUEFAZIONE - WBS	28
6.3.1	WSB 1	28
6.3.1.1	ID38	29
6.3.1.2	ID56	32
6.3.1.3	ID06	35
6.3.1.4	RISULTATI WBS1	39
6.3.2	WSB 3	40
6.3.2.1	ID21	41
6.3.2.2	RISULTATI WBS3	45
6.3.3	WSB 4A	46
6.3.3.1	ID03	47
6.3.3.2	RISULTATI WBS4A	50
6.3.4	WSB 4B	51
6.3.4.1	ID19	52

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Progetto Definitivo	GEOLOGIA E GEOTECNICA 1233_PD-B-006_3.docx

6.3.4.2	ID20	57
6.3.4.3	ID23	60
6.3.4.4	ID24	64
6.3.4.5	ID09	67
6.3.4.6	RISULTATI WBS4B	70
6.3.5	WSB 5	71
6.3.5.1	ID11	72
6.3.5.2	ID12	75
6.3.5.3	RISULTATI WBS5	79
6.3.6	WSB 6	80
6.3.6.1	ID07	81
6.3.6.2	ID55	85
6.3.6.3	RISULTATI WBS6	88
6.4	OPERE DI COLMATA	89
6.4.1.1	ID29	90
6.4.1.2	ID50	93
6.4.1.3	ID51	96
6.4.1.4	RISULTATI VASCA DI COLMATA	99
6.5	CONCLUSIONE	100

Indice delle figure

Figura 3.1 – Classificazione sismica del territorio italiano (1984).....	6
Figura 3.2 – Classificazione sismica del territorio italiano (Proposta GdL 1998).	7
Figura 3.3 – Classificazione sismica del territorio italiano (OPCM 3274/03).	7
Figura 3.4 – Riclassificazione sismica del territorio italiano (2004).	8
Figura 3.5 – Mappa di pericolosità sismica della Toscana. Accelerazione attesa con probabilità del 10% in 50 anni (INGV, 2004).	8
Figura 3.6 – Classificazione sismica del Comune di Livorno (I.N.G.V.).....	9
Figura 3.7 – Prove SDMT eseguite	12
Figura 3.8 – Parametri sismici del Comune di Livorno (GeoStru).	13
Figura 4.1 – Carta della sismicità in Italia (distribuzione degli epicentri fino al 2002).....	16
Figura 4.2 – Epicentri dei terremoti in funzione dell'intensità macrosismica Ms.....	17
Figura 4.3 – Massima intensità macrosismica osservata nel territorio toscano.....	18
Figura 5.1 – Zonazione sismogenetica: a) ZS.4 - 1996. b) ZS.9 - 2004.	19
Figura 5.2 – Magnitudo zona ZS 921.	19
Figura 6.1 – Incremento della pressione neutra di un terreno liquefacibile durante un sisma.....	21
Figura 6.2 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione: a) con $U_c < 3.5$. b) con $U_c \geq 3.5$	22
Figura 6.3 – Presentazione grafica del metodo utilizzato per il calcolo del potenziale di liquefazione...	27

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto Definitivo	Elaborato: GEOLOGIA E GEOTECNICA 1233_PD-B-006_3.docx
--	---	---

Figura 6.4 – LPI per ID38, stato di fatto (SF) e stato di progetto (SP).	31
Figura 6.5 – LPI per ID56, stato di fatto (SF) e stato di progetto (SP).	34
Figura 6.6 – Potenziale di liquefazione WBS1: a) Stato di fatto. b) Stato di progetto	39
Figura 6.7 – Potenziale di liquefazione WBS3: a) Stato di fatto. b) Stato di progetto	45
Figura 6.8 – LPI per ID03, stato di fatto (SF) e stato di progetto (SP).	49
Figura 6.9 – Potenziale di liquefazione WBS4a: a) Stato di fatto. b) Stato di progetto	50
Figura 6.10 – LPI per ID20, stato di fatto (SF) e stato di progetto (SP).	59
Figura 6.11 – LPI per ID24, stato di fatto (SF) e stato di progetto (SP).	66
Figura 6.12 – LPI per ID09, stato di fatto (SF) e stato di progetto (SP).	69
Figura 6.13 – Potenziale di liquefazione WBS4b: a) Stato di fatto. b) Stato di progetto	70
Figura 6.14 – LPI per ID11, stato di fatto (SF) e stato di progetto (SP).	74
Figura 6.15 – Potenziale di liquefazione WBS5: a) Stato di fatto. b) Stato di progetto	79
Figura 6.16 – LPI per ID55, stato di fatto (SF) e stato di progetto (SP).	87
Figura 6.17 – Potenziale di liquefazione WBS6: a) Stato di fatto. b) Stato di progetto	88
Figura 6.18 – LPI per ID29, stato di fatto (SF) e stato di progetto (SP).	92
Figura 6.19 – LPI per ID50, stato di fatto (SF) e stato di progetto (SP).	95
Figura 6.20 – LPI per ID51, stato di fatto (SF) e stato di progetto (SP).	98
Figura 6.21 – Potenziale di liquefazione VASCA DI COLMATA: a) Stato di fatto. b) Stato di progetto.....	99
Figura 6.22 – Inquadramento ante-operam	100
Figura 6.23 – Inquadramento post-operam	101

Indice delle tabelle

Tabella 3.1 – Classificazione sismica fino al 2004	6
Tabella 3.2 – Categorie di sottosuolo.	9
Tabella 3.3 – Coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica relativi all’area in esame.	14
Tabella 6.1 – Rischio di liquefazione in funzione di LPI.....	27
Tabella 6.2 – Identificativi per WBS 1.	28
Tabella 6.3 – LPI per ogni prova -WBS1.....	39
Tabella 6.4 – Identificativi per WBS 3	40
Tabella 6.5 – LPI per ogni prova -WBS3.....	45
Tabella 6.6 – Identificativi per WBS 4a	46
Tabella 6.7 – LPI per ogni prova -WBS4a.....	50
Tabella 6.8 – Identificativi per WBS 4b.....	51
Tabella 6.9 – LPI per ogni prova -WBS4b.....	70
Tabella 6.10 – Identificativi per WBS 5	71
Tabella 6.11 – LPI per ogni prova -WBS5.....	79
Tabella 6.12 – Identificativi per WBS 6	80
Tabella 6.13 – LPI per ogni prova -WBS6.....	88
Tabella 6.14 – Identificativi per la VASCA DI COLMATA.....	89
Tabella 6.15 – LPI per ogni prova -VASCA DI COLMATA	99

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto Definitivo	Elaborato: GEOLOGIA E GEOTECNICA 1233_PD-B-006_3.docx
--	---	---

1 SINTESI DELLA RELAZIONE

Nella presente relazione viene fornito un quadro generale sulla sismicità dell'area di progetto e vengono illustrate le metodologie di calcolo utilizzate per la valutazione della suscettibilità alla liquefazione dei terreni.

L'analisi storica degli eventi sismici che maggiormente hanno caratterizzato l'area interessata dall'intervento deriva da uno studio basato su dati registrati e pubblicati in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.). Lo studio ha permesso di analizzare i terremoti a partire dal I secolo A.C. fino ai giorni d'oggi.

Dopo una breve descrizione delle normative nazionali e regionali vigenti in materia sismica, saranno dettate le procedure di classificazione sismica dell'area, sulla base:

- delle direttive legislative;
- della sismicità storica dell'area di Livorno in funzione dei dati divulgati nel web dall'I.N.G.V.;
- della zonazione sismogenetica;
- degli effetti di amplificazione locale.

L'esame accurato delle singole procedure permetterà di definire l'attività sismica che si può verificare il loco, definita in termini di accelerazione massima orizzontale (a_g) e di Magnitudo Momento (M).

La conoscenza delle caratteristiche geofisiche dei terreni di fondazione deriva da correlazioni empiriche basate sui risultati delle campagne di indagini geotecniche e geognostiche del 2019/2020 e del 2021/202. Per approfondimenti si rimanda all'elaborato 1233_PD-B-005

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto Definitivo	Elaborato: GEOLOGIA E GEOTECNICA 1233_PD-B-006_3.docx
--	---	---

2 CRITERI PROGETTUALI

I criteri di progettazione, dimensionamento e verifica sono conformi alle seguenti direttive:

2.1 LEGGI, DECRETI E CIRCOLARI

- Legge 2 febbraio 1974, n°64 “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- D.M. 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»”.
- CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 “Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”.
- Ordinanza P.C.M. del 20 marzo 2003 n°3274 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica”.
- Ordinanza P.C.M. n°3431 03 maggio 2005 “Ulteriori modifiche ed integrazioni all’ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante «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. 3519 del 28 aprile 2006 - Criteri generali per l'identificazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

3 CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA

In base all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 e alla successiva Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006, il Comune di Livorno è classificato in **zona 2** contraddistinta da un parametro di accelerazione massima orizzontale a_g dell'ordine di 0.1-0.125-g (valore riferito ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni) come segnalato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>).

Tabella 3.1 – Classificazione sismica fino al 2004

Denominazione	Comune	Provincia	Coordinate	Categoria			
				Decreti fino al 1984	Proposta GdL 1998	O.P.C.M. 3274/03	Riclassificazione 2004
Livorno	Livorno	Livorno	43°33'N 10°19'E	2	3	2	2

Si riportano a seguire le mappe cromatiche con la classificazione sismica storica del territorio italiano, a partire dall'anno 1984 fino alla riclassificazione del 2004, sulla base delle normative nazionali e regionali vigenti.

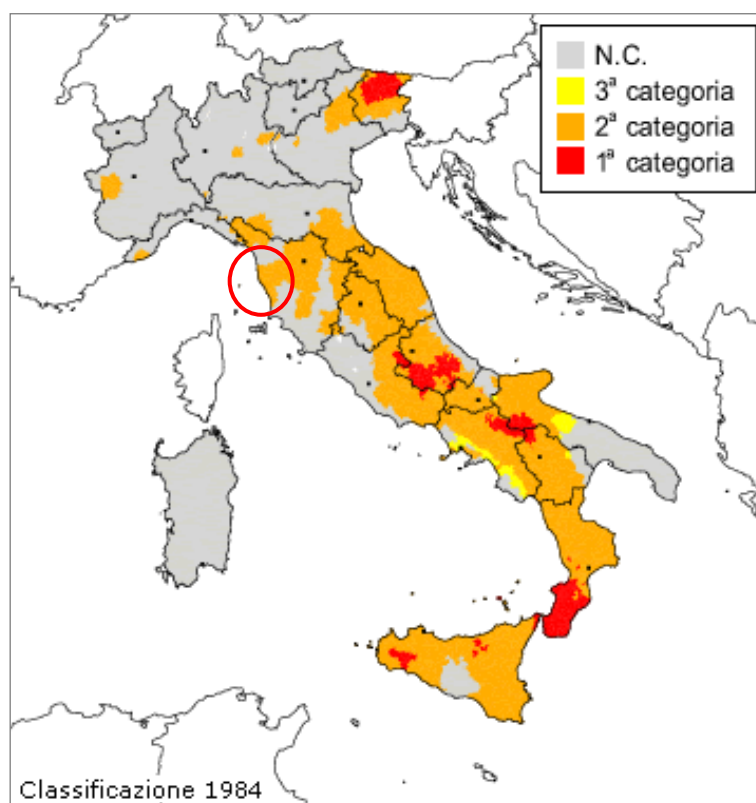


Figura 3.1 – Classificazione sismica del territorio italiano (1984).

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

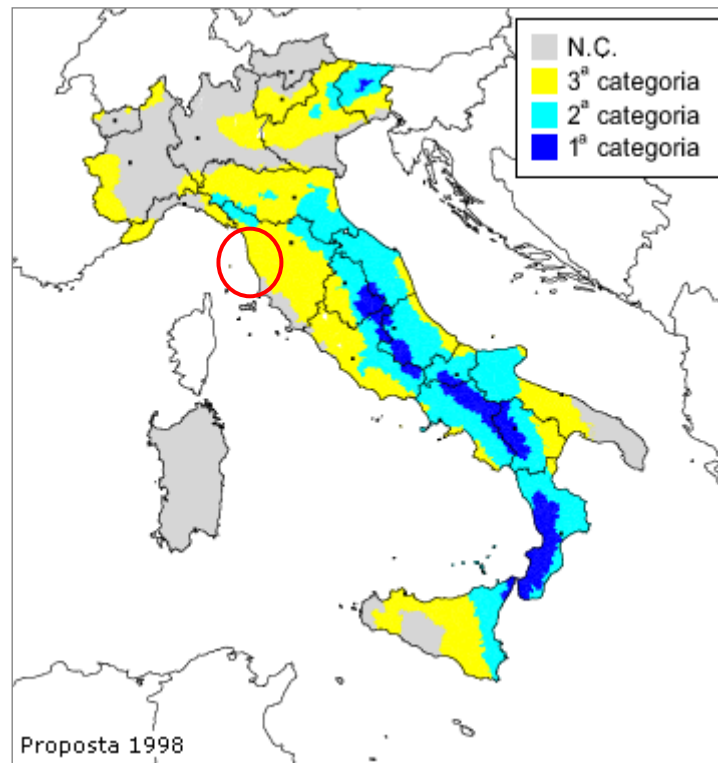


Figura 3.2 – Classificazione sismica del territorio italiano (Proposta GdL 1998).

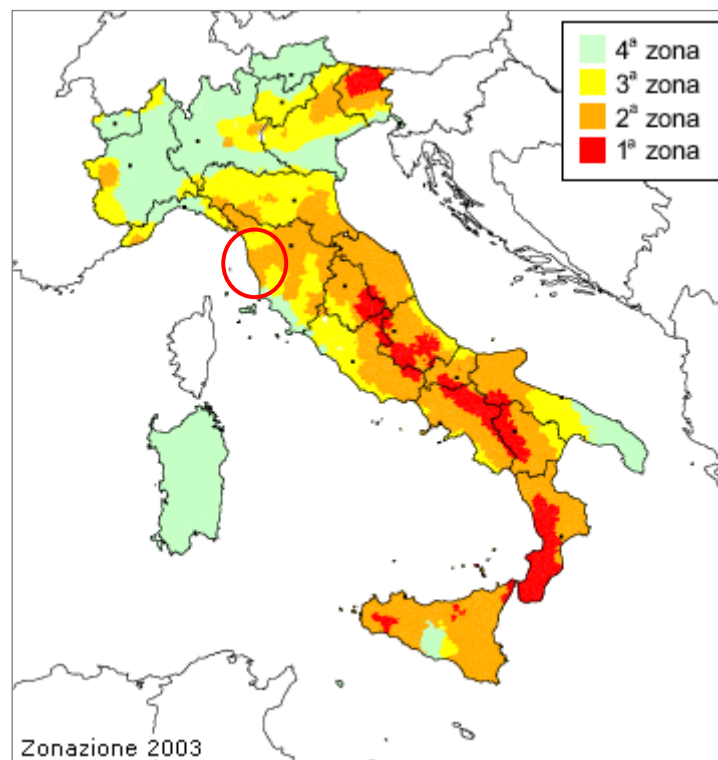


Figura 3.3 – Classificazione sismica del territorio italiano (OPCM 3274/03).

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

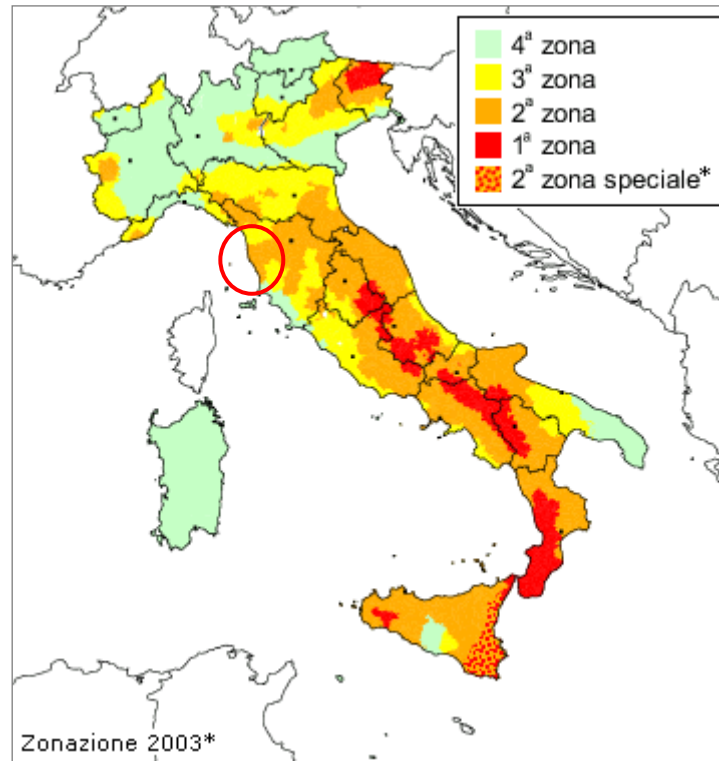


Figura 3.4 – Riclassificazione sismica del territorio italiano (2004).

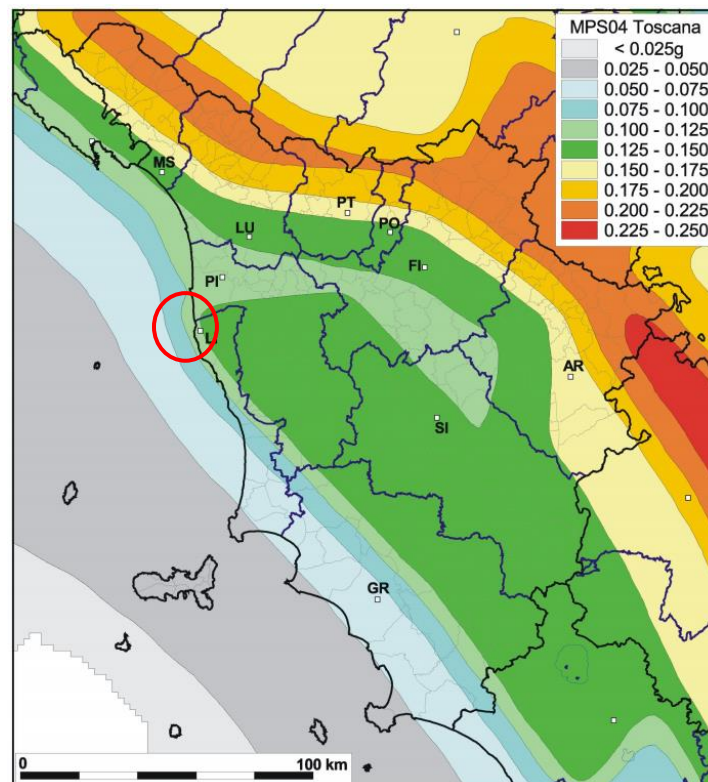


Figura 3.5 – Mappa di pericolosità sismica della Toscana. Accelerazione attesa con probabilità del 10% in 50 anni (INGV, 2004).

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

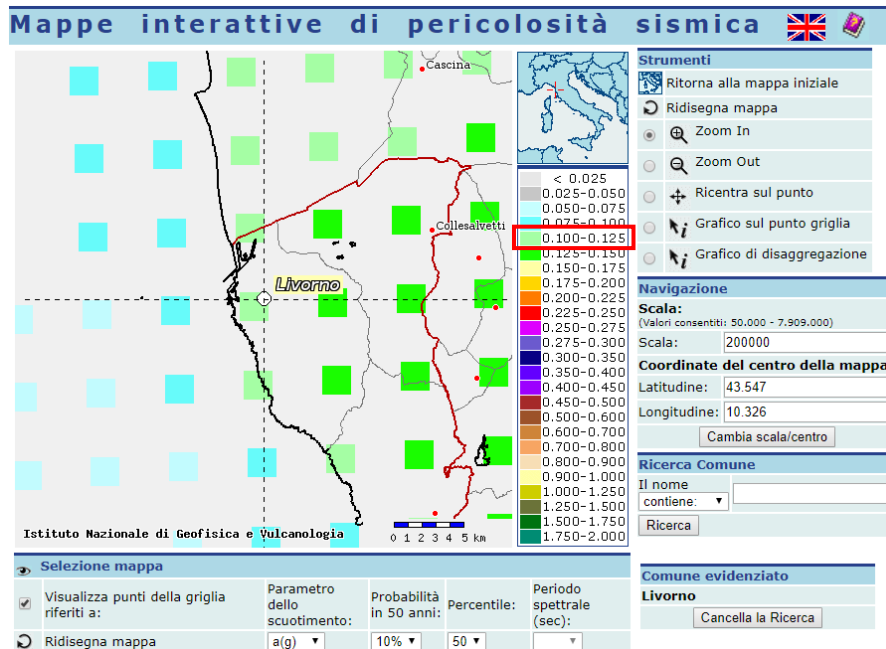


Figura 3.6 – Classificazione sismica del Comune di Livorno (I.N.G.V.).

3.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante l'utilizzo di un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. In particolare, si classifica il terreno presente al di sotto del piano di posa delle fondazioni dell'opera di progetto, attraverso il valore della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio (definita successivamente) entro i primi 30 m di profondità.

La normativa (NTC 2018) suddivide i terreni secondo la tabella seguente.

Tabella 3.2 – Categorie di sottosuolo.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, 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.</i>
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

La velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,30}$ è definita dall'espressione:

$$V_{s,30} = 30 / \sum_i h_i / V_{s,i}$$

in cui h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo, per un totale di n -strati presenti nei 30 m superiori.

I valori di V_s sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

Le prove SDMT eseguite permettono di determinare, in base al ritardo nell'arrivo degli impulsi, la velocità V_s (velocità di propagazione dell'onda di taglio). Le prove eseguite riportano valori di velocità $V_{s,30}$ media rilevata appartenente ad una categoria di suolo C ($180 < V_{s,30} < 360$ m/s); per maggiori informazioni visionare il paragrafo relativo alle misure sismiche nell'elaborato PD-B-002.

Misure sismiche:

SDMT7 bis – ID35

SDMT10 – ID43

VS1 – ID37

VS3 – ID46

VS5 – ID34

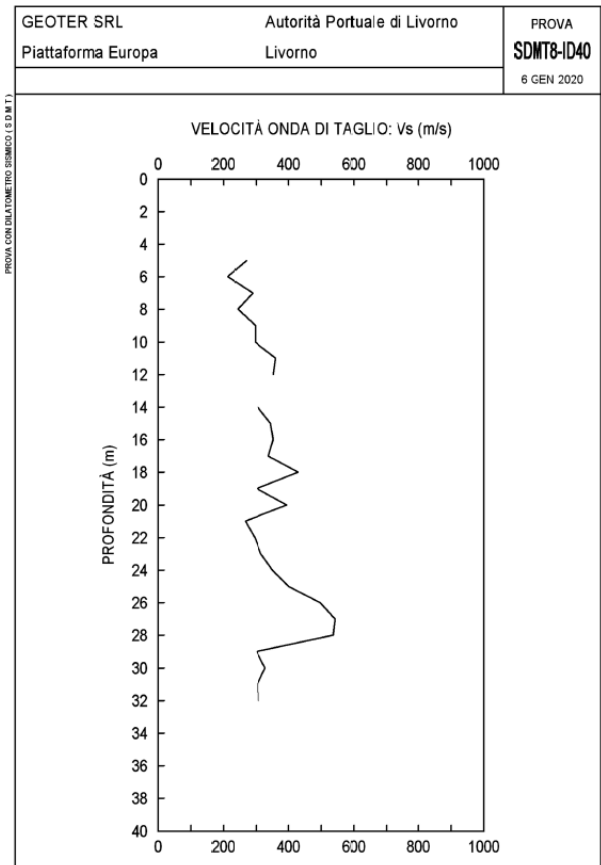
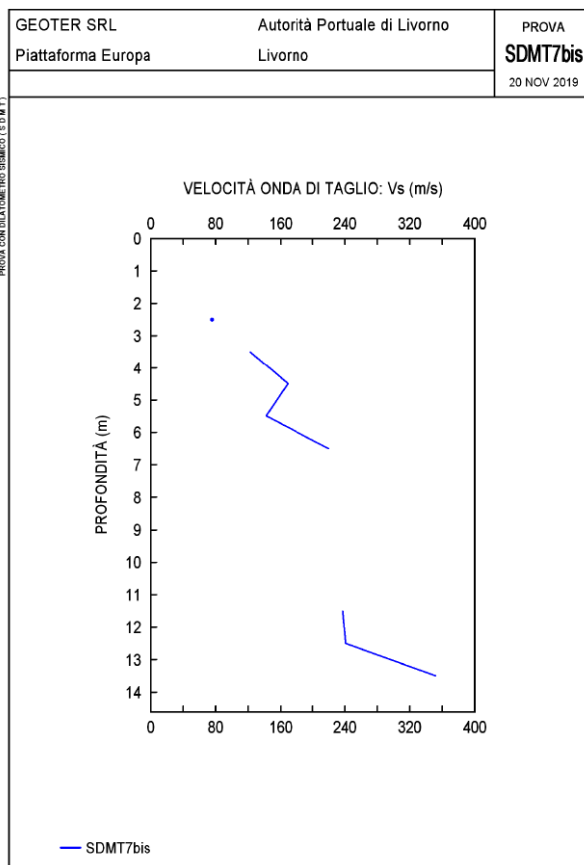
SDMT8 – ID40

SDMT11 – ID54

VS2 – ID56

VS4 – ID8

VS6 – ID51



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

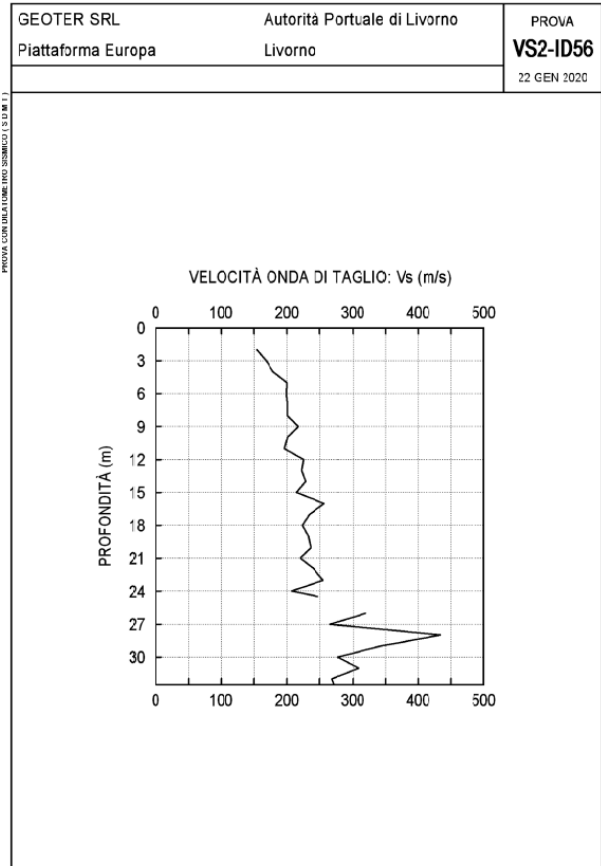
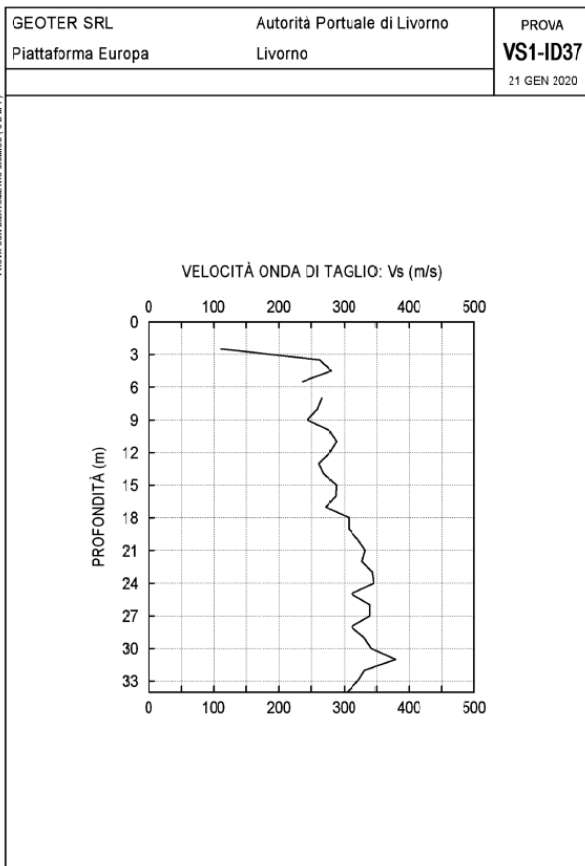
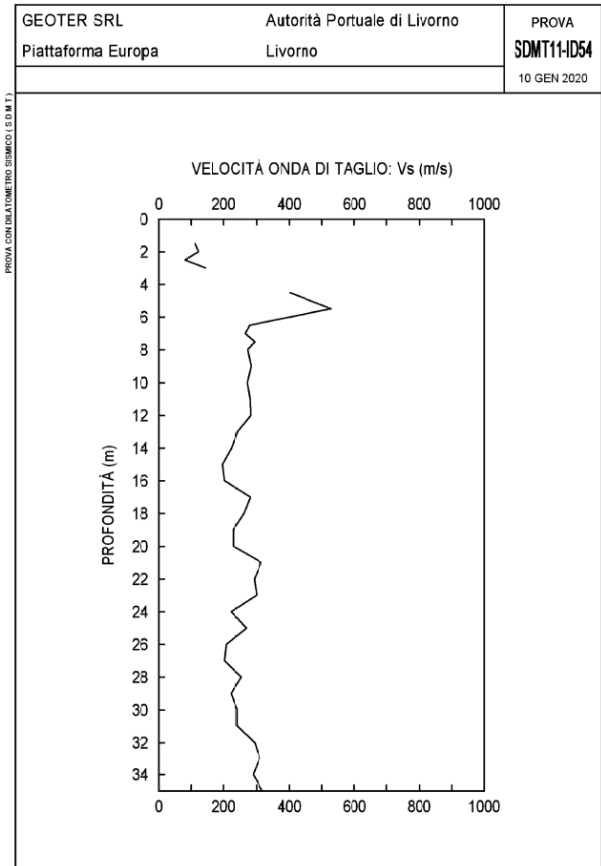
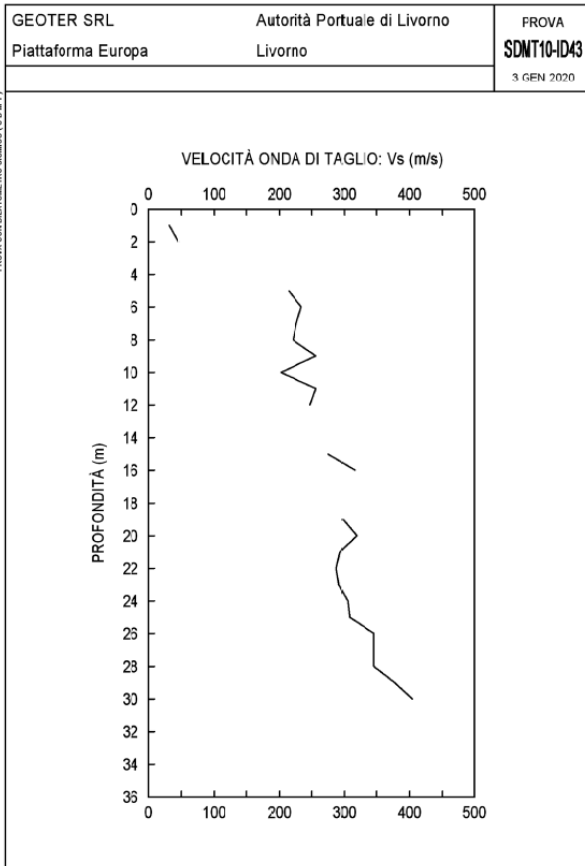
Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

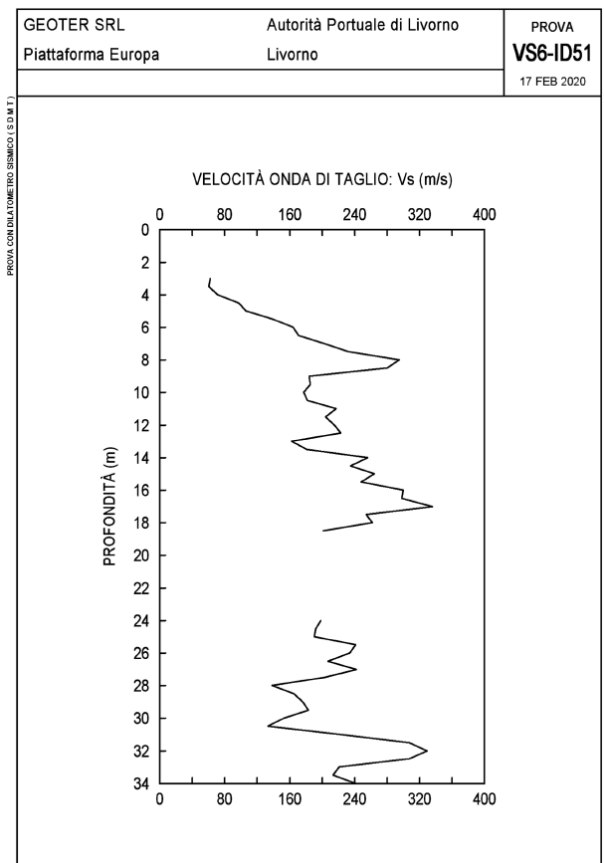
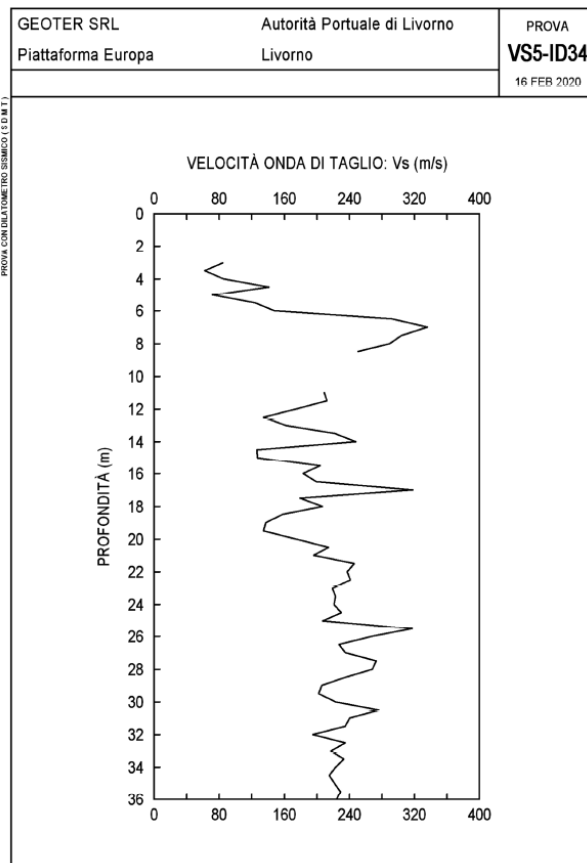
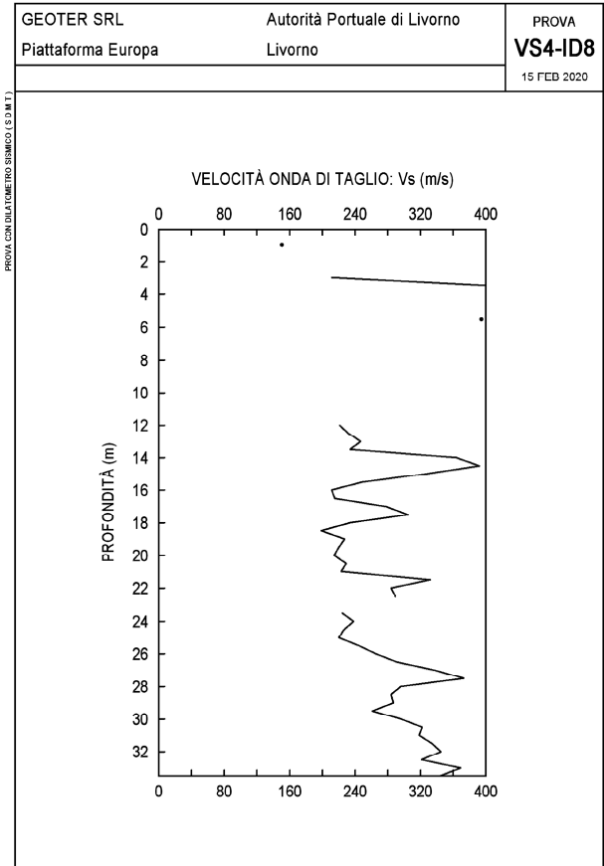
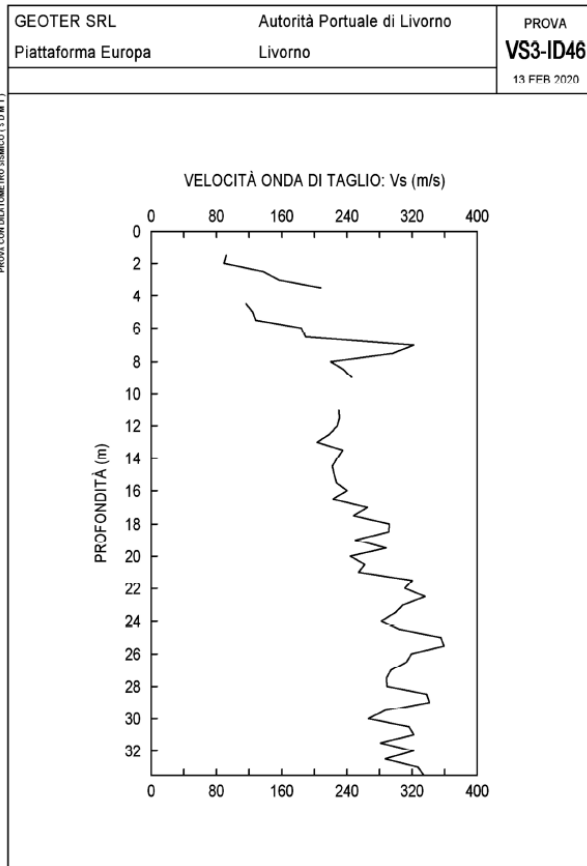


Figura 3.7 – Prove SDMT eseguite

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

3.2 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO DELL'OPERA

- Classe d'Uso dell'opera: III → CU = 1.5
- Vita Nominale dell'opera: VN = 50 anni
- Periodo di riferimento dell'azione sismica VR = VN x CU = 75 anni

Tabella 2.4.I – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Tab. 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

Se $V_R \leq 35$ anni si pone comunque $V_R = 35$ anni.

3.3 PARAMETRI SISMICI DI PROGETTO

Il parametro di accelerazione massima orizzontale se riferito alla Classe d'Uso dell'opera, alla Vita Nominale dell'opera e alla categoria del sottosuolo di fondazione, assume i seguenti valori massimi in funzione dello stato limite utilizzato per la progettazione delle opere.

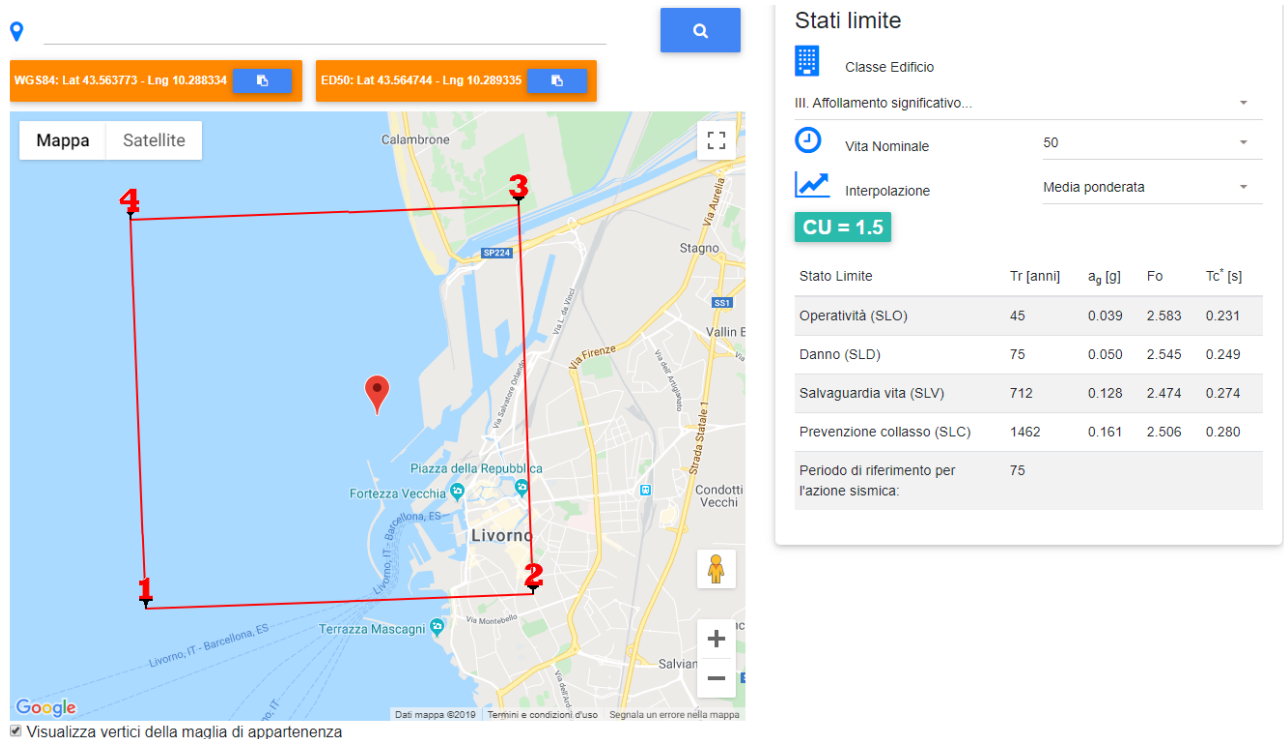


Figura 3.8 – Parametri sismici del Comune di Livorno (GeoStru).

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto Definitivo	Elaborato: GEOLOGIA E GEOTECNICA 1233_PD-B-006_3.docx
---	--	--

Tabella 3.3 – Coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica relativi all’area in esame.

 Cat. Sottosuolo	C			
 Cat. Topografica	T1			
	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,46
CC Coeff. funz categoria	1,70	1,66	1,61	1,60
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

La NTC2018 definisce che l’accelerazione massima attesa al sito, agli stati limite di vita SLV, può essere valutata con la relazione:

$$a_{max} = S \cdot a_g = (S_s \cdot S_T) \cdot a_g = 1 \cdot 1.50 \cdot \mathbf{0.128} = \mathbf{0.192}$$

Con:

S= coefficiente che comprende l’effetto dell’amplificazione stratigrafica (SS) e dell’amplificazione topografica (ST)

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

4 SISMICITA' STORICA DELL'AREA

Per l'analisi della sismicità che in passato ha interessato l'area in oggetto, si è fatto riferimento ai seguenti cataloghi:

- **CPTI04** (maggio 2004), Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani;
- **NT4.1**, catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno (aggiornamento marzo 1998).

4.1 DATABASE "CPTI04"

Redatto a partire dal 1999 da studi operati nel settore della sismologia storica e della macrosismica degli ultimi venti anni. Il catalogo contiene 2480 eventi di cui sono riportate le seguenti informazioni:

Tr	tipo di record
Ye	anno
Mo	mese
Da	giorno
Ho	ora
Mi	minuto
Se	secondo
AE	denominazione dell'area dei massimi effetti
Rt	codice bibliografico dello studio di riferimento
Np	numero dei punti di intensità
Imx	intensità massima (scala MCS)
Io	intensità epicentrale (scala MCS)
Lat	latitudine in gradi e decimali
Lon	longitudine in gradi e decimali
Me	Magnitudo equivalente
dE	errore associato alla stima di Me
Mm	magnitudo macrosismica
dM	errore associato alla stima di Mm
tM	codice di determinazione di Mm
Ms	magnitudo strumentale
dS	errore associato alla stima di Ms
tS	codice di determinazione di Ms
Ma	magnitudo media pesata
dA	errore associato alla stima di Ma

Ad esso è associato un database di riferimento per poter compiere le necessarie correlazioni tra ciascun evento e il sito in esame. Da tutti gli eventi con dati di base è possibile selezionare le notizie in modo da

definire "storie sismiche" dei singoli siti, identificanti cioè la successione temporale delle intensità risentite (in una definita località) rispetto alle intensità epicentrali dei vari eventi nel corso dei secoli.

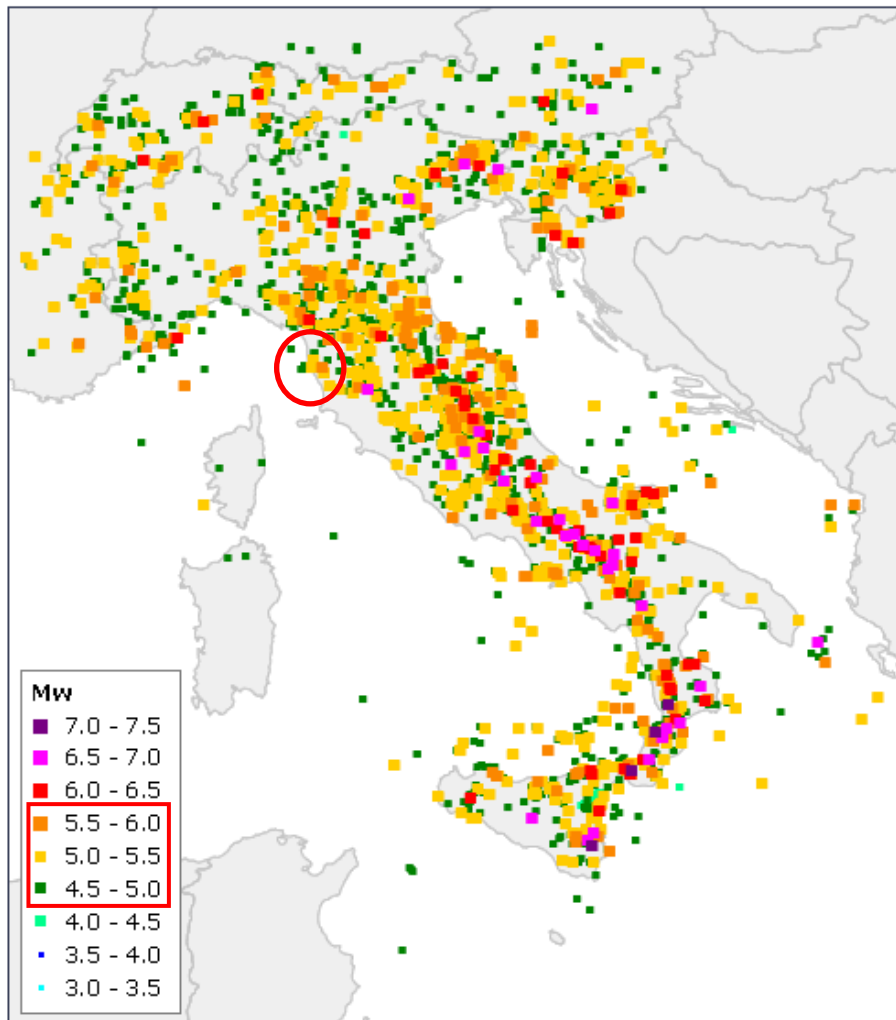


Figura 4.1 – Carta della sismicità in Italia (distribuzione degli epicentri fino al 2002).

4.2 DATABASE NT4.1

Realizzato nell'ambito del GNDDT sono considerati solo eventi principali con soglia di magnitudo avvenuti dal 1065 al 1976. L'osservazione ha permesso riportare nella Figura gli epicentri dei terremoti che hanno interessato le aree limitrofe al Comune di Livorno, in funzione dell'intensità macrosismica ($MCS > 2$) e della magnitudo (M_s).

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

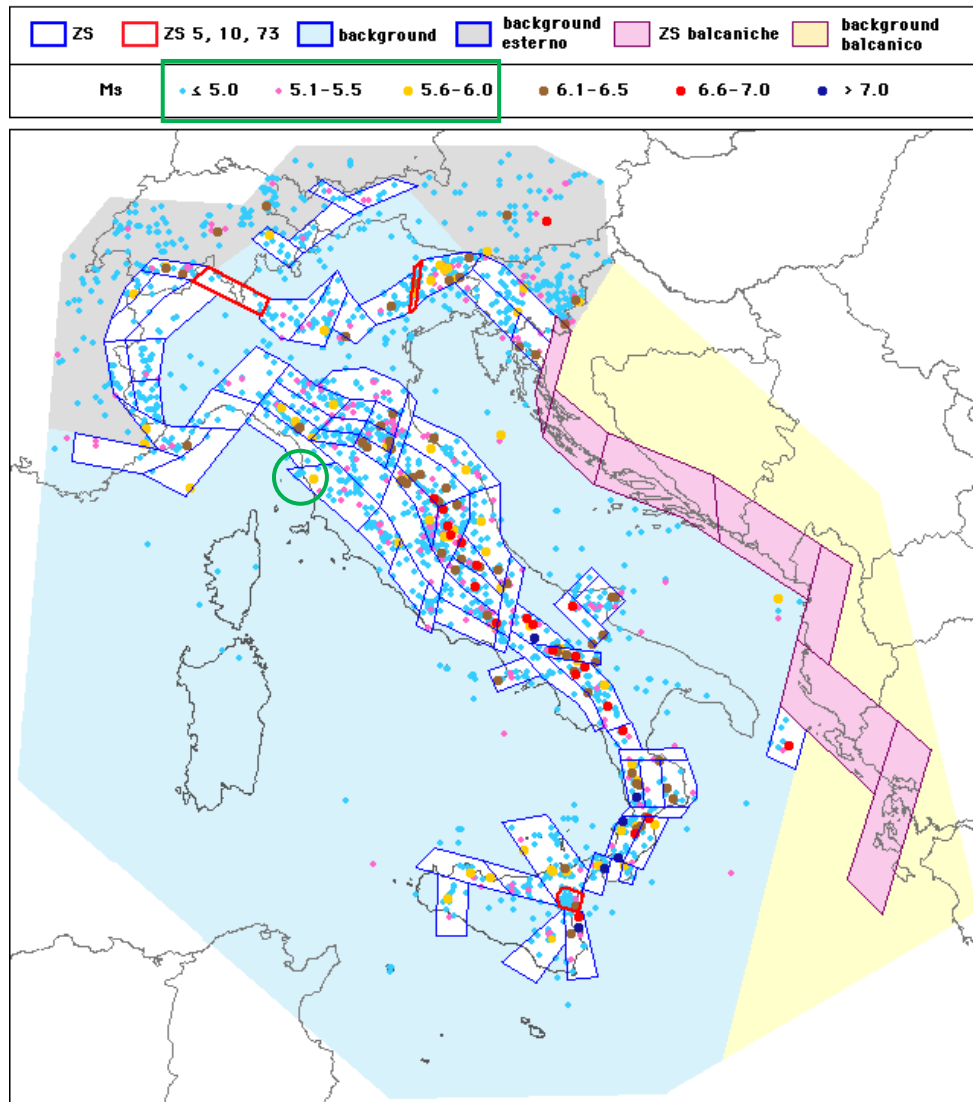


Figura 4.2 – Epicentri dei terremoti in funzione dell'intensità macrosismica Ms.

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

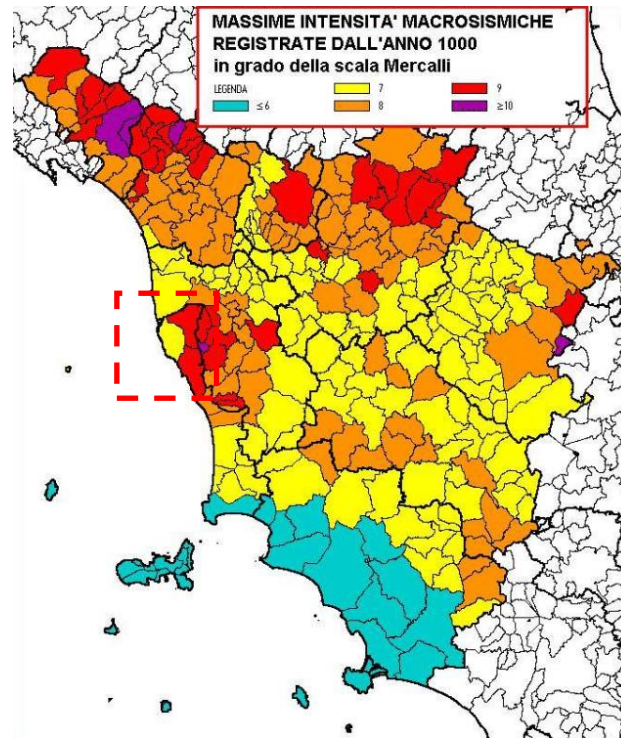


Figura 4.3 – Massima intensità macrosismica osservata nel territorio toscano.

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

5 ZONAZIONE SISMOGENETICA

La zonazione sismogenetica è uno degli strumenti utilizzati per la valutazione della pericolosità sismica del territorio italiano. La sismogenetica ZS.4 è stata tracciata nel 1996, utilizzata per la redazione della carta di pericolosità sismica nazionale dal Gruppo Nazionale Difesa Terremoti (1996) e dal Servizio Sismico Nazionale (2001) e rappresenta uno schema geodinamico e sismotettonico ancora valido nelle sue linee generali, sebbene le nuove conoscenze in riferimento al quadro cinematico generale e alla geometria delle sorgenti sismogenetiche e la necessità di una maggiore coerenza con il nuovo catalogo dei terremoti CPT12, abbiano portato alla redazione di una nuova zonazione sismogenetica ZS.9 (2004).

Le zone rappresenterebbero quindi degli embrioni di macrostrutture le cui orientazioni seguono i principali andamenti alpini o appenninici, con importanti strutture trasversali di svincolo.

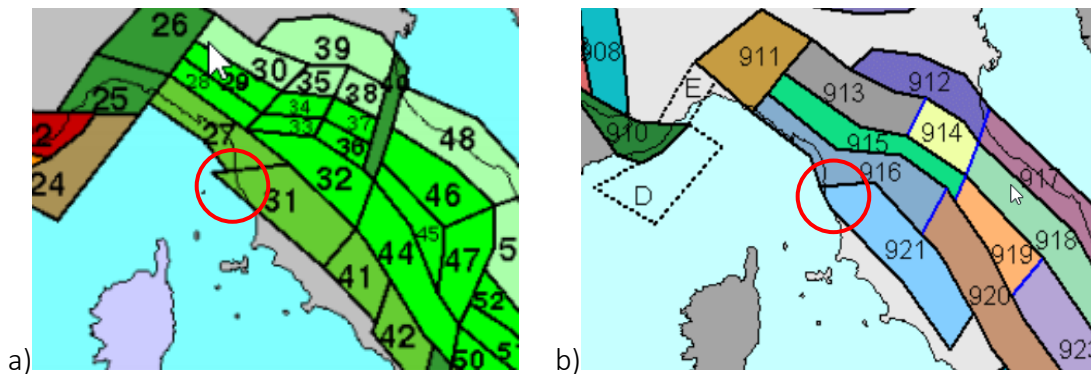


Figura 5.1 – Zonazione sismogenetica: a) ZS.4 - 1996. b) ZS.9 - 2004.

Come si evince dalla zonazione sismogenetica ZS.9, Livorno rientra nella zona sismogenetica 921, la cui magnitudo di riferimento **6.14**.

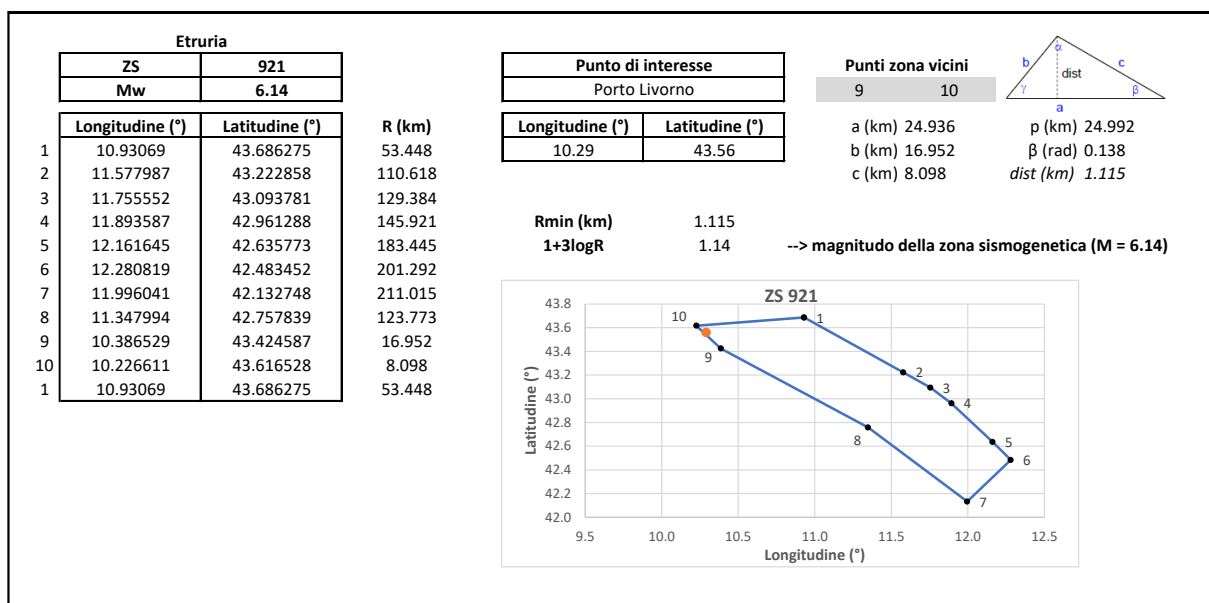


Figura 5.2 – Magnitudo zona ZS 921.

6 VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Il D.M. 14 gennaio 2008, così come l'antecedente Ordinanza del PCM n°3274 del 20 marzo 2003, prevede per i terreni saturi non coesivi, in caso di scuotimento sismico, la verifica della suscettibilità alla **liquefazione** quando la falda freatica si trova in prossimità della quota di piano campagna ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sottofalda, anche se contenenti frazione fine limo-argillosa.

6.1 IL FENOMENO "LIQUEFAZIONE"

Con il termine liquefazione si intende un processo in seguito al quale un sedimento che si trova al di sotto del livello freatico perde temporaneamente resistenza e si comporta come un fluido viscoso a causa di un aumento della pressione neutra e di una riduzione della pressione efficace.

La liquefazione ha luogo quando la pressione dei pori aumenta fino a eguagliare la pressione intergranulare; in termini tecnici la liquefazione ha inizio quando la pressione dei pori (u_0) eguaglia la pressione totale (σ_{v0}), producendo uno stato della pressione efficace nullo.

$$\sigma'_{v0} = \sigma_{v0} - u_0 = 0$$

L'incremento della pressione neutra è indotto dalla tendenza di un materiale granulare a compattarsi quando è soggetto ad azioni cicliche di un sisma, con conseguente aumento del potenziale di liquefazione del terreno. La liquefazione del terreno dovuta a movimenti sismici, con le conseguenti deformazioni associate, è una delle cause più importanti di danneggiamento e crollo delle costruzioni fondate su terreni non coesivi saturi ed è il risultato dell'effetto combinato di due principali categorie di fattori:

- fattori predisponenti
 - il terreno deve essere saturo, non compattato, non consolidato, sabbioso o limoso o un miscuglio di poca argilla.
 - Distribuzione granulometrica, uniformità, saturazione, densità relativa, pressioni efficaci di confinamento, stato tensionale in sito iniziale, ecc.
- fattori scatenanti
 - sismicità: magnitudo, durata, distanza dall'epicentro, accelerazione massima superficiale, inoltre il sito deve essere scosso sufficientemente a lungo e con forza dal sisma.

Alla liquefazione del terreno possono, infatti, associarsi estesi fenomeni di subsidenza, movimenti di masse fluidificate del terreno, ecc. ma anche effetti meno devastanti, quali cedimenti differenziali, lesioni nelle strutture, ecc. che tuttavia possono indurre gravi danni alle opere.

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

L'ammortare delle deformazioni conseguenti alla liquefazione dipende dallo stato di addensamento del suolo, spessore ed estensione areale dello strato liquefacibile, dalla pendenza della superficie del terreno e dalla distribuzione dei carichi applicati dalle opere.

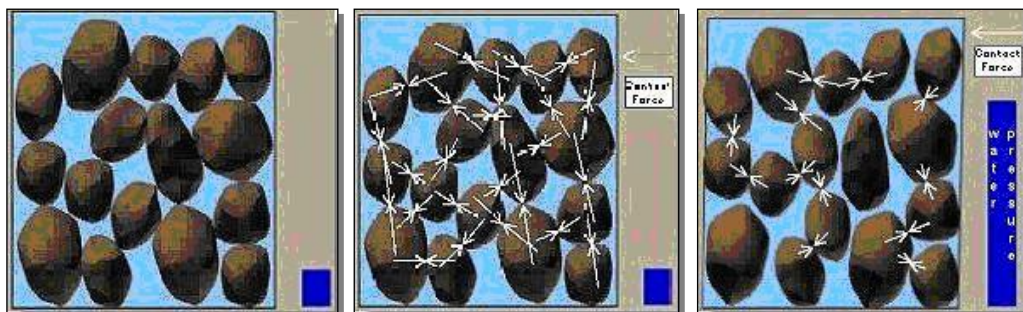


Figura 6.1 – Incremento della pressione neutra di un terreno liquefacibile durante un sisma.

Sono suscettibili alla liquefazione:

- i suoli non coesivi e saturi (sabbie e limi, occasionalmente ghiaie) con contenuto di fini plastici relativamente basso (inferiore al 15%);
- i suoli costituiti da particelle relativamente uniformi, in cui predomina una dimensione di particelle;
- i depositi sabbiosi recenti (età Olocenica).

Nei paragrafi successivi, saranno presentate le metodologie utilizzate per determinare la suscettività o meno alla liquefazione dei terreni interessati dalle opere in oggetto, in funzione:

- delle prescrizioni dettate dalla normativa vigente;
- delle caratteristiche meccaniche dei vari profili litostratigrafici;
- della Magnitudo Momento e del grado di sismicità dell'area.

6.2 STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE (D.M. 17.01.2018)

Il paragrafo 7.11.3.4 del D.M. 17 gennaio 2018 stabilisce che, in caso di scuotimento sismico, il sito presso il quale è ubicata l'opera deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche

dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nelle seguenti figure a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c \geq 3,5$.

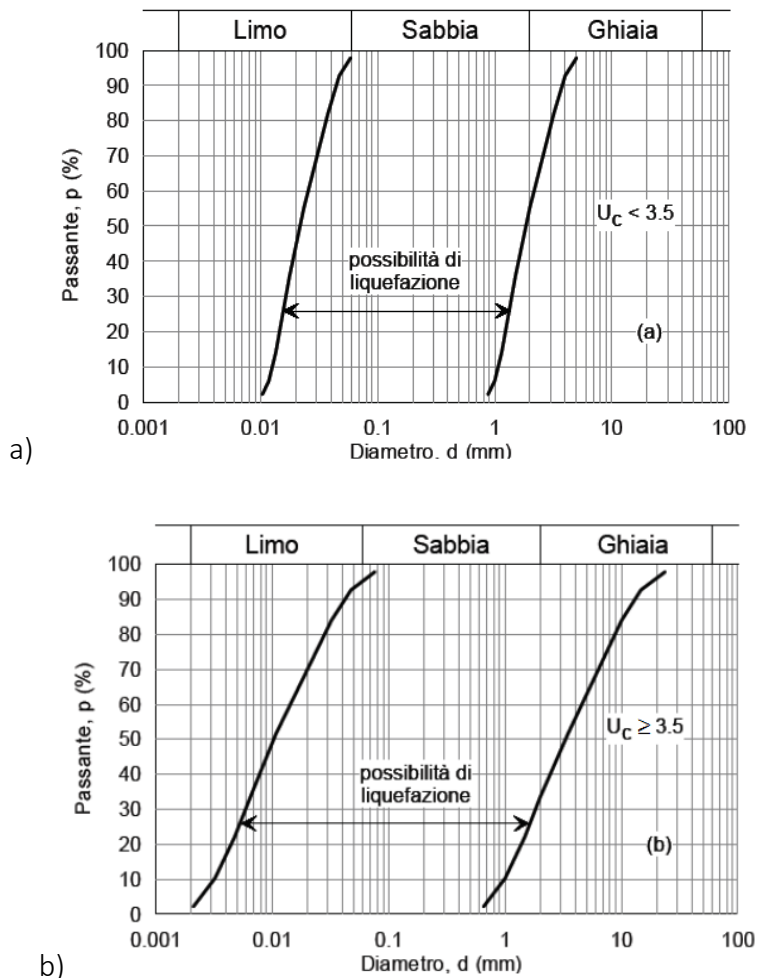


Figura 6.2 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione: a) con $U_c < 3.5$. b) con $U_c \geq 3.5$.

Sulla base di quanto presentato nei precedenti paragrafi e visti i risultati delle indagini geognostiche condotte, si evince che la verifica a liquefazione non può essere omessa.

La procedura di calcolo nel suo insieme è divisa in tre parti:

1. Calcolo della domanda di resistenza ciclica alla liquefazione CSR;
2. Calcolo della capacità di resistenza del terreno alla liquefazione CRR;
3. Valutazione del potenziale di liquefazione.

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto Definitivo	Elaborato: GEOLOGIA E GEOTECNICA 1233_PD-B-006_3.docx
--	---	---

6.2.1 Calcolo del coefficiente di sicurezza

Il fattore di sicurezza nei confronti della liquefazione è pari al rapporto tra il rapporto di resistenza ciclica (CRR) e il rapporto di sforzo ciclico (CSR) normalizzati rispetto a σ'_{v0} e riferiti ad una magnitudo di 7.5:

$$FS = \frac{CRR_{M=7.5, \sigma'_v=1atm}}{CSR_{M=7.5, \sigma'_v=1atm}}$$

Il calcolo della resistenza a liquefazione viene valutato utilizzando la teoria di Boulanger & Idriss (2014)

6.2.2 Valutazione del rapporto di sforzo ciclico (CSR)

Il rapporto di sforzo ciclico (sforzo di taglio indotto dal terremoto) dipende dai parametri sismici dell'area ed è così espresso:

$$CSR_{M=7.5, \sigma'_v=1atm} = 0.65 \cdot \left(\frac{\sigma_v}{\sigma'_v} \frac{a_{max}}{g} r_d \frac{1}{MSF} \frac{1}{K_\sigma} \right)$$

dove:

- a_{max} : accelerazione orizzontale di picco in superficie;
- g : accelerazione di gravità;
- σ_{v0} : tensione verticale litostatica totale;
- σ'_{v0} : tensione verticale litostatica efficace;
- r_d : coefficiente di riduzione delle tensioni;
- MSF : coefficiente correttivo dipendente dalla magnitudo del sisma.

Il fattore di riduzione delle tensioni (r_d) è calcolato come segue:

$$r_d = \exp[\alpha(z) + \beta(z) \cdot M]$$

$$\alpha(z) = -1.012 - 1.124 \sin\left(\frac{z}{11.73} + 5.133\right)$$

$$\beta(z) = 0.106 + 0.118 \sin\left(\frac{z}{11.28} + 5.142\right)$$

dove z è la profondità in metri da piano campagna.

Il valore da attribuire a MSF è definito dalle seguenti equazioni:

$$MSF = 1 + (MSF_{max} - 1) \left(8.64 \exp\left(\frac{-M}{4}\right) - 1.325 \right)$$

$$MSF_{max} = 1.09 + \left(\frac{q_{C1Ncs}}{180}\right)^3 \leq 2.2$$

dove M è la magnitudo del terremoto.

Progetto:
 Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
 Progetto Definitivo

Elaborato:
 GEOLOGIA E GEOTECNICA
 1233_PD-B-006_3.docx

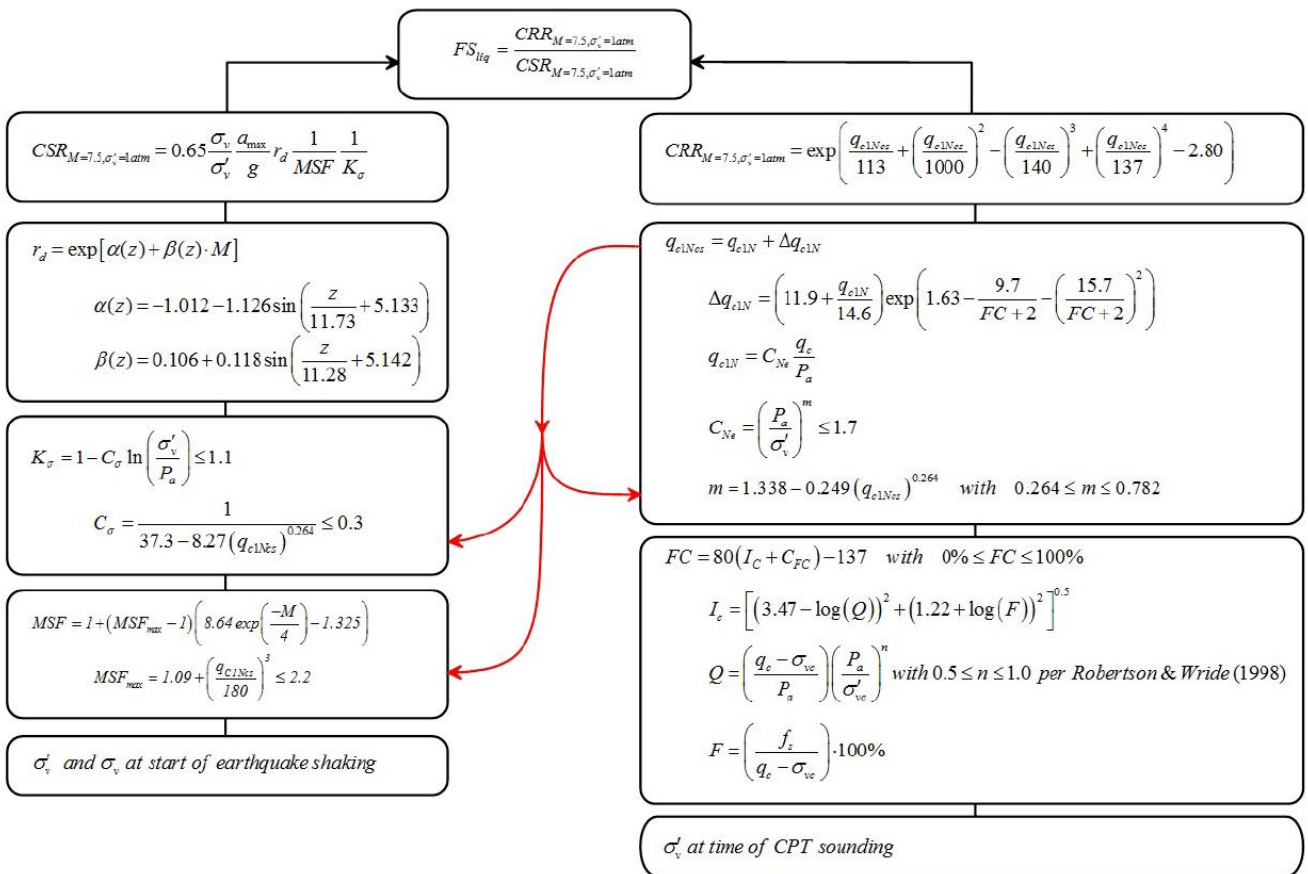
6.2.3 Valutazione del rapporto di resistenza ciclica (CRR)

Per il calcolo del rapporto di resistenza ciclica (resistenza al taglio ciclica del terreno) è stato utilizzato il metodo di Boulanger & Idriss (2014) a partire dai dati forniti dalle prove CPTU.

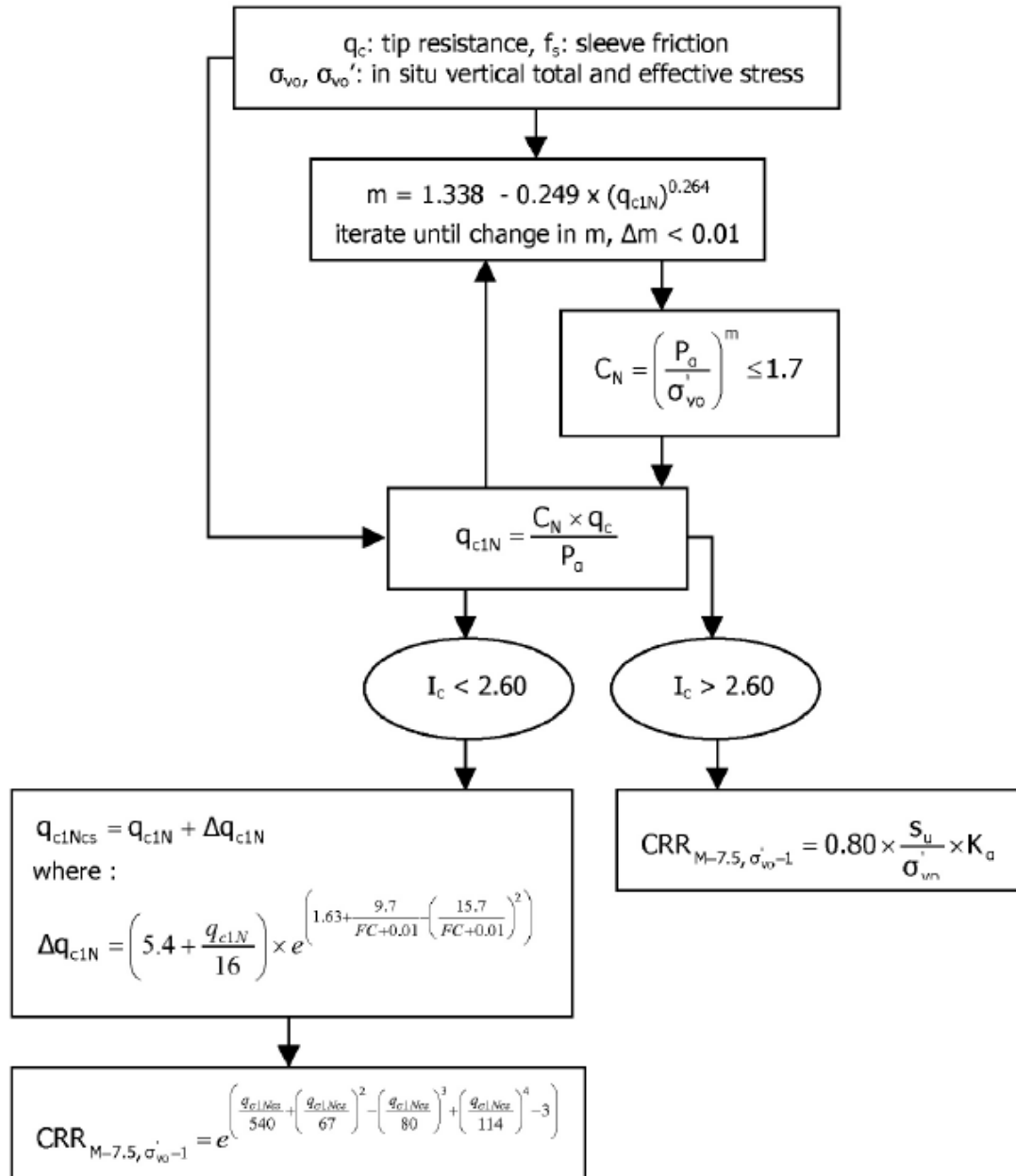
6.2.4 Diagrammi di flusso alla base del modello di calcolo

Per completezza si riportano gli schemi di flusso per le teorie utilizzate:

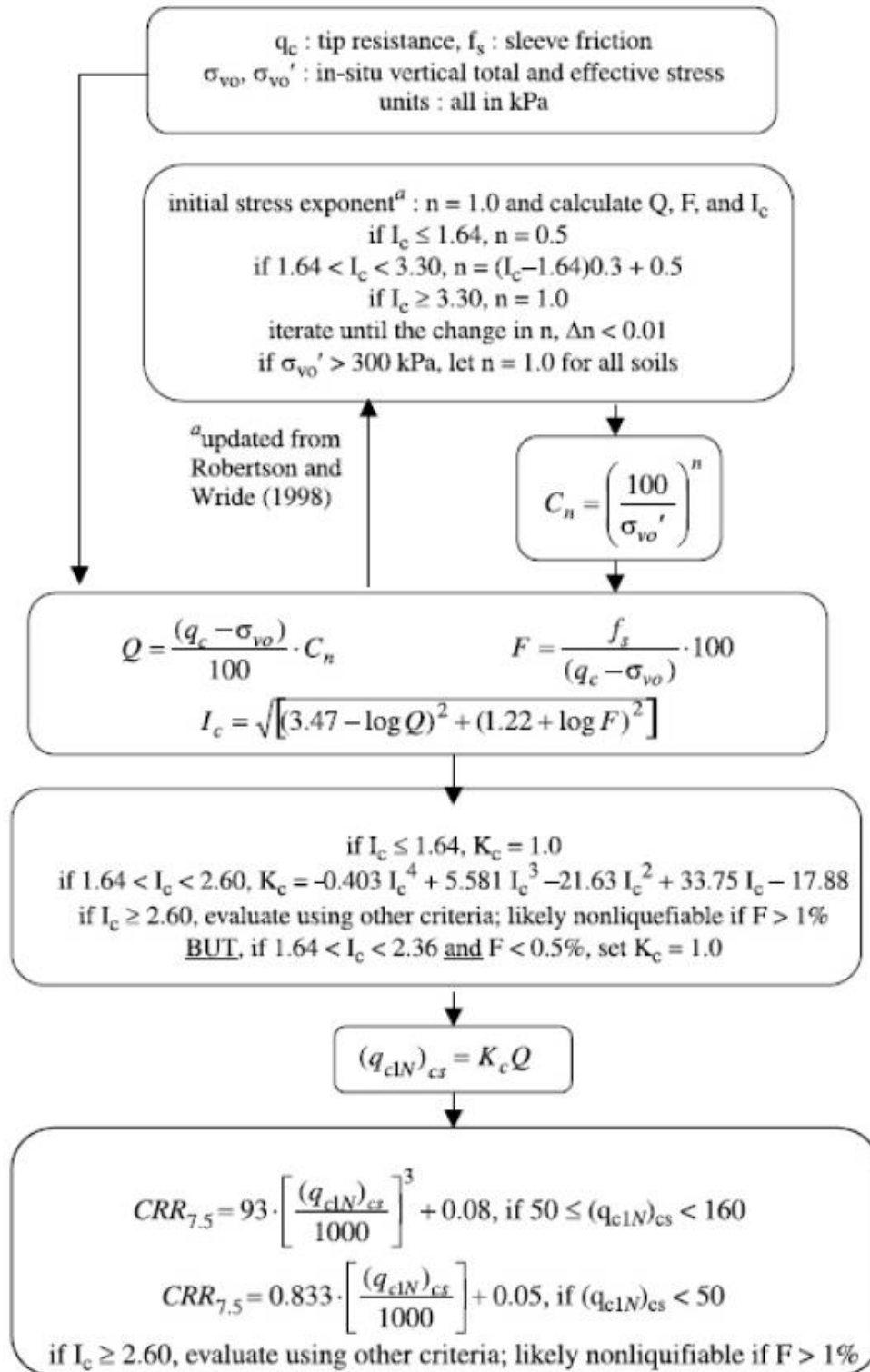
- Boulanger & Idriss (2014)



- Idriss & Boulanger (2008)



- NCEER (1998)



6.2.5 Valutazione del potenziale di liquefazione (LPI)

Il potenziale di liquefazione è stato calcolato mediante l'applicazione della formula di Iwasaki et alii (1978, 1984). Tale metodo è stato proposto basandosi sull'osservazione che la severità dei danni prodotti dalla liquefazione ai manufatti è legata al volume di terreno liquefatto all'interno del deposito. Il metodo si basa su due quantità: il fattore di resistenza (F_L) e l'indice di liquefazione (LPI).

Quando $F < 1$ lo strato di terreno è liquefacibile; mentre LPI, indicativo dell'estensione che il fenomeno della liquefazione può avere nel deposito, è ottenuto dall'espressione:

$$LPI = \int_0^{20} F_L \cdot W(z) \cdot dz$$

dove:

- $F_L = 1 - FS$ per $FS < 1$
- $F_L = 0$ per $FS > 1$
- $W(z) = 10 - 0,5z$
- z = profondità espressa in metri;
- FS = fattore di sicurezza calcolato.

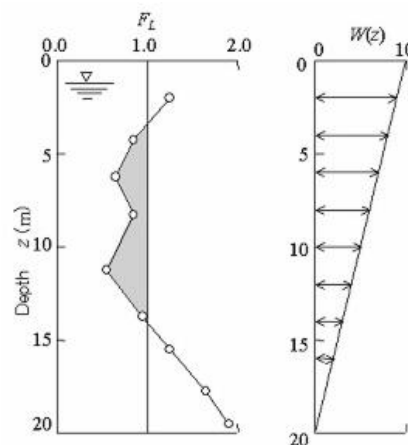


Figura 6.3 – Presentazione grafica del metodo utilizzato per il calcolo del potenziale di liquefazione.

Tabella 6.1 – Rischio di liquefazione in funzione di LPI.





Valori di I_L	Rischio di liquefazione
$LPI = 0$	Nulla
$0 < LPI \leq 5$	Molto Basso
$5 < LPI \leq 15$	Alto
$15 < LPI$	Molto alto

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto Definitivo	Elaborato: GEOLOGIA E GEOTECNICA 1233_PD-B-006_3.docx
--	---	---

6.3 VERIFICHE DI LIQUEFAZIONE - WBS

Nel presente paragrafo sono descritte le verifiche di liquefazione ante operam e post operam per singoli identificativi riferiti alle WBS corrispondenti. Negli identificativi, nei quali sono presenti prove SPT e prove CPTU, sono state privilegiate quest'ultime per il calcolo della liquefazione poiché danno un contributo più significativo dell'individuazione degli strati considerati.

Per una migliore comprensione, alla fine di ogni WBS considerata, vengono riportati i risultati; il potenziale di liquefazione LPI viene riportato in tabelle con differenti colori che riguardano:

	rosso	LPI>15	→ rischio molto alto
	arancione	5>LPI>15	→ rischio alto
	giallo	~5	→ rischio basso
	verde	LPI<5	→ rischio molto basso

Le verifiche sono state eseguite mediante il programma di calcolo Cliq v.2.2.0.37 (Copyright © 2006 GeoLogismiki) per le prove CPTU e LiqIT v.4.7.6.1 per le prove SPT (Copyright © 2006 GeoLogismiki).

6.3.1 WBS 1

Per la WBS 1 sono stati presi in considerazione gli identificativi sotto riportati.

Tabella 6.2 – Identificativi per WBS 1.

WBS 1						
ID	Sondaggio con SPT	CPTU	DMT	Sezione di riferimento	SF - quota piano campagna (m s.l.m)	SP - quota base scanno (m s.l.m)
ID38	-	CPTU16	-	Sez.1-3	-12.10*	-20.00
ID56	S06	CPTU27	-	Sez.1-3	-11.60 *	-20.00
ID06	S04	-	-	Sez. 1-2	-12.40 **	-21.00

NOTE: * quote riferite alla prova CPTU; **quote riferite ai sondaggi;

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

6.3.1.1 ID38

Ante-operam

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	-12.10 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_0 applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	-12.10 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

SBT legend

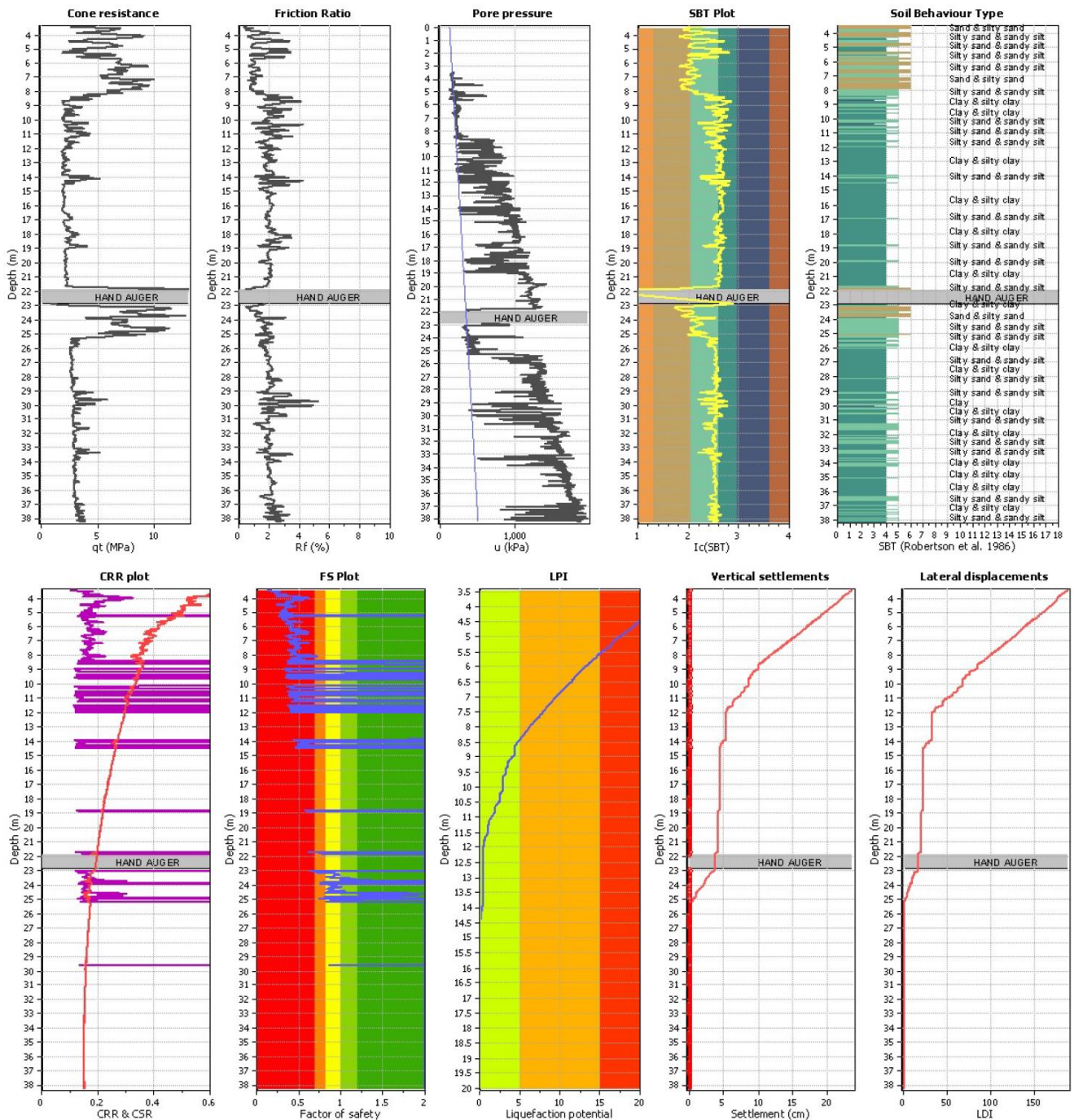
1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to sand
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

F.S. color scheme

Almost certain it will liquefy
Very likely to liquefy
Liquefaction and no liq. are equally likely
Unlikely to liquefy
Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Very high risk
High risk
Low risk



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

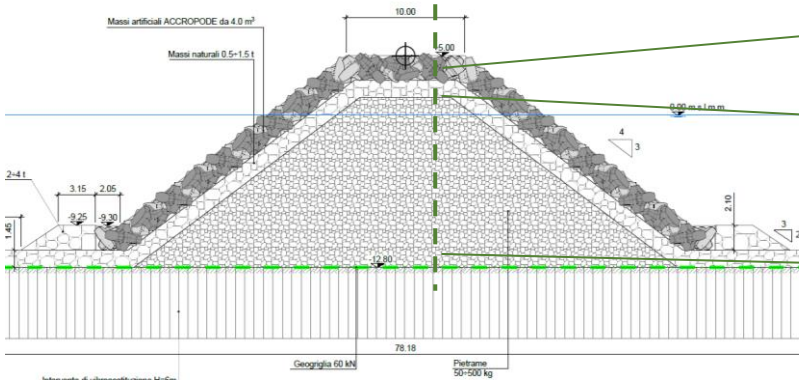
GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

Post-operam

Per l'ID38 si considera la Sezione 1-2

Sezione 1-2



$$P_1 = 2 \times 12 = 24 \text{ kN/m}^2$$

$$P_2 = 2.95(18.5) = 54.57 \text{ kN/m}^2$$

$$P_3 = 12.8 \times (19 - 10) = 115.2 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{tot} = 194 \text{ kN/m}^2$$

Note:

- Al fine di assumere lo stesso carico agente alla base dello scanno, per uno spessore unitario, si assume un materiale con $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ e un'altezza equivalente $H = 194/18 = 10.76 \text{ m}$, quindi un'altezza del limite superiore del rilevato a quota -2 m s.l.m.m
- La profondità di scavo risulta pari a -12.8 m s.l.m.m .

Analysis method:	B&I (2014)	G.W.T. (in-situ):	-12.00 m	Use fill:	Yes	Clay like behavior applied:	Sands only
Fines correction method:	B&I (2014)	G.W.T. (earthq.):	-2.00 m	Fill height:	10.80 m	Limit depth applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	5	Fill weight:	18.00 kN/m ³	Limit depth:	N/A
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	MSF method:	Method
Peak ground acceleration:	0.19	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_σ applied:	Yes		

SBT legend

1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

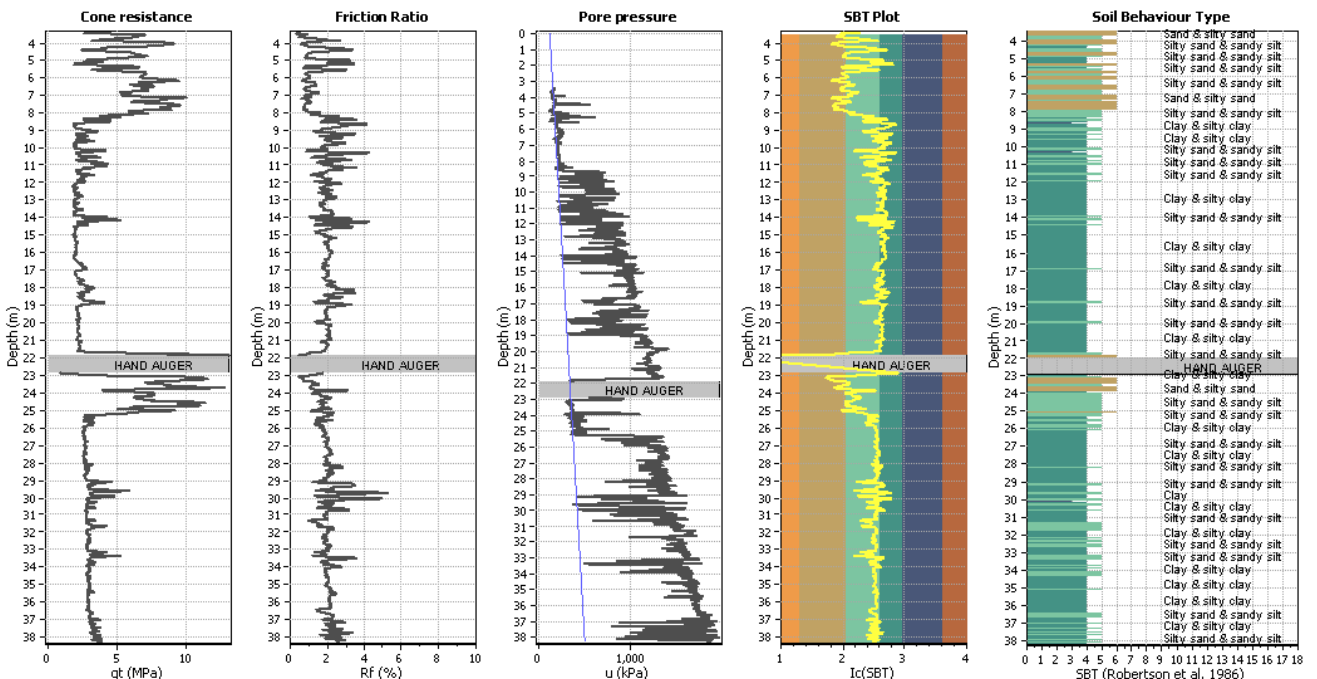
F.S. color scheme

Almost certain it will liquefy
Very likely to liquefy
Liquefaction and no liq. are equally likely
Unlikely to liquefy
Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Very high risk
High risk
Low risk

CPT basic interpretation plots



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

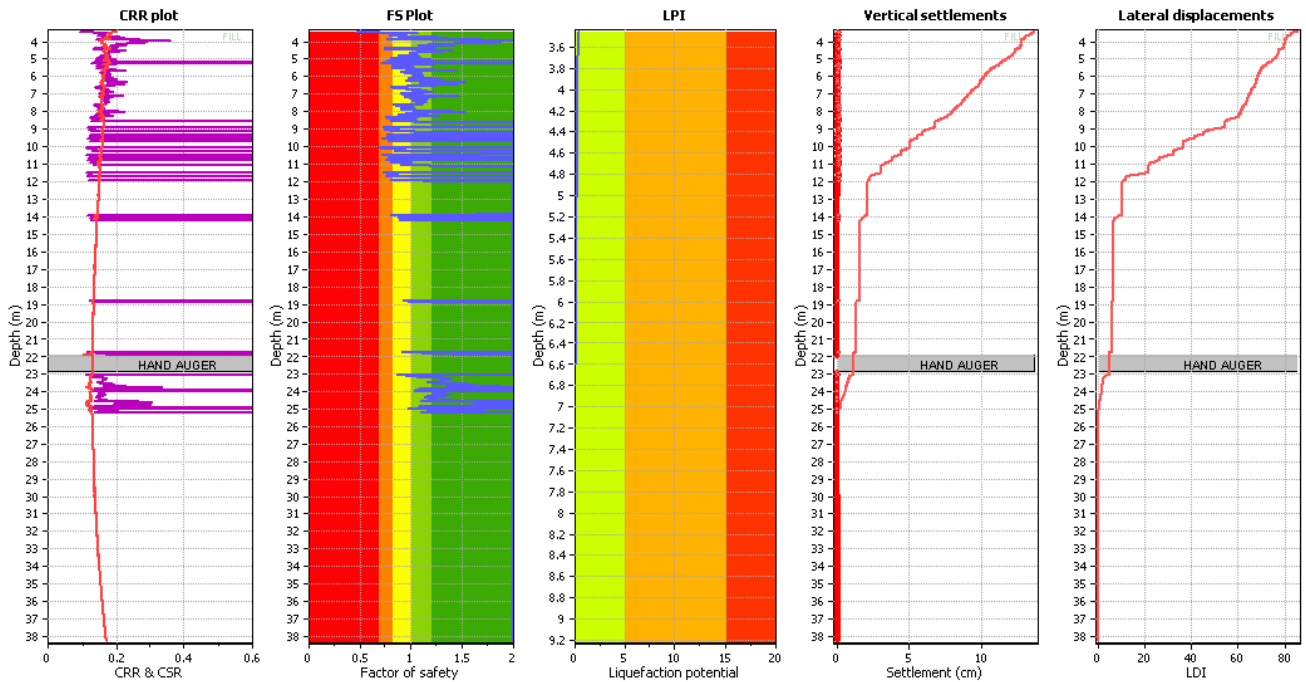
Livello progettazione:

Progetto Definitivo

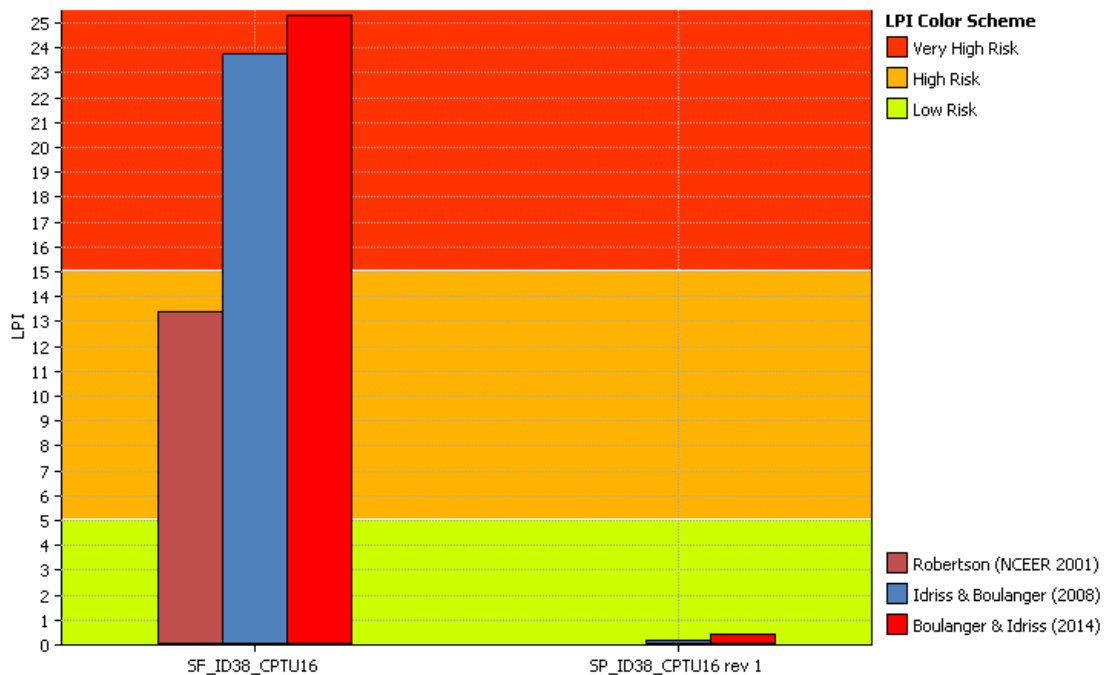
Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx



Di seguito si riporta il confronto tra Ante Operam e Post Operam e tabella dei dati iniziali di calcolo.



:: CPT main liquefaction parameters details ::

CPT Name	Earthquake Mag.	Earthquake Accel.	GWT in situ (m)	GWT earthq. (m)
SF_ID38_CPTU16	6.14	0.19	-12.10	-12.10
SP_ID38_CPTU16 rev 1	6.14	0.19	-12.00	-2.00

Figura 6.4 – LPI per ID38, stato di fatto (SF) e stato di progetto (SP).

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

6.3.1.2 ID56

Ante-operam

Input parameters and analysis data

Analysis method: B&I (2014)
 Fines correction method: B&I (2014)
 Points to test: Based on Ic value
 Earthquake magnitude M_w : 6.14
 Peak ground acceleration: 0.19
 Depth to water table (insitu): -11.60 m

Depth to GWT (erthq.): -11.60 m
 Average results interval: 3
 Ic cut-off value: 2.60
 Unit weight calculation: Based on SBT
 Use fill: No
 Fill height: N/A

Fill weight: N/A
 Transition detect. applied: No
 K_σ applied: Yes
 Clay like behavior applied: Sands only
 Limit depth applied: No
 Limit depth: N/A

SBT legend

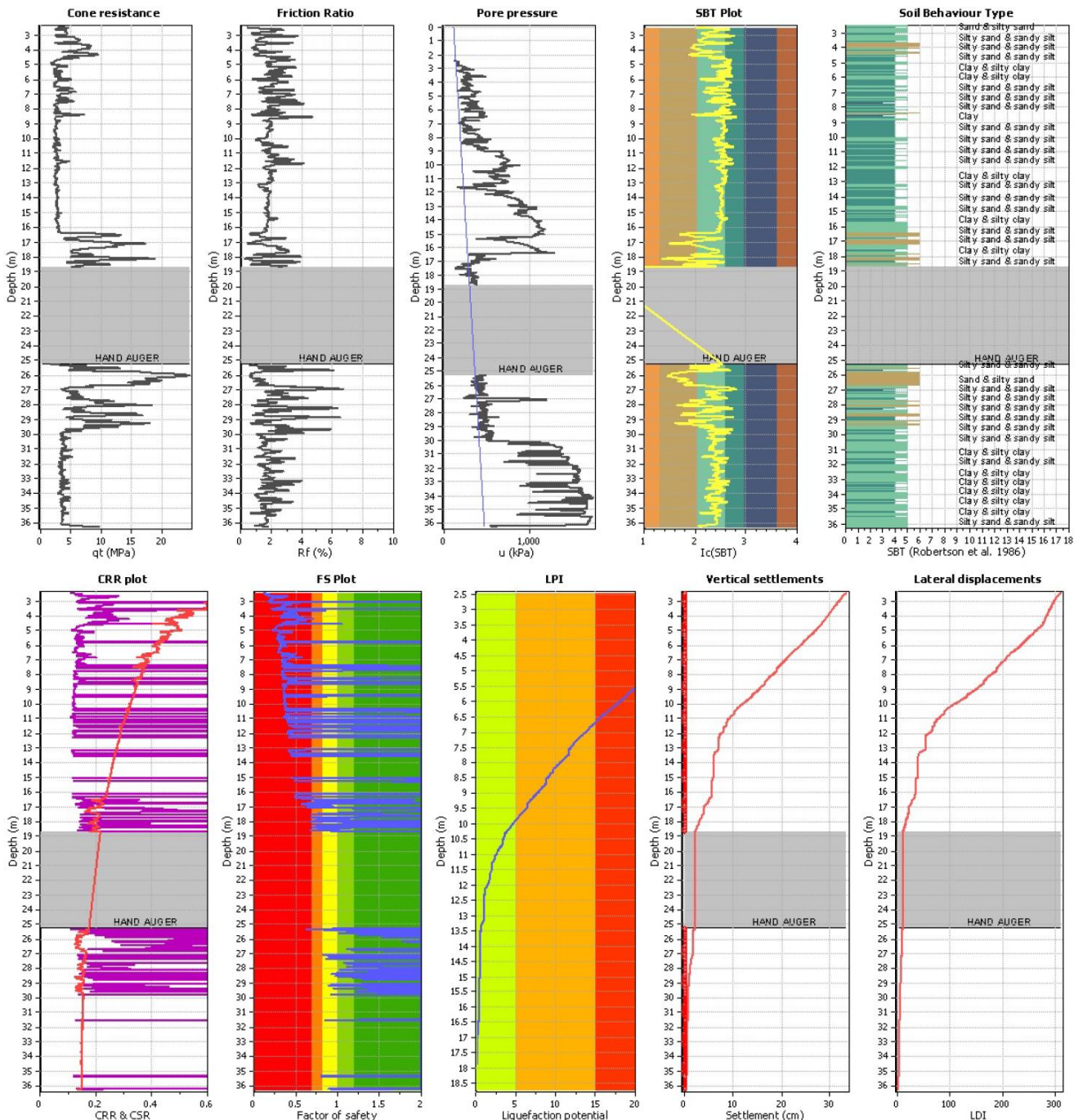
- | | | |
|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to |
| 3. Clay to silty clay | 6. Clean sand to silty sand | 9. Very stiff fine grained |

F.S. color scheme

- Almost certain it will liquefy
- Very likely to liquefy
- Liquefaction and no liq. are equally likely
- Unlike to liquefy
- Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

- Very high risk
- High risk
- Low risk



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

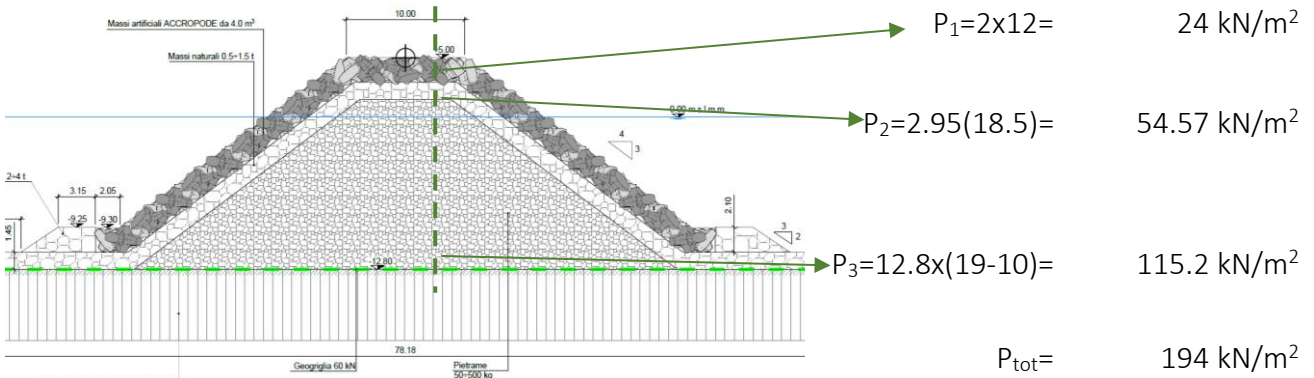
GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

Post-operam

Per l'ID38 si considera la Sezione 1-2

Sezione 1-2



Note:

- Al fine di assumere lo stesso carico agente alla base dello scanno, per uno spessore unitario, si assume un materiale con $\gamma=18 \text{ kN/m}^3$ e un'altezza equivalente $H=194/18=10.76 \text{ m}$, quindi un'altezza del limite superiore del rilevato a quota -2 m s.l.m.m
- La profondità di scavo risulta pari a -12.8 m s.l.m.m.

Analysis method:	B&I (2014)	G.W.T. (in-situ):	-11.60 m	Use fill:	Yes	Clay like behavior applied:	Sands only
Fines correction method:	B&I (2014)	G.W.T. (earthq.):	-2.00 m	Fill height:	10.80 m	Limit depth applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	18.00 kN/m ³	Limit depth:	N/A
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	MSF method:	Method
Peak ground acceleration:	0.19	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_q applied:	Yes		

SBT legend

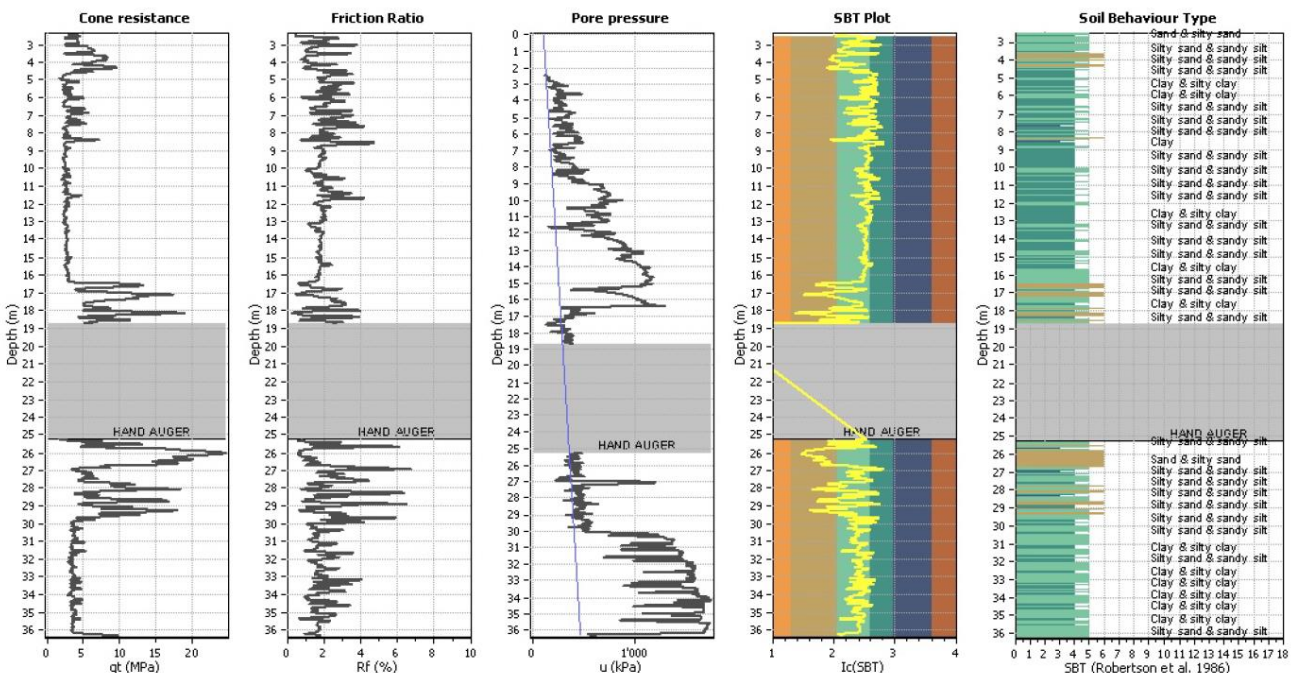
1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

F.S. color scheme

Red	Almost certain it will liquefy
Orange	Very likely to liquefy
Yellow	Liquefaction and no liq. are equally likely
Green	Unlike to liquefy
Dark Green	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Red	Very high risk
Orange	High risk
Green	Low risk



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

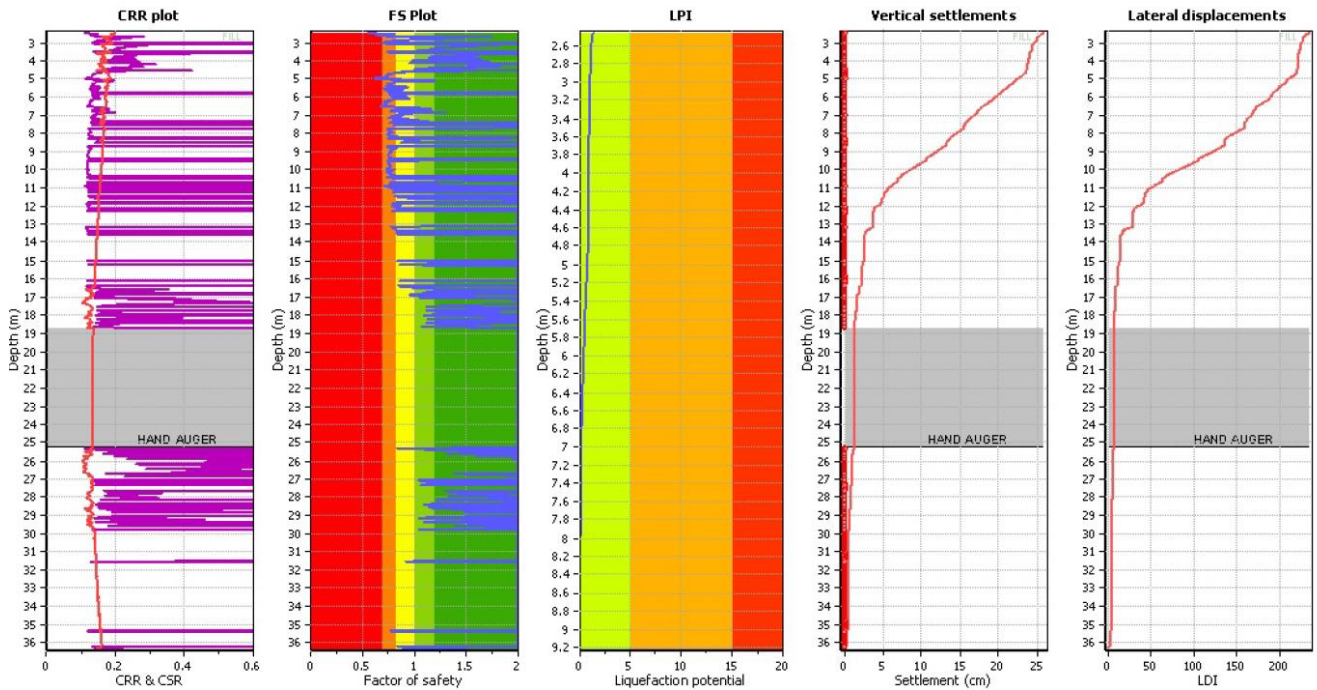
Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx



Di seguito si riporta il confronto tra Ante Operam e Post Operam e tabella dei dati iniziali di calcolo.

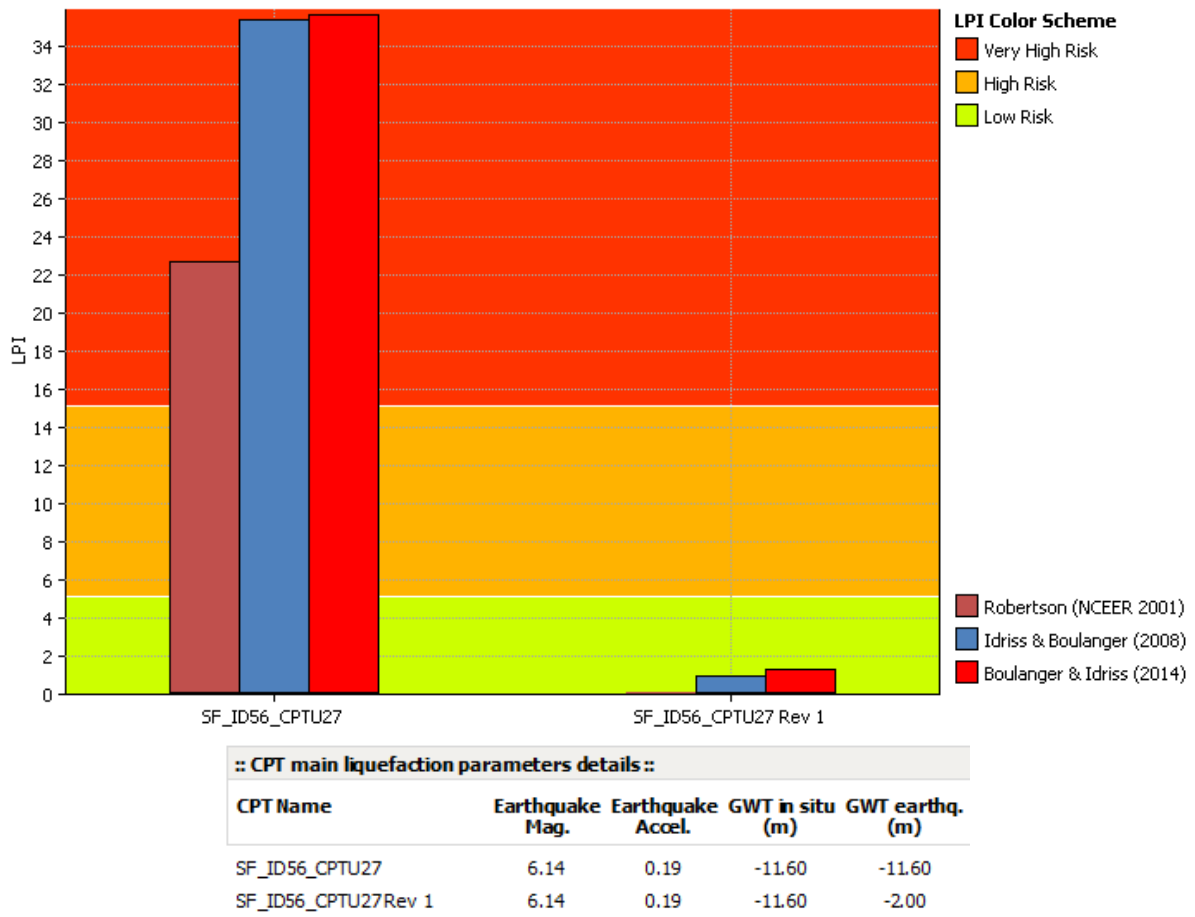


Figura 6.5 – LPI per ID56, stato di fatto (SF) e stato di progetto (SP).

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

6.3.1.3 ID06

Nell'identificativo ID06 è stata prevista una prova SPT. Si riportano in seguito le verifiche a liquefazione eseguite su tali prove.

Ante-operam

Note: Nel riquadro rosso il fine utilizzato



Descrizione visiva:
Alternanza di livelli e letti centimetrici di limo argilloso con debole reazione all'HCl e di limo sabbioso con buona reazione all'HCl. Colore grigio scuro (2.5Y N4/0).

Profondità		Massa secca materiale	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA
da m	a m	[g]							
14.84	15.20	564.8	VIA UMIDA	82	-	-	21	53	26



Descrizione visiva:
Limo con argilla debolmente sabbioso di colore grigio (2.5Y N5/0) con debole reazione all'HCl. Il campione risulta rammolito da 18.13 m a 18.65 m, con distacco causato da frattura.

Profondità		Massa secca materiale	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA
da m	a m	[g]							
18.32	18.65	395.9	VIA UMIDA	94	-	0	8	60	31



Descrizione visiva:
Alternanza caotica di limo con sabbia e limo sabbioso argilloso di colore grigio (2.5Y N5/0) con debole reazione all'HCl.

Profondità		Massa secca materiale	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA
da m	a m	[g]							
25.35	25.70	638.1	VIA UMIDA	72	-	-	32	45	24

Dati (INPUT)

:: Field input data ::				
Point ID	Depth (m)	Field N _{SPT} (blows/30)	Unit weight (kN/m ³)	Fines content (%)
1	3.00	20.00	16.75	5.00
2	4.00	38.00	17.65	5.00
3	8.00	80.00	19.75	5.00
4	18.70	17.00	16.60	91.00
5	22.00	17.00	16.60	80.00
6	25.70	16.00	16.55	69.00

NOTE: per lo strato N.5 si è assunto un contenuto di fine medio tra gli strati 5 e 6 (identificativi di una medesima litologia)

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

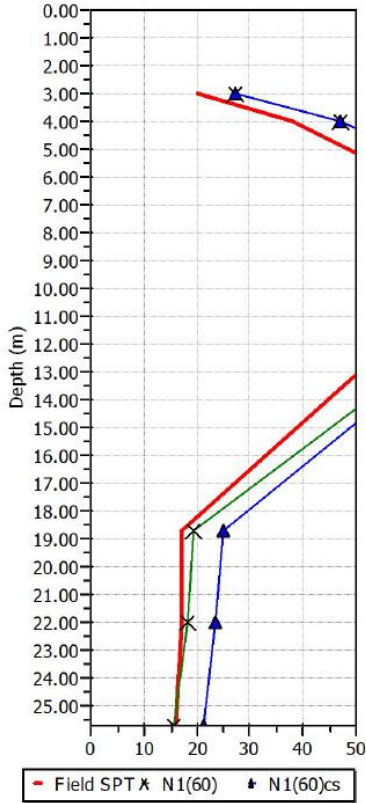
GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

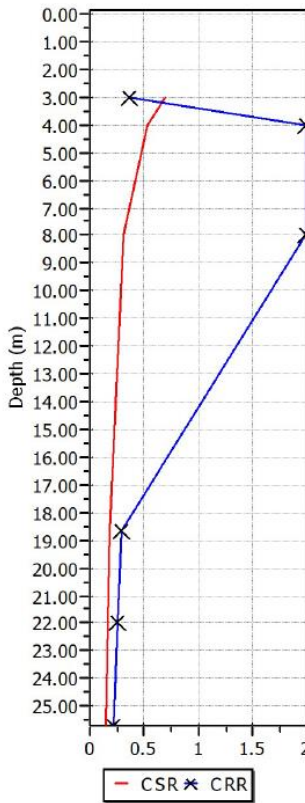
Input parameters and analysis data

In-situ data type:	Standard Penetration Test	Depth to water table:	-12.40 r
Analysis type:	Deterministic	Earthquake magnitude M_w :	6.14
Analysis method:	Boulanger & Idriss	Peak ground acceleration:	0.19 g
Fines correction method:	Boulanger & Idriss	User defined F.S.:	1.00

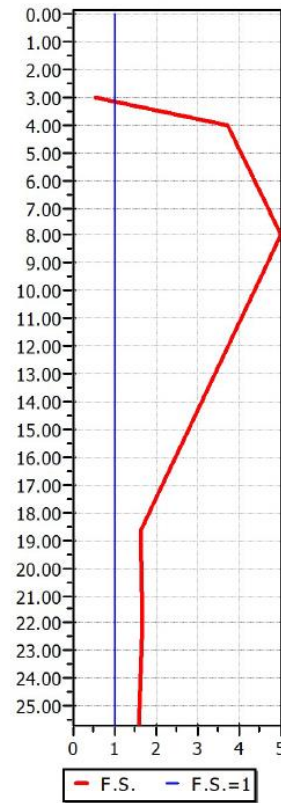
SPT data graph



Shear stress ratio



Factor of safety



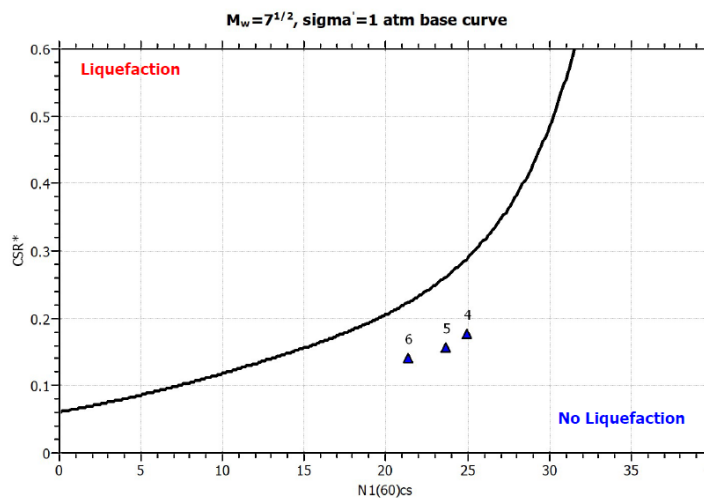
Potenziale di liquefazione (OUTPUT)

:: Liquefaction potential according to Iwasaki

Point ID	F	w_z	I_L
1	0.48	8.50	12.19
2	0.00	8.00	0.00
3	0.00	6.00	0.00
4	0.00	0.65	0.00

Overall potential I_L : 12.19

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5 - Liquefaction not probable
 I_L between 5 and 15 - Liquefaction probable
 $I_L > 15$ - Liquefaction certain



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

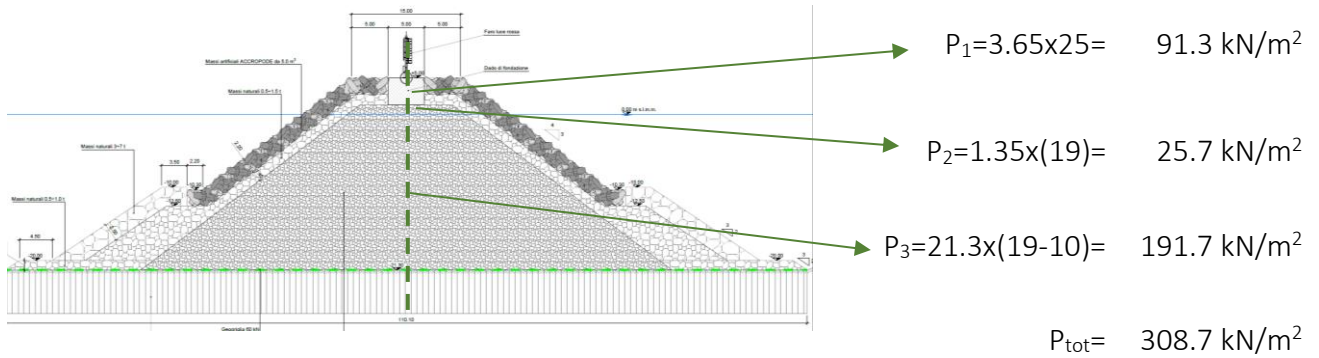
Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

Post-operam

Per l'ID06 si considera la Sezione 1-1



Note:

- Al fine di assumere lo stesso carico agente alla base dello scanno si assume un materiale con $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ e un $H = 308.7 / 18 = 17.15 \text{ m}$.
- La profondità di scavo risulta pari a $-21,30 \text{ m s.l.m.m}$ (di calcolo) e $-20,00 \text{ m s.l.m.m}$.

Questo significa che il "rilevato equivalente" avrà la quota massima a -2.47 m s.l.m.m

Dati (INPUT)

:: Field input data ::				
Point ID	Depth (m)	Field N_{SPT} (blows/30)	Unit weight (kN/m^3)	Fines content (%)
1	0.50	80.00	19.75	5.00
2	9.80	17.00	16.60	91.00
3	13.10	17.00	16.60	80.00
4	16.80	16.00	16.55	69.00

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

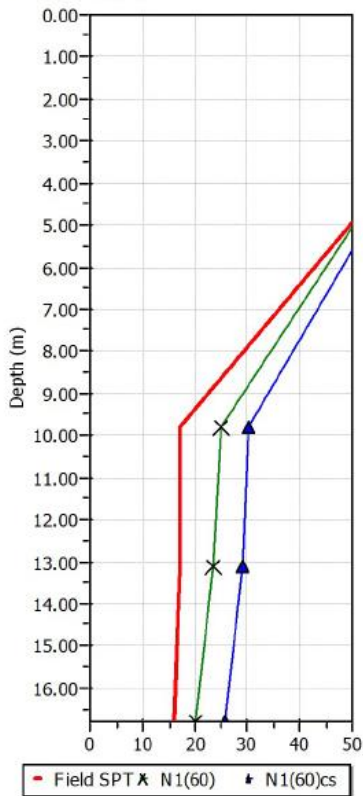
GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

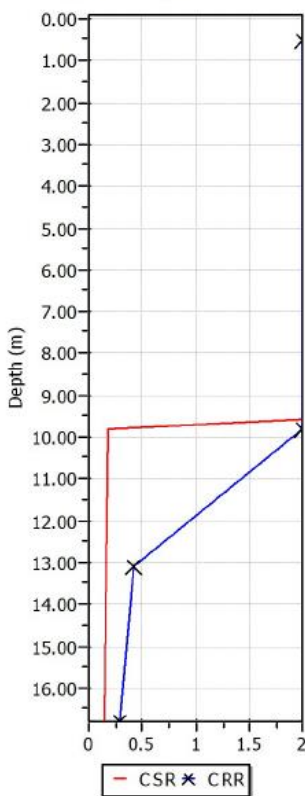
Input parameters and analysis data

In-situ data type:	Standard Penetration Test	Depth to water table:	-21.30 n
Analysis type:	Deterministic	Earthquake magnitude M_w :	6.14
Analysis method:	Boulanger & Idriss	Peak ground acceleration:	0.19 g
Fines correction method:	Boulanger & Idriss	User defined F.S.:	1.00

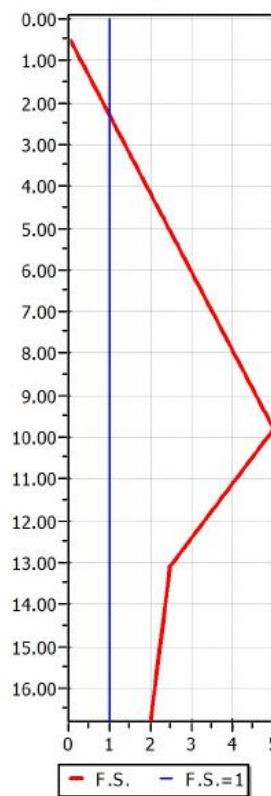
SPT data graph



Shear stress ratio



Factor of safety



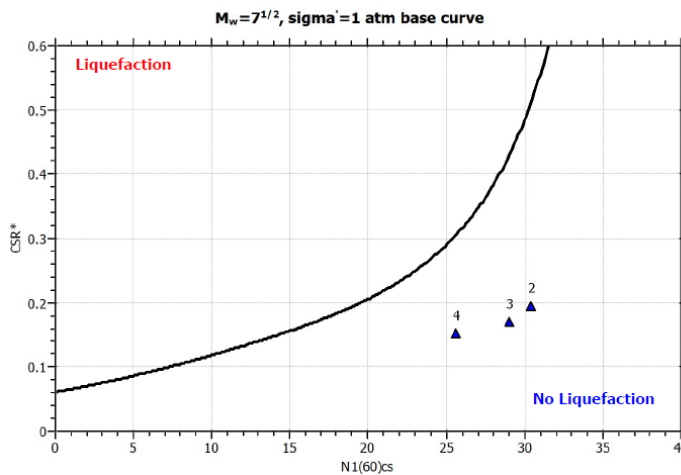
Potenziale di liquefazione (OUTPUT)

:: Liquefaction potential according to Iwasaki :

Point ID	F	w_z	I_L
1	0.97	9.75	4.74
2	0.00	5.10	0.00
3	0.00	3.45	0.00
4	0.00	1.60	0.00

Overall potential I_L : 4.74

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5 - Liquefaction not probable
 I_L between 5 and 15 - Liquefaction probable
 $I_L > 15$ - Liquefaction certain



Progetto:
 Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
 Progetto Definitivo

Elaborato:
 GEOLOGIA E GEOTECNICA
 1233_PD-B-006_3.docx

6.3.1.4 Risultati WBS1

La seguente tabella riepiloga il calcolo del potenziale di liquefazione della WBS1, determinato a partire dalle prove in sito con accelerazione massima pari a 0.192g e magnitudo pari a 6.14 nelle condizioni ante operam e post operam.

Tabella 6.3 – LPI per ogni prova -WBS1.

PROVA	LPI	
	Stato di fatto (SF)	Stato di progetto (SP)
ID38_CPTU16	25.30	0.41
ID56_CPTU27	35.63	1.30
ID06	12.19	4.74

Si può notare che nello stato di fatto, il potenziale di liquefazione calcolato, assume valori superiori a 12, mentre nello stato di progetto l'incremento di carico sul fondale marino dovuto alla presenza delle scogliere comporta un notevole abbassamento del potenziale di liquefazione.

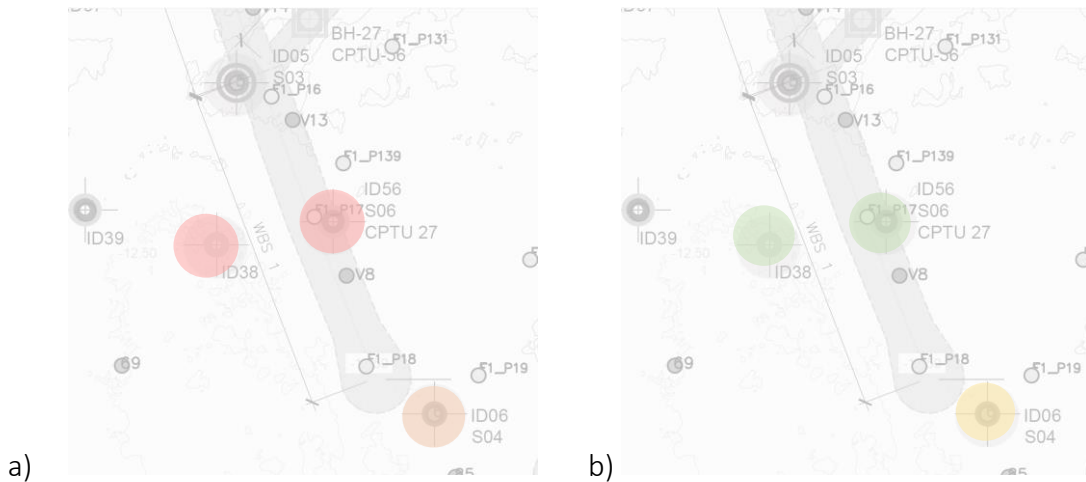


Figura 6.6 – Potenziale di liquefazione WBS1: a) Stato di fatto. b) Stato di progetto

I risultati ottenuti portano a ritenere non necessario alcun intervento di consolidamento legato a questa tematica.

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto Definitivo	Elaborato: GEOLOGIA E GEOTECNICA 1233_PD-B-006_3.docx
--	---	---

6.3.2 WBS 3

Per la WBS 3 sono stati presi in considerazione gli identificativi sotto riportati.

Tabella 6.4 – Identificativi per WBS 3

WBS 3						
ID	Sondaggio con SPT	CPTU	DMT	Sezione di riferimento	SF - quota piano campagna (m s.l.m)	SP - quota base scanno (m s.l.m)
ID21	S14	-	-	Sez. 3-1	-6.50**	-7.50

NOTE: * quote riferite alla prova CPTU; **quote riferite ai sondaggi;

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

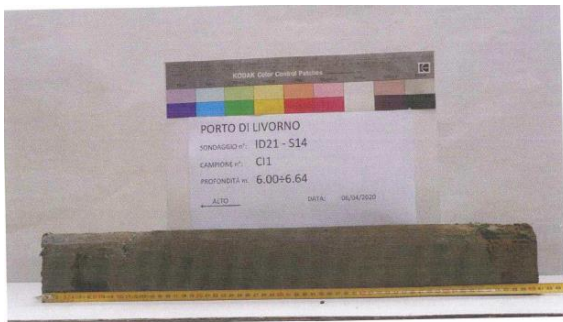
GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

6.3.2.1 ID21

Nell'identificativo ID21 è stata prevista una prova SPT. Si riportano in seguito le verifiche a liquefazione eseguite su tali prove.

Note: Nel riquadro rosso il fine utilizzato



Descrizione visiva:
Limo con argilla con sabbia di colore grigio oliva (5Y 4/2), privo di reazione all'HCl. Presenza di inclusi litici millimetrici. Il campione risulta rimaneggiato alle estremità (6.03m – 6.16m e 6.59 m – 6.64 m).

Profondità		Massa secca materiale	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA
da m	a m	[g]							
6.17	6.59	476.7	VIA UMIDA	71	-	2	30	35	33



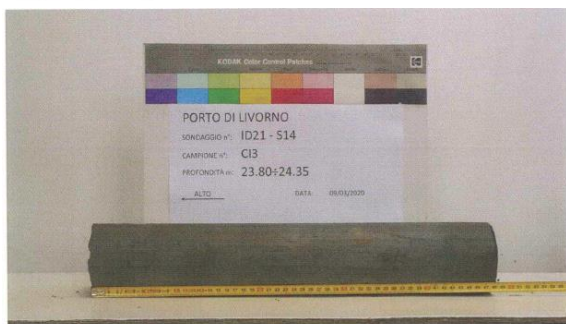
Descrizione visiva:

Profondità		Massa secca materiale	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA
da m	a m	[g]							
9.00	9.45	305.1	VIA UMIDA	13	-	0	98	2*	0*



Descrizione visiva:
Sabbia con limo debolmente argillosa di colore grigio scuro (5Y 4/1), con scarsa reazione all'HCl. Il campione risulta rimaneggiato fino a 15.18 m.

Profondità		Massa secca materiale	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA
da m	a m	[g]							
15.22	15.60	775.4	VIA UMIDA	38	-	3	61	30	6



Descrizione visiva:
Limo con argilla di colore grigio (5Y 5/1), privo di reazione all'HCl. Presenza di elementi litici millimetrici sparsi.

Profondità		Massa secca materiale	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA
da m	a m	[g]							
23.97	24.29	317.1	VIA UMIDA	100	-	-	0	52	48

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx



Descrizione visiva:
Limo con argilla di colore grigio scuro (5Y 4/1) con scarsa reazione all'HCl. Presenza abbondante di materia organica nerastra. Il campione risulta rimaneggiato fino a 27.12 m.

Descrizione AGI:
Limo con argilla con tracce di sabbia

Profondità		Massa secca materiale	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA
da m	a m	[g]							
27.13	27.44	339.3	VIA UMIDA	100	-	0	1	50	49

Ante-operam

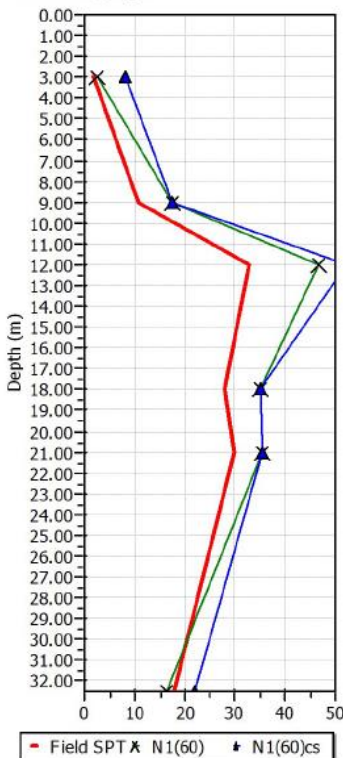
Dati (INPUT)

:: Field input data ::				
Point ID	Depth (m)	Field N _{SPT} (blows/30)	Unit weight (kN/m ³)	Fines content (%)
1	3.00	2.00	15.20	68.00
2	9.00	11.00	16.10	2.00
3	12.00	33.00	17.40	36.00
4	18.00	28.00	17.15	5.00
5	21.00	30.00	17.25	5.00
6	32.50	18.00	16.65	99.00

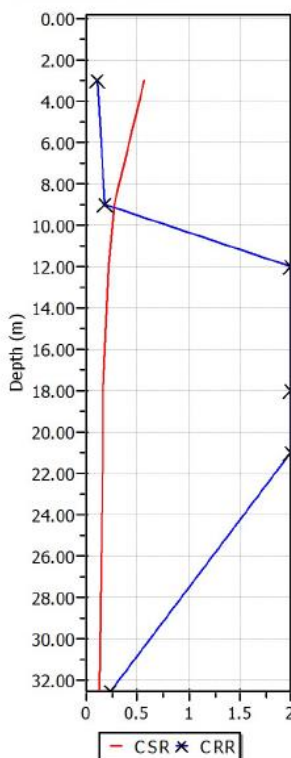
Input parameters and analysis data

In-situ data type:	Standard Penetration Test	Depth to water table:	-6.50 m
Analysis type:	Deterministic	Earthquake magnitude M _w :	6.14
Analysis method:	Boulanger & Idriss	Peak ground acceleration:	0.19 g
Fines correction method:	Boulanger & Idriss	User defined F.S.:	1.00

SPT data graph



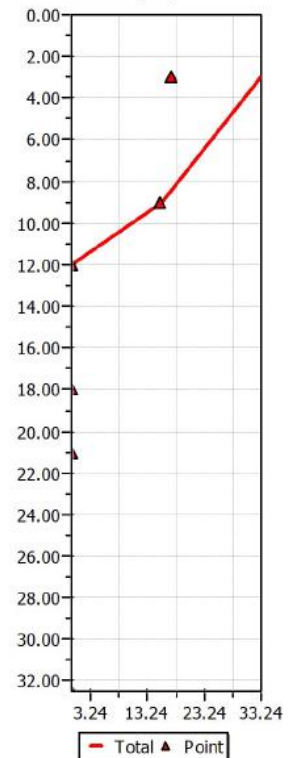
Shear stress ratio



Factor of safety



Settlements (cm)



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

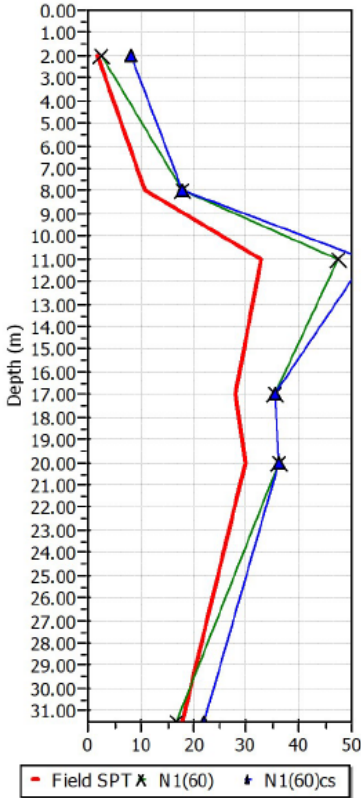
GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

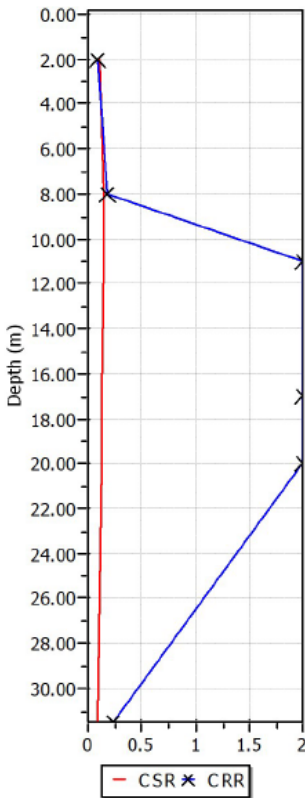
Input parameters and analysis data

In-situ data type:	Standard Penetration Test	Depth to water table:	-7.50 m
Analysis type:	Deterministic	Earthquake magnitude M_w :	6.14
Analysis method:	Boulanger & Idriss	Peak ground acceleration:	0.19 g
Fines correction method:	Boulanger & Idriss	User defined F.S.:	1.00

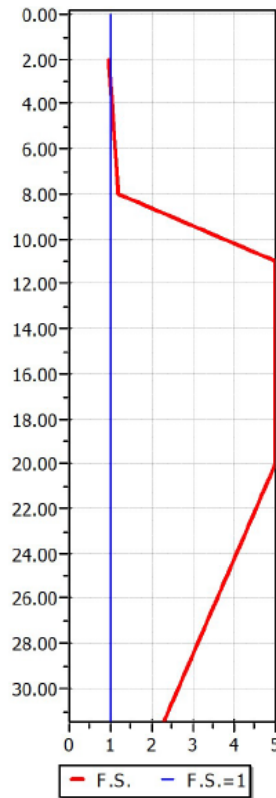
SPT data graph



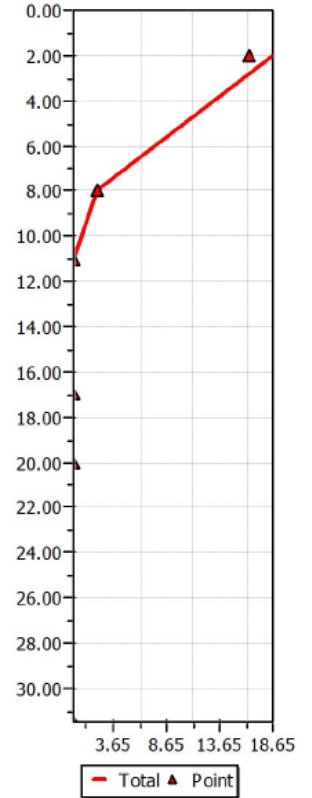
Shear stress ratio



Factor of safety



Settlements (cm)



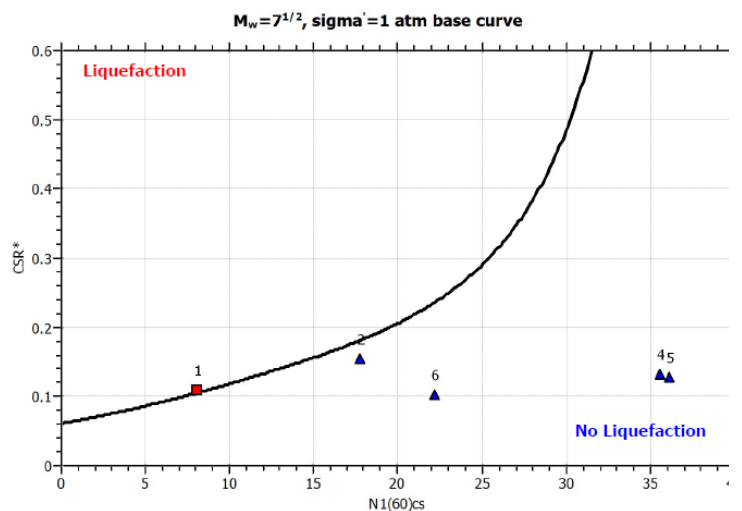
Potenziale di liquefazione (OUTPUT)

:: Liquefaction potential according to Iwasak

Point ID	F	w_z	I_L
1	0.05	9.00	0.89
2	0.00	6.00	0.00
3	0.00	4.50	0.00
4	0.00	1.50	0.00
5	0.00	0.00	0.00

Overall potential I_L : 0.89

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5 - Liquefaction not probable
 I_L between 5 and 15 - Liquefaction probable
 $I_L > 15$ - Liquefaction certain



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

6.3.2.2 Risultati WBS3

La seguente tabella riepiloga il calcolo del potenziale di liquefazione della WBS3, determinato a partire dalle prove in sito con accelerazione massima pari a 0.192g e magnitudo pari a 6.14 nelle condizioni ante operam e post operam.

Tabella 6.5 – LPI per ogni prova -WBS3.

PROVA	LPI	
	Stato di fatto (SF)	Stato di progetto (SP)
ID21	31.95	0.89

Si può notare che nello stato di fatto il potenziale di liquefazione calcolato, assume valori elevati mentre nello stato di progetto l'incremento di carico sul fondale marino dovuto alla presenza delle scogliere comporta un notevole abbassamento del potenziale di liquefazione.

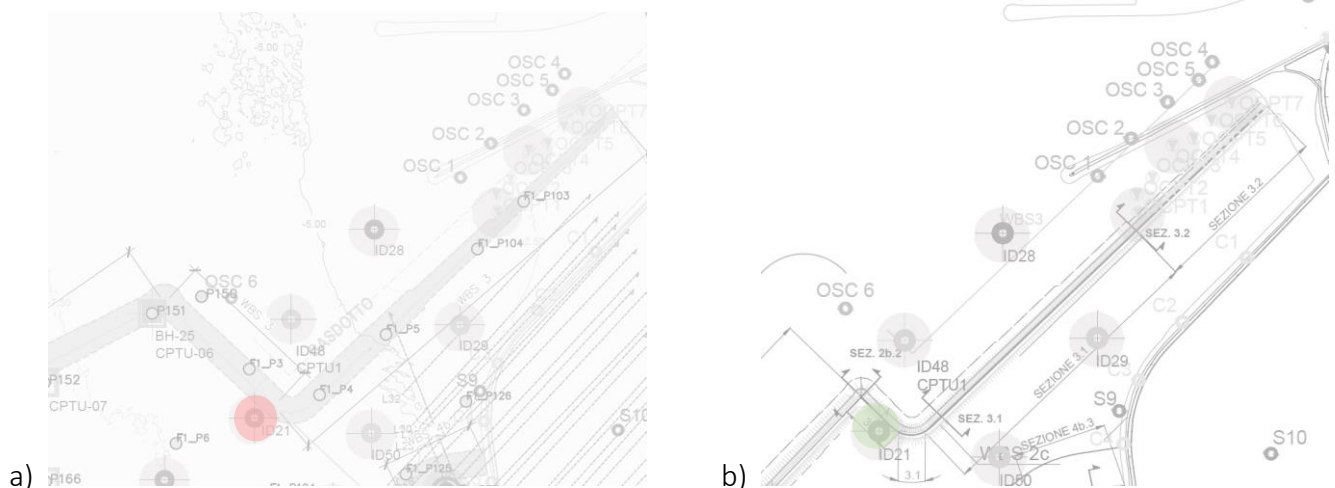


Figura 6.7 – Potenziale di liquefazione WBS3: a) Stato di fatto. b) Stato di progetto

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto Definitivo	Elaborato: GEOLOGIA E GEOTECNICA 1233_PD-B-006_3.docx
--	---	---

6.3.3 WBS 4a

Per la WBS 4a sono stati presi in considerazione gli identificativi sotto riportati.

Tabella 6.6 – Identificativi per WBS 4a

WBS 4a						
ID	Sondaggio con SPT	CPTU	DMT	Sezione di riferimento	SF - quota piano campagna (m s.l.m)	SP - quota base scanno (m s.l.m)
ID03	-	CPTU2	-	Sez. 4a-1'	-9.80*	-10.00

NOTE: * quote riferite alla prova CPTU; **quote riferite ai sondaggi;

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

6.3.3.1 ID03

Ante-operam

Input parameters and analysis data

Analysis method: B&I (2014)
 Fines correction method: B&I (2014)
 Points to test: Based on Ic value
 Earthquake magnitude M_w : 6.14
 Peak ground acceleration: 0.19
 Depth to water table (insitu): -9.80 m

Depth to GWT (erthq.): -9.80 m
 Average results interval: 3
 Ic cut-off value: 2.60
 Unit weight calculation: Based on SBT
 Use fill: No
 Fill height: N/A

Fill weight: N/A
 Transition detect. applied: No
 K_σ applied: Yes
 Clay like behavior applied: Sands only
 Limit depth applied: No
 Limit depth: N/A

SBT legend

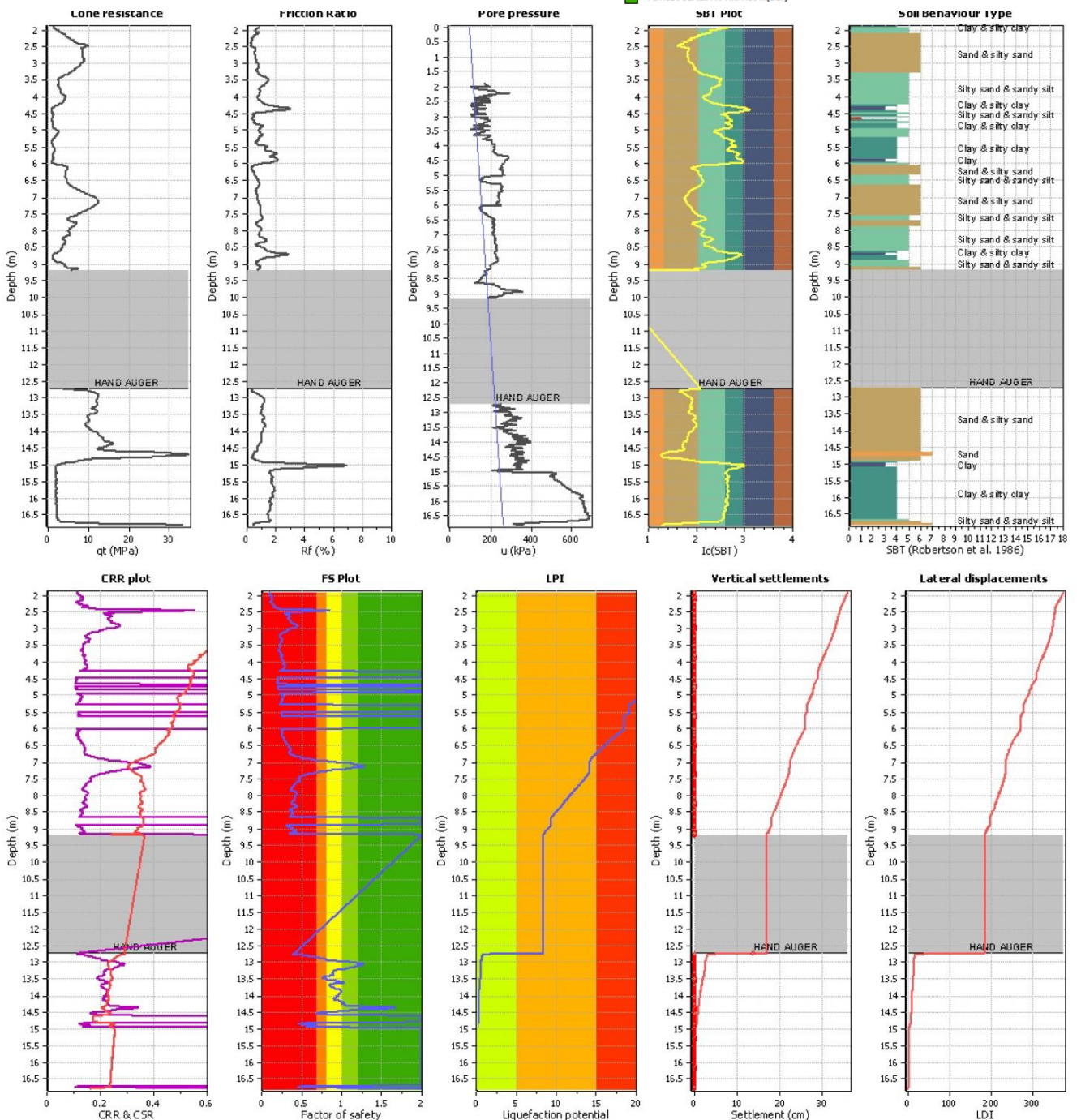
- | | | |
|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to |
| 3. Clay to silty clay | 6. Clean sand to silty sand | 9. Very stiff fine grained |

F.S. color scheme

- Almost certain it will liquefy
- Very likely to liquefy
- Liquefaction and no liq. are equally likely
- Unlike to liquefy
- Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

- Very high risk
- High risk
- Low risk



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

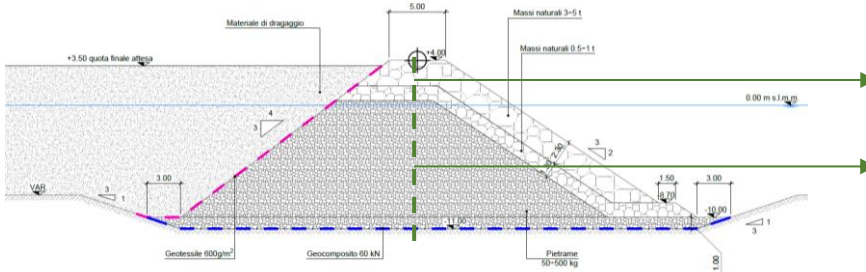
Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

Post-operam

Sezione 4a-1'



$$P_1 = 4 \times 19 = 76 \text{ kN/m}^2$$

$$P_2 = 11 \times (19 - 10) = 99 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{tot}} = 175 \text{ kN/m}^2$$

Note:

- Al fine di assumere lo stesso carico agente alla base dello scanno si assume un materiale con $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ e un $H = 175/18 = 9,72 \text{ m}$.
- La profondità di scavo risulta pari a $-11,0 \text{ m s.l.m.m.}$

Questo significa che il "rilevato equivalente" avrà la quota massima a $-1,28 \text{ m s.l.m.m.}$

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	-1.28 m	Fill weight:	18.00 kN/m ³
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _v applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	Yes	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	-11.00 m	Fill height:	9.72 m	Limit depth:	N/A

SBT legend

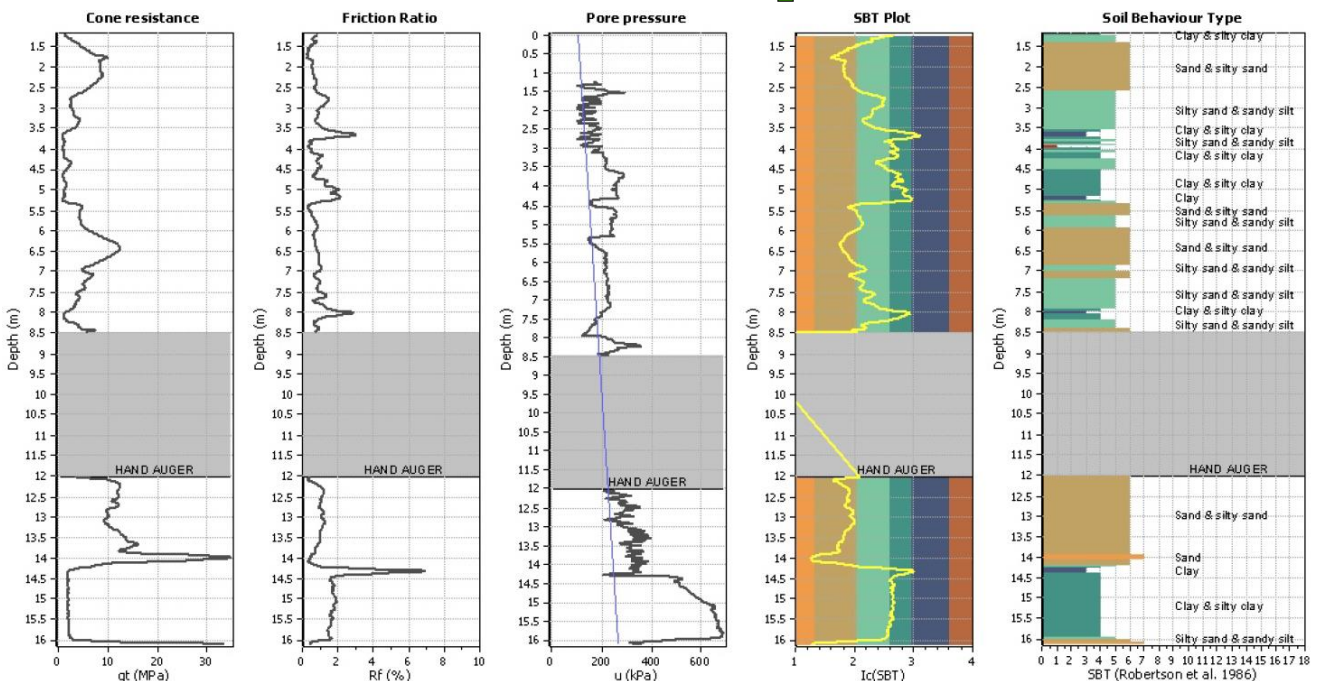
1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

F.S. color scheme

Red	Almost certain it will liquefy
Orange	Very likely to liquefy
Yellow	Liquefaction and no liq. are equally likely
Light Green	Unlike to liquefy
Dark Green	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Red	Very high risk
Orange	High risk
Yellow	Low risk



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

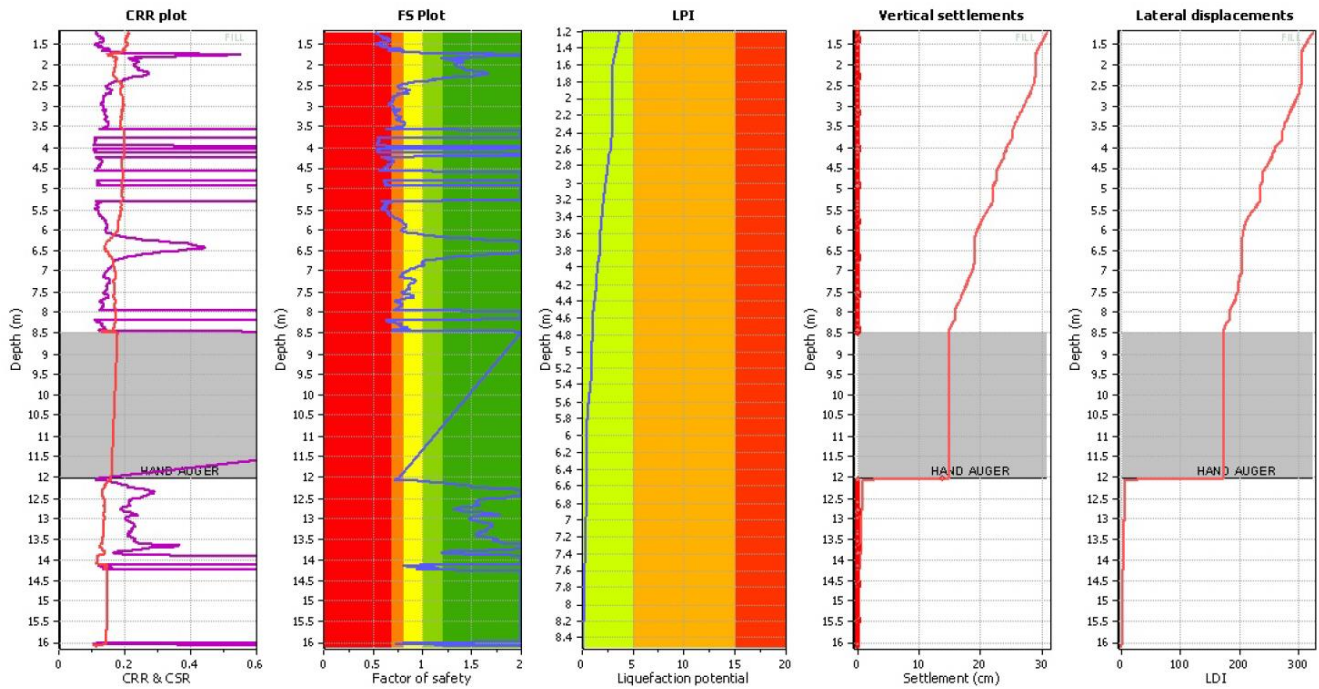
Livello progettazione:

Progetto Definitivo

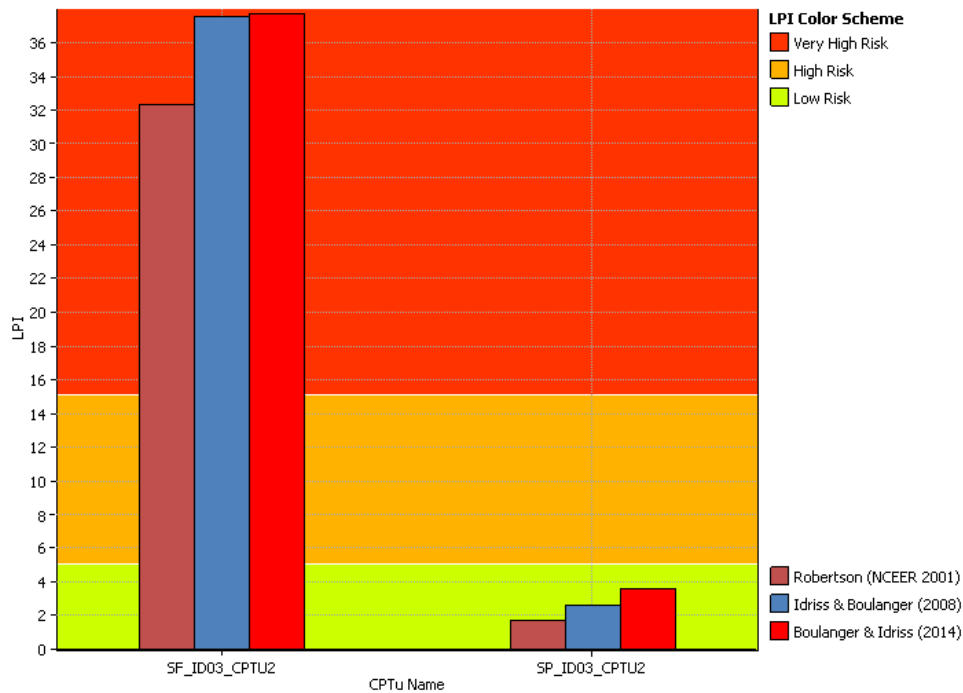
Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx



Di seguito si riporta il confronto tra Ante Operam e Post Operam e tabella dei dati iniziali di calcolo.



:: CPT main liquefaction parameters details ::

CPT Name	Earthquake Mag.	Earthquake Accel.	GWT in situ (m)	GWT earthq. (m)
SF_ID03_CPTU2	6.14	0.19	-9.80	-9.80
SP_ID03_CPTU2	6.14	0.19	-11.00	-1.28

Figura 6.8 – LPI per ID03, stato di fatto (SF) e stato di progetto (SP).

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

6.3.3.2 Risultati WBS4a

La seguente tabella riepiloga il calcolo del potenziale di liquefazione della WBS4a, determinato a partire dalle prove in sito con accelerazione massima pari a 0.192g e magnitudo pari a 6.14 nelle condizioni ante operam e post operam.

Tabella 6.7 – LPI per ogni prova -WBS4a.

PROVA	LPI	
	Stato di fatto (SF)	Stato di progetto (SP)
ID03_CPTU02	37.72	3.63

Si può notare che nello stato di fatto il potenziale di liquefazione calcolato, assume valori superiori 35 mentre nello stato di progetto l'incremento di carico sul fondale marino dovuto alla presenza delle scogliere comporta un notevole abbassamento del potenziale di liquefazione.

Pertanto, non si ritiene necessario alcun intervento di consolidamento legato a questa tematica.

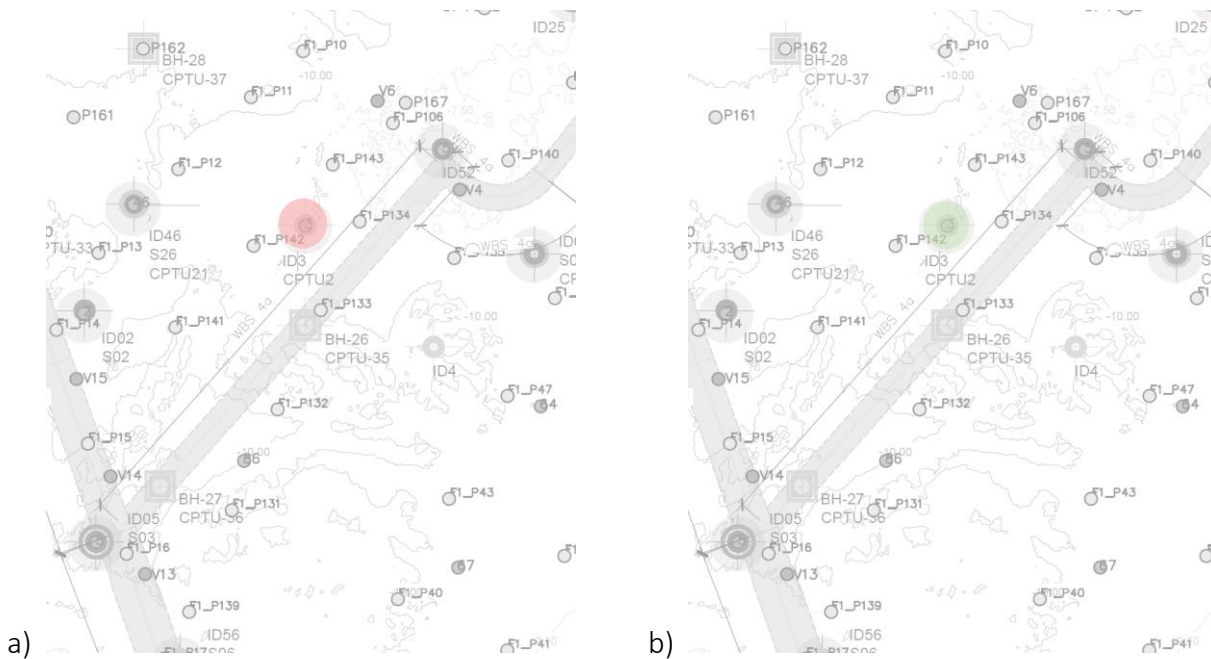


Figura 6.9 – Potenziale di liquefazione WBS4a: a) Stato di fatto. b) Stato di progetto

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

6.3.4 WBS 4b

Per la WBS 4b sono stati presi in considerazione gli identificativi sotto riportati.

Tabella 6.8 – Identificativi per WBS 4b

WBS 4b						
ID	Sondaggio con SPT	CPTU	DMT	Sezione di riferimento	SF - quota piano campagna (m s.l.m)	SP - quota base scanno (m s.l.m)
ID19	S13	-	-	Sez. 4b-2	-6.70**	-8.50
ID20	-	CPTU10	-	Sez. 4b-2	-7.30*	-8.50
ID23	S15	-	DMT4	Sez. 4b-1	-7.00**	-9.50
ID24	S16	CPTU29	-	Sez. 4b-1	-7.90*	-9.50
ID09	S07	CPTU04	-	Sez. 4b-1	-9.30*	-9.50

NOTE: * quote riferite alla prova CPTU; **quote riferite ai sondaggi;

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

6.3.4.1 ID19

Nell'identificativo ID19 è stata prevista una prova SPT. Si riportano in seguito le verifiche a liquefazione eseguite su tali prove.

Note: Nel riquadro rosso il fine utilizzato



Profondità		Massa secca materiale	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA
da m	a m	[g]							
3.20	3.40	203.0	VIA UMIDA	76	-	1	25	44	30

SPT1

Profondità		Massa secca materiale	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA
da m	a m	[g]							
6.50	6.95	365.4	VIA UMIDA	25	-	2	74	8	5



Profondità		Massa secca materiale	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA
da m	a m	[g]							
9.30	9.60	642.2	VIA UMIDA	17	-	-	95	5*	0*



Profondità		Massa secca materiale	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA
da m	a m	[g]							
16.74	18.85	305.8	VIA UMIDA	97	-	0	8	73	19

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx



Profondità		Massa secca materiale	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA
da m	a m	[g]							
21.93	22.05	795.1	VIA UMIDA	46	4	38	16	1	12



Profondità		Massa secca materiale	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA
da m	a m	[g]							
27.96	28.10	272.0	VIA UMIDA	95	-	2	7	46	45

Ante-operam

Dati (INPUT)

:: Field input data ::

Point ID	Depth (m)	Field N _{SPT} (blows/30)	Unit weight (kN/m ³)	Fines content (%)
1	6.50	11.00	16.10	23.00
2	12.30	25.00	17.00	5.00
3	15.50	32.00	17.35	5.00
4	24.50	12.00	16.20	49.00
5	33.50	18.00	16.65	50.00
6	38.50	20.00	16.75	40.00

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

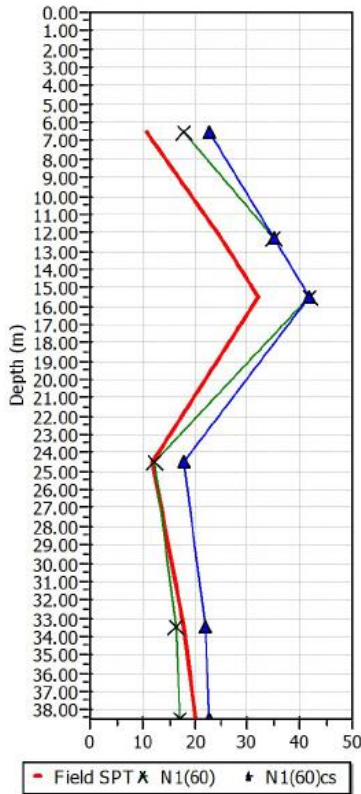
1233_PD-B-006_3.docx

Input parameters and analysis data

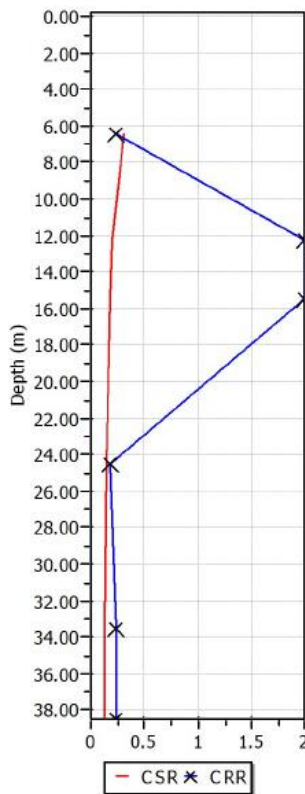
In-situ data type: Standard Penetration Test
 Analysis type: Deterministic
 Analysis method: Boulanger & Idriss
 Fines correction method: Boulanger & Idriss

Depth to water table: -6.70 m
 Earthquake magnitude M_w : 6.14
 Peak ground acceleration: 0.19 g
 User defined F.S.: 1.00

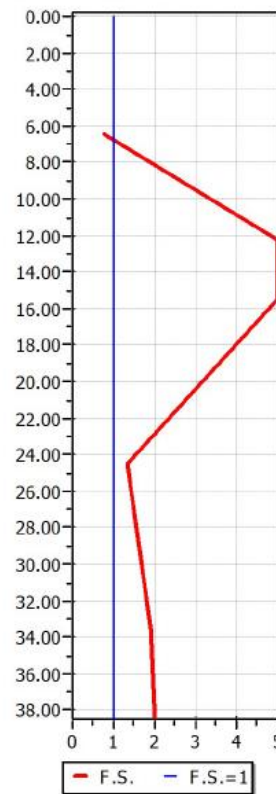
SPT data graph



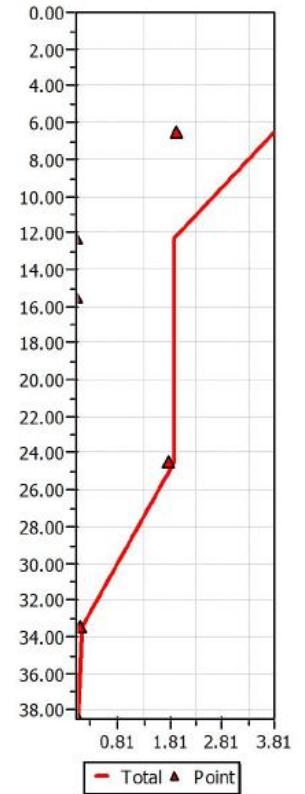
Shear stress ratio



Factor of safety



Settlements (cm)



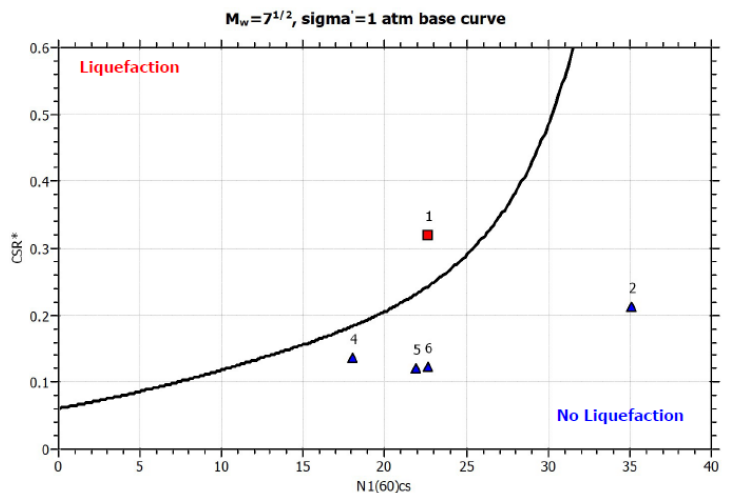
Potenziale di liquefazione (OUTPUT)

:: Liquefaction potential according to Iwasaki

Point ID	F	w_z	I_L
1	0.24	6.75	10.55
2	0.00	3.85	0.00
3	0.00	2.25	0.00

Overall potential I_L : 10.55

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5 - Liquefaction not probable
 I_L between 5 and 15 - Liquefaction probable
 $I_L > 15$ - Liquefaction certain



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

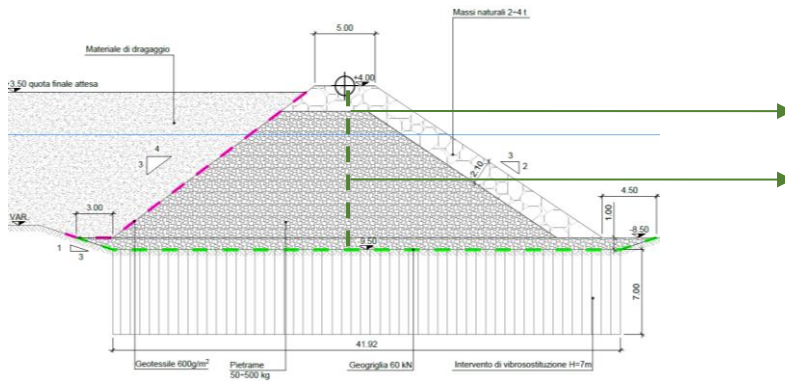
Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

Post-operam

Sezione 4b-2



$$P_1 = 4 \times 19 = 76 \text{ kN/m}^2$$

$$P_2 = 9.50 \times (19 - 10) = 85 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{tot}} = 161 \text{ kN/m}^2$$

Note:

- Al fine di assumere lo stesso carico agente alla base dello scanno si assume un materiale con $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ e un $H = 161/18 = 9 \text{ m}$.
- La profondità di scavo risulta pari a -9.50 m s.l.m.

Questo significa che il "rilevato equivalente" avrà la quota massima a $+0.50 \text{ m s.l.m.}$

Dati (INPUT)

:: Field input data ::

Point ID	Depth (m)	Field N_{SPT} (blows/30)	Unit weight (kN/m^3)	Fines content (%)
1	6.50	11.00	16.10	23.00
2	12.30	25.00	17.00	5.00
3	15.50	32.00	17.35	5.00
4	24.50	12.00	16.20	49.00
5	33.50	18.00	16.65	50.00
6	38.50	20.00	16.75	40.00

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

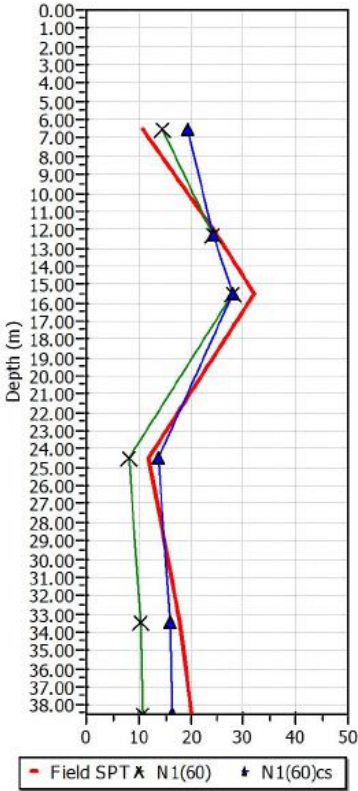
GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

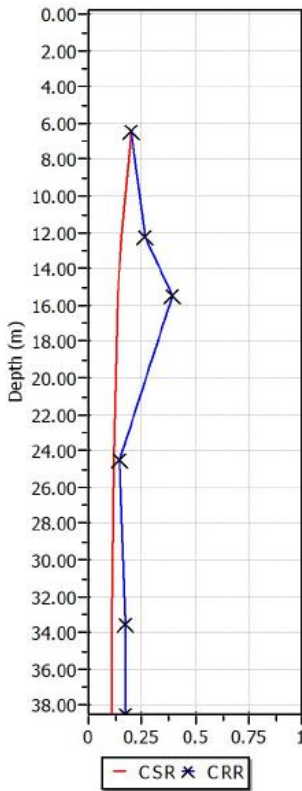
Input parameters and analysis data

In-situ data type:	Standard Penetration Test	Depth to water table:	-8.50 m
Analysis type:	Deterministic	Earthquake magnitude M_w :	6.14
Analysis method:	Boulanger & Idriss	Peak ground acceleration:	0.19 g
Fines correction method:	Boulanger & Idriss	User defined F.S.:	1.00

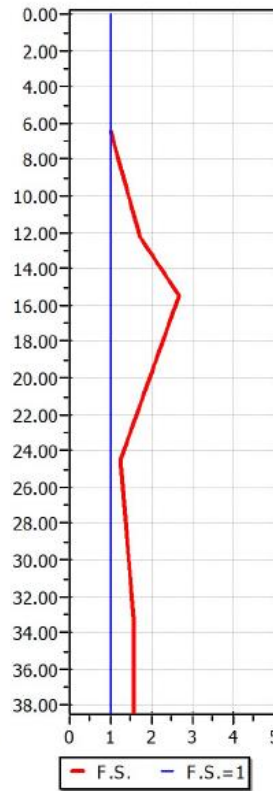
SPT data graph



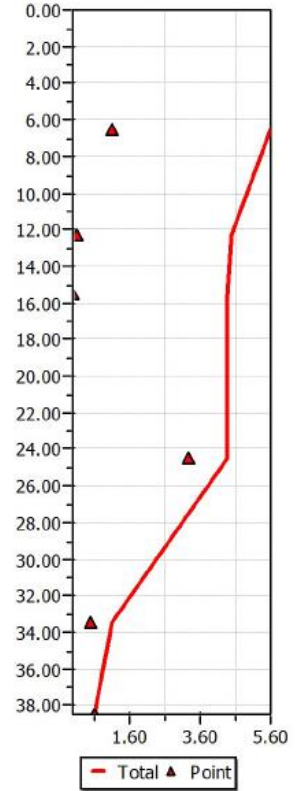
Shear stress ratio



Factor of safety



Settlements (cm)



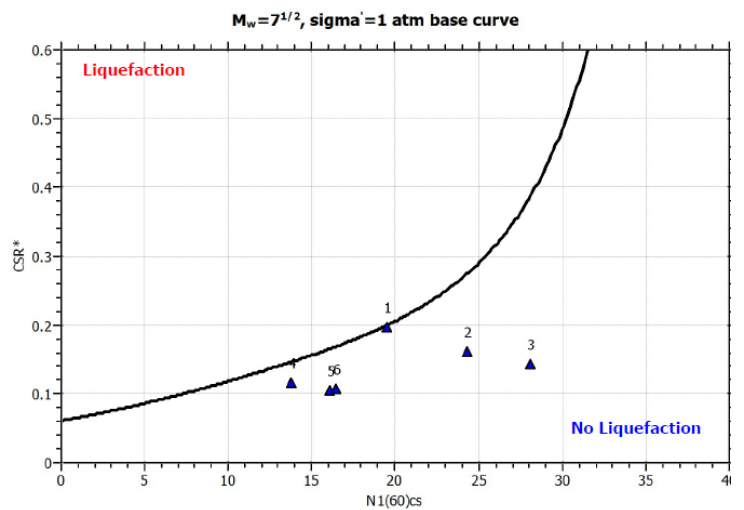
• Potenziale di liquefazione (OUTPUT)

:: Liquefaction potential according to Iwasaki

Point ID	F	w _z	I _L
1	0.00	6.75	0.00
2	0.00	3.85	0.00
3	0.00	2.25	0.00

Overall potential I_L : 0.00

I_L = 0.00 - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5 - Liquefaction not probable
 I_L between 5 and 15 - Liquefaction probable
 I_L > 15 - Liquefaction certain



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

6.3.4.2 ID20

Ante-operam

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	-7,30 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2,60	K_0 applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6,14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0,19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	-7,30 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

SBT legend

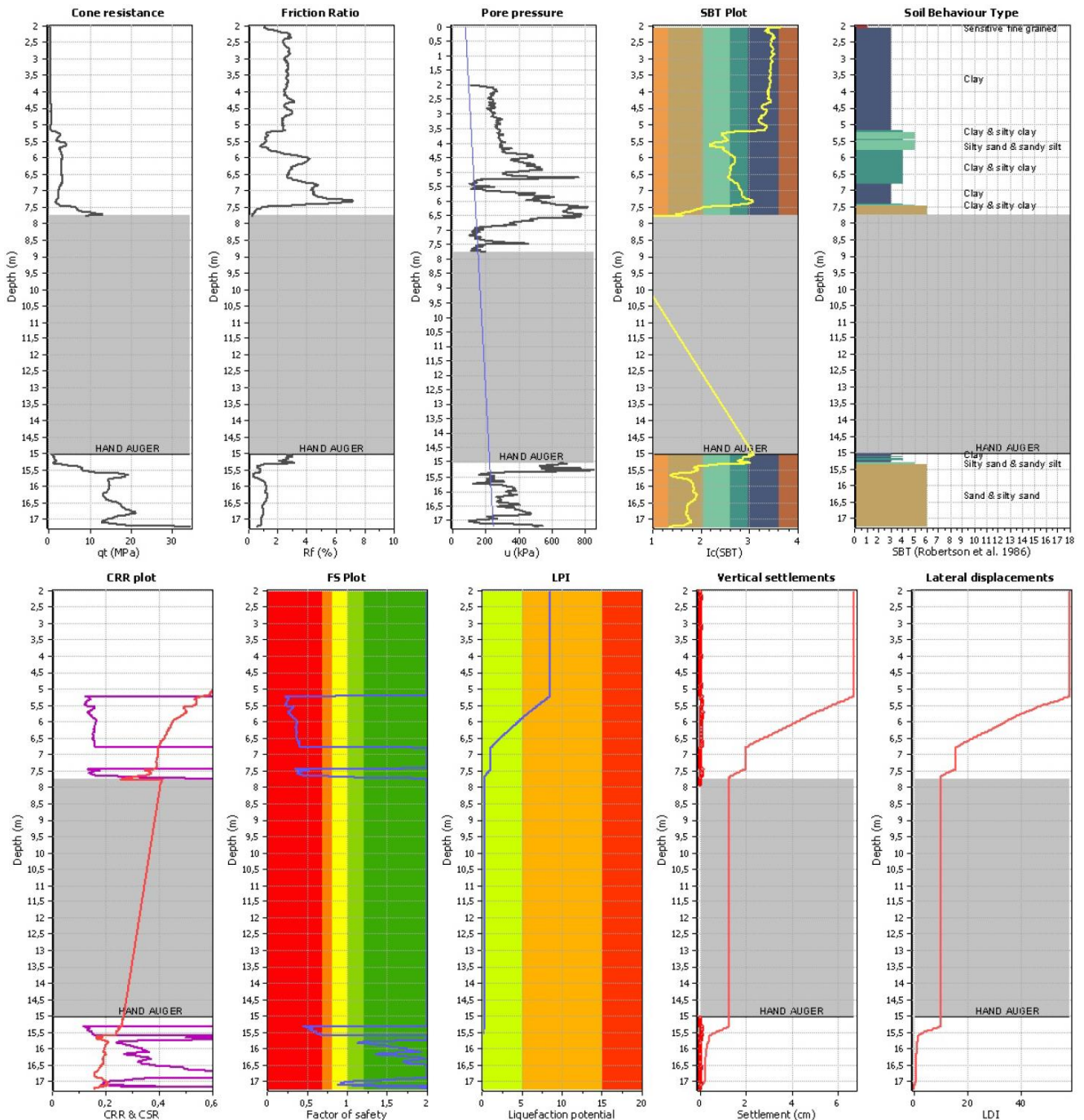
1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

F.S. color scheme

Almost certain it will liquefy
Very likely to liquefy
Liquefaction and no liq. are equally likely
Unlike to liquefy
Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Very high risk
High risk
Low risk



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

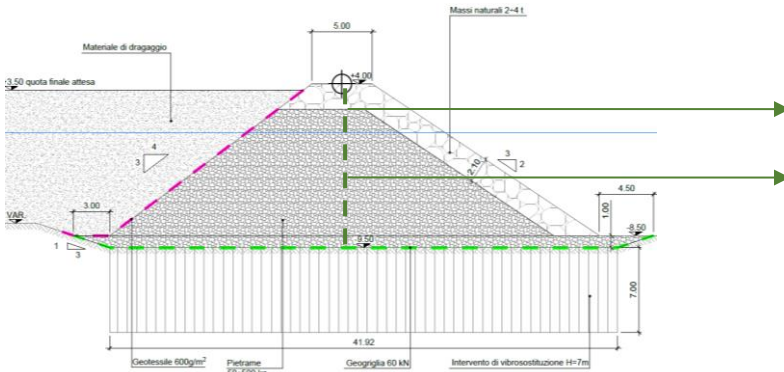
Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

Post-operam

Sezione 4b-2



$$P_1 = 4 \times 19 = 76 \text{ kN/m}^2$$

$$P_2 = 9.50 \times (19 - 10) = 86 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{tot}} = 162 \text{ kN/m}^2$$

Note:

- Al fine di assumere lo stesso carico agente alla base dello scanno si assume un materiale con $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ e un $H = 162/18 = 9,0 \text{ m}$.
- La profondità di scavo risulta pari a $-9,50 \text{ m s.l.m.m.}$

Questo significa che il "rilevato equivalente" avrà la quota massima a $-0,50 \text{ m s.l.m.m.}$

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	-0,50 m	Fill weight:	18,00 kN/m ³
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2,60	K ₀ applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6,14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0,19	Use fill:	Yes	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	-9,50 m	Fill height:	9,00 m	Limit depth:	N/A

SBT legend

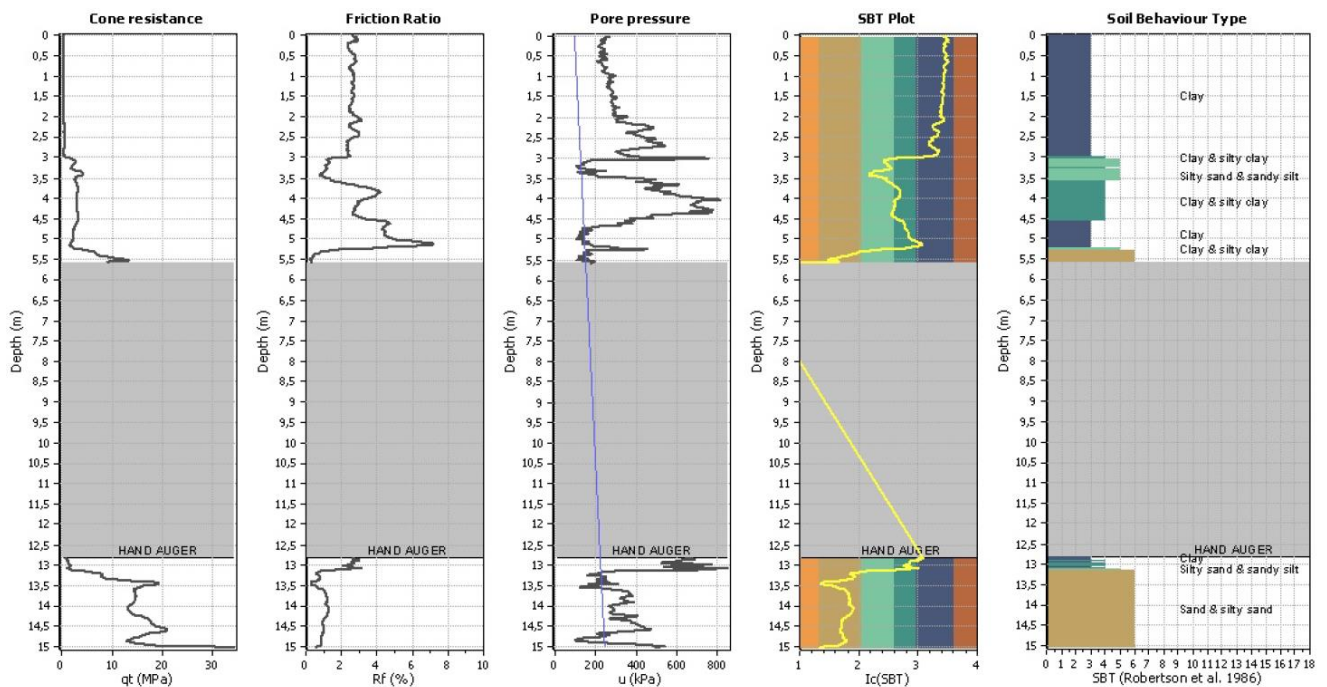
1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

F.S. color scheme

Almost certain it will liquefy
Very likely to liquefy
Liquefaction and no liq. are equally likely
Unlike to liquefy
Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Very high risk
High risk
Low risk



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

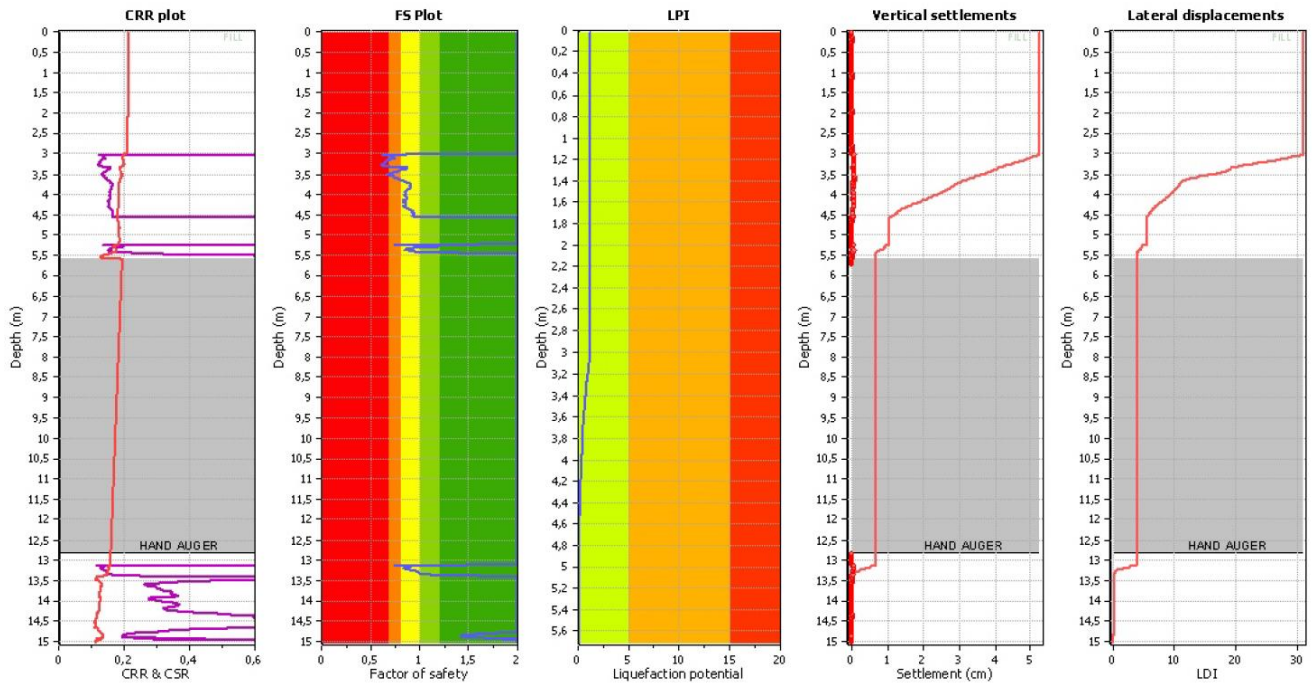
Livello progettazione:

Progetto Definitivo

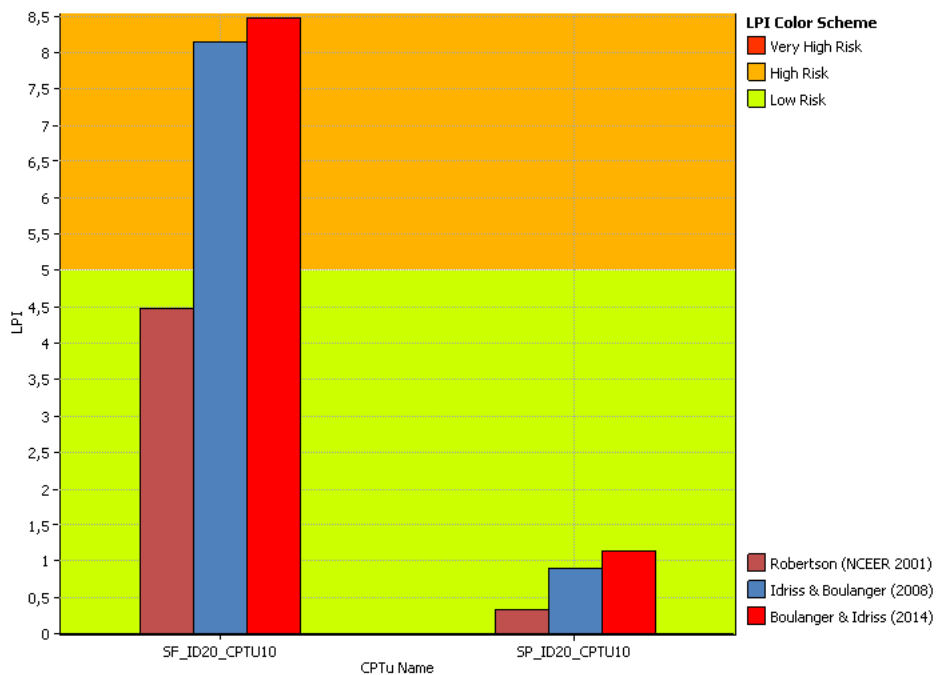
Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx



Di seguito si riporta il confronto tra Ante Operam e Post Operam e tabella dei dati iniziali di calcolo.



:: CPT main liquefaction parameters details ::

CPT Name	Earthquake Mag.	Earthquake Accel.	GWT in situ (m)	GWT earthq. (m)
SF_ID20_CPTU10	6.14	0.19	-7.30	-7.30
SP_ID20_CPTU10	6.14	0.19	-9.50	-0.50

Figura 6.10 – LPI per ID20, stato di fatto (SF) e stato di progetto (SP).

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

6.3.4.3 ID23

Nell'identificativo ID23 è stata prevista una prova SPT. Si riportano in seguito le verifiche a liquefazione eseguite su tali prove.

Note: Nel riquadro rosso il fine utilizzato



Descrizione visiva:
6.07 m – 6.34 m: Sabbia limosa argillosa di colore grigio oliva scuro (5Y 3/2), priva di reazione all'HCl. Presenza di ghiaia fine.
6.34 m – 6.55 m: Sabbia grossolana limosa debolmente argillosa di colore oliva (5Y 5/4) con discreta reazione all'HCl. Presenza di ghiaia e di frammenti di conchiglie.

Profondità		Massa secca materiale	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA
da m	a m	[g]							
6.07	6.32	527.0	VIA UMIDA	41	-	20	41	21	19



Descrizione visiva:
Sabbia debolmente limosa di colore grigio (5Y 5/1) con discreta reazione all'HCl con presenza di elementi litici da centimetrici a millimetrici, passante a sabbia pulita di colore grigio scuro (5Y 4/1) con buona reazione all'HCl, passante a limo sabbioso. Presenza di zone e livelli parzialmente litificati. Il campione risulta rimareggiato da 15.56 m a 15.60 m.

Profondità		Massa secca materiale	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA
da m	a m	[g]							
15.07	15.56	891.3	VIA UMIDA	16	-	4	91	5	0



Descrizione visiva:
Sabbia con limo argillosa di colore grigio (5Y 5/1), priva di reazione all'HCl.

Profondità		Massa secca materiale	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA
da m	a m	[g]							
25.38	25.60	554.6	VIA UMIDA	55	-	1	47	34	18

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

Ante-operam

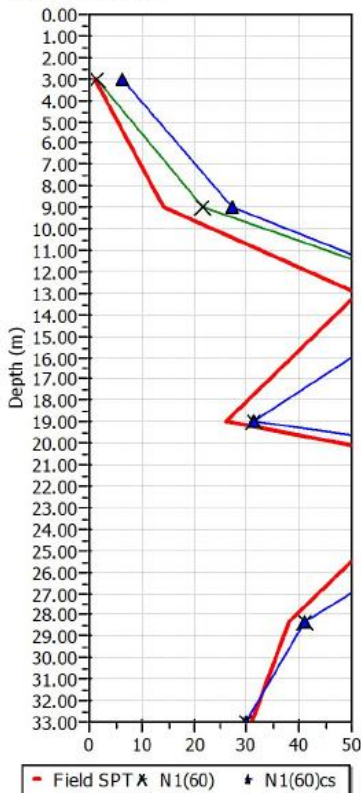
Dati (INPUT)

:: Field input data ::				
Point ID	Depth (m)	Field N_{SPT} (blows/30)	Unit weight (kN/m^3)	Fines content (%)
1	3.00	1.00	15.10	25.00
2	9.00	14.00	16.40	40.00
3	13.00	51.00	18.30	5.00
4	19.00	26.00	17.05	5.00
5	21.00	69.00	19.20	5.00
6	28.30	38.00	17.65	5.00
7	33.00	31.00	17.30	5.00

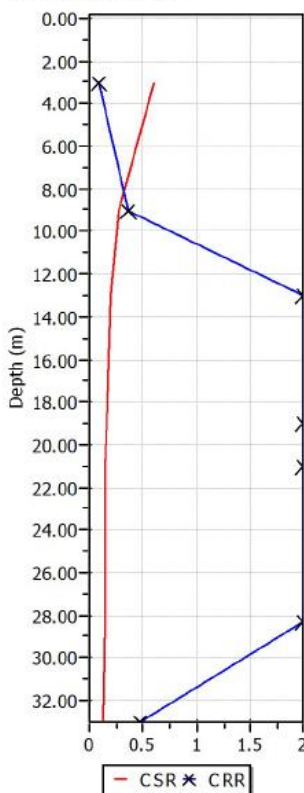
Input parameters and analysis data

In-situ data type:	Standard Penetration Test	Depth to water table:	-7.00 m
Analysis type:	Deterministic	Earthquake magnitude M_w :	6.14
Analysis method:	Boulanger & Idriss	Peak ground acceleration:	0.19 g
Fines correction method:	Boulanger & Idriss	User defined F.S.:	1.00

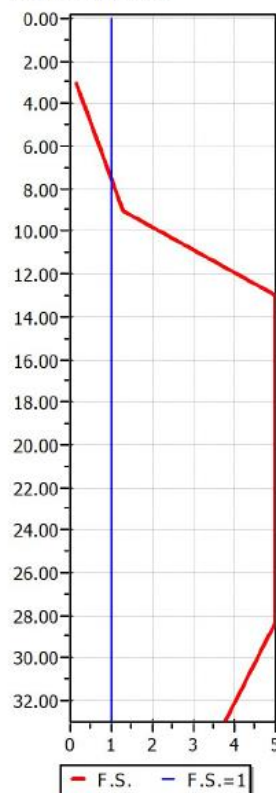
SPT data graph



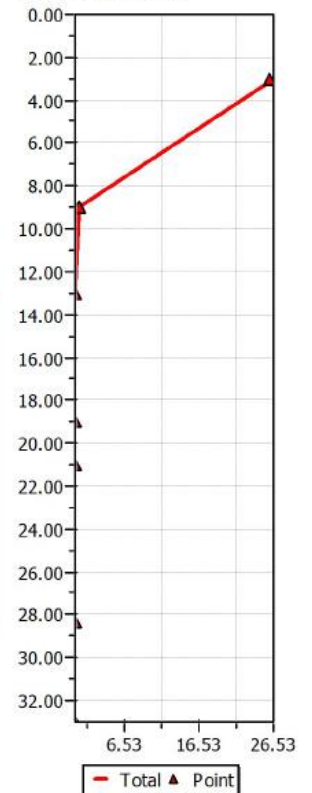
Shear stress ratio



Factor of safety



Settlements (cm)



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

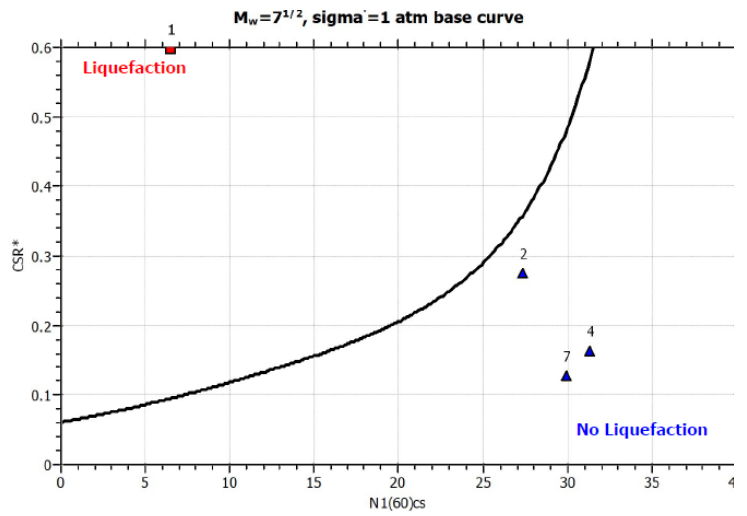
Potenziale di liquefazione (OUTPUT)

:: Liquefaction potential according to Iwasaki

Point ID	F	W _z	I _L
1	0.84	8.50	21.45
2	0.00	5.50	0.00
3	0.00	3.50	0.00
4	0.00	0.50	0.00

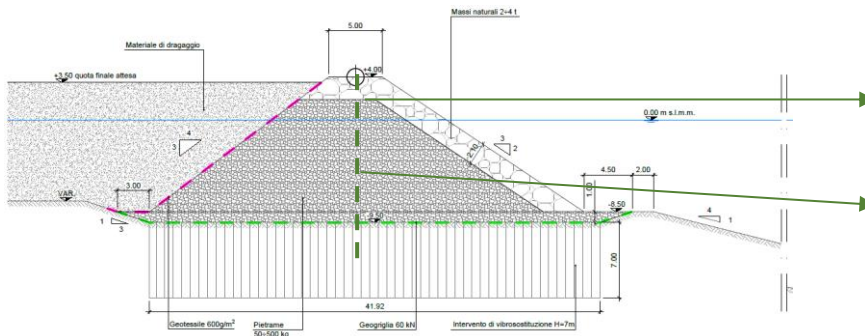
Overall potential I_L : 21.45

I_L = 0.00 - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5 - Liquefaction not probable
 I_L between 5 and 15 - Liquefaction probable
 I_L > 15 - Liquefaction certain



Post-operam

Sezione 4b-1



$P_1 = 4 \times 19 = 76 \text{ kN/m}^2$

$P_3 = 9.50 \times (19 - 10) = 86 \text{ kN/m}^2$

$P_{\text{tot}} = 162 \text{ kN/m}^2$

Note:

- Al fine di assumere lo stesso carico agente alla base dello scanno si assume un materiale con $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ e un $H = 162/18 = 9,0 \text{ m}$.
- La profondità di scavo risulta pari a $-9,50 \text{ m s.l.m.m.}$

Questo significa che il "rilevato equivalente" avrà la quota massimale a $-9,50 \text{ m s.l.m.m.}$

Dati (INPUT)

:: Field input data ::

Point ID	Depth (m)	Field N _{SP} T (blows/30)	Unit weight (kN/m ³)	Fines content (%)
1	3.00	1.00	15.10	25.00
2	9.00	14.00	16.40	40.00
3	13.00	51.00	18.30	5.00
4	19.00	26.00	17.05	5.00
5	21.00	69.00	19.20	5.00
6	28.30	38.00	17.65	5.00
7	33.00	31.00	17.30	5.00

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

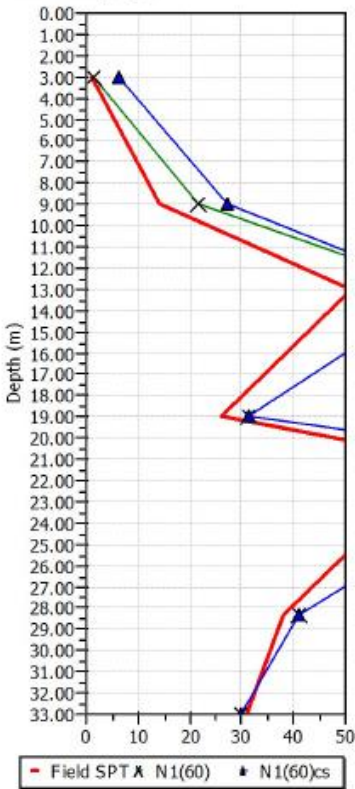
1233_PD-B-006_3.docx

Input parameters and analysis data

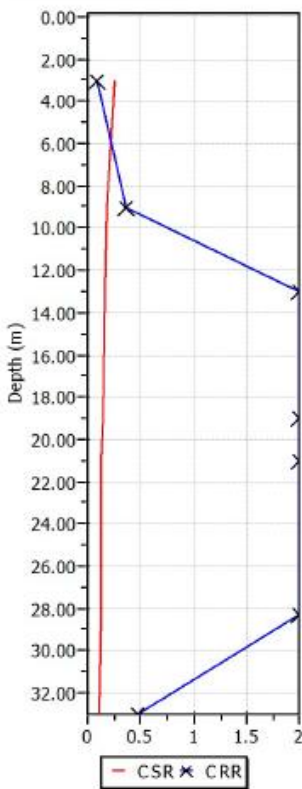
In-situ data type: Standard Penetration Test
 Analysis type: Deterministic
 Analysis method: Boulanger & Idriss
 Fines correction method: Boulanger & Idriss

Depth to water table: -9.50 m
 Earthquake magnitude M_w : 6.14
 Peak ground acceleration: 0.19 g
 User defined F.S.: 1.00

SPT data graph



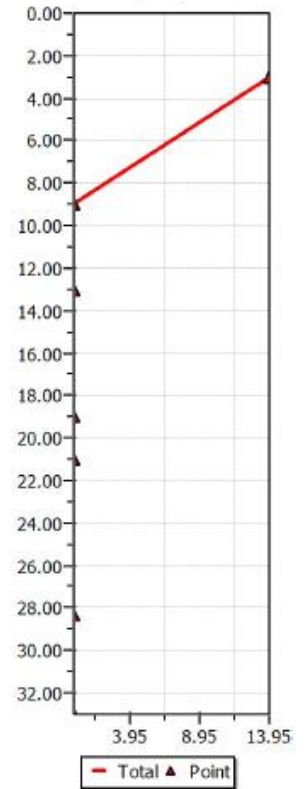
Shear stress ratio



Factor of safety



Settlements (cm)



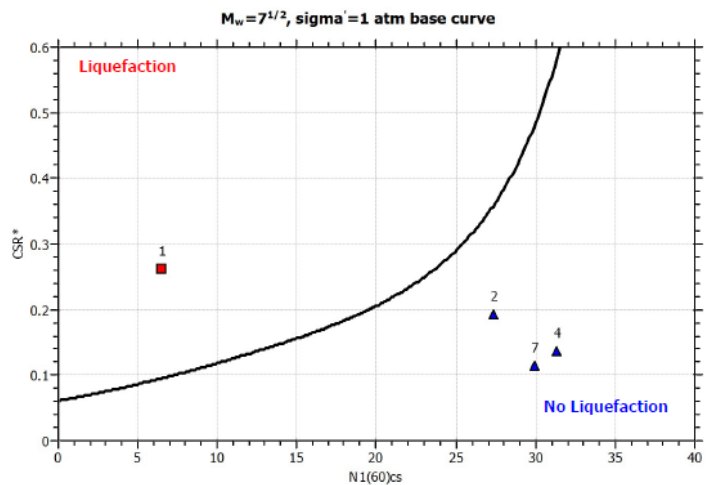
- Potenziale di liquefazione (OUTPUT)

:: Liquefaction potential according to Iwasaki :

Point ID	F	w_z	I_L
1	0.64	8.50	16.32
2	0.00	5.50	0.00
3	0.00	3.50	0.00
4	0.00	0.50	0.00

Overall potential I_L : 16.32

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5 - Liquefaction not probable
 I_L between 5 and 15 - Liquefaction probable
 $I_L > 15$ - Liquefaction certain



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

6.3.4.4 ID24

Ante-operam

Input parameters and analysis data

Analysis method: B&I (2014)
 Fines correction method: B&I (2014)
 Points to test: Based on Ic value
 Earthquake magnitude M_w : 6,14
 Peak ground acceleration: 0,19
 Depth to water table (insitu): -7,90 m

Depth to GWT (earthq.): -7,90 m
 Average results interval: 3
 Ic cut-off value: 2,60
 Unit weight calculation: Based on SBT
 Use fill: No
 Fill height: N/A

Fill weight: N/A
 Transition detect. applied: No
 K_σ applied: Yes
 Clay like behavior applied: Sands only
 Limit depth applied: No
 Limit depth: N/A

SBT legend

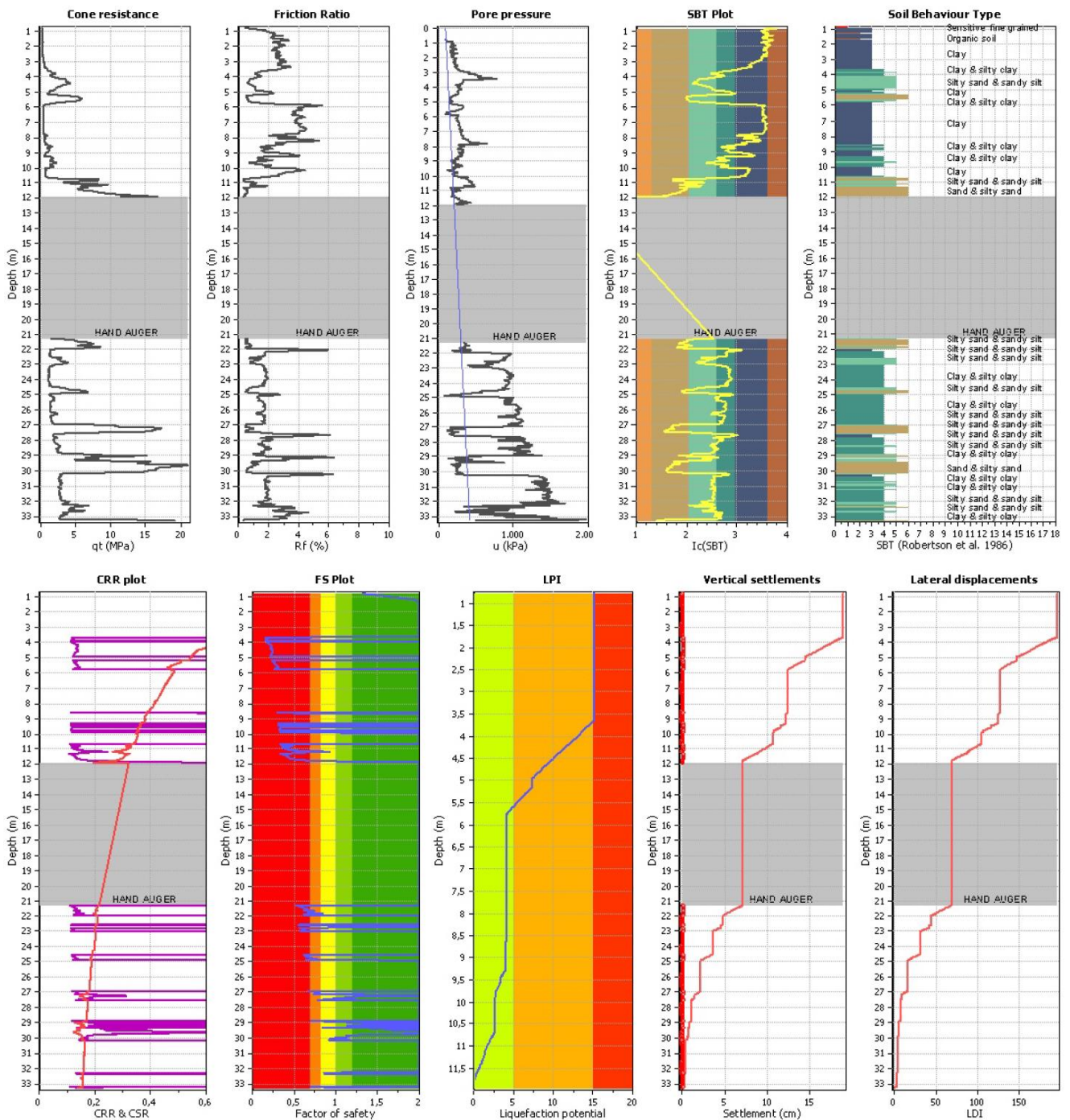
- | | | |
|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to sand |
| 3. Clay to silty clay | 6. Clean sand to silty sand | 9. Very stiff fine grained |

F.S. color scheme

- Almost certain it will liquefy
- Very likely to liquefy
- Liquefaction and no liq. are equally likely
- Unlike to liquefy
- Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

- Very high risk
- High risk
- Low risk



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

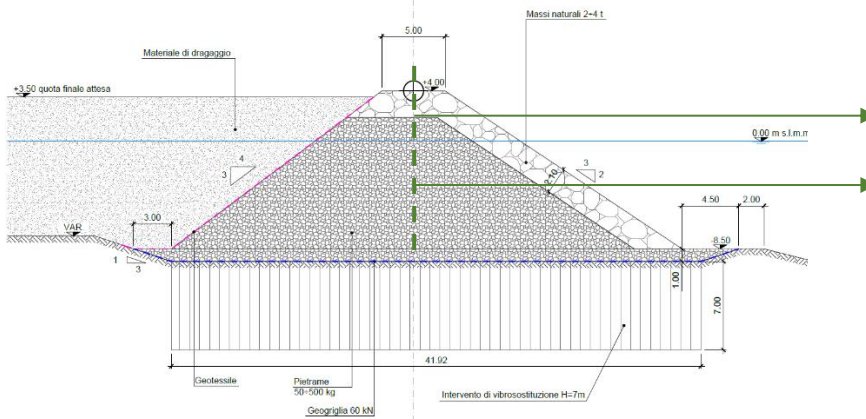
Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

Post-operam

Sezione 4b-1



$$P_1 = 4 \times 19 = 76 \text{ kN/m}^2$$

$$P_3 = 9.50 \times (19 - 10) = 86 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{tot} = 162 \text{ kN/m}^2$$

Note:

- Al fine di assumere lo stesso carico agente alla base dello scanno si assume un materiale con $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ e un $H = 162 / 18 = 9,0 \text{ m}$.
- La profondità di scavo risulta pari a $-9,50 \text{ m s.l.m.m.}$

Questo significa che il "rilevato equivalente" avrà la quota massima a $-0,50 \text{ m s.l.m.m.}$

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	-0,50 m	Fill weight:	18,00 kN/m ³
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2,60	K _c applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6,14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0,19	Use fill:	Yes	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	-9,50 m	Fill height:	9,00 m	Limit depth:	N/A

SBT legend

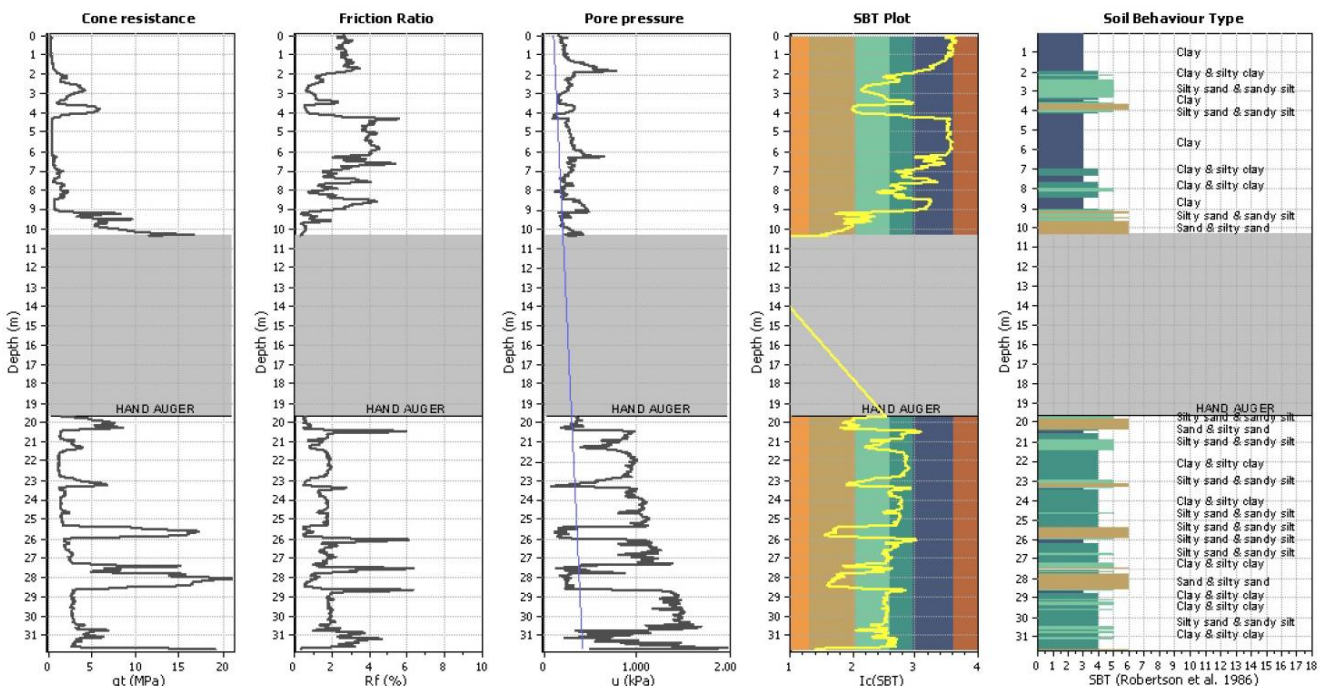
1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to sand
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

F.S. color scheme

Red	Almost certain it will liquefy
Orange	Very likely to liquefy
Yellow	Liquefaction and no liq. are equally likely
Green	Unlike to liquefy
Dark Green	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Red	Very high risk
Orange	High risk
Green	Low risk



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

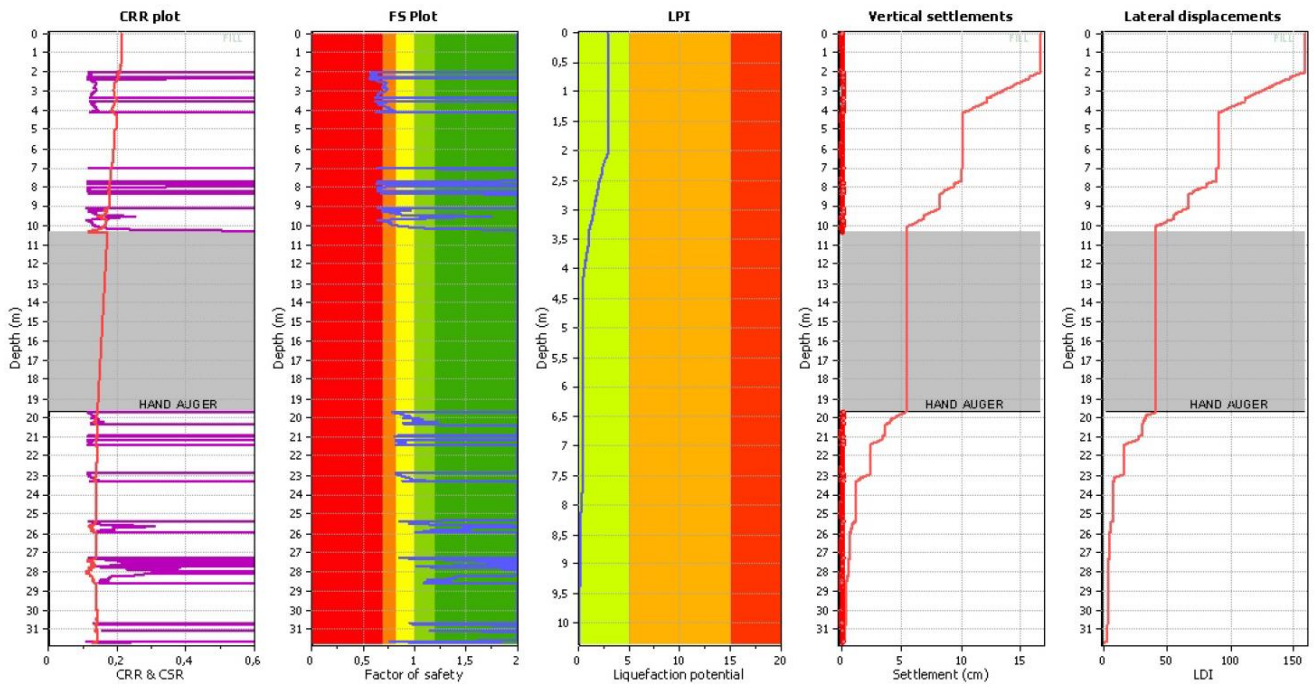
Livello progettazione:

Progetto Definitivo

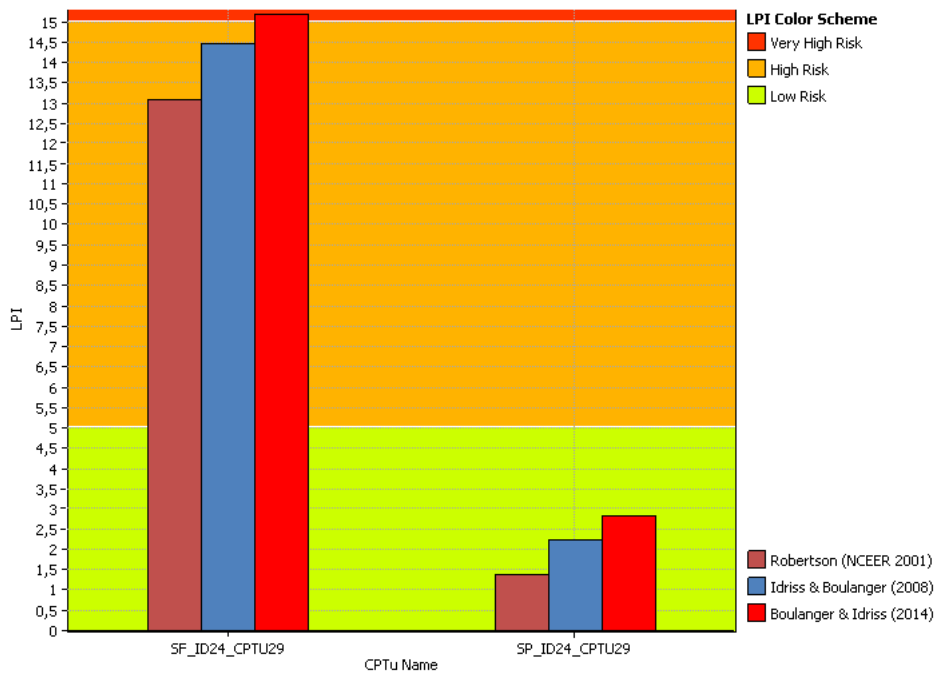
Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx



Di seguito si riporta il confronto tra Ante Operam e Post Operam e tabella dei dati iniziali di calcolo.



:: CPT main liquefaction parameters details ::

CPT Name	Earthquake Mag.	Earthquake Accel.	GWT in situ (m)	GWT earthq. (m)
SF_ID24_CPTU29	6.14	0.19	-7.90	-7.90
SP_ID24_CPTU29	6.14	0.19	-9.50	-0.50

Figura 6.11 – LPI per ID24, stato di fatto (SF) e stato di progetto (SP).

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

6.3.4.5 ID09

Ante-operam

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	-9,30 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2,60	K_{σ} applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6,14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0,19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	-9,30 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

SBT legend

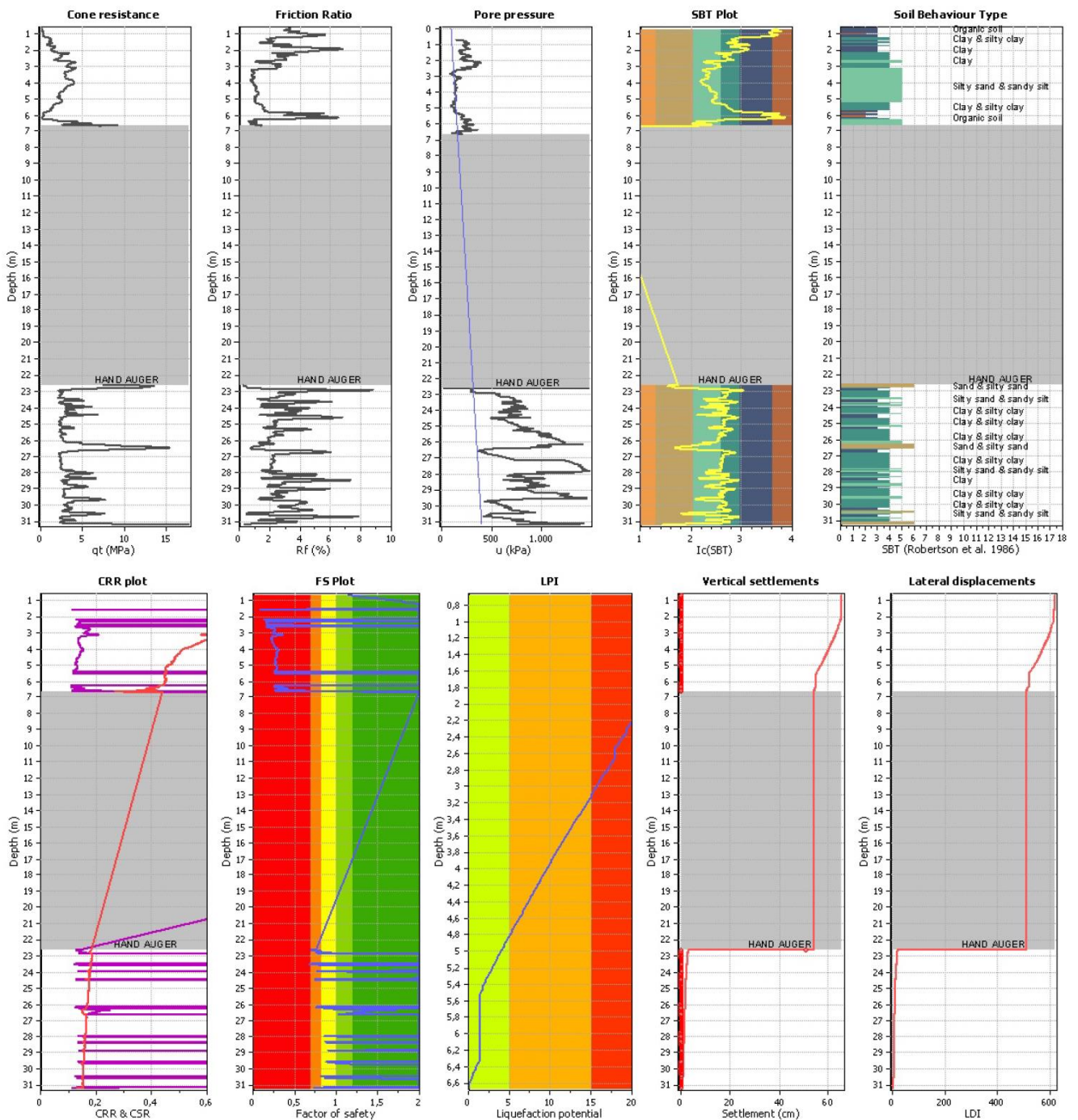
1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

F.S. color scheme

Almost certain it will liquefy
Very likely to liquefy
Liquefaction and no liq. are equally likely
Unlike to liquefy
Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Very high risk
High risk
Low risk



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

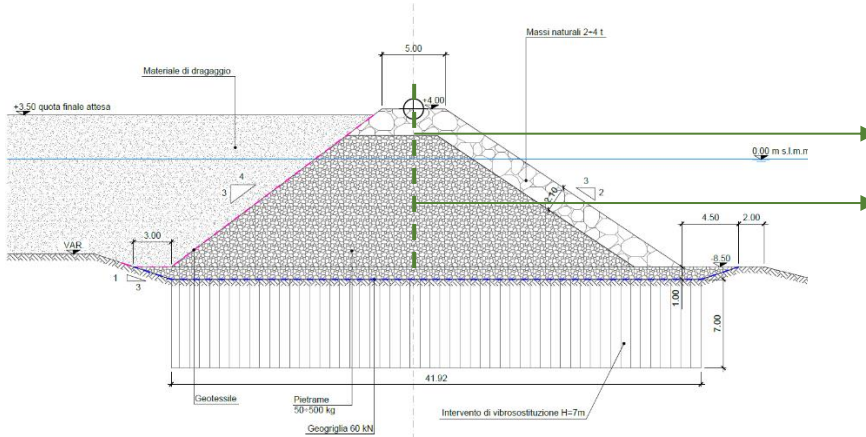
Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

Post-operam

Sezione 4b-1



$$P_1 = 4 \times 19 = 76 \text{ kN/m}^2$$

$$P_3 = 9.50 \times (19 - 10) = 86 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{tot}} = 162 \text{ kN/m}^2$$

Note:

- Al fine di assumere lo stesso carico agente alla base dello scanno si assume un materiale con $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ e un $H = 162/18 = 9,0 \text{ m}$.
- La profondità di scavo risulta pari a $-9,50 \text{ m s.l.m.}$

Questo significa che il "rilevato equivalente" avrà la quota massima a $-0,50 \text{ m s.l.m.}$

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	-0,50 m	Fill weight:	18,00 kN/m ³
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2,60	K _c applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6,14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0,19	Use fill:	Yes	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	-9,50 m	Fill height:	9,00 m	Limit depth:	N/A

SBT legend

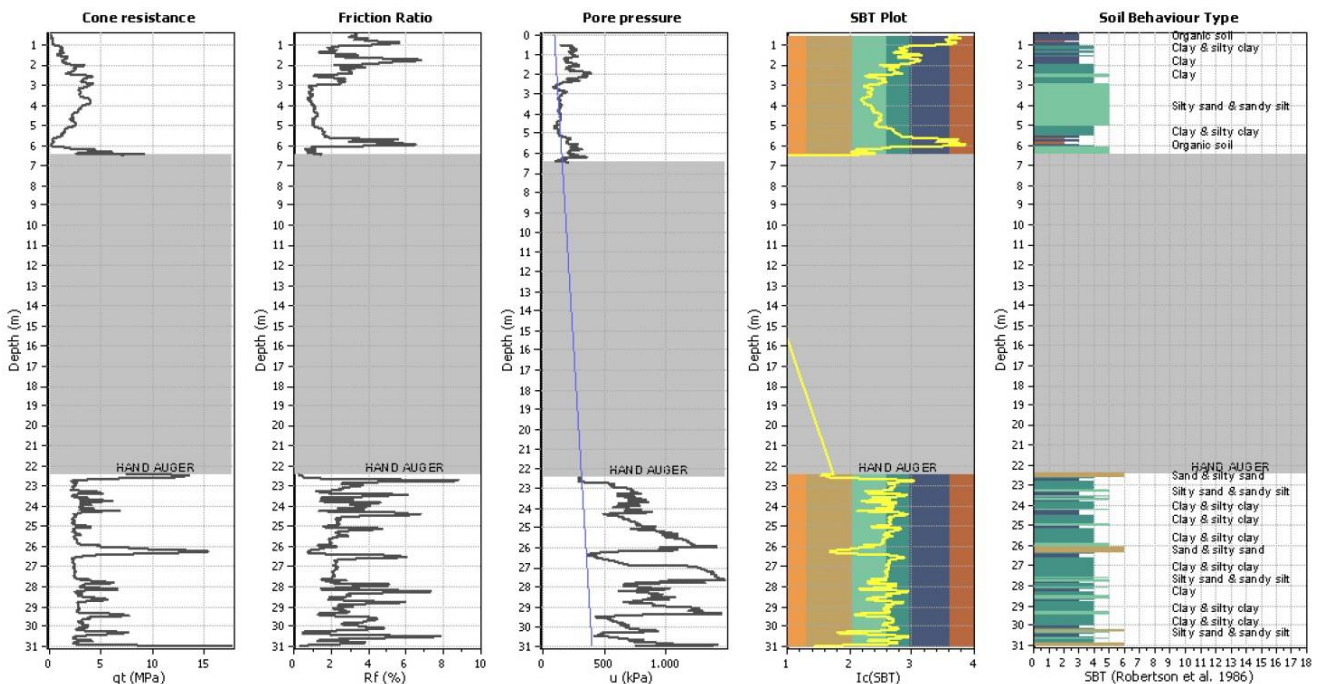
1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

F.S. color scheme

Red	Almost certain it will liquefy
Orange	Very likely to liquefy
Yellow	Liquefaction and no liq. are equally likely
Light Green	Unlike to liquefy
Dark Green	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Red	Very high risk
Orange	High risk
Yellow	Low risk



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

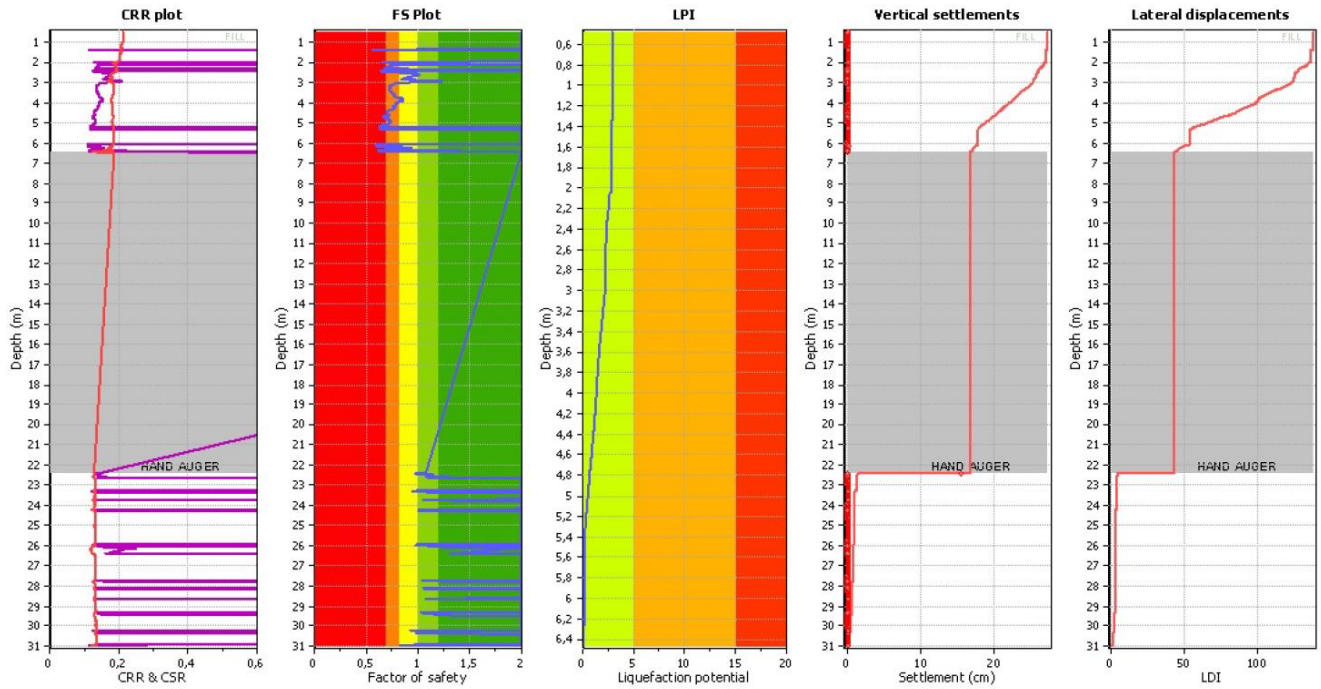
Livello progettazione:

Progetto Definitivo

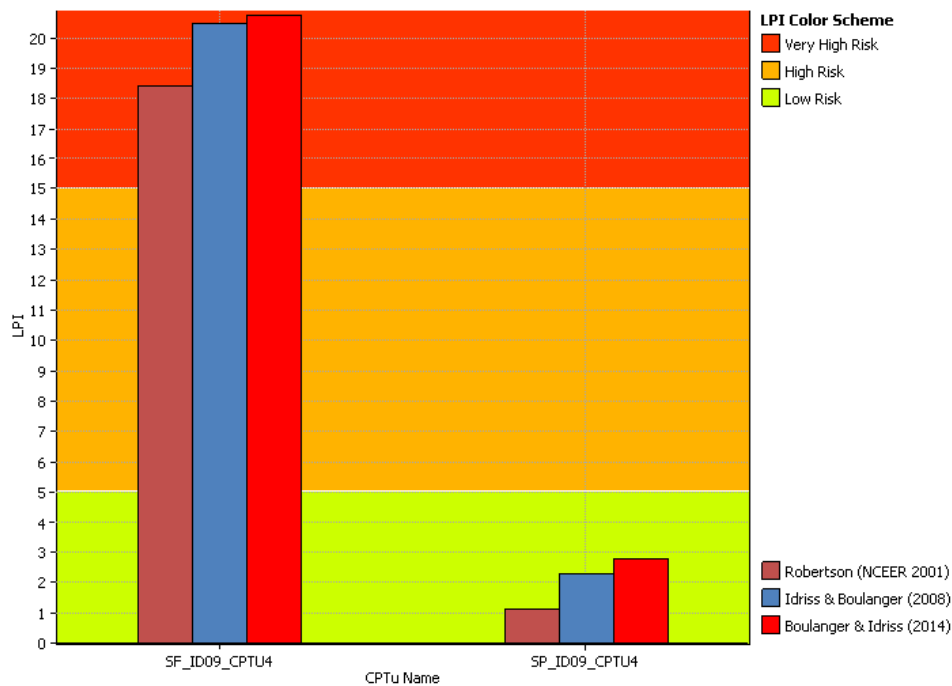
Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx



Di seguito si riporta il confronto tra Ante Operam e Post Operam e tabella dei dati iniziali di calcolo.



:: CPT main liquefaction parameters details ::

CPT Name	Earthquake Mag.	Earthquake Accel.	GWT in situ (m)	GWT earthq. (m)
SF_ID09_CPTU4	6.14	0.19	-9.30	-9.30
SP_ID09_CPTU4	6.14	0.19	-9.50	-0.50

Figura 6.12 – LPI per ID09, stato di fatto (SF) e stato di progetto (SP).

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

6.3.4.6 Risultati WBS4b

La seguente tabella riepiloga il calcolo del potenziale di liquefazione della WBS4b, determinato a partire dalle prove in sito con accelerazione massima pari a 0.192g e magnitudo pari a 6.14 nelle condizioni ante operam e post operam.

Tabella 6.9 – LPI per ogni prova -WBS4b.

PROVA	LPI	
	Stato di fatto (SF)	Stato di progetto (SP)
ID19	10.55	0.00
ID20_CPTU10	8.48	1.14
ID23	21.45	16.32
ID24_CPTU29	15.18	2.84
ID09_CPTU04	20.74	2.82

Si può notare che nello stato di fatto il potenziale di liquefazione calcolato assume valori superiori 8 mentre nello stato di progetto l'incremento di carico sul fondale marino dovuto alla presenza delle scogliere comporta un notevole abbassamento del potenziale di liquefazione, ad eccezione del ID23.

A tal proposito il potenziale di liquefazione elevato dell'ID23, nello stato post operam, deriva dal valore $N_{spt}=1$ risultante alla profondità di 3 m rispetto al piano campagna.

Per il terreno organico non si hanno riscontri sulla percentuale di fine. Si ritiene necessario, a favore di sicurezza, un intervento di consolidamento per questa tematica.

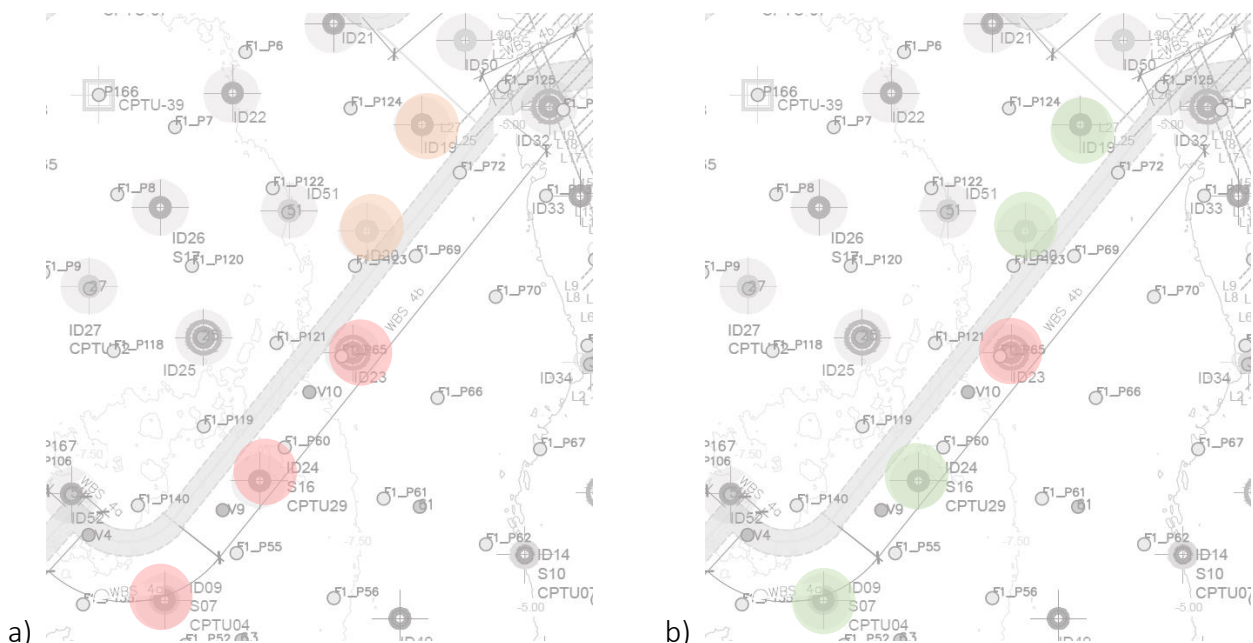


Figura 6.13 – Potenziale di liquefazione WBS4b: a) Stato di fatto. b) Stato di progetto

Progetto:
 Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
 Progetto Definitivo

Elaborato:
 GEOLOGIA E GEOTECNICA
 1233_PD-B-006_3.docx

6.3.5 WBS 5

Per la WBS 5 sono stati presi in considerazione gli identificativi sotto riportati.

Tabella 6.10 – Identificativi per WBS 5

WBS 5						
ID	Sondaggio con SPT	CPTU	DMT	Sezione di riferimento	SF - quota piano campagna (m s.l.m)	SP - quota base scanno (m s.l.m)
ID11	-	CPTU05	-	Sez. 5-1	-6.20*	-7.30
ID12	S09	-	-	Sez. 5-3	-4.00**	-5.00

NOTE: * quote riferite alla prova CPTU; **quote riferite ai sondaggi;

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

6.3.5.1 ID11

Ante-operam

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	-6.20 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _s applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	-6.20 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

SBT legend

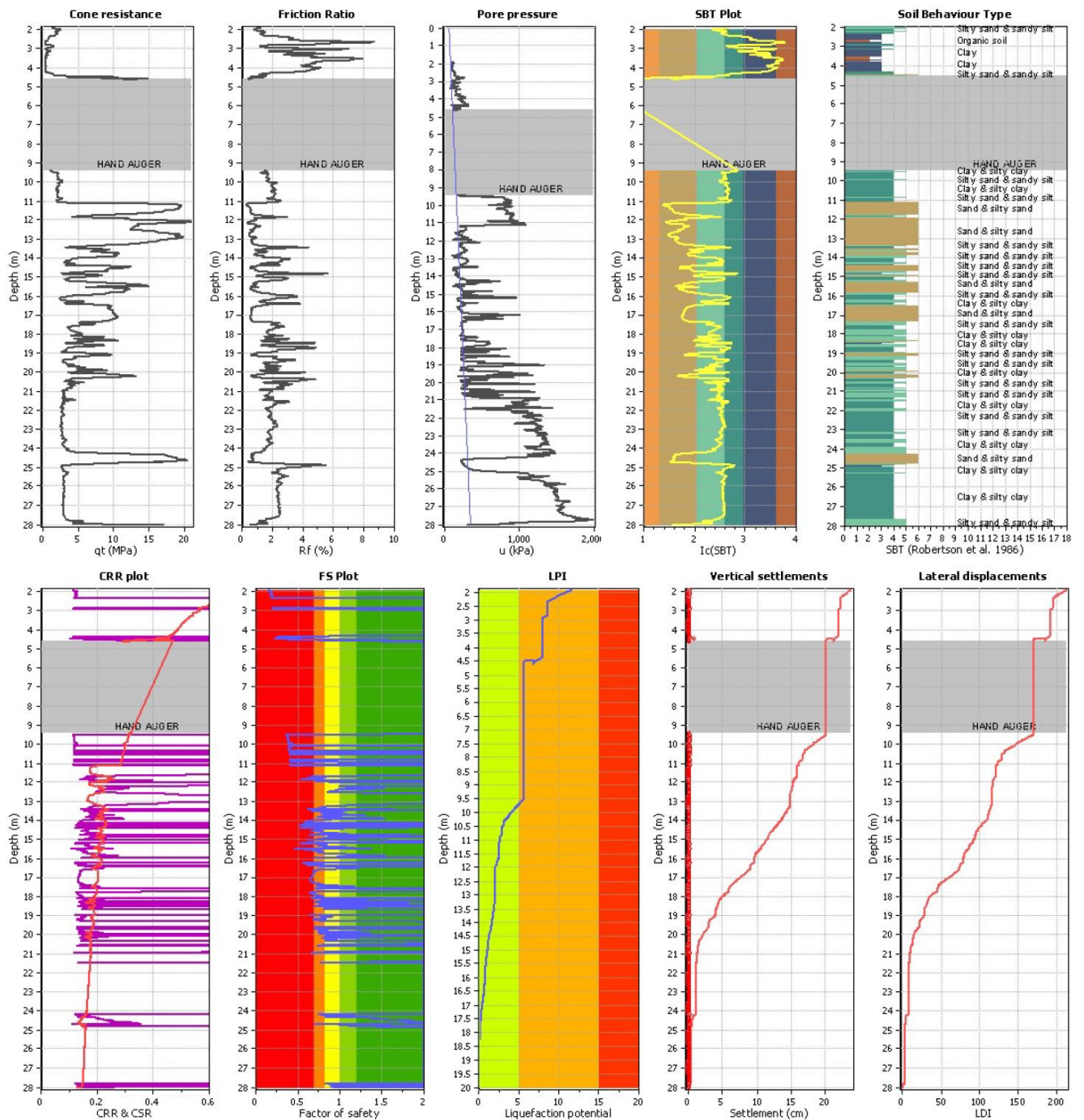
1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to sand
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

F.S. color scheme

Red	Almost certain it will liquefy
Orange	Very likely to liquefy
Yellow	Liquefaction and no liq. are equally likely
Light Green	Unlike to liquefy
Dark Green	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Red	Very high risk
Orange	High risk
Yellow	Low risk



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

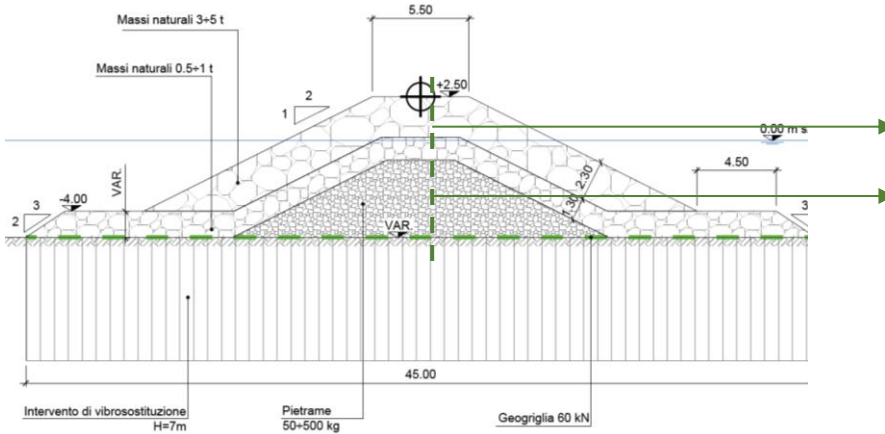
Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

Post-operam

Sezione 5-1



$$P_1 = 2.50 \times 19 = 48 \text{ kN/m}^2$$

$$P_3 = 7.30 \times (19 - 10) = 66 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{tot}} = 114 \text{ kN/m}^2$$

Note:

- Al fine di assumere lo stesso carico agente alla base dello scanno si assume un materiale con $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ e un $H = 114/18 = 6,33 \text{ m}$.
- La profondità di scavo risulta pari a $-7,30 \text{ m s.l.m.m.}$

Questo significa che il "rilevato equivalente" avrà la quota massima a $-0,97 \text{ m s.l.m.m.}$

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	-0.97 m	Fill weight:	18.00 kN/m ³
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _v applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	Yes	Limit depth applied:	No
Depth to water table (Insitu):	-7.30 m	Fill height:	6.33 m	Limit depth:	N/A

SBT legend

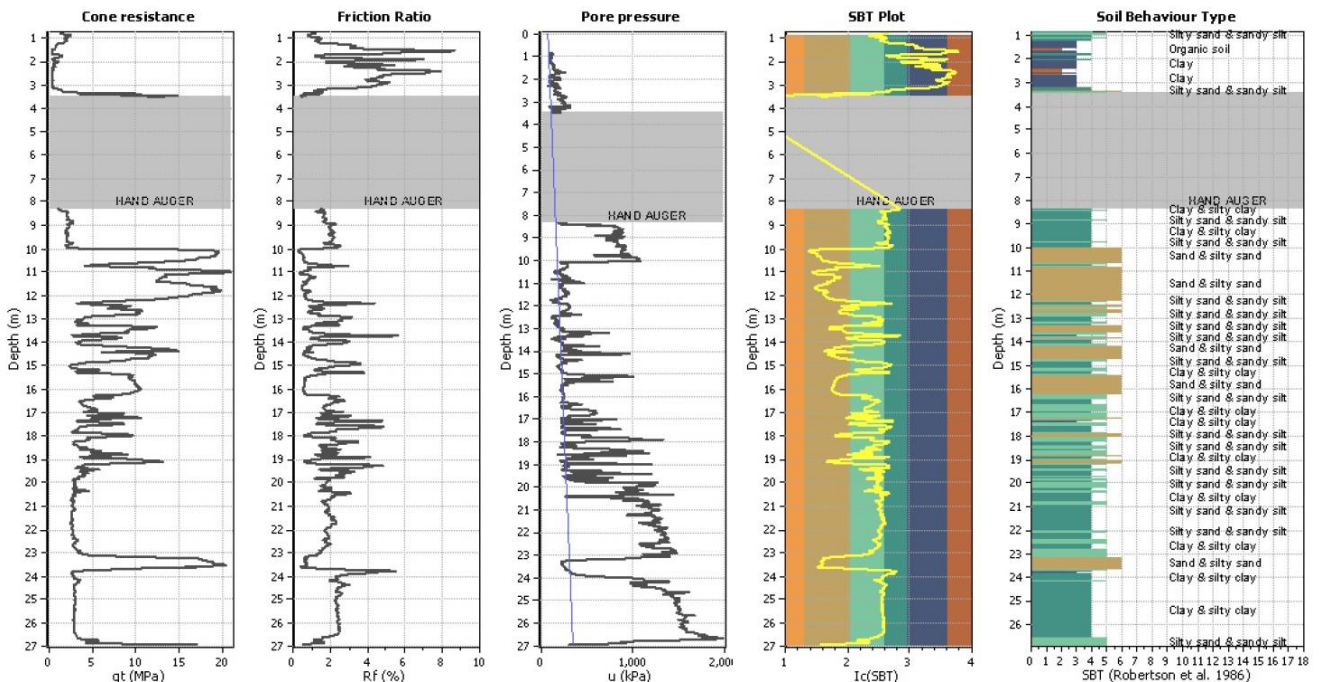
1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

F.S. color scheme

Almost certain it will liquefy
Very likely to liquefy
Liquefaction and no liq. are equally likely
Unlike to liquefy
Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Very high risk
High risk
Low risk



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

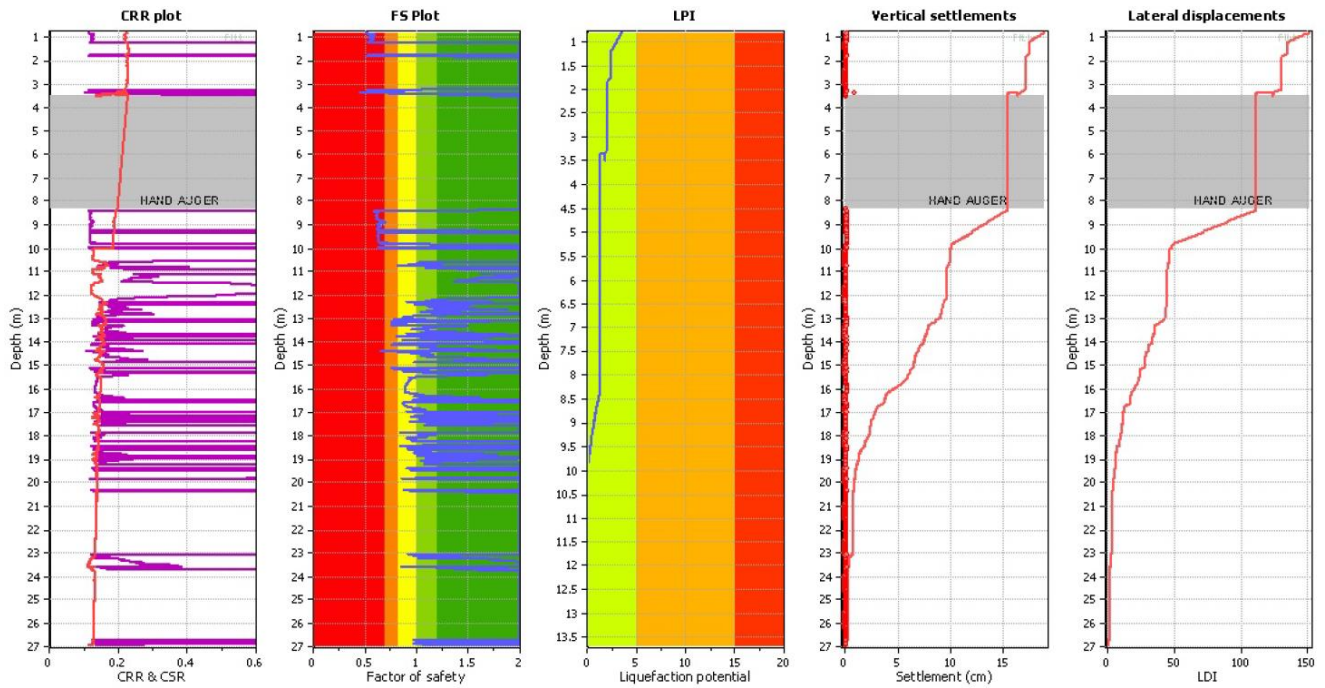
Livello progettazione:

Progetto Definitivo

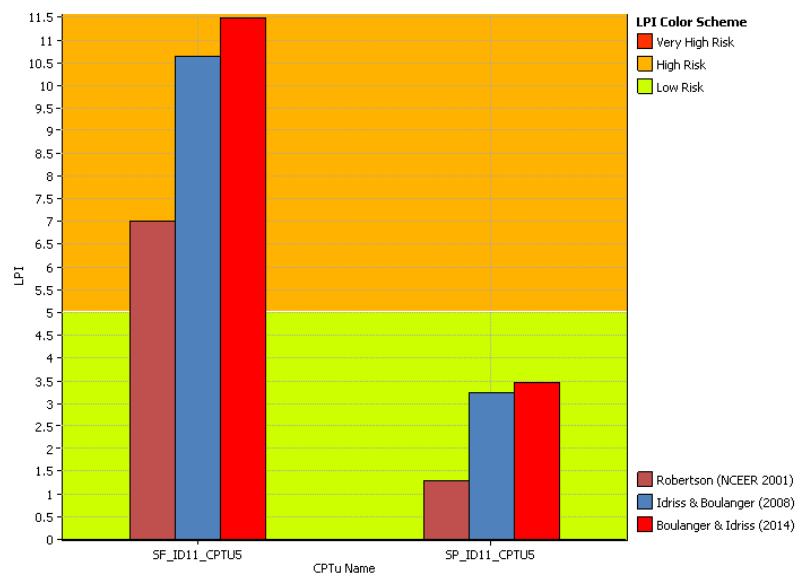
Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx



Di seguito si riporta il confronto tra Ante Operam e Post Operam e tabella dei dati iniziali di calcolo.



:: CPT main liquefaction parameters details ::

CPT Name	Earthquake Mag.	Earthquake Accel.	GWT in situ (m)	GWT earthq. (m)
SF_ID11_CPTU5	6.14	0.19	-6.20	-6.20
SP_ID11_CPTU5	6.14	0.19	-7.30	-0.97

Figura 6.14 – LPI per ID11, stato di fatto (SF) e stato di progetto (SP).

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

6.3.5.2 ID12

Nell'identificativo ID19 è stata prevista una prova SPT. Si riportano in seguito le verifiche a liquefazione eseguite su tali prove.

Note: Nel riquadro rosso il fine utilizzato



SPT1

Profondità		Massa secca materiale	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA
da m	a m	[g]							
14.50	14.80	503.1	VIA UMIDA	81	-	0	22	60	17

SPT2

Profondità		Massa secca materiale	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA
da m	a m	[g]							
11.10	11.55	343.9	VIA UMIDA	68	-	0	36	51	13

SPT3

Profondità		Massa secca materiale	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA
da m	a m	[g]							
18.00	18.45	513.3	VIA UMIDA	74	-	7	20	45	28

Profondità		Massa secca materiale	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA
da m	a m	[g]							
21.00	21.45	559.7	VIA UMIDA	74	-	1	30	55	14

Ante-operam

Dati (INPUT)

:: Field input data ::				
Point ID	Depth (m)	Field N_{SPT} (blows/30)	Unit weight (kN/m^3)	Fines content (%)
1	11.10	21.00	16.80	64.00
2	18.00	20.00	16.75	73.00
3	21.00	14.00	16.40	69.00
4	27.00	22.00	16.85	25.00
5	32.00	32.00	17.35	5.00

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

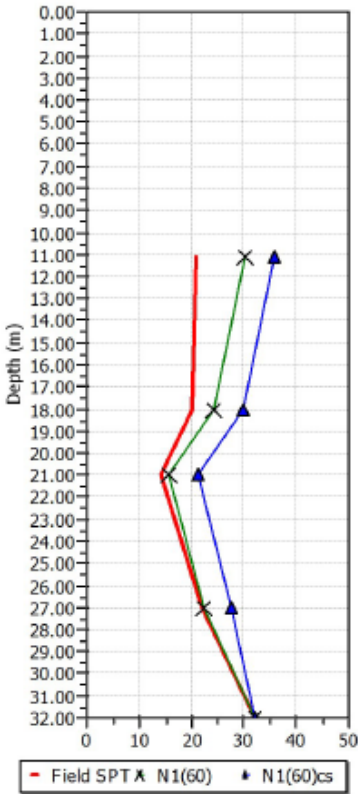
GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

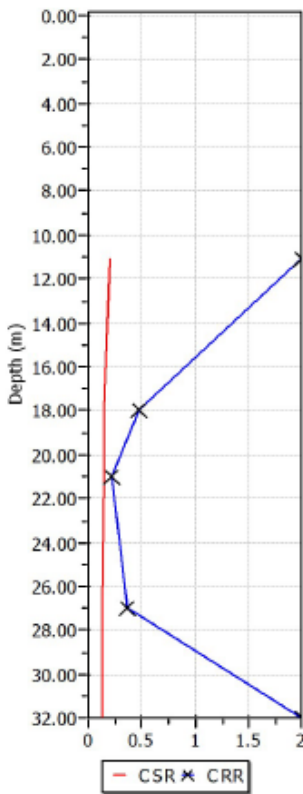
Input parameters and analysis data

In-situ data type:	Standard Penetration Test	Depth to water table:	-4.00 m
Analysis type:	Deterministic	Earthquake magnitude M_w :	6.14
Analysis method:	Boulanger & Idriss	Peak ground acceleration:	0.19 g
Fines correction method:	Boulanger & Idriss	User defined F.S.:	1.00

SPT data graph



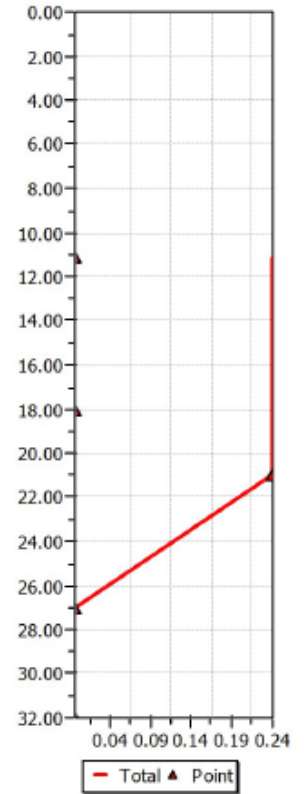
Shear stress ratio



Factor of safety



Settlements (cm)



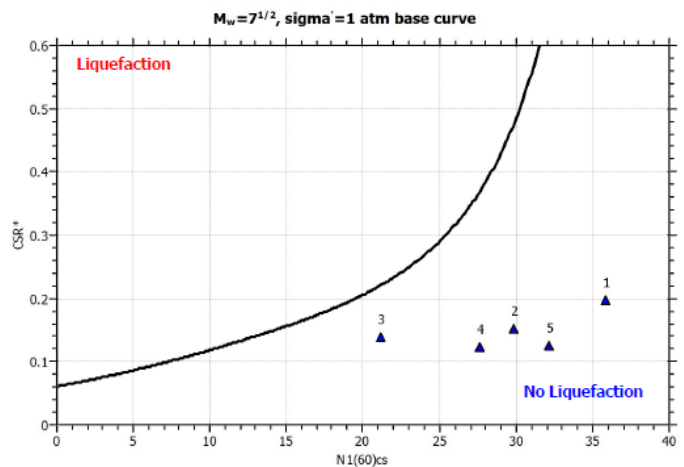
Potenziale di liquefazione (OUTPUT)

:: Liquefaction potential according to Iwasaki ::

Point ID	F	w _z	I _L
1	0.00	4.45	0.00
2	0.00	1.00	0.00

Overall potential I_L : 0.00

I_L = 0.00 - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5 - Liquefaction not probable
 I_L between 5 and 15 - Liquefaction probable
 I_L > 15 - Liquefaction certain



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

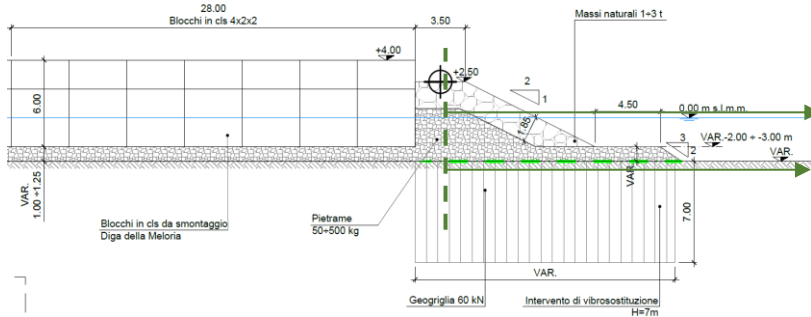
Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

Post-operam

Sezione 5-3



$$P_1 = 2.5 \times 19 = 48 \text{ kN/m}^2$$

$$P_2 = 3 \times (19 - 10) = 27 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{tot}} = 75 \text{ kN/m}^2$$

Note:

- Al fine di assumere lo stesso carico agente alla base dello scanno si assume un materiale con $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ e un $H = 75/18 = 4.2 \text{ m}$.
- La profondità di scavo risulta pari a -5.00 m s.l.m.

Questo significa che il "rilevato equivalente" avrà la quota massima a $+0.8 \text{ m s.l.m.}$

Dati (INPUT)

:: Field input data ::				
Point ID	Depth (m)	Field N_{SPT} (blows/30)	Unit weight (kN/m^3)	Fines content (%)
1	10.10	21.00	16.80	64.00
2	17.00	20.00	16.75	73.00
3	20.00	14.00	16.40	69.00
4	26.00	22.00	16.85	25.00
5	31.00	32.00	17.35	5.00

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

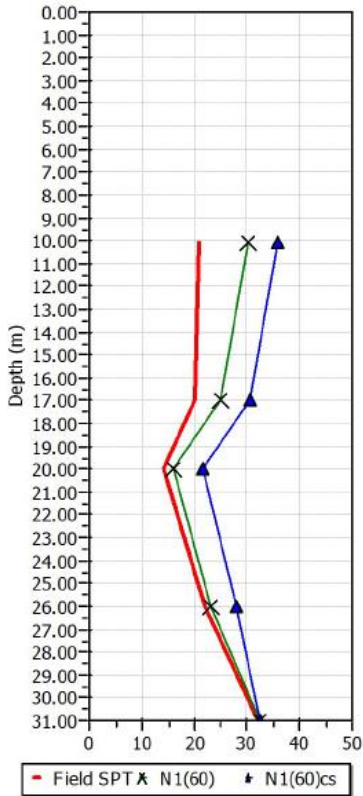
GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

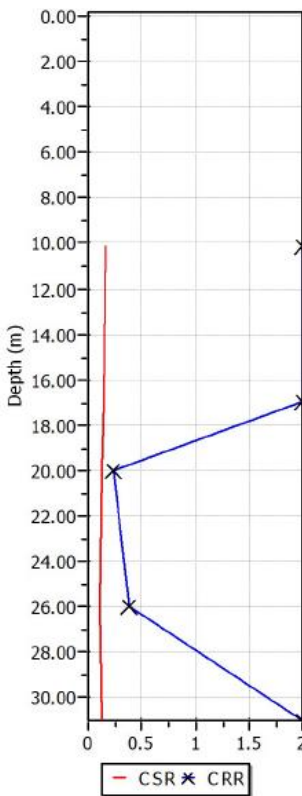
Input parameters and analysis data

In-situ data type:	Standard Penetration Test	Depth to water table:	-5.00 m
Analysis type:	Deterministic	Earthquake magnitude M_w :	6.14
Analysis method:	Boulanger & Idriss	Peak ground acceleration:	0.19 g
Fines correction method:	Boulanger & Idriss	User defined F.S.:	1.00

SPT data graph



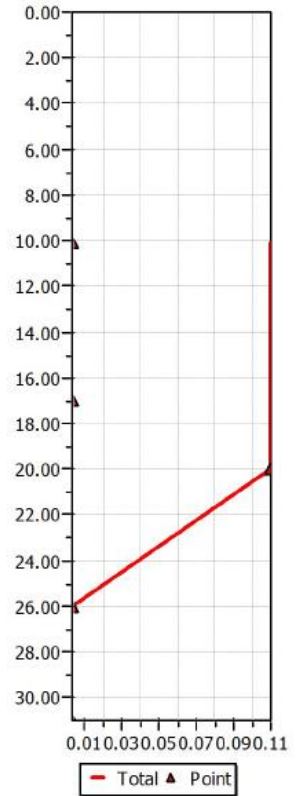
Shear stress ratio



Factor of safety



Settlements (cm)



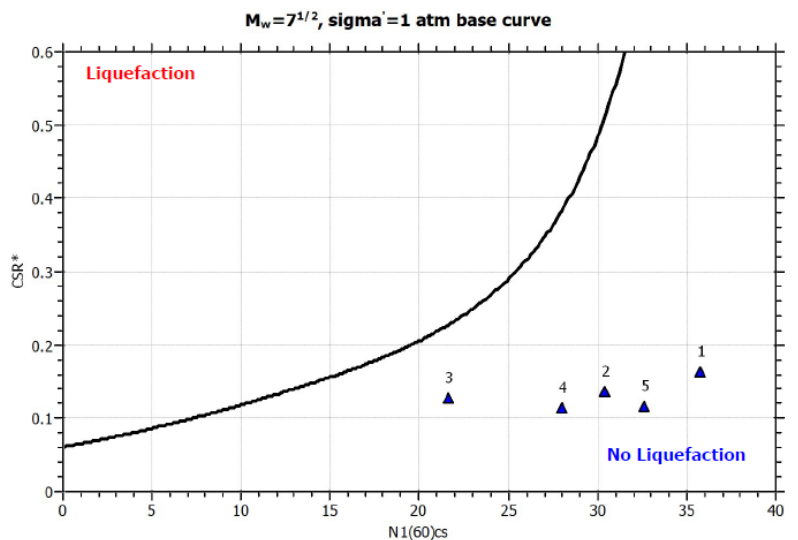
• Potenziale di liquefazione (OUTPUT)

:: Liquefaction potential according to Iwasaki

Point ID	F	w_z	I_L
1	0.00	4.95	0.00
2	0.00	1.50	0.00
3	0.00	0.00	0.00

Overall potential I_L : 0.00

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5 - Liquefaction not probable
 I_L between 5 and 15 - Liquefaction probable
 $I_L > 15$ - Liquefaction certain



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

6.3.5.3 Risultati WBS5

La seguente tabella riepiloga il calcolo del potenziale di liquefazione della WBS5, determinato a partire dalle prove in sito con accelerazione massima pari a 0.192g e magnitudo pari a 6.14 nelle condizioni ante operam e post operam.

Tabella 6.11 – LPI per ogni prova -WBS5.

PROVA	LPI	
	Stato di fatto (SF)	Stato di progetto (SP)
ID11_CPTU5	11.48	3.46
ID12	0.00	0.00

Si può notare che nello stato di fatto dell'ID11, il potenziale di liquefazione calcolato, assume valori superiori a 11, mentre nello stato di progetto l'incremento di carico sul fondale marino dovuto alla presenza delle scogliere comporta un abbassamento ad un valore di 3.46.

A favore di sicurezza si ritiene di intervenire con opere di consolidamento legato a questa tematica.

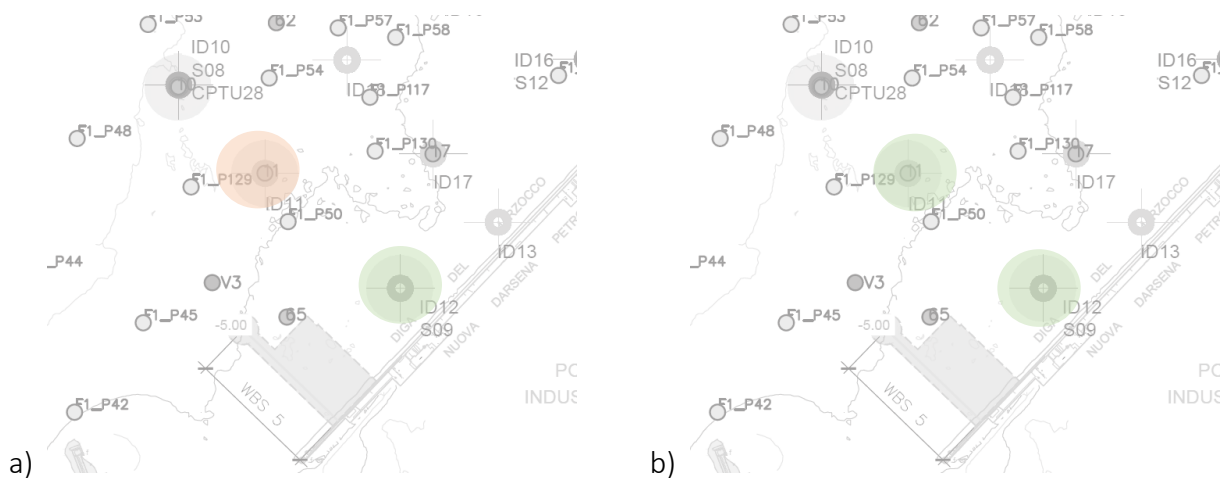


Figura 6.15 – Potenziale di liquefazione WBS5: a) Stato di fatto. b) Stato di progetto

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Progetto Definitivo	Elaborato: GEOLOGIA E GEOTECNICA 1233_PD-B-006_3.docx
--	---	---

6.3.6 WBS 6

Per la WBS 6 sono stati presi in considerazione gli identificativi sotto riportati.

Tabella 6.12 – Identificativi per WBS 6

WBS 6						
ID	Sondaggio con SPT	CPTU	DMT	Sezione di riferimento	SF - quota piano campagna (m s.l.m)	SP - quota base scanno (m s.l.m)
ID07	S05	-	-	Sez. 6-2	-9.50**	-21.00
ID43	-	-	SDMT10	Sez. 6-4	-6.80**	-9.30
ID55	-	CPTU26	-	Sez. 6-5	-6.90*	-7.70

NOTE: * quote riferite alla prova CPTU; **quote riferite ai sondaggi;

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

6.3.6.1 ID07

Nell'identificativo ID19 è stata prevista una prova SPT. Si riportano in seguito le verifiche a liquefazione eseguite su tali prove.

Note: Nel riquadro rosso il fine utilizzato



Profondità		Massa secca materiale	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA
da m	a m	[g]							
10.12	10.50	765.5	VIA UMIDA	56	-	1	46	31	18



Profondità		Massa secca materiale	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA
da m	a m	[g]							
14.66	15.00	394.2	VIA UMIDA	95	-	0	7	59	33

Ante-operam

Dati (INPUT)

:: Field input data ::				
Point ID	Depth (m)	Field N _{SPT} (blows/30)	Unit weight (kN/m ³)	Fines content (%)
1	8.50	17.00	16.60	53.00
2	18.00	21.00	16.80	60.00
3	21.00	26.00	17.05	5.00
4	25.50	18.00	16.65	5.00

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

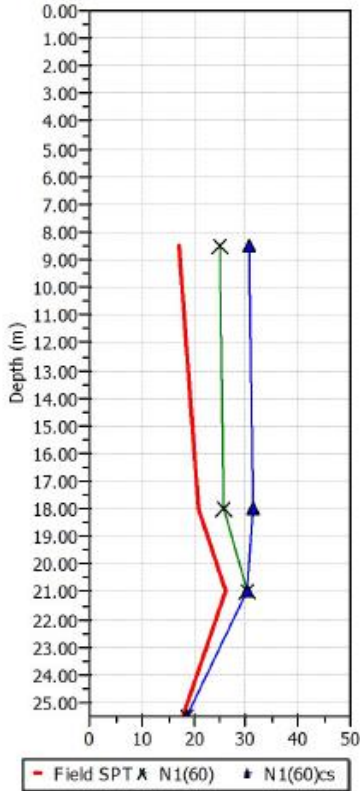
1233_PD-B-006_3.docx

Input parameters and analysis data

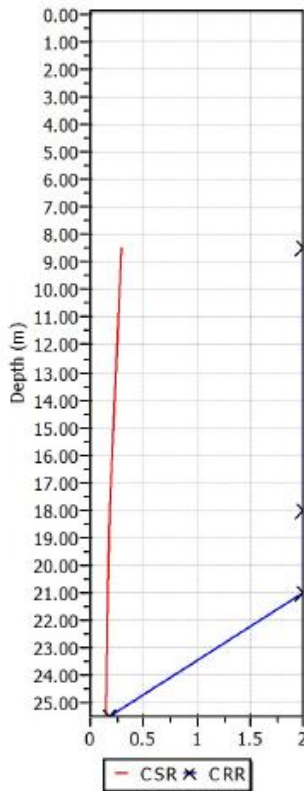
In-situ data type: Standard Penetration Test
 Analysis type: Deterministic
 Analysis method: Boulanger & Idriss
 Fines correction method: Boulanger & Idriss

Depth to water table: -9.50 m
 Earthquake magnitude M_w : 6.14
 Peak ground acceleration: 0.19 g
 User defined F.S.: 1.00

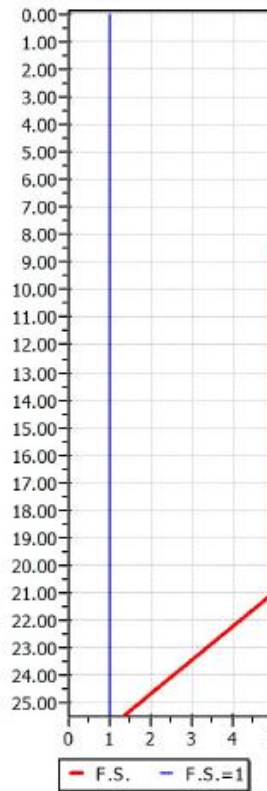
SPT data graph



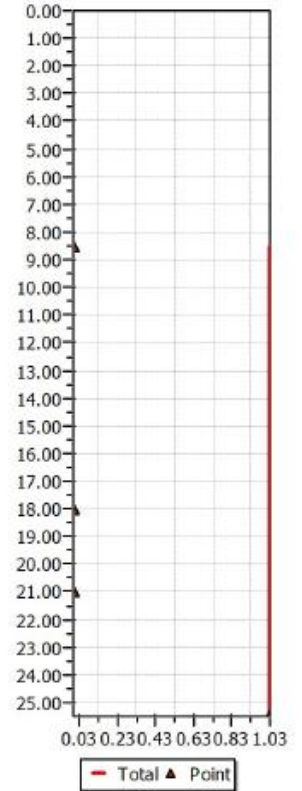
Shear stress ratio



Factor of safety



Settlements (cm)



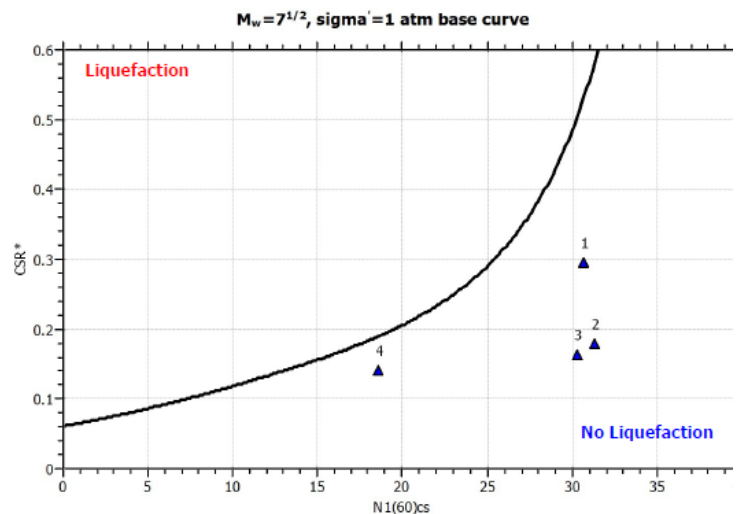
Potenziale di liquefazione (OUTPUT)

:: Liquefaction potential according to Iwasa

Point ID	F	W_z	I_L
1	0.00	5.75	0.00
2	0.00	1.00	0.00

Overall potential I_L : 0.00

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5 - Liquefaction not probable
 I_L between 5 and 15 - Liquefaction probable
 $I_L > 15$ - Liquefaction certain



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

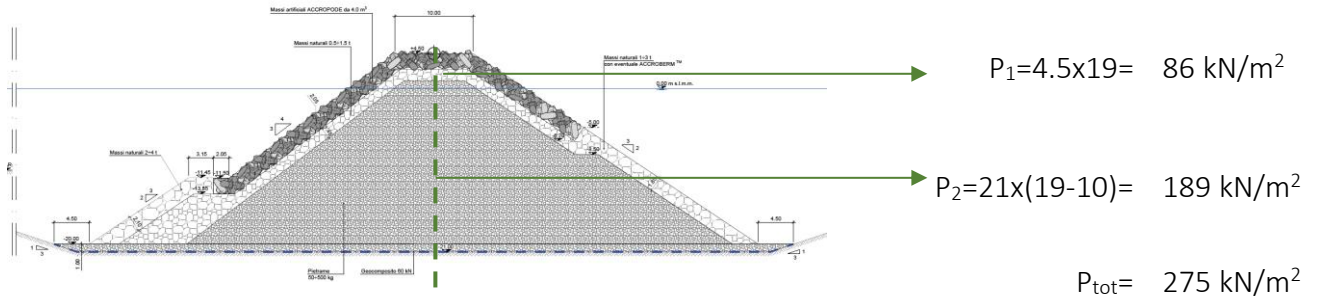
Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

Post-operam

Sezione 6-2



Note:

- Al fine di assumere lo stesso carico agente alla base dello scanno si assume un materiale con $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ e un $H = 275/18 = 15.28 \text{ m}$.
- La profondità di scavo risulta pari a -21.0 m s.l.m.

Questo significa che il "rilevato equivalente" avrà la quota massima a -5.72 m s.l.m.

Dati (INPUT)

:: Field input data ::				
Point ID	Depth (m)	Field N_{SPT} (blows/30)	Unit weight (kN/m^3)	Fines content (%)
1	6.50	21.00	16.80	60.00
2	9.50	26.00	17.05	5.00
3	14.00	18.00	16.65	5.00

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

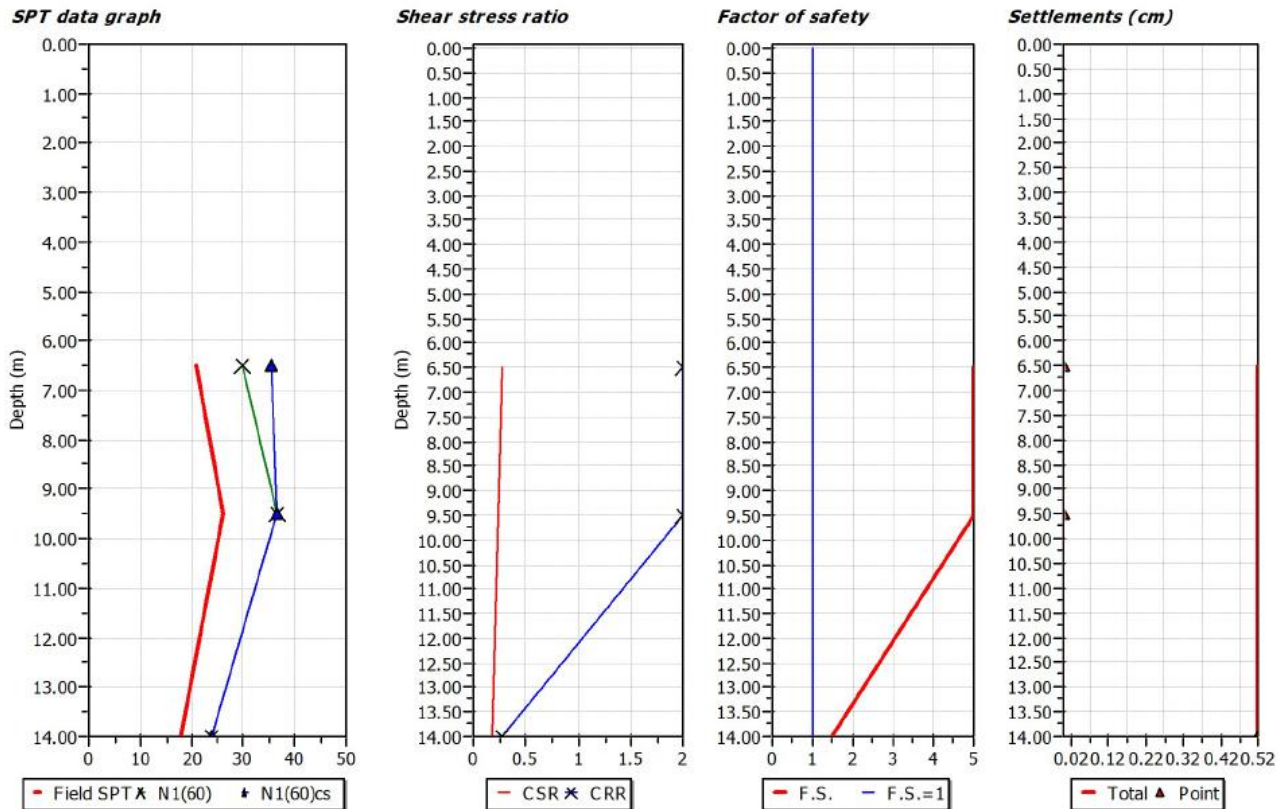
Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx



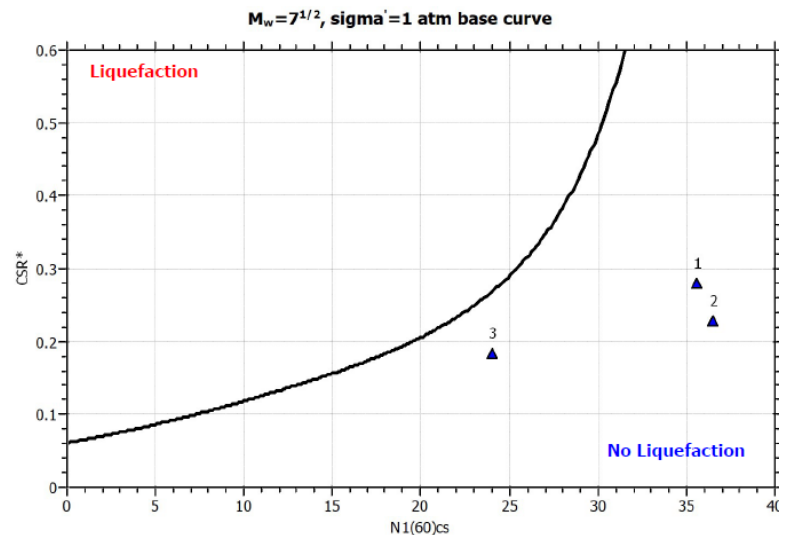
- Potenziale di liquefazione (OUTPUT)

:: Liquefaction potential according to Iwasaki

Point ID	F	w_z	I_L
2	0.00	5.25	0.00
3	0.00	3.00	0.00

Overall potential I_L : 0.00

$I_L = 0.00$ - No liquefaction
 I_L between 0.00 and 5 - Liquefaction not probable
 I_L between 5 and 15 - Liquefaction probable
 $I_L > 15$ - Liquefaction certain



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

6.3.6.2 ID55

Ante-operam

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	-6.90 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_0 applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	-6.90 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

SBT legend

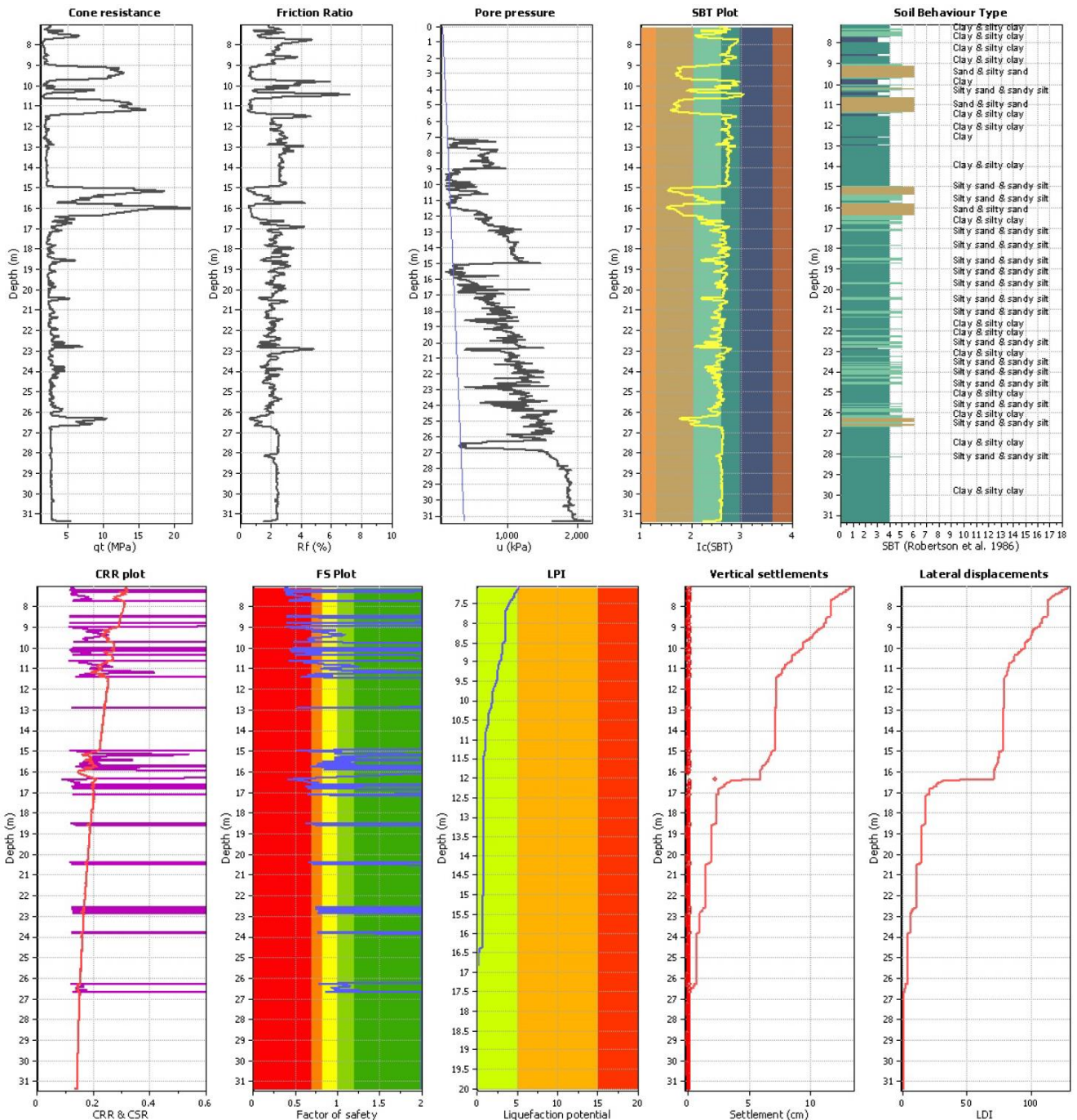
1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

F.S. color scheme

Red	Almost certain it will liquefy
Orange	Very likely to liquefy
Yellow	Liquefaction and no liq. are equally likely
Light Green	Unlike to liquefy
Dark Green	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Red	Very high risk
Orange	High risk
Yellow	Low risk



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

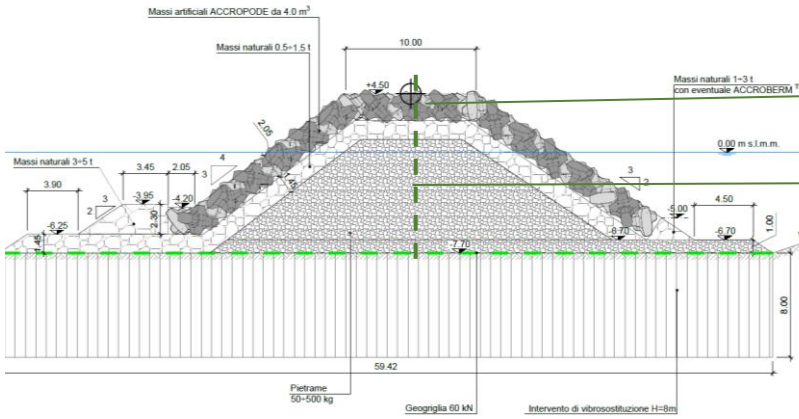
Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

Post-operam

Sezione 6-5



$P_1 = 4.50 \times 19 = 86 \text{ kN/m}^2$

$P_3 = 7.70 \times (19 - 10) = 69 \text{ kN/m}^2$

$P_{tot} = 155 \text{ kN/m}^2$

Note:

- Al fine di assumere lo stesso carico agente alla base dello scanno si assume un materiale con $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ e un $H = 155/18 = 8,61 \text{ m}$.
- La profondità di scavo risulta pari a $-7,70 \text{ m s.l.m.m.}$

Questo significa che il "rilevato equivalente" avrà la quota massima a $+0,91 \text{ m s.l.m.m.}$

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	0.91 m	Fill weight:	18.00 kN/m ³
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _c applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	Yes	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	-7.70 m	Fill height:	8.61 m	Limit depth:	N/A

SBT legend

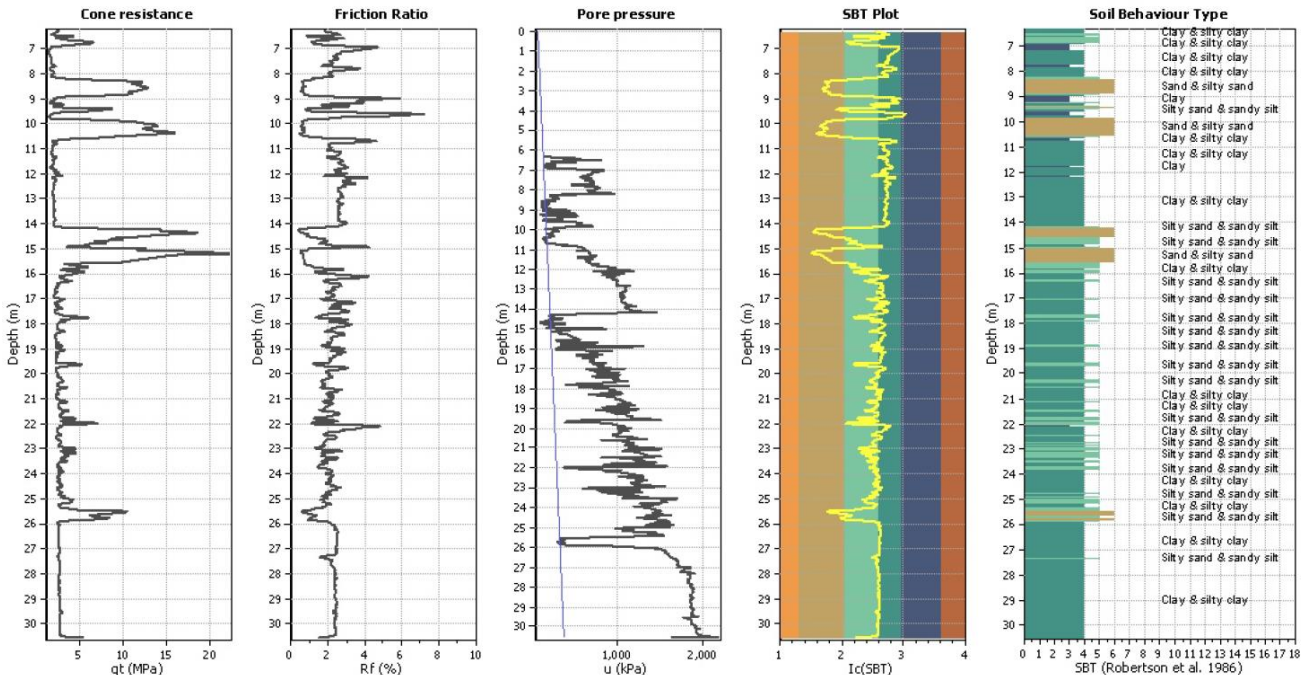
1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

F.S. color scheme

Red	Almost certain it will liquefy
Orange	Very likely to liquefy
Yellow	Liquefaction and no liq. are equally likely
Green	Unlike to liquefy
Dark Green	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Red	Very high risk
Orange	High risk
Green	Low risk



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

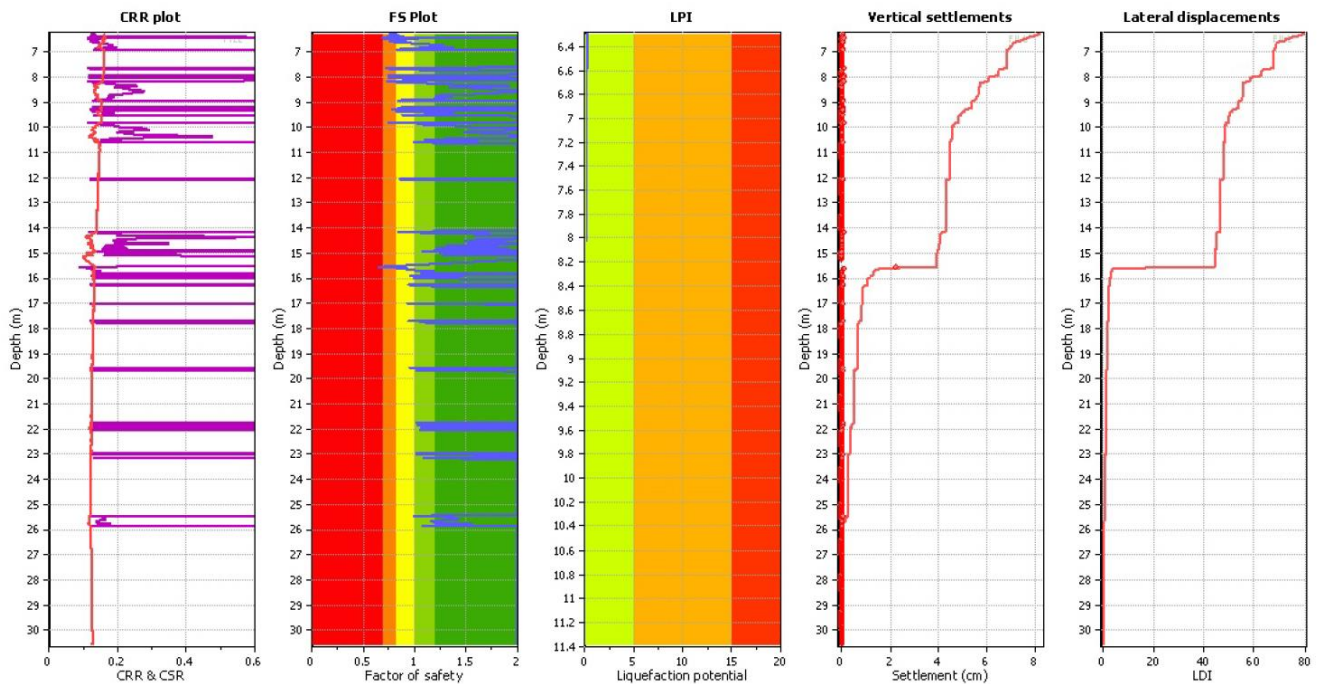
Livello progettazione:

Progetto Definitivo

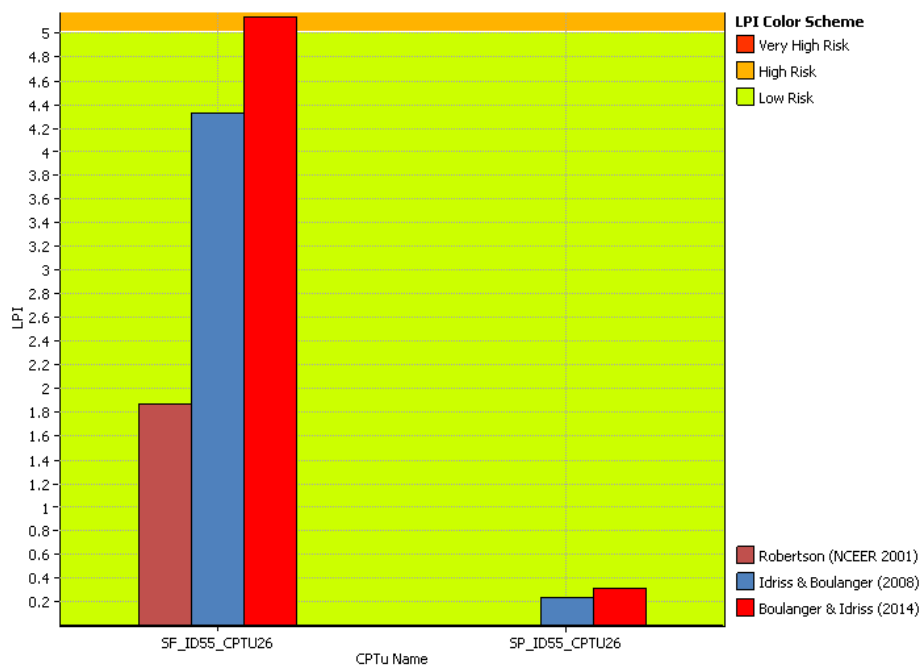
Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx



Di seguito si riporta il confronto tra Ante Operam e Post Operam e tabella dei dati iniziali di calcolo.



:: CPT main liquefaction parameters details ::

CPT Name	Earthquake Mag.	Earthquake Accel.	GWT in situ (m)	GWT earthq. (m)
SF_ID55_CPTU26	6.14	0.19	-6.90	-6.90
SP_ID55_CPTU26	6.14	0.19	-7.70	0.91

Figura 6.16 – LPI per ID55, stato di fatto (SF) e stato di progetto (SP).

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

6.3.6.3 Risultati WBS6

La seguente tabella riepiloga il calcolo del potenziale di liquefazione della WBS6, determinato a partire dalle prove in sito con accelerazione massima pari a 0.192g e magnitudo pari a 6.14 nelle condizioni ante operam e post operam.

Tabella 6.13 – LPI per ogni prova -WBS6.

PROVA	LPI	
	Stato di fatto (SF)	Stato di progetto (SP)
ID07	0.00	0.00
ID55_CPTU26	5.14	0.32

Si può notare che nello stato di fatto, il potenziale di liquefazione calcolato assume valori relativamente bassi. L'inserimento della scogliera riduce ulteriormente il potenziale di liquefazione a valori vicini allo zero. Pertanto, non si ritiene necessario alcun intervento di consolidamento legato a questa tematica.

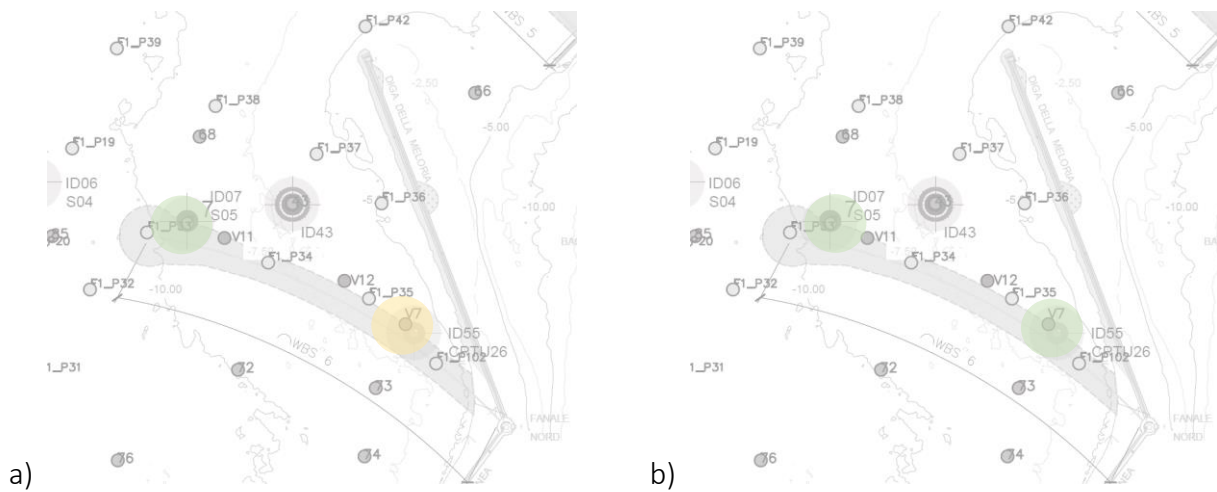


Figura 6.17 – Potenziale di liquefazione WBS6: a) Stato di fatto. b) Stato di progetto

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

6.4 OPERE DI COLMATA

Per la colmata sono stati presi in considerazione gli identificativi sotto riportati.

Tabella 6.14 – Identificativi per la VASCA DI COLMATA

WBS 6						
ID	Sondaggio con SPT	CPTU	DMT	Sezione di riferimento	SF - quota piano campagna (m s.l.m)	SP - quota base scanno (m s.l.m)
ID29	-	CPTU13	-	-	-3.70*	-
ID50	-	CPTU24	-	-	-5.80*	-
ID51	-	CPTU25	-	-	-7.80*	-

NOTE: * quote riferite alla prova CPTU; **quote riferite ai sondaggi;

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

6.4.1.1 ID29

Ante-operam

Input parameters and analysis data

Analysis method: B&I (2014)
 Finest correction method: B&I (2014)
 Points to test: Based on I_c value
 Earthquake magnitude M_w : 6.14
 Peak ground acceleration: 0.19
 Depth to water table (insitu): -3.70 m

Depth to GWT (erthq.): -3.70 m
 Average results interval: 3
 I_c cut-off value: 2.60
 Unit weight calculation: Based on SBT
 Use fill: No
 Fill height: N/A

Fill weight: N/A
 Transition detect. applied: No
 K_c applied: Yes
 Clay like behavior applied: Sands only
 Limit depth applied: No
 Limit depth: N/A

SBT legend

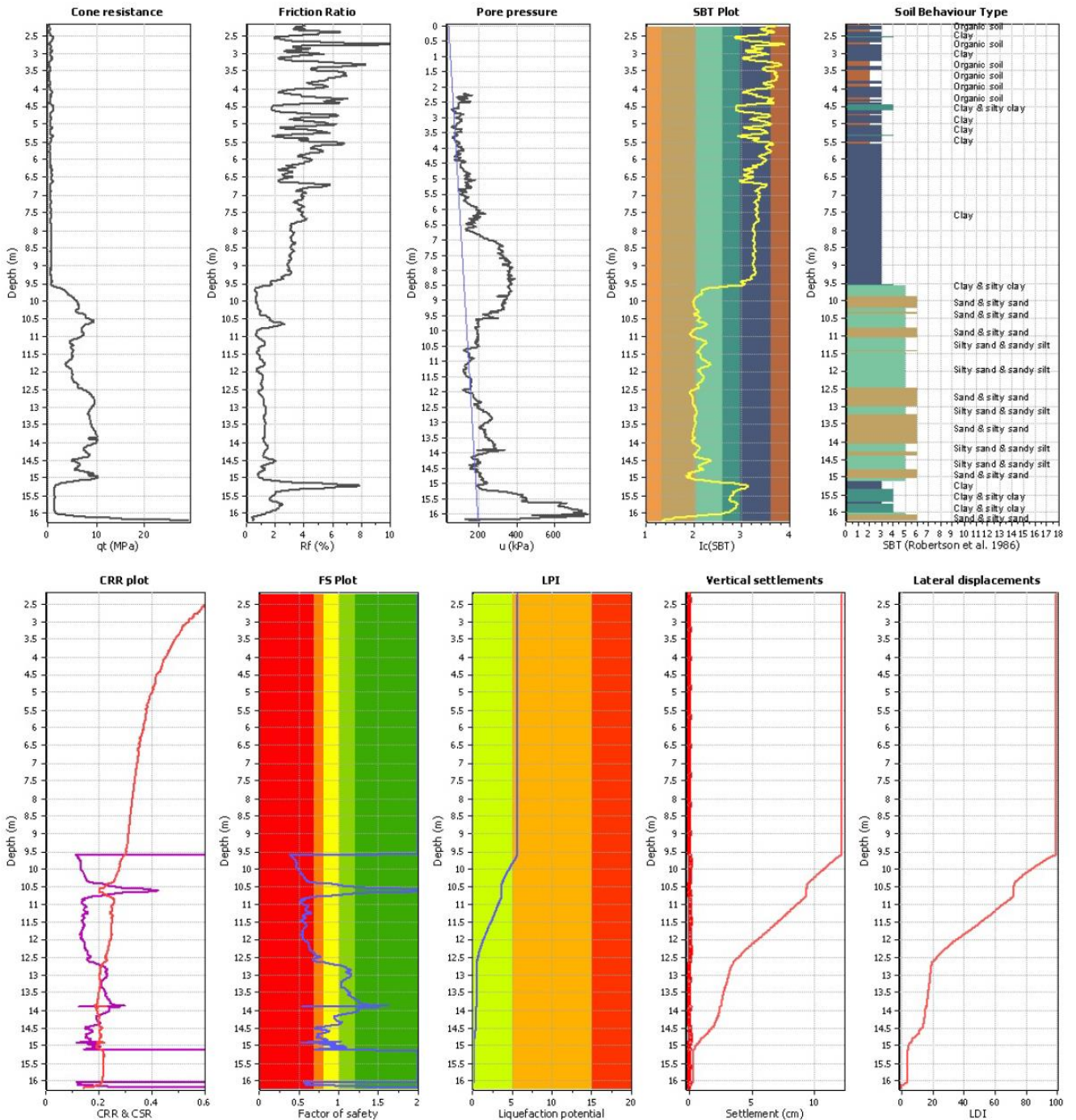
- | | | |
|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty clay | 6. Clean sand to silty sand | 9. Very stiff fine grained |

F.S. color scheme

- Almost certain it will liquefy
- Very likely to liquefy
- Liquefaction and no liq. are equally likely
- Unlike to liquefy
- Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

- Very high risk
- High risk
- Low risk



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

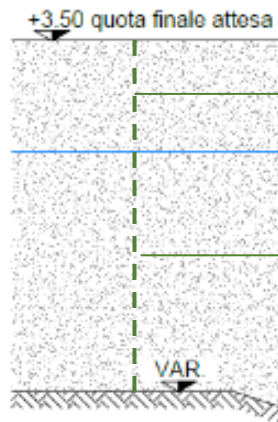
Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

Post-operam



$$P_1 = 3.50 \times 19 = 67 \text{ kN/m}^2$$

$$P_3 = 3.70 \times (19 - 10) = 33 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{tot}} = 100 \text{ kN/m}^2$$

Note:

- Al fine di assumere lo stesso carico agente alla base dello scanno si assume un materiale con $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ e un $H = 100/18 = 5,55 \text{ m}$.
- La quota del piano campagna è $-3,70 \text{ m s.l.m.}$

Questo significa che il "rilevato equivalente" avrà la quota massima a $+1,85 \text{ m s.l.m.}$

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.85 m	Fill weight:	18.00 kN/m ³
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _G applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	Yes	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	-3.70 m	Fill height:	5.55 m	Limit depth:	N/A

SBT legend

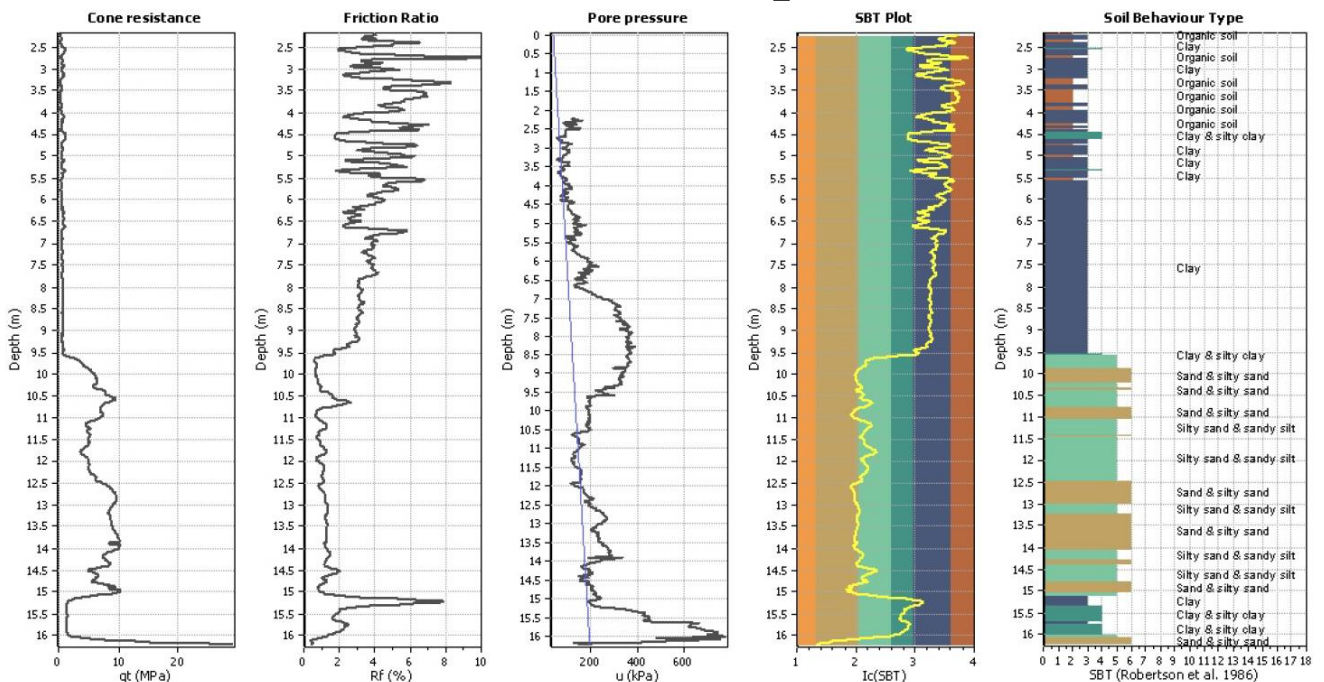
1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

F.S. color scheme

Red	Almost certain it will liquefy
Orange	Very likely to liquefy
Yellow	Liquefaction and no liq. are equally likely
Light Green	Unlike to liquefy
Dark Green	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Red	Very high risk
Orange	High risk
Yellow	Low risk



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

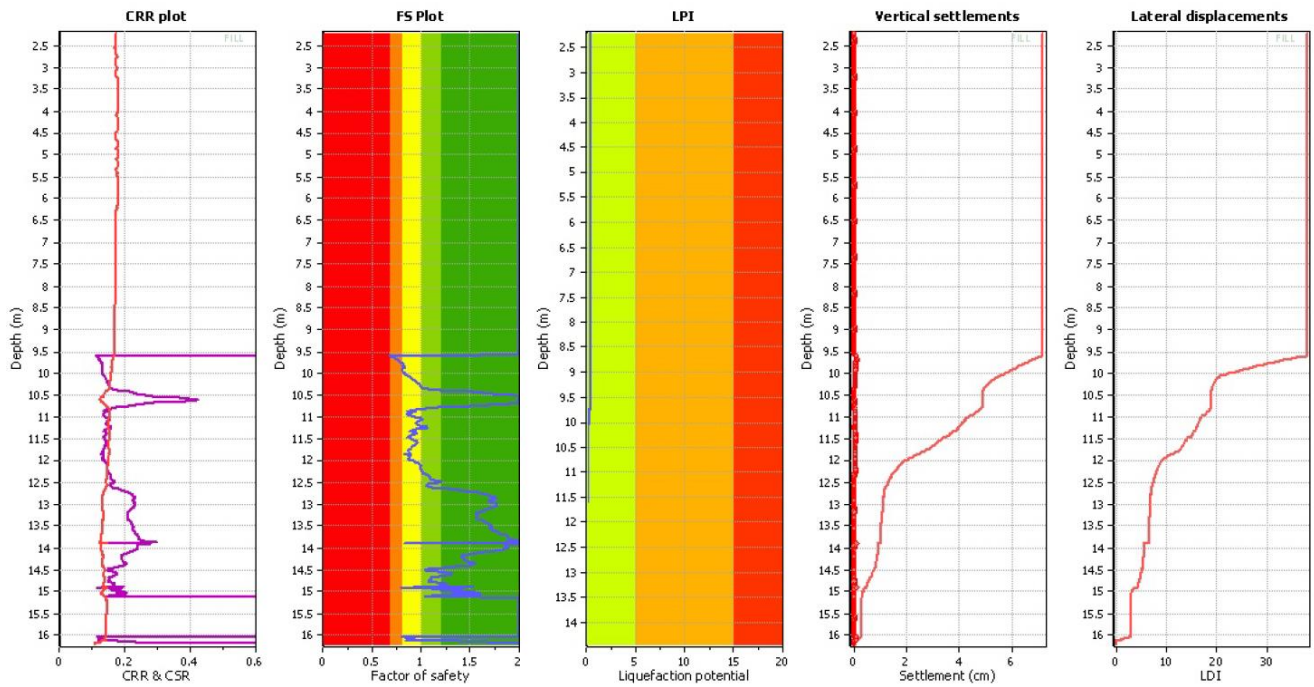
Livello progettazione:

Progetto Definitivo

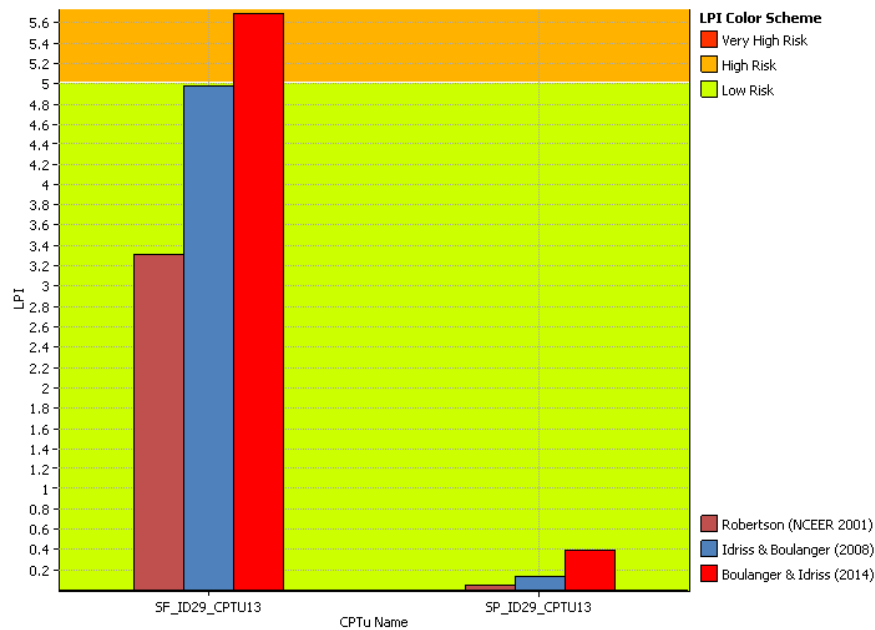
Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx



Di seguito si riporta il confronto tra Ante Operam e Post Operam e tabella dei dati iniziali di calcolo.



:: CPT main liquefaction parameters details ::

CPT Name	Earthquake Mag.	Earthquake Accel.	GWT in situ (m)	GWT earthq. (m)
SF_ID29_CPTU13	6.14	0.19	-3.70	-3.70
SP_ID29_CPTU13	6.14	0.19	-3.70	1.85

Figura 6.18 – LPI per ID29, stato di fatto (SF) e stato di progetto (SP).

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

6.4.1.2 ID50

Ante-operam

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	-5.80 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_0 applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	-5.80 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

SBT legend

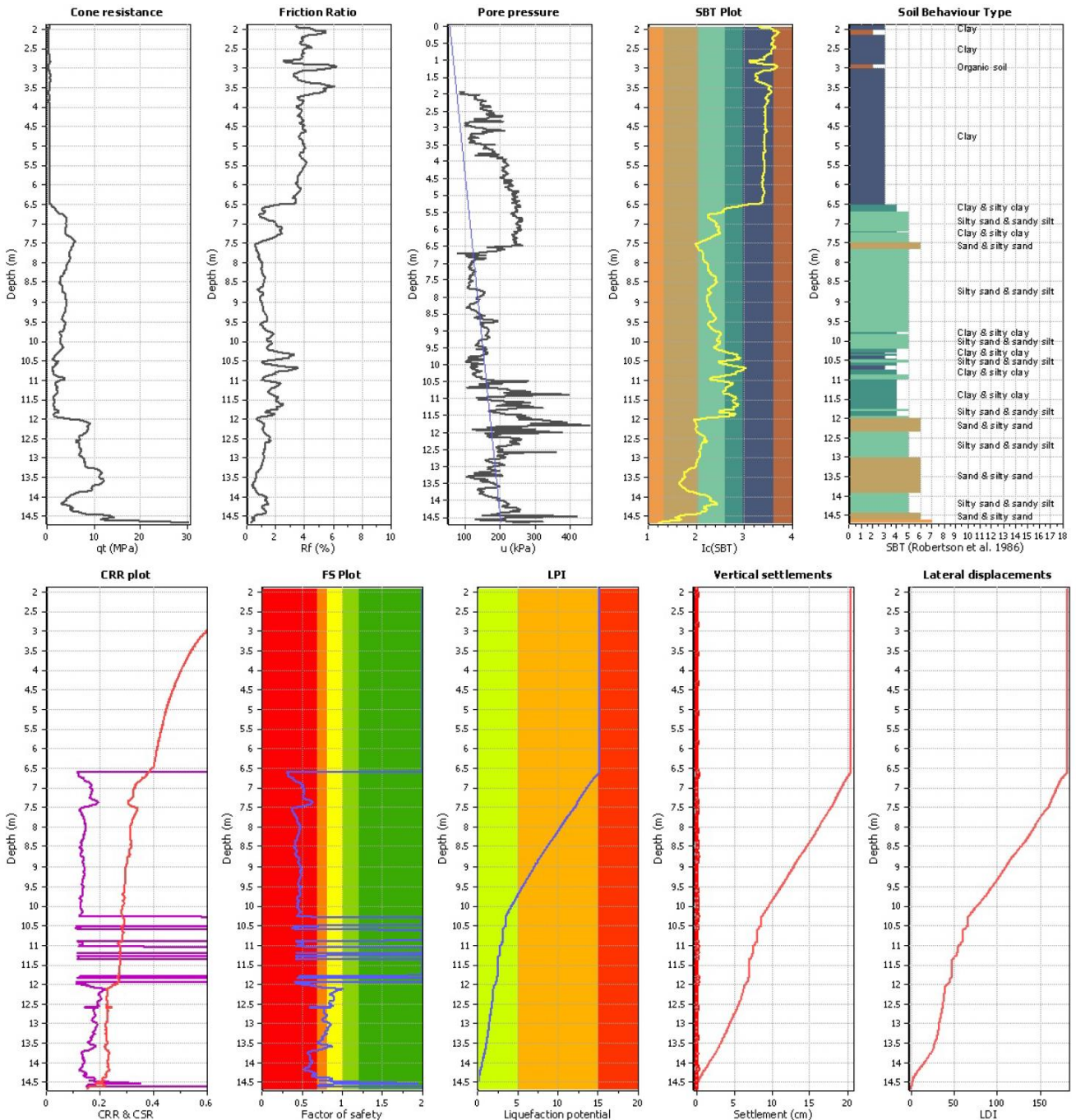
1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

F.S. color scheme

Almost certain it will liquefy
Very likely to liquefy
Liquefaction and no liq. are equally likely
Unlike to liquefy
Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Very high risk
High risk
Low risk



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

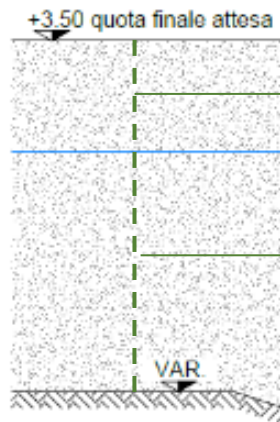
Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

Post-operam



$$P_1 = 3.50 \times 19 = 67 \text{ kN/m}^2$$

$$P_3 = 5.80 \times (19 - 10) = 52 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{tot}} = 119 \text{ kN/m}^2$$

Note:

- Al fine di assumere lo stesso carico agente alla base dello scanno si assume un materiale con $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ e un $H = 119/18 = 6,61 \text{ m}$.
- La quota del piano campagna è $-5,80 \text{ m s.l.m.}$

Questo significa che il "rilevato equivalente" avrà la quota massima a $+0,81 \text{ m s.l.m.}$

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	0.81 m	Fill weight:	18.00 kN/m ³
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _σ applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	Yes	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	-5.80 m	Fill height:	6.61 m	Limit depth:	N/A

SBT legend

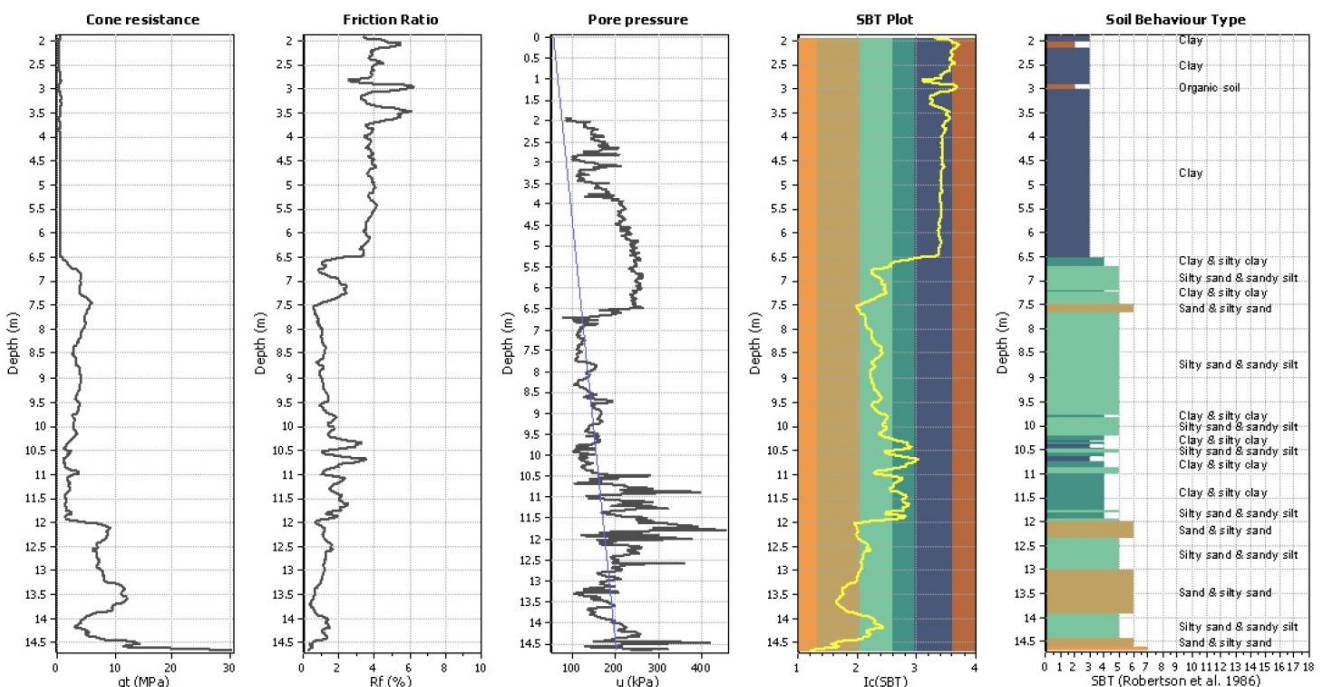
1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

F.S. color scheme

1. Almost certain it will liquefy
2. Very likely to liquefy
3. Liquefaction and no liq. are equally likely
4. Unlike to liquefy
5. Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

1. Very high risk
2. High risk
3. Low risk



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

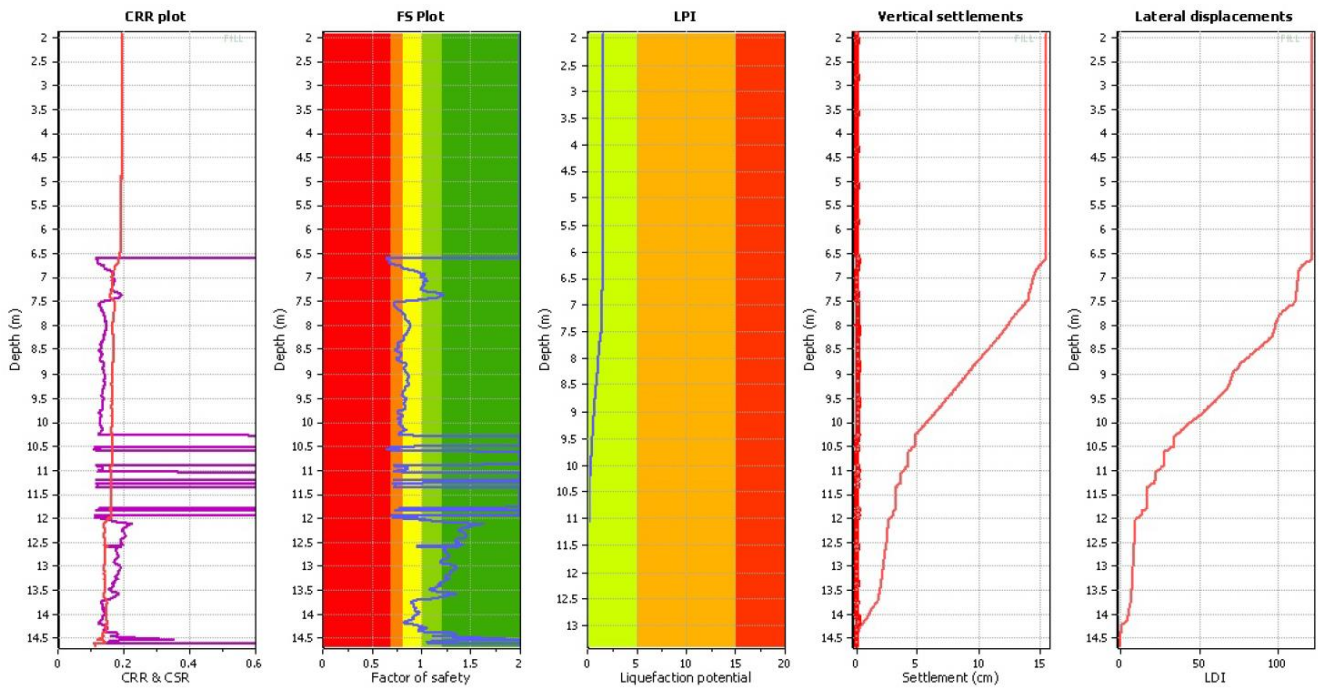
Livello progettazione:

Progetto Definitivo

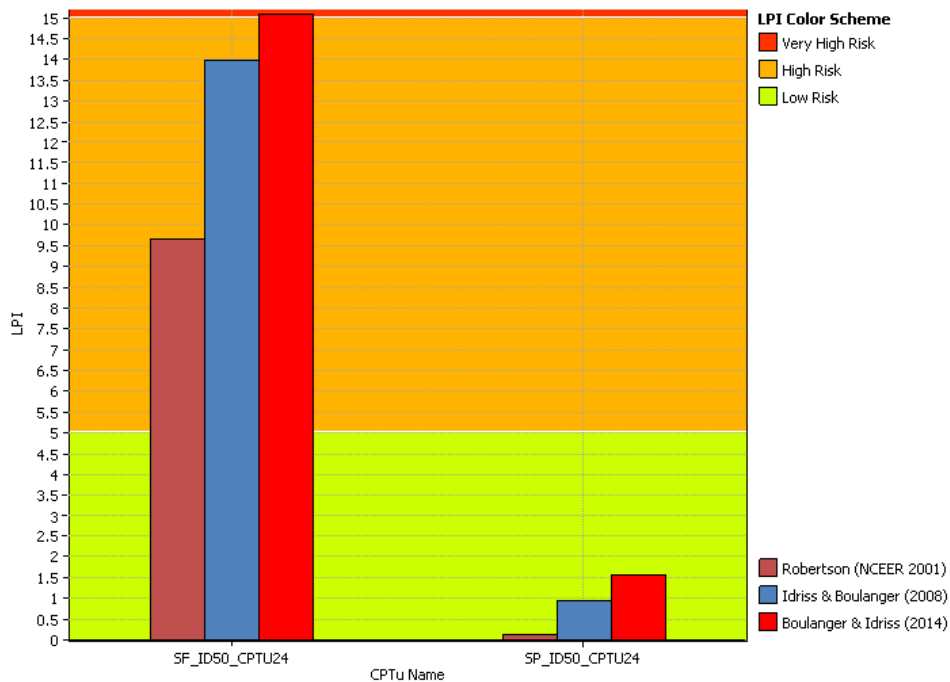
Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx



Di seguito si riporta il confronto tra Ante Operam e Post Operam e tabella dei dati iniziali di calcolo.



:: CPT main liquefaction parameters details ::

CPT Name	Earthquake Mag.	Earthquake Accel.	GWT in situ (m)	GWT earthq. (m)
SF_ID50_CPTU24	6.14	0.19	-5.80	-5.80
SP_ID50_CPTU24	6.14	0.19	-5.80	0.81

Figura 6.19 – LPI per ID50, stato di fatto (SF) e stato di progetto (SP).

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

6.4.1.3 ID51

Ante-operam

Input parameters and analysis data

Analysis method: B&I (2014)
 Fines correction method: B&I (2014)
 Points to test: Based on Ic value
 Earthquake magnitude M_w : 6.14
 Peak ground acceleration: 0.19
 Depth to water table (insitu): -7.80 m

Depth to GWT (erthq.): -7.80 m
 Average results interval: 3
 Ic cut-off value: 2.60
 Unit weight calculation: Based on SBT
 Use fill: No
 Fill height: N/A

Fill weight: N/A
 Transition detect. applied: No
 K_0 applied: Yes
 Clay like behavior applied: Sands only
 Limit depth applied: No
 Limit depth: N/A

SBT legend

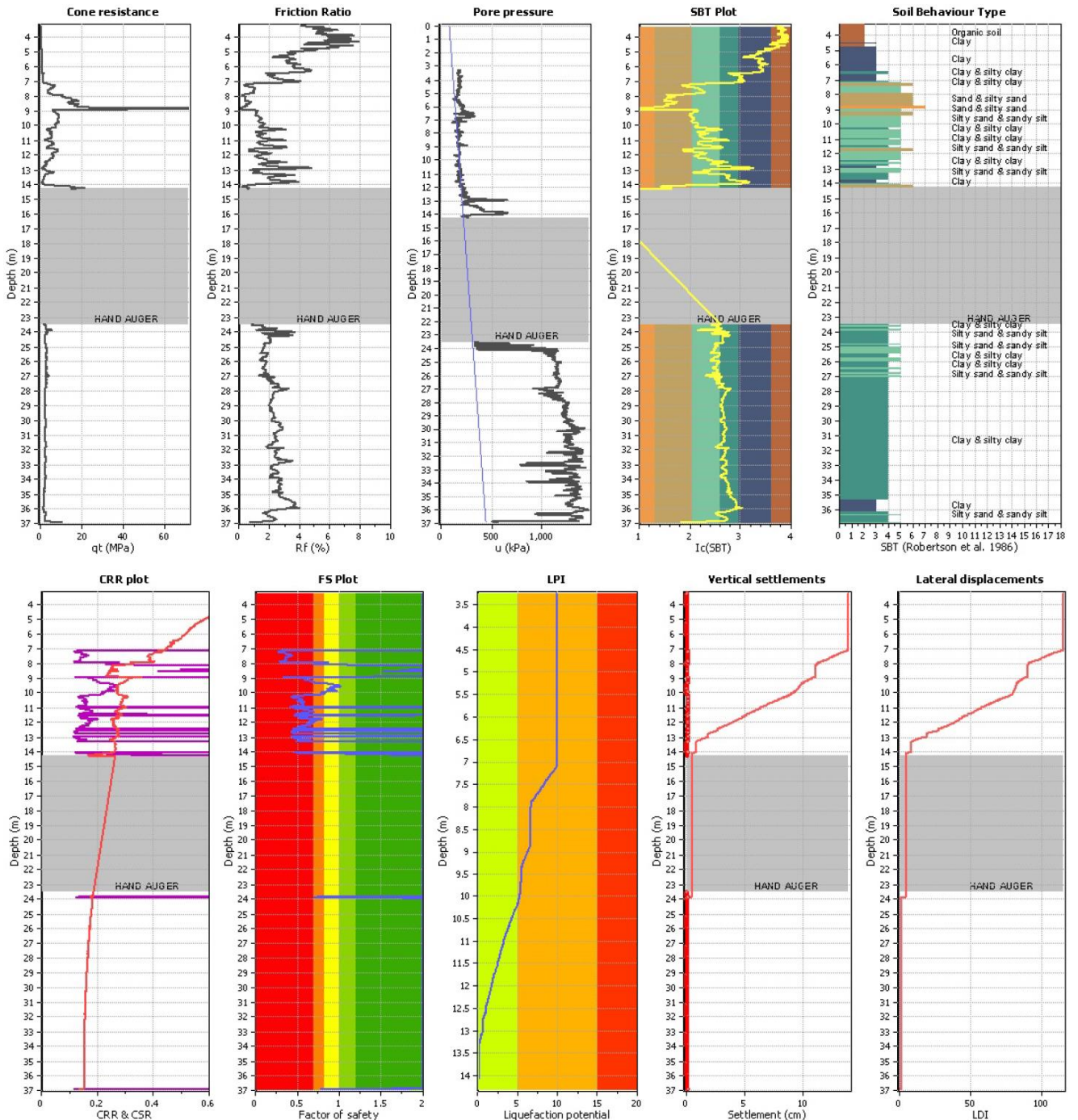
- | | | |
|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to |
| 3. Clay to silty clay | 6. Clean sand to silty sand | 9. Very stiff fine grained |

F.S. color scheme

- Almost certain it will liquefy
- Very likely to liquefy
- Liquefaction and no liq. are equally likely
- Unlike to liquefy
- Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

- Very high risk
- High risk
- Low risk



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

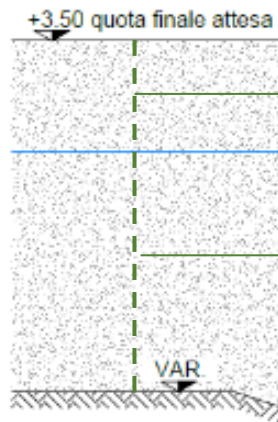
Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

Post-operam



$$P_1 = 3.50 \times 19 = 67 \text{ kN/m}^2$$

$$P_3 = 7.80 \times (19 - 10) = 70 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{tot}} = 137 \text{ kN/m}^2$$

Note:

- Al fine di assumere lo stesso carico agente alla base dello scanno si assume un materiale con $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ e un $H = 137/18 = 7,61 \text{ m}$.
- La quota del piano campagna è $-7,80 \text{ m s.l.m.m}$.

Questo significa che il "rilevato equivalente" avrà la quota massima a $-0,19 \text{ m s.l.m.m}$.

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	-0.19 m	Fill weight:	18.00 kN/m ³
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	Yes	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	-7.80 m	Fill height:	7.61 m	Limit depth:	N/A

SBT legend

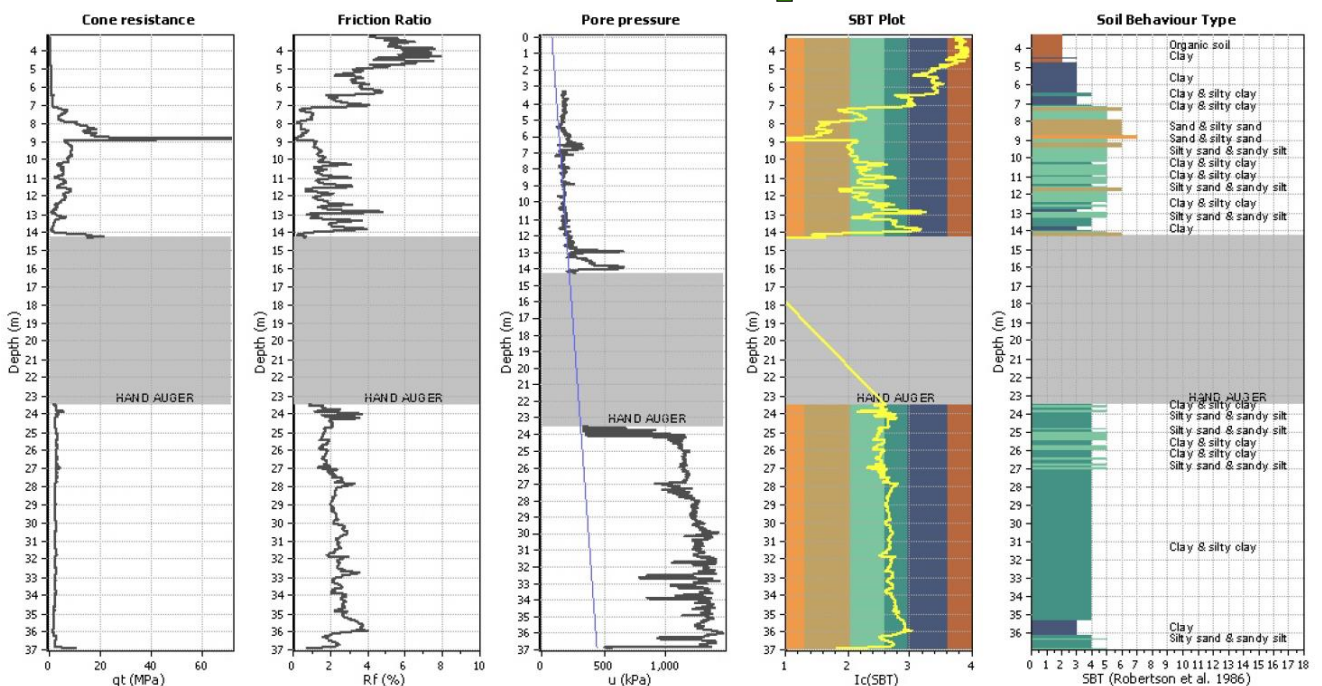
1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

F.S. color scheme

Almost certain it will liquefy
Very likely to liquefy
Liquefaction and no liq. are equally likely
Unlike to liquefy
Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Very high risk
High risk
Low risk



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

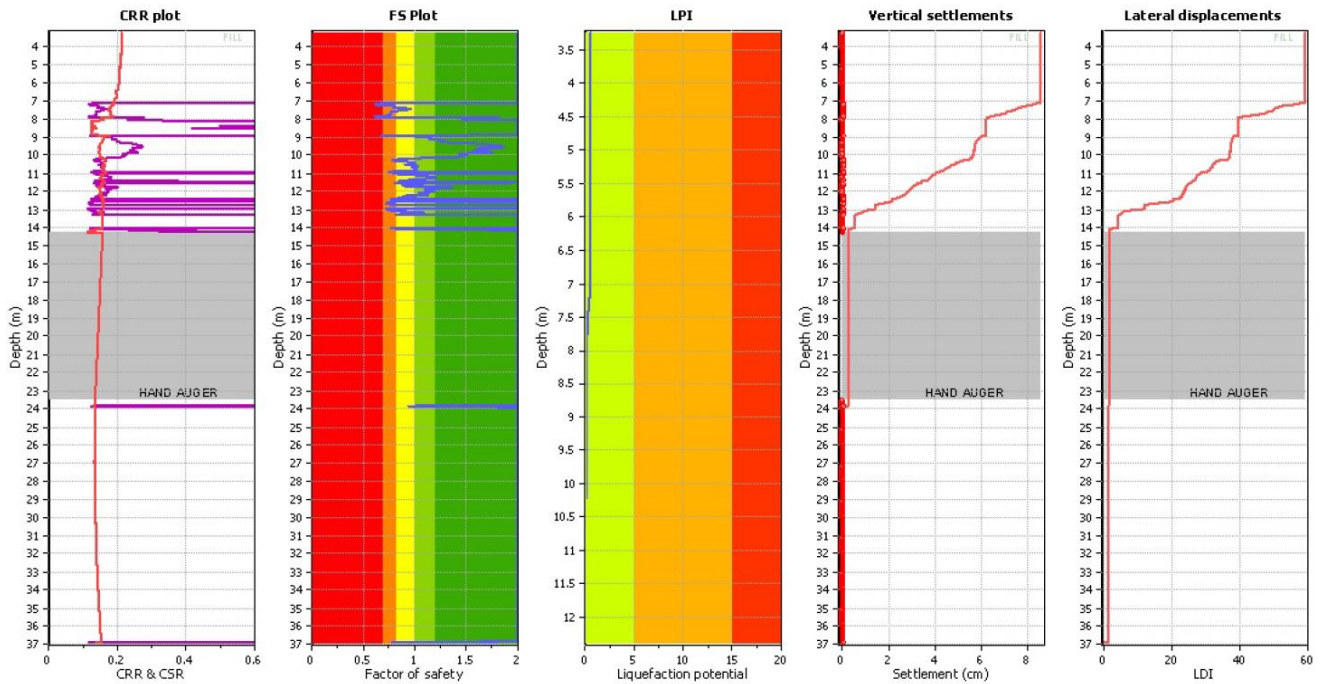
Livello progettazione:

Progetto Definitivo

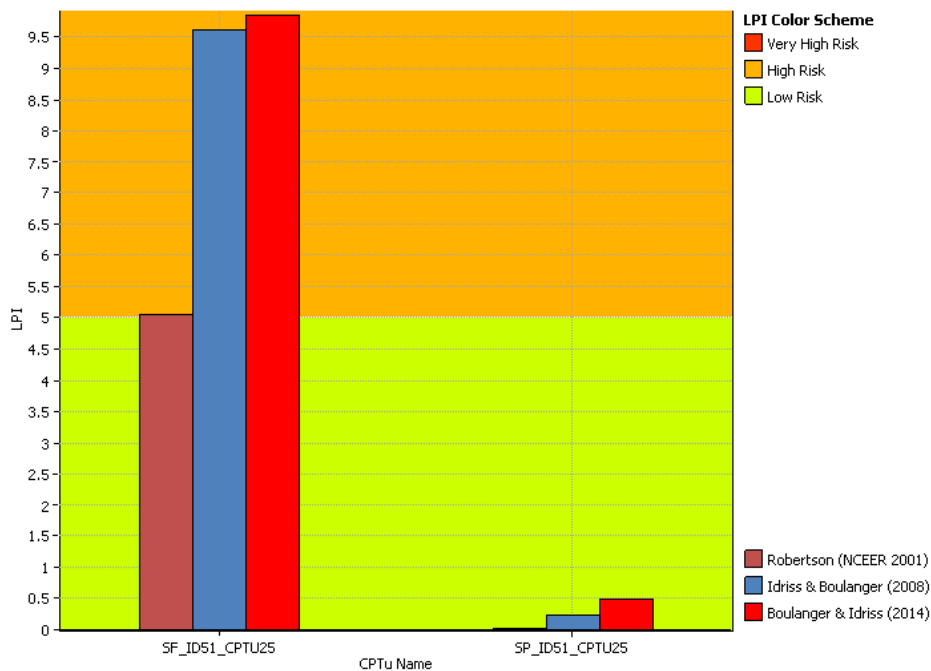
Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx



Di seguito si riporta il confronto tra Ante Operam e Post Operam e tabella dei dati iniziali di calcolo.



:: CPT main liquefaction parameters details ::

CPT Name	Earthquake Mag.	Earthquake Accel.	GWT in situ (m)	GWT earthq. (m)
SF_ID51_CPTU25	6.14	0.19	-7.80	-7.80
SP_ID51_CPTU25	6.14	0.19	-7.80	-0.19

Figura 6.20 – LPI per ID51, stato di fatto (SF) e stato di progetto (SP).

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

6.4.1.4 Risultati VASCA DI COLMATA

La seguente tabella riepiloga il calcolo del potenziale di liquefazione della vasca di colmata, determinato a partire dalle prove in sito con accelerazione massima pari a 0.192g e magnitudo pari a 6.14 nelle condizioni ante operam e post operam.

Tabella 6.15 – LPI per ogni prova -VASCA DI COLMATA

PROVA	LPI	
	Stato di fatto (SF)	Stato di progetto (SP)
ID29_CPTU13	5.69	0.41
ID50_CPTU24	15.09	1.60
ID51_CPTU25	9.85	0.51

Si può notare che nello stato di fatto il potenziale di liquefazione calcolato assume valori superiori 5.6 mentre nello stato di progetto l'incremento di carico sul fondale marino dovuto alla presenza delle scogliere comporta un notevole abbassamento del potenziale di liquefazione.

Pertanto, non si ritiene necessario alcun intervento di consolidamento legato a questa tematica.

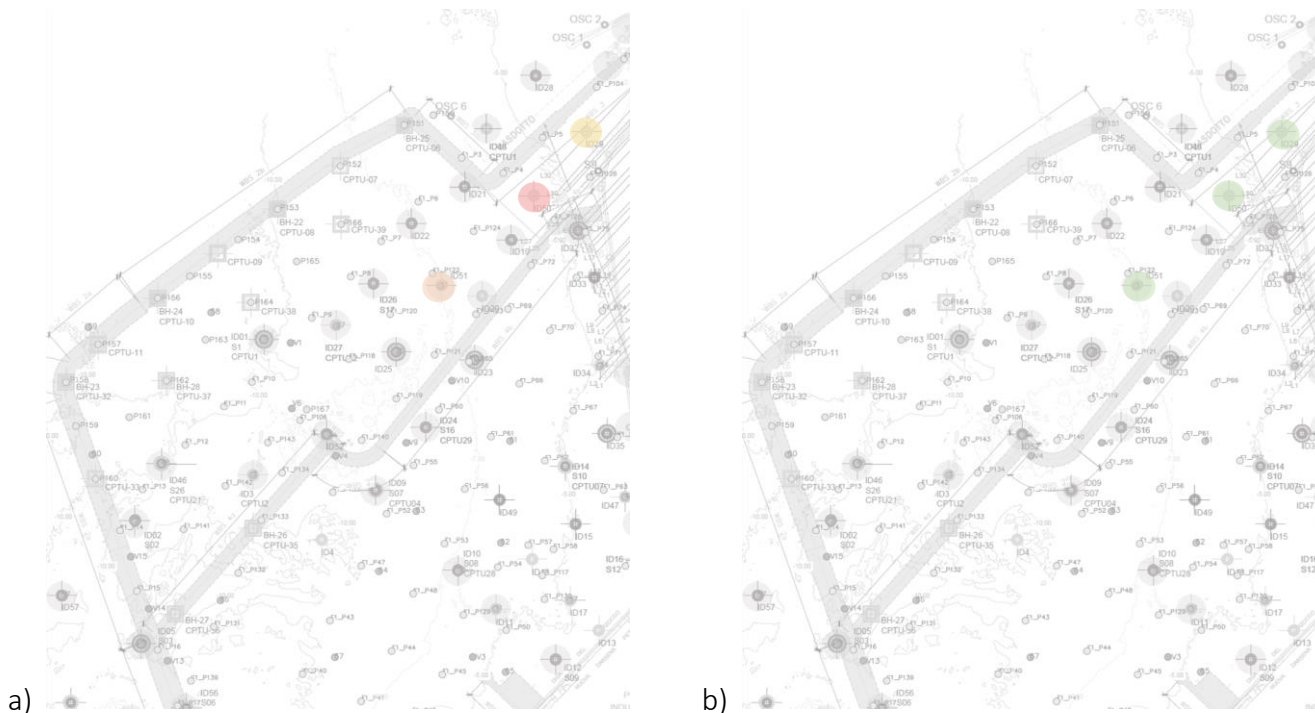


Figura 6.21 – Potenziale di liquefazione VASCA DI COLMATA: a) Stato di fatto. b) Stato di progetto

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

6.5 CONCLUSIONE

Si riporta, nel seguito, un inquadramento dei sondaggi verificati nei confronti della liquefazione, distinguendo la situazione ante-operam e post-operam.

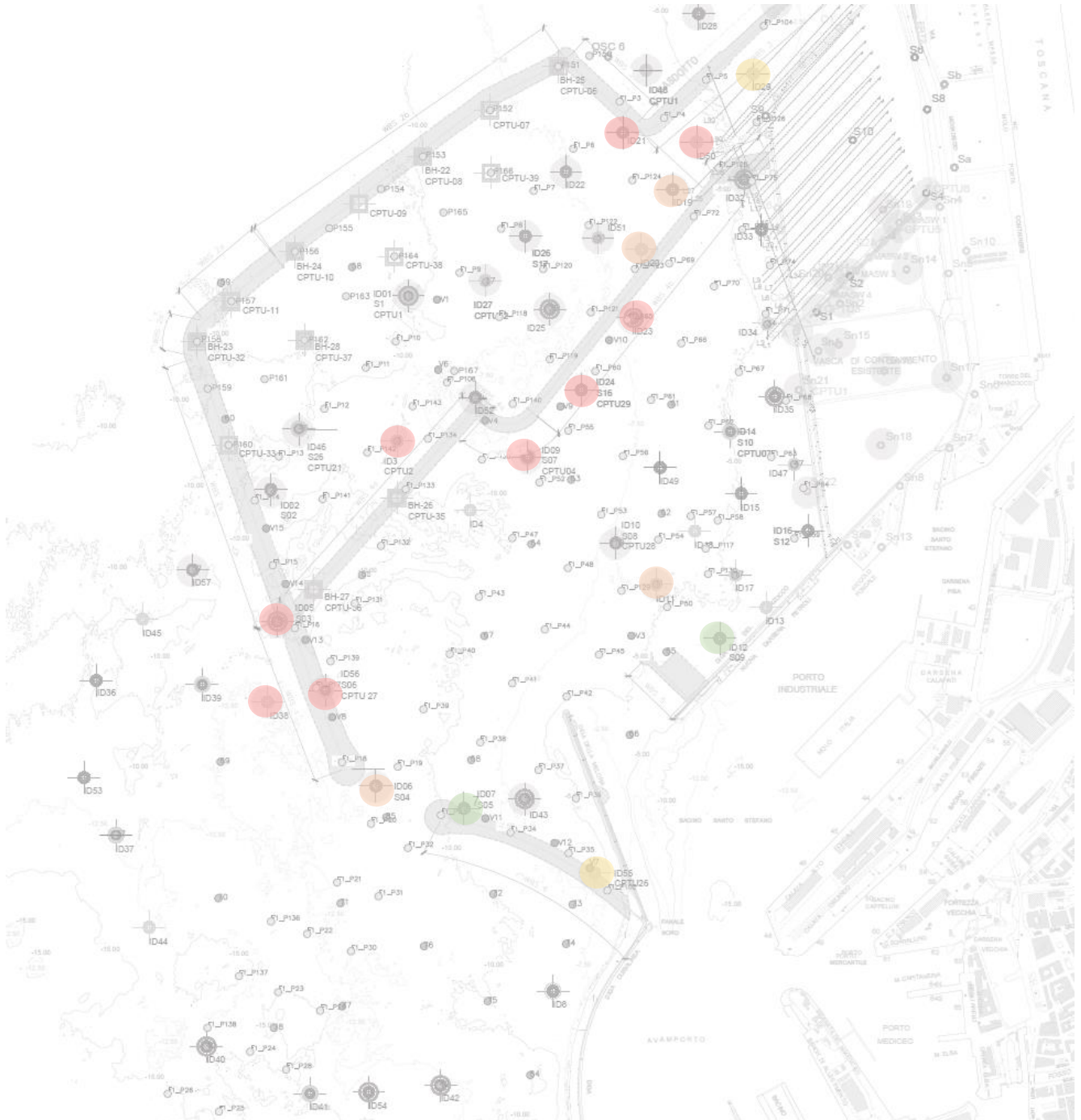


Figura 6.22 – Inquadramento ante-operam

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Progetto Definitivo

Elaborato:

GEOLOGIA E GEOTECNICA

1233_PD-B-006_3.docx

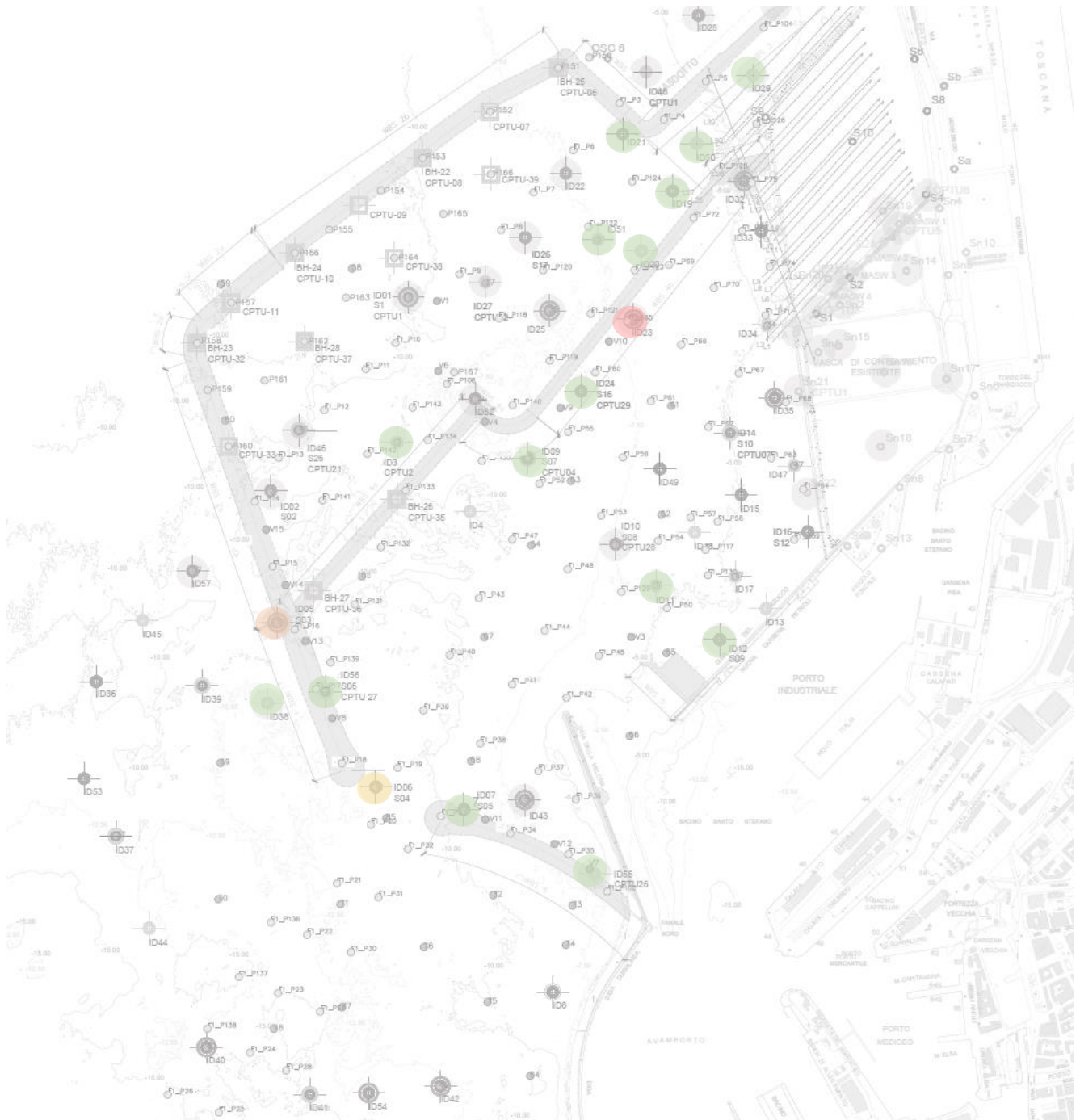


Figura 6.23 – Inquadramento post-operam

Dalle analisi eseguite si può notare che nello stato di fatto il potenziale di liquefazione calcolato assume valori elevati, quindi un elevato rischio, mentre nello stato di progetto l'incremento di carico sul fondale marino dovuto alla presenza delle scogliere comporta un miglioramento significativo di questo parametro portandolo a valori minori di 5, associato ad un rischio basso.

I punti singoli ID26, ID23 e ID05 che riportano un $LPI > 5$, derivano da analisi di SPT, quindi riferite a punti singoli lungo un sondaggio. A favore di sicurezza in queste zone si ritiene comunque necessario un intervento di vibrosostituzione.