	CONTRACTOR Ref		TR01-AX-CG-T35000000001		
			Doc Type	REP	Discipline		GEO
			System/ Subsystem	00	Class	2	Page 1 of 83




**DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT**  
**DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica**

**DOCUMENT N°: IT-TPR-35-EPC1-120034**



**IL DIRETTORE DEI LAVORI**  
(Dott. Ing. Pierfranco MANCINI)

**STUDIO GEOTECNICO ITALIANO S.r.l.**  
Dott. Ing. Valeriano Pastore  
Iscrizione Albo degli Ingegneri  
Provincia di Milano  
N. 22123

Rev.	Status	Date	Revision memo	Issued by	Checked by	Approved by
00	IFC	23-Jan-2017	First Issue	 M. DaPrat	 V. Pastore	 F. DeBlasio

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 2 of 83	

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>4</b>
1.1	Oggetto, scopo e limitazioni.....	4
1.2	Posizione del sito e descrizione.....	7
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>9</b>
2.1	Normativa e Standard di riferimento.....	9
2.2	Documenti di progetto .....	9
2.3	Bibliografia .....	10
2.4	Software .....	10
<b>3</b>	<b>INDAGINI GEOTECNICHE.....</b>	<b>11</b>
3.1	Campagna d’indagine eseguita prima dell’inizio delle attività di riempimento.....	11
3.2	Campagna integrativa per progettazione di dettaglio EPC1 area magazzini.....	12
3.3	Campagna integrativa per progettazione di dettaglio EPC1 area baie di carico .....	13
<b>4</b>	<b>GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E SISMICITA’ .....</b>	<b>15</b>
4.1	Geologia e geomorfologia .....	15
4.2	Sismicità.....	17
<b>5</b>	<b>CONDIZIONI DEL SOTTOSUOLO E DELLA FALDA .....</b>	<b>21</b>
5.1	Site preparation.....	21
5.2	Raccomandazioni relative alla sistemazione dell’area .....	21
5.3	Profilo di Riferimento.....	21
5.4	Condizioni di falda.....	22
<b>6</b>	<b>PARAMETRI GEOTECNICI .....</b>	<b>26</b>
6.2	Caratterizzazione geotecnica di progetto.....	33
<b>7</b>	<b>PROGETTAZIONE AGLI STATI LIMITE.....</b>	<b>68</b>

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 3 of 83	

7.1	Stato limite ultimo (SLU) .....	68
7.2	Stato Limite d'Esercizio (SLE) .....	69
<b>8</b>	<b>BASI PER LA PROGETTAZIONE DELLE FONDAZIONI.....</b>	<b>70</b>
8.1	Raccomandazioni generali .....	70
<b>9</b>	<b>FONDAZIONI SUPERFICIALI.....</b>	<b>71</b>
9.1	Generalità .....	71
9.2	Valutazione della Capacità Portante (SLU).....	71
9.3	Verifiche a scivolamento.....	73
9.4	Calcolo dei cedimenti (SLE).....	74
9.5	Verifiche strutturali e corrispondenti parametri di rigidezza .....	74
9.6	Fondazioni con carichi fortemente eccentrici.....	76
<b>10</b>	<b>STABILITA' GLOBALE .....</b>	<b>78</b>
<b>11</b>	<b>SCAVI TEMPORANEI.....</b>	<b>80</b>
<b>12</b>	<b>COEFFICIENTI DI SPINTA DEL TERRENO.....</b>	<b>81</b>
<b>13</b>	<b>MONITORAGGIO.....</b>	<b>83</b>

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 4 of 83	

# 1 INTRODUZIONE

## 1.1 Oggetto, scopo e limitazioni

Oggetto del presente documento è la definizione delle condizioni stratigrafie, dei parametri geotecnici dei terreni di fondazione e dei livelli di falda attesi per l'area di scarico definita DA05 (Damping Area 05), su cui verrà realizzata la piattaforma di carico dell'olio greggio parte del progetto Tempa Rossa (PZ, Basilicata, Italia), come appropriato per la progettazione delle fondazioni delle strutture industriali, edifici e attrezzature e relativi lavori da realizzare al sito da parte del EPC1 Contractor.

Sulla piattaforma di carico dell'olio greggio oggetto del presente documento è prevista la realizzazione delle seguenti strutture (si veda la planimetria di Figura 1.1, Ref.Doc.[18]):

- baie di carico realizzate su piastre 37m x18 m
- parking area costituita da piastre 30 m x18 m
- N° 1 FW Basin costituito da una vasca interrata 20.5 m x 20.5 m
- N° 1 OD Basin costituito da una vasca aperta 20.5 m x 20.5 m
- N° 1 Portable pig launcher
- N° 2 Weigh Bridge
- N° 1 KO Drum costituito da una vasca 10.5 m x 6.6 m
- N° 1 Edificio Tecnico fondato su una piastra 22 m x 8 m

La presente relazione geotecnica tratta i seguenti argomenti:

- Inquadramento delle condizioni del terreno e della falda e dei parametri geotecnici per il calcolo;
- raccomandazioni per la scelta della tipologia delle fondazioni;
- valutazione delle resistenze di progetto per le tipologie di fondazioni selezionate;
- raccomandazioni per gli scavi temporanei;
- verifica della stabilità globale relativa alla porzione dell'area DA05 interessata dalla costruzione delle strutture previste.

Gli studi e i calcoli riportati nel presente documento si basano sulle analisi dei risultati delle campagne di indagine condotte all'interno dell'area di scarico DA05, descritte in dettaglio al Capitolo 4.

Non sono oggetto di questo documento:

- la determinazione di carichi e combinazioni di carico da applicare a specifiche fondazioni;
- la verifica di tutti gli stati limite geotecnici applicabili per specifiche fondazioni;
- la definizione di geometrie per gruppi di pali, se previsti;
- la determinazione della distribuzione dei carichi sui singoli pali all'interno di ogni gruppo, se previsti;
- la verifica strutturale delle fondazioni e dei pali, se previsti, in relazione a carichi applicati.

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 5 of 83	

Tali attività dovranno essere oggetto delle specifiche relazioni contenenti le verifiche di ogni fondazione di ogni struttura prevista dal Progetto.

Se non diversamente specificato, le raccomandazioni ed i calcoli presentati in questo rapporto sono applicabili alla progettazione geotecnica delle fondazioni delle strutture industriali, edifici e attrezzature e delle opere connesse da realizzarsi al sito da parte dell'EPC1 Contractor purchè siano soddisfatte le seguenti condizioni:

- strutture industriali, edifici e attrezzature e associate opere poste e circondate su suolo orizzontale per l'intera zona di influenza geotecnica (in genere almeno il doppio della larghezza della struttura o due volte l'altezza di qualsiasi muro o scarpata adiacente, a seconda di quale risulti il maggiore)
- strutture industriali, edifici ed attrezzature e opere collegate la cui ubicazione, configurazione e caratteristiche (ad esempio carichi, rigidità strutturale, ecc a seconda del caso applicato) non pregiudicano la validità generale del progetto di preparazione del sito nella zona corrispondente, in accordo a quanto specificato nella relativa documentazione di progetto.
- rispetto delle ipotesi in termini di dimensioni, forma, profondità e/o combinazioni di carico, ipotizzate come base dei calcoli presentati nel presente documento.
- rispetto delle specifiche tecniche di progetto per l'esecuzione delle opere geotecniche, che formano parte integrante della la progettazione geotecnica.

Per le strutture industriali, edifici, attrezzature e opere correlate che per qualsiasi motivo non rispettano le condizioni di cui sopra, dovranno essere condotte analisi dedicate i cui risultati saranno esposti nelle relazioni di calcolo di pertinenza.

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T3500000001</b>			Page 6 of 83	

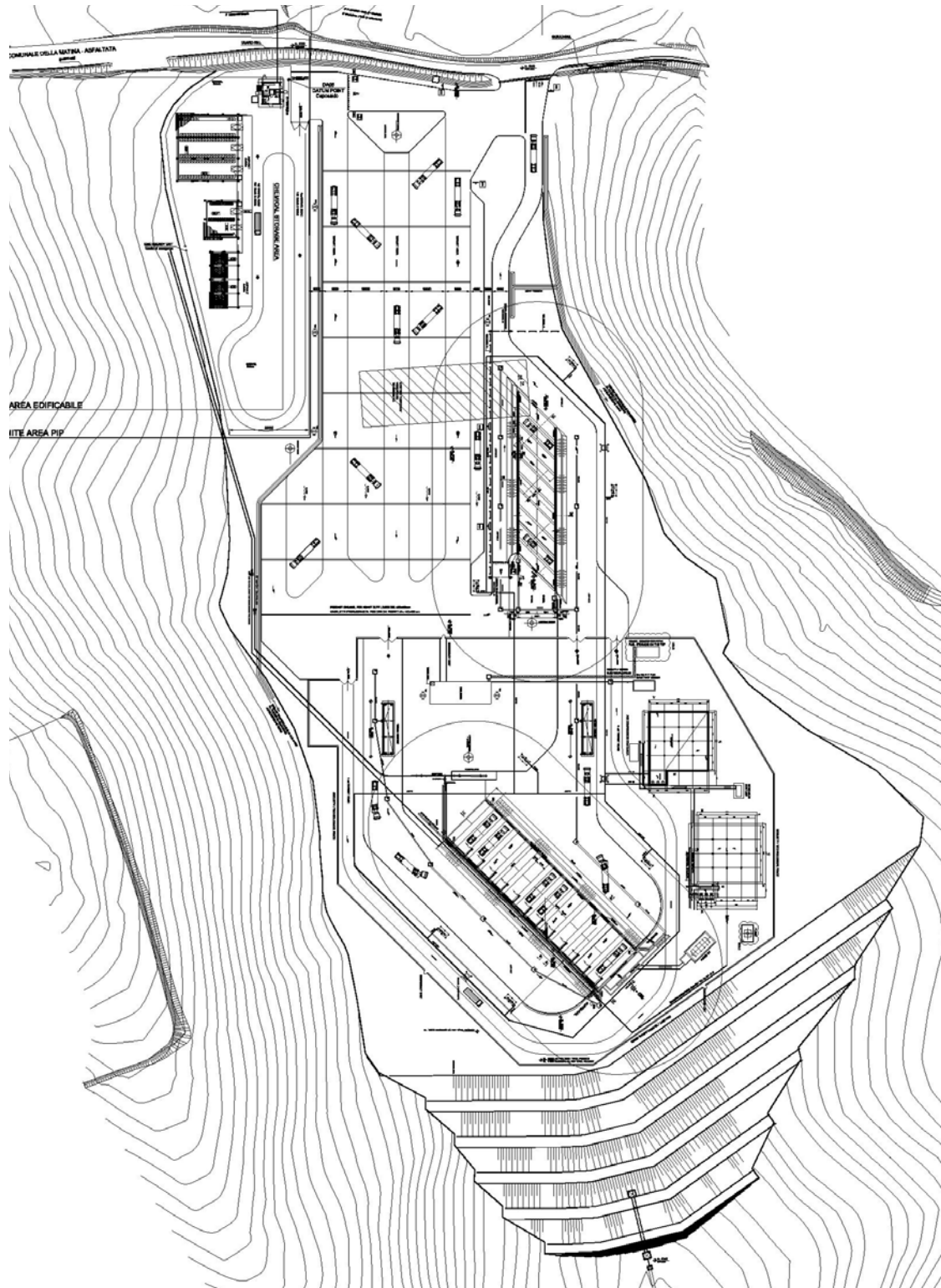


Figura 1.1: DA05 – Planimetria di dettaglio dell’area di carico del greggio (da Ref.Doc.[18])

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 7 of 83	

## 1.2 Posizione del sito e descrizione

Il sito dell'area denominata DA05 (Damping Area 05) è ubicato circa 5 km a Nord-est da Corleto Perticara (PZ), appena sopra l'area del Centro Olii, in una zona localmente denominata "Acqua di Maggio", lungo la "Strada della Matina".

Il sito si trova a quote variabili tra 1000 e 1028 m circa sul livello medio mare.

La Figura 1.2 e la Figura 1.3 mostrano rispettivamente l'ubicazione del sito su una mappa topografica e su un'immagine satellitare ripresa da Google-Earth, datata Ottobre 2015.

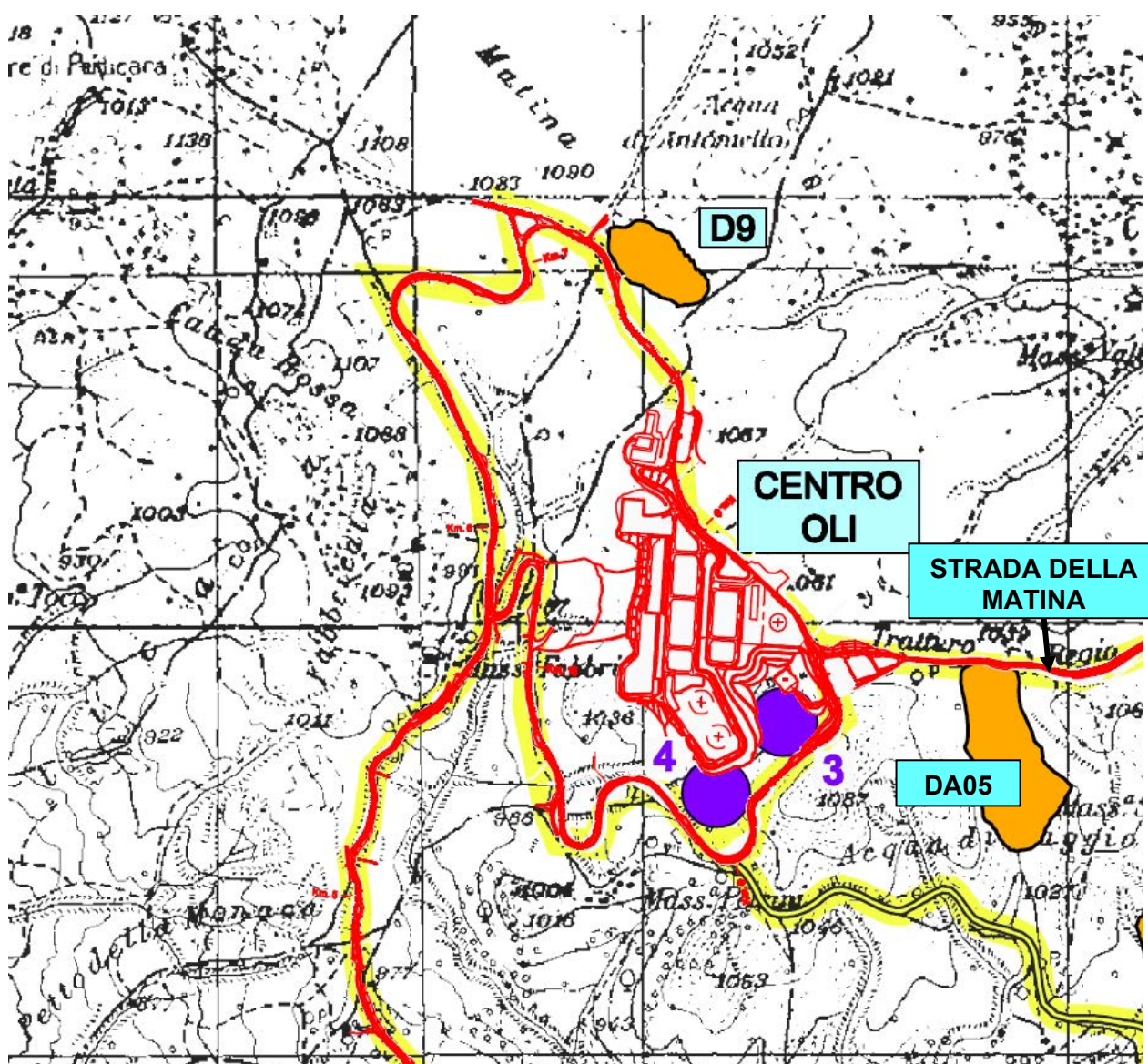


Figura 1.2: Centro Olii - Ubicazione



<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 8 of 83	



Figura 1.3: Centro Olii – Vista Satellitare (Ottobre 2015)



<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 9 of 83	

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 Normativa e Standard di riferimento

- [1] Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario n.30.
- [2] Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- [3] UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali
- [4] UNI EN 1998-5: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici

### 2.2 Documenti di progetto

- [5] IT-TPR-SP-RPA-731504 - Aree di colmata – Accumulo Temporaneo – Cave Relazione Geologica ed Idrogeologica - rev.02
- [6] IT-TPR-SP-RPA-731509 - Aree di Colmata – Accumulo Temporaneo – Cave – Allegato 1 alla relazione geologica e idrogeologica - Indagini geognostiche e prove di laboratorio – Dumping Areas D5 - D9 - rev.02
- [7] IT-TPR-SP-RPA-732539 - Dumping Area n.5 - Planimetria preparazione del sito – rev.03
- [8] IT-TPR-SP-RPA-732583 - Aree di colmata – Accumulo Temporaneo – Cave – Planimetria Generale Aree di Colmata e Accumulo Temporaneo – rev.03
- [9] IT-TPR-SP-RPA-732500 - Aree di colmata – Accumulo Temporaneo – Cave – Carta Geologica e Geomorfologica generale – rev.04
- [10] IT-TPR-SP-RPA-732551 - Dumping Area 05 - Carta Geologica e Geomorfologica – rev.01
- [11] IT-TPR-SP-RPA-732552 - Dumping Area 05 – Sezioni Geologiche – rev.02
- [12] IT-TPR-SP-RPA-731505 – Aree di Colmata – Accumulo Temporaneo – Cave – Relazione Geotecnica e Strutturale – rev.02
- [13] IT-TPR-GE-DAP-000001 - Seismic Design Basis - rev.04
- [14] IT-TPR-GE-DAP-000002 - Slope Stability Assessment - rev.02
- [15] IT-TPR-GE-DAP-000003 - Review Of Geotechnical Design Input For Seismic Analyses - rev.03
- [16] IT-TPR-34-EPC1-123000 - Area di scarico DA05 - Indagini geognostiche rapporto attività
- [17] IT-TPR-35-EPC1-120035 - DA05 - Crude Oil Loading Area – Soil investigation - Factual Report
- [18] IT-TPR-35-EPC1-120035 - DA05 - Planimetria Generale

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 10 of 83	

## 2.3 Bibliografia

- [19] Boussinesq M.J. (1885), “Applications des Potentiels a l'Étude de l'Équilibre et du Mouvement des Solides Élastiques”, Gauthier-Villars, Paris.
- [20] Brinch Hansen J. (1970), “A revised and extended formula for bearing capacity”, Bull. N. 28, Danish Geotechnical Institute, Copenhagen.
- [21] Florin V.A. (1959), “Oshovi Mekaniki Gruntov”, Moscow.
- [22] Lee I.K. (1962), “Bearing capacity of foundations with particular reference to the Melbourne area”, J. Instn. Engrs. Aust., Vol .34 , p. 283.
- [23] Meyerhof G.G. (1953), “The bearing capacity of foundations under eccentric and inclined loads”, Proc. 3rd ICSMFE, Zurich, Vol.1, 440-445.
- [24] Whitman R.V. and Richart F.E. (1967), “Design procedures for dynamically loaded foundations”, Jnl. Soil Mech. Fndns.Divn., ASCE, Vol. 93, No. SM6, pp.169-193.
- [25] Vesic A.S. (1961), “Beams on elastic subgrade and the Winkler’s hypothesis”, 5th ICSMFE, Vol.1, pp.845-850.

## 2.4 Software

- [26] Slope/W – GeoSlope ([www.geo-slope.com](http://www.geo-slope.com))

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 11 of 83	

### 3 INDAGINI GEOTECNICHE

#### 3.1 Campagna d'indagine eseguita prima dell'inizio delle attività di riempimento

Un'indagine geotecnica è stata condotta all'interno del sito di interesse prima dell'inizio delle attività di riempimento (Campagna geotecnica Geomerid 2006)

In particolare sono stati eseguiti:

- n. 3 sondaggi a carotaggio continuo di lunghezza L=10m (D5PZS1, D5PZS2 e D5PZS3) con prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati, e prove SPT;
- n. 2 prove pressiometiche Menard eseguite all'interno dei fori D5PZS1 e D5PZS2;
- n. 3 piezometri, uno per ogni sondaggio;
- n.4 tomografie elettriche D5E1, D5E2, D5E3 e D5E4, rispettivamente di lunghezza L=195 m, L=225 m, L=270 m e L=339 m.
- prove di laboratorio sui campioni indisturbati.

I certificati delle prove in sito e di laboratorio sono riportati all'interno del Doc.Rif.[6]. La Figura 3.1 mostra l'ubicazione delle prove eseguite.

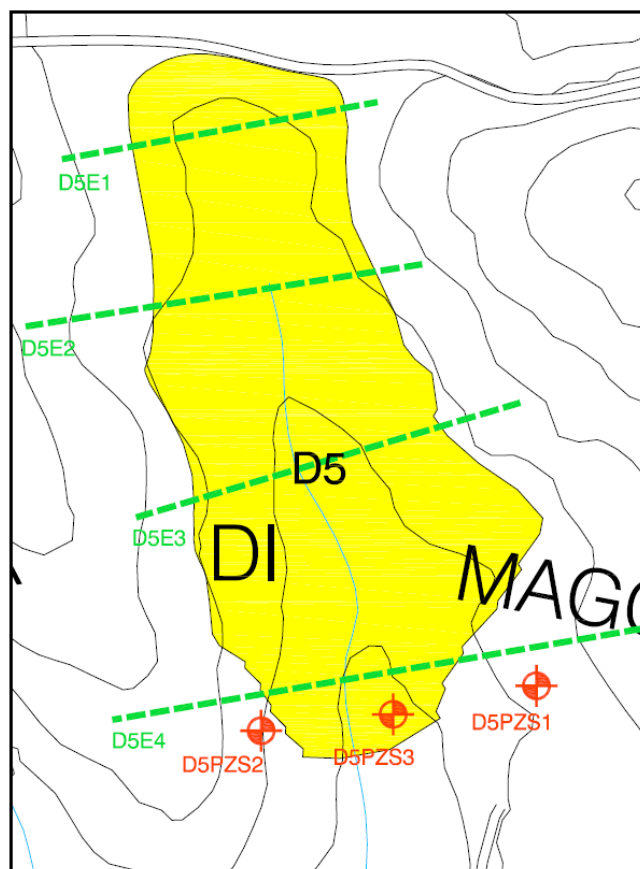


Figura 3.1: Da05 – Ubicazione delle prove eseguite prima delle attività di riempimento

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 12 of 83	

### 3.2 Campagna integrativa per progettazione di dettaglio EPC1 area magazzini

Su richiesta del contrattista EPC1, nel 2015 è stata condotta una campagna di indagine integrativa nella porzione dell'area DA05 interessata dalla costruzione delle strutture dell'area magazzini, con il fine di confermare e/o meglio dettagliare le condizioni del suolo e di falda nell'area, in modo da completare la progettazione di dettaglio delle fondazioni.

In particolare sono stati eseguite le seguenti indagini:

- n.2 sondaggi a carotaggio continuo (DA05-BH01 e DA05-BH02) L=25m, con prelievo di campioni disturbati e indisturbati;
- n.7 DPSH Prove penetro metriche super pesanti (DA05-DPSH-01 – DA05-DPSH07) fino alla profondità di 15 m o rifiuto;
- prove di laboratorio sui campioni indisturbati e rimaneggiati.

I certificati delle prove in sito e di laboratorio sono riportati all'interno del Doc.Rif.[16]. La Figura 3.2 mostra l'ubicazione delle prove eseguite.

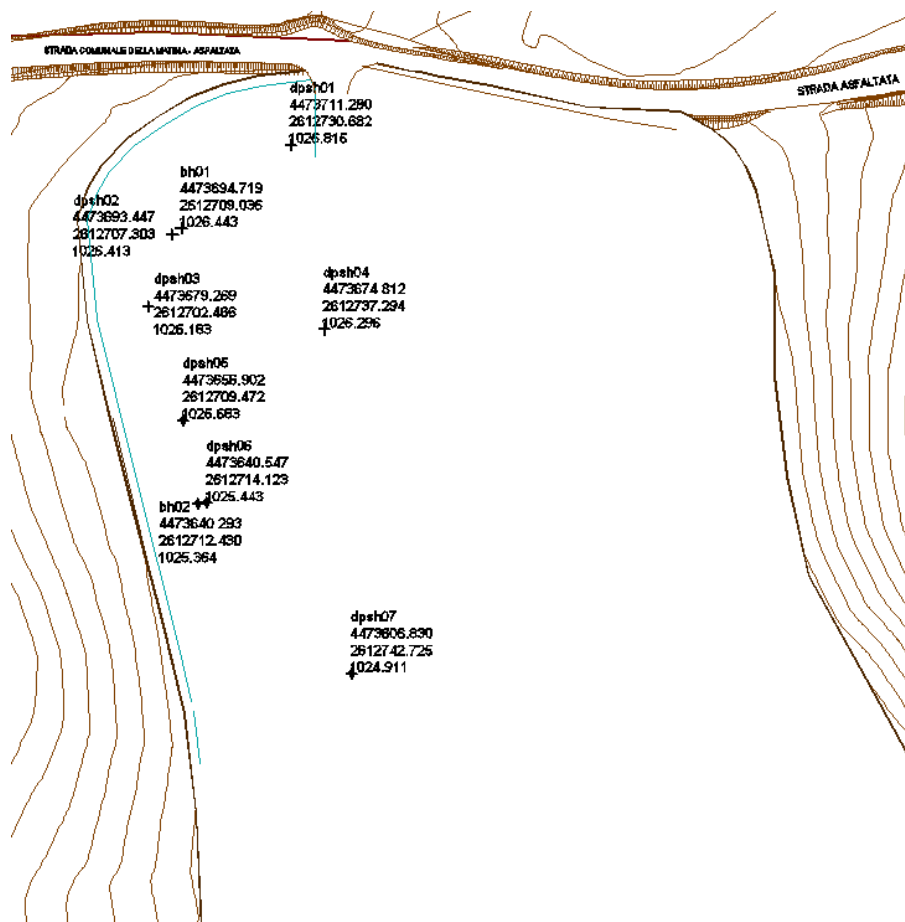


Figura 3.2: DA05 – Ubicazione delle prove eseguite da EPC1 Contractor su area magazzini

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 13 of 83	

### 3.3 Campagna integrativa per progettazione di dettaglio EPC1 area baie di carico

Su richiesta del contrattista EPC1, nel 2016 è stata condotta una campagna di indagine integrativa nella porzione dell'area DA05 interessata dalla costruzione dell'area di carico dell'olio greggio, con il fine di confermare e/o meglio dettagliare le condizioni del suolo e di falda nell'area, in modo da completare la progettazione di dettaglio delle fondazioni.

In particolare sono stati eseguite le seguenti indagini:

- n.4 sondaggi a carotaggio continuo (BH101PZ, BH102, BH103 e BH104PZ) L=20÷35m, con esecuzione di prove SPT e prelievo di campioni disturbati e indisturbati,
- n.7 perforazioni a distruzione (DPSH 101, DPSH 102, DPSH 103, DPSH 104, DPSH 105, DPSH 106,DPSH 107) L=20 m, con esecuzione di n. 9 SPT per ciascun foro
- n.4 scavi esplorativi con esecuzione di n.1 prova di carico su piastra e n.1 prova di densità in sito in ciascun pozzetto di
- n.3 prospezioni sismiche MASW (MW101, MW102, MW103).
- Misure piezometriche sui piezometri BH101PZ (2 celle Casagrande a 5 m e a 25 m da p.c.) e BH104PZ (tubo aperto)
- n.13 pozzetti esplorativi per il rilievo dello spessore della massicciata del piazzale.

I certificati delle indagini sono riportati all'interno del report fattuale allegato al progetto. La Figura 3.3 mostra l'ubicazione delle prove eseguite.



<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T3500000001</b>			Page 14 of 83	

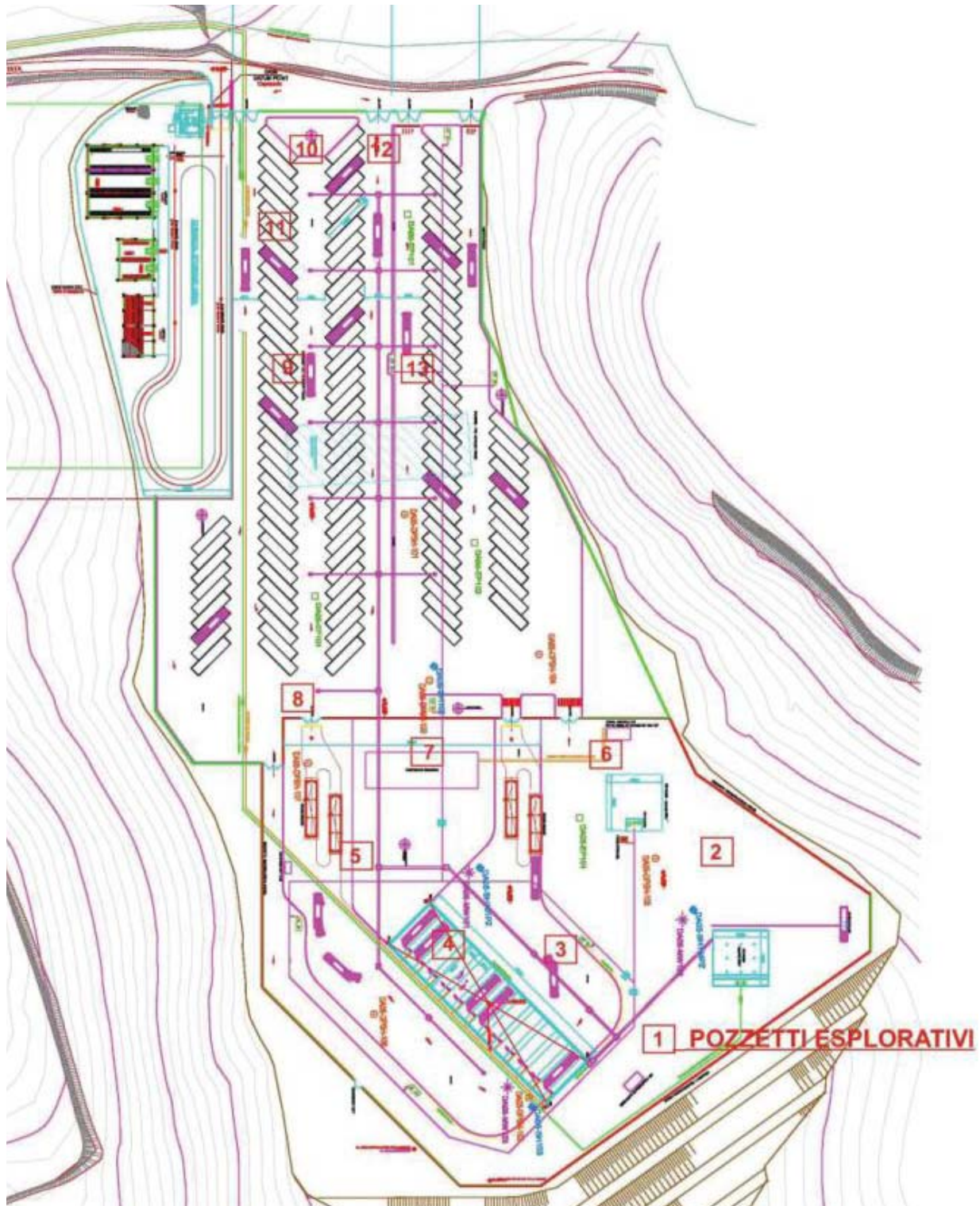


Figura 3.3: DA05 – Ubicazione delle prove eseguite dal EPC1 Contractor su area di carico dell’olio greggio

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 15 of 83	

## 4 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E SISMICITA'

### 4.1 Geologia e geomorfologia

La geologia e la geomorfologia dell'area di scarico DA05 è descritta in dettaglio nella relazione geologica (si veda il Doc.Rif.[5]) e nelle tavole geologiche ad essa allegate (si veda i Doc.Rif.[9]=[11]) al quale il presente rapporto geotecnico fa riferimento per gli aspetti sostanziali del modello geologico, geomorfologico, idrogeologico e stratigrafico.

Il sito di interesse è ubicato all'interno della zona di affioramento del Complesso Terrigeno, composto principalmente da sedimenti argillosi-arenacei e da lenti di argille scagliose con inclusioni calcarenitiche, riferibili all'unità geologica del Flysch di Gorgoglione.

Il pendio naturale su cui è stata realizzata della DA05 è ondulato, con pendenze generalmente nell'ordine del 5%, solo localmente più acclivi. Sul fondo, la depressione è occupata da un fosso, affluente di destra del Masseria Supplente.

Al termine delle attività di riempimento, l'area di scarico DA05 è stata livellata a quote comprese tra la 1031 e la 1021 m s.l.m.

La Figura 4.1, ripresa dal Doc.Rif.[10], riporta la carta geologica dell'area evidenziando l'affioramento della formazione geologica del Flysch di Gorgoglione prima delle attività di riempimento. Sulla medesima figura è riportata in aggiunta, la configurazione finale dell'area al termine delle attività di movimento terra.

La Figura 4.2 e la Figura 4.3 riportano le sezioni geologiche dell'area, rispettivamente longitudinale (sezione C-C) e trasversale (sezione 24). Nei primi metri di profondità si può notare la presenza di uno strato alterato composto da limo argilloso-sabbioso proveniente dall'alterazione della formazione di base del Flysch di Gorgoglione. Lo spessore varia da 3 m a 7 m.

Come dichiarato all'interno del Doc.Rif.[5], l'area di scarico DA05 è interessata da diversi movimenti non rilevanti ai fini della stabilità dell'intera area, la quale viene definita geomorfologicamente stabile.

**DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT**  
**DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica**

Document number  
**IT-TPR-35-EPC1-120034**

Revision **00**      Status: **IFC**

Document Type : **REP**      System / Subsystem : **00**      Discipline : **GEO**

Rev Date : **23-Jan-2017**

CONTRACTOR document number : **TR01-AX-CG-T3500000001**

Page 16 of 83

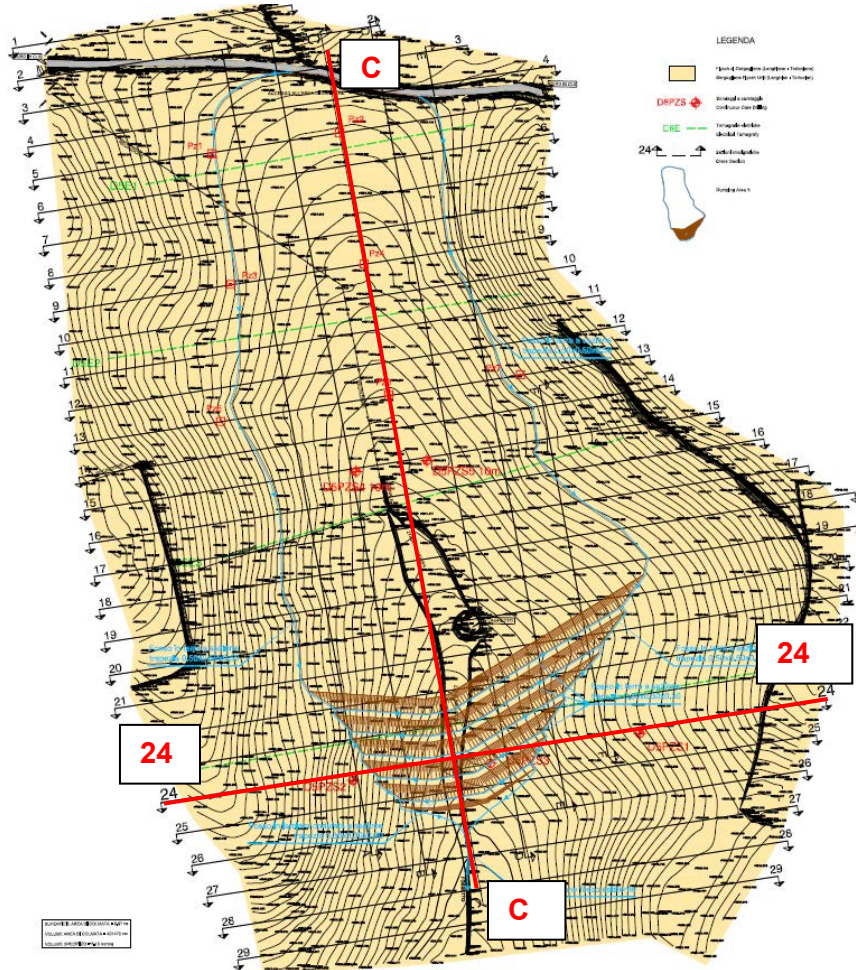


Figura 4.1: DA05 – Carta Geologica

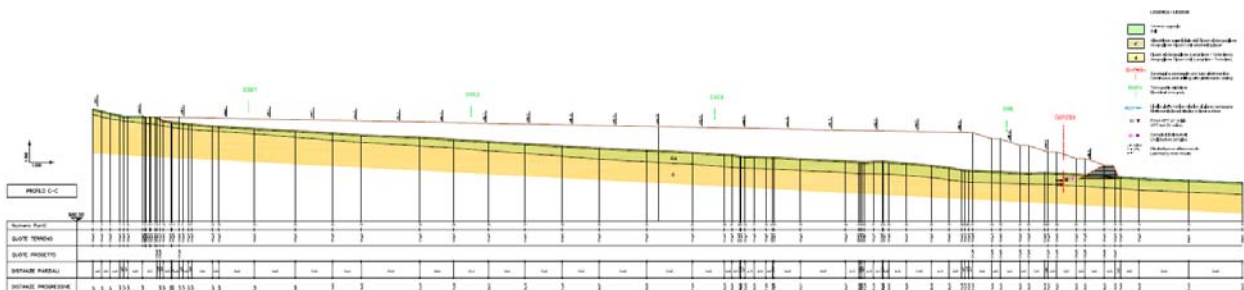


Figura 4.2: DA05 – Carta Geologica – Sezione C-C



<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 17 of 83	

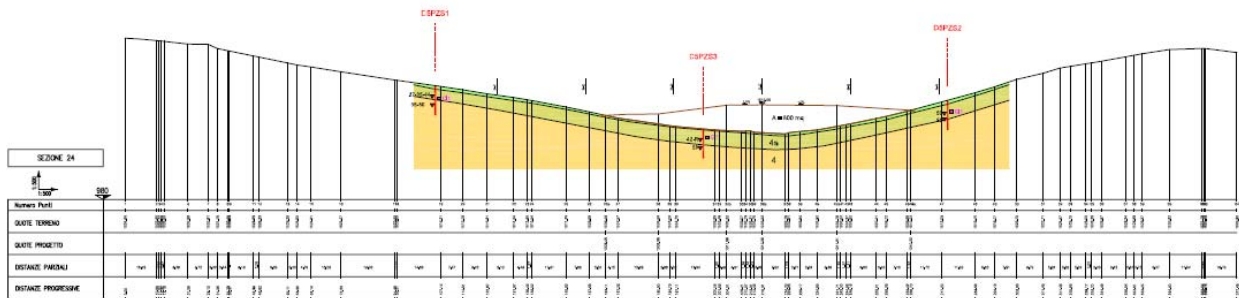


Figura 4.3: DA05 – Sezione Geologica 24

## 4.2 Sismicità

Il sito è ubicato in un area caratterizzata da moderata ad alta sismicità. I dati sismici per le strutture principali del progetto e per quelle ausiliare sono definite nel Doc.Rif.[13] in conformità alla nuova normativa italiana NTC2008.

Sulla base della classe d'uso delle strutture (Tab. C7.1.I del Doc.Rif.[2]) e dei dati sismici di progetto indicati nel Doc.Rif. [13], dovranno essere presi in considerazioni i seguenti stati ultimi:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) – Stato Limite Ultimo

$$a_g = 0.152g$$

$$a_{max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g = 1.478 \cdot 1.0 \cdot 0.152 = 0.224 g$$

- Stati Limite di Danno (SLD) – Stato Limite di Esercizio

$$a_g = 0.061g$$

$$a_{max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g = 1.478 \cdot 1.0 \cdot 0.061 = 0.090 g$$

con:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima su sito rigido;

$S_s$  = coefficiente d'amplificazione stratigrafica, determinato con riferimento alla categoria di suolo C ( $V_{s,30}$  compreso tra 180 m/s e 360 m/s), sulla base dei risultati dei profili MASW eseguiti nella campagna geognostica 2016 (si vedano le Figura 4.4+Figura 4.6);

$S_t$  = coefficiente d'amplificazione topografica assunto pari a 1.0 idoneo per pendii con pendenza inferiore a 15°, in accordo alle NTC 2008 (Tab. 3.2.IV del Doc.Rif. [1]).

### 4.2.1 Liquefazione

Considerando i materiali incontrati in sito, costituiti principalmente da sedimenti argillosi e argilloso-arenacei, il potenziale di liquefazione è considerato trascurabile in conformità al punto 7.11.3.4.2 del Doc.Rif.[1].

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 18 of 83	

Profondità [ m ]	N° Strati	Vi [ m/s ]
1,00	1	235
2,00	1	235
3,00	1	235
4,00	2	210
5,00	2	210
6,00	2	210
7,00	2	210
8,00	2	210
9,00	3	249
10,00	3	249
11,00	3	249
12,00	3	249
13,00	3	249
14,00	3	249
15,00	4	399
16,00	4	399
17,00	4	399
18,00	4	399
19,00	4	399
20,00	1	399
21,00	5	571
22,00	5	571
23,00	5	571
24,00	5	571
25,00	5	571
26,00	5	571
27,00	5	571
28,00	5	571
29,00	5	571
30,00	5	571



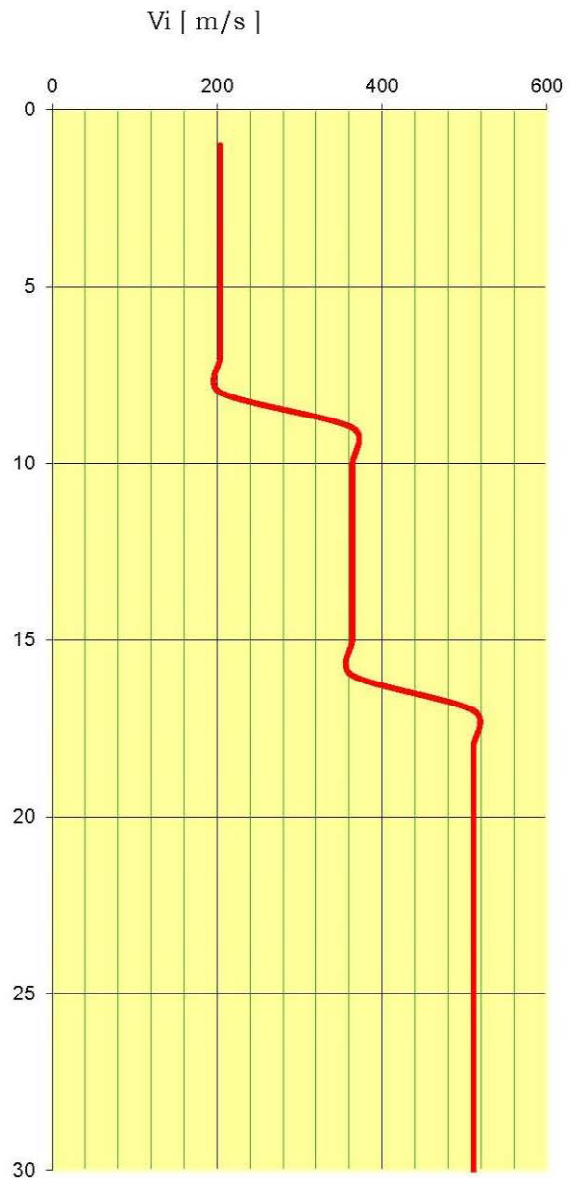
$$\underline{V_{s30} = 321,81 \text{ m/s}}$$

Figura 4.4: DA05 – Prospezione sismica MW101



<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 19 of 83	

Profondità [ m ]	N° Strati	Vi [ m/s ]
1,00	1	204
2,00	1	204
3,00	1	204
4,00	1	204
5,00	1	204
6,00	1	204
7,00	1	204
8,00	1	204
9,00	2	364
10,00	2	364
11,00	2	364
12,00	2	364
13,00	2	364
14,00	2	364
15,00	2	364
16,00	2	364
17,00	3	511
18,00	3	511
19,00	3	511
20,00	3	511
21,00	3	511
22,00	3	511
23,00	3	511
24,00	3	511
25,00	3	511
26,00	3	511
27,00	3	511
28,00	3	511
29,00	3	511
30,00	3	511



**$V_{s30} = 338,63 \text{ m/s}$**

Figura 4.5: DA05 – Prospezione sismica MW102

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 20 of 83	

Profondità [ m ]	N° Strati	Vi [ m/s ]
1,00	1	192
2,00	1	192
3,00	1	192
4,00	1	192
5,00	1	192
6,00	1	192
7,00	2	277
8,00	2	277
9,00	2	277
10,00	2	277
11,00	2	277
12,00	2	277
13,00	2	277
14,00	3	353
15,00	3	353
16,00	3	353
17,00	3	353
18,00	3	353
19,00	3	353
20,00	3	353
21,00	3	353
22,00	4	560
23,00	4	560
24,00	4	560
25,00	4	560
26,00	4	560
27,00	4	560
28,00	4	560
29,00	4	560
30,00	4	560



$$\underline{V_{S30} = 314,94 \text{ m/s}}$$

Figura 4.6: DA05 – Prospezione sismica MW103

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 21 of 83	

## 5 CONDIZIONI DEL SOTTOSUOLO E DELLA FALDA

### 5.1 Site preparation

In accordo alla planimetria generale di 'site preparation' (Doc.Rif.[7]), l'area oggetto del progetto è stata livellata a quote variabili tra 1031 e 1021 m s.l.m.

Si ricorda che nella documentazione di progetto di 'site preparation' del Centro Olii - Sito 1 e delle Aree di Scarico, tutte le quote di progetto non sono riferite al sistema di riferimento Nazionale (quota sul livello di medio mare) ma devono essere corrette di 0.70 m (es. 1031 m sulla mappa corrispondono a 1030.3 m slmm). Nel presente documento tutte le quote sono adeguate in modo da essere riferite al Sistema di riferimento Nazionale (quota sul livello di medio mare).

Le valutazioni oggetto di questa relazione sono state condotte con riferimento ad un Piano Finito corrispondente alle quote delle pavimentazioni (H.H.P) riportate nella Planimetria Generale dell'area DA05 (Doc.Rif.[18]), le quali risultano variabili tra circa 1022.5 m e 1025.5 m s.l.m..

### 5.2 Raccomandazioni relative alla sistemazione dell'area

Nell'ambito dell'attività di sistemazione dell'area si raccomanda di prevedere:

- un sistema di regimazione e smaltimento acque meteoriche per evitare sia fenomeni di erosione della scarpata di valle del riempimento (attualmente il progetto di 'site preparation', Doc.Rif.[7], sono prevede canalette in terra) che l'infiltrazione delle stesse nel corpo del riempimento;
- l'inerbimento della scarpata del rilevato al di sopra del muro in terra rinforzata per migliorarne la resistenza nei confronti di fenomeni erosivi

### 5.3 Profilo di Riferimento

In accordo ai risultati delle indagini disponibili, al di sotto dei primi decimetri di massicciata costituita da ghiaia e ciottoli che il riveste il piazzale (spessore medio misurato pari a 47cm, minimo 27 cm e massimo 80 cm), entro l'area di interesse sono state identificate le seguenti unità:

- **Riempimento**, materiale argilloso plastico di bassa consistenza, alta compressibilità e presenze organiche. Il materiale proviene dalle attività di scavo e movimenti terra realizzati all'interno del Centro Olii.
- **Flysch di Gorgoglione**, argilliti, argille marnose ed argille siltose sottilmente stratificate con intercalazioni di livelli e banchi arenaci laminati e di conglomerati con spessore di qualche metro. Caratterizzata da alta consistenza e comportamento semi-litoide. Nella parte superiore di questa unità è spesso presente uno strato di limo argilloso e sabbioso che deriva dall'alterazione del flysch (Flysch di Gorgoglione alterato). Lo spessore di tale strato alterato varia tra i 4.5 e i 7.5 m.

Sulla base delle sezioni geologiche di progetto (si veda il Doc.Rif.[11]) e dei risultati delle campagne di indagine riassunte al capitolo 4, in Tabella 5.1 si riportano le stratigrafie di

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 22 of 83	

progetto ipotizzate per la porzione di area DA05 interessata dalla costruzione delle strutture oggetto del presente documento.

Tabella 5.1: Stratigrafia di progetto

	Quota piano finito	Riempimento	Flysch di Gorgoglione alterato	Flysch di Gorgoglione
Stratigrafia di riferimento	(m slmm)	Base dello strato – Profondità da piano finito (m)		
Area baie di carico e vasche	1022.8÷1023.3	6.5÷8.5 <sup>(2)</sup> 11.5÷17.5 <sup>(3)</sup>	14 <sup>(2)</sup> 16÷23 <sup>(3)</sup>	(1)
Area parcheggio	1024.3÷1025.3	6.5÷8.5	12÷14	(1)
<sup>(1)</sup> Fino alla massima profondità indagata <sup>(3)</sup> Zone Nord e Sud rispetto asse riempimento <sup>(2)</sup> Zona in asse riempimento				

## 5.4 Condizioni di falda

I dati di monitoraggio disponibili dai piezometri installati sull'area prima dell'avvio delle attività di riempimento, mostrano la presenza di una falda sospesa nella formazione costituita dal Flysch di Gorgoglione alterato, sostenuta dall'unità a bassa permeabilità (Gorgoglione Flysch).

Da Figura 5.1 a Figura 5.3 si riportano le misure piezometriche effettuate all'interno dell'area di scarico DA05. In accordo ai dati disponibili, il livello di falda prima dell'inizio delle attività di riempimento, si attestava ad una profondità variabile tra 7.0 m e 0.9 m dal piano campagna esistente.

Riguardo al livello di falda previsto al termine delle attività di site preparation, la presenza di trincee drenanti costruite alla base dello strato di riempimento, permetterà di mantenere il livello di falda prossimo al piano campagna esistente.

Nella campagna 2016 sono stati installate due verticali piezometriche: la BH101PZ attrezzata con N.2 celle di Casagrande a 5 m e a 25 m da p.c. e la BH104PZ attrezzata con tubo aperto. Le misure effettuate durante il periodo relativo all'esecuzione dell'indagine sono riportate in Tabella 5.2 e Tabella 5.3.

Da esse risulta che la piezometrica generale si attesta indicativamente al tetto del piano campagna originario, entro la formazione costituita dal Flysch di Gorgoglione alterato.

Le registrazioni della cella di Casagrande a 5 m da p.c. del BH101PZ (Tabella 5.2), indicano la presenza di possibili falde sospese o sacche localizzate entro il corpo del riempimento non in grado di drenare in maniera efficace le acque che ricadono direttamente sull'area e/o provenienti dai due versanti posti sul due lati lunghi del rilevato. Tale dato è evidenziato anche dal pozzetto EP102 ove si rinviene la falda a 1.5 m da p.c. attuale.

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>		
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>	
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>		
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 23 of 83		

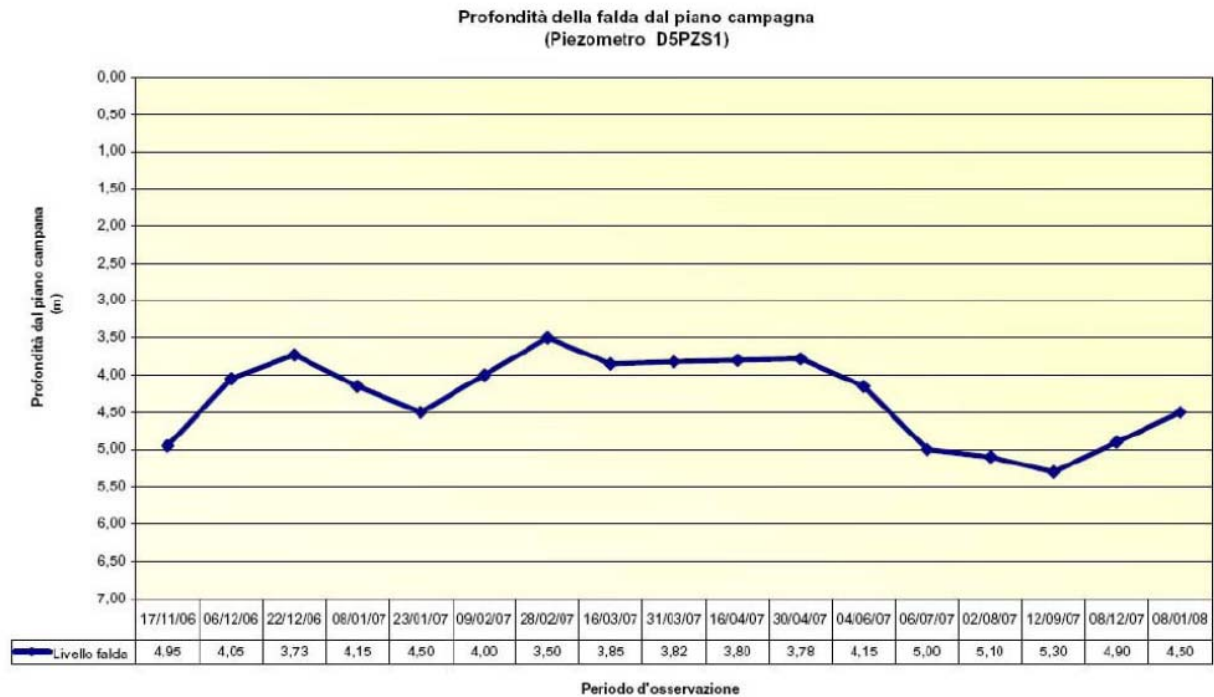


Figura 5.1: DA05 – Livello di falda misurato in D5PZS1 prima dell'esecuzione riempimento

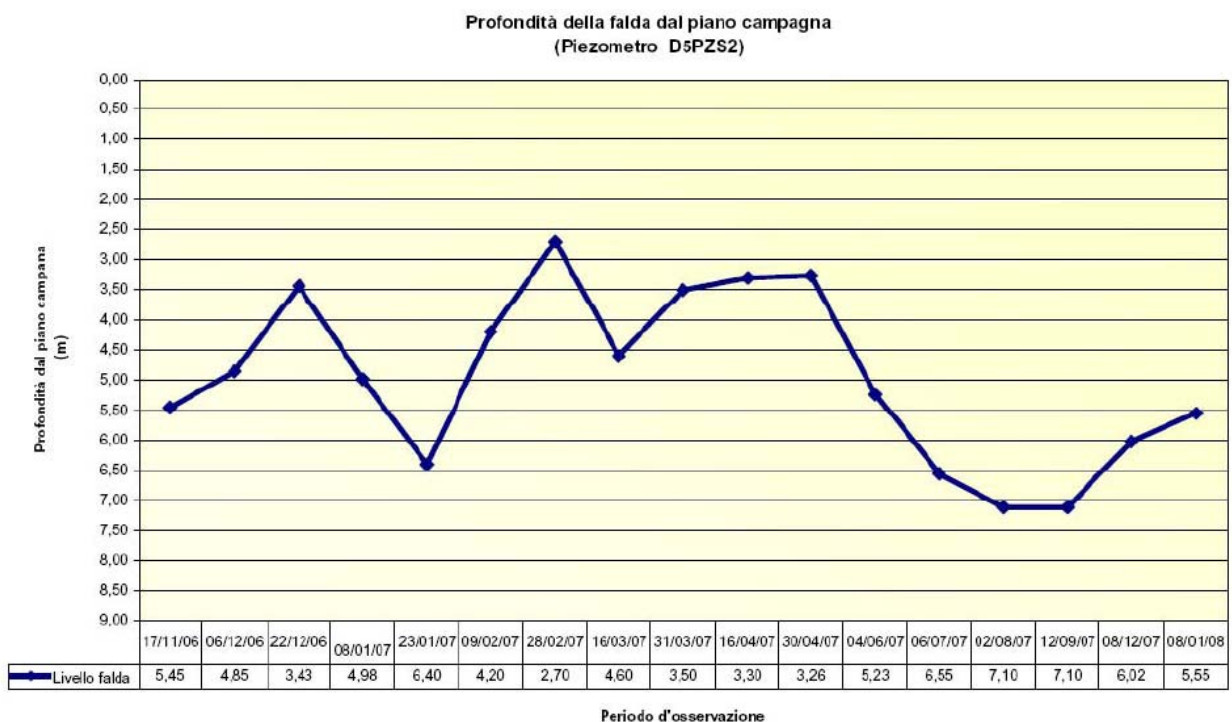


Figura 5.2: DA05 – Livello di falda misurato in D5PZS2 prima dell'esecuzione riempimento



<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 24 of 83	

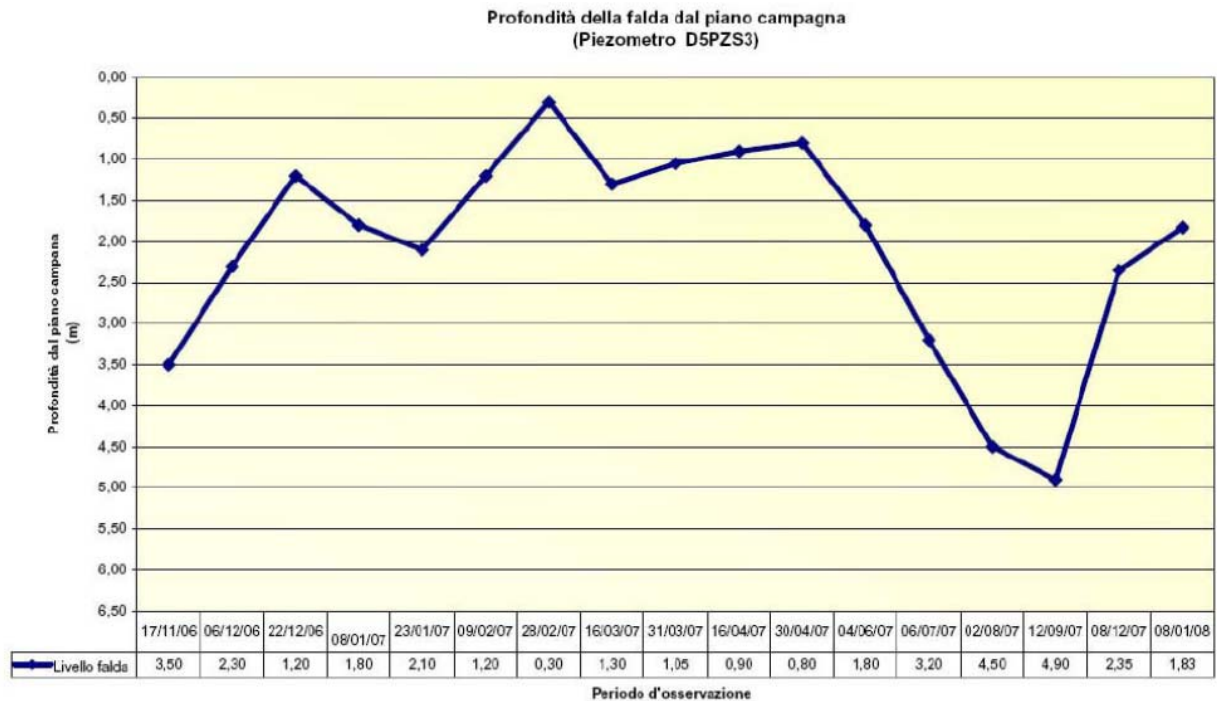


Figura 5.3: DA05 – Livello di falda misurato in D5PZS3 prima dell'esecuzione riempimento

Tabella 5.2: Letture al piezometro BH101PZ

DATA	Cella 1 (-5.00 m)	Cella 2 (-25 m)
23/11/16	3.45	11.20
24/11/16	3.68	11.65
25/11/16	3.74	11.67
26/11/16	3.75	11.70
28/11/16	3.73	11.70
29/11/16	3.70	11.70
30/11/16	3.70	11.70
01/12/16	3.70	11.70
02/12/16	3.70	11.70
05/12/16	3.70	11.70
06/12/16	3.70	11.70
07/12/16	3.70	11.70

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 25 of 83	

Tabella 5.3: Letture al piezometro BH104PZ

<b>DATA</b>	<b>Piezometro a tubo aperto</b>
28/11/16	9.32
29/11/16	9.45
30/11/16	9.50
01/12/16	9.70
02/12/16	9.70
05/12/16	9.70
06/12/16	9.70
07/12/16	9.70

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 26 of 83	

## 6 PARAMETRI GEOTECNICI

La caratterizzazione geotecnica delle formazioni incontrate in sito si è basata sull'insieme delle informazioni desunte dai certificati dei sondaggi, dai risultati delle prove in sito (SPT, DPSH, ..) e delle prove di laboratorio effettuate su campioni, indisturbati e rimaneggiati, prelevati nei sondaggi.

Si evidenzia che i risultati delle prove di penetrazione dinamica di tipo DPSH essendo difficilmente correlabili ai parametri di resistenza e deformazione, sono stati trasformati in valori equivalenti di  $N_{SPT}$ , per mezzo della seguente relazione al fine di riferirsi a correlazioni geotecniche largamente riconosciute:

- $N_{SPT} = 1.5 \cdot N_{20 (DPSH)}$

### 6.1.1 Riempimento

I risultati delle prove disponibili eseguite in sito e in laboratorio possono essere sintetizzati come di seguito:

- Da un punto di vista granulometrico il materiale è descritto a natura prevalentemente coesiva. Il contenuto di fine è generalmente compreso tra il 50% e il 85% (si veda Figura 6.4)
- Il peso specifico naturale è variabile, compreso mediamente tra  $18 \text{ kN/m}^3$  e  $19.5 \text{ kN/m}^3$  (si veda la Figura 6.5)
- Il grado di saturazione è variabile tra 0.60 e 1.0 (si veda la Figura 6.6)
- Il contenuto d'acqua naturale è compreso nell'intervallo  $15 \div 30\%$  (si veda la Figura 6.7)
- L'indice dei vuoti è mediamente compreso tra 0.55 e 0.9 (si veda la Figura 6.8)
- I valori di limite liquido, limite plastico e indice di plasticità sono generalmente compresi rispettivamente tra 35% e 75%, tra 20% e 30% e  $15 \div 40\%$  (si veda da Figura 6.9 a Figura 6.11). L'indice di consistenza varia in media tra 1.0 e 1.5 (si veda la Figura 6.12).
- La classificazione sulla carta di plasticità di Casagrande indica che questo terreno è generalmente costituito argille inorganiche di medio-alta plasticità (si veda la Figura 6.13).

La resistenza a taglio non drenata valutata a partire dalle prove SPT ( $c_u \approx 5 \cdot N_{SPT}$  in kPa, Stroud, 1974) e DPSH (correlate ai valori di SPT) è generalmente compresa tra 20 kPa e 60 kPa (Figura 6.3a: Resistenza al taglio non drenata da prove SPT – Riempimento)

**DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT**  
**DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica**

Document number  
**IT-TPR-35-EPC1-120034**

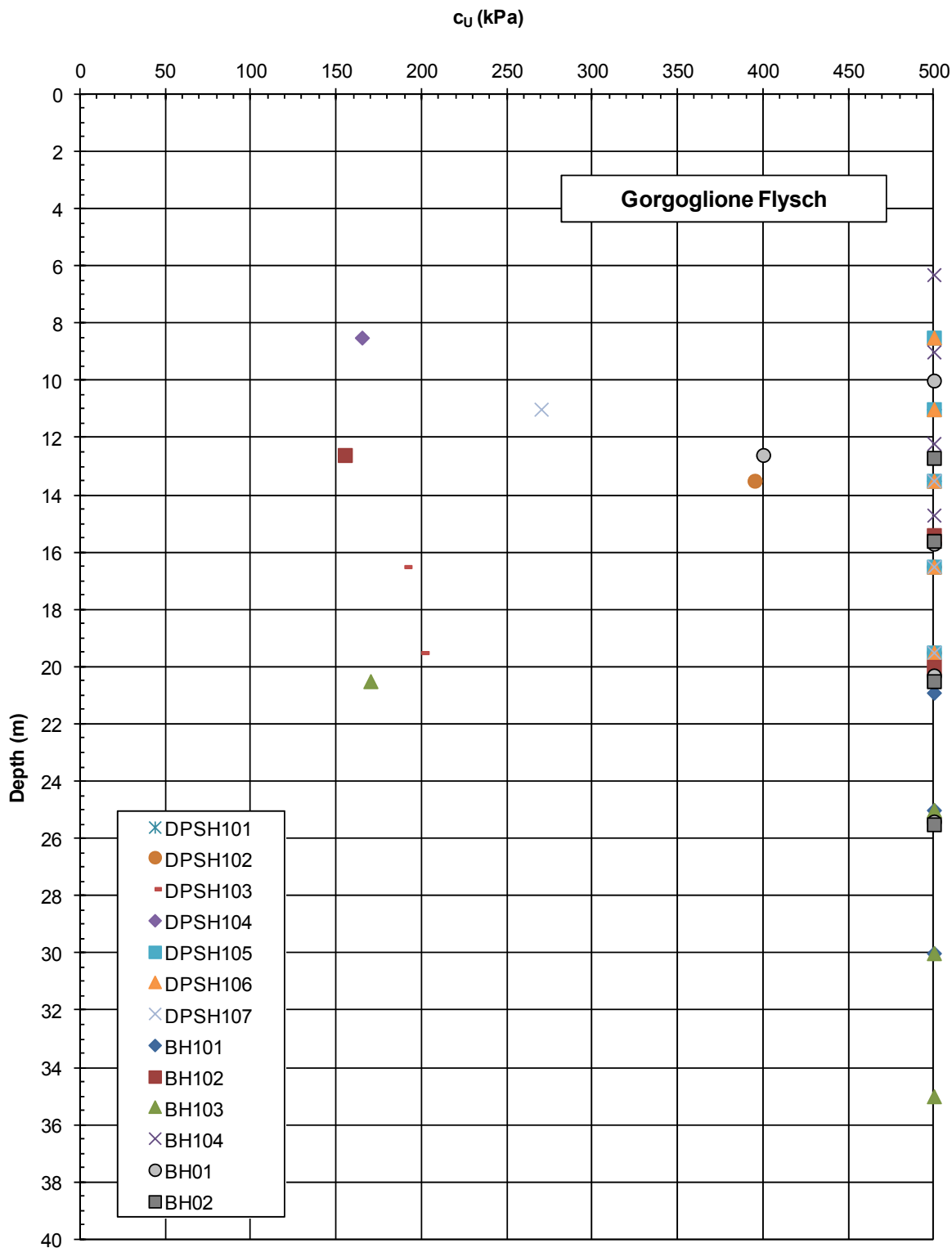
Revision **00** Status: **IFC**

Document Type : **REP** System / Subsystem : **00** Discipline : **GEO**

Rev Date : **23-Jan-2017**

CONTRACTOR document number : **TR01-AX-CG-T35000000001**

Page 27 of 83



- ), con locali valori più elevati fino a circa 100-150 kPa.

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 28 of 83	

Le prove di laboratorio TXUU mostrano valori comparabili con le misure ottenute dalle prove in sito (Figura 6.14).

- Con riferimento alla resistenza a taglio drenata, i seguenti valori sono stati stimati dalle prove triassiali consolidate-drenate (Figura 6.15)

$$c' = 4 \div 8 \text{ kPa}$$

$$\phi' = 18 \div 20^\circ$$

- Per la valutazione del modulo di taglio iniziale ( $G_0$ ) del terreno si fa generalmente riferimento ai valori della velocità delle onde di taglio  $V_s$  utilizzando la relazione:

$$G_0 = \frac{\gamma}{g} \cdot V_s^2$$

con:

$\gamma$  = peso di volume del terreno (assunto in questo caso pari a 19.0 kN/m<sup>3</sup>)

$g$  = accelerazione di gravità (9.81 m/s<sup>2</sup>)

$V_s$  = velocità delle onde di taglio (m/s)

Sono disponibili misure di onde di taglio da profili sismici MASW che forniscono valori del modulo di taglio iniziale variabile tra 70 e 85 MPa nei primi 7 m circa da p.c. e tra 120 e 150 MPa al di sotto di tale profondità.

Sono disponibili misure di onde di taglio da prove triassiali di laboratorio (Figura 6.16), che forniscono valori del modulo di taglio iniziale dell'ordine dei 40 ÷ 70 MPa.

Il corrispondente modulo di Young a piccole deformazioni  $E_0$  può essere calcolato usando la relazione elastica  $E_0 = 2(1+\nu)G_0$  e assumendo un coefficiente di Poisson  $\nu \sim 0.20$ .

- Il coefficiente di permeabilità valutato sulla base delle caratteristiche fisiche del materiale risulta compreso tra  $1 \cdot 10^{-10} \div 1 \cdot 10^{-9}$  m/s.

### 6.1.2 Flysch di Gorgoglione

Nel seguito si riassumono le proprietà fisico-meccaniche misurate per la formazione del Flysch di Gorgoglione. Sulla base di quanto rilevato, per quanto riguarda le proprietà fisiche della formazione in esame, non si riscontrano significative differenze nei valori misurati delle proprietà indice con la profondità, ovvero il Flysch di Gorgoglione, ed il Flysch di Gorgoglione Alterato presentano le medesime caratteristiche. Differenze possono riscontrarsi con riferimento alla resistenza a taglio non drenata e ai parametri di deformabilità. I dati sono in buon accordo con quanto rilevato all'interno dell'area del Centro Olii.

I risultati delle prove disponibili eseguite in sito e in laboratorio possono essere sintetizzati come di seguito:

- Da un punto di vista granulometrico il materiale è descritto a natura prevalentemente coesiva. Il contenuto di fine è generalmente compreso tra il 65% e il 95% (si veda la Figura 6.17)
- Il peso specifico naturale è variabile compreso mediamente tra 19.5 kN/m<sup>3</sup> e 21 kN/m<sup>3</sup> (si veda la Figura 6.18)
- Il grado di saturazione è variabile tra 0.55 e 0.80 (si veda la Figura 6.19)
- Il contenuto d'acqua naturale è compreso nell'intervallo 10 ÷ 20% (si veda la Figura 6.20)

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 29 of 83	

- L'indice dei vuoti è mediamente compreso tra 0.40 e 0.65 (si veda la Figura 6.21)
- I valori di limite liquido, limite plastico e indice di plasticità sono generalmente compresi rispettivamente tra 30% e 40%, tra 15% e 25% e 10 ÷ 25% (si veda da Figura 6.22 a Figura 6.24). L'indice di consistenza varia in media tra 1.0 e 2.0 (si veda la Figura 6.25) crescente con la profondità.
- La classificazione sulla carta di plasticità di Casagrande indica che questo terreno è generalmente costituito argille inorganiche di medio plasticità (si veda la Figura 6.26).
- Gli stati iniziali in sito in termini di indice dei vuoti normalizzato ( $I_{v0}$ ) e della tensione efficace geostatica verticale ( $\sigma_{v0}'$ ) sono riportati in Figura 6.27; essi sono confrontati con la linea di compressibilità intrinseca (ICL); sia il parametro  $I_{v0}$  che l'ICL sono stati stimati in accordo alla formulazione proposta da Burland (1990). La Figura 6.27 mostra chiaramente che i depositi sono caratterizzati da stati iniziali generalmente collocati al di sotto della linea ICL; questo è indice di materiali aventi microstruttura stabile, meccanicamente sovraconsolidati (con valori del grado di sovraconsolidazione OCR significativamente maggiori di 4 ÷ 5) il cui comportamento può essere modellato in accordo ai principi forniti dalla Meccanica dello Stato Critico.

La resistenza a taglio non drenata valutata a partire dalle prove SPT ( $c_u \approx 5 \cdot N_{SPT}$  in kPa, Stroud,1974) e DPSH (correlate ai valori di SPT) è generalmente compresa tra 120 ÷ 200 kPa per il Flysch alterato, e maggiore di 200 kPa per la parte intatta (si veda la Figura 6.3a:

Resistenza al taglio non drenata da prove SPT – Riempimento



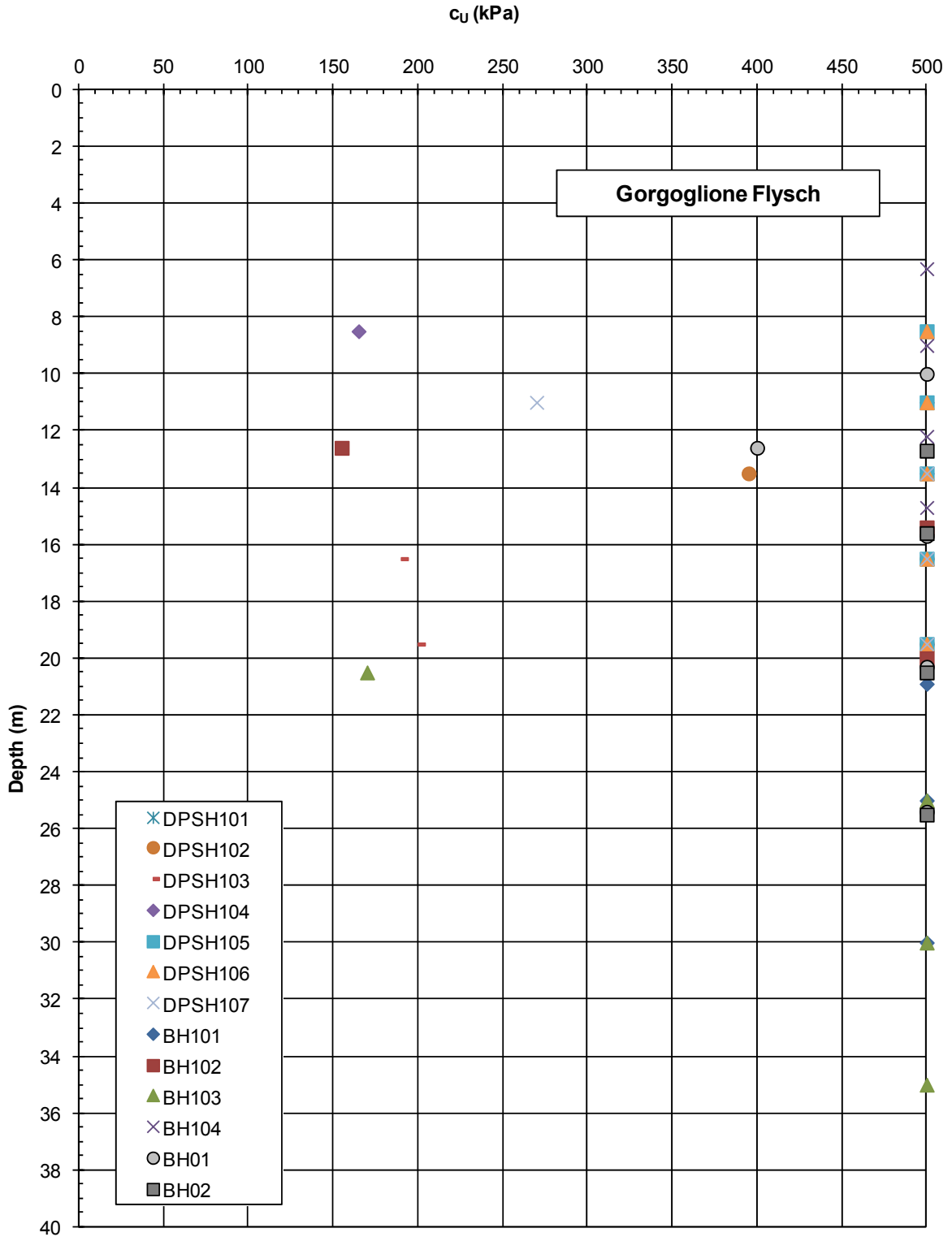
**DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT**  
**DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica**

Document number  
**IT-TPR-35-EPC1-120034**

Revision **00**      Status: **IFC**

Document Type : **REP**      System / Subsystem : **00**      Discipline : **GEO**      Rev Date : **23-Jan-2017**

CONTRACTOR document number : **TR01-AX-CG-T35000000001**      Page 30 of 83



▪ ).

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 31 of 83	

Le prove di laboratorio TXUU mostrano valori di  $c_u$  dell'ordine dei 100 kPa per la parte alterata, e di 110 ÷ 200 kPa per la parte intatta (Figura 6.28).

- Con riferimento alla resistenza a taglio drenata, sono disponibili prove di taglio diretto (Figura 6.29) e prove triassiali consolidate drenate (Figura 6.31). Come anticipato non si rilevano particolari differenze in termini di resistenza drenata tra la parte alterata e intatta del Flysch.

Considerando il generale basso livello di saturazione dei campioni provati, tenendo conto che questo può condurre nelle prove di taglio diretto ad una sovrastima della resistenza misurata, i seguenti valori sono stati stimati dalle prove di taglio disponibili:

$$c' = 15 \div 25 \text{ kPa}$$

$$\phi' = 21.5$$

Tali valori risultano in accordo a quanto rilevato durante le campagne di indagine condotte all'interno del centro Olii.

Per gli scopi di progetto, sulla base di quanto discusso precedentemente, si è ritenuto opportuno non differenziare la parte alterata da quella intatta per quanto concerne la resistenza a taglio drenata. In particolari per le verifiche di progetto delle strutture proposte si raccomandano i seguenti valori:

$$c' = 15 \text{ kPa}$$

$$\phi' = 21.5^\circ$$

Valori dell'angolo d'attrito residuo  $\phi_r' = 12^\circ$  sono stati valutati per mezzo delle prove TD residuo (si veda Figura 6.30).

- Per la valutazione del modulo di taglio iniziale ( $G_0$ ) del terreno si fa generalmente riferimento ai valori della velocità delle onde di taglio  $V_s$  utilizzando la relazione:

$$G_0 = \frac{\gamma}{g} \cdot V_s^2$$

con:

$\gamma$  = peso di volume del terreno (assunto in questo caso pari a 20.0 kN/m<sup>3</sup>)

$g$  = accelerazione di gravità (9.81 m/s<sup>2</sup>)

$V_s$  = velocità delle onde di taglio (m/s)

Sono disponibili misure di onde di taglio da profili sismici MASW che forniscono valori del modulo di taglio iniziale variabile tra 520 e 650 MPa per la parte intatta, e di 250 ÷ 320 MPa per la parte alterata.

Prove triassiali di laboratorio (Figura 6.33), forniscono valori del modulo di taglio iniziale significativamente inferiori, variabili tra 110 e 140 MPa per la parte intatta tra 40 e 80 MPa per la parte alterata.

Il corrispondente modulo di Young a piccole deformazioni  $E_0$  può essere calcolato usando la relazione elastica  $E_0 = 2(1+\nu)G_0$  e assumendo un coefficiente di Poisson  $\nu \sim 0.20$ .

- Il coefficiente di permeabilità ottenuto dall'interpretazione delle prove di laboratorio e da correlazioni empiriche (Feng, 1991) è riportato in Figura 6.32; esso risulta compreso tra  $1 \cdot 10^{-11} \div 1 \cdot 10^{-9}$  m/s. E' ragionevole ipotizzare che i valori in sito siano superiori, anche di 1 o 2 ordini di grandezza, a quelli determinati sui provini di laboratorio, in ragione delle ridotte

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 32 of 83	

dimensioni dei campioni sottoposti alle prove, che possono non essere rappresentativi del comportamento idraulico della formazione nel suo insieme.

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 33 of 83	

## 6.2 Caratterizzazione geotecnica di progetto

Sulla base dei dati disponibili, i valori caratteristici (definiti come una stima cautelativa del valore che interessa il verificarsi di un particolare stato limite) dei principali parametri geotecnici raccomandati per la progettazione delle opere previste nell'impianto sono riportati nella Tabella 6.1.

Tabella 6.1: Parametri geotecnici – Valori caratteristici

	Riempimento	Flysch di Gorgoglione alterato <sup>(1)</sup>	Flysch di Gorgoglione <sup>(1)</sup>
$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	18 ÷ 19	20	20.5
$\phi_k'$ (°)	18 ÷ 20	21.5	21.5
$c_k'$ (kPa)	4 ÷ 8	15	15
$\phi_{r_k}'$ (°)	-	12	12
$c_{uk}$ (kPa)	30 + 5·z <sup>(3)</sup>	120 ÷ 200	250 ÷ 300 <sup>(2)</sup>
$G_0$ (MPa)	min 40 ÷ 70 <sup>(2)</sup> max 70 ÷ 150 <sup>(4)</sup>	min 80 ÷ 160 <sup>(2)</sup> max 250 ÷ 320 <sup>(4)</sup>	520 ÷ 650 <sup>(4)</sup>
$E_0$ (MPa)	2.4 $G_0$	2.4 $G_0$	2.4 $G_0$
$E'_{op}$ (MPa) <sup>(5)</sup>	10 ÷ 18 <sup>(2)</sup>	40	≥ 120
NOTE: <sup>(1)</sup> in accordo ai risultati ottenuti dalle prove condotte su campioni prelevati all'interno del Centro Oli, a causa dei pochi dati disponibili <sup>(2)</sup> valori crescenti con la profondità <sup>(3)</sup> z = profondità dal tetto dello strato <sup>(4)</sup> Valori misurati da prove sismiche MASW <sup>(5)</sup> Valori operativi del modulo elastico di Young da adottarsi nel calcolo dei cedimenti di fondazioni superficiali			

con:

$\gamma$  = peso di volume naturale

$\phi_k'$  = valore caratteristico dell'angolo di attrito

$c_k'$  = valore caratteristico della resistenza al taglio in condizioni drenate

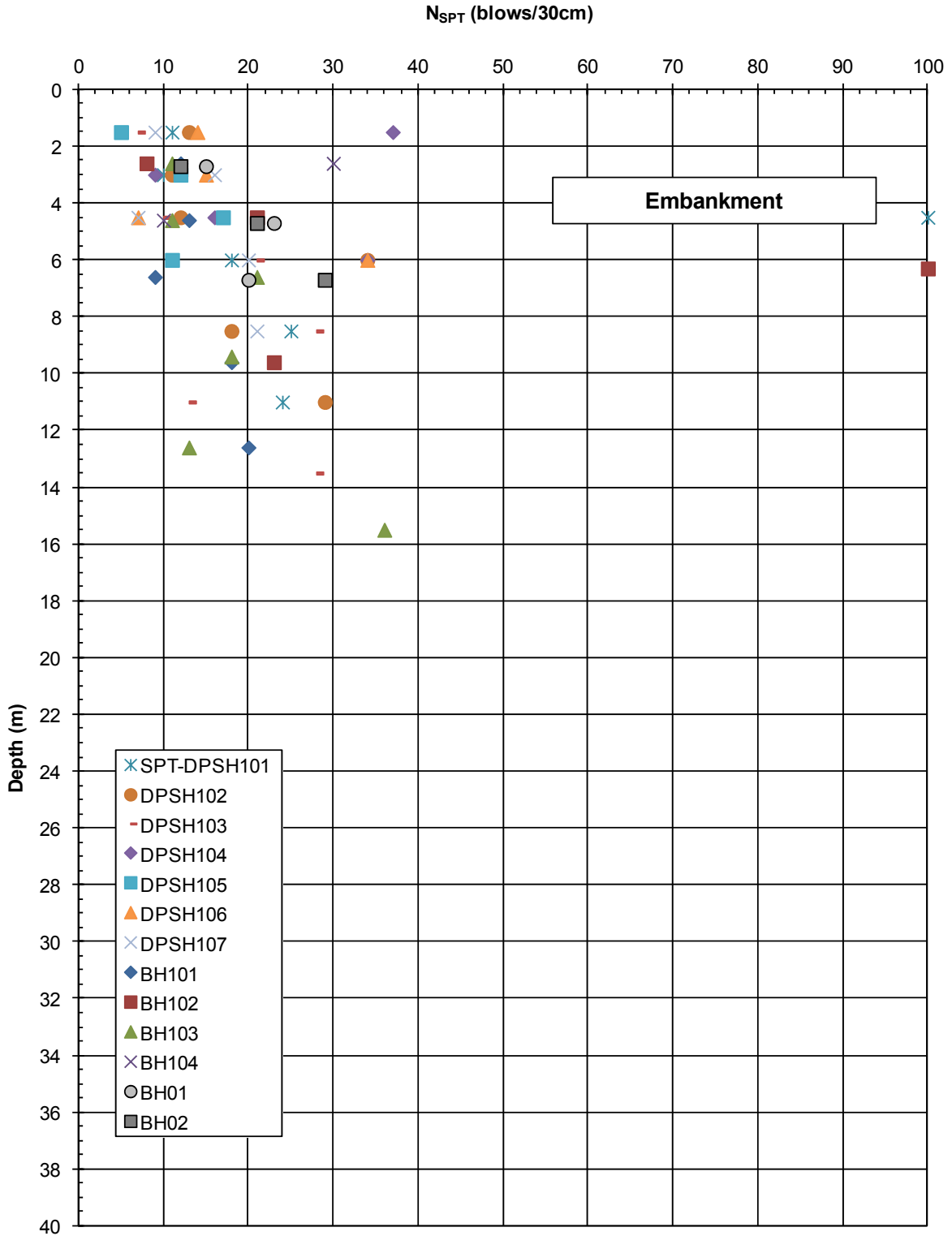
$c_{uk}$  = valore caratteristico della coesione non drenata

$G_0$  = modulo di taglio iniziale

$E_0$  = modulo di taglio iniziale

$E'_{op}$  = valore operativo del modulo di Young.

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 34 of 83	





**DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL  
REPORT  
DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione  
Geotecnica**

Document number  
**IT-TPR-35-EPC1-120034**

Revision **00** Status: **IFC**

Document Type : **REP** System / Subsystem : **00** Discipline : **GEO**

Rev Date : **23-Jan-2017**

CONTRACTOR document number : **TR01-AX-CG-T35000000001**

Page 35 of 83

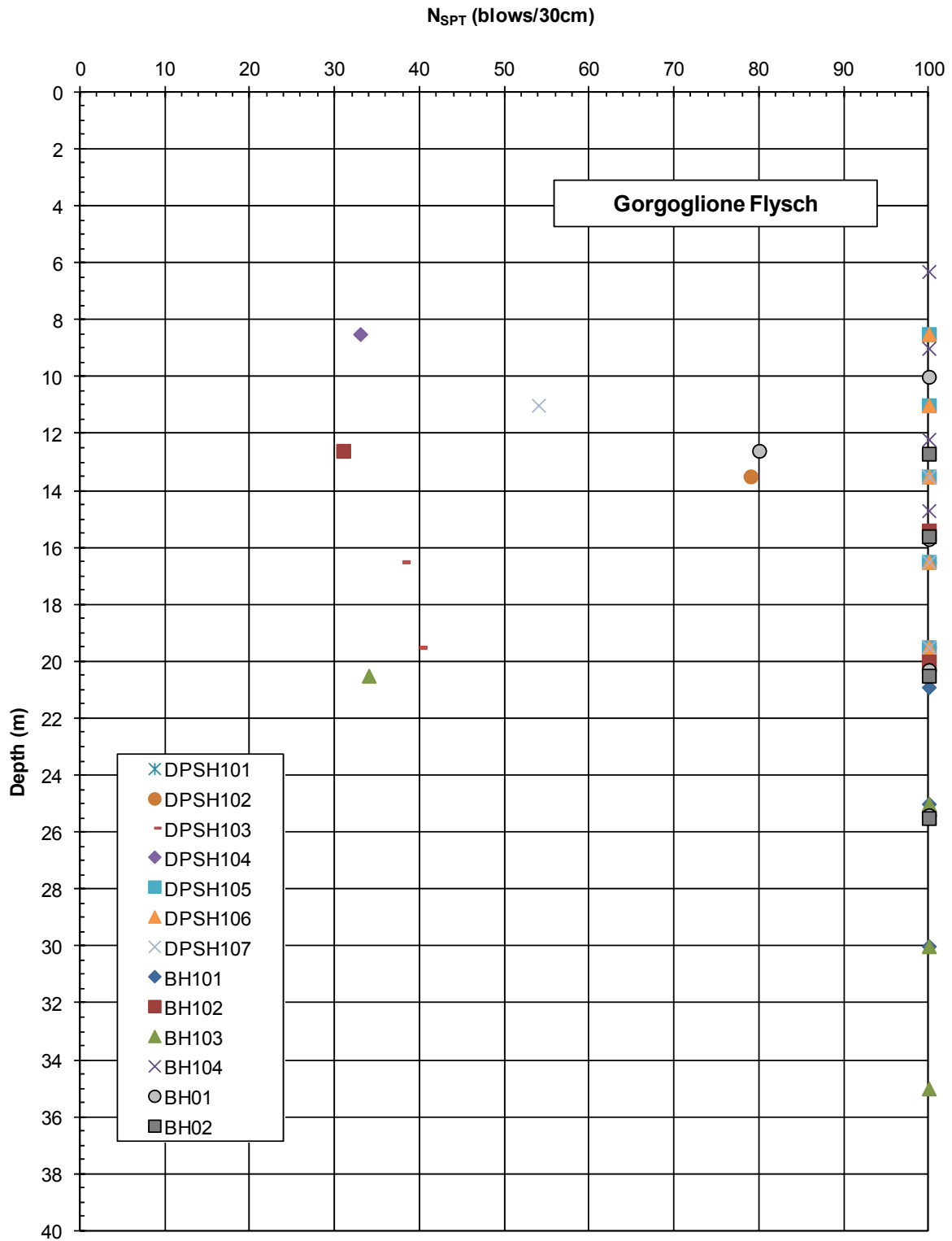


Figura 6.1b: Risultati prove SPT – Flysch di Gorgoglione

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 36 of 83	

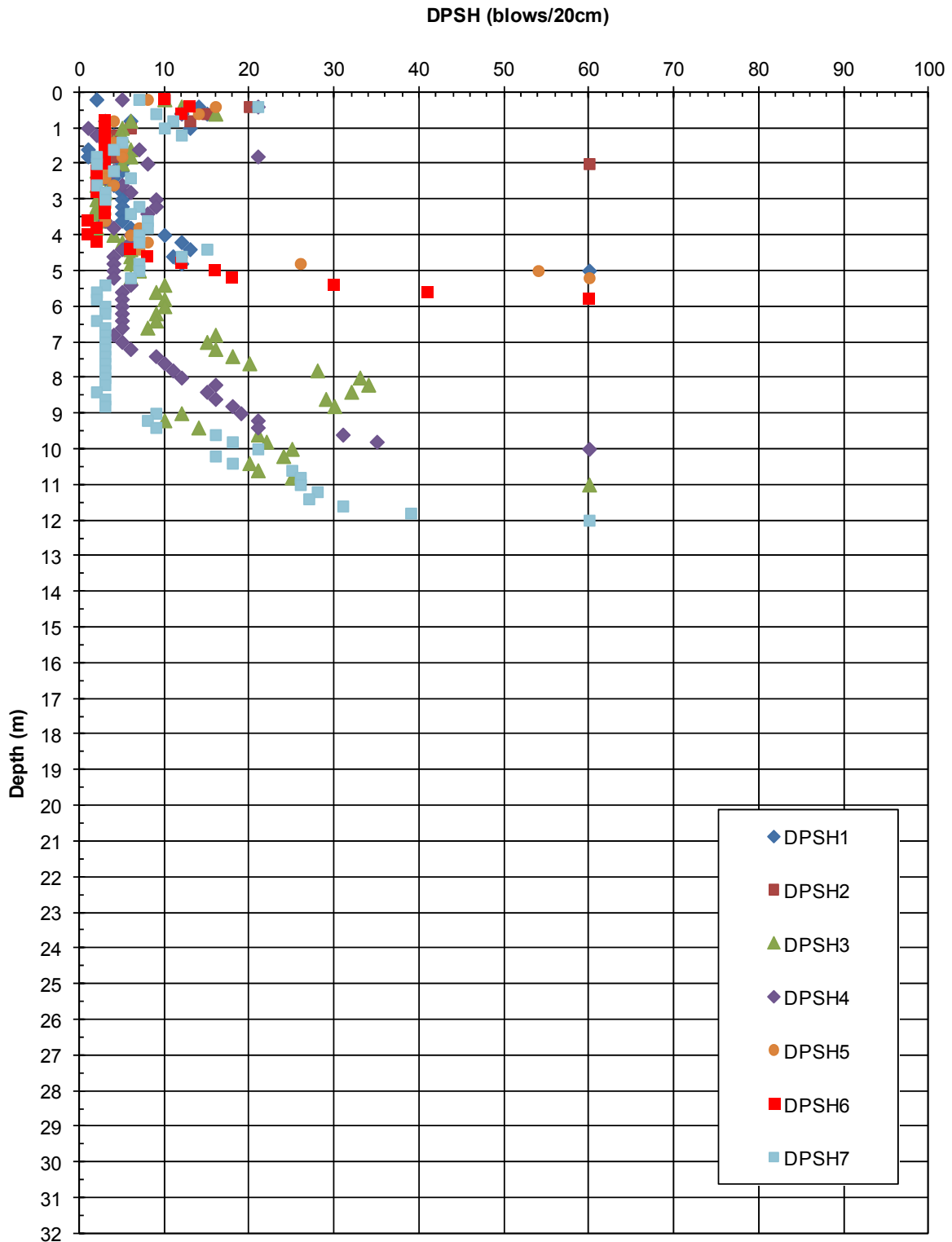


Figura 6.2: Risultati prove penetrometriche dinamica di tipo DPSH (campagna 2015)

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 37 of 83	

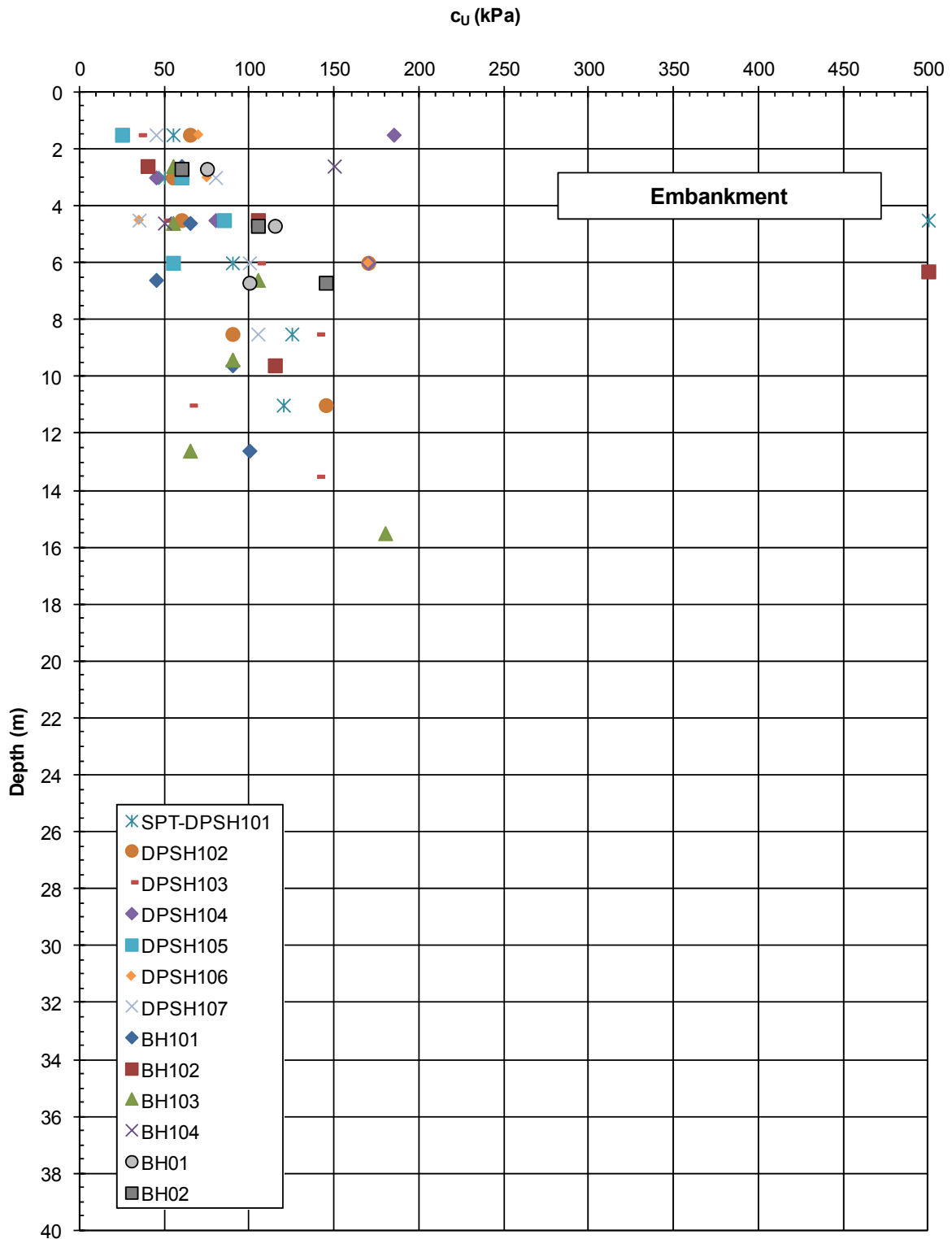


Figura 6.3a: Resistenza al taglio non drenata da prove SPT – Riempimento

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 38 of 83	

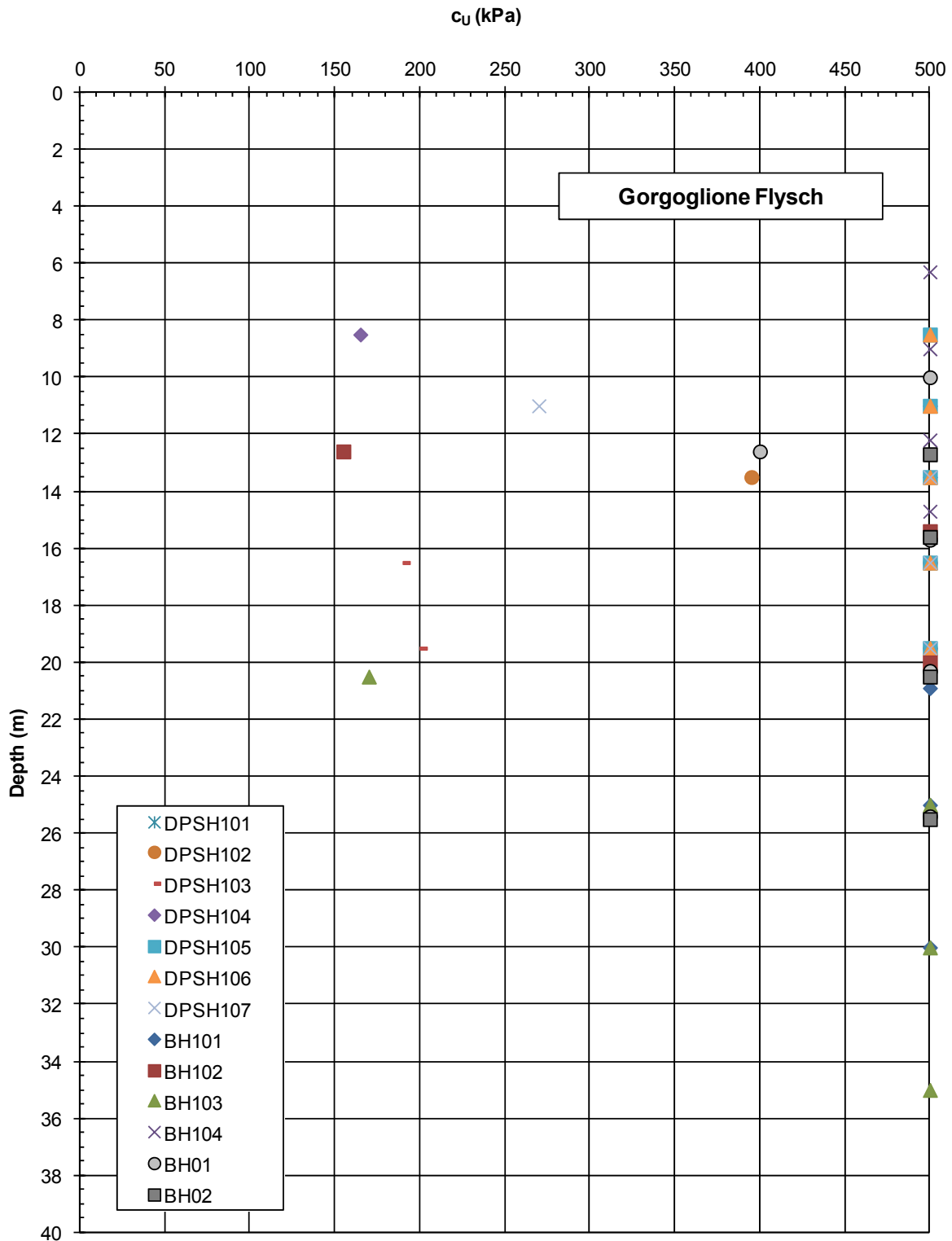


Figura 6.3b: Resistenza al taglio non drenata da prove SPT – Flysch di Gorgoglione

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 39 of 83	

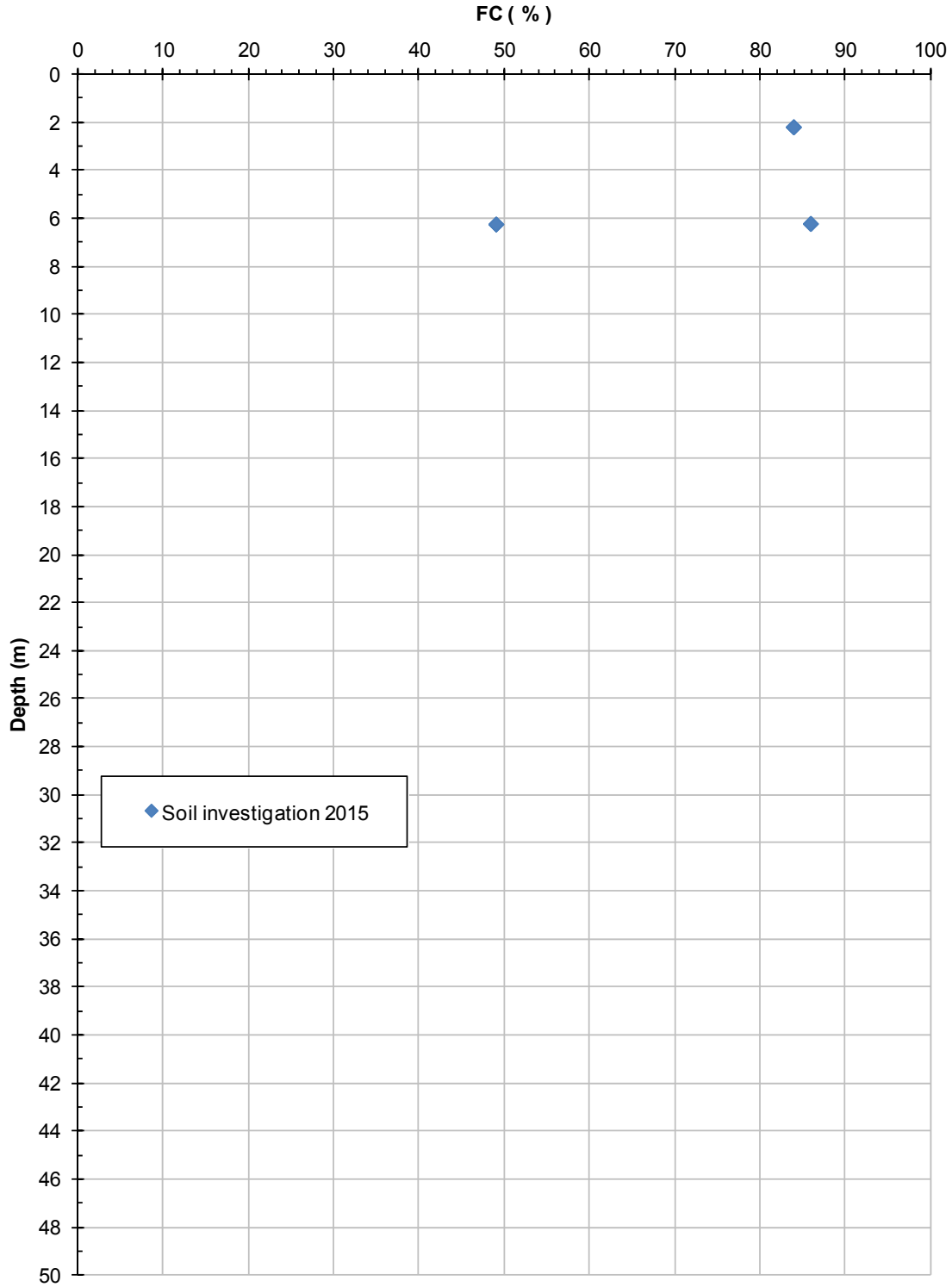


Figura 6.4: Riempimento – Conenuto di Fine



<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 40 of 83	

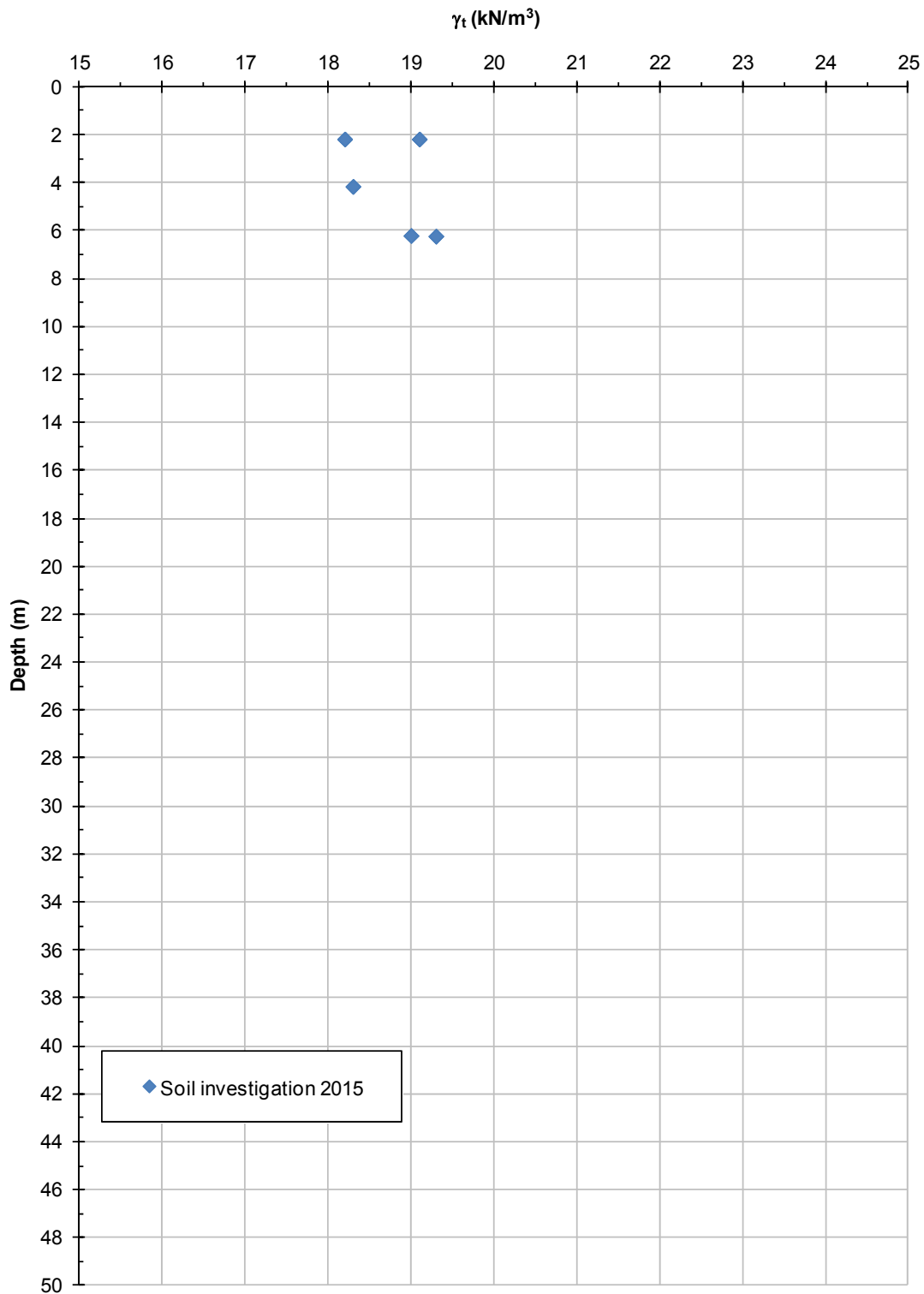


Figura 6.5: Riempimento – Peso Specifico

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 41 of 83	

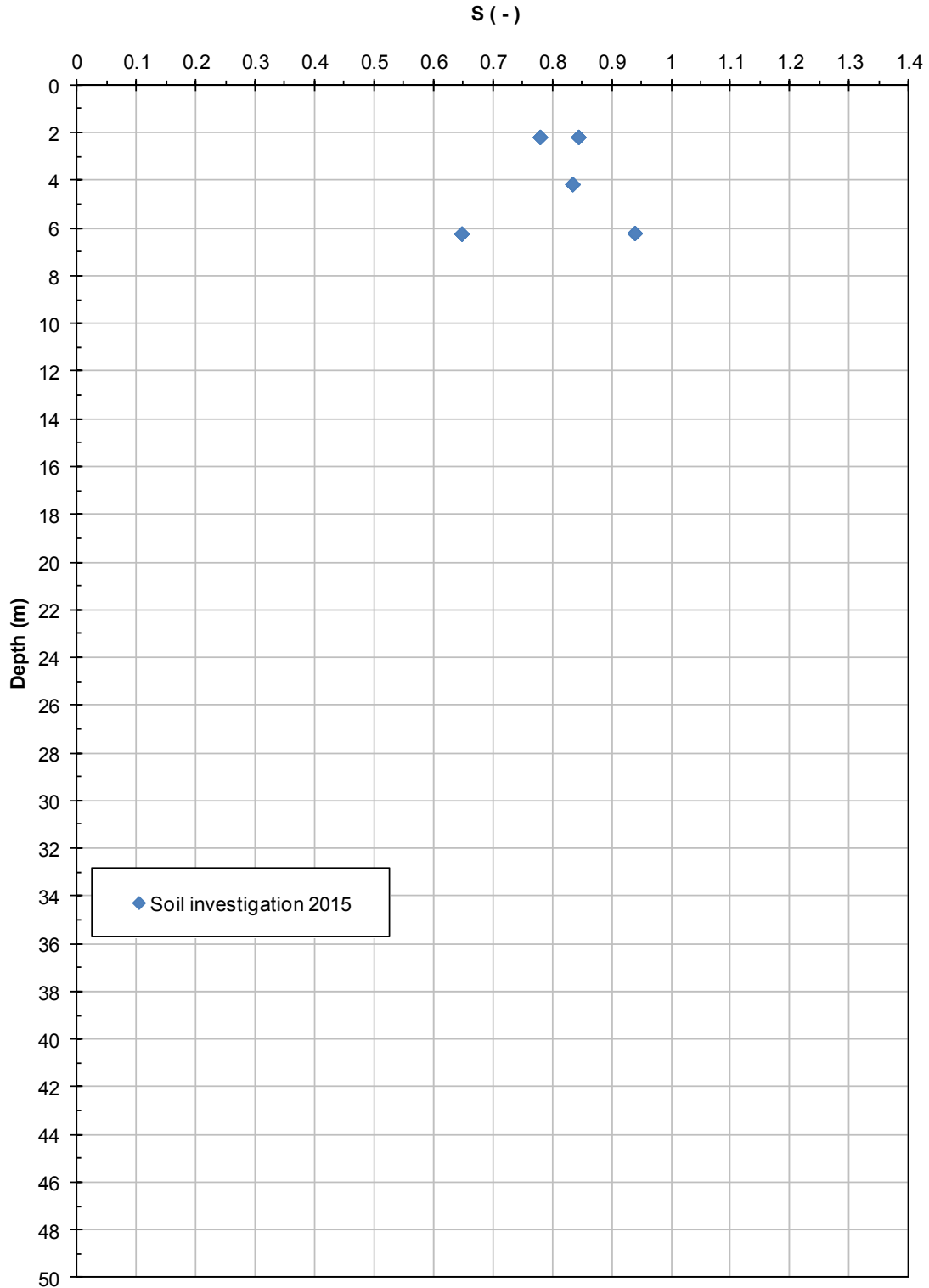


Figura 6.6: Riempimento – Grado di Saturazione

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 42 of 83	

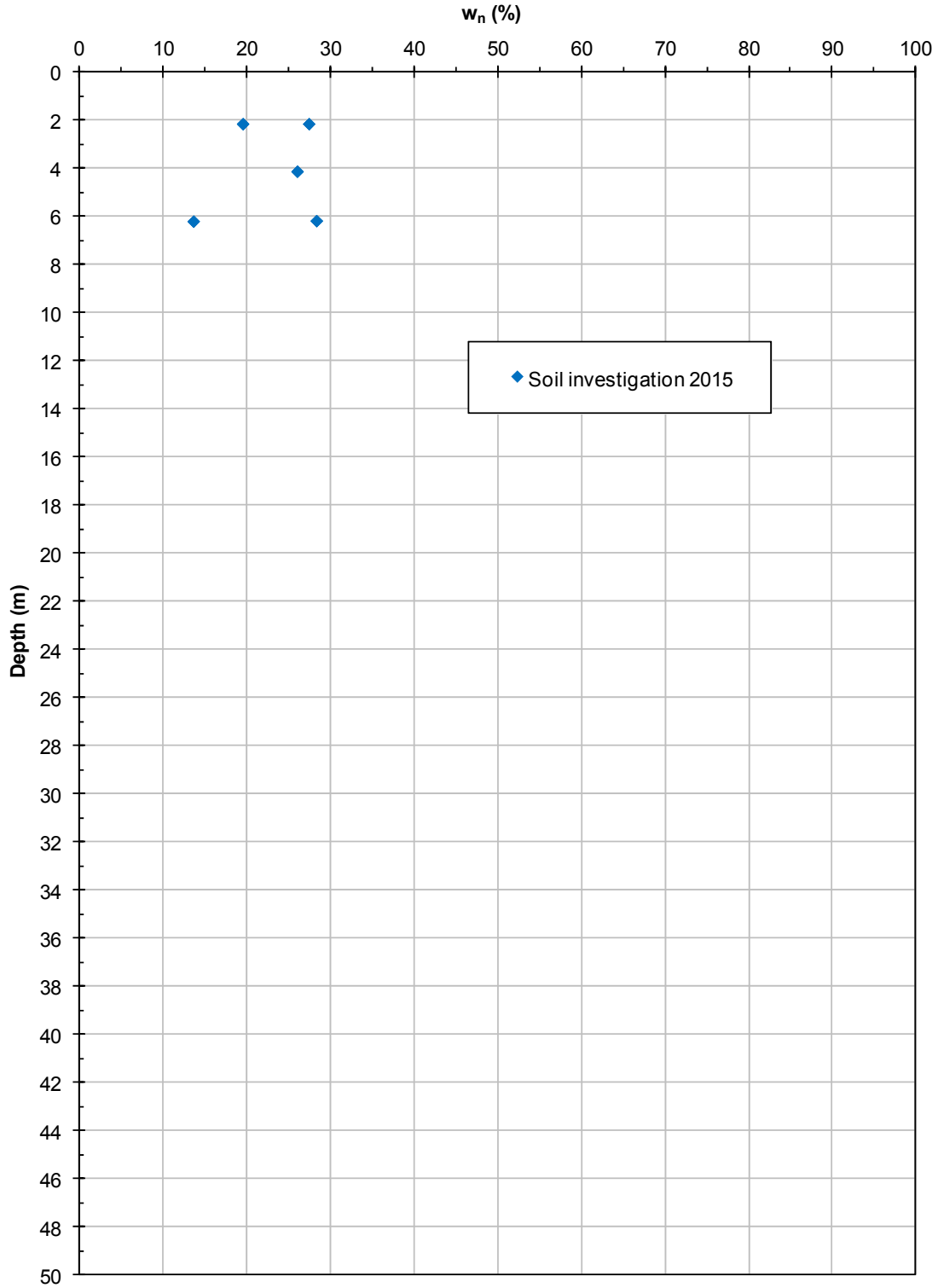


Figura 6.7: Riempimento – Contenuto d’acqua naturale

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 43 of 83	

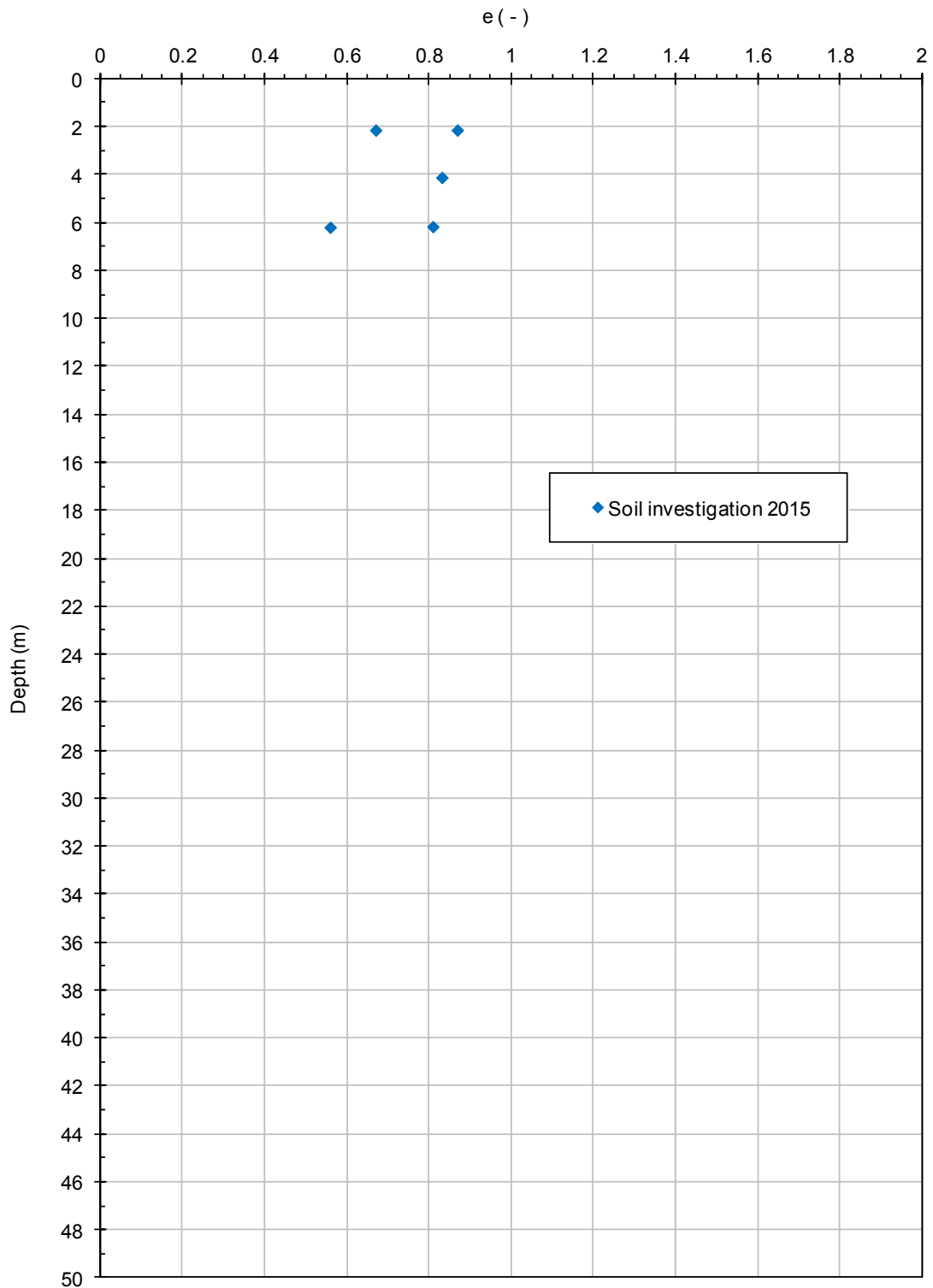


Figura 6.8: Riempimento – Indice dei vuoti

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 44 of 83	

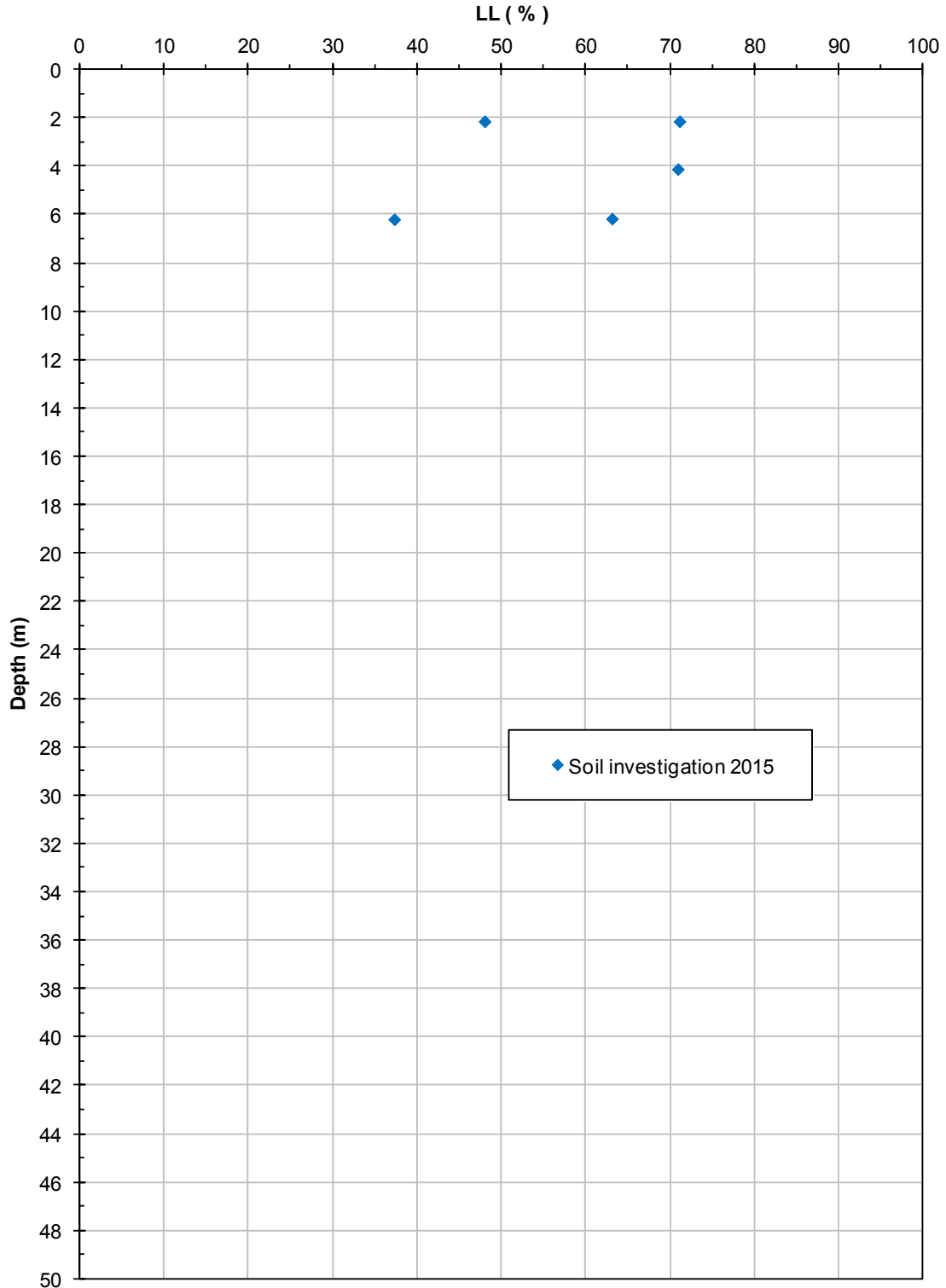


Figura 6.9: Riempimento – Limite liquido

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 45 of 83	

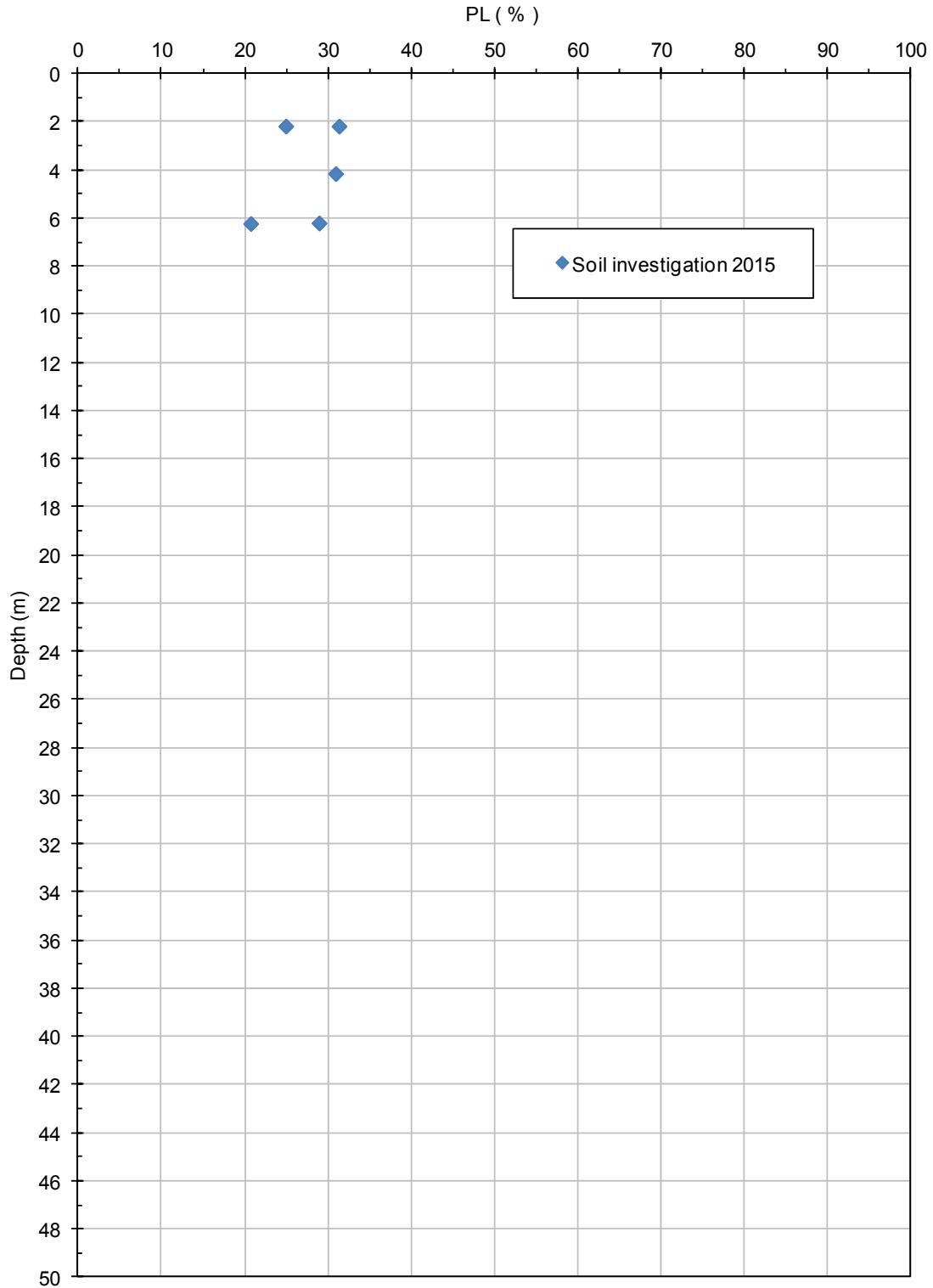


Figura 6.10: Riempimento – Limite Plastico

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 46 of 83	

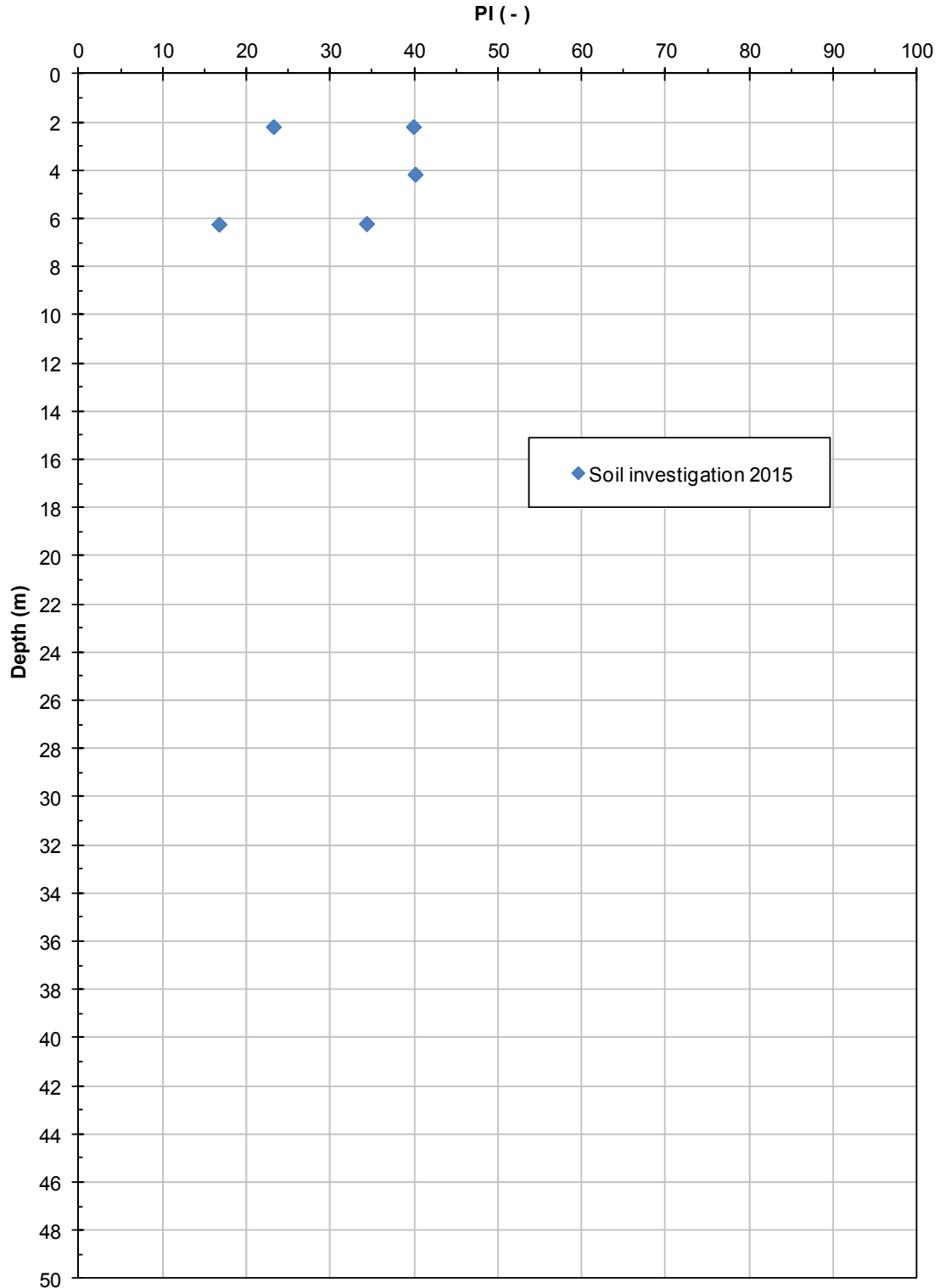


Figura 6.11: Riempimento – Indice di plasticità



<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 47 of 83	

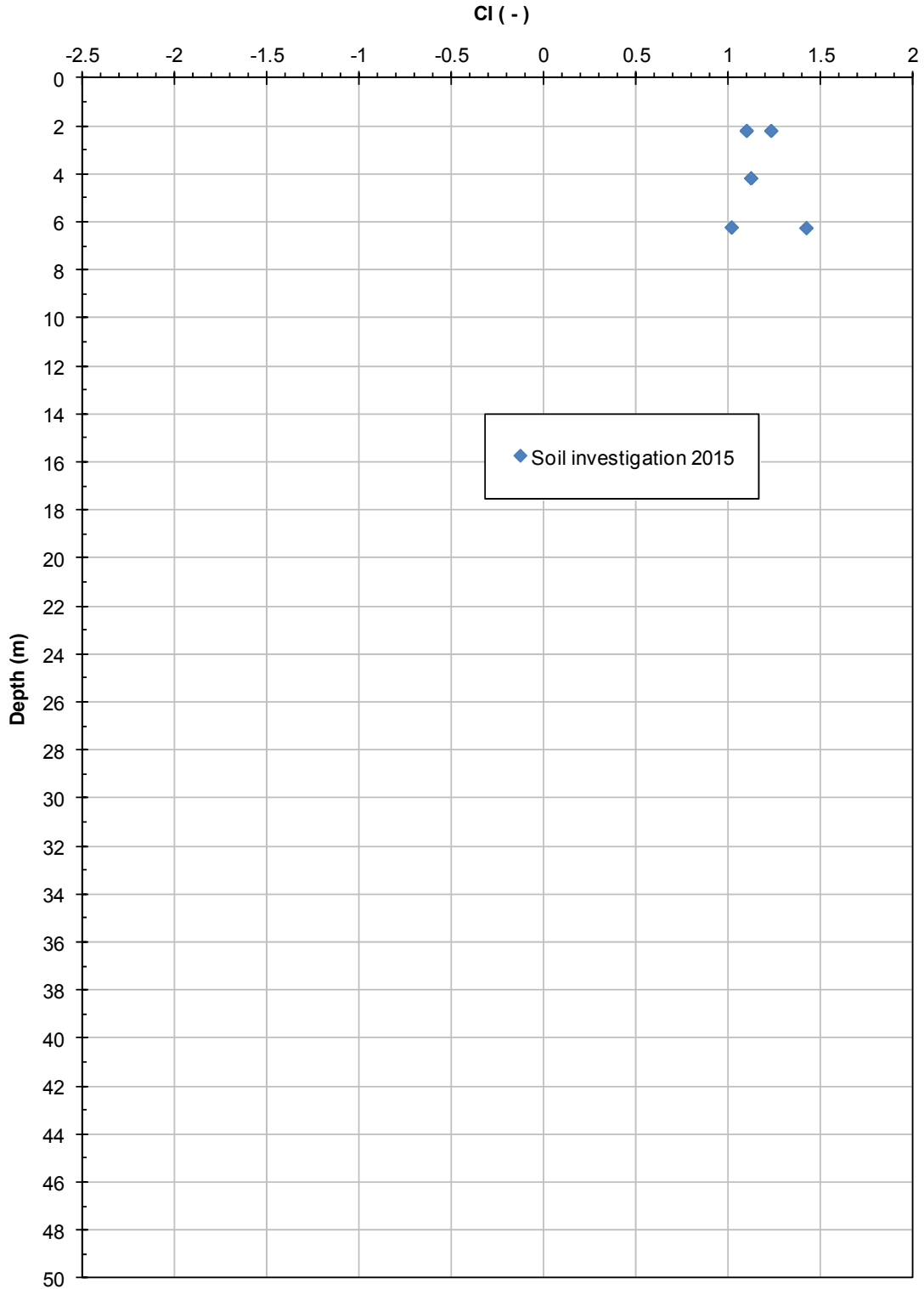


Figura 6.12: Riempimento – Indice di consistenza

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 48 of 83	

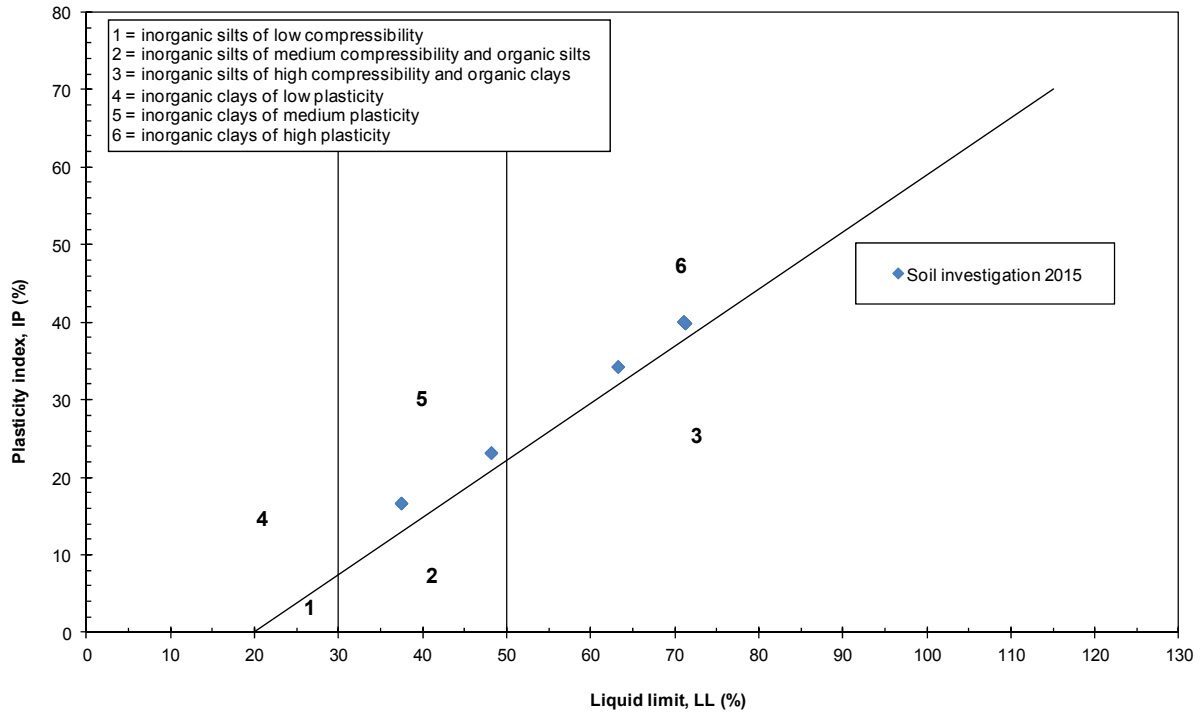


Figura 6.13: Riempimento – Carta di Casagrande

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 49 of 83	

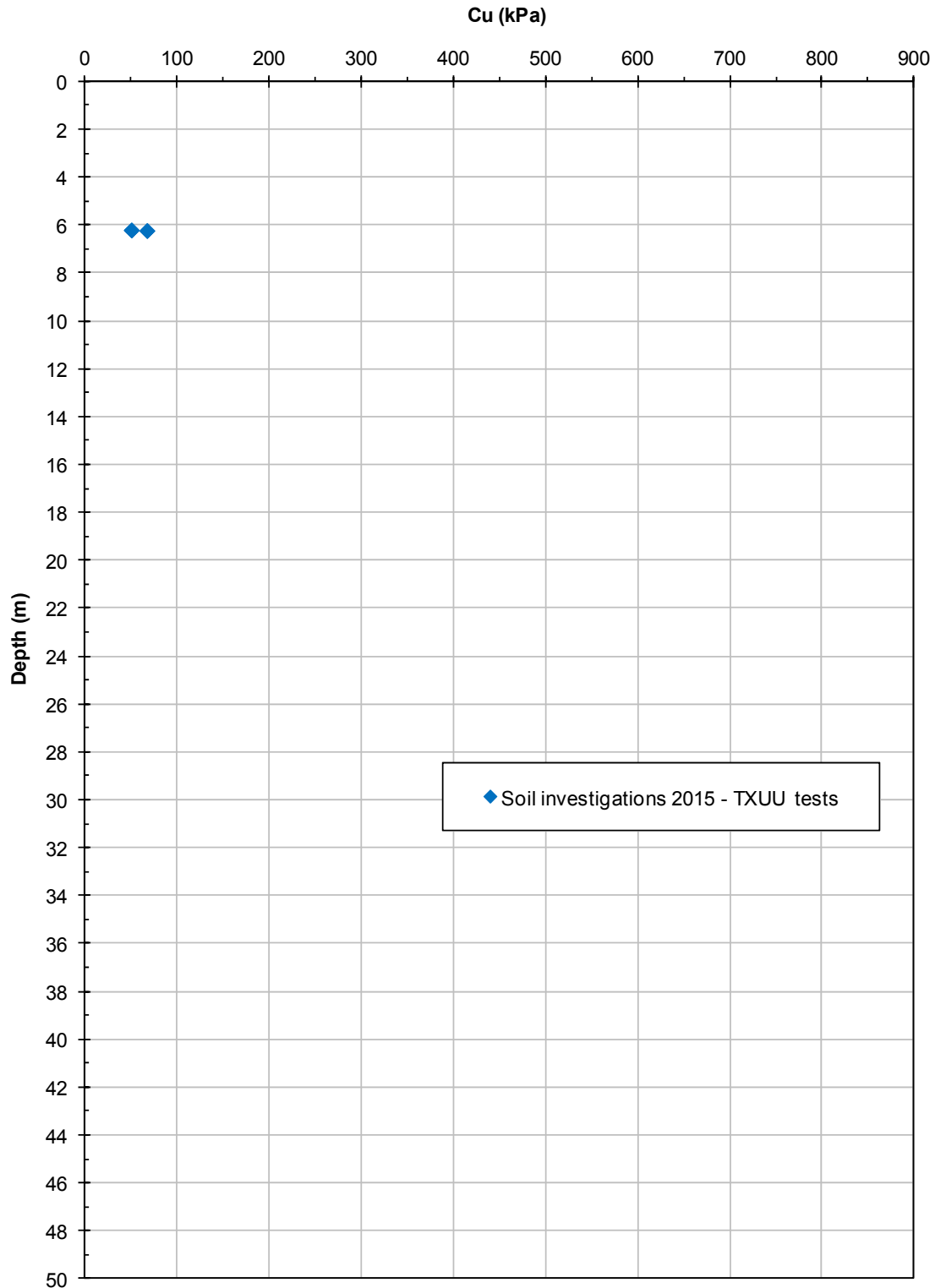


Figura 6.14: Riempimento – Resistenza a taglio non drenata da prove di laboratorio

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 50 of 83	

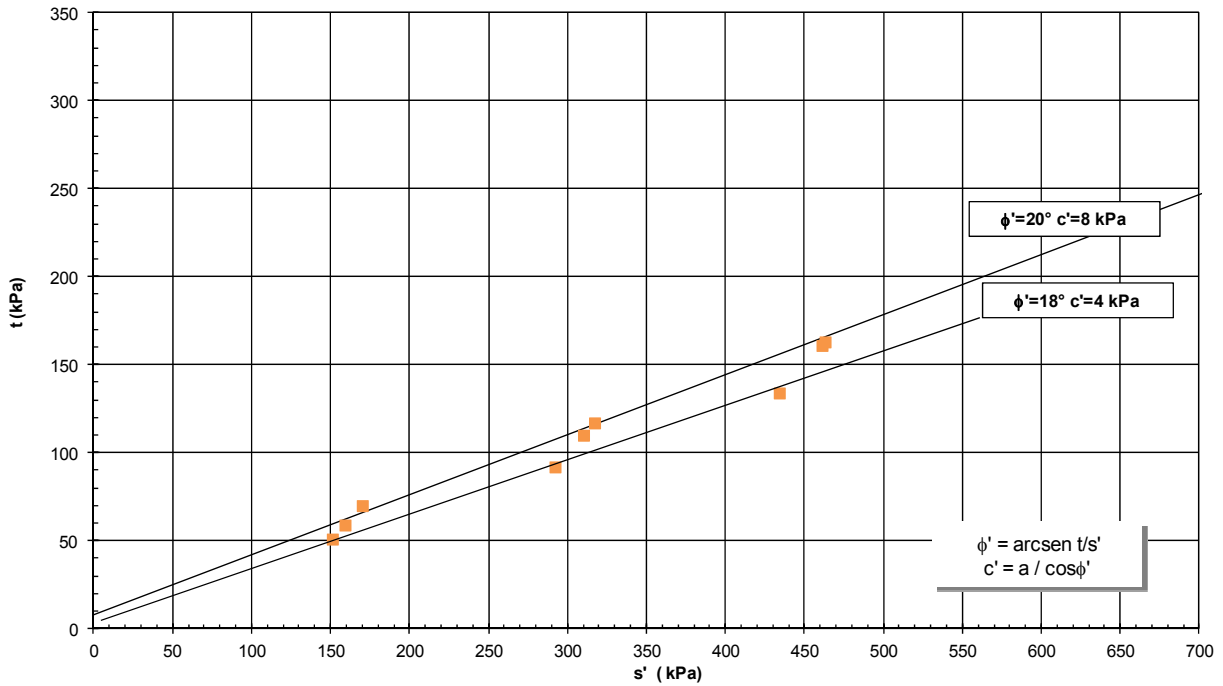


Figura 6.15: Riempimento – prove TXCID

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 51 of 83	

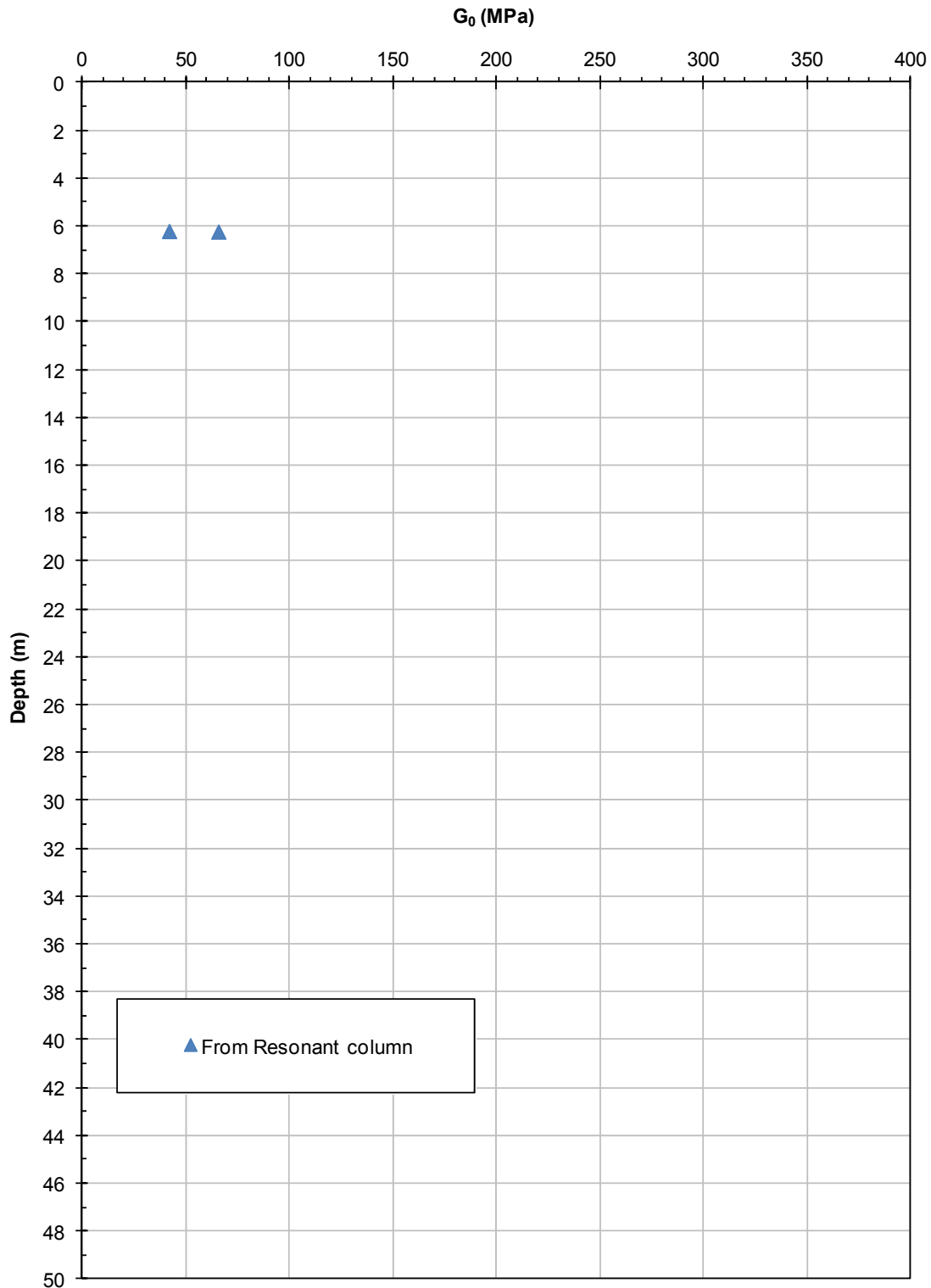


Figura 6.16: Riempimento – Modulo di taglio a piccole deformazioni da prove di laboratorio

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 52 of 83	

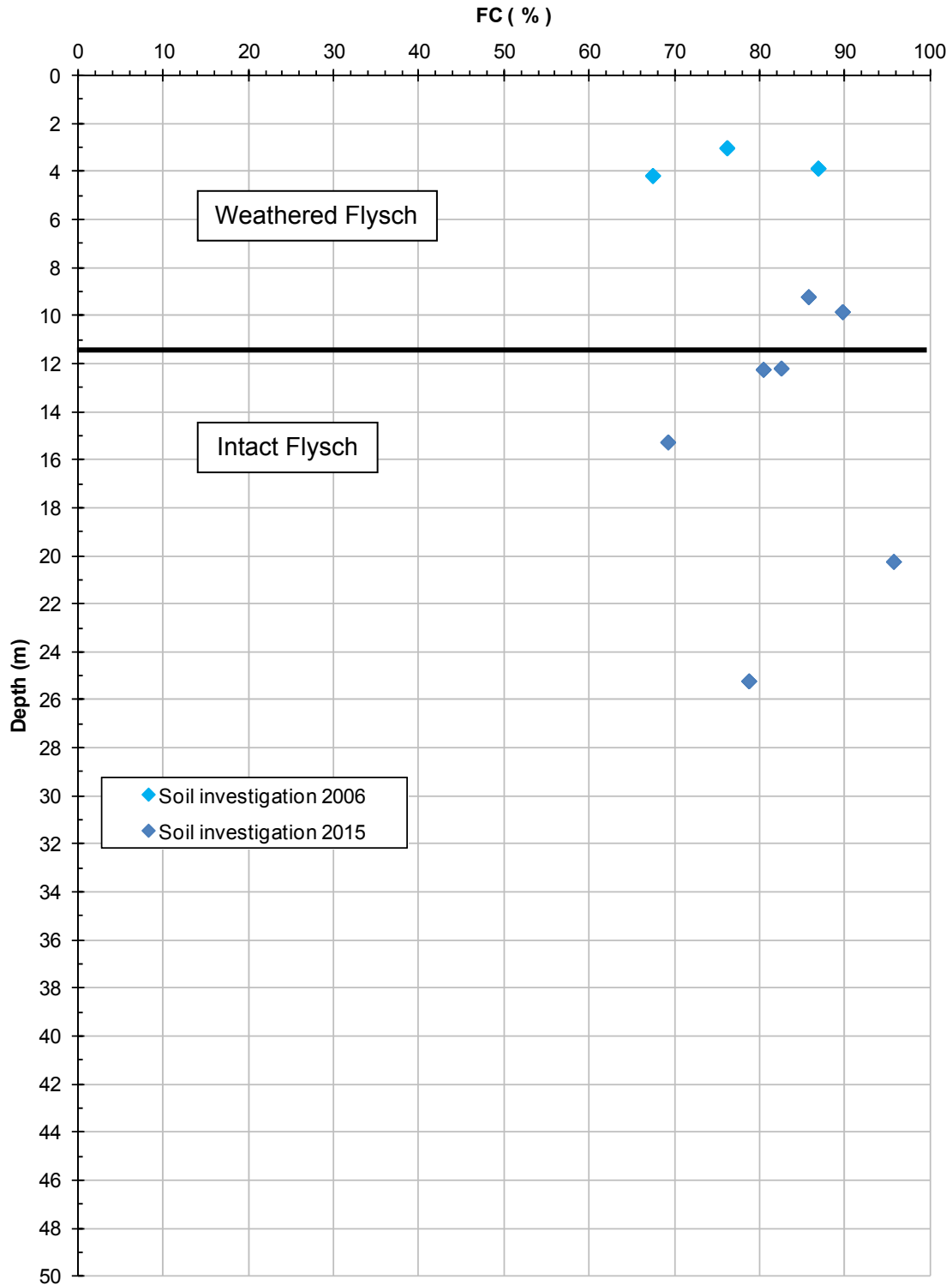


Figura 6.17: Flysch di Gorgoglione – Contenuto di Fine

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 53 of 83	

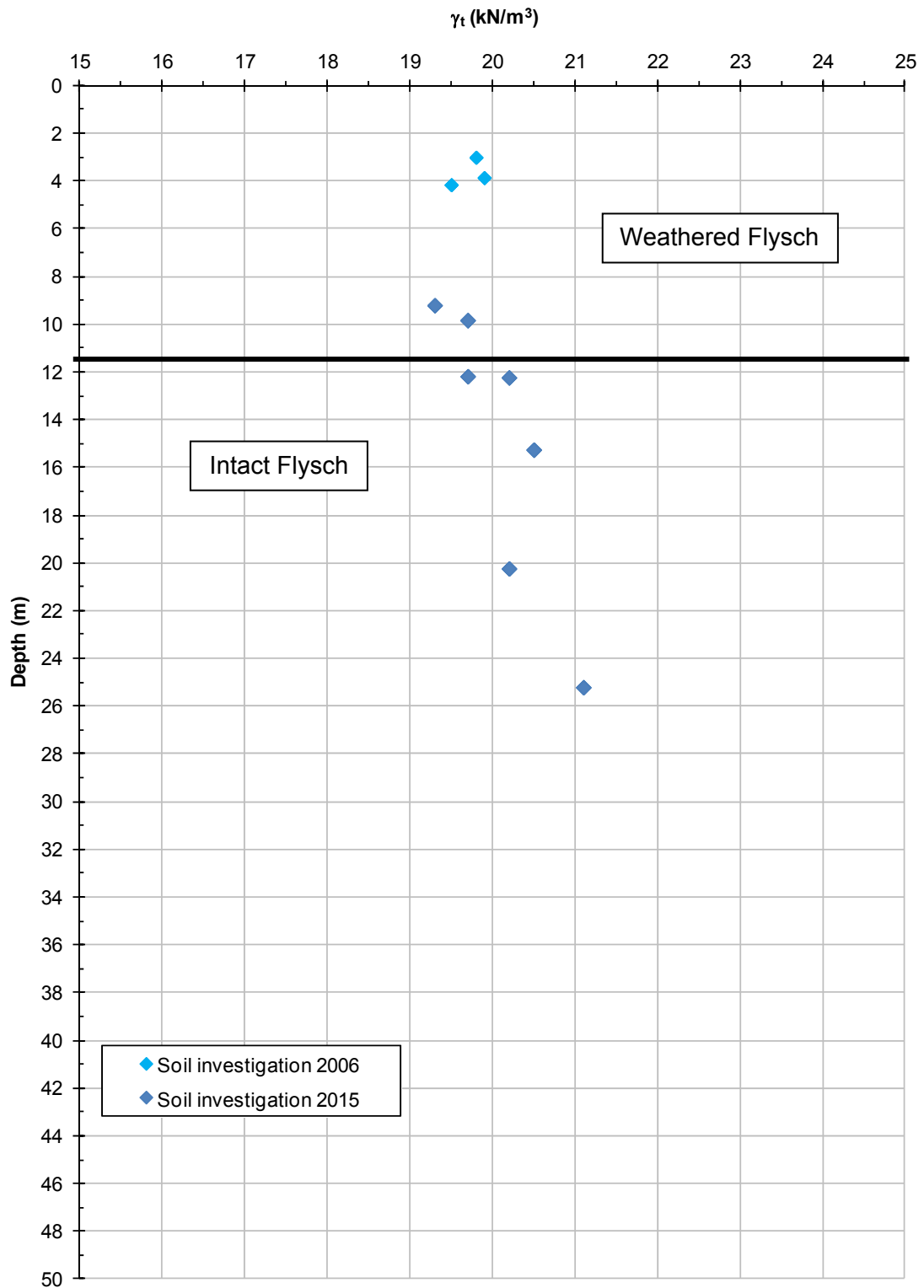


Figura 6.18: Flysch di Gorgoglione – Peso specifico



<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 54 of 83	

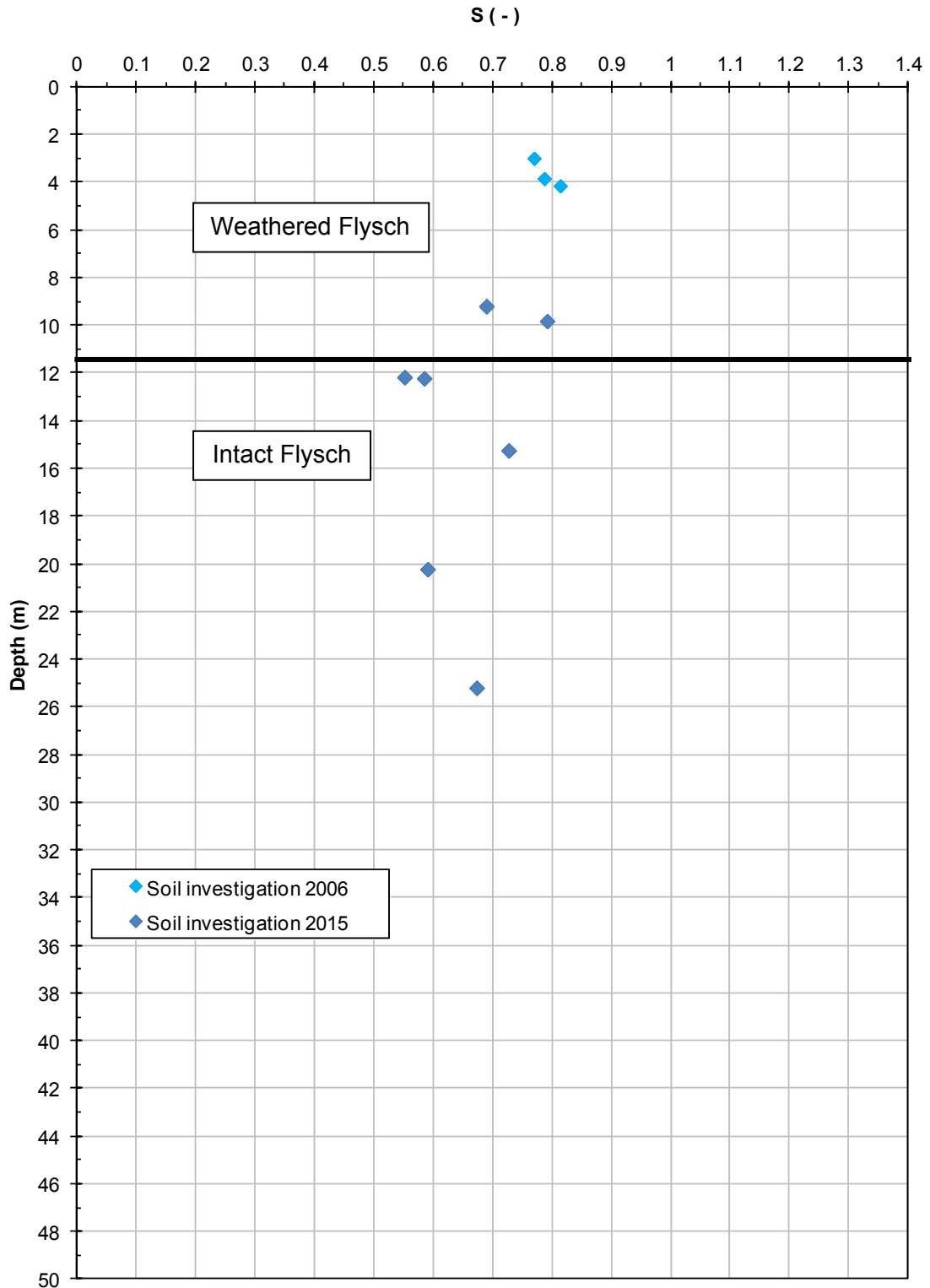


Figura 6.19: Flysch di Gorgoglione – Grado di Saturazione

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 55 of 83	

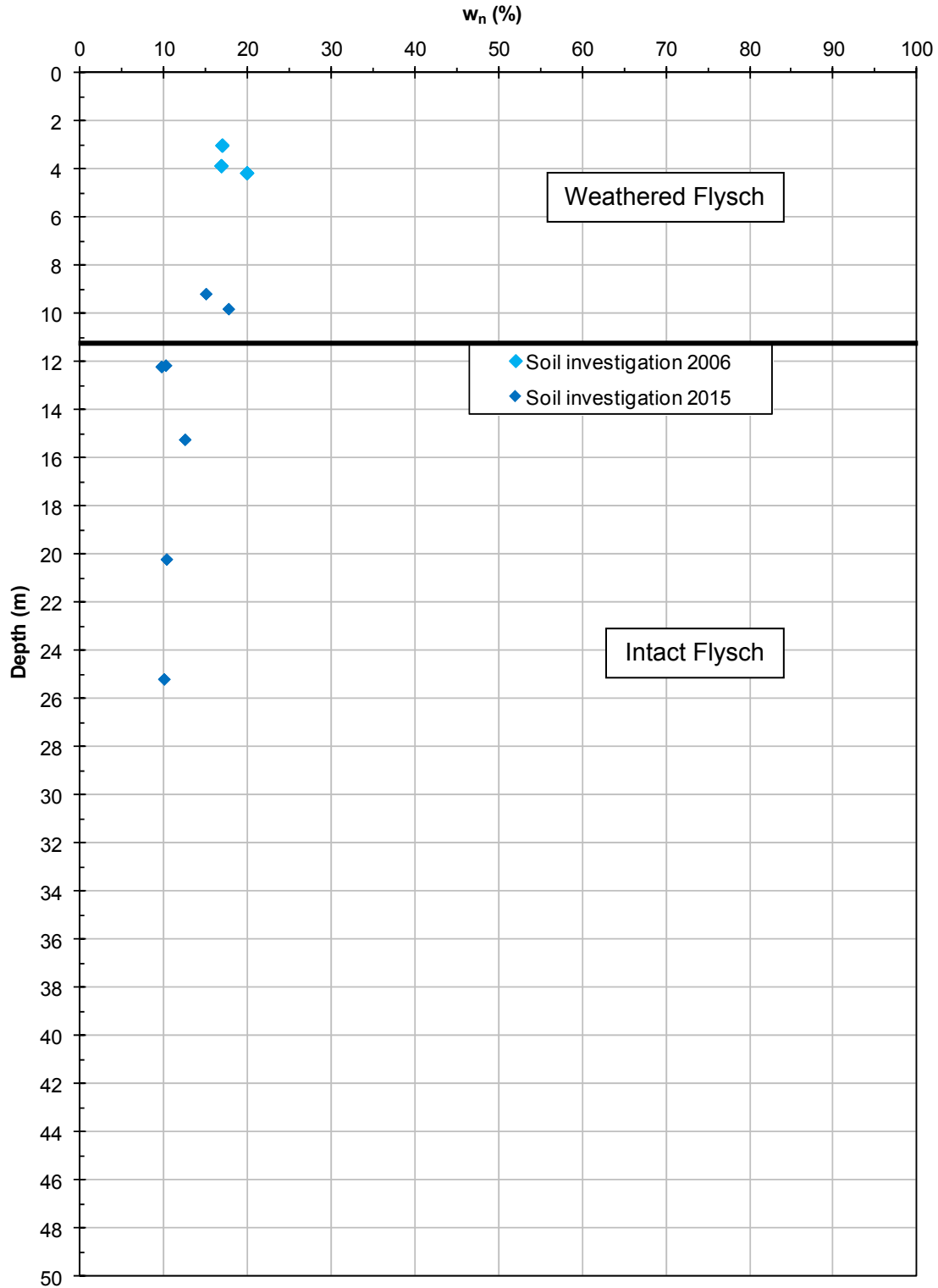


Figura 6.20: Flysch di Gorgoglione – Contenuto d’acqua naturale

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 56 of 83	

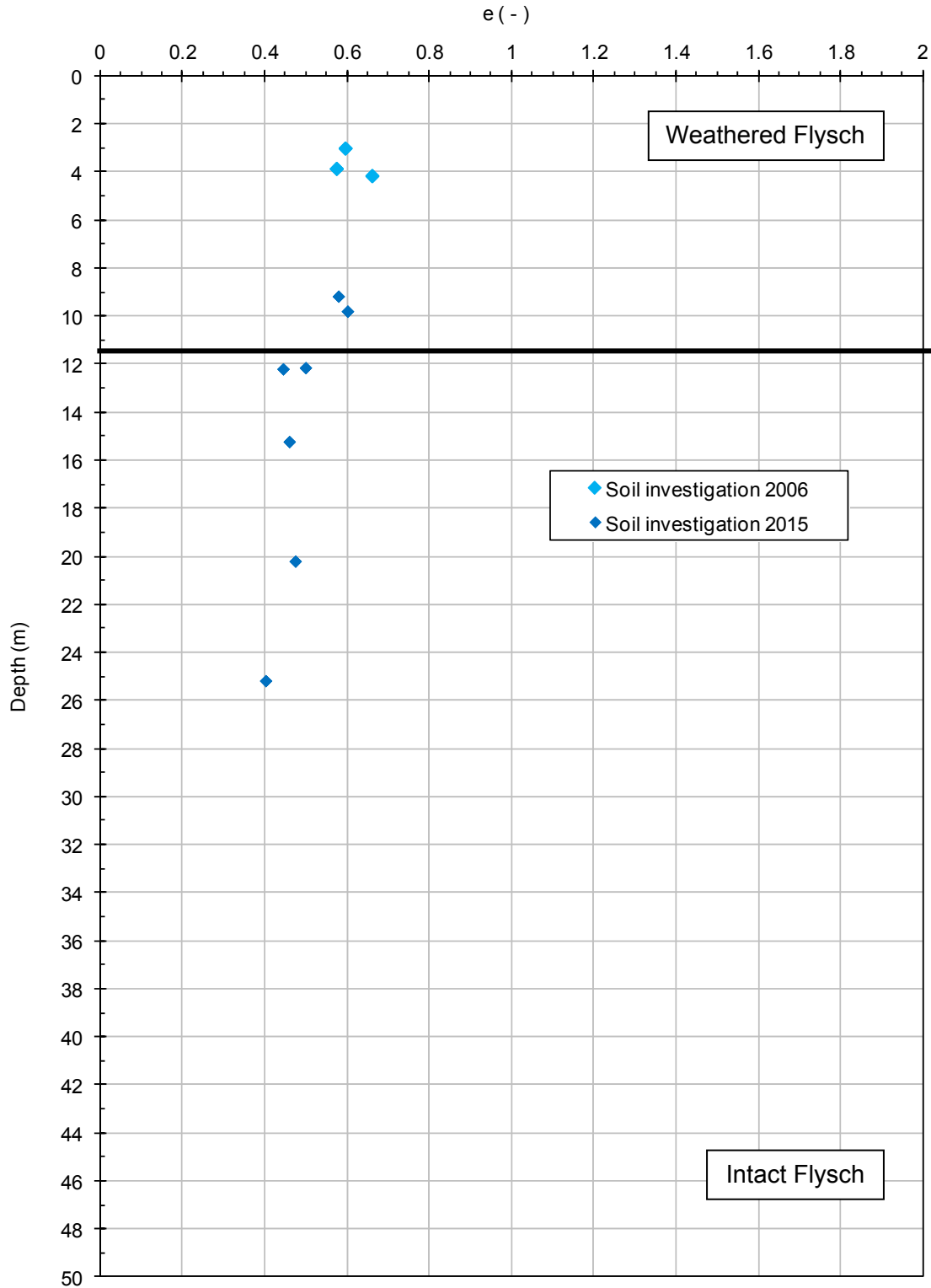


Figura 6.21: Flysch di Gorgoglione – Indice dei vuoti

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 57 of 83	

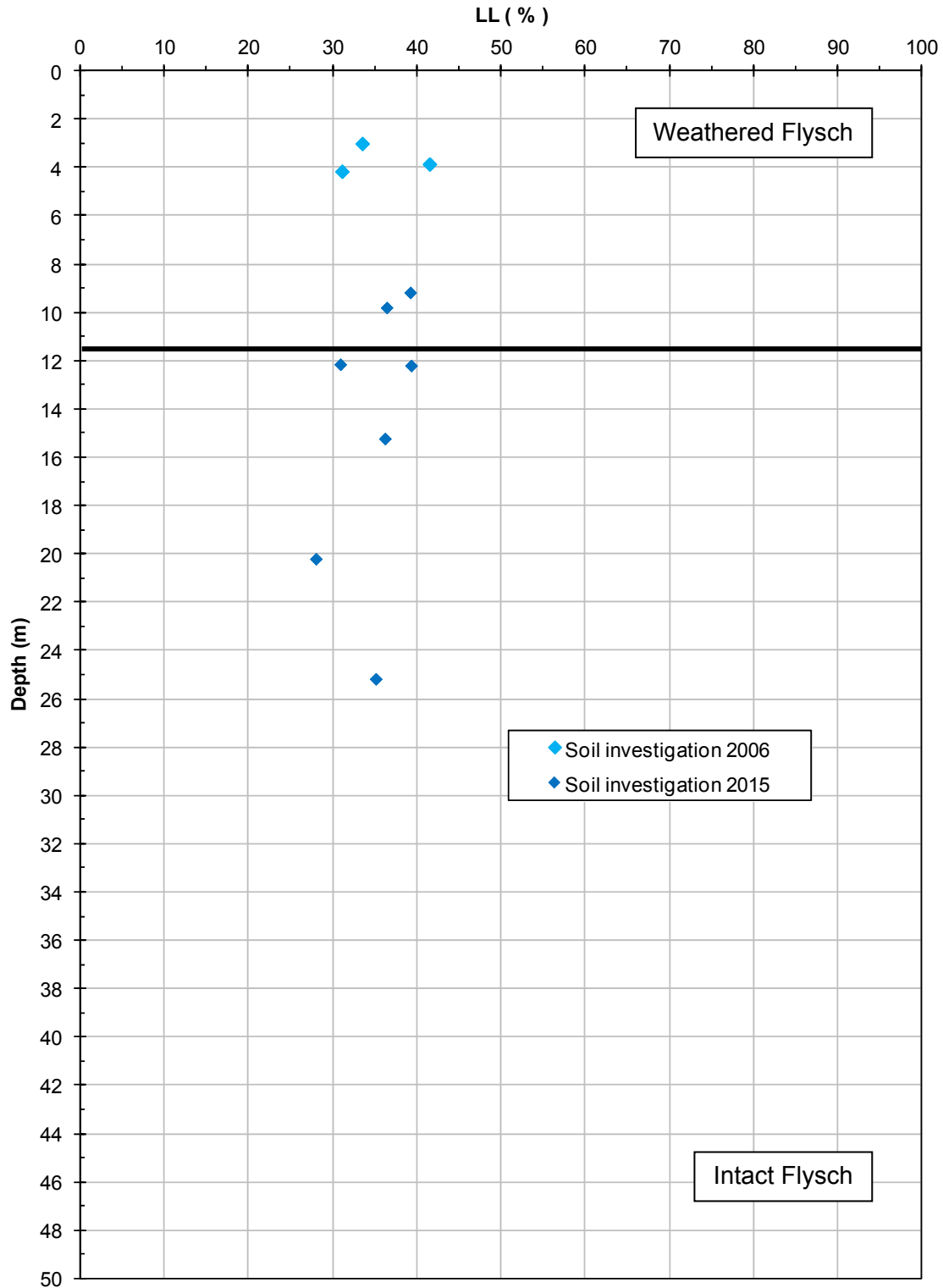


Figura 6.22: Flysch di Gorgoglione – Limite liquido

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 58 of 83	

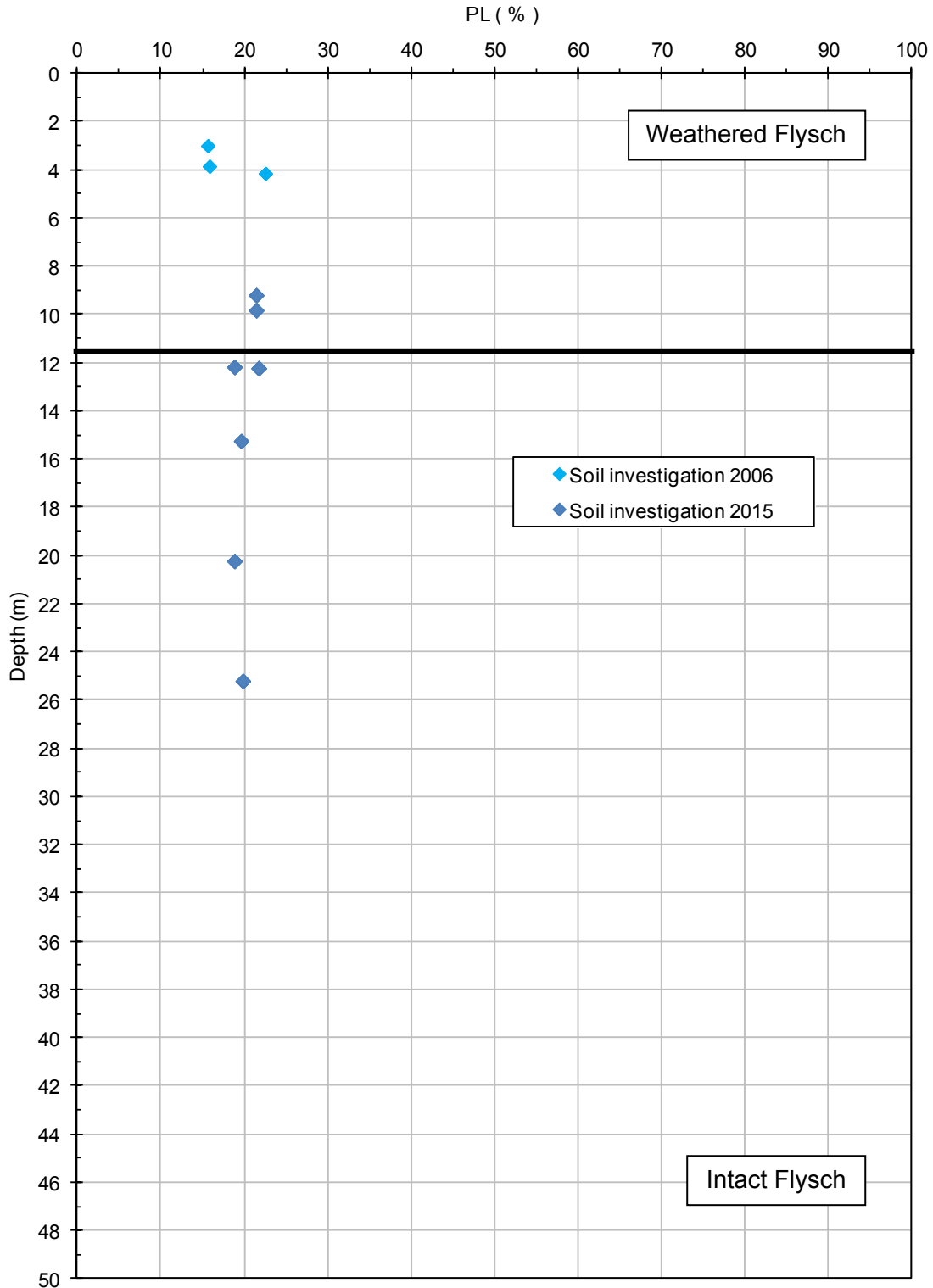


Figura 6.23: Flysch di Gorgoglione – Limite Plastico

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>		
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>	
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>		
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 59 of 83		

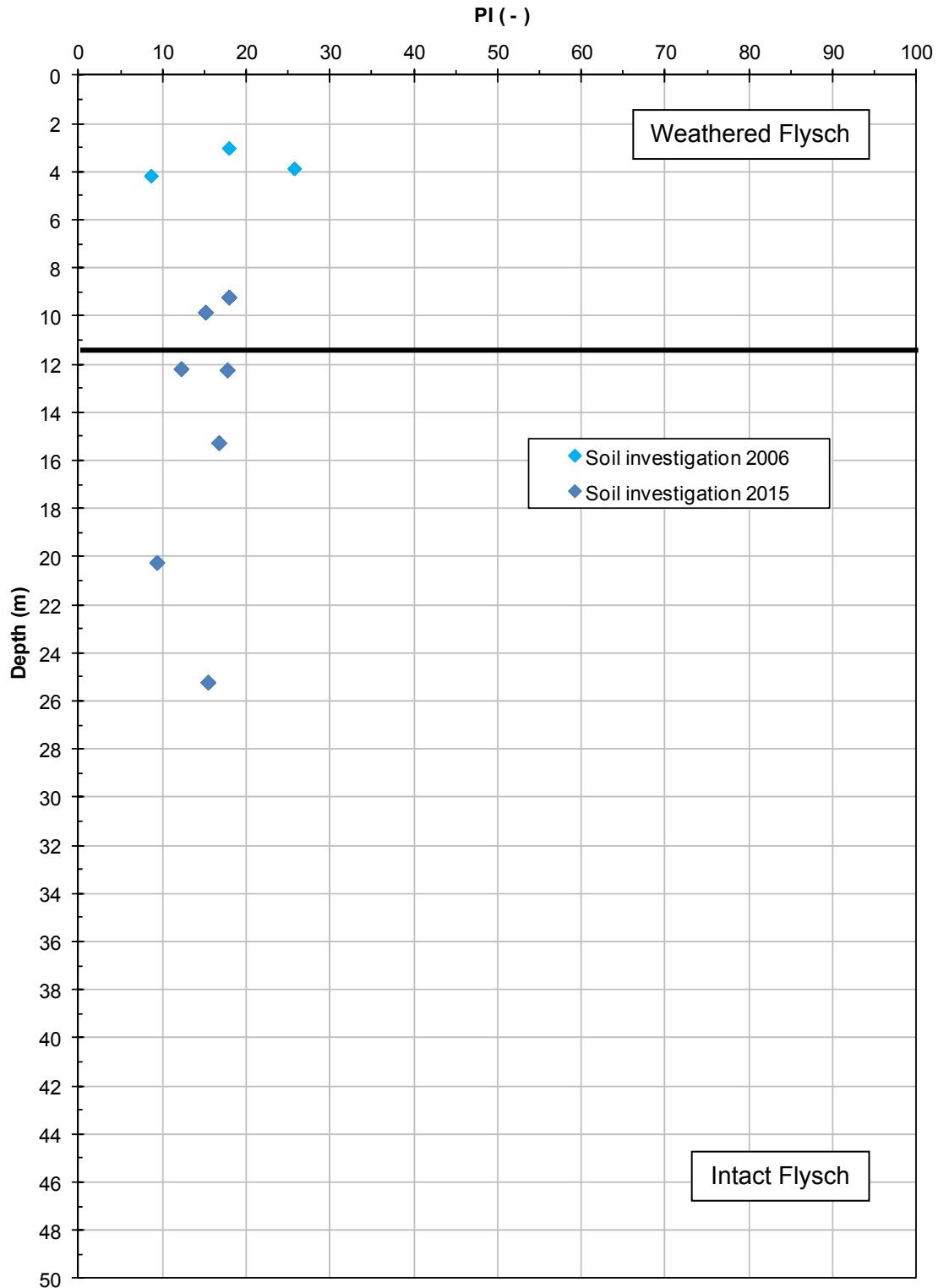


Figura 6.24: Flysch di Gorgoglione – Indice Plastico

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 60 of 83	

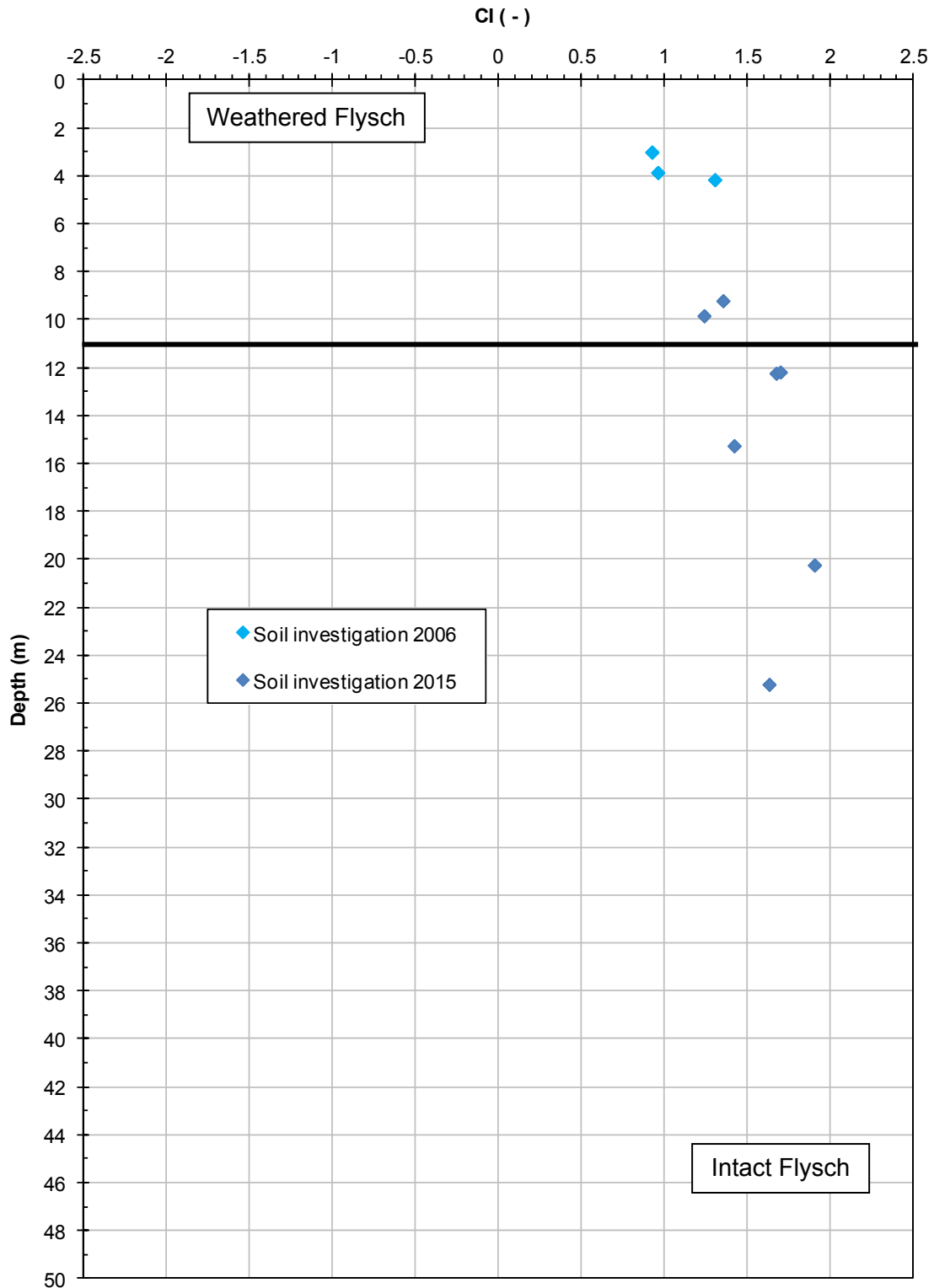


Figura 6.25: Flysch di Gorgoglione – Indice di Consistenza



<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 61 of 83	

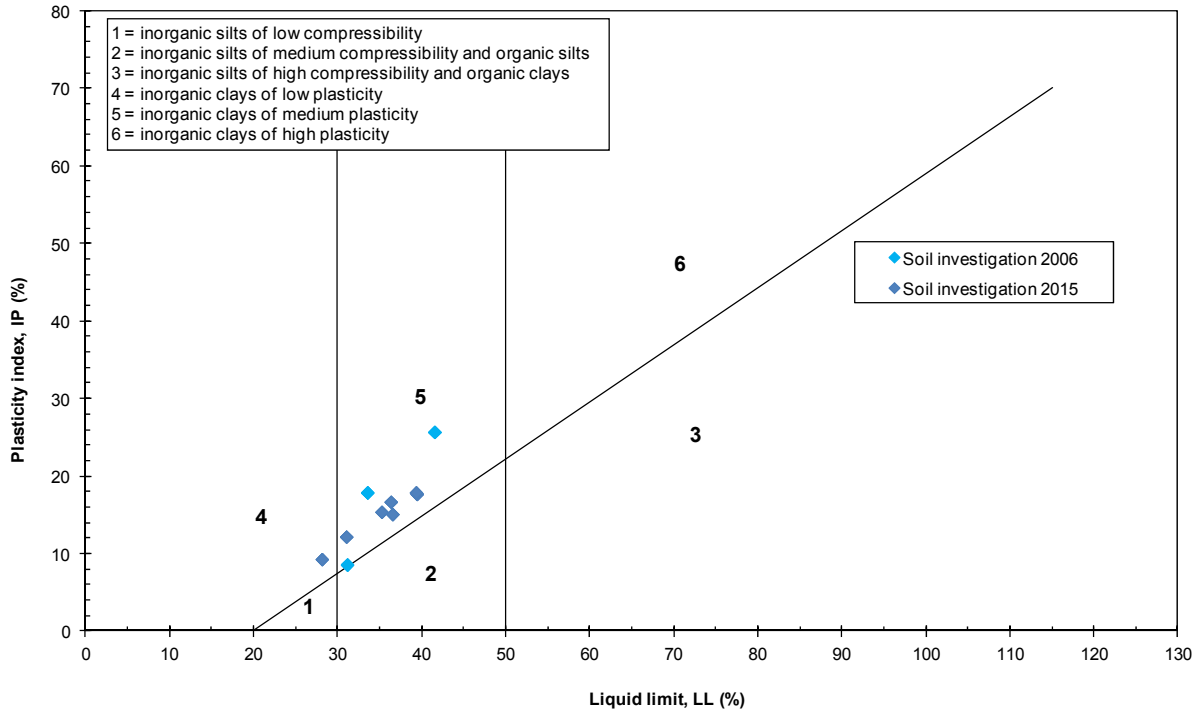


Figura 6.26: Flysch di Gorgoglione – Carta di Casagrande

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 62 of 83	

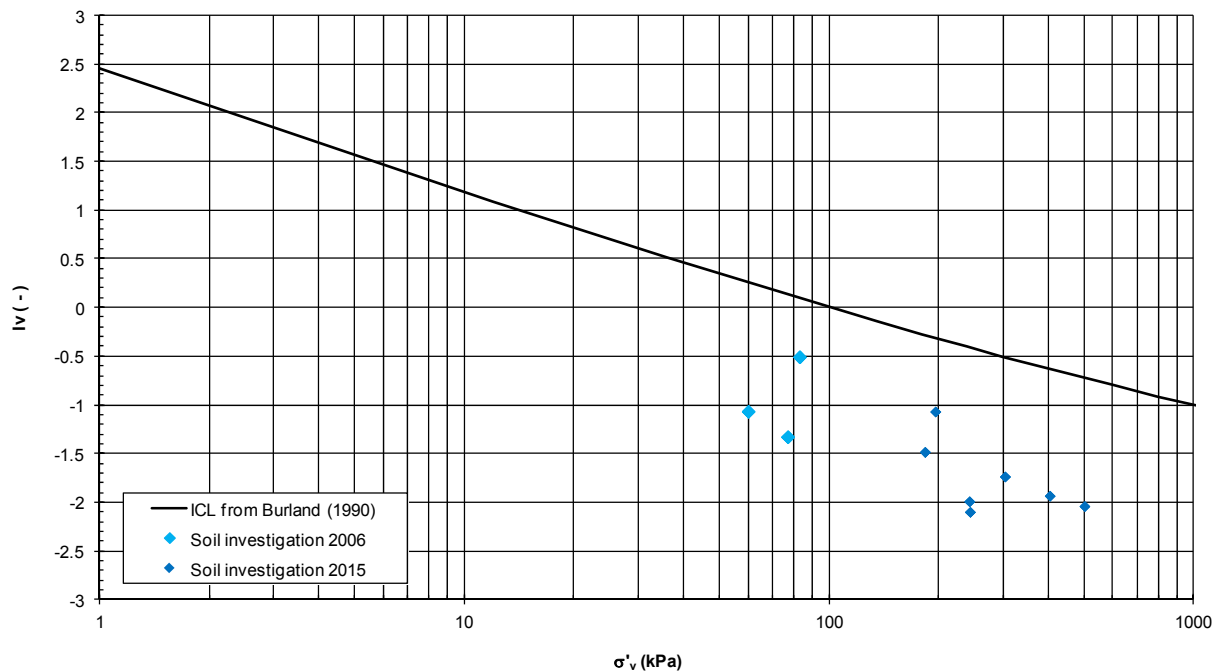


Figura 6.27 Flysch di Gorgoglione – Linea di compressione intrinseca e indice dei vuoti in sito, Burland (1990)

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 63 of 83	

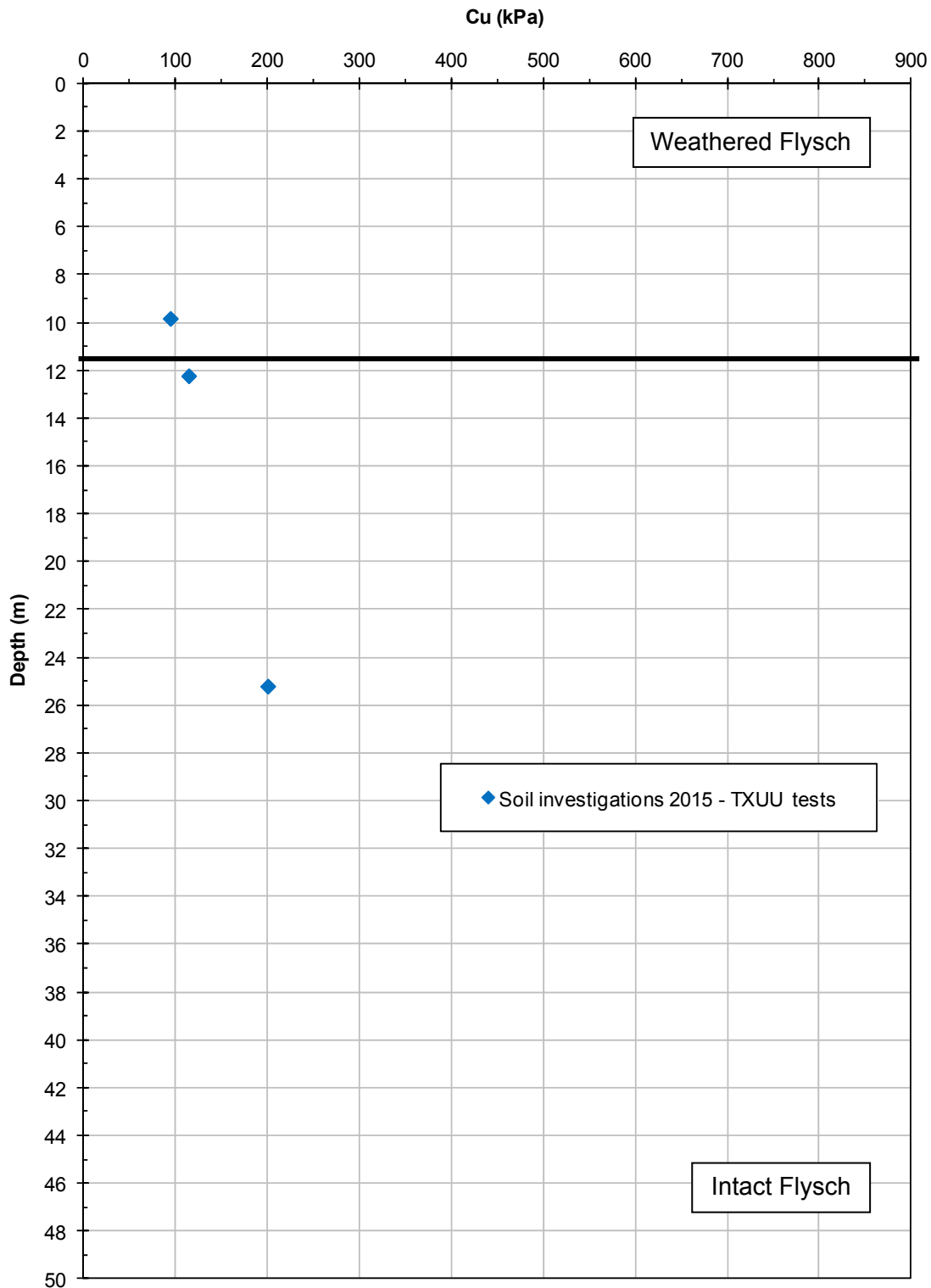


Figura 6.28: Flysch di Gorgoglione – Resistenza a taglio non drenata da prove di laboratorio

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 64 of 83	

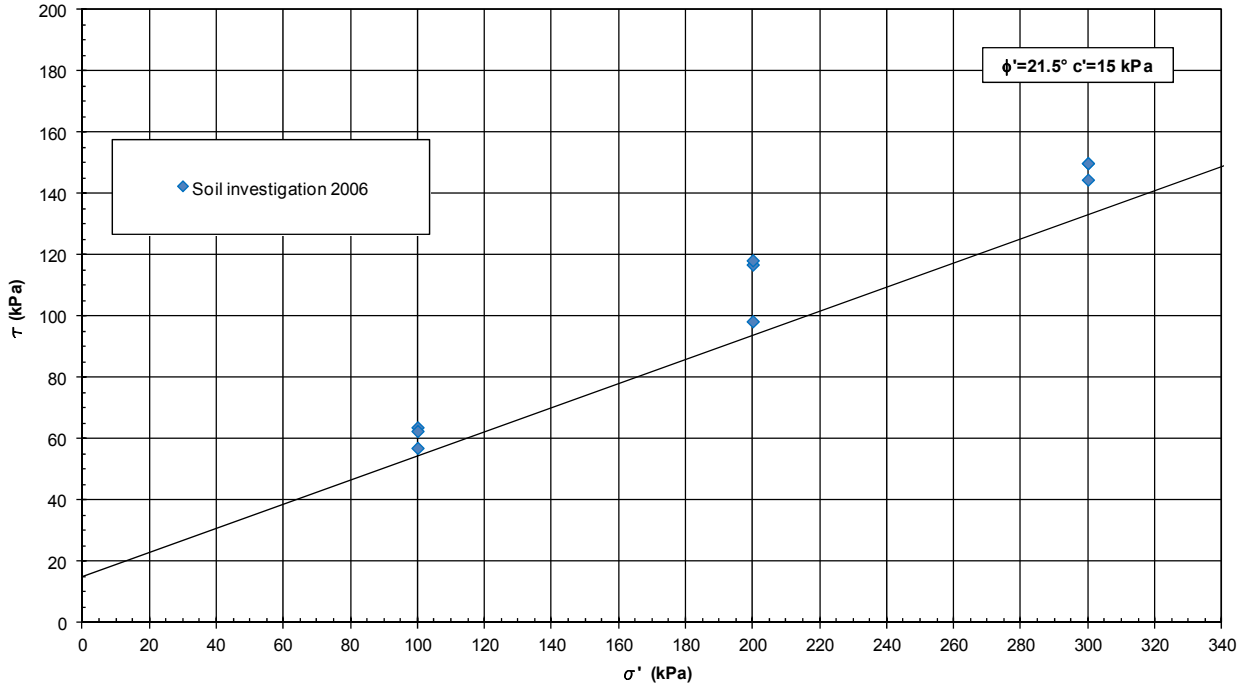


Figura 6.29: Flysch di Gorgoglione alterato – Prove di taglio diretto

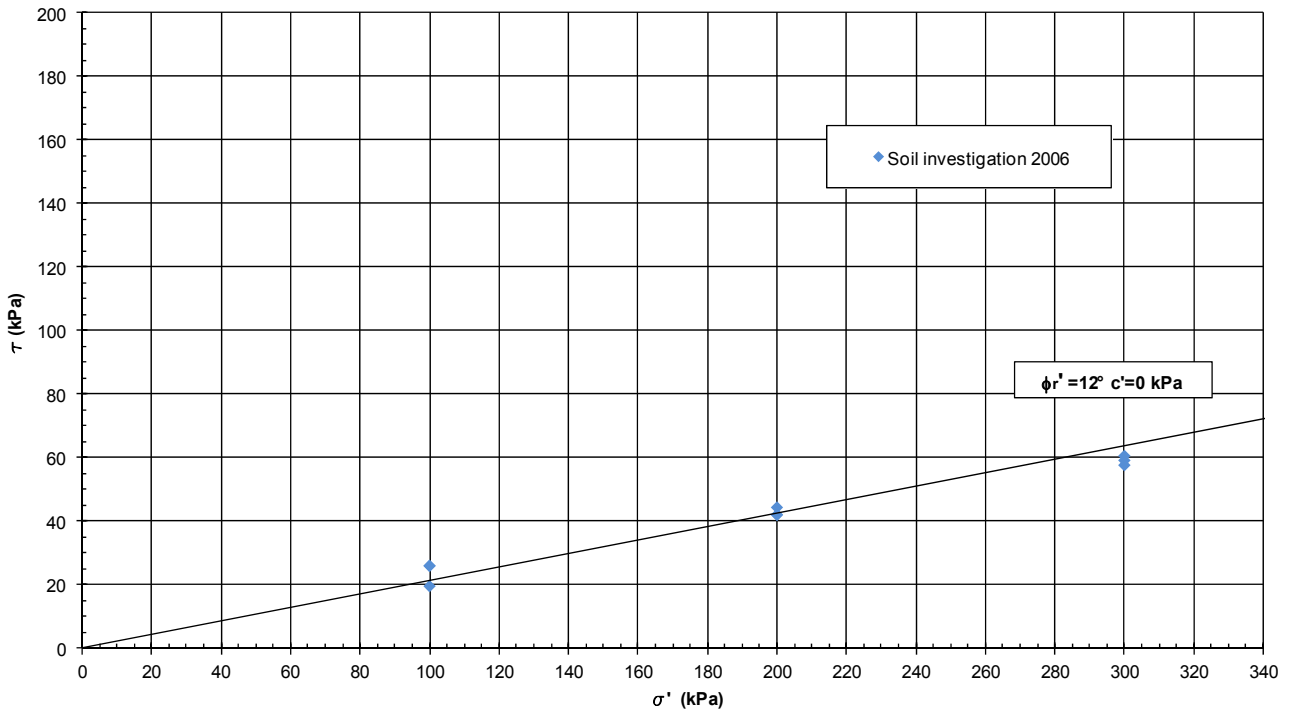


Figura 6.30: Flysch di Gorgoglione alterato – Prove di taglio diretto residuo

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 65 of 83	

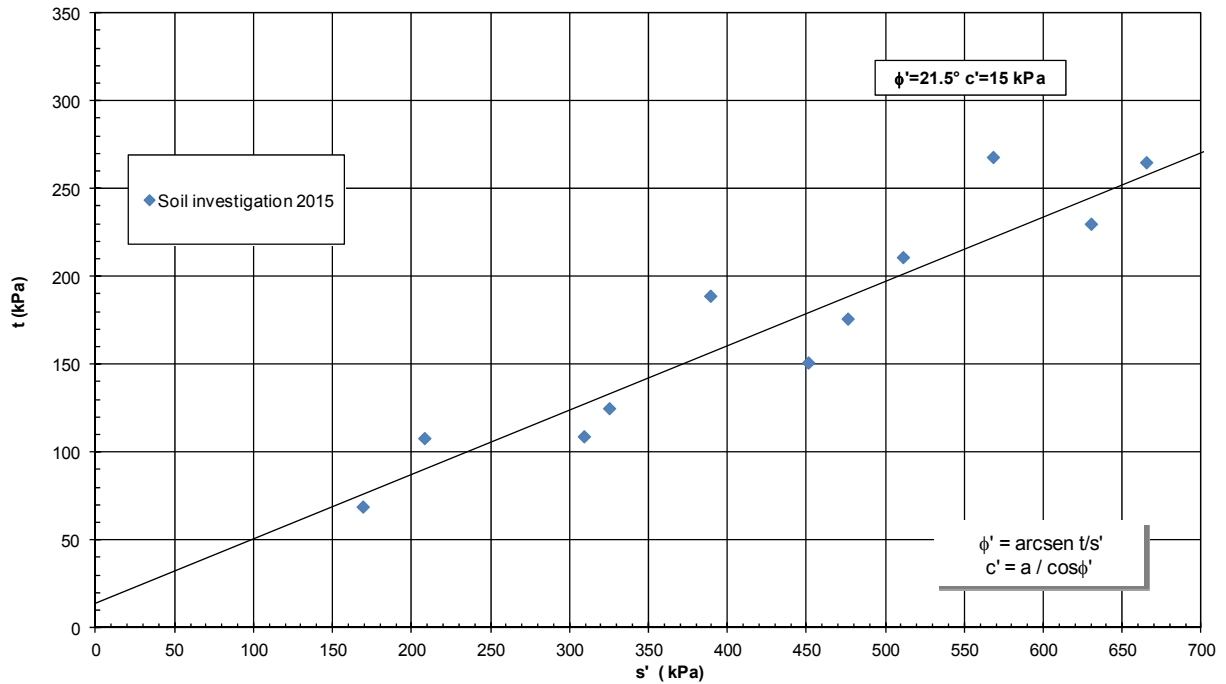


Figura 6.31: Flysch di Gorgoglione – prove TXCID

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>		
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>	
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>		
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 66 of 83		

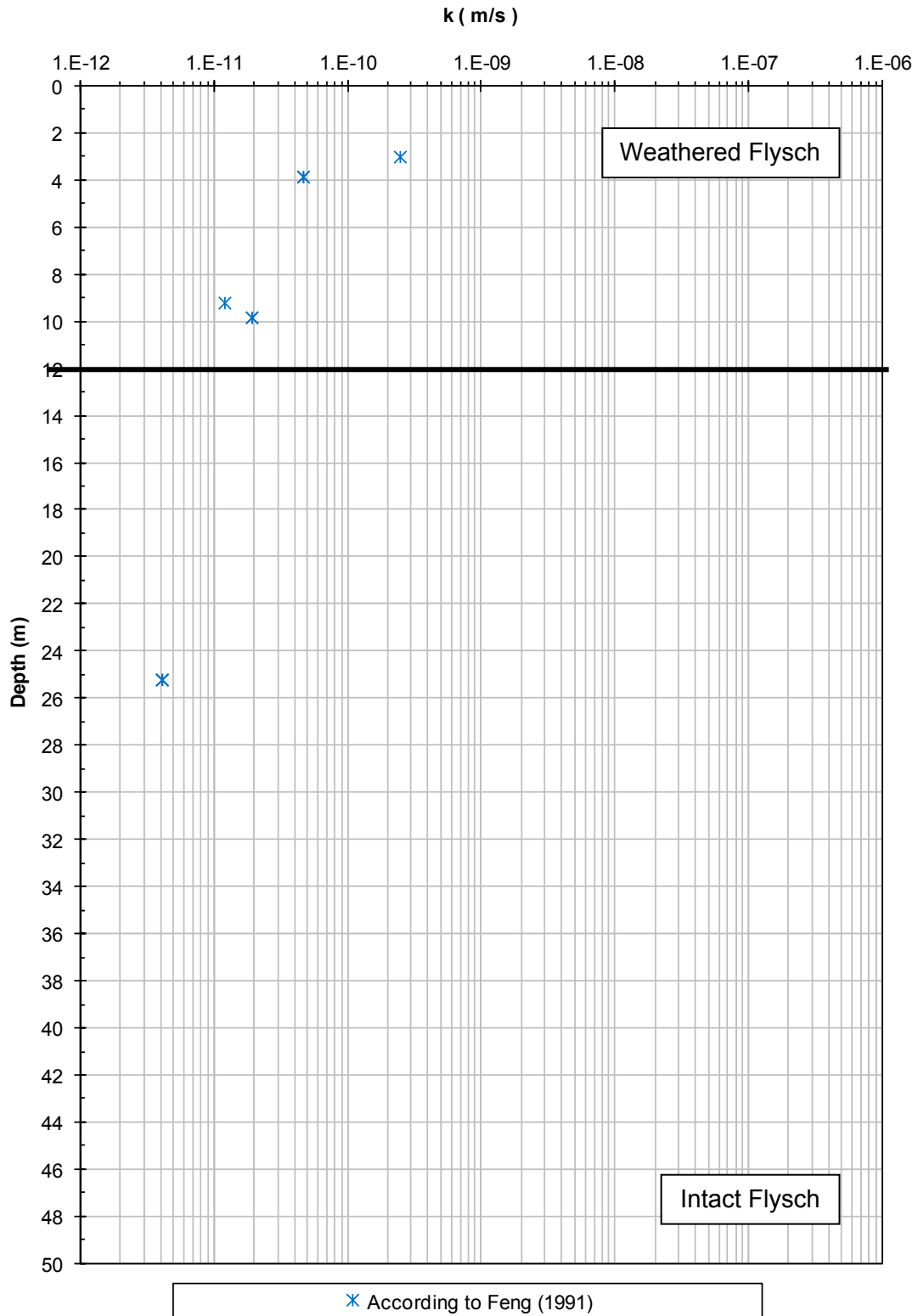


Figura 6.32: Flysch di Gorgoglione – Permeabilità da correlazioni empiriche

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 67 of 83	

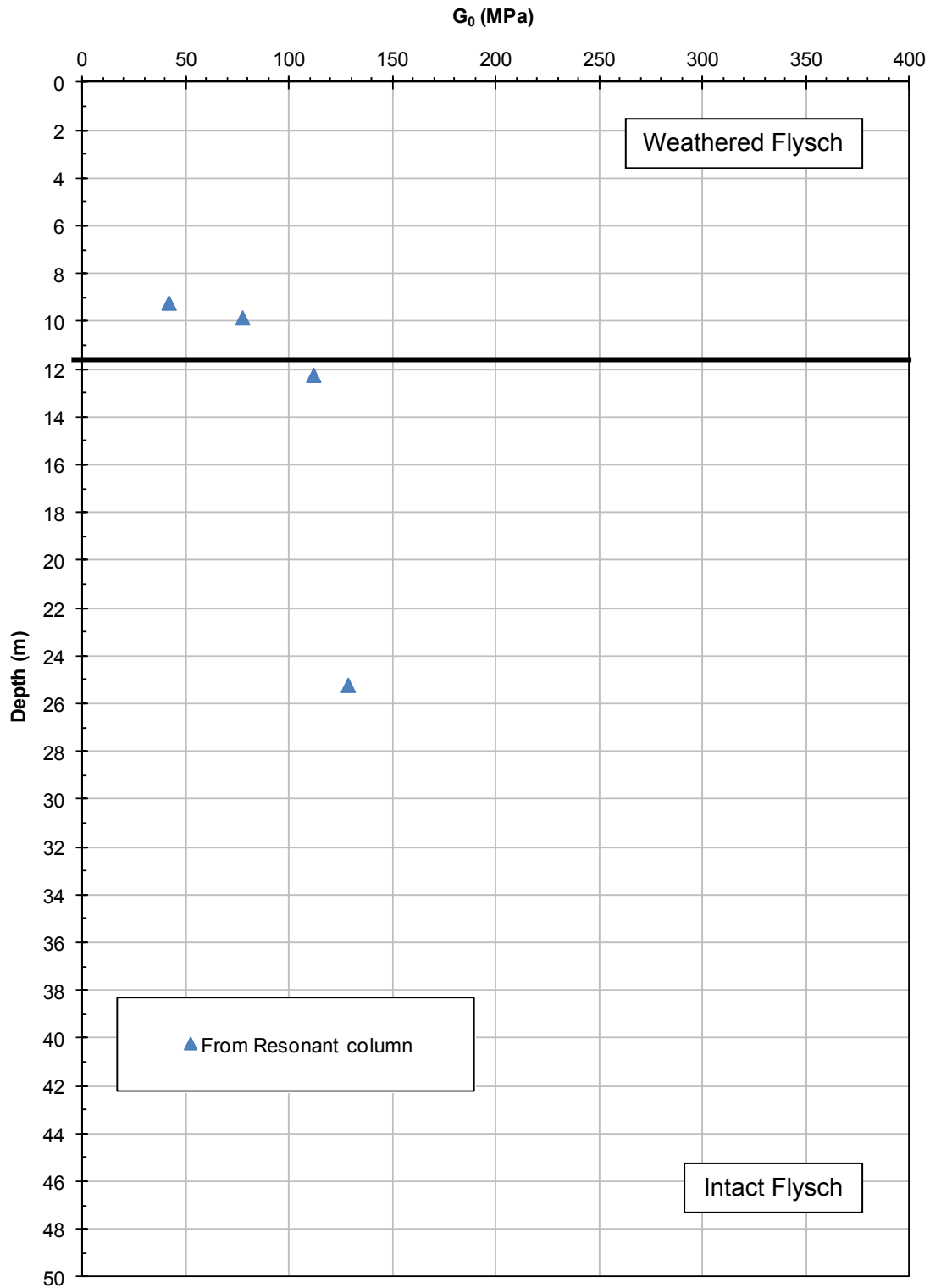


Figura 6.33: Flysch di Gorgogione – Modulo di taglio a piccole deformazioni da prove di laboratorio



<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 68 of 83	

## 7 PROGETTAZIONE AGLI STATI LIMITE

### 7.1 Stato limite ultimo (SLU)

In accordo alla normativa nazionale NTC2008 (Doc.Rif.[1]) per ogni Stato Limite Ultimo (SLU) deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d \quad (\text{Eq. 6.2.1 del Doc.Rif.[1]})$$

dove:

$E_d$  = valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;

$R_d$  = valore di progetto della resistenza.

La verifica della condizione  $E_d \leq R_d$  deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). Si sottolinea che per quanto concerne le azioni di progetto  $E_d$  tali forze possono essere determinate applicando i coefficienti parziali (A1 e/o A2) di cui sopra alle azioni caratteristiche, oppure, a posteriori, sulle sollecitazioni prodotte dalle azioni caratteristiche (Par. 6.2.3.1 del Doc.Rif.[1]).

#### 7.1.1 Verifiche geotecniche e strutturali delle fondazioni

Le raccomandazioni per la progettazione allo SLU delle fondazioni superficiali riportate nel presente documento sono basate sull'Approccio 1 (DA1) del NTC 2008 (Doc.Rif.[1], vedi anche Doc.Rif. [2]):

- Combinazione 1 (C1): A1 + M1 + R1
- Combinazione 2 (C2): A2 + M2 + R2

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati in Tab. 6.2.I, Tab. 6.2.II, Tab. 6.4.I (per le fondazioni superficiali) del Doc.Rif.[1]. In condizioni sismiche tutti i coefficienti sulle azioni (A1 e A2) sono posti pari a 1.

Per le verifiche geotecniche (GEO) si fa riferimento alla Combinazione 2 (DA1-C2). Per la determinazione delle azioni agenti sugli elementi strutturali da usare per le verifiche (STRU) si fa riferimento alla Combinazione 1 (DA1-C1).

#### 7.1.2 Stabilità Globale

In accordo a quanto riportato al Par. 6.5.3.1 della normativa nazionale (Doc.Rif.[1]), la stabilità globale, sia in condizioni statiche che sismiche, dovrà essere esaminata secondo:

- Approccio 1 – Combinazione 2 (DA1-C2): A2 + M2 + R2

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati in Tab. 6.2.I, Tab. 6.2.II, Tab. 6.8. del Doc.Rif.[1]. In condizioni sismiche tutti i coefficienti sulle azioni A2 sono posti pari a 1.

In accordo a quanto riportato al Par 7.11.3.5.2 del Doc.Rif.[1], le verifiche di stabilità in condizioni sismiche possono essere condotte mediante analisi pseudo-statiche adottando i coefficienti sismici  $k_h$  (orizzontale) e  $k_v$  (verticale), definiti come segue:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{\max}$$

$$k_v = \pm k_h / 2$$

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 69 of 83	

essendo  $\beta_s$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito = 0.28 (da Tabella 7.11.I del Doc.Rif.[1]) e conseguentemente per lo stato ultimo di salva guardia della vita (SLV):

$$k_h = 0.06272$$

$$k_v = \pm 0.03136$$

## 7.2 Stato Limite d'Esercizio (SLE)

Per quanto riguarda lo stato limite di servizio (SLE), deve essere verificato che gli effetti attesi delle azioni caratteristiche (cedimenti, rotazioni, vibrazioni) sulle strutture proposte (o quelli indotti, se il caso, sulle strutture adiacenti) siano inferiori ai massimi ammissibili. Le analisi dovranno essere effettuate considerando i valori caratteristici dei parametri geotecnici dei materiali, con riferimento sia alla resistenza che alla deformabilità.

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 70 of 83	

## 8 BASI PER LA PROGETTAZIONE DELLE FONDAZIONI

### 8.1 Raccomandazioni generali

Nel seguito si riportano le raccomandazioni generali per la progettazione delle fondazioni sulla base dei profili stratigrafici e dei livelli delle acque di falda attesi considerando l'assetto geologico e geotecnico, i tipi di strutture previste, i carichi e i cedimenti ammissibili.

In accordo alle informazioni disponibili, lo strato di terreno al di sotto del piano di fondazione sarà il materiale di riempimento.

Per le strutture previste in progetto sull'area dati; carichi attesi, dimensioni e sensibilità a cedimenti totali e differenziali, potranno essere adottate fondazioni superficiali purchè rispettati i requisiti riportati all'interno del Capitolo 9.

Nei capitoli seguenti si riportano i criteri e le relative resistenze di progetto valutate per le fondazioni superficiali e profonde.

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 71 of 83	

## 9 FONDAZIONI SUPERFICIALI

### 9.1 Generalità

Fondazioni superficiali poggianti direttamente sul materiale di riempimento possono essere plinti isolati, fondazioni nastriformi o platee

Plinti isolati e fondazioni nastriformi saranno generalmente poste a non meno di 2 m al di sotto della quota del Piano Finito; Considerando l'alta sismicità del sito, si ritiene necessario prevedere l'impiego di travi di collegamento tra i plinti di fondazione.

Fondazioni superficiali isolate, di dimensione minima 0.5x0.5m, poste a una quota non inferiore a 0.6 m al di sotto della quota di Piano Finito, possono essere adottate per strutture minori, macchinari ed attrezzature, pali per l'illuminazione, blocchi di ancoraggio o supporti per le tubature.

Nei seguenti paragrafi si riportano le raccomandazioni per la progettazione delle fondazioni superficiali, in termini di resistenza di progetto totale ( $q_{gross,d}$ ) a quota imposta per le verifiche SLU ed SLE.

### 9.2 Valutazione della Capacità Portante (SLU)

#### 9.2.1 Determinazione capacità portante

In conformità alla NTC2008, la resistenza geotecnica di progetto delle fondazioni superficiali  $R_d$  con riferimento allo stato ultimo SLU può essere determinata dal valore della resistenza caratteristica  $R_k$  applicando i coefficienti parziali  $\gamma_{R2}$  indicati nella Tab. 6.4.I del Doc.Rif.[1]:

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_{R2}} = \frac{q_{lim} \cdot B' \cdot L'}{\gamma_{R2}} = q_d \cdot B' \cdot L'$$

dove:

$B' \cdot L'$  = area effettiva, Meyerhof (1953), si veda Figura 9.1

$q_{lim}$  = capacità portante ultima

$\gamma_{R2} = 1.8$  (Tab. 6.4.I del Doc.Rif.[1])

$q_d$  = capacità portante di progetto

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
<b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>				
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
			Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 72 of 83	

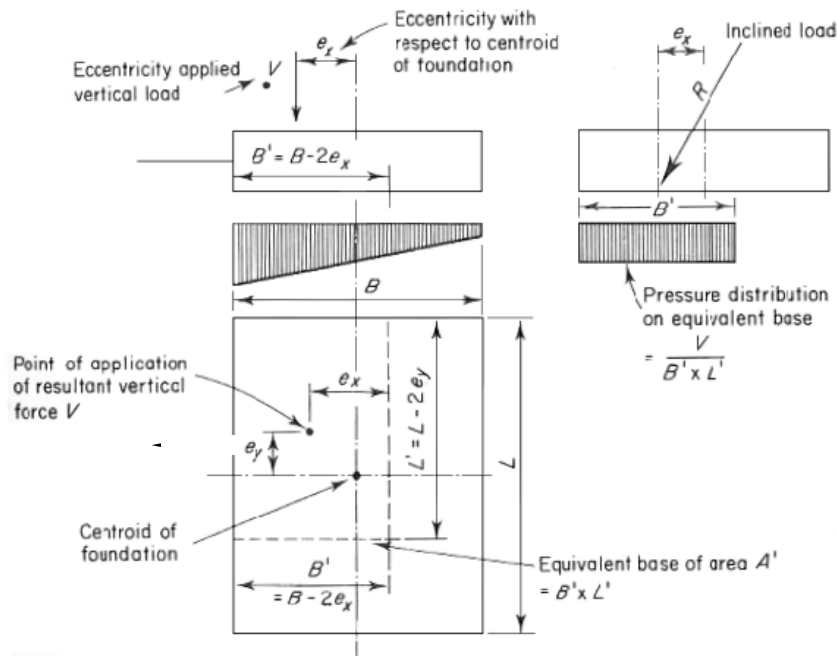


Figura 9.1: Dimensioni effettive di una fondazione rettangolare in accordo con Meyerhof (1953)

La valutazione della capacità portante limite  $q_{lim}$  delle fondazioni superficiali è stata condotta in accordo al metodo indicato da Brinch-Hansen (1970) e da Vesic (1975) in condizioni drenate (condizione più conservativa dati i materiali presenti nel sito).

In accordo all'approccio DA1-C2 (si veda il punto 7), le verifiche sono state eseguite considerando i valori delle resistenze dei materiali di progetto (parametri del terreno fattorizzati in accordo ai coefficienti parziali  $\gamma_{M2}$  riportati nella Tab. 6.2.II del Doc.Rif.[1]). I valori caratteristici dei parametri di resistenza  $c'$  e  $\phi'$  delle formazioni presenti in sito sono indicati in Tabella 6.1.

### 9.2.2 Fondazioni di strutture principali con $1m \leq B' \leq 4m$ e $L'/B' \leq 10m$ e poste a 2 m da F.G.L.

Le valutazioni della capacità portante si basano sulle seguenti ipotesi:

- quota imposta fondazione almeno 2 m al di sotto della quota Piano Finito (F.G.L.);
- carichi orizzontali di progetto pari al 15% dei carichi verticali (incluso peso della fondazione e rinterro) nella direzione trasversale ( $H_{d,B}$ ) e pari a 5% dei carichi verticali nella direzione longitudinale ( $H_{d,L}$ ). Sarà necessario eseguire calcoli specifici per fondazioni con carichi orizzontali maggiori;
- profondità della quota di falda a quota imposta fondazione

La **resistenza di progetto totale**  $q_{gross,d}$  (somma della resistenza di progetto netta e la pressione dovuta al confinamento presente a quota imposta fondazione) raccomandata per le verifiche geotecniche SLU di fondazioni aventi  $1m \leq B' \leq 4m$  e  $L'/B' \leq 10m$  e poste a 2 m da F.G.L. è:

**$q_{gross,d} = 70 \text{ kPa}$  per le verifiche SLU**

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 73 of 83	

Si ricorda che le pressioni totali di progetto indicate dovranno essere confrontate con le pressioni totali medie applicate alla quota di imposta fondazione (considerando i coefficienti parziali  $\gamma_{A2}$  sulle azioni) e sull'area effettiva di fondazione come proposta da Meyerhof (1953).

Le resistenze di progetto indicate nel presente paragrafo risultano valide a condizione che l'effettivo carico orizzontale agente sulla fondazione sia minore di quello assunto nei calcoli. Calcoli specifici saranno necessari per fondazioni con carichi agenti maggiori di quelli ipotizzati.

### 9.2.3 Fondazioni minori con $0.5m \leq B' \leq 4m$ e $L'/B' \leq 10m$ e poste a 0.5 m da F.G.L.

Le valutazioni della capacità portante si basano sulle seguenti ipotesi:

- quota imposta fondazione almeno 0.5 m al di sotto della quota Piano Finito (F.G.L.);
- carichi orizzontali trascurabili;
- profondità della quota di falda a quota imposta fondazione

La resistenza di progetto totale  $q_{gross,d}$  (somma della resistenza di progetto netta e la pressione dovuta al confinamento presente a quota imposta fondazione) raccomandata per le verifiche geotecniche SLU di fondazioni minori aventi  $0.5m \leq B' \leq 4m$  e  $L'/B' \leq 10m$  e poste a 0.5 m da F.G.L. è:

**$q_{gross,d} = 50$  kPa per le verifiche SLU**

Si ricorda che le pressioni totali di progetto indicate dovranno essere confrontate con le pressioni totali medie applicate alla quota di imposta fondazione (considerando i coefficienti parziali  $\gamma_{A2}$  sulle azioni) e sull'area effettiva di fondazione come proposta da Meyerhof (1953).

Le resistenze di progetto indicate nel presente paragrafo risultano valide a condizione che l'effettivo carico orizzontale agente sulla fondazione sia minore di quello assunto nei calcoli. Calcoli specifici saranno necessari per fondazioni con carichi agenti maggiori di quelli ipotizzati.

### 9.2.4 Slab foundations placed at F.G.L.

Per piastre di fondazione di grandi dimensioni (p.e. baie di carico, parcheggio o di fondazione vasche), sottoposte prevalentemente a carichi verticali, le pressioni di progetto derivanti dalle verifiche a capacità portante del terreno di fondazione sono in generale elevate (la resistenza aumenta con la larghezza B della fondazione) e il progetto è governato dalle verifiche di cedimento che controlla le verifiche strutturali.

## 9.3 Verifiche a scivolamento

La verifica a scorrimento deve essere eseguita secondo l'approccio DA1-C2 (vedi punto 7.1), considerando il valore di progetto di resistenza dei materiali (parametri del terreno della Tabella 6.1 fattorizzati secondo il coefficiente parziale  $\gamma_{M2}$  riportato in Tab. 6.2.II del Doc.Rif.[1]) e il coefficiente parziale per la resistenza (Tab. 6.4.I del Doc Doc.Rif.[1]).

I calcoli dovranno essere effettuati ipotizzando un angolo di attrito di progetto  $\delta_d$  tra terreno e fondazione corrispondente a  $\delta_d = \phi'_d$  e un valore di  $c'_d$  pari a 0.

Per le fondazioni in esame poste sul materiale di riempimento il coefficiente di attrito sarà pari a:

$$\mu = \tan \phi'_d = 0.26$$

L'effetto benefico dato dalla pressione del terreno laterale sul lato passivo della fondazione dovrà essere trascurato.

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 74 of 83	

## 9.4 Calcolo dei cedimenti (SLE)

Il calcolo dei cedimenti è stato effettuato sulla base degli incrementi di sollecitazione nel terreno valutati sulla base della teoria elastica di Boussinesq (1885), che modella il terreno come un semispazio elastico-lineare, omogeneo e isotropo e considera che l'area caricata sia perfettamente flessibile, utilizzando la formulazione di Florin (1959) per i profili stratigrafici con strati caratterizzati con moduli differenti.

Il cedimento totale a quota imposta fondazione è fornito dalla somma dei contributi di ogni sottostrato sui cui è applicato il carico indotto dall'incremento di sollecitazione verticale maggiore al 10% della sollecitazione verticale iniziale  $\sigma'_{vo}$ .

### 9.4.1 Fondazioni di strutture principali con $1m \leq B' \leq 4m$ e $L'/B' \leq 10m$ e poste a 2 m da F.G.L.

I cedimenti calcolati per carichi applicati fino al valore di 70 kPa raccomandato per le verifiche agli SLU, sono ampiamente inferiori a 2.54 cm. Il progetto delle fondazioni è governato dalle verifiche a capacità portante SLU.

### 9.4.2 Fondazioni minori con $0.5m \leq B' \leq 4m$ e $L'/B' \leq 10m$ e poste a 0.5 m da F.G.L.

I cedimenti calcolati per carichi applicati fino al valore di 50 kPa raccomandato per le verifiche agli SLU, sono ampiamente inferiori a 2.54 cm. Il progetto delle fondazioni è governato dalle verifiche a capacità portante SLU.

### 9.4.3 Slab foundations placed at F.G.L.

I risultati delle valutazioni in termini di resistenza di totale ( $q_{gross}$ ) che può essere applicata sull'area reale di fondazione ( $B \times L$ ), tale per cui i cedimenti attesi sono pari a 2.54 cm e 5 cm (valore in generale accettato per piastre di fondazione estese), sono riportati nel seguito:

- $q_{gross}$  (per cedimenti pari a 2.54 cm) = 45 kPa
- $q_{gross}$  (per cedimenti pari a 5 cm) = 75 kPa

## 9.5 Verifiche strutturali e corrispondenti parametri di rigidezza

Mentre le verifiche geotecniche vengono effettuate usando la pressione media applicata sulla superficie netta di fondazione, le verifiche strutturali devono essere eseguite per tutte le combinazioni di carico per le reazioni del terreno derivanti da una analisi elastica, tenendo conto dell'eccentricità del carico.

I moduli di reazione del terreno da adottare per la progettazione strutturale delle fondazioni sono definiti di seguito sulla base dei seguenti criteri (si rimanda anche alla Figura 9.2):

- per plinti isolati e fondazioni nastriformi aventi i carichi principali applicati vicino ai bordi della fondazione stessa, può essere adottato un valore costante di modulo di reazione ( $k_v$ ) per tutta la fondazione. Per plinti con larghezza  $B$  fino a 4 m il valore del modulo di reazione può essere derivato dalle curve di pressione netta ammissibile (pressione per cui si stima un valore di cedimento limite definito, p.e. 2.54 cm), come il rapporto tra la pressione ammissibile di cui sopra ed il cedimento limite.

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 75 of 83	

Per i plinti isolati e le fondazioni nastriformi oggetto del presente documento possono essere adottati i valori indicati nella tabella che segue (valori massimi riferiti a fondazioni poste a 2 m da F.G.L., massimi riferiti a fondazioni poste a 2 m da F.G.L.).

Constant reaction modulus $k_v$ (kN/m <sup>3</sup> )					
B (m)	L/B=1	L/B=2	L/B=3	L/B=4	L/B=10
<b>1</b>	10000 ÷ 10800	7600 ÷ 8400	6600 ÷ 7600	6200 ÷ 7000	5500 ÷ 6200
<b>1.5</b>	7000 ÷ 7800	5500 ÷ 6200	4900 ÷ 5700	4500 ÷ 5300	4100 ÷ 4900
<b>2</b>	5500 ÷ 6200	4300 ÷ 5100	3900 ÷ 4700	3700 ÷ 4500	3300 ÷ 4300
<b>2.5</b>	4500 ÷ 5300	3500 ÷ 4300	3300 ÷ 4100	3100 ÷ 3900	2900 ÷ 3700
<b>3</b>	3900 ÷ 4700	3100 ÷ 3900	2900 ÷ 3700	2700 ÷ 3700	2700 ÷ 3500
<b>4</b>	3100 ÷ 3900	2500 ÷ 3300	2300 ÷ 3300	2300 ÷ 3100	2300 ÷ 3100

- per plinti isolati e fondazioni nastriformi con carichi principali applicati al centro della fondazione stessa, si può considerare che il modulo di reazione vari linearmente da un valore di picco vicino ai bordi ( $k_{v1}$ ) ad un valore minimo al centro ( $k_{v2}$ ). I valori possono essere ottenuti come descritto al punto precedente, ma con un aumento del 20% sui bordi ( $k_{v1}$ ) e una diminuzione del 10% al centro ( $k_{v2}$ );
- per le fondazioni più grandi e per le plotee, si può adottare un valore costante del modulo di reazione ( $k_v$ ) per l'intera fondazione. Per determinare il valore devono essere effettuati dei calcoli specifici.

Indicativamente, per le piastre di fondazioni previste nell'ambito del progetto in esame, si possono assumere i seguenti valori della costante elastica di Winkler:

- Baie di carico: dimensioni 37mx18m  
 $k_v \sim 1300 \div 1400 \text{ kN/m}^3$
- Area parcheggio: dimensioni 30mx18m  
 $k_v \sim 1300 \div 1400 \text{ kN/m}^3$
- Edificio Tecnico: dimensioni 8x22m  
 $k_v \sim 1800 \div 2000 \text{ kN/m}^3$
- OD Basin: dimensioni 20.5x20.5m  
 $k_v \sim 2300 \div 2400 \text{ kN/m}^3$
- FW Basin: dimensioni 20.5x20.5m  
 $k_v = 1500 \div 1600 \text{ kN/m}^3$
- KO Drum: dimensioni 6.6x10.5m  
 $k_v = 6500 \div 8500 \text{ kN/m}^3$



<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 76 of 83	

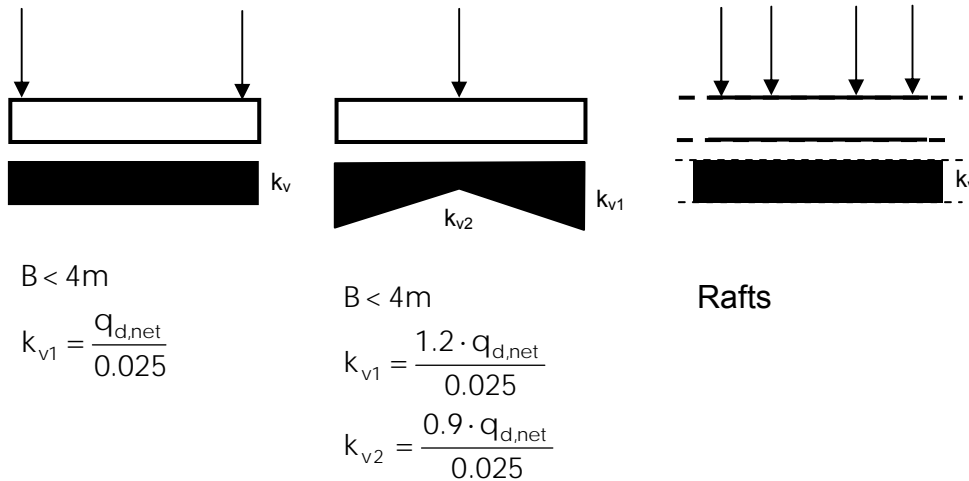


Figura 9.2: Modulo di reazione per differenti fondazioni

## 9.6 Fondazioni con carichi fortemente eccentrici

### 9.6.1 Generalità

Al fine di limitarne la rotazione, le fondazioni di strutture autoportanti devono essere progettate in modo tale che l'eccentricità del carico sotto carichi permanenti (peso proprio, carichi di esercizio, rinterro, pressioni terra ecc, considerate con i loro valori caratteristici) non superi 1/6 della larghezza (B) nel caso di plinti rettangolari o 0.25 del raggio (R) per basamenti circolari. Si dovrà prestare particolare attenzione alla rotazione rigida delle fondazioni soggette a carichi eccentrici, per verificare che non vengano superati i limiti accettabili, per tutte le altezze di interesse, per esempio dove si verificano connessioni delle tubazioni.

Lo spostamento orizzontale indotto dalla rotazione della fondazione dovrà essere aggiunto allo spostamento orizzontale della struttura indotto dal momento flettente. Lo spostamento totale calcolato in tal modo dovrà essere verificato in base alle tolleranze prescritte.

Sotto le combinazioni di carico di progetto speciali, blast e sismica, (considerando sia la combinazione DA1-C1 che DA1-C2), l'eccentricità del carico non deve superare 1/3 della larghezza dei plinti rettangolari o 0.5 del raggio dei basamenti circolari, se in casi particolari si renda necessario superare questi limiti, dovranno essere prese precauzioni speciali tra cui:

- un'attenta revisione dei valori di progetto delle azioni;
- aumentare metà larghezza o il raggio della fondazione di 0.1 m rispetto al valore nominale di progetto.

La rigidità a rotazione della fondazione deve essere calcolato con riferimento alla superficie di contatto effettiva determinata tenendo conto dell'eccentricità del carico. Nei casi in cui l'eccentricità del carico è inferiore a B/6 (per fondazioni rettangolari) o a R/4 (per fondazioni circolari) l'area di contatto risulta pari all'intera area di fondazione. Nel caso di eccentricità più elevate, l'area di contatto si ridurrà di conseguenza.

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 77 of 83	

### 9.6.2 Rigidezza a rotazione di fondazioni rettangolari

La rotazione della fondazione indotta dal momento flettente può essere calcolata in accordo a Lee (1962), nelle due direzioni ortogonali, (come mostrato in Figura 9.3):

$$\vartheta_B = \frac{M_b(1 - \nu^2)}{B^2LE} I_g$$

$$\vartheta_L = \frac{M_l(1 - \nu^2)}{L^2BE} I_g$$

Figura 9.3: Assi di riferimento per fondazioni rettangolari

dove:

$\vartheta_B$  = rotazione attorno all'asse longitudinale

$\vartheta_L$  = rotazione attorno all'asse trasversale

$M_b, M_l$  = momento alla base della fondazione

$\nu$  = coefficient di Poisson, considerate pari a 0.25

$E$  = Modulo di Young del terreno al di sotto della fondazione (si veda la Tabella 6.1).

$I_g = 0.8926 \cdot \ln(L/B) + 3.743$  (si veda Whitman e Richart, 1967)

$B, L$  = dimensione della fondazione ( $B$ = larghezza,  $L$ = lunghezza) (validi nel caso in cui la rigidezza a rotazione è indotta dall'intera area, in conformità al punto 9.6.1, in caso contrario si dovranno considerare le dimensioni di contatto reali)

La rigidezza a rotazione può essere determinata per i momenti flettenti agenti nei due assi perpendicolari della fondazione come segue:

$$k_B = \frac{M_b}{\vartheta_B} \quad \text{rigidezza a rotazione attorno all'asse longitudinale;}$$

$$k_L = \frac{M_l}{\vartheta_L} \quad \text{rigidezza a rotazione attorno all'asse trasversale.}$$

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 78 of 83	

## 10 STABILITA' GLOBALE

Le verifiche di stabilità globale sono state condotte per mezzo di un'analisi all'equilibrio limite, facendo riferimento al metodo proposto da Morgenstern, N.R. and Price, V.E.. Il codice di calcolo SLOPE/W Versione 2007(Ref.Doc.[26]) è stato utilizzato per gli scopi del caso.

Le analisi e le relative verifiche di stabilità globale dell'area DA05, sono state condotte per la sezione C-C.

Sono state analizzate sia le condizioni statiche che sismiche (coefficienti sismici come da punto 7.1.2), adottando per quanto concerne i parametri dei terreni rispettivamente parametri drenati e non drenati. I valori di progetto delle resistenze dei terreni, fattorizzati secondo i coefficienti parziali  $\gamma_{M2}$ , sono riportati in Tabella 10.1.

Il livello di falda nella formazione naturale del Flysch di Gorgoglione è stato considerato prossimo al piano campagna pre-costruzione rilevato, tenendo conto anche della presenza delle trincee drenanti previste nel progetto di site preparation (non rientrante nello scopo dell'EPC1 Contractor). Nel riempimento si è ipotizzata la presenza di una piezometrica variabile da monte verso valle tra 1.5 m e 3.5 m dal p.c. attuale; ipotesi cautelativa, poiché è plausibile che livelli di falda riscontrati entro il corpo del rilevato siano di tipo localizzato.

Per quanto concerne i carichi, dal lato della sicurezza si è assunto il valore massimo compatibile con le resistenze di progetto del terreno valutate per le fondazioni superficiali al Capitolo 9. Tale carico è stato applicato sull'intera area del piazzale, mantenendo una fascia di rispetto minima di 20 m dal ciglio della scarpata, distanza compatibile con il layout di progetto dell'area (Doc.Ref.[18]).

Tabella 10.1: Parametri di progetto dei terreni

Strato	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi_d'$ (°)	$c_d'$ (kPa)	$c_{ud}$ (kPa)
Riempimento	18.5	14.5	4.	21.4
Flysch Gorgoglione - Alterato	20	17.5	12	86
Flysch Gorgoglione	20.5	17.5	12	$178+7.14 \cdot z^{(1)}$
<sup>(1)</sup> Z profondità in m dal tetto dello strato				

Le seguenti figure riportano i risultati delle verifiche ed evidenziano la superficie di scivolamento più critica sia per le condizioni statiche che sismiche.

La verifica di stabilità globale può ritenersi soddisfatta per tutti i casi esaminati, essendo la superficie di scorrimento più critica tra quelle possibili caratterizzata da un fattore di sicurezza almeno pari ad 1.1 (par. 6.8.2 del Doc.Rif.[1]).

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 79 of 83	

DA05 - Global stability analyses  
 Longitudinal section C-C  
 Static condition

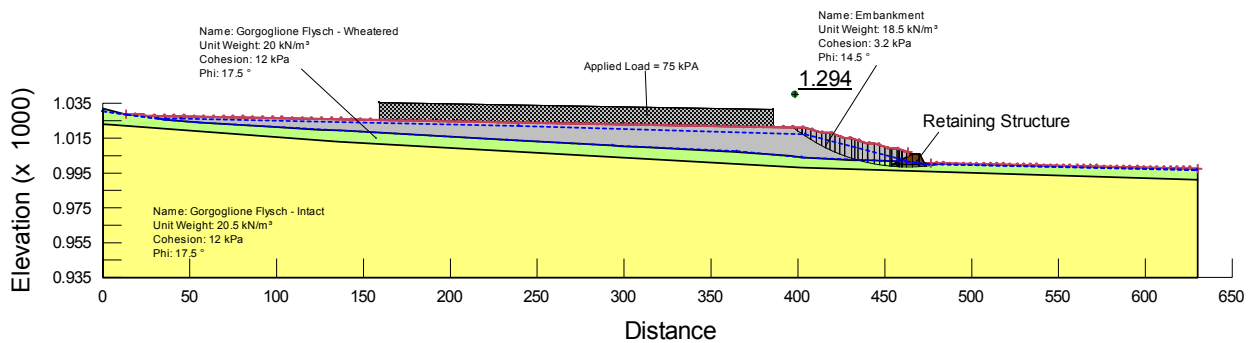


Figura 10.1: Analisi di stabilità globale Sezione C-C – Condizioni statiche

DA05 - Global stability analyses  
 Longitudinal section C-C  
 Seismic conditions

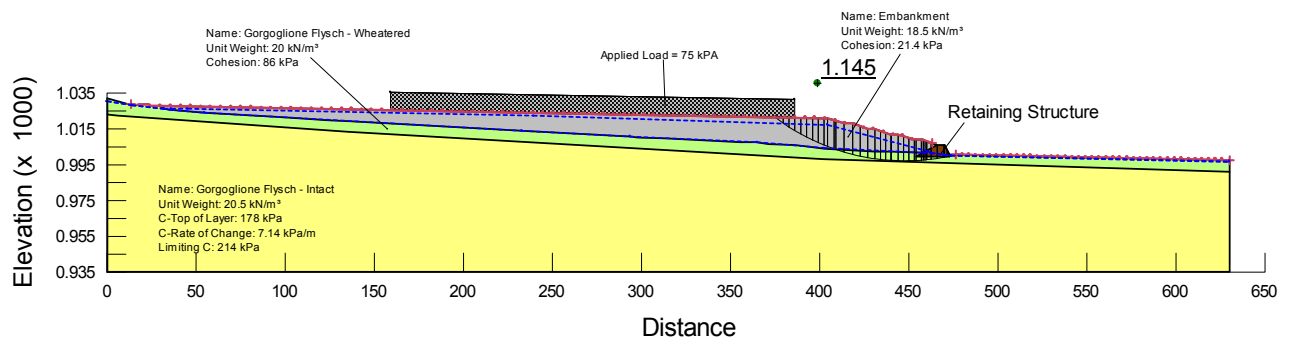


Figura 10.2: Analisi di stabilità globale Sezione C-C – Condizioni sismiche

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 80 of 83	

## 11 SCAVI TEMPORANEI

Secondo il punto 5.4, i dati disponibili indicano dei livelli di falda prossimi alla quota del piano campagna originale, entro la parte alterata del Flysch di Gorgoglione. Tuttavia localmente si è rilevata presenza di acqua anche all'interno del riempimento a quote variabili tra 1.5 e 3.7 m dall'attuale piano finito riempimento. Potrebbe pertanto essere necessario prevedere l'implementazione di un sistema di abbassamento del livello dell'acqua soprattutto dove sono previsti scavi estesi. Il sistema potrebbe essere costituito da pompe o qualsiasi altro sistema di rimozione dell'acqua.

Salvo requisiti più stringenti indicati da regolamenti e codici di sicurezza in vigore, l'inclinazione sull'orizzontale degli scavi temporanei non sostenuti di profondità massima pari a 3 m dalla quota di Piano Finito dovrà essere al massimo pari a 4H/1V.

Per scavi profondi e/o sostenuti dovranno essere effettuate analisi specifiche, caso per caso, tenendo conto delle spinte laterali indotte dal terreno circostante, del livello delle acque di falda e del relativo sistema di drenaggio, se necessario, e dei possibili carichi.

In tutti i casi il materiale di scavo dovrà essere stoccato a una distanza sufficiente dal bordo dello scavo per evitare un sovraccarico della parete di scavo. In pratica la zona intorno agli scavi dovrà essere mantenuta libera per una distanza non inferiore a 1.5 volte la profondità dello scavo stesso.

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 81 of 83	

## 12 COEFFICIENTI DI SPINTA DEL TERRENO

Le opere di sostegno e muri a sbalzo devono essere progettati in conformità alla normativa, utilizzando metodi di calcolo consolidati. In particolare devono essere eseguite analisi dettagliate di interazione terreno-struttura, modellando le fasi di costruzione e la diversa rigidità del terreno in condizioni di carico e scarico.

In tutti i casi, si devono considerare i cambiamenti nelle spinte del terreno in condizioni sismiche, in conformità alla prassi stabilita.

Il coefficiente di spinta a riposo può essere valutato secondo la seguente relazione:

$$k_0 = (1 - \sin \phi') \cdot OCR^{0.5}$$

dove  $\phi'$  è l'angolo di attrito interno e OCR è il rapporto di sovra consolidazione.

Per il materiale di riempimento che costituisce la DA05 si raccomanda l'adozione dei seguenti parametri caratteristici (opportunosamente fattorizzato laddove richiesto dalla normativa vigente) nel calcolo delle spinte su muri interrati e/o opere di sostegno temporaneo:

$$\phi'_k = 18^\circ$$

$$OCR = 1$$

Le spinte attive e passive sulle opere sia in condizioni statiche che sismiche possono essere determinate come segue (Mononobe, 1929 and Okabe, 1926):

- spinta attiva:

$$K = \frac{\sin^2(\psi + \phi' - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi - \theta - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi' + \delta) \sin(\phi' - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

- spinta passiva (senza resistenza a taglio tra il terreno e l'opera):

$$K = \frac{\sin^2(\psi + \phi' - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi + \theta) \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin \phi'_d \sin(\phi' + \beta - \theta)}{\sin(\psi + \beta) \sin(\psi + \theta)}} \right]^2}$$

dove:

$\Psi$  = inclinazione del muro rispetto alla verticale;

$\phi'$  = angolo di attrito interno;

$\beta$  = inclinazione del pendio rispetto all'orizzontale;

$\theta$  = angolo definito come:

$$\tan \theta = k_h / (1 \pm k_v)$$

nel caso di quota di falda al di sotto della base dell'opera di sostegno;

$$\tan \theta = \gamma / (\gamma - \gamma_w) \cdot k_h / (1 \pm k_v)$$

nel caso di quota di falda al di sopra della base dell'opera di sostegno.

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 82 of 83	

$\delta$  = angolo d'attrito terreno – opera pari a:

$\delta = 2/3 \phi'$  nel caso di struttura prefabbricata

$\delta = \phi'$  nel caso di struttura gettata in opera

$k_h$  = coefficiente sismico orizzontale =  $a_{max}/g$

$k_v$  = coefficiente sismico verticale =  $0.5 k_h$

$a_{max}$  = accelerazione di picco (si veda il punto 4.2)

$\gamma$  = peso specifico del terreno;

$\gamma_w$  = peso specifico dell'acqua pari a  $10 \text{ kN/m}^3$ ;

Per le strutture rigide soggette a piccole deformazioni, la spinta aggiuntiva indotta da un evento sismico in condizioni sismiche può essere determinata come segue (Wood, 1973):

$$\Delta p_d = a_{max}/g \cdot \gamma \cdot H$$

dove:

$\Delta p_d$  = incremento della spinta indotto dal sisma, uniforme lungo tutta l'altezza dell'opera;

$g$  = accelerazione di gravità;

$\gamma$  = peso specifico del terreno;

$H$  = altezza del muro.

<b>DA05 - CRUDE OIL LOADING AREA – GEOTECHNICAL REPORT</b> <b>DA05 – Area di carico olio greggio - Relazione Geotecnica</b>			Document number <b>IT-TPR-35-EPC1-120034</b>	
			Revision <b>00</b>	Status: <b>IFC</b>
Document Type : <b>REP</b>	System / Subsystem : <b>00</b>	Discipline : <b>GEO</b>	Rev Date : <b>23-Jan-2017</b>	
CONTRACTOR document number : <b>TR01-AX-CG-T35000000001</b>			Page 83 of 83	

## 13 MONITORAGGIO

Le particolari condizioni del sito, realizzato su un area di deposito di materiali di scavo aventi scadenti proprietà meccaniche, impongono di applicare particolare attenzione al comportamento del rilevato su cui è prevista la realizzazione delle strutture in progetto.

Sebbene le raccomandazioni progettuali riportate in questa sede tengano presente le caratteristiche del sito, risulta essenziale tenere monitorato il comportamento dell'area per verificarne l'effettiva risposta sia nel breve che nel lungo termine.

A tale scopo è necessario predisporre di:

- un sistema di monitoraggio topografico, basato sull'osservazione sistematica di punti rappresentativi, resi solidali al terreno e/o alle installazioni presenti;
- un sistema di monitoraggio inclinometrico, costituito indicativamente da n° 1÷2 verticali in corrispondenza della scarpata
- un sistema di monitoraggio piezometrico costituito indicativamente da n° 3÷4 piezometri a tubo aperto nel corpo del riempimento

Il sistema di monitoraggio topografico dovrà essere operativo già dall'inizio dei lavori.

Per quanto concerne le verticali inclinometriche e piezometriche, per evitarne possibili danneggiamenti durante la fase costruzione delle opere, esse potranno essere installate a fine lavori, andando a costituire il sistema di monitoraggio a lungo termine dell'area.