

COMUNE DI FERRARA

1° STRALCIO PIANO PARTICOLAREGGIATO DI INIZIATIVA PRIVATA - Sottozona D5.1. PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE CARBURANTI

La Proprieta'

Eni S.p.A.
Divisione Refining & Marketing
Area Vendite Rete Nord Est
Resp. Investimenti e Manutenzione
(Ing. Iginio Canestri)

Il Progettista



Int. P.P.	11/10	Integrazione P.P. P.G. 45399 - P.R. 1879 del 18.05.2010																							
P.P.	05/10	PIANO PARTICOLAREGGIATO			MERLO																				
INDICE	DATA	MODIFICHE			DISEGN. CONTR. APPROV.																				
Eni S.p.A. Divisione Refining & Marketing Area Vendita Rete - Nord/Est - Ufficio di Bologna					Allegato Ga Comm. _____																				
LOCALITA' <u>Via Padova - Loc. Pontelagoscuro - S.S. 16 Km 71 + 877 - FERRARA</u>																									
IMPIANTO <u>DI DISTRIBUZIONE CARBURANTI n° 15887</u>					INDICE <table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>																				
PROGETTO <u>RELAZIONE GEOLOGICA e SISMICA PER LA</u> <u>VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI POST SISIMICI</u>					SCALA - _____																				
					SOSTITUISCE IL SOSTITUITO DAL																				
IL PRESENTE DISEGNO E' PROPRIETA' AZIENDALE, LA SOCIETA' TUTELERA' I PROPRI DIRITTI A TERMINI DI LEGGE																									

dott. geol. Gianluca Ferioli

Studio: Via A. Zucchini, 69 – CAP 44100 Ferrara

tel. 0532/56771, fax 0532/56119, e-mail info@elletipi.it

iscritto al n° 503 all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Emilia Romagna

Committente:	Studio Tecnico Geom. Sandro Merlo Via Marchesi 11 – 35048 Stanghella (PD)
--------------	--



Oggetto:	Indagini geognostiche per la valutazione dei cedimenti post-sismici, presso un sito in costruzione in via Padova a Ferrara.
----------	--

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

dott. geol. Gianluca FERIOLE



INDICE

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO DELL'AREA	3
3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA.....	4
4. PIANO DELLE INDAGINI.....	8
5. CARATTERI STRATIGRAFICI DEL SITO.....	13
6. FALDA	13
7. PARAMETRI SISMICI	14
8. CEDIMENTI POST-SISMICI	22
9. ELENCO ALLEGATI	24

1. PREMESSA

Su incarico della Committenza, lo Studio Tecnico del Geom. Sandro Merlo di Stanghella (PD), la scrivente ha eseguito una campagna di indagini geognostiche finalizzata alla valutazione dei cedimenti post-sismici dei terreni su cui si edificherà una stazione di servizio, sita in via Padova a Ferrara.

Per la stesura della seguente relazione e per l'esecuzione delle relative indagini in situ e prove di laboratorio, si sono seguite le disposizioni delle seguenti normative:

O.P.C.M. 20.03.2003 n°3274 *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"* e O.P.C.M 2.10.2003 n° 3316, *"Modifiche ed integrazioni all' n°3274 O.P.C.M. del 20.03.2003"* ;

D.M. 14.01.2008 *"Nuove norme tecniche per le costruzioni"*;

Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16 c. 1, della L.R. 20/2000 per *"Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale ed urbanistica"*;

Associazione Geotecnica Italiana: *"Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche - 1977"*;

Associazione Geotecnica Italiana: *"Raccomandazioni sull'esecuzione delle prove di laboratorio geotecnico - 1994"*;

Associazione Geotecnica Italiana: *"Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica, Linee Guida - 2005"*;

Varie norme di prova ASTM, UNI, CNR, DIN e BS, richiamate nei relativi certificati di prova allegati.

2. INQUADRAMENTO DELL'AREA

L'area oggetto di indagine è ubicata nella periferia nord della città di Ferrara, lungo il tratto cittadino della S.S. 16, tra l'area urbana della città di Ferrara e l'abitato di Pontelagoscuro, come mostrato nell'immagine sottostante.

dott. geol. Gianluca Ferioli

Studio: Via A. Zucchini, 69 – CAP 44100 Ferrara

tel. 0532/56771, fax 0532/56119, e-mail info@elletipi.it

iscritto al n° 503 all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Emilia Romagna



Figura 1.

Le coordinate geografiche del punto di indagine sono:

S1: 44,870904 N - 11,601246 E

3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Da un punto di vista geologico il territorio del ferrarese fa parte del più ampio bacino subsidente padano, formatosi dall'interazione delle dinamiche di deposizione fluvio-palustre, lagunari, deltizie e marine. I depositi alluvionali dello spessore di qualche migliaio di metri, poggiano su falde geologiche profonde, che sono le propaggini settentrionali dell'Appennino emiliano-romagnolo.

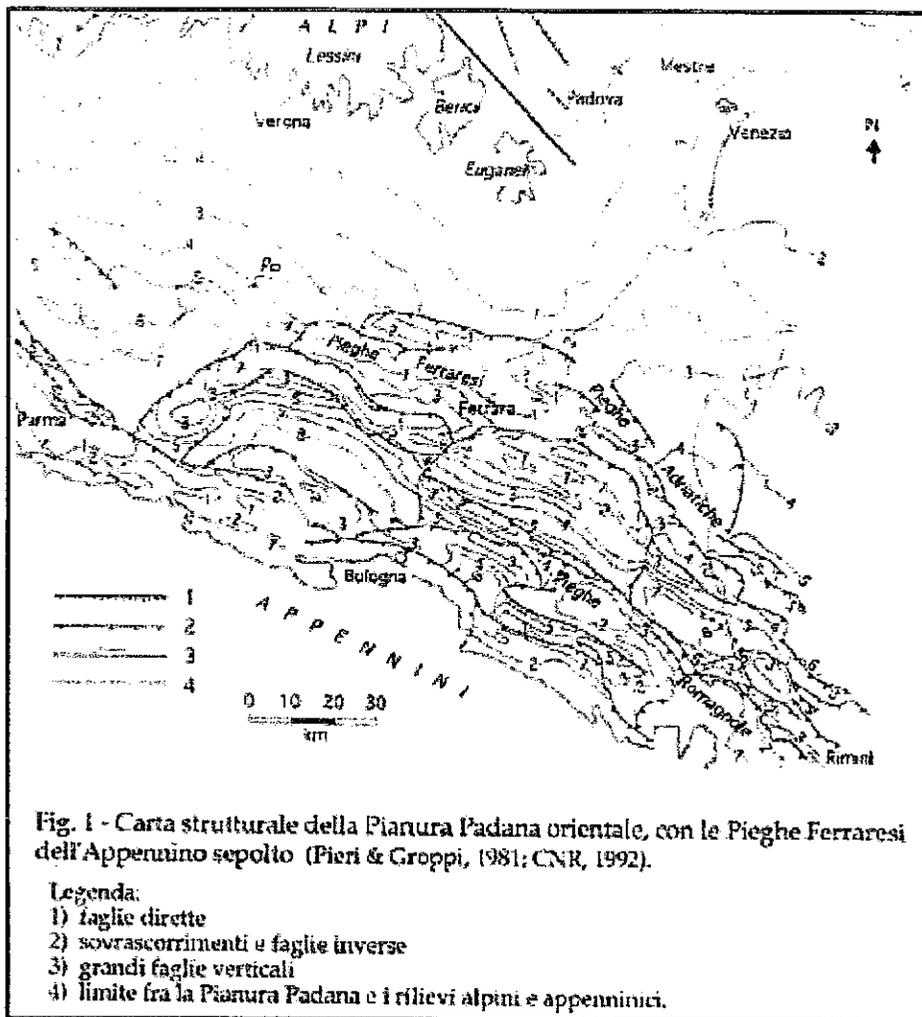


Figura 2: carta strutturale della Pianura Padana.

L'Appennino settentrionale è una catena a falde (Fig. 2) formata dal corrugamento di prismi di rocce sedimentarie, depositi nel paleo-oceano ligure-piemontese e sul margine continentale della microplacca dell'Adria, durante la collisione tra la placca africana e quella europea. L'orogenesi dell'Appennino comincia con la fase eo-mesoalpina, durante l'Eocene medio (45 MA), e si sviluppa soprattutto a partire dall'Oligocene (30 MA). Più nel dettaglio, si osserva che le successioni geologiche sono deformate da pieghe e sovrascorrimenti lungo faglie inverse con trasporto generale verso nord-est. L'inizio della formazione di queste strutture è databile al Tortoniano (10-8 MA).

I sovrascorrimenti e le pieghe più antichi, affioranti nel medio e alto Appennino romagnolo, sono ritagliati da faglie estensionali, in generale orientate parallelamente all'asse della catena e probabile propagazione verso nord-est della distensione del versante tirrenico della catena. Il fronte della catena vero e proprio non coincide con il margine morfologico appenninico-padano ma è identificabile con l'alto strutturale della dorsale ferrarese, sepolta dai sedimenti della Pianura padana, dove il fronte appenninico sovrascorre sulla placca

padano-veneta. Il sollevamento dell'Appennino, tuttora attivo, è dovuto probabilmente ai sovrascorrimenti che determinano raddoppi del basamento cristallino, il cui tetto è individuato ad una profondità di circa 8 km nella parte alta della catena e a circa 12 km in prossimità del margine morfologico appennino-padano.

La formazione della coltre alluvionale dell'attuale pianura padana ha inizio alla fine del Pliocene e prosegue fino ai giorni nostri con la combinazione dei fenomeni deposizionali e della subsidenza.

Il complesso plio-quadernario è costituito da un'alternanza di strati sabbiosi con strati limoso-argillosi, variamente ondulati, con frequenti passaggi laterali di facies.

Gli spessori delle colti alluvionali che ricoprono le falde appenniniche sepolte, vanno dai circa 150 metri della dorsale ferrarese (Casaglia) ai 3000 metri. Nella reale comacchiese la potenza della coltre sedimentaria plio-quadernaria è circa 2000 – 3000 metri.

La subsidenza è un importante e caratteristico fenomeno della bassa pianura Padana. In effetti si tratta di un fenomeno che in tutto il territorio ferrarese ha avuto molta rilevanza e prodotto anche notevoli danni. Nella fascia costiera, come è noto, provoca un arretramento delle spiagge, aumentando la pericolosità delle mareggiate, produce una maggior risalita del cuneo salino nei fiumi e l'infiltrazione nelle falde acquifere di acque del mare (ERSA, 1978; Montori, 1983). Le più recenti misure altimetriche indicano valori medi di abbassamento del suolo intorno a 1 cm/anno nel periodo 1987-1999 per la costa cesenate, ravennate e ferrarese. Anche nell'entroterra, d'altronde, e quindi anche nel territorio comunale, esso rappresenta un importante fattore di rischio. Infatti, a causa delle basse pendenze in gioco, esso ostacola il deflusso delle acque superficiali, alterando il profilo longitudinale degli alvei fluviali e, soprattutto, dei canali di scolo e dei collettori fognari; modifica inoltre i dislivelli che gli impianti idrovori debbono vincere per avviare le acque verso mare, ostacola l'irrigazione e riduce i franchi di coltivazione.

I fenomeni di subsidenza accertati nel territorio comunale sono di carattere sia naturale che artificiale.

Con il termine di subsidenza naturale, vengono comprensivamente indicati tutti quei movimenti di abbassamento del suolo imputabili a cause naturali; nel territorio in esame tali cause consistono sia nel costipamento dei sedimenti più recenti, sia nella risposta isostatica della crosta al variare dei carichi superficiali (soprattutto depositi sedimentari) o comunque in movimenti di neotettonica.

Va ricordato, d'altronde, che, a sud dell'attuale posizione del fiume Po, l'orogene appenninico continua, sotto la Pianura Padana, nelle pieghe dell'Appennino sepolto (Pieri, Groppi, 1981; CNR, 1992), e che il territorio comunale si sviluppa interamente su tale orogene; a nord è invece presente una omoclinale che arriva ai piedi delle Alpi.

La forma di tale substrato in generale condiziona i tassi di costipamento dei terreni sovrapposti, producendo una loro attenuazione nelle zone corrispondenti agli alti strutturali sepolti; il substrato stesso, inoltre, è ancora sottoposto a movimenti sia orizzontali che verticali.

Vengono comunemente indicati col termine di «subsidenza artificiale» o «antropica», i fenomeni di abbassamento del suolo imputabili a varie attività dell'uomo.

Nella Pianura Padana orientale questi abbassamenti per subsidenza hanno avuto ed hanno anche attualmente una notevole importanza. E' evidente, ad esempio, che essi stanno alla base dell'attuale assetto

altimetrico della sua fascia orientale, che comprende un'area di oltre 2300 Km² al di sotto del livello medio del mare.

Essi sono riconducibili soprattutto all'estrazione di fluidi dal sottosuolo: un caso classico è rappresentato dalla estrazione di metano misto ad acqua attuata nel Polesine e nel settore nord-orientale del Ferrarese, fra il 1938 e il 1964, da strati del Quaternario di profondità generalmente inferiori ai 200 m.

La conformazione attuale del territorio provinciale e la sua genesi, sono dovute all'interazione complessa tra evoluzione post glaciale della linea di costa con relativa trasgressione marina, e progradazione deltizia del fiume Po.

Dopo il massimo innalzamento del livello marino datato circa 5000 anni fa, la linea di costa si è spostata progressivamente verso est con l'avanzare dei depositi alluvionali. A testimoniare questo progressivo avanzamento della linea di costa rimangono numerosi frammenti di cordoni di paleo-dune.

Nel corso degli ultimi duemila anni, lo spostamento verso nord della foce del Po ha causato una diminuzione degli apporti sedimentari, e nell'areale sud – orientale della provincia di Ferrara, la subsidenza naturale dovuta al consolidamento dei terreni ha preso il sopravvento trasformando l'ambiente costiero in un ambiente lagunare.

La grande estensione degli specchi d'acqua vallivi della provincia è stata ridotta da varie bonifiche iniziate già nel secolo XIX e conclusesi con il recupero a terre emerse di tutte le valli tranne la Valle Fattibello, a sud della città di Comacchio.

3.1 SISMICITA'

I sovrascorrimenti delle falde profonde appenniniche sono ancora attivi, e sono la zona di origine dei terremoti, i cui ipocentri sono collocati tra i 5 e gli 8 km di profondità, e con meccanismo di fagliazione prevalentemente compressivo.

La sismicità dell'Emilia Romagna può essere definita media relativamente alla sismicità nazionale, poiché i terremoti storici hanno avuto magnitudo massima compresa tra 5,5 e 6 della scala Richter e intensità del IX-X grado della scala MCS. I maggiori terremoti (Magnitudo > 5,5) si sono verificati nel settore sud-orientale, in particolare nell'Appennino Romagnolo e lungo la costa riminese. Altri settori interessati da sismicità frequente ma generalmente di minore energia (Magnitudo < 5,5) sono il margine appenninico-padano tra la Val d'Arda e Bologna, l'arco della dorsale ferrarese e il crinale appenninico.

I maggiori terremoti occorsi in epoca storica nel ravennate sono stati il terremoto della Romagna del 1688 con una intensità di 9 gradi della scala Mercalli, stimata di magnitudo 5,88 della scala Richter; ed il terremoto del Faentino del 1781 con una intensità di 9 gradi della scala Mercalli, stimata di magnitudo 5,84 della scala Richter.

Nella tabella sottostante sono riportati i terremoti più intensi verificatisi in un raggio di 50 chilometri dal baricentro dell'opera in progetto, come registrati nel Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2004.

Nome file:	Cod. Doc	N° Comm.	Rev.	bm	Rif. segreteria	Pag. 7 di 24
rel01-rev00-8570-10-MERLO	Rel_01	8570/10	01	29/10/10	bb	

Anno	Area massimi effetti	lo	Lat	Lon	Maw	Daw	Mas	Das
1346	Ferrara	75	44.92	11.02	5.81	0.24	5.75	0.35
1796	Emilia orientale	70	44.62	11.67	5.63	0.15	5.48	0.23
1909	Bassa Padana	65	44.579	11.688	5.53	0.05	5.33	0.08
1570	Ferrara	75	44.82	11.63	5.48	0.11	5.27	0.17
1505	Bologna	70	44.48	11.25	5.47	0.09	5.25	0.14
1624	Argenta	75	44.65	11.85	5.43	0.22	5.19	0.32
1967	Bassa Padana	60	44.604	11.997	5.36	0.08	5.09	0.12
1234	Ferrara	70	44.836	11.618	5.17	0.3	4.8	0.45
1574	Finale Emilia	70	44.833	11.294	5.12	0.22	4.73	0.33
1285	Ferrara	65	44.836	11.618	5.03	0.33	4.6	0.49
1365	Bologna	65	44.5	11.33	5.03	0.33	4.6	0.49
1410	Ferrara	65	44.836	11.618	5.03	0.33	4.6	0.49
1433	Bologna	60	44.5	11.33	5.03	0.17	4.6	0.25
1743	Ferrara	65	44.836	11.618	5.03	0.33	4.6	0.49
1898	Romagna settent.	65	44.65	11.77	5.03	0.33	4.6	0.49

La maggior parte del territorio della provincia di Ferrara è classificato secondo l'OPCM 3274 del 20.03.2003, in zona 3, con l'unica eccezione del comune di Argenta, che si trova in zona 2, le cui azioni sismiche sono governate dalle accelerazioni riportate nella tabella sottostante.

ZONA	a_g = accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A
1	0,35 g
2	0,25 g
3	0,15 g
4	0,05 g

Tale classificazione ora è utilizzata solo a fini amministrativi per la pianificazione territoriale.

Per la definizione dei parametri sismici di progetto verrà utilizzata la carta della pericolosità sismica dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

4. PIANO DELLE INDAGINI

Sulla base della normativa vigente e delle relative informazioni geotecniche e sismiche necessarie ad una sufficiente modellazione dei terreni oggetto di indagine è stato eseguito il seguente piano di indagini.

n.° 1 Sondaggio stratigrafico spinto fino a 15 metri di profondità, con prelievo di tre campioni indisturbati per esecuzione di prove .

4.1 SONDAGGIO

Il carotaggio è stato eseguito a rotazione verticale a secco con recupero integrale e rappresentativo dei terreni attraversati, comunque non inferiore all'80 %.

Sono stati utilizzati carotieri semplici di diametro 101 mm e lunghezza 1500 mm, con corone e scarpe taglienti al widia, azionati ad aste di manovra di diametro 76 mm. Le pareti del foro sono state sostenute da tubazione metallica provvisoria di diametro 127 mm, infissa con circolazione di acqua potabile, senza l'ausilio di additivi di alcun tipo.

I campioni indisturbati per le prove geotecniche sono stati prelevati con campionatori a pareti sottili di acciaio inox tipo Shelby di diametro 88.9 mm, tramite infissione a pressione della fustella, alle profondità indicate nella tabella sottostante:

Campione	Profondità (m)
S1 Sh1	3.50 – 4.10
S1 Sh2	6.00 – 6.60
S1 Sh3	9.20 – 9.80

La perforazione è stata eseguita con la supervisione di geologi a tempo pieno, responsabili dell'esecuzione dei lavori, delle misure in situ, delle quote di fondo foro, della compilazione dei dati stratigrafici, ecc.

La descrizione stratigrafica dei terreni attraversati è stata restituita graficamente sulle schede stratigrafiche allegate.

La macchina perforatrice impiegata è stata:

ATLAS A 52

Coppia torcente: 1080 kgm

Velocità di rotazione: 0 – 800 rpm

Corsa continua: 350 cm

Spinta: 5000 kg

Trazione: 5000 kg

Portata argano manovra: 3000 kg

Pompa fanghi: C.M.O. ps 60/2 da 200 l/min

4.2 EDOMETRIE

Sui campioni indisturbati prelevati nel corso del sondaggio sono state eseguite delle prove edometriche per valutare l'entità dei cedimenti dei terreni indagati.

Le prove edometriche sono state eseguite seguendo le Raccomandazioni A.G.I. 1994, e specificamente la norma ASTM D – 2435 method A.

Esse consistono nell'applicare una sequenza di carichi, ciascuno dei quali mantenuto costante per un periodo di tempo (normalmente 24 ore) sufficiente a garantire la completa dissipazione delle sovra-pressioni dell'acqua interstiziale generate dal carico stesso.

Nel corso del processo di consolidazione viene rilevata l'altezza del provino a vari istanti di tempo, e i dati così ottenuti sono utilizzati per determinare i parametri di compressibilità e la velocità di consolidazione.

Attrezzatura di prova

L'apparecchiatura utilizzata consiste in un anello rigido fisso del diametro di 50 mm e di altezza 20 mm che contiene il provino, una base ed una testa di carico e due piastre porose poste tra queste ed il provino.

L'insieme provino – anello rigido – piastre porose, è posto in un contenitore pieno d'acqua, in modo da prevenire l'essiccamento del materiale nel corso della prova ed a fornire l'acqua di assorbimento durante la fase di scarico (rigonfiamento).

La misura delle deformazioni verticali viene rilevata da un trasduttore di spostamento centesimale LDVT e registrata dal sistema di acquisizione automatico computerizzato.

Procedura di prova

Dopo avere posizionato il provino nell'apparecchiatura edometrica, si inizia ad applicare i carichi. Gli incrementi di pressione verticale $\Delta\sigma_v$ sono applicati in progressione geometrica, secondo la sequenza 12.5 , 25, 50, 100, 200, 400, 800 e 1600 kN/m². Terminata la sequenza di carico si procede ad eseguire la fase di scarico, passando da 1600 a 400 ed infine a 100 kN/m².

Data la bassa permeabilità dei terreni coesivi, i cedimenti (rilevata con una precisione di 1.0×10^{-6} m) conseguenti all'applicazione di ogni gradino di carico si sviluppano lentamente nel tempo. Ogni incremento di carico quindi viene mantenuto per un periodo di tempo di 24 ore, sufficiente all'assestamento del provino. L'entità del consolidamento provocata da ogni incremento di carico è rilevata dopo le 24 ore.

Durante i consolidamenti conseguenti a due incrementi diversi di carico (da 50 a 100 kN/m² e da 100 a 200 kN/m²) vengono misurati gli abbassamenti ad intervalli di tempo prima ad intervalli ravvicinati, poi via via distanziati: 5, 10, 15, 20"; 1, 2, 4, 8, 15, 30'; 1, 2, 4, 8 e 24 ore.

Presentazione dei risultati

Per la corretta determinazione dei parametri individuati dalla prova edometrica vengono individuati e riportati i dati di umidità naturale (ad inizio e a fine prova), massa volumica, e peso specifico del provino.

I parametri calcolati e presentati nel certificato sono i seguenti:

- peso specifico (kN/m^3);
- massa volumica apparente ad inizio e fine prova (kN/m^3);
- massa volumica apparente secca ad inizio e fine prova (kN/m^3);
- umidità ad inizio e fine prova (%);
- indice dei vuoti ad inizio prova;
- grado di saturazione iniziale e finale (%);
- coefficiente di consolidazione C_v (cm^2/sec);
- permeabilità (cm/sec);
- pressione di preconsolidazione (kPa);
- indice di compressione C_c ;
- rapporto di compressione CR;

Gi elaborati grafici presentati nel certificato sono:

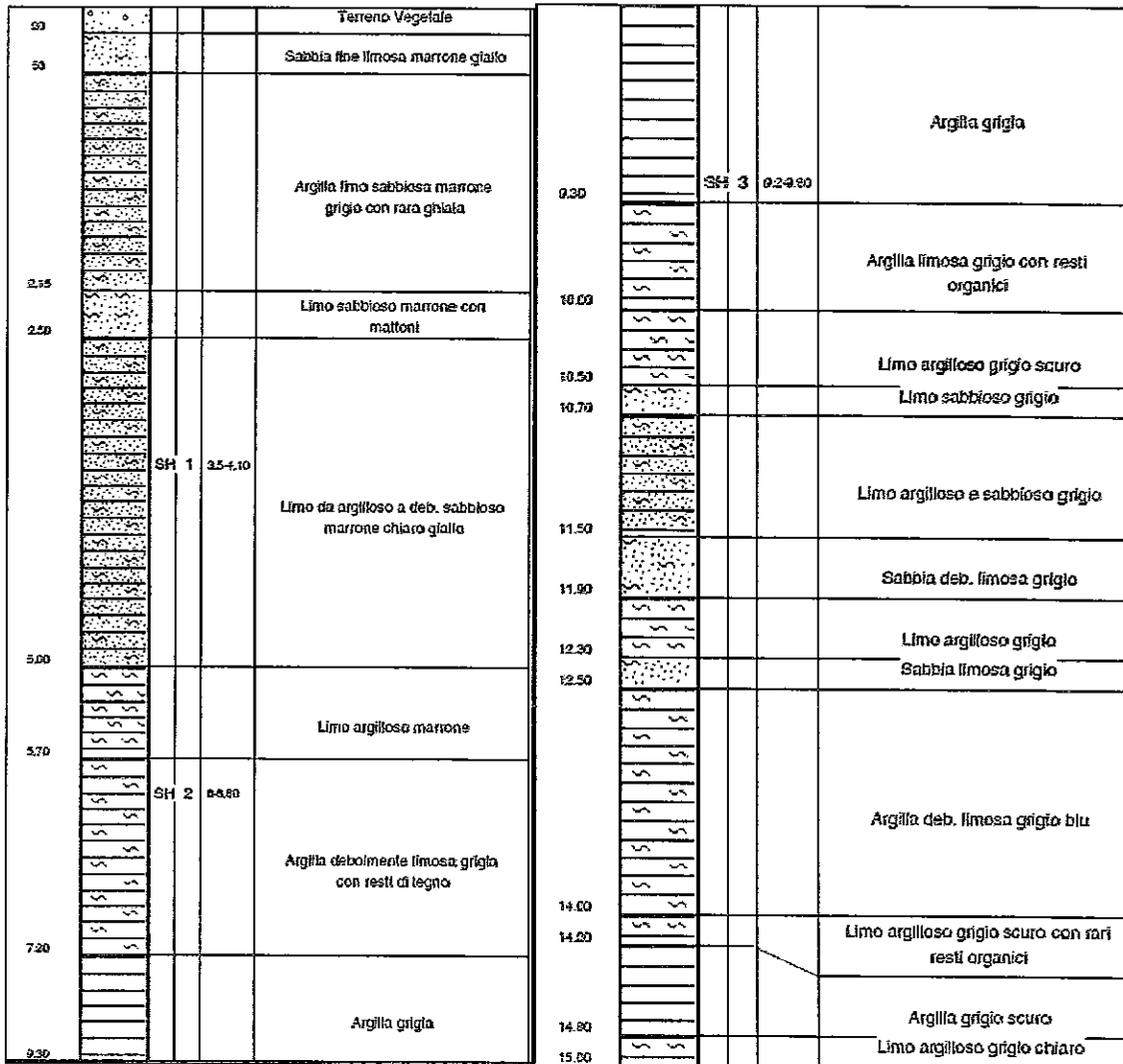
- curva ΔH (mm) – $\log t$ (mm);
- curva $E_v\%$ - $\log \sigma_v$ (kPa).

I coefficienti C_c , C_v e la pressione di preconsolidazione vengono ricavati da costruzioni geometrico - grafiche sulle curve riportate nel certificato secondo i metodi di Casagrande. I parametri di massa volumica, indice dei vuoti, grado di saturazione, modulo edometrico, coefficiente di compressibilità, vengono ricavati attraverso varie relazioni tra grandezze misurate durante la prova (abbassamenti, carico) e caratteristiche determinate del campione: umidità, massa volumica apparente, peso specifico. La permeabilità è calcolata per via indiretta con la seguente relazione: $k = m_v \times \gamma_w \times C_v$.

I principali parametri geotecnici ricavati dalle edometrie sono riportati nella tabella sottostante:

PARAMETRO		S1 Sh1	S1 Sh2	S1 Sh3
Indice dei vuoti:		0.84	1.176	1.753
Pressione di preconsolidazione (σ'_p) (kPa):		159.82	37.91	123.29
Grado di sovraconsolidazione (OCR):		2.8	0.5	1.5
Rapporto di compressione (CR):		0.148	0.146	0.190
Indice di compressione (Cc):		0.27	0.32	0.52
Rapporto di ricomprensione (RR):		0.0007	0.1050	0.0462
Indice di ricomprensione (Cr):		0.0012	0.2286	0.1271
Rapporto di rigonfiamento (SR):		0.010	0.019	0.043
Indic di rigonfiamento (Cs):		0.018	0.041	0.118
Coeff. Cons. (Cv)(cm ² /s) tra:	98 e 196	5.51E-04	6.31E-04	7.77E-05
Coeff. Cons. (Cv)(cm ² /s) tra:	196 e 392	1.56E-03	7.22E-04	6.76E-05
Coeff. Cons. (Cv)(cm ² /s) tra:	392 e 784	7.66E-03	1.04E-03	5.87E-05
Coeff. Sec. (C α) tra:	98 e 196	9.49E-04	2.91E-03	6.54E-03
Coeff. Sec. (C α) tra:	196 e 392	1.00E-03	3.41E-03	7.43E-03
Coeff. Sec. (C α) tra:	392 e 784	1.43E-03	2.45E-03	8.43E-03
Permeabilità tra (kPa)(cm/s):	98 e 196	8.95E-09	2.70E-08	3.60E-09
Permeabilità tra (kPa)(cm/s):	196 e 392	2.08E-08	1.48E-08	1.60E-09
Permeabilità tra (kPa)(cm/s):	392 e 784	7.95E-08	1.11E-08	7.22E-10

5. CARATTERI STRATIGRAFICI DEL SITO



Nella figura sopra riportata viene rappresentata la stratigrafia dei terreni incontrati, così come rappresentata nel certificato di sondaggio allegato.

I terreni incontrati sono prevalentemente fini, si natura argilloso limosa, e relativamente omogenei, se si eccettuano i livelli più superficiali in cui è presente una debole frazione sabbiosa.

I primi due metri e mezzo sono probabilmente terreni di riporto, data la presenza di rari frammenti di laterizio.

6. FALDA

La profondità della falda è stata rilevata nel foro di sondaggio, ed è riportata rispetto al piano campagna nella tabella sottostante:

Nome file:	Cod. Dec	N° Comm.	Rev.	bm	Rif. segreteria	Pag. 13 di 24
rel01-rev00-8570-10-MERLO	Rel_01	8570/10	01	29/10/10	bb	

Punto di rilievo	Profondità da p.c. (m)	Data rilievo
S 1	2.70	28.09.2010

7. PARAMETRI SISMICI

7.1. CATEGORIA SISMICA DEL SOTTOSUOLO

L'NTC 2008 ha cambiato l'approccio alla valutazione del rischio sismico, introducendo la necessità della sua valutazione in funzione del sito.

La Vs30, cioè la velocità delle onde di taglio nei primi trenta metri di sottosuolo, è il parametro che classifica la risposta sismica del sottosuolo in funzione della stratigrafia presente nel sito.

Nel presente lavoro non è stata richiesta specificamente la classificazione sismica del sottosuolo, e per le valutazioni che verranno svolte, sia in base alle esperienze in altri lavori dello scrivente, sia sulla base della natura dei terreni incontrati in fase di sondaggio, si attribuisce al sottosuolo la categoria sismica "D".

7.2. AZIONE SISMICA

La categoria di suolo sismico consente di definire l'amplificazione sito dipendente che un sisma di riferimento può sviluppare, la pericolosità sismica del sito fornisce le intensità delle azioni sismiche da attendersi.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR.

Nell'NTC 2008 le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T^*C : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella.

Stati Limite		P_{V_R} - Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

I suddetti parametri si possono ricavare dalla mappa della pericolosità sismica realizzata dall'INGV, e che si compone di una maglia di 16000 punti i cui essi sono definiti, attraverso la media pesata alle coordinate geografiche del sito in esame rispetto ai vertici della maglia entro cui esso si trova.

Il periodo di riferimento V_R è dato da: $V_R = V_N \times C_U$

Dove V_N è la vita nominale di un'opera strutturale, intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, ed è definita dalla tabella sottostante.

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

C_U è il valore del coefficiente d'uso, definito al variare della classe d'uso come indicato nella sottostante tabella.

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

Quale che sia la probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{V_R} considerata, lo spettro di risposta elastico in accelerazione, della componente orizzontale, è definito dalle espressioni seguenti:

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \\ T_C \leq T < T_D & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

nelle quali T ed Se sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale orizzontale.

Inoltre:

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente

$$S = SS \times ST,$$

essendo SS il coefficiente di amplificazione stratigrafica e ST il coefficiente di amplificazione topografica;

η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%, mediante la relazione

$$\eta = 10 / (5 + \xi) \geq 0,55$$

dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

F_o è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;

T^*C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da

$$T^*C = CC \times TC,$$

dove T^*C è definito al § 3.2 delle NTC e CC è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo ;

T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante,

$$T_B = TC / 3,$$

T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione:

$$T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6.$$

L'amplificazione stratigrafica è definita dai coefficienti Ss e Cc , per le varie categorie di suolo sismico come riportato nella tabella sottostante.

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1.00	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot E_v \cdot \frac{a}{m} \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_C^*)^{-0.20}$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot E_v \cdot \frac{a}{m} \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_C^*)^{-0.35}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot E_v \cdot \frac{a}{m} \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_C^*)^{-0.50}$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot E_v \cdot \frac{a}{m} \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_C^*)^{-0.40}$

Mentre l'amplificazione topografica è dimensionata secondo le seguenti tabelle.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1.0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

Con la definizione delle componenti spettrali ricavata dalle correlazioni sito dipendenti, si possono così calcolare i valori dello spostamento orizzontale d_g e della velocità orizzontale v_g massimo dalle seguenti espressioni:

$$d_g = 0,025 \times a_g \times S \times TC \times TD$$

$$v_g = 0,16 \times a_g \times S \times TC$$

7.3. PARAMETRI DELL'AZIONE SISMICA

Dalla mappa della pericolosità sismica dell'INGV, considerando:

vita nominale dell'opera, $V_n = 50$ anni;

Classe d'uso, $C_u = II$;

vita di riferimento, $V_r = 50$ anni

si ricavano i seguenti parametri dell'azione sismica:

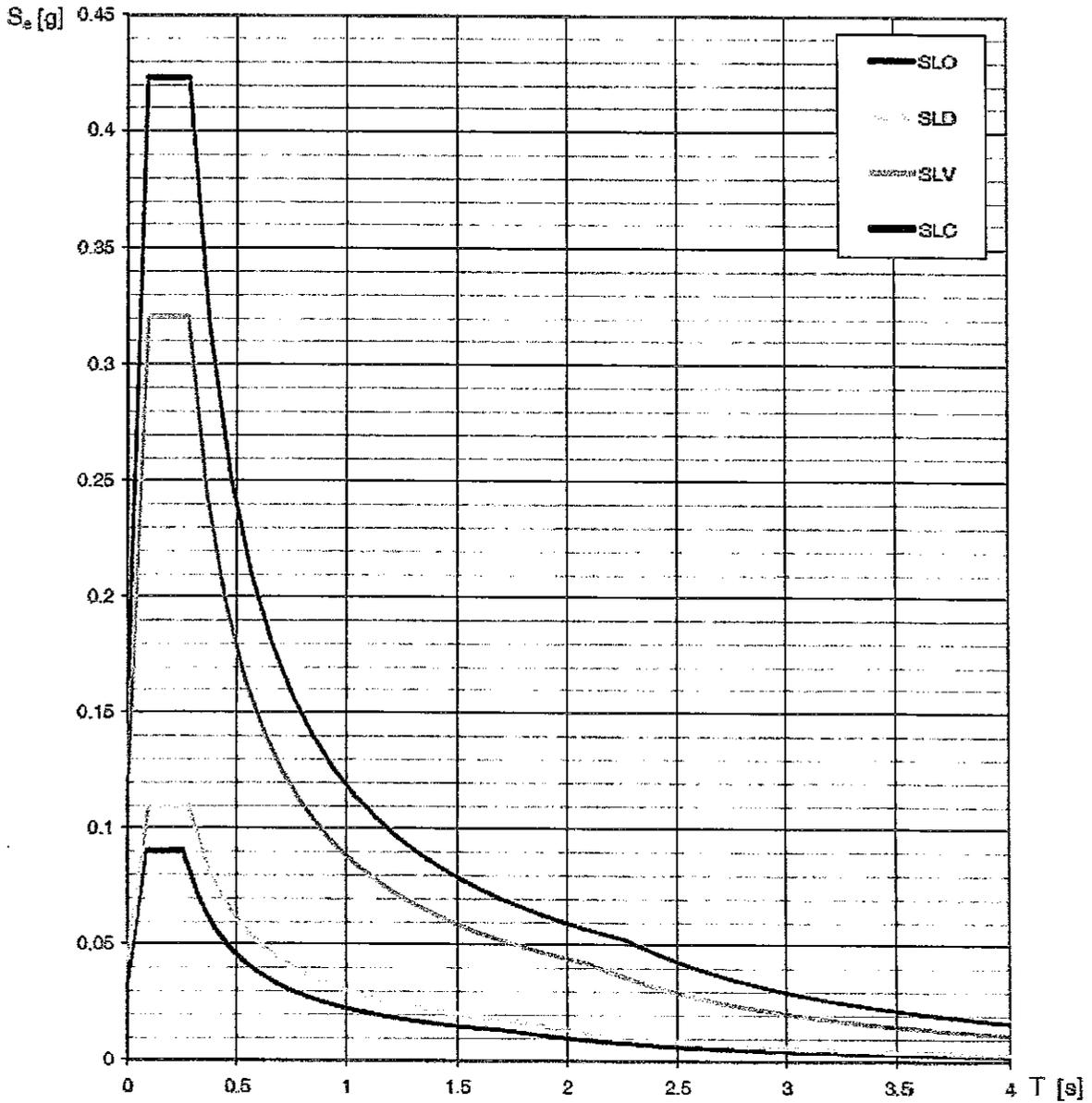
Valori dei parametri a_g , F_d , T_C per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_d	T_C [s]
SLO	30	0.038	2.548	0.250
SLD	50	0.044	2.521	0.276
SLV	475	0.123	2.597	0.276
SLC	975	0.165	2.566	0.281

Per le valutazioni della stabilità in condizioni sismiche dei suoli si utilizzerà l'accelerazione al suolo di riferimento di $0.123 a_g$.

Gli spettri elastici che si ricavano dai suddetti parametri al substrato di riferimento e per i diversi Stati Limite sono i seguenti:

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



In particolare per gli SLD e SLV per il suolo di categoria "D":

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.044 g
F_0	2.521
T_c	0.276 s
S_s	1.800
C_c	2.378
S_p	1.000
q	2.400

Parametri dipendenti

S	1.800
η	0.417
T_B	0.219 s
T_C	0.657 s
T_D	1.775 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^2 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.079
$T_B \leftarrow$	0.219	0.083
$T_C \leftarrow$	0.657	0.083
	0.710	0.076
	0.763	0.071
	0.817	0.067
	0.870	0.062
	0.923	0.059
	0.976	0.056
	1.030	0.053
	1.083	0.050
	1.136	0.048
	1.189	0.046
	1.243	0.044
	1.296	0.042
	1.349	0.040
	1.402	0.039
	1.455	0.037
	1.509	0.036
	1.562	0.035
	1.615	0.034
	1.668	0.033
	1.722	0.032
$T_D \leftarrow$	1.775	0.031
	1.881	0.027
	1.987	0.024
	2.093	0.022
	2.199	0.020
	2.305	0.018
	2.411	0.017
	2.517	0.015
	2.623	0.014
	2.729	0.013
	2.834	0.012
	2.940	0.011
	3.046	0.010
	3.152	0.010
	3.258	0.009
	3.364	0.009
	3.470	0.008
	3.576	0.008
	3.682	0.007
	3.788	0.007
	3.894	0.006
	4.000	0.006

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.123 g
F_0	2.597
T_C	0.276 s
S_S	1.800
C_C	2.360
S_T	1.000
q	2.400

Parametri dipendenti

S	1.800
η	0.417
T_B	0.219 s
T_C	0.656 s
T_D	2.094 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; § 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.222
$T_B \leftarrow$	0.219	0.240
$T_C \leftarrow$	0.656	0.240
	0.725	0.218
	0.793	0.199
	0.862	0.183
	0.930	0.170
	0.999	0.158
	1.067	0.148
	1.136	0.139
	1.204	0.131
	1.272	0.124
	1.341	0.118
	1.409	0.112
	1.478	0.107
	1.546	0.102
	1.615	0.098
	1.683	0.094
	1.752	0.090
	1.820	0.087
	1.888	0.084
	1.957	0.081
	2.025	0.078
$T_D \leftarrow$	2.094	0.075
	2.165	0.069
	2.275	0.064
	2.366	0.059
	2.457	0.055
	2.548	0.051
	2.638	0.047
	2.729	0.044
	2.820	0.042
	2.911	0.039
	3.001	0.037
	3.092	0.035
	3.183	0.033
	3.274	0.031
	3.365	0.029
	3.455	0.028
	3.546	0.026
	3.637	0.025
	3.728	0.025
	3.818	0.025
	3.909	0.025
	4.000	0.025

8. CEDIMENTI POST-SISMICI

La valutazione dei cedimenti post sismici viene eseguita secondo l'allegato 3 dell'atto di indirizzo per la microzonazione sismica in Emilia Romagna (Delibera n. 112, 2 maggio 2007).

Dalle interpretazioni delle prove penetrometriche si individuano come orizzonti suscettibili di cedimenti post-sismici significativi, gli strati di terreno caratterizzati da terreni argillosi con C_u inferiore ai 70 KPa, e da sabbie con N_{SPT} equivalente stimato inferiore a 15 colpi.

L'entità dei cedimenti verrà calcolata facendo la media ponderata delle tre tipologie di terreni compressibili indagate.

Con il campione S1 Sh1 si sono provati dei limi argillosi, con l'S1 Sh2 delle argille limose, mentre con l'S1 Sh3 delle argille organiche.

A ciascuno dei tre litotipi sono assegnati i rispettivi spessori di terreno:

limi argillosi 3.3 m

argille limose 7.4 m

argille organiche 0.9 m

Gli strati sabbiosi nel calcolo del cedimento post sismico non sono stati presi in considerazione.

Il cedimento di consolidazione post-sismica è dato dall'espressione:

$$\Delta H = \varepsilon_{vr} H$$

Dove: H = altezza dello strato omogeneo;

ε_{vr} = deformazione volumetrica post-ciclica percentuale, dove:

$$\varepsilon_{vr} = (\alpha Cr / (1 + e_0)) \log(1 / (1 - \Delta u / \sigma'_0))$$

α = costante sperimentale variabile da 1 a 1,5;

e_0 = indice dei vuoti iniziale;

Cr = indice di riconsolidazione, che può essere ipotizzato pari a $0,225 \cdot C_c$ (indice di consolidazione);

$\Delta u / \sigma'_0$ = rapporto di pressione interstiziale (aumento di pressione neutra indotta dal sisma di progetto).

Per il calcolo dei cedimenti verranno adottati i seguenti parametri:

$\alpha = 1$;

$e_0 = 1.125$: media ponderata dei valori rilevati nella prova edometrica;

$C_c = 0.32$: media ponderata dei valori rilevati nella prova edometrica.

Il calcolo di $\Delta u / \sigma'_0$ (ru) richiede l'esecuzione di alcuni passaggi intermedi.

Determinazione ampiezza della deformazione di taglio massima indotta dal sisma:

$$\gamma_{max} = 0,65 a_{max,s/g} \sigma_v \text{ rd } 1/G$$

dove:

Nome file:	Cod. Doc	N° Comm.	Rev.	bm	Rif. segreteria	Pag. 22 di 24
rel01-rev00-8570-10-MERLO	Rel_01	8570/10	01	29/10/10	bb	

$a_{max,s}$ = picco di accelerazione al piano campagna del sisma di riferimento;

g = accelerazione di gravità;

σ_v = tensione totale verticale;

r_d = coefficiente riduttivo dell'azione sismica = $1 - 0,015 z$;

G = modulo di taglio corrispondente alla deformazione γ_{max} .

$$a_{max,s} = a_{ref,g} S_S S_T = 1,206 * 1,80 * 1 = 2.171 \text{ m/s}^2$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$r_d = 0,869$$

$$G/G_0 = 0.464 \text{ (tabella 3 allegato A3);}$$

essendo G_0 , 25.9 MPa. Come risulta dalla stima del modulo edometrico medio, considerando un coefficiente di poisson ν 0.5 (date le condizioni non drenate che si possono sviluppare durante il sisma) ed un rapporto di 1 a 3 tra il modulo in condizioni statiche e quello in condizioni dinamiche, dove M statico medio = 7.77 MPa.

Inserendo le grandezze determinate precedentemente le ampiezze delle deformazioni ricavata è:

$$S1 \quad \gamma_{max} = 9.97 \times 10^{-2}$$

Inserendo i valori di deformazione ricavati nella tabella $\nu - \gamma\%$ di (tabella 2 degli atti di indirizzo) si ricava un rapporto di incremento della pressione da circa 0,37.

Utilizzando i parametri sopra riportati, i massimi cedimenti post sismici attesi per gli 11.6 metri di verticale comprimibile sono quindi stimati in:

$$S1 \quad \Delta H = \epsilon_{vr} H = \mathbf{0,080 \text{ m}}$$

dott. geol. Gianluca Ferioli

Studio: Via A. Zucchini, 69 – CAP 44100 Ferrara

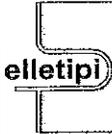
tel. 0532/56771, fax 0532/56119, e-mail info@elletipi.it

iscritto al n° 503 all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Emilia Romagna

9. ELENCO ALLEGATI

Allegato 1	Certificato stratigrafia
Allegato 2	Certificati laboratorio geotecnico

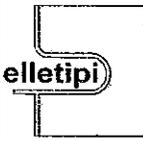
ALLEGATO 1

 elletipi s.r.l. via A. Zucchini, 69 - FERRARA tel. 0532/56771; fax 0532/56120 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it		Inizio Esecuzione 28/09/10	Fine Esecuzione 28/09/10	Metodo Perfor. Car. continuo	Sondaggio S1									
Quota p.c.		Attrezzo carotiere diam. 101 mm												
Committente Comm. 8570/10 - Merlo Geom. Sandro				Località Via Padova - loc. Botte (FE)										
Campioni Carotiere Semplice [T1] Carotiere Doppio [T2] Rimaneggiati [RI] Denison [D] Osterberg [OS] Shelby [SH] Indisturbati [IN]			Foto	Livello Acqua	Prof. Foro 15.0	Prof. Riv. 15.0	Assistente Silvestri							
Data 28/09/10			Mt. p.c. 2.70	Operatore Giommi										
MT.	QUOTA DA P.C.	SIMBO LOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	%	P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	S.P.T.			Liv. acqua	Piezometro
			tipo	num	PROF					R.Q.D.	N1	N2		
1	.20					Terreno Vegetale								
	.50					Sabbia fine limosa marrone giallo								
2	2.15					Argilla limo sabbiosa marrone grigio con rara ghiaia	3.8	1.15						
	2.50						3.5	1.1						
3						Limo sabbioso marrone con mattoni	5.5	1.2						
							0.8	0.25				2.70		
4						Limo da argilloso a deb. sabbioso marrone chiaro giallo								
				SH 1	3.5-4.10		0.5	0.1						
5	5.00					Limo argilloso marrone								
							0.8	0.15						
6	5.70					Argilla debolmente limosa grigia con resti di legno								
					SH 2		6-6.60	1.3	0.45					
7	7.20					Argilla grigia								
	9.30						1.1	0.4						

Laboratorio aut. dal Ministero Infrastrutture e Trasporti P.C.S. L.L. P.P. S.T.C. in base al D.P.R. n. 360/01 art. 59 circ. n. 349/99 Dec. n. 53962 del 06/05/2005

 ELLETIPI S.R.L.
 LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE
 SU TERRE-ROCCHE IN SITO
 Aut. Min. al sensi del DPR n. 360/1 art.
 59 Cir. n. 349/99

elletipi s.r.l. CERTIFICATO DI PROVA IN SITO	
Prot. N. 3353/106	Pag. 1 di 3
Data 1/10/10	Il Direttore

 elletipi s.r.l. via A. Zucchini, 69 - FERRARA tel. 0532/56771; fax 0532/56120 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it		Inizio Esecuzione 28/09/10		Fine Esecuzione 28/09/10		Metodo Perfor. Car. continuo		Sondaggio S1						
		Quota p.c.				Attrezzatura carotiere diam. 101 mm								
Committente Comm. 8570/10 - Merlo Geom. Sandro						Località Via Padova - loc. Botte (FE)								
Campioni Carotiere Semplice [T1] Carotiere Doppio [T2] Rimaneggiati [RI] Denison [D] Osterberg [OS] Shelby [SH] Indisturbati [IN]				Foto		Livello Acqua		Prof. Foro	Prof. Riv.	Assistente Silvestri				
						Data 28/09/10	Mt. p.c. 2.70	15.0	15.0	Operatore Giommi				
MT.	QUOTA DA P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	%	P.P.	T.V.	S.P.T.			Liv. acqua	Piezometro
			tipo	num	PROF					R.Q.D.	kg/cm2	kg/cm2		
9	9.30		SH	3	9.2-9.80	Argilla grigia		1.0	0.35					
10	10.00					Argilla limosa grigio con resti organici								
	10.50					Limo argilloso grigio scuro								
	10.70					Limo sabbioso grigio								
11	11.50					Limo argilloso e sabbioso grigio								
12	11.90					Sabbia deb. limosa grigio								
	12.30					Limo argilloso grigio								
	12.50					Sabbia limosa grigio								
13						Argilla deb. limosa grigio blu		1.0	0.55					
14	14.00					Limo argilloso grigio scuro con rari resti organici		0.9	0.35					
	14.20					Argilla grigio scuro		0.8	0.4					
	14.80					Limo argilloso grigio chiaro		1.4	0.55					
15	15.00													

ELLETTIPI S.R.L.
 LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE
 SU TERRE-ROCCHE E IN SITO
 Aut. Min. ai sensi del D.P.F. n° 360/1 art.
 59 Circ. n. 349/99

elletipi s.r.l.			
CERTIFICATO DI PROVA IN SITO			
Prot. N°	3353/10	Pag. 2	di 3
		Data	12/10/10
Il Direttore:			



elletipi s.r.l.

via A. Zucchini, 69 - FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119
e-mail: info@elletipi.it
sito: www.elletipi.it

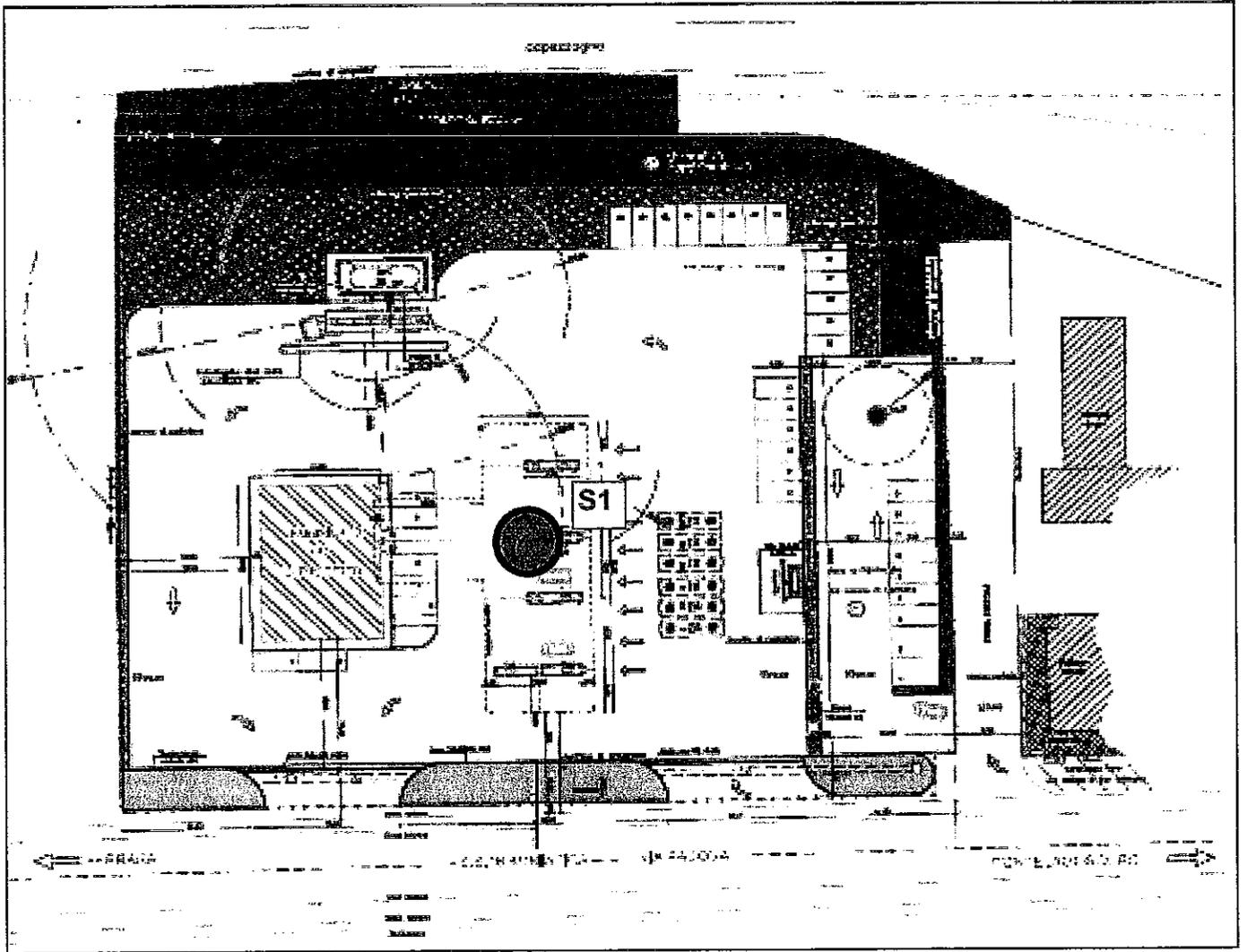
COMMITTENTE: Merlo geom. Sandro Studio tecnico -Via Marchesi, 11 Stanghella (PD)

CANTIERE: Loc. Botte - Via Padova (FE)
Impianto di distribuzione carburante

PROVA: S1

COMMESSA: 8570/10

Laboratorio aut. dal Ministero Infrastrutture e Trasporti P.C.S. LL.PP. S.T.C. in base al D.P.R. n. 360/01 art. 59 circ. n. 349/99 Dec. n° 53362 del 06/05/2005.



ELLETIPI S.R.L.
LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE
SU TERRE-ROCCHE E IN SITO
 Aut. Min. ai sensi del DPR n° 360/1 art.
 59 Circ. n. 349/99

elletipi s.r.l.	
CERTIFICATO DI PROVA IN SITO	
Prot. N° 3352/10	Pag. 3 di 3
	Data 12/10/10
Il Direttore.	



elletipi s.r.l.
via A. Zucchini, 69 - FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119
e-mail: info@elletipi.it
sito: www.elletipi.it

COMMITTENTE: Merlo geom. Sandro Studio tecnico -Via Marchesi, 11 Stanghella (PD)
CANTIERE: Loc. Botte - Via Padova (FE)
Impianto di distribuzione carburante
PROVA: S1
COMMESSA: 8570/10



S1 - Cassa 1



S1 - Cassa 2

ELLETIPI S.R.L.
LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE
SU TERRE-ROCCHE E IN SITO
Aut. Min. ai sensi del DPR n° 380/1 art.
59 Cir. n. 349/99



elletipi s.r.l.
via A. Zucchini, 69 - FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119
e-mail: info@elletipi.it
sito: www.elletipi.it

COMMITTENTE: Merlo geom. Sandro Studio tecnico -Via Marchesi, 11 Stanghella (PD)
CANTIERE: Loc. Botte - Via Padova (FE)
Impianto di distribuzione carburante
PROVA: S1
COMMESSA: 8570/10



S1 - Cassa 3

Laboratorio au.t. dal Ministero Infrastruttura e Trasporti P.C.S. I.L. PP. S.T.C. in base al D.P.R. n. 360/01 art. 59 circ. n. 349/99 Dec. n. 53362 del 06/05/2005

ELLETIPI S.R.L.
LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE
SU TERRE-ROCCHE E IN SITO
Aut. Min. ai sensi del DPR n° 360/1 art.
59 Cir. n. 349/99

ALLEGATO 2



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV UNI EN ISO 9001/2000 UNI EN ISO 14001

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA norma ASTM D 2435-method A

COMMITTENTE: MERLO GEOM. SANDRO STUDIO TECNICO - Via C. Marchesi, 11 - Stanghella (PD)

CANTIERE: loc. Botte - Ferrara - Area di Servizio

CAMPIONE: S1 Sh1 m 3.50 - 4.10

COMMESSA: 8570/10 DURATA PROVE: 30/09 - 12/10/10

VERBALE ACC.: 444/10 DATA CONSEGNA: 29/09/10

GEO - CERT. n°: 3366/10 rev.00 del: 12/10/10

edometro n. Ed 10

bilancia cod. 480 - calibro cod. 570 - picnometro cod. 545

NATURA DEL CAMPIONE:

Limo sabbioso deb. Argilloso marrone chiaro

Dp	DH	epsilon	e	av	mv	M
(kPa)	(mm)	(%)		(cm ² /daN)	(cm ² /daN)	(daN/cm ²)
12.3	0.000	0.00	0.840			
24.5	0.000	0.00	0.840	0.000	0.000	#DIV/0!
49	0.000	0.00	0.840	0.000	0.000	#DIV/0!
98	0.365	1.83	0.806	0.069	0.037	26.84
196	0.690	3.45	0.776	0.030	0.017	60.33
392	1.223	6.12	0.727	0.025	0.014	73.52
784	2.053	10.27	0.651	0.019	0.011	94.48
1568	2.945	14.73	0.569	0.010	0.006	175.78
392	2.850	14.25	0.577			
98	2.710	13.55	0.590			

massa volumica reale (Mg/m³)(stimato) 2.70

massa volumica apparente ad inizio prova (Mg/m³): 1.87

massa volumica apparente a fine prova (Mg/m³): 2.07

umidità ad inizio prova (%): 27.42

umidità a fine prova (%): 21.82

indice dei vuoti ad inizio prova: 0.840

Cv (cm²/s) media 3 determinazioni: 3.26E-03

Permeabilità k (cm/s) media 3 determinazioni: 3.64E-08

Gradi di Saturazione %

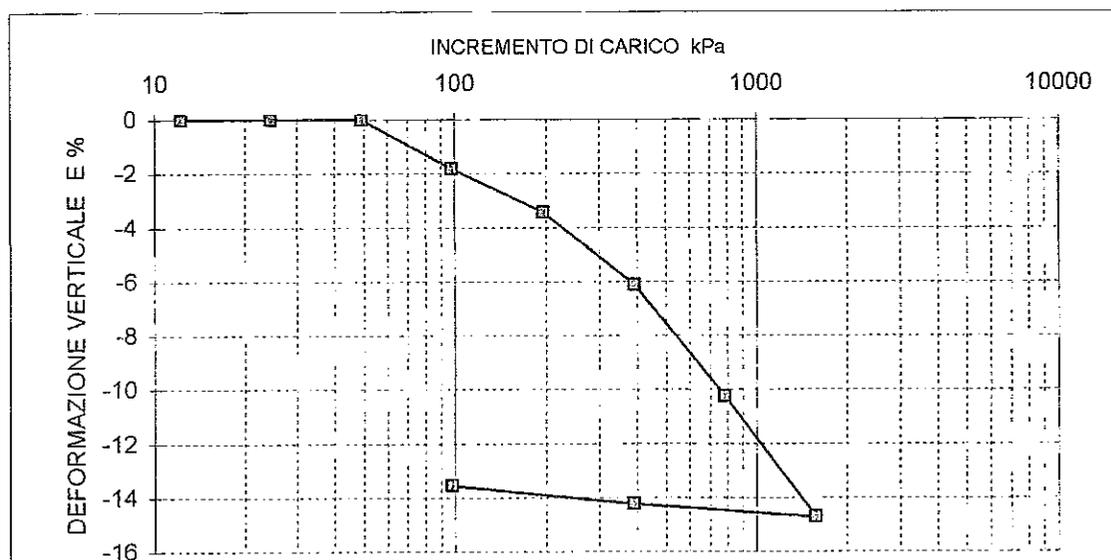
Iniziale: 88

Finale: 100

Massa volum. apparente secca (Mg/m³):

ad inizio prova: 1.47

a fine prova: 1.70



ELLETIPI S.R.L.
LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE
SU TERRE-ROCCHE E IN SITO
Aut. Min. ai sensi del DPR n° 360/1 art.
59 Circ. n. 349/99

lo Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. (Dottore di Ricerca) Gianluca Ferioli



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV UNI EN ISO 9001/2008 UNI EN ISO 14001

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA norma ASTM D 2435-method A

COMMITTENTE: MERLO GEOM. SANDRO STUDIO TECNICO - Via C. Marchesi, 11 - Stanghella (PD)

CANTIERE: loc. Botte - Ferrara - Area di Servizio

CAMPIONE: S1 Sh1 m 3.50 - 4.10

COMMESSA: 8570/10 DURATA PROVE: 30/09 - 12/10/10

VERBALE ACC.: 444/10 DATA CONSEGNA: 29/09/10

GEO - CERT. n°: 3366/10 rev.00 del: 12/10/10

edometro n: Ed 10 bilancia cod. 480 - calibro cod. 570 - picnometro cod. 545

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)				
	12.3	24.5	49	98	196
0.08	0.000	0.000	0.000	0.300	0.528
0.14	0.000	0.000	0.000	0.304	0.532
0.23	0.000	0.000	0.000	0.308	0.539
0.39	0.000	0.000	0.000	0.314	0.549
1.08	0.000	0.000	0.000	0.325	0.566
1.81	0.000	0.000	0.000	0.331	0.574
5.05	0.000	0.000	0.000	0.339	0.592
8.44	0.000	0.000	0.000	0.343	0.602
14.09	0.000	0.000	0.000	0.347	0.611
39.29	0.000	0.000	0.000	0.353	0.635
65.61	0.000	0.000	0.000	0.356	0.646
109.58	0.000	0.000	0.000	0.360	0.657
182.98	0.000	0.000	0.000	0.361	0.667
305.58	0.000	0.000	0.000	0.362	0.675
510.33	0.000	0.000	0.000	0.363	0.684
852.27	0.000	0.000	0.000	0.364	0.689
1423.30	0.000	0.000	0.000	0.365	0.690

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)				
	392	784	1568	392	98
0.08	1.026	1.758	2.600	2.882	2.768
0.14	1.031	1.775	2.623	2.882	2.768
0.23	1.042	1.807	2.654	2.881	2.766
0.39	1.052	1.836	2.684	2.880	2.764
1.08	1.080	1.888	2.728	2.877	2.758
1.81	1.097	1.906	2.752	2.877	2.755
5.05	1.125	1.938	2.787	2.875	2.749
8.44	1.137	1.950	2.806	2.874	2.746
14.09	1.148	1.964	2.821	2.873	2.743
39.29	1.173	1.995	2.855	2.870	2.736
65.61	1.183	2.004	2.872	2.869	2.732
109.58	1.193	2.016	2.886	2.867	2.727
182.98	1.202	2.025	2.897	2.866	2.724
305.58	1.209	2.033	2.911	2.866	2.720
510.33	1.215	2.039	2.922	2.866	2.717
852.27	1.219	2.047	2.933	2.860	2.716
1423.30	1.223	2.053	2.945	2.850	2.710

ELLETIPI S.R.L.
 LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE
 SU TERRE-ROCCHE IN SITO
 Aut. Min. ai sensi del D.P.F. n° 360/1 art.
 59 CIRC. n. 349/99

lo Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. (Dottore di Ricerca) Gianluca Ferioli



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

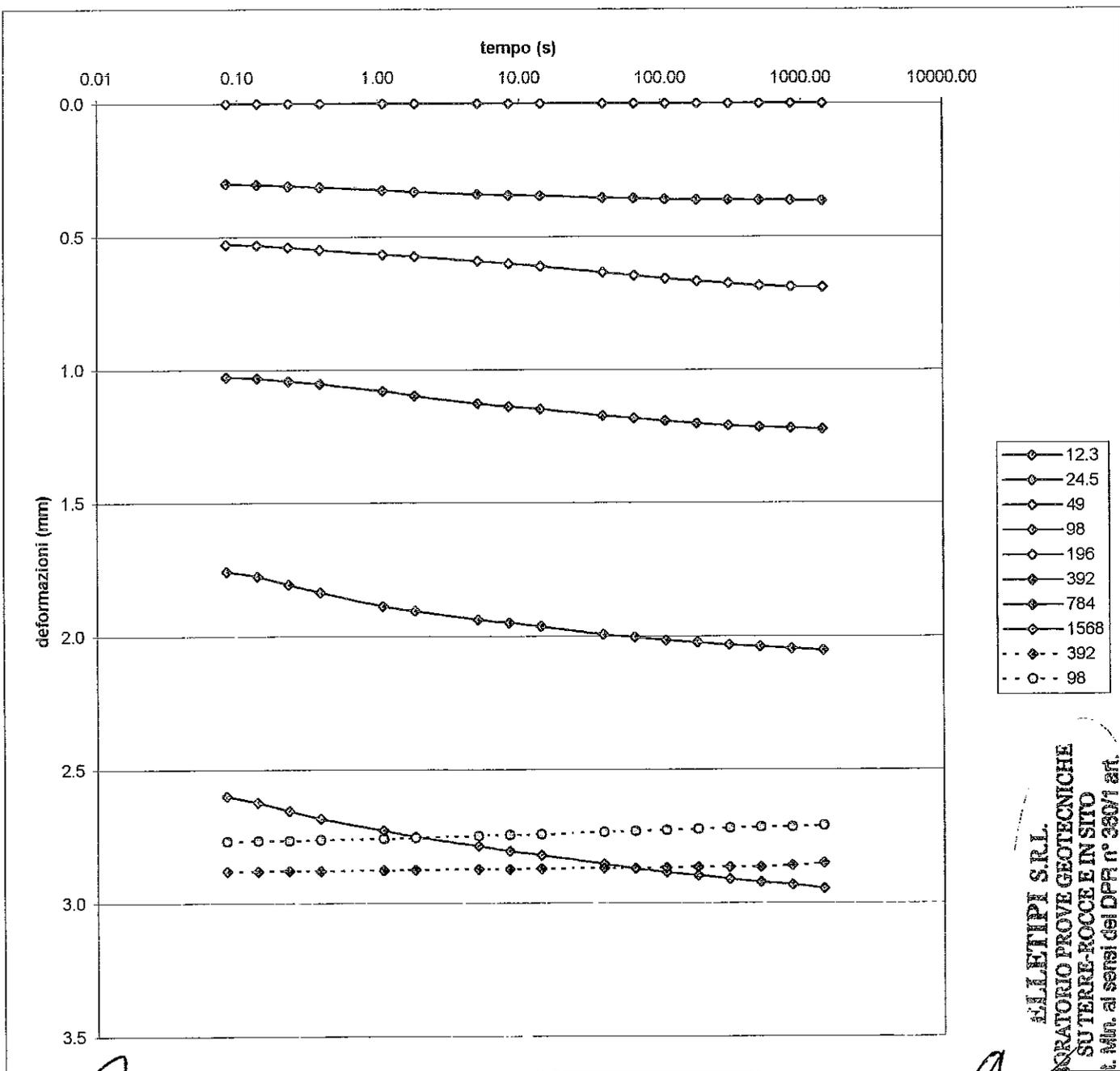
P.IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV UNI EN ISO 9001/2000 UMI EN ISO 14001

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA norma ASTM D 2435-method A

COMMITTENTE:	MERLO GEOM. SANDRO STUDIO TECNICO - Via C. Marchesi, 11 - Stanghella (PD)		
CANTIERE:	loc. Botte - Ferrara - Area di Servizio		
CAMPIONE:	S1 Sh1 m 3.50 - 4.10		
COMMESSA:	8570/10	DURATA PROVE:	30/09 - 12/10/10
VERBALE ACC.:	444/10	DATA CONSEGNA:	29/09/10
GEO - CERT. n°:	3366/10	rev.00 del:	12/10/10

edometro n: Ed 10 bilancia cod. 480 - calibro cod. 570 - picnometro cod. 545

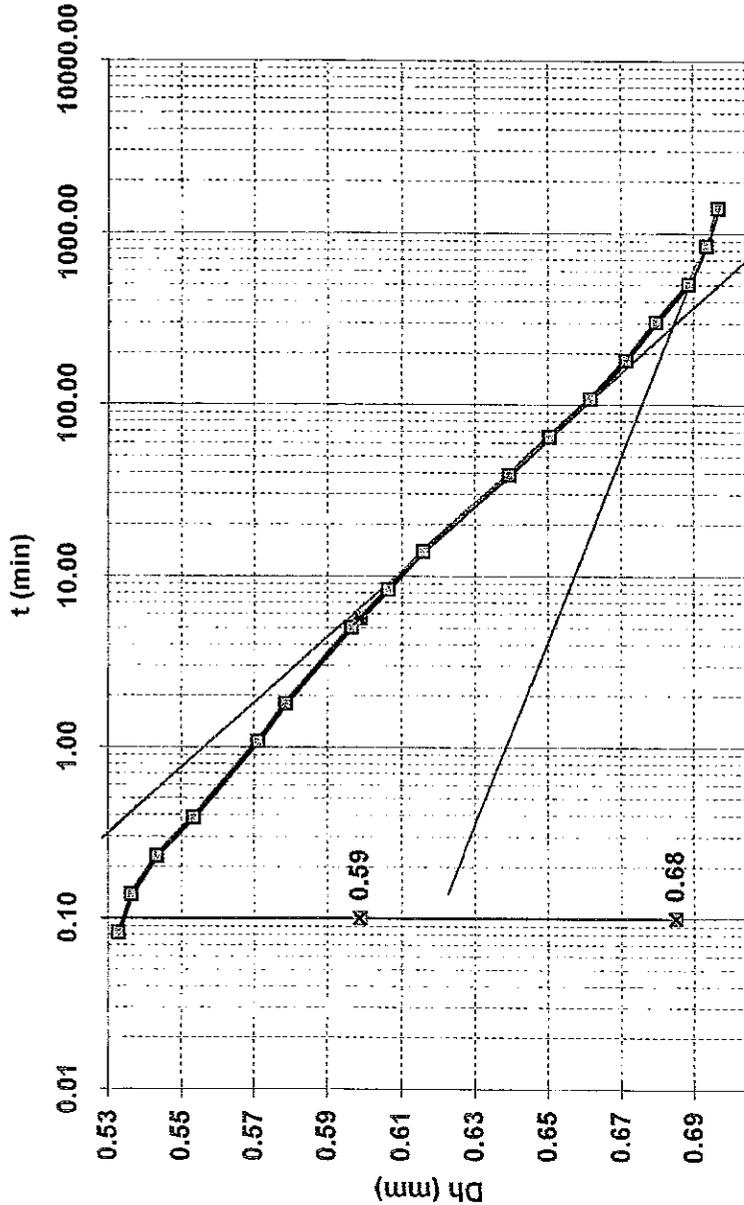


Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio:
dott. geol. (Dottore di Ricerca) Gianluca Ferioli

ELLETIPI S.R.L.
LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE
SU TERRE-ROCCHE E IN SITO
Aut. Min. ai sensi del DPR n° 380/1 art.
59 Cir. n. 349/99

Calcolo dei Coefficienti di Consolidazione primario e secondario
norma ASTM D 2435



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.365
0.08	0.528
0.14	0.532
0.23	0.539
0.39	0.549
1.08	0.566
1.81	0.574
5.05	0.592
8.44	0.602
14.09	0.611
39.29	0.635
65.61	0.646
109.58	0.657
182.98	0.667
305.58	0.675
510.33	0.684
852.27	0.689
1423.30	0.692

t50 (min)	5.65
t50 (sec)	339
Cv (cm ² /s)	5.51E-04
C alfa	9.49E-04

Pressione
da (kPa) 98
a (kPa) 196

MERLO GEOM. SANDRO STUDIO TECNICO - Via C. Marchesi, 11 - Stanghella (PD)

loc. Botte - Ferrara - Area di Servizio

S1 Sh1 m 3.50 - 4.10

29/09/10

06/10/10

07/10/10

COMMITTENTE:

CANTIERE:

CAMPIONE/PROFONDITA':

DATA DI CONSEGNA:

DURATA DELLE PROVE DAL:

AL:

COMMESSA: 8570/10

VERBALE ACC.: 444/10

CERTIFICATO n°: 3366/10

rev.0 del: 12/10/10

Natura del Campione:

Limo sabbioso deb. Argilloso marrone chiaro

Lo Sperimentatore:

dott. Luciano Rossi

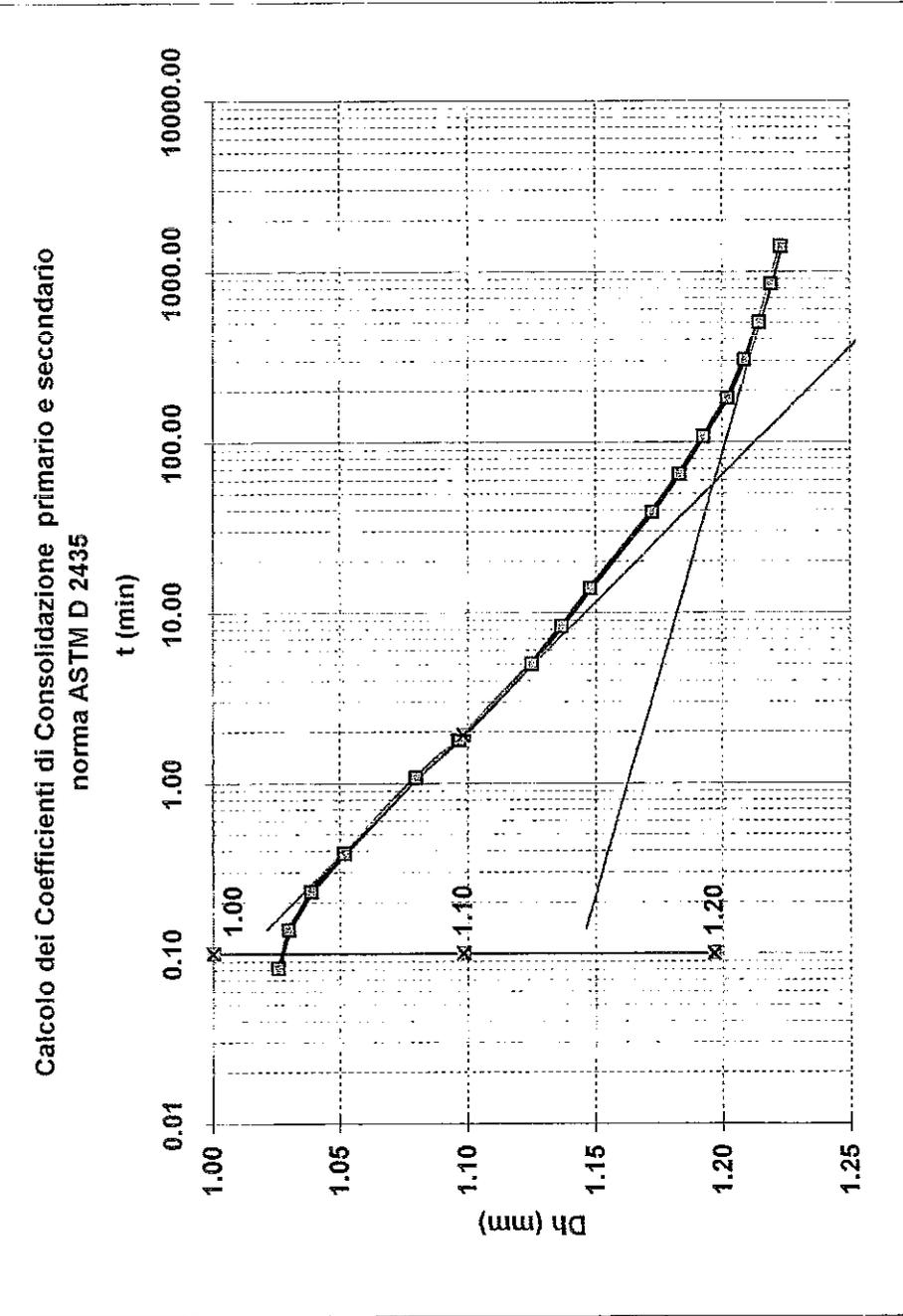
ELLETTIPI S.R.L.

LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE
SU TERRE-ROCCHE IN SITO

Aut. Min. ai sensi del DPR n° 360/01 art.
59 Circ. n. 349/99

Il Direttore del Laboratorio terre:

dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.690
0.08	1.026
0.14	1.030
0.23	1.039
0.39	1.052
1.08	1.080
1.81	1.097
5.05	1.125
8.44	1.137
14.09	1.148
39.29	1.173
65.61	1.183
109.58	1.193
182.98	1.202
305.58	1.209
510.33	1.215
852.27	1.219
1423.30	1.223

t50 (min)	1.91
t50 (sec)	115
Cv (cm ² /s)	1.56E-03
C alfa	1.00E-03

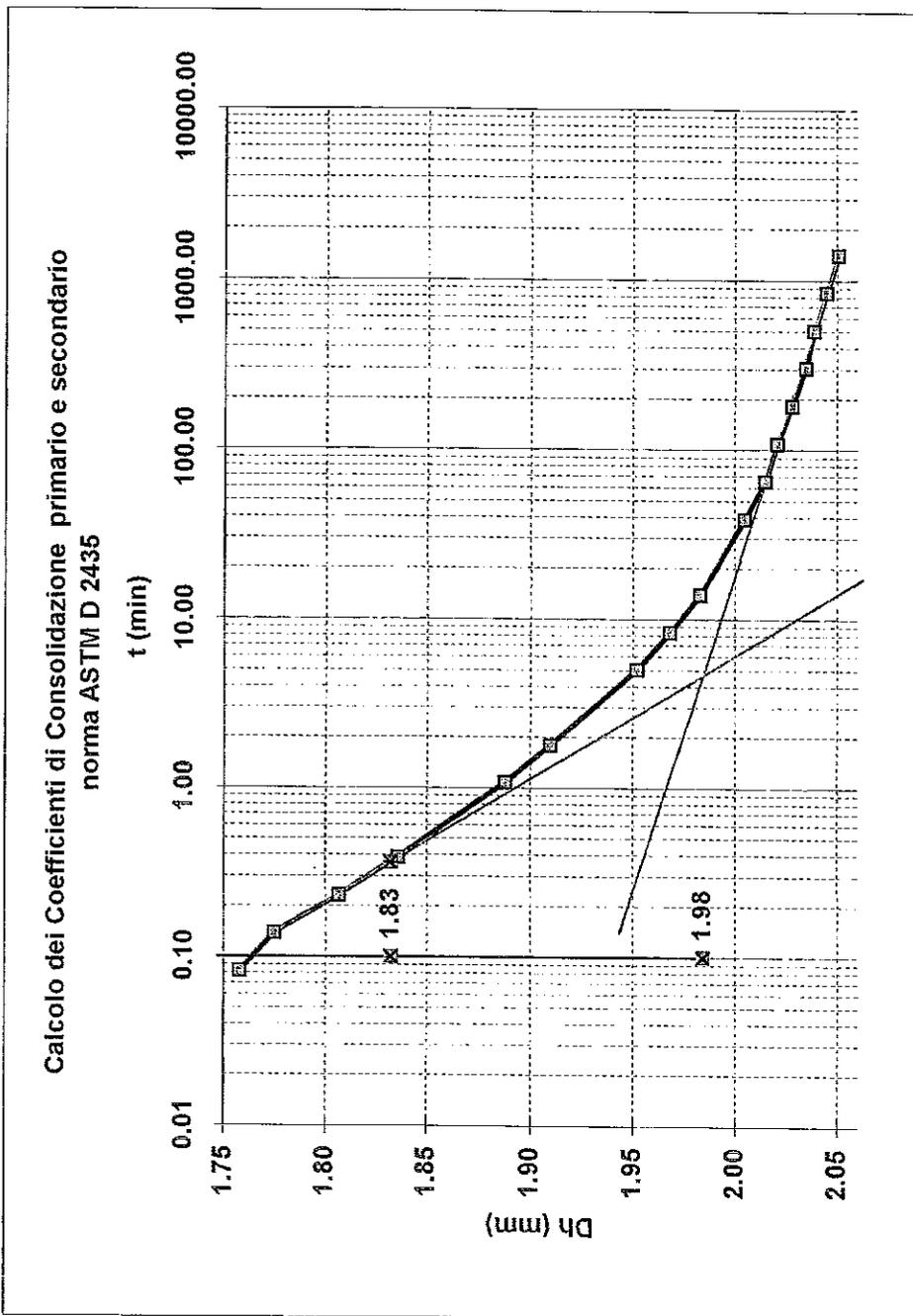
Pressione
da (kPa) 196
a (kPa) 392

COMMITTENTE:	MERLO GEOM. SANDRO STUDIO TECNICO - Via C. Marchesi, 11 - Stanghella (PD)
CANTIERE:	loc. Botte - Ferrara - Area di Servizio
CAMPIONE/PROFONDITA':	S1 Sh1 m 3.50 - 4.10
DATA DI CONSEGNA:	29/09/10
DURATA DELLE PROVE DAL:	07/10/10
AL:	08/10/10
COMMESSA:	8570/10
VERBALE ACC.:	444/10
CERTIFICATO n°:	3366/10
rev.0 del:	12/10/10
Natura del Campione:	Limo sabbioso deb. Argilloso marrone chiaro

Lo Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. (dottore in Ingegneria) Gianluca Ferioli

ELLETIPI S.R.L.
LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE
SU TERRE-ROCCHE E IN SITO
Aut. Min. ai sensi del DPR n° 360/1 art.
59 Circ. n. 349/99



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	1.223
0.08	1.758
0.14	1.775
0.23	1.807
0.39	1.836
1.08	1.888
1.81	1.910
5.05	1.952
8.44	1.968
14.09	1.983
39.29	2.005
65.61	2.015
109.58	2.021
182.98	2.028
305.58	2.035
510.33	2.039
852.27	2.045
1423.30	2.051

t50 (min)	0.36
t50 (sec)	22
Cv (cm ² /s)	7.66E-03
C alfa	1.43E-03

Pressione
da (kPa) 392
a (kPa) 784

COMMITTENTE:	MERLO GEOM. SANDRO STUDIO TECNICO - Via C. Marchesi, 11 - Stanghella (PD)
CANTIERE:	loc. Botte - Ferrara - Area di Servizio
CAMPIONE/PROFONDITA':	S1 Sh1 m 3.50 - 4.10
DATA DI CONSEGNA:	29/09/10
DURATA DELLE PROVE DAL:	08/10/10
AL:	09/10/10
COMMESSA:	8570/10
VERBALE ACC.:	444/10
CERTIFICATO n°:	3968/10
rev.0 del:	12/10/10
Natura del Campione:	Limo sabbioso deb. Argilloso marrone chiaro

ELLETIPI S.R.L.
LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE
SU TERRE-ROCCHE IN SITO
Aut. Min. ai sensi del DPR n° 380/1 art.
59 Cir. n. 349/99

Lo Sperimentatore:
dott. *Ugo* Rossini

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. *Gianluca Ferioli* (dotto di ricerca)



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE GESTIONE
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV ISO DA DNV
UNI EN ISO 9001/2000 1/2000
UNI EN ISO 14001 1/2001

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA norma ASTM D 2435-method A

COMMITTENTE:	MERLO GEOM. SANDRO STUDIO TECNICO - Via C. Marchesi, 11 - Stanghella (PD)		
CANTIERE:	loc. Botte - Ferrara - Area di Servizio		
CAMPIONE:	S1 Sh1 m 3.50 - 4.10		
COMMESSA:	8570/10	DURATA PROVE:	30/09 - 12/10/10
VERBALE ACC.:	444/10	DATA CONSEGNA:	29/09/10

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpretazione soggettiva dei risultati di prova.

Pressione di preconsolidazione (σ'_p):			159.17	kPa
Grado di sovraconsolidazione (OCR):			2.8	
con profondità falda m da p.c. = 2.70		peso di volume medio del terreno (kN/m^3) = 18.70		
Rapporto di compressione (CR):			0.148	
Indice di compressione (Cc):			0.27	
Rapporto di ricompressione (RR):			0.0000	
Indice di ricompressione (Cr):			0.0000	
Rapporto di rigonfiamento (SR):			0.010	
Indic di rigonfiamento (Cs):			0.018	
Coeff. Cons. (Cv) tra:	98 e 196		5.51E-04	cm ² /s
Coeff. Cons. (Cv) tra:	196 e 392		1.56E-03	cm ² /s
Coeff. Cons. (Cv) tra:	392 e 784		7.66E-03	cm ² /s
Coeff. Sec. (C α) tra:	98 e 196		9.49E-04	
Coeff. Sec. (C α) tra:	196 e 392		1.00E-03	
Coeff. Sec. (C α) tra:	392 e 784		1.43E-03	
Permeabilità tra (kPa):	98 e 196		8.95E-09	cm/s
Permeabilità tra (kPa):	196 e 392		2.08E-08	cm/s
Permeabilità tra (kPa):	392 e 784		7.95E-08	cm/s

ELLETIPI S.R.L.
LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE
SU TERRE-ROCCHE E IN SITO
Aut. Min. ai sensi del DPR n° 360/1 art.
59 Circ. n. 349/99



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV UNI EN ISO 9001/2000 UNI EN ISO 14001

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA norma ASTM D 2435-method A

COMMITTENTE: MERLO GEOM. SANDRO STUDIO TECNICO - Via C. Marchesi, 11 - Stanghella (PD)

CANTIERE: loc. Botte - Ferrara - Area di Servizio

CAMPIONE: S1 Sh2 m 6.00 - 6.60

COMMESSA: 8570/10 DURATA PROVE: 30/09 - 13/10/10

VERBALE ACC.: 444/10 DATA CONSEGNA: 29/09/10

GEO - CERT. n°: 3367/10 rev.00 del: 12/10/10

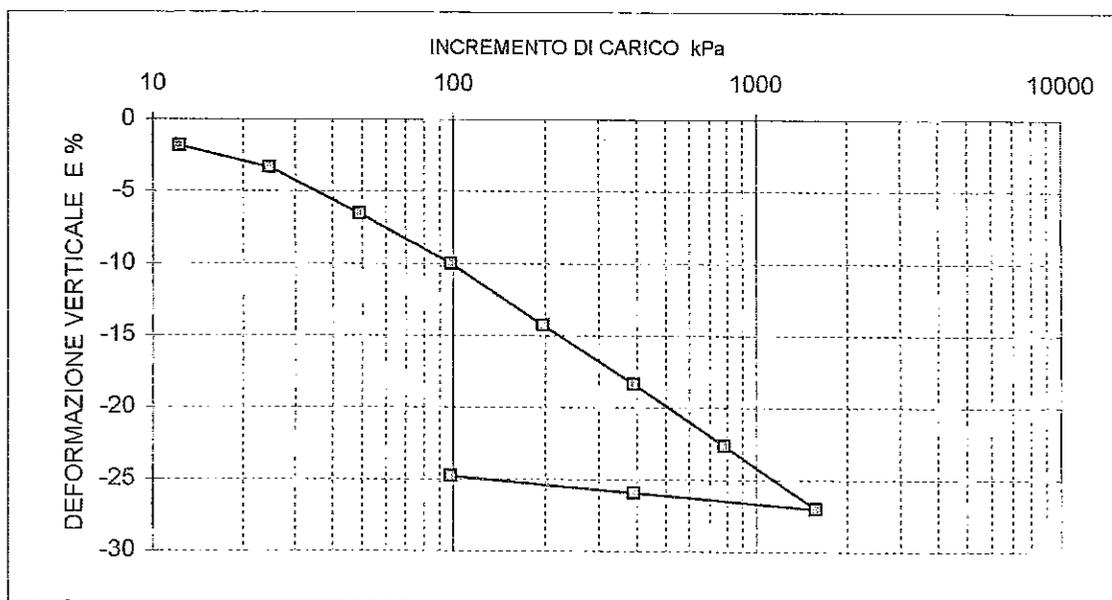
edometro n. Ed 14 bilancia cod. 480 - calibro cod. 570 - picnometro cod. 545

NATURA DEL CAMPIONE:

Argilla con limo grigio con resti torbosi

Dp (kPa)	DH (mm)	epsilon (%)	e	av (cm ² /daN)	mv (cm ² /daN)	M (daN/cm ²)
12.3	0.367	1.83	1.136			
24.5	0.672	3.36	1.103	0.272	0.125	7.99
49	1.304	6.52	1.034	0.281	0.129	7.75
98	2.005	10.03	0.958	0.156	0.071	13.99
196	2.860	14.30	0.865	0.095	0.044	22.91
392	3.677	18.39	0.776	0.045	0.021	48.00
784	4.528	22.64	0.684	0.024	0.011	92.09
1568	5.405	27.03	0.588	0.012	0.006	178.85
392	5.190	25.95	0.612			
98	4.955	24.78	0.637			

massa volumica reale (Mg/m ³)(stimato)	2.70	
massa volumica apparente ad inizio prova (Mg/m ³):	1.77	Gradi di Saturazione %
massa volumica apparente a fine prova (Mg/m ³):	2.04	Iniziale: 98
umidità ad inizio prova (%):	42.67	Finale: 100
umidità a fine prova (%):	23.56	Massa volum. apparente secca (Mg/m ³):
indice dei vuoti ad inizio prova:	1.176	ad inizio prova: 1.24
Cv (cm ² /s) media 3 determinazioni:	7.98E-04	a fine prova: 1.65
Permeabilità k (cm/s) media 3 determinazioni :	1.76E-08	



ELLETIPI S.R.L.
 LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE
 SU TERRE-ROCCHE E IN SITO
 Aut. Min. al sensi del DPR n° 380/1 art.
 59 Circ. n. 349/99

lo Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. (Dottore di Ricerca): Gianluca Ferioli



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV UNI EN ISO 9001/2000 UMI EN ISO 14001

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA norma ASTM D 2435-method A

COMMITTENTE:	MERLO GEOM. SANDRO STUDIO TECNICO - Via C. Marchesi, 11 - Stanghella (PD)				
CANTIERE:	loc. Botte - Ferrara - Area di Servizio				
CAMPIONE:	S1 Sh2 m 6.00 - 6.60				
COMMESSA:	8570/10	DURATA PROVE:	30/09 - 13/10/10		
VERBALE ACC.:	444/10	DATA CONSEGNA:	29/09/10		
GEO - CERT. n°:	3367/10	rev.00 del:	12/10/10		

edometro n: Ed 14

bilancia cod. 480 - calibro cod. 570 - picnometro cod. 545

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)				
	12.3	24.5	49	98	196
0.08	0.039	0.384	0.726	1.411	2.145
0.14	0.041	0.386	0.735	1.418	2.157
0.23	0.044	0.388	0.747	1.431	2.177
0.39	0.049	0.392	0.759	1.449	2.202
1.08	0.066	0.403	0.821	1.498	2.272
1.81	0.079	0.412	0.858	1.535	2.323
5.05	0.121	0.445	0.960	1.638	2.464
8.44	0.154	0.468	1.007	1.706	2.546
14.09	0.196	0.498	1.052	1.775	2.627
39.29	0.280	0.562	1.153	1.882	2.736
65.61	0.311	0.587	1.186	1.914	2.764
109.58	0.335	0.608	1.211	1.936	2.787
182.98	0.349	0.625	1.240	1.956	2.806
305.58	0.355	0.641	1.257	1.973	2.825
510.33	0.358	0.653	1.274	1.985	2.837
852.27	0.361	0.664	1.294	1.996	2.848
1423.30	0.367	0.672	1.304	2.005	2.860

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)				
	392	784	1568	392	98
0.08	2.940	3.771	4.666	5.335	5.169
0.14	2.951	3.791	4.685	5.330	5.164
0.23	2.973	3.824	4.718	5.320	5.154
0.39	3.000	3.862	4.759	5.308	5.145
1.08	3.084	3.980	4.873	5.281	5.106
1.81	3.141	4.054	4.951	5.261	5.082
5.05	3.300	4.217	5.115	5.244	5.019
8.44	3.390	4.296	5.190	5.239	4.988
14.09	3.466	4.359	5.241	5.235	4.963
39.29	3.557	4.429	5.296	5.229	4.933
65.61	3.582	4.451	5.316	5.227	4.920
109.58	3.599	4.468	5.333	5.224	4.908
182.98	3.620	4.483	5.350	5.222	4.898
305.58	3.635	4.497	5.363	5.220	4.886
510.33	3.651	4.511	5.375	5.217	4.878
852.27	3.666	4.521	5.390	5.200	4.874
1423.30	3.677	4.528	5.405	5.190	4.955

ELLETIPI S.R.L.
 LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE
 SU TERRE-ROCCHE IN SITO
 Aut. Min. ai sensi del DPR n° 380/1 art.
 59 Circ. n. 349/99

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. (Dottore di Ricerca) Gianluca Ferioli



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P.IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV UNI EN ISO 9001/2000 UNI EN ISO 14001

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA norma ASTM D 2435-method A

COMMITTENTE: MERLO GEOM. SANDRO STUDIO TECNICO - Via C. Marchesi, 11 - Stanghella (PD)

CANTIERE: loc. Botte - Ferrara - Area di Servizio

CAMPIONE: S1 Sh2 m 6.00 - 6.60

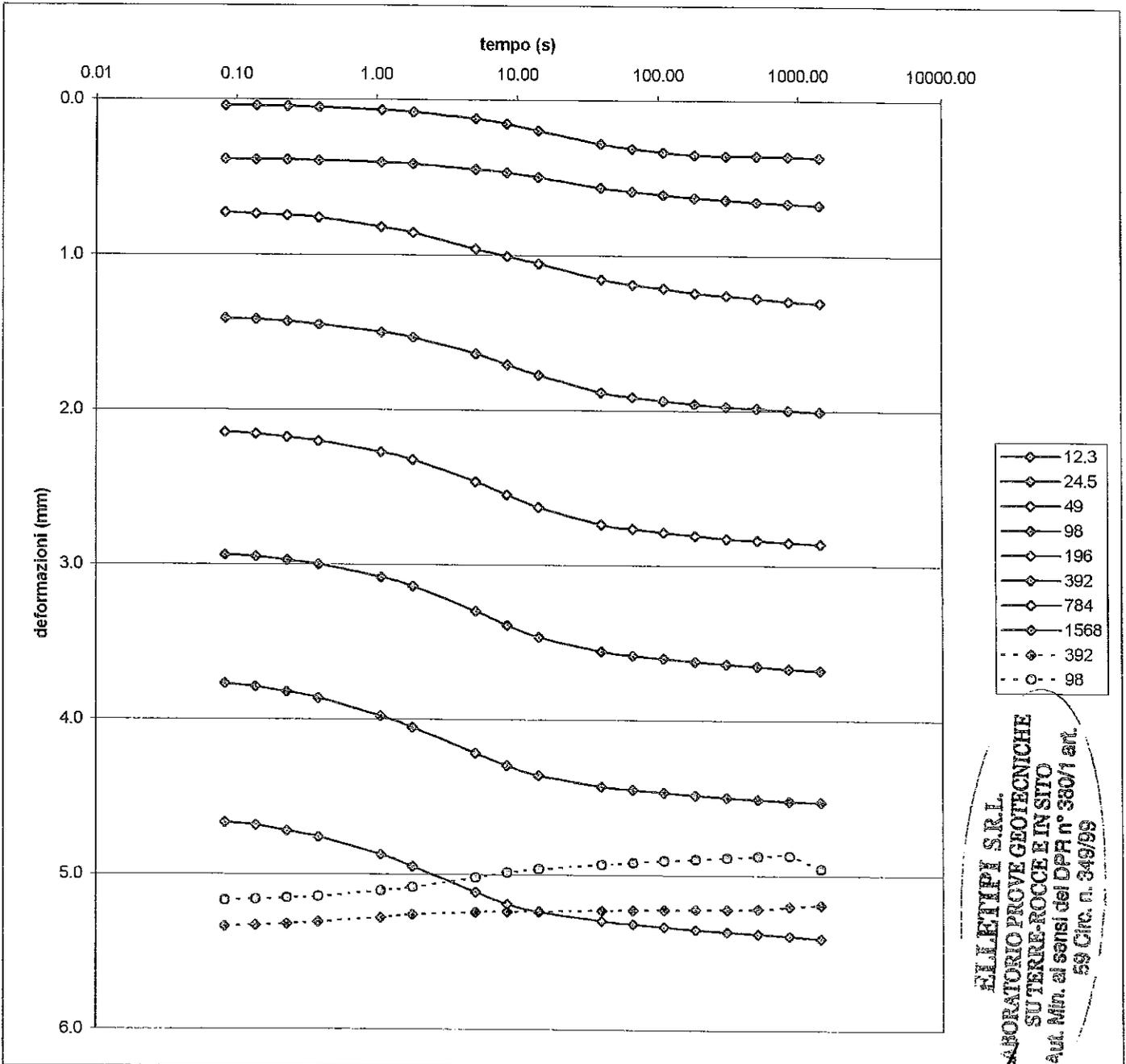
COMMESSA: 8570/10 DURATA PROVE: 30/09 - 13/10/10

VERBALE ACC.: 444/10 DATA CONSEGNA: 29/09/10

GEO - CERT. n°: 3367/10 rev.00 del: 12/10/10

edometro n: Ed 14

bilancia cod. 480 - calibro cod. 570 - picnometro cod. 545



ELLETIPI S.R.L.
LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE
SU TERRE-ROCCHE E IN SITO
 Aut. Min. ai sensi del DPR n° 380/1 art. 59 Circ. n. 349/99

lo Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geof. (Dottore di Ricerca) Gianluca Ferioli



elletipi s.r.l.

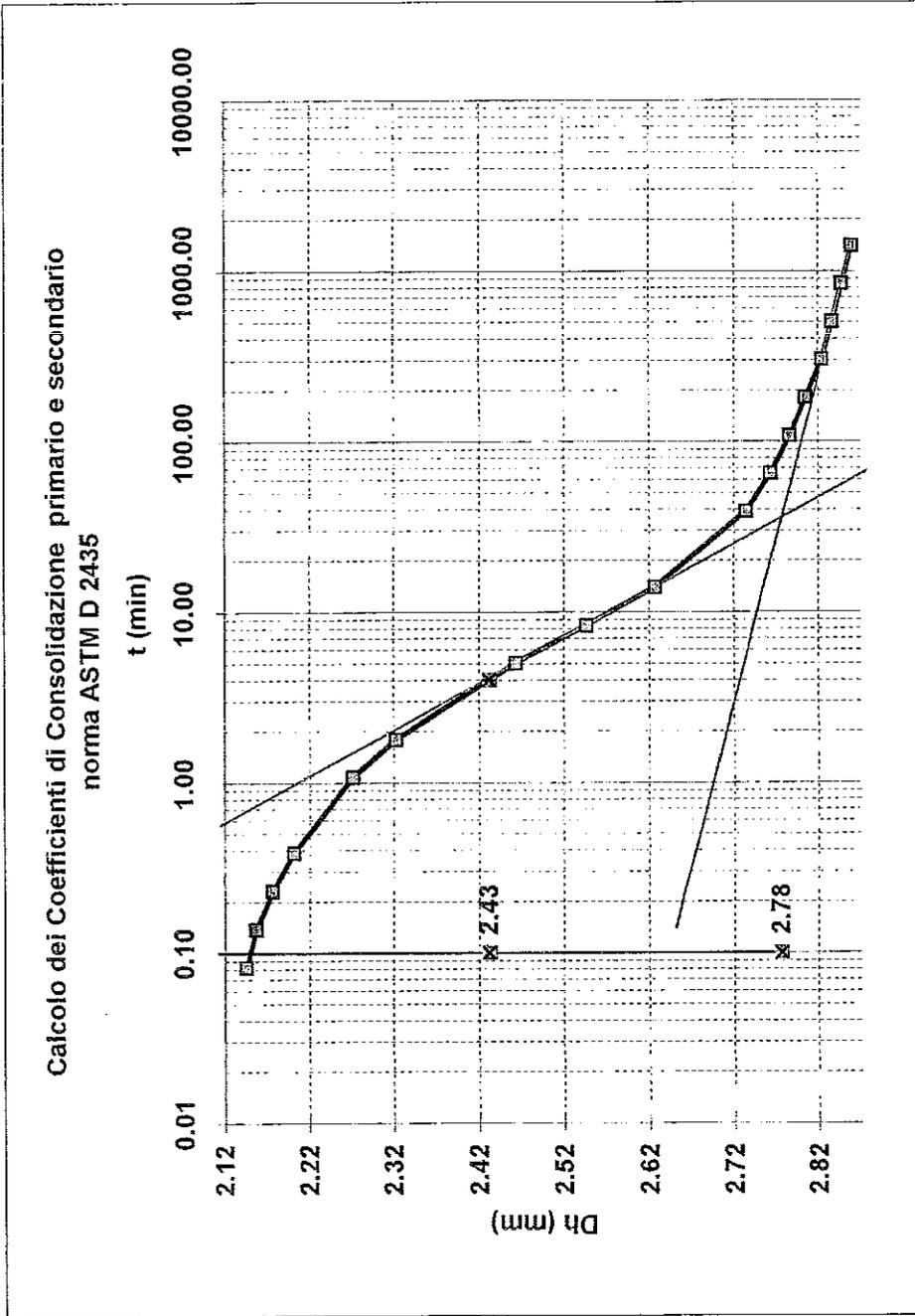
Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV
UNI EN ISO 9001/2000
UNI EN ISO 14001

Laboratorio aut. dal Ministero Infrastrutture e Trasporti P.C.S. LL.PP. S.T.C. in base al D.P.R. n. 380/01 art. 59 circ. n. 349/99 Dec. n. 83362 del 06/05/2005

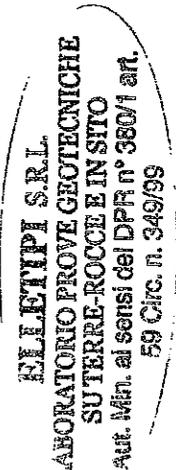


Tempo (min)	Dh (mm)
H0	2.005
0.08	2.145
0.14	2.157
0.23	2.177
0.39	2.202
1.08	2.272
1.81	2.323
5.05	2.464
8.44	2.546
14.09	2.627
39.29	2.736
65.61	2.764
109.58	2.787
182.98	2.806
305.58	2.825
510.33	2.837
852.27	2.848
1423.30	2.860

t50 (min)	4.02
t50 (sec)	241
Cv (cm ² /s)	6.31E-04
C alfa	2.91E-03

Pressione
da (kPa) 98
a (kPa) 196

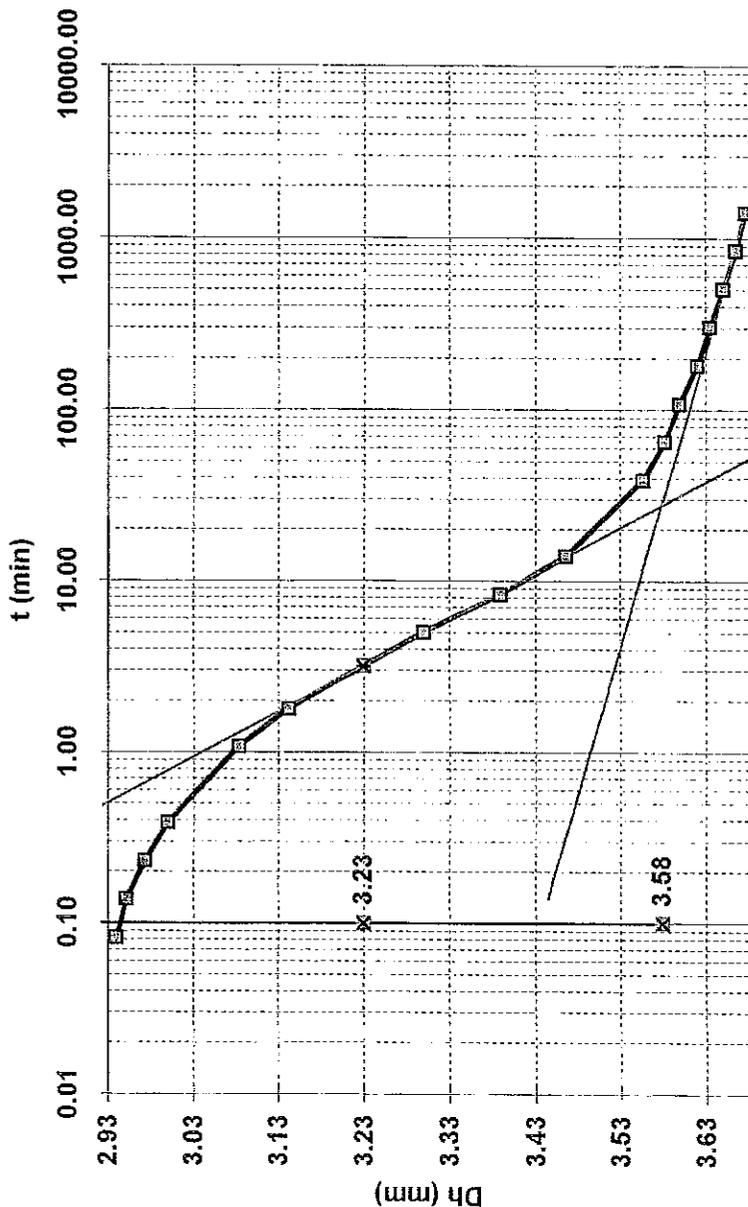
COMMITTENTE:	MERLO GEOM. SANDRO STUDIO TECNICO - Via C. Marchesi, 11 - Stanghella (PD)
CANTIERE:	loc. Botte - Ferrara - Area di Servizio
CAMPIONE/PROFONDITA':	S1 Sh2 m 6.00 - 6.60
DATA DI CONSEGNA:	29/09/10
DURATA DELLE PROVE DAL:	06/10/10
AL:	07/10/10
COMMESSA:	8570/10
VERBALE ACC.:	444/10
CERTIFICATO n°:	3367/10
rev.0 del:	12/10/10
Natura del Campione:	Argilla con limo grigio con resti torbosi



Lo Sperimentatore:
dott. Luigi Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. (dottore di ricerca) Serluca Ferioli

Calcolo dei Coefficienti di Consolidazione primario e secondario
norma ASTM D 2435



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	2.860
0.08	2.940
0.14	2.951
0.23	2.973
0.39	3.000
1.08	3.084
1.81	3.141
5.05	3.300
8.44	3.390
14.09	3.466
39.29	3.557
65.61	3.582
109.58	3.599
182.98	3.620
305.58	3.635
510.33	3.651
852.27	3.666
1423.30	3.677

t50 (min)	3.19
t50 (sec)	191
Cv (cm ² /s)	7.22E-04
C alfa	3.41E-03

Pressione
da (kPa) 196
a (kPa) 392

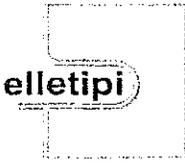
COMMITTENTE: MERLO GEOM. SANDRO STUDIO TECNICO - Via C. Marchesi, 11 - Stanghella (PD)
CANTIERE: loc. Botte - Ferrara - Area di Servizio
CAMPIONE/PROFONDITA': S1 Sh2 m 6.00 - 6.60
DATA DI CONSEGNA: 29/09/10
DURATA DELLE PROVE DAL: 07/10/10
AL: 08/10/10

COMMESSA: 8570/10
VERBALE ACC.: 444/10
CERTIFICATO n°: 3367/10
rev.0 del: 12/10/10
Natura del Campione: Argilla con limo grigio con resti torbosi

Lo Sperimentatore:
dott. *Luciano Rossi*

ELLETIPI S.R.L.
LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE
SU TERRE-ROCCHE E IN SITO
Aut. Min. ai sensi del DPR n° 380/1 art.
59 Circ. n. 349/99

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. *(dottore di ricerca) Gianni Luca Ferioli*



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DMV
UNI EN ISO 9001/2000
UNI EN ISO 14001

Laboratorio aut. dal Ministero Infrastrutture e Trasporti P.C.S. LL.PP. S.T.C. in base al D.P.R. n. 380/01 art. 59 circ. n. 349/99 Dec. n° 53362 del 06/05/2005

Tempo (min)	Dh (mm)
H0	3.677
0.08	3.771
0.14	3.791
0.23	3.824
0.39	3.862
1.08	3.980
1.81	4.054
5.05	4.217
8.44	4.296
14.09	4.359
39.29	4.429
65.61	4.451
109.58	4.468
182.98	4.483
305.58	4.497
510.33	4.511
852.27	4.521
1423.30	4.528

t50 (min)	2.00
t50 (sec)	120
Cv (cm ² /s)	1.04E-03
C alfa	2.45E-03

Pressione

da (kPa) 392
a (kPa) 784

COMMITTENTE:

CANTIERE:

CAMPIONE/PROFONDITA':

DATA DI CONSEGNA:

DURATA DELLE PROVE DAL:

AL:

MERLO GEOM. SANDRO STUDIO TECNICO - Via C. Marchesi, 11 - Stanghella (PD)

loc. Botte - Ferrara - Area di Servizio

S1 Sh2 m 6.00 - 6.60

29/09/10

08/10/10

09/10/10

COMMESSA: 8570/10

VERBALE ACC.: 444/10

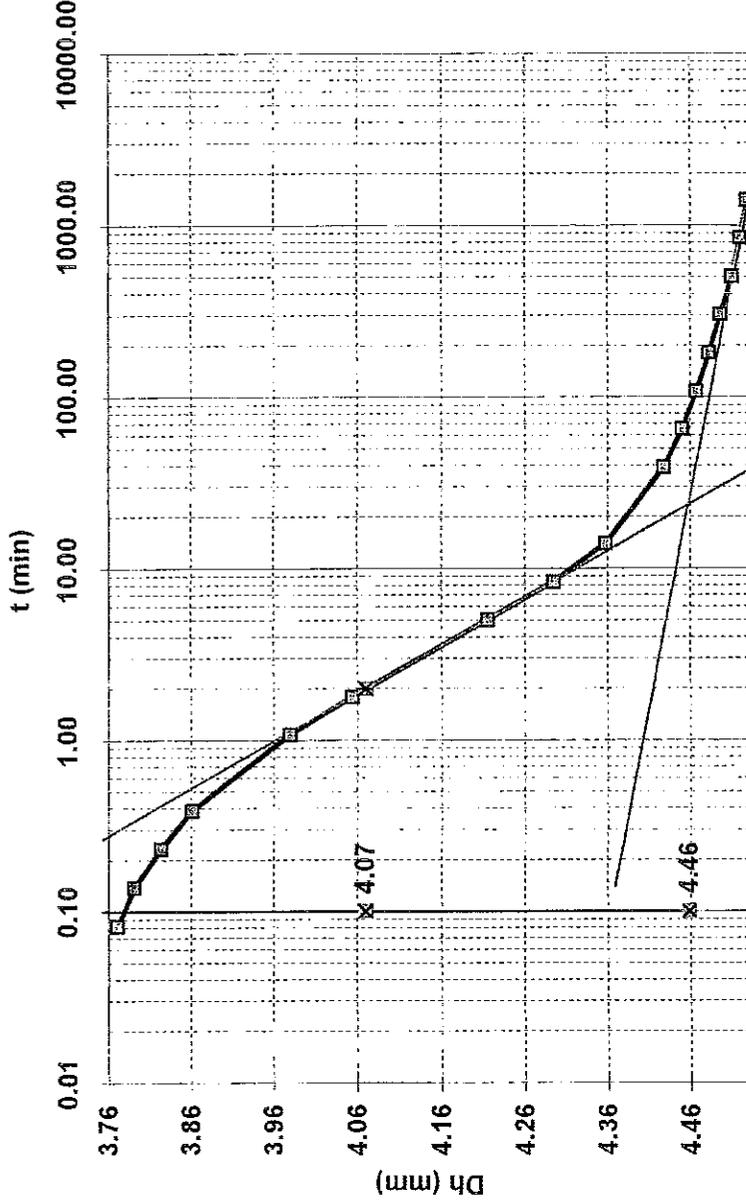
CERTIFICATO n°: 3367/10

rev.0 del: 12/10/10

Natura del Campione:

Argilla con limo grigio con resti torbosi

Calcolo dei Coefficienti di Consolidazione primario e secondario
norma ASTM D 2435



Lo Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

ELLETIPI S.R.L.
LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE
SUTERRE-ROCCHE IN SITO
Aut. Min. ai sensi del DPR n° 380/1 art.
59 Circ. n. 349/99

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 89 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE DI GESTIONE
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV ISO DA DNV
UNI EN ISO 9001/2000 1/2000
UNI EN ISO 14001 1/2001

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA norma ASTM D 2435-method A

COMMITTENTE:	MERLO GEOM. SANDRO STUDIO TECNICO - Via C. Marchesi, 11 - Stangheila (PD)		
CANTIERE:	loc. Botte - Ferrara - Area di Servizio		
CAMPIONE:	S1 Sh2 m 6.00 - 6.60		
COMMESSA:	8570/10	DURATA PROVE:	30/09 - 13/10/10
VERBALE ACC.:	444/10	DATA CONSEGNA:	29/09/10

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpretazione soggettiva dei risultati di prova.

Pressione di preconsolidazione (σ'_p): 37.91 kPa

Grado di sovraconsolidazione (OCR): 0.5

con profondità falda m da p.c. = 2.70 peso di volume medio del terreno (kN/m^3) = 17.70

Rapporto di compressione (CR): 0.146

Indice di compressione (C_c): 0.32

Rapporto di ricomprensione (RR): 0.1050

Indice di ricomprensione (C_r): 0.2286

Rapporto di rigonfiamento (SR): 0.019

Indice di rigonfiamento (C_s): 0.041

Coeff. Cons. (C_v) tra: 98 e 196 6.31E-04 cm^2/s

Coeff. Cons. (C_v) tra: 196 e 392 7.22E-04 cm^2/s

Coeff. Cons. (C_v) tra: 392 e 784 1.04E-03 cm^2/s

Coeff. Sec. (C_α) tra: 98 e 196 2.91E-03

Coeff. Sec. (C_α) tra: 196 e 392 3.41E-03

Coeff. Sec. (C_α) tra: 392 e 784 2.45E-03

Permeabilità tra (kPa): 98 e 196 2.70E-08 cm/s

Permeabilità tra (kPa): 196 e 392 1.48E-08 cm/s

Permeabilità tra (kPa): 392 e 784 1.11E-08 cm/s

ELLETIPI S.R.L.
LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE
SUTERRE-ROCCHE IN SITO
Aut. Min. ai sensi del DPR n° 380/1 art.
59 Circ. n. 349/99



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 89 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV UNI EN ISO 9001/2008 UNI EN ISO 14001

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA norma ASTM D 2435-method A

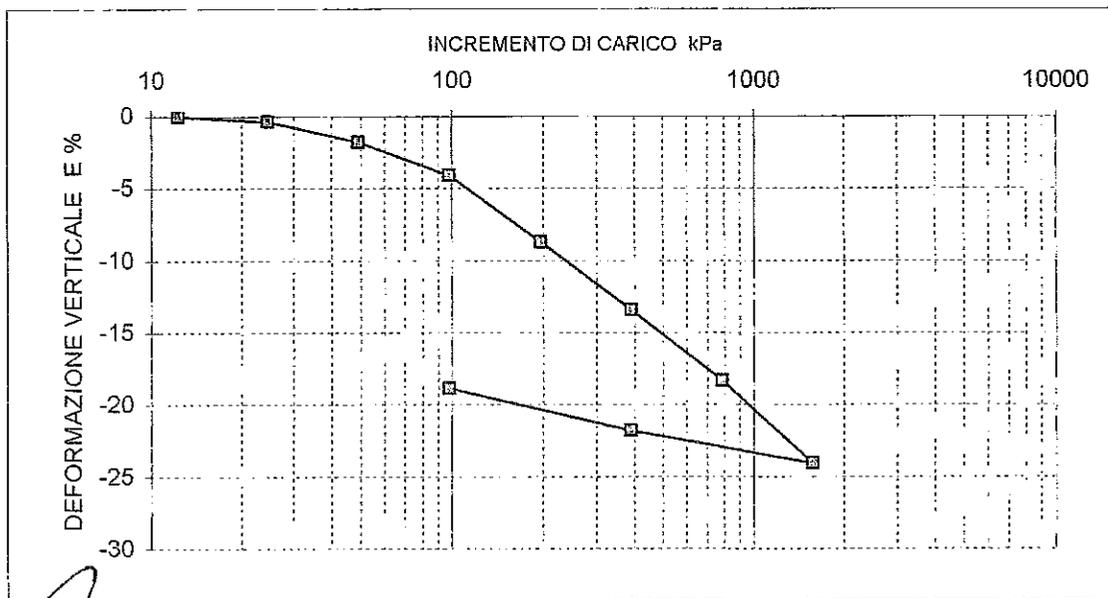
COMMITTENTE:	MERLO GEOM. SANDRO STUDIO TECNICO - Via C. Marchesi, 11 - Stanghella (PD)		
CANTIERE:	loc. Botte - Ferrara - Area di Servizio		
CAMPIONE:	S1 Sh3 m 9.20 - 9.80		
COMMESSA:	8570/10	DURATA PROVE:	30/09 - 13/10/10
VERBALE ACC.:	444/10	DATA CONSEGNA:	29/09/10
GEO - CERT. n°:	3368/10	rev.00 del:	12/10/10

edometro n: Ed 9 bilancia cod. 480 - calibro cod. 570 - picnometro cod. 545

NATURA DEL CAMPIONE: Limo con argilla e resti torbosi

Dp	DH	epsilon	e	av	mv	M
(kPa)	(mm)	(%)		(cm ² /daN)	(cm ² /daN)	(daN/cm ²)
12.3	0.000	0.00	1.753			
24.5	0.075	0.37	1.743	0.084	0.031	32.66
49	0.353	1.76	1.704	0.156	0.057	17.63
98	0.817	4.09	1.640	0.130	0.047	21.11
196	1.742	8.71	1.513	0.130	0.047	21.19
392	2.687	13.44	1.383	0.066	0.024	41.48
784	3.669	18.35	1.248	0.034	0.013	79.84
1568	4.813	24.07	1.090	0.020	0.007	137.07
392	4.358	21.79	1.153			
98	3.777	18.88	1.233			

massa volumica reale (Mg/m ³)(stimato)	2.68	
massa volumica apparente ad inizio prova (Mg/m ³):	1.61	Gradi di Saturazione %
massa volumica apparente a fine prova (Mg/m ³):	1.75	Iniziale: 100
umidità ad inizio prova (%):	65.44	Finale: 100
umidità a fine prova (%):	45.85	Massa volum. apparente secca (Mg/m ³):
indice dei vuoti ad inizio prova:	1.753	ad inizio prova: 0.97
Cv (cm ² /s) media 3 determinazioni:	6.80E-05	a fine prova: 1.20
Permeabilità k (cm/s) media 3 determinazioni :	1.97E-09	



ELLETIPI S.R.L.
 LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE
 SU TERRE-ROCCHE E IN SITO
 Aut. Min. ai sensi del DPR n° 380/1 art. 59 Circ. n. 349/99

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. (Dottore di Ricerca) Stanluca Ferioli



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV
UNI EN ISO 9001/2000
UNI EN ISO 14001

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA norma ASTM D 2435-method A

COMMITTENTE: MERLO GEOM. SANDRO STUDIO TECNICO - Via C. Marchesi, 11 - Stanghella (PD)					
CANTIERE: loc. Botte - Ferrara - Area di Servizio					
CAMPIONE: S1 Sh3 m 9.20 - 9.80					
COMMESSA:	8570/10	DURATA PROVE:	30/09 - 13/10/10		
VERBALE ACC.:	444/10	DATA CONSEGNA:	29/09/10		
GEO - CERT. n°:	3368/10	rev.00 del:	12/10/10		

edometro n: Ed 9

bilancia cod. 480 - calibro cod. 570 - picnometro cod. 545

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)				
	12.3	24.5	49	98	196
0.08	0.000	0.041	0.271	0.397	1.048
0.14	0.000	0.042	0.273	0.403	1.055
0.23	0.000	0.043	0.275	0.410	1.062
0.39	0.000	0.045	0.277	0.416	1.071
1.08	0.000	0.049	0.283	0.435	1.095
1.81	0.000	0.051	0.287	0.450	1.112
5.05	0.000	0.055	0.301	0.480	1.157
8.44	0.000	0.058	0.309	0.499	1.188
14.09	0.000	0.060	0.318	0.525	1.231
39.29	0.000	0.066	0.328	0.587	1.349
65.61	0.000	0.068	0.333	0.629	1.423
109.58	0.000	0.070	0.338	0.678	1.506
182.98	0.000	0.071	0.341	0.716	1.581
305.58	0.000	0.072	0.344	0.744	1.636
510.33	0.000	0.073	0.348	0.772	1.686
852.27	0.000	0.074	0.350	0.793	1.716
1423.30	0.000	0.075	0.353	0.817	1.742

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)				
	392	784	1568	392	98
0.08	1.864	2.718	3.736	4.837	4.350
0.14	1.871	2.725	3.761	4.820	4.346
0.23	1.879	2.733	3.781	4.812	4.340
0.39	1.889	2.744	3.797	4.805	4.335
1.08	1.915	2.773	3.835	4.785	4.326
1.81	1.934	2.793	3.857	4.772	4.318
5.05	1.987	2.853	3.923	4.731	4.293
8.44	2.023	2.896	3.972	4.705	4.274
14.09	2.075	2.956	4.033	4.671	4.251
39.29	2.221	3.130	4.210	4.582	4.172
65.61	2.312	3.237	4.326	4.525	4.115
109.58	2.411	3.354	4.453	4.469	4.047
182.98	2.505	3.466	4.575	4.422	3.972
305.58	2.573	3.547	4.667	4.393	3.899
510.33	2.627	3.604	4.732	4.377	3.843
852.27	2.660	3.641	4.779	4.367	3.801
1423.30	2.687	3.669	4.813	4.358	3.777

ELLETIPI S.R.L.
LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE
SU TERRE-ROCCHE E IN SITO
 Art. Min. al sensi del DPR n° 380/1 art.
 59 Circ. n. 349/99

lo Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. (Dottore di Ricerca) Gianluca Ferioli



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV UNI EN ISO 9001/2000 UNI EN ISO 14001

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA norma ASTM D 2435-method A

COMMITTENTE: MERLO GEOM. SANDRO STUDIO TECNICO - Via C. Marchesi, 11 - Stanghella (PD)

CANTIERE: loc. Botte - Ferrara - Area di Servizio

CAMPIONE: S1 Sh3 m 9.20 - 9.80

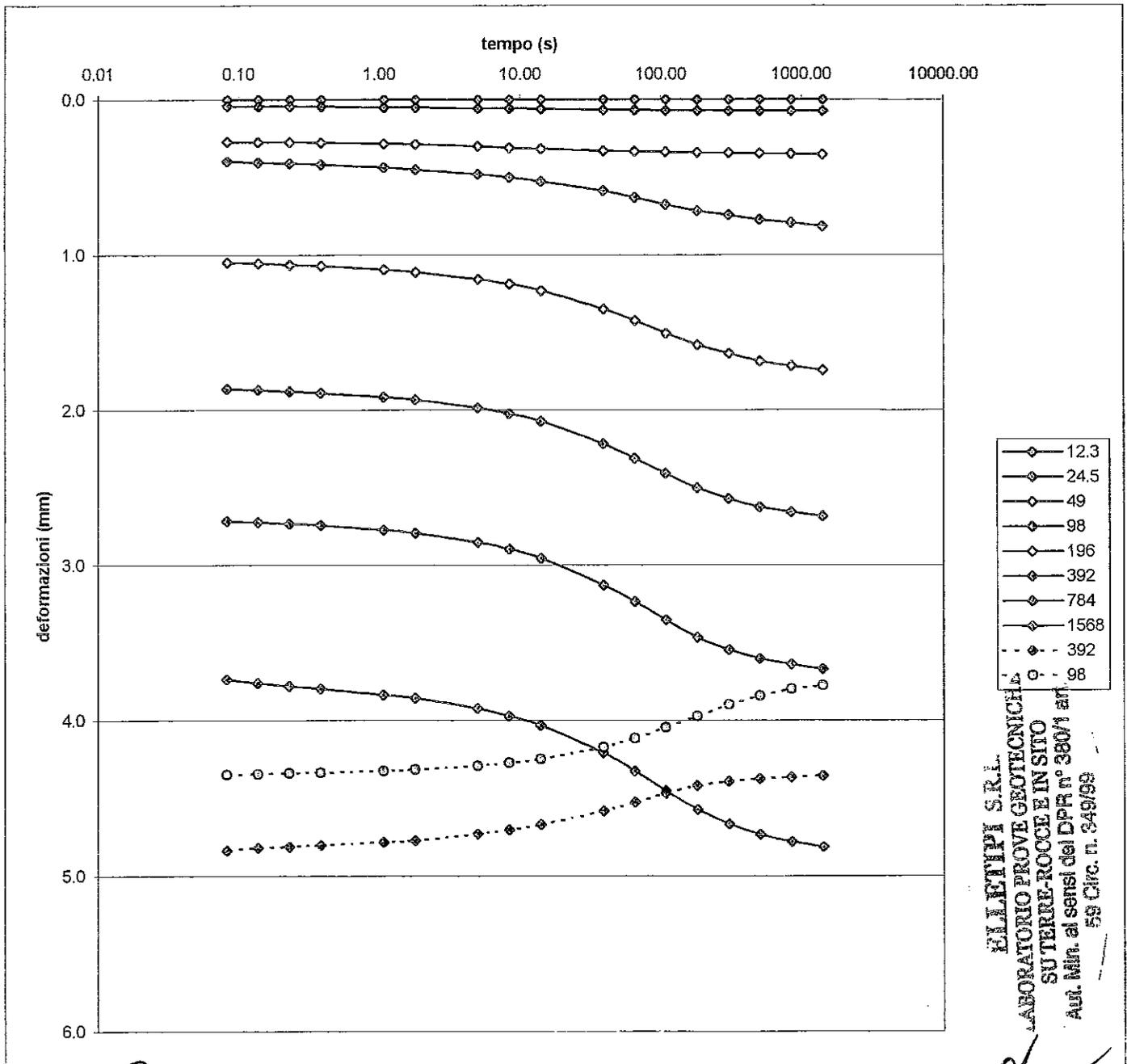
COMMESSA: 8570/10 DURATA PROVE: 30/09 - 13/10/10

VERBALE ACC.: 444/10 DATA CONSEGNA: 29/09/10

GEO - CERT. n°: 3368/10 rev.00 del: 12/10/10

edometro n: Ed 9

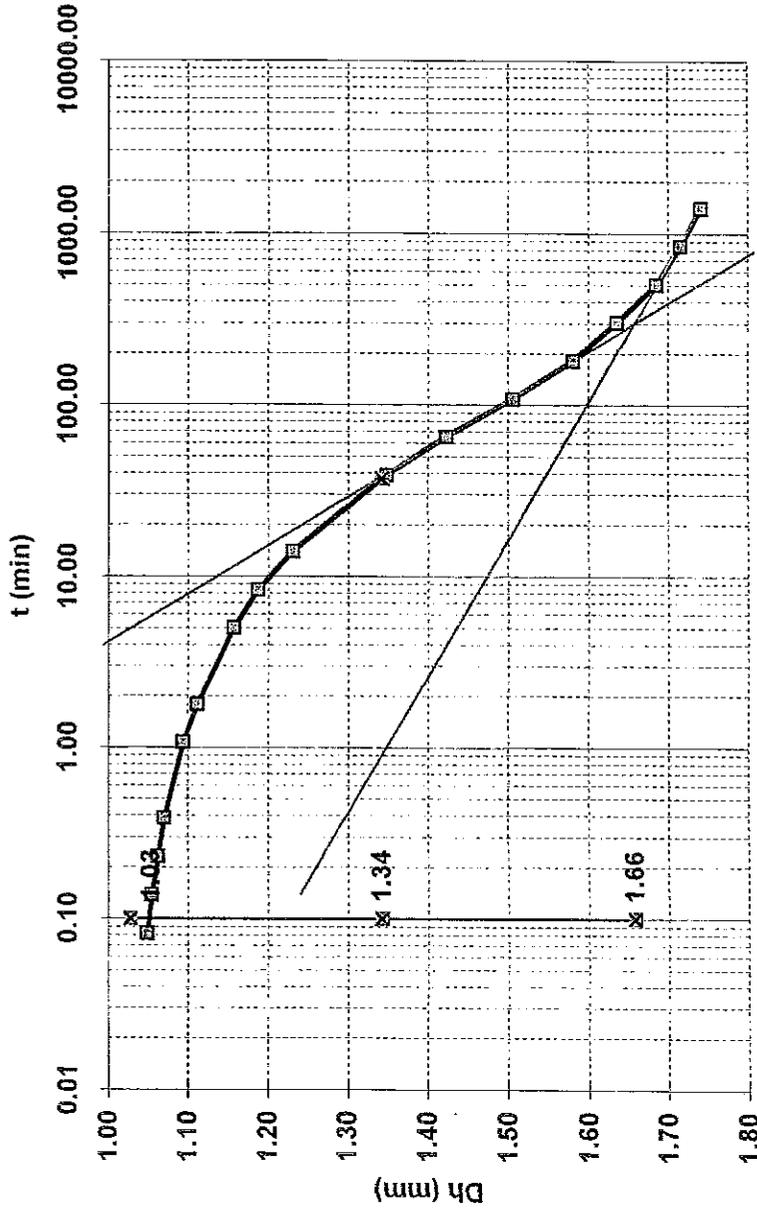
bilancia cod. 480 - calibro cod. 570 - picnometro cod. 545



lo Sperimentatore:
dott. Luciano Ressi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. (Dottore di Ricerca): Gianluca Ferioli

Calcolo dei Coefficienti di Consolidazione primario e secondario
norma ASTM D 2435



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.817
0.08	1.049
0.14	1.055
0.23	1.062
0.39	1.071
1.08	1.095
1.81	1.112
5.05	1.157
8.44	1.188
14.09	1.231
39.29	1.349
65.61	1.423
109.58	1.506
182.98	1.581
305.58	1.636
510.33	1.686
852.27	1.716
1423.30	1.742

t50 (min)	37.15
t50 (sec)	2229
Cv (cm ² /s)	7.77E-05
C alfa	6.54E-03

Pressione
da (kPa) 98
a (kPa) 196

COMMITTENTE: MERLO GEOM. SANDRO STUDIO TECNICO - Via C. Marchesi, 11 - Stanghella (PD)

CANTIERE: loc. Botte - Ferrara - Area di Servizio

CAMPIONE/PROFONDITA': S1 Sh3 m 9.20 - 9.80

DATA DI CONSEGNA: 29/09/10

DURATA DELLE PROVE DAL: 06/10/10

AL: 07/10/10

COMMESSA: 8570/10

VERBALE ACC.: 444/10

CERTIFICATO n°: 3368/10

rev.0 del: 12/10/10

Natura del Campione:

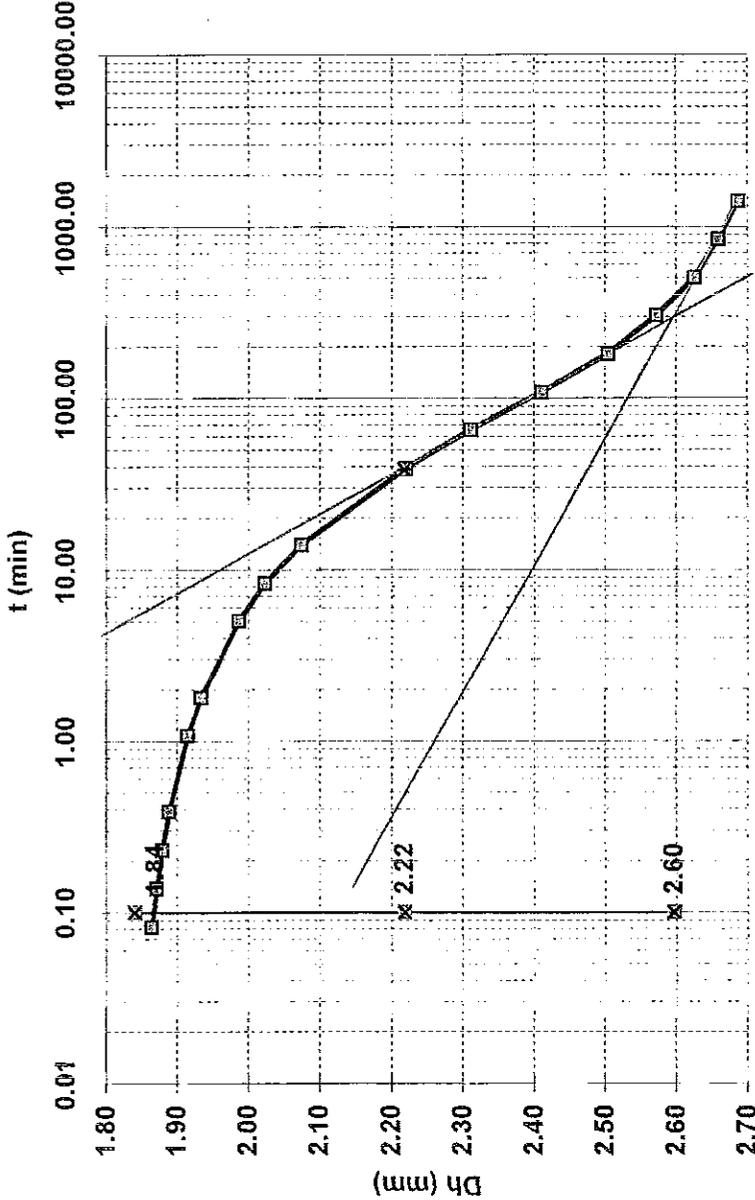
Limo con argilla e resti torbosi

Lo Sperimentatore:
dott. *Luciano Rossi*

ELLETIPI S.R.L.
LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE
SU TERRE-ROCCHE E IN SITO
Aut. Min. ai sensi del DPR n° 380/1 art.
59 Circ. n. 349/99

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. (dottoressa di ricerca) *Gianluca Ferioli*

Calcolo dei Coefficienti di Consolidazione primario e secondario
norma ASTM D 2435



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	1.742
0.08	1.864
0.14	1.871
0.23	1.879
0.39	1.889
1.08	1.915
1.81	1.934
5.05	1.987
8.44	2.023
14.09	2.075
39.29	2.221
65.61	2.312
109.58	2.411
182.98	2.505
305.58	2.573
510.33	2.627
852.27	2.660
1423.30	2.687

t50 (min)	38.53
t50 (sec)	2312
Cv (cm ² /s)	6.76E-05
C alfa	7.43E-03

Pressione
da (kPa) 196
a (kPa) 392

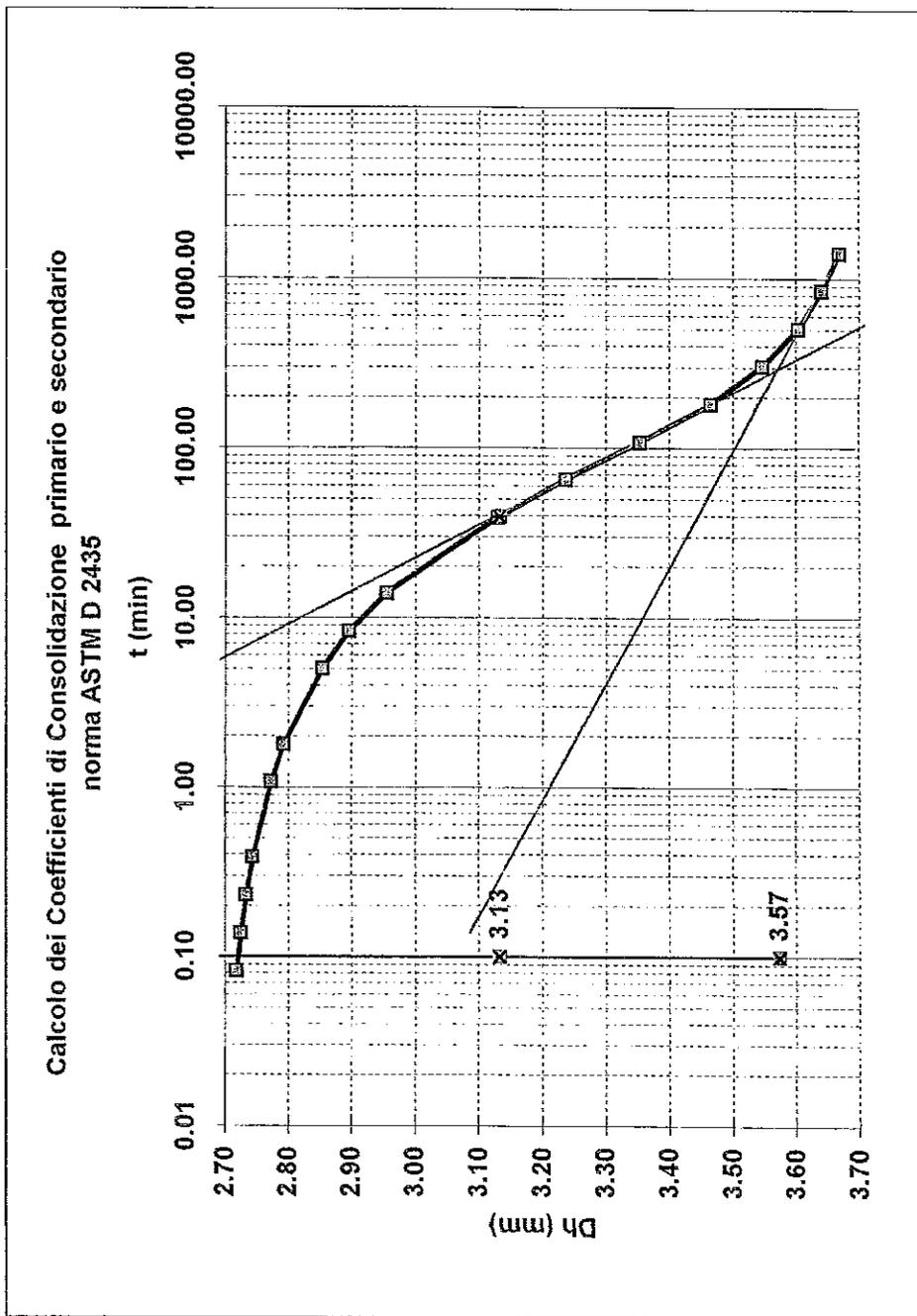
COMMITTENTE: MERLO GEOM. SANDRO STUDIO TECNICO - Via C. Marchesi, 11 - Stanghella (PD)
CANTIERE: loc. Botte - Ferrara - Area di Servizio
CAMPIONE/PROFONDITA': S1 Sh3 m 9.20 - 9.80
DATA DI CONSEGNA: 29/09/10
DURATA DELLE PROVE DAL: 07/10/10
AL: 08/10/10

COMMESSA: 8570/10
VERBALE ACC.: 444/10
CERTIFICATO n°: 3368/10
rev.0 del: 12/10/10
Natura del Campione: Limo con argilla e resti torbosi

ELLETIPI S.R.L.
LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE
SU TERRE-ROCCHE IN SITO
Aut. Min. ai sensi del DPR n° 380/1 art. 59 Circ. n. 349/99

Lo Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. (dotto di ricerca) Gianluca Ferioli



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	2.687
0.08	2.718
0.14	2.725
0.23	2.733
0.39	2.744
1.08	2.773
1.81	2.793
5.05	2.853
8.44	2.896
14.09	2.956
39.29	3.130
65.61	3.237
109.58	3.354
182.98	3.466
305.58	3.547
510.33	3.604
852.27	3.641
1423.30	3.669

t50 (min)	39.70
t50 (sec)	2382
Cv (cm ² /s)	5.87E-05
C alfa	8.43E-03

Pressione
da(kPa) 392
a (kPa) 784

COMMITTENTE:	MERLO GEOM. SANDRO STUDIO TECNICO - Via C. Marchesi, 11 - Stanghella (PD)
CANTIERE:	loc. Botte - Ferrara - Area di Servizio
CAMPIONE/PROFONDITA':	S1 Sh3 m 9.20 - 9.80
DATA DI CONSEGNA:	29/09/10
DURATA DELLE PROVE DAL:	08/10/10
AL:	09/10/10
COMMESSA:	8570/10
VERBALE ACC.:	444/10
CERTIFICATO n°:	3368/10
rev.0 del:	12/10/10
Natura del Campione:	Limo con argilla e resti torbosi

Lo Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

ELLETIPI S.R.L.
LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE
SU TERRE-ROCCHE IN SITO
Aut. Min. ai sensi del DPR n° 380/1 art.
59 Circ. n. 349/99

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE DI GESTIONE
INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV ISO DA DNV
UNI EN ISO 9001/2000 1/2000
UNI EN ISO 14001/2004 1001

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA norma ASTM D 2435-method A

COMMITTENTE:	MERLO GEOM. SANDRO STUDIO TECNICO - Via C. Marchesi, 11 - Stanghella (PD)		
CANTIERE:	loc. Botte - Ferrara - Area di Servizio		
CAMPIONE:	S1 Sh3 m 9.20 - 9.80		
COMMESSA:	8570/10	DURATA PROVE:	30/09 - 13/10/10
VERBALE ACC.:	444/10	DATA CONSEGNA:	29/09/10

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpretazione soggettiva dei risultati di prova.

Pressione di preconsolidazione (σ'_p): 123.29 kPa

Grado di sovraconsolidazione (OCR): 1.5
con profondità falda m da p.c. = 2.70 peso di volume medio del terreno (kN/m^3) = 16.11

Rapporto di compressione (CR): 0.190
Indice di compressione (Cc): 0.52

Rapporto di ricomprensione (RR): 0.0462
Indice di ricomprensione (Cr): 0.1271

Rapporto di rigonfiamento (SR): 0.043
Indic di rigonfiamento (Cs): 0.118

Coeff. Cons. (Cv) tra:	98 e 196	7.77E-05 cm ² /s
Coeff. Cons. (Cv) tra:	196 e 392	6.76E-05 cm ² /s
Coeff. Cons. (Cv) tra:	392 e 784	5.87E-05 cm ² /s

Coeff. Sec. (C α) tra:	98 e 196	6.54E-03
Coeff. Sec. (C α) tra:	196 e 392	7.43E-03
Coeff. Sec. (C α) tra:	392 e 784	8.43E-03

Permeabilità tra (kPa):	98 e 196	3.60E-09 cm/s
Permeabilità tra (kPa):	196 e 392	1.60E-09 cm/s
Permeabilità tra (kPa):	392 e 784	7.22E-10 cm/s

ELLETIPI S.R.L.
LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE
SU TERRE-ROCCHE IN SITO
Aut. Min. ai sensi del DPR n° 380/1 art.
59 Circ. n. 345/99