

COMMITTENTE



COMUNE DI PALERMO  
AREA INFRASTRUTTURE E TERRITORIO

PROGETTISTA

ATI:



(Capogruppo Mandataria)



DOMINIQUE PERRAULT  
ARCHITECTE

METROPOLITANA AUTOMATICA LEGGERA DELLA CITTA' DI  
PALERMO  
PRIMA LINEA  
TRATTA FUNZIONALE ORETO/NOTARBARTOLO

PROGETTO PRELIMINARE

PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI DI TERRENO  
SONDAGGI SA8, SA9, SA10, SA11, SA12, SA13, SA14, SA15

| COMMESSA | FASE | COMPARTO | DOCUMENTO | REV | SCALA | NOME FILE        |
|----------|------|----------|-----------|-----|-------|------------------|
| MPA1     | PP   | IND      | INPL03    | 1   |       | IND_INPL03_1.pdf |

|      |                |                                  |          |             |           |             | PROGETTISTA |
|------|----------------|----------------------------------|----------|-------------|-----------|-------------|-------------|
| 1    | AGOSTO<br>2006 | AGGIORNAMENTO DATA DI CONSEGNA   | Speciale | Canzoneri   | Checchi   | Piscitelli  |             |
| 0    | MAGGIO<br>2006 | EMISSIONE ELABORATI OPERE CIVILI | Speciale | Canzoneri   | Checchi   | Piscitelli  |             |
| REV. | DATA           | DESCRIZIONE                      | REDATTO  | CONTROLLATO | APPROVATO | AUTORIZZATO |             |

PROVE DI LABORATORIO  
SU CAMPIONI DI TERRENO

SONDAGGI SA8, SA9, SA10, SA11, SA12, SA13, SA14, SA15

*Richiedente* SYSTRA S.A.

*Ente Appaltante* Comune di Palermo

*Lavoro* Metropolitana Automatica Leggera della Città di Palermo. Prima  
linea - Oreto-Notarbartolo

*Lettera di incarico* Prot. 767 - Rif. L.I. 41/2005

Il presente elaborato è composto da 194 fogli numerati da 1 a 194.

Palermo, 13 aprile 2006

**Il Direttore del Laboratorio**  
Ing. Gabriele Speciale

## Metropolitana Automatica Leggera della Città di Palermo. Prima linea - Oreto-Notarbartolo

### Prove di laboratorio

Nel presente elaborato si riportano i risultati delle prove di laboratorio effettuate su 29 campioni indisturbati e 6 campioni rimaneggiati di terreno, prelevati nel corso delle indagini per la realizzazione della Metropolitana Automatica Leggera della Città di Palermo. Prima linea - Oreto-Notarbartolo.

Le prove sono state effettuate su incarico della SYSTRA S.A..

I campioni, pervenuti in laboratorio nel mese di marzo 2006, sono stati descritti singolarmente, specificando il colore, la consistenza, la struttura e l'eventuale presenza di alterazioni.

Sono state effettuate prove di identificazione consistenti nella determinazione del contenuto d'acqua  $w$ , dei limiti di consistenza  $w_p$  e  $w_L$ , della composizione granulometrica, del peso specifico dei grani  $\gamma_s$  e del peso dell'unità di volume  $\gamma$ .

In particolare, la determinazione del contenuto d'acqua  $w$  è stata effettuata con il metodo della doppia pesata, secondo quanto prescritto dalla Normativa ASTM D-2216 (1998), quella del limite di liquidità  $w_L$  è stata eseguita con il cucchiaino di Casagrande sul materiale passante al setaccio ASTM n.40, utilizzando il metodo dei tre punti, in accordo con la Normativa ASTM D-4318 (2000). Il limite di plasticità  $w_p$  è stato determinato secondo quanto previsto nella Normativa ASTM D-4318 (2000).

La determinazione della composizione granulometrica è stata effettuata per stacciatura e sedimentazione, secondo la Normativa ASTM D-422 (1998). In particolare, la quantità di materiale da utilizzare è stata determinata in dipendenza delle dimensioni massime dell'elemento più grosso..

La stacciatura è stata eseguita utilizzando la serie di setacci ASTM aventi apertura delle maglie 3", 2" $\frac{1}{2}$ , 2", 1" $\frac{1}{2}$ , 1", 3/4", 3/8" e la serie di setacci ASTM n. 4, 8, 16, 20, 40, 80, 120, 200.

La composizione granulometrica della frazione passante al n. 200 ASTM è stata determinata, mediante sedimentazione, con il metodo dell'areometro, impiegando cilindri della capacità di 1 l; le letture ai cilindri sono state effettuate dopo 0,5, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 1440 minuti dall'inizio della prova.

I risultati sono diagrammati in grafici che forniscono la percentuale in peso del materiale in funzione del diametro; vengono inoltre riportati la composizione granulometrica del terreno secondo la classificazione A.G.I. e la percentuale in peso della frazione argillosa, corrispondente al diametro  $d = 0,002$  mm.

Il peso specifico dei grani  $\gamma_s$  è stato determinato per mezzo del volumetro come media di due determinazioni, su materiale preliminarmente essiccato in stufa, passante al setaccio ASTM n. 40.

Il peso dell'unità di volume  $\gamma$  è stato determinato mediante fustella tarata.

Per la determinazione delle caratteristiche di resistenza e di deformabilità dei terreni, sono state effettuate 8 prove di taglio diretto consolidate drenate (CD), 3 prove di compressione semplice e 9 prove di compressione edometrica.

Secondo quanto prescritto dalla Normativa ASTM D-3080 (1998), le prove di taglio diretto CD sono state effettuate, per ciascun campione, su tre provini di forma cilindrica di diametro 6 cm ed altezza 2 cm. La velocità di deformazione è stata posta pari a 0,002 mm/min.

Nel corso delle prove sono stati misurati lo sforzo di taglio  $\tau$  per mezzo di una cella di carico elettronica e gli spostamenti orizzontali  $\delta_o$  e verticali  $\delta_v$  per mezzo di due trasduttori elettronici.

Sono stati inoltre determinati, per ogni singolo provino, il contenuto d'acqua  $w$  iniziale e finale ed il peso dell'unità di volume  $\gamma$ , il peso secco dell'unità di volume  $\gamma_d$ , la porosità  $n$  ed il grado di saturazione  $S$  iniziali.

I risultati delle prove sono stati diagrammati in grafici  $\tau/\delta$  e  $\tau/\sigma'$ .

Sul campione siglato SA12/1, al termine della prova di taglio è stata effettuata la determinazione della resistenza residua. In particolare, dopo la prova lenta (fase 1 - prova di taglio diretto CD) sono stati eseguiti 10 cicli rapidi alla velocità di 1,2 mm/min; trascorse 24 ore è stata ripetuta la prova lenta (fase 2).

Le prove di compressione semplice sono state eseguite su campioni cilindrici di altezza pari a circa il doppio del diametro secondo la Normativa ASTM D-2166 (2000).

Le prove sono state eseguite per mezzo di una macchina universale GALDABINI PMA60, classe 1; la velocità di deformazione è stata posta pari a 1,6 mm/min.

Nel corso delle prove sono stati misurati la tensione normale  $\sigma_v$  per mezzo di una cella di carico e lo spostamento verticale  $\delta_v$  del campione mediante un trasduttore elettronico.

Sono stati inoltre determinati il peso dell'unità di volume  $\gamma$  ed il contenuto d'acqua  $w$  iniziali.

I risultati delle prove sono stati diagrammati in grafici  $\sigma_v/\epsilon$ .

Le prove di compressione edometrica sono state eseguite in accordo con la Normativa ASTM D-2435 (1996), utilizzando celle edometriche aventi diametro pari a 5 cm ed altezza di 2 cm.

I campioni sono stati sottoposti ad incrementi di carico ad intervalli di 24 h, fino ad una pressione massima  $\sigma' = 500 \text{ N/cm}^2$ . Successivamente è stata eseguita una fase di scarico.

Nel corso delle prove sono stati misurati i cedimenti dei campioni utilizzando comparatori bimillesimali; sono stati inoltre determinati il peso dell'unità di volume  $\gamma$  ed il contenuto d'acqua  $w$  iniziali e finali ed il peso secco dell'unità di volume  $\gamma_d$ , il grado di saturazione  $S$  e l'indice di porosità  $e_o$  iniziali. In corrispondenza dei vari gradini di carico sono stati determinati il modulo di compressione edometrica  $E_{ed}$ , il coefficiente di compressibilità volumetrica  $m_v$ , il coefficiente di consolidazione  $c_v$  ed il coefficiente di permeabilità  $k$ .

I risultati delle prove sono stati diagrammati in grafici che illustrano gli andamenti delle deformazioni verticali e dell'indice di porosità in funzione, rispettivamente, del tempo e della pressione applicata. Si riporta inoltre il diagramma  $\log E_{ed}/\log \sigma'$ .

Nelle pagine seguenti sono riportati, nell'ordine, l'elenco dei simboli adottati, il riepilogo di tutte le analisi e prove eseguite sui campioni e delle caratteristiche fisiche determinate; seguono quindi le schede relative alle analisi e prove eseguite sui singoli campioni.

Palermo, 13 aprile 2006

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

## ELENCO DEI SIMBOLI

|                 |                                                            |                           |                                                                     |
|-----------------|------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| $\gamma$        | Peso dell'unità di volume                                  | $\sigma_v$                | Tensione normale                                                    |
| $\gamma_{sat}$  | Peso dell'unità di volume del campione saturo              | $\sigma_f$                | Tensione normale a rottura                                          |
| $\gamma_i$      | Peso dell'unità di volume all'inizio della prova           | $\sigma_1$                | Tensione assiale                                                    |
| $\gamma_f$      | Peso dell'unità di volume alla fine della prova            | $\sigma_3$                | Pressione di confinamento                                           |
| $w$             | Contenuto d'acqua                                          | $\sigma_{1f}$             | Tensione assiale a rottura                                          |
| $w_{sat}$       | Contenuto d'acqua del campione saturo                      | $\sigma_t$                | Tensione di trazione                                                |
| $w_i$           | Contenuto d'acqua all'inizio della prova                   | $(\sigma_1 - \sigma_3)_f$ | Tensione deviatorica a rottura                                      |
| $w_f$           | Contenuto d'acqua alla fine della prova                    | $\tau$                    | Tensione tangenziale                                                |
| $w_{opt}$       | Contenuto d'acqua all'ottimo di costipamento               | $\tau_f$                  | Tensione tangenziale a rottura                                      |
| $G$             | Analisi granulometrica                                     | $\tau_r$                  | Resistenza residua                                                  |
| $U$             | Coefficiente di uniformità                                 | $u$                       | Pressione neutra                                                    |
| $d$             | Dimensione del grano                                       | $u_f$                     | Pressione neutra a rottura                                          |
| $l_0$           | Altezza del campione all'inizio della prova                | $\varepsilon$             | Deformazione                                                        |
| $\gamma_d$      | Peso secco dell'unità di volume                            | $\varepsilon_f$           | Deformazione a rottura                                              |
| $\gamma_{dmax}$ | Peso secco dell'unità di volume all'ottimo di costipamento | $\delta_x, \delta_y$      | Componenti dello spostamento orizzontale secondo le direzioni x e y |
| $\gamma_s$      | Peso specifico dei grani                                   | $\delta$                  | Spostamento orizzontale assoluto                                    |
| $e$             | Indice dei vuoti                                           | $\delta_o, \delta_v$      | Spostamenti orizzontali e verticali                                 |
| $e_o$           | Indice dei vuoti all'inizio della prova                    | $\delta_{of}$             | Spostamento orizzontale a rottura                                   |
| $e_f$           | Indice dei vuoti alla fine della prova                     | $E_t$                     | Modulo di Young tangente per $\sigma_v = \frac{\sigma_f}{2}$        |
| $n$             | Porosità                                                   | $E_s$                     | Modulo di Young secante per $\sigma_v = \frac{\sigma_f}{2}$         |
| $n_e$           | Porosità effettiva delle rocce                             | $v_\delta$                | Velocità media di deformazione per minuto in percentuale            |
| $S$             | Grado di saturazione                                       | $c_v$                     | Coefficiente di consolidazione                                      |
| $w_p$           | Limite di plasticità                                       | $E_{ed}$                  | Modulo di compressione edometrica                                   |
| $w_l$           | Limite di liquidità                                        | $k$                       | Coefficiente di permeabilità                                        |
| $I_p$           | Indice di plasticità                                       | $I_s$                     | Indice di resistenza a carico puntuale                              |
| $I_c$           | Indice di consistenza                                      | $P$                       | Carico puntuale di rottura                                          |
| $w_r$           | Limite di ritiro                                           | $I_{dr}$                  | Indice di durabilità                                                |
| $SO$            | Contenuto di sostanza organica                             | $I_v$                     | Coefficiente di imbibizione                                         |
| $CaCO_3$        | Contenuto di carbonato di calcio                           | $z$                       | Profondità dalla testa del tubo inclinometrico                      |
| $\sigma'$       | Pressione effettiva                                        | $M_d$                     | Modulo di deformazione                                              |
|                 |                                                            | $\Phi$                    | Azimut                                                              |

|    |                                   |      |                                  |
|----|-----------------------------------|------|----------------------------------|
| CS | Prova di compressione semplice    | Cost | Prova di costipamento            |
| CE | Prova di compressione edometrica  | AS   | Modalità AASHO Standard          |
| SW | Prova di rigonfiamento            | AM   | Modalità AASHO Modificato        |
| TD | Prova di taglio diretto           | PEN  | Modalità Proctor Energia Normale |
| TR | Prova di compressione triassiale  | PED  | Modalità Proctor Energia Doppia  |
| UU | Prova non consolidata non drenata | PET  | Modalità Proctor Energia Tripla  |
| CU | Prova consolidata non drenata     | CBR  | Indice di portanza Californiana  |
| CD | Prova consolidata drenata         | ES   | Equivalente in sabbia            |

#### NORMATIVE SEGUITE PER L'ESECUZIONE DELLE PROVE

|      |                                          |
|------|------------------------------------------|
| ASTM | American Society for Testing Materials   |
| BSI  | British Standard Institution             |
| CNR  | Consiglio Nazionale delle Ricerche       |
| ISRM | International Society for Rock Mechanics |
| UNI  | Unificazione Nazionale Italiana          |

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

**RIEPILOGO PROVE ESEGUITE SUI CAMPIONI DI TERRENO**

| Sondaggio                    | SA8     |         |         |         | SA9    |        |        |         | SA10    | SA11    |       |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|-------|
| Campione                     | 1       | 2       | 3       | 4       | 1      | 2      | 3      | 4       | 1       | 1       |       |
| Profondità                   | da m    | 17.20   | 25.60   | 28.30   | 32.80  | 22.60  | 25.00  | 27.00   | 29.70   | 28.30   | 20.60 |
|                              | a m     | 17.60   | 26.00   | 28.70   | 33.40  | 23.00  | 25.50  | 27.50   | 30.00   | 28.80   | 20.80 |
| Riconoscimento e descrizione | ●       | ●       | ●       | ●       | ●      | ●      | ●      | ●       | ●       | ●       |       |
| Data                         | 8/3/06  | 8/3/06  | 8/3/06  | 8/3/06  | 3/3/06 | 3/3/06 | 3/3/06 | 3/3/06  | 29/3/06 | 30/3/06 |       |
| CARATTERISTICHE FISICHE      |         |         |         |         |        |        |        |         |         |         |       |
| γ                            |         |         |         |         |        |        |        |         | ●       |         |       |
| Data                         |         |         |         |         |        |        |        |         | 3/4/06  |         |       |
| γd                           |         |         |         |         |        |        |        |         |         |         |       |
| Data                         |         |         |         |         |        |        |        |         |         |         |       |
| γs                           | ●       | ●       |         | ●       | ●      | ●      | ●      | ●       | ●       |         |       |
| Data                         | 15/3/06 | 15/3/06 |         | 15/3/06 | 8/3/06 | 8/3/06 | 8/3/06 | 15/3/06 | 5/4/06  |         |       |
| G                            | ●       | ●       |         | ●       | ●      | ●      | ●      | ●       |         |         |       |
| Data                         | 9/3/06  | 9/3/06  |         | 9/3/06  | 6/3/06 | 6/3/06 | 6/3/06 | 9/3/06  |         |         |       |
| w                            | ●       | ●       | ●       | ●       | ●      | ●      | ●      | ●       | ●       | ●       |       |
| Data                         | 8/3/06  | 8/3/06  | 8/3/06  | 8/3/06  | 3/3/06 | 3/3/06 | 3/3/06 | 3/3/06  | 29/3/06 | 30/3/06 |       |
| wp                           |         | ●       | ●       | ●       | ●      | ●      | ●      | ●       |         |         |       |
| Data                         |         | 14/3/06 | 14/3/06 | 14/3/06 | 7/3/06 | 7/3/06 | 7/3/06 | 14/3/06 |         |         |       |
| wl                           |         | ●       | ●       | ●       | ●      | ●      | ●      | ●       |         |         |       |
| Data                         |         | 14/3/06 | 14/3/06 | 14/3/06 | 7/3/06 | 7/3/06 | 7/3/06 | 14/3/06 |         |         |       |
| ws                           |         |         |         |         |        |        |        |         |         |         |       |
| Data                         |         |         |         |         |        |        |        |         |         |         |       |
| PROVE MECCANICHE             |         |         |         |         |        |        |        |         |         |         |       |
| C E                          |         |         |         |         |        |        |        |         |         |         |       |
| Data                         |         |         |         |         |        |        |        |         |         |         |       |
| C S                          |         |         |         |         |        |        |        |         | ●       |         |       |
| Data                         |         |         |         |         |        |        |        |         | 3/4/06  |         |       |
| TD (CD)                      |         |         |         |         |        |        |        |         |         |         |       |
| Data                         |         |         |         |         |        |        |        |         |         |         |       |
| TD (Res)                     |         |         |         |         |        |        |        |         |         |         |       |
| Data                         |         |         |         |         |        |        |        |         |         |         |       |
| TR (CU)                      |         |         |         |         |        |        |        |         |         |         |       |
| Data                         |         |         |         |         |        |        |        |         |         |         |       |
| COST                         |         |         |         |         |        |        |        |         |         |         |       |
| Data                         |         |         |         |         |        |        |        |         |         |         |       |

Il Direttore del laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

**RIEPILOGO PROVE ESEGUITE SUI CAMPIONI DI TERRENO**

| Sondaggio                    | SA11    |         | SA12    |         |         |         |         | SA13    |         |         |       |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| Campione                     | 2       | 3       | R1      | 1       | R2      | 2       | 3       | 1       | 2       | 3       |       |
| Profondità                   | da m    | 24.20   | 27.70   | 11.50   | 25.30   | 26.20   | 30.00   | 33.50   | 11.00   | 17.00   | 21.20 |
|                              | a m     | 24.50   | 28.00   | 11.80   | 25.60   | 26.40   | 30.40   | 33.80   | 11.30   | 17.40   | 21.60 |
| Riconoscimento e descrizione | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       |       |
| Data                         | 30/3/06 | 30/3/06 | 9/3/06  | 10/3/06 | 9/3/06  | 10/3/06 | 10/3/06 | 13/3/06 | 13/3/06 | 13/3/06 |       |
| CARATTERISTICHE FISICHE      |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| γ                            |         |         |         | ●       |         | ●       | ●       |         |         |         |       |
| Data                         |         |         |         | 10/3/06 |         | 10/3/06 | 13/3/06 |         |         |         |       |
| γ <sub>d</sub>               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| Data                         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| γ <sub>s</sub>               | ●       |         | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       |       |
| Data                         | 7/4/06  |         | 16/3/06 | 23/3/06 | 23/3/06 | 21/3/06 | 21/3/06 | 21/3/06 | 21/3/06 | 21/3/06 |       |
| G                            | ●       |         | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       |       |
| Data                         | 6/4/06  |         | 15/3/06 | 15/3/06 | 15/3/06 | 15/3/06 | 15/3/06 | 17/3/06 | 20/3/06 | 17/3/06 |       |
| w                            | ●       | ●       |         | ●       |         | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       |       |
| Data                         | 30/3/06 | 30/3/06 |         | 10/3/06 |         | 10/3/06 | 10/3/06 | 13/3/06 | 13/3/06 | 13/3/06 |       |
| w <sub>p</sub>               | ●       |         | ●       | ●       | ●       |         | ●       |         |         |         |       |
| Data                         | 10/4/06 |         | 15/3/06 | 22/3/06 | 22/3/06 |         | 17/3/06 |         |         |         |       |
| w <sub>l</sub>               | ●       |         | ●       | ●       | ●       |         | ●       |         |         |         |       |
| Data                         | 10/4/06 |         | 15/3/06 | 22/3/06 | 22/3/06 |         | 17/3/06 |         |         |         |       |
| w <sub>s</sub>               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| Data                         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| PROVE MECCANICHE             |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| C E                          |         |         |         | ●       |         | ●       | ●       |         |         |         |       |
| Data                         |         |         |         | 10/3/06 |         | 10/3/06 | 10/3/06 |         |         |         |       |
| C S                          |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| Data                         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| TD (CD)                      |         |         |         | ●       |         | ●       | ●       |         |         |         |       |
| Data                         |         |         |         | 10/3/06 |         | 10/3/06 | 13/3/06 |         |         |         |       |
| TD (Res)                     |         |         |         | ●       |         |         |         |         |         |         |       |
| Data                         |         |         |         | 13/3/06 |         |         |         |         |         |         |       |
| TR (CU)                      |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| Data                         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| COST                         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| Data                         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |

Il Direttore del laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

**RIEPILOGO PROVE ESEGUITE SUI CAMPIONI DI TERRENO**

| Sondaggio                    | SA13    |         | SA14    |         |         |         |         | SA15    |         |         |       |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| Campione                     | 4       | 5       | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 1       | R1      | 2       |       |
| Profondità                   | da m    | 24.00   | 34.40   | 10.70   | 12.60   | 19.60   | 25.50   | 34.00   | 17.60   | 21.20   | 23.00 |
|                              | a m     | 24.50   | 34.80   | 11.00   | 13.00   | 20.00   | 25.90   | 34.40   | 18.00   |         | 23.50 |
| Riconoscimento e descrizione | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       |       |
| Data                         | 13/3/06 | 13/3/06 | 13/3/06 | 13/3/06 | 13/3/06 | 13/3/06 | 13/3/06 | 29/3/06 | 21/3/06 | 29/3/06 |       |
| CARATTERISTICHE FISICHE      |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| γ                            | ●       | ●       |         |         |         |         | ●       |         |         | ●       |       |
| Data                         | 15/3/06 | 15/3/06 |         |         |         |         | 15/3/06 |         |         | 29/3/06 |       |
| γ <sub>d</sub>               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| Data                         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| γ <sub>s</sub>               | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       |       |
| Data                         | 24/3/06 | 24/3/06 | 21/3/06 | 21/3/06 | 21/3/06 | 21/3/06 | 23/3/06 | 7/4/06  | 28/3/06 | 7/4/06  |       |
| G                            | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       |       |
| Data                         | 15/3/06 | 17/3/06 | 20/3/06 | 20/3/06 | 20/3/06 | 17/3/06 | 17/3/06 | 6/4/06  | 27/3/06 | 4/4/06  |       |
| w                            | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       |         | ●       |       |
| Data                         | 13/3/06 | 13/3/06 | 13/3/06 | 13/3/06 | 13/3/06 | 13/3/06 | 13/3/06 | 29/3/06 |         | 29/3/06 |       |
| w <sub>p</sub>               |         | ●       |         |         |         |         | ●       |         |         |         |       |
| Data                         |         | 23/3/06 |         |         |         |         | 22/3/06 |         |         |         |       |
| w <sub>l</sub>               |         | ●       |         |         |         |         | ●       |         |         |         |       |
| Data                         |         | 23/3/06 |         |         |         |         | 22/3/06 |         |         |         |       |
| w <sub>s</sub>               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| Data                         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| PROVE MECCANICHE             |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| C E                          | ●       | ●       |         |         |         |         | ●       |         |         | ●       |       |
| Data                         | 15/3/06 | 15/3/06 |         |         |         |         | 14/3/06 |         |         | 30/3/06 |       |
| C S                          |         | ●       |         |         |         |         | ●       |         |         |         |       |
| Data                         |         | 16/3/06 |         |         |         |         | 16/3/06 |         |         |         |       |
| TD (CD)                      |         | ●       |         |         |         |         | ●       |         |         | ●       |       |
| Data                         |         | 15/3/06 |         |         |         |         | 15/3/06 |         |         | 29/3/06 |       |
| TD (Res)                     |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| Data                         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| TR (CU)                      |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| Data                         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| COST                         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |
| Data                         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |       |

Il Direttore del laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

**RIEPILOGO PROVE ESEGUITE SUI CAMPIONI DI TERRENO**

| Sondaggio                      | SA15    |         |         |         |         |       |  |  |  |  |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|--|--|--|--|
| Campione                       | 3       | 4       | R2      | R3      | R4      |       |  |  |  |  |
| Profondità                     | da m    | 27.30   | 32.30   | 35.90   | 37.50   | 39.60 |  |  |  |  |
|                                | a m     | 27.70   | 32.70   |         |         |       |  |  |  |  |
| Riconoscimento e descrizione   | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       |       |  |  |  |  |
| Data                           | 29/3/06 | 29/3/06 | 21/3/06 | 21/3/06 | 21/3/06 |       |  |  |  |  |
| <b>CARATTERISTICHE FISICHE</b> |         |         |         |         |         |       |  |  |  |  |
| $\gamma$                       | ●       | ●       |         |         |         |       |  |  |  |  |
| Data                           | 30/3/06 | 3/4/06  |         |         |         |       |  |  |  |  |
| $\gamma_d$                     |         |         |         |         |         |       |  |  |  |  |
| Data                           |         |         |         |         |         |       |  |  |  |  |
| $\gamma_s$                     | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       |       |  |  |  |  |
| Data                           | 7/4/06  | 7/4/06  | 28/3/06 | 28/3/06 | 28/3/06 |       |  |  |  |  |
| $G$                            | ●       | ●       | ●       | ●       | ●       |       |  |  |  |  |
| Data                           | 6/4/06  | 4/4/06  | 27/3/06 | 27/3/06 | 27/3/06 |       |  |  |  |  |
| $w$                            | ●       | ●       |         |         |         |       |  |  |  |  |
| Data                           | 29/3/06 | 29/3/06 |         |         |         |       |  |  |  |  |
| $w_p$                          |         |         | ●       | ●       |         |       |  |  |  |  |
| Data                           |         |         | 27/3/06 | 28/3/06 |         |       |  |  |  |  |
| $w_l$                          |         |         | ●       | ●       |         |       |  |  |  |  |
| Data                           |         |         | 27/3/06 | 28/3/06 |         |       |  |  |  |  |
| $w_s$                          |         |         |         |         |         |       |  |  |  |  |
| Data                           |         |         |         |         |         |       |  |  |  |  |
| <b>PROVE MECCANICHE</b>        |         |         |         |         |         |       |  |  |  |  |
| $C E$                          | ●       | ●       |         |         |         |       |  |  |  |  |
| Data                           | 30/3/06 | 30/3/06 |         |         |         |       |  |  |  |  |
| $C S$                          |         |         |         |         |         |       |  |  |  |  |
| Data                           |         |         |         |         |         |       |  |  |  |  |
| $TD (CD)$                      | ●       | ●       |         |         |         |       |  |  |  |  |
| Data                           | 30/3/06 | 3/4/06  |         |         |         |       |  |  |  |  |
| $TD (Res)$                     |         |         |         |         |         |       |  |  |  |  |
| Data                           |         |         |         |         |         |       |  |  |  |  |
| $TR (CU)$                      |         |         |         |         |         |       |  |  |  |  |
| Data                           |         |         |         |         |         |       |  |  |  |  |
| $COST$                         |         |         |         |         |         |       |  |  |  |  |
| Data                           |         |         |         |         |         |       |  |  |  |  |

Il Direttore del laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

**RIEPILOGO CARATTERISTICHE FISICHE DEI TERRENI**

| Sondaggio             | SA8  |       |       |       | SA9   |       |       |       | SA10  | SA11  |       |
|-----------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Campione              | 1    | 2     | 3     | 4     | 1     | 2     | 3     | 4     | 1     | 1     |       |
| Profondità            | da m | 17.20 | 25.60 | 28.30 | 32.80 | 22.60 | 25.00 | 27.00 | 29.70 | 28.30 | 20.60 |
|                       | a m  | 17.60 | 26.00 | 28.70 | 33.40 | 23.00 | 25.50 | 27.50 | 30.00 | 28.80 | 20.80 |
| $\gamma$ [kN/m³]      |      |       |       |       |       |       |       |       | 23.2  |       |       |
| $\gamma_d$ [kN/m³]    |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| $\gamma_s$ [kN/m³]    | 26.4 | 26.2  |       | 26.2  | 26.7  | 26.6  | 26.7  | 26.3  | 27.4  |       |       |
| w                     | 0.22 | 0.14  | 0.07  | 0.15  | 0.19  | 0.14  | 0.11  | 0.09  | 0.10  | 0.10  |       |
| w <sub>P</sub>        |      | 0.21  | 0.17  | 0.20  | 0.23  | 0.23  | 0.23  | 0.20  |       |       |       |
| w <sub>L</sub>        |      | 0.29  | 0.25  | 0.28  | 0.33  | 0.32  | 0.32  | 0.27  |       |       |       |
| w <sub>S</sub>        |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| I <sub>P</sub>        |      | 0.08  | 0.08  | 0.08  | 0.10  | 0.09  | 0.09  | 0.07  |       |       |       |
| I <sub>C</sub>        |      | 1.88  | 2.25  | 1.63  | 1.40  | 2.00  | 2.33  | 2.57  |       |       |       |
| n                     |      |       |       |       |       |       |       |       | 0.23  |       |       |
| S                     |      |       |       |       |       |       |       |       | 0.92  |       |       |
| U                     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| % < d = 0,002 mm      | 11   | 10    |       | 9     | 21    | 17    | 19    | 6     |       |       |       |
| SO [%]                |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| CaCO <sub>3</sub> [%] |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| k [cm/sec]            |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

Il Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

**RIEPILOGO CARATTERISTICHE FISICHE DEI TERRENI**

| Sondaggio             | SA11 |       | SA12  |       |       |       |       | SA13  |       |       |       |
|-----------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Campione              | 2    | 3     | R1    | 1     | R2    | 2     | 3     | 1     | 2     | 3     |       |
| Profondità            | da m | 24.20 | 27.70 | 11.50 | 25.30 | 26.20 | 30.00 | 33.50 | 11.00 | 17.00 | 21.20 |
|                       | a m  | 24.50 | 28.00 | 11.80 | 25.60 | 26.40 | 30.40 | 33.80 | 11.30 | 17.40 | 21.60 |
| $\gamma$ [kN/m³]      |      |       |       | 19.2  |       | 19.4  | 20.5  |       |       |       |       |
| $\gamma_d$ [kN/m³]    |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| $\gamma_s$ [kN/m³]    | 26.3 |       | 27.3  | 26.7  | 27.0  | 26.1  | 26.4  | 25.9  | 26.3  | 26.2  |       |
| w                     | 0.11 | 0.08  |       | 0.24  |       | 0.24  | 0.22  | 0.26  | 0.24  | 0.22  |       |
| w <sub>p</sub>        | 0.20 |       | 0.22  | 0.19  | 0.22  |       | 0.19  |       |       |       |       |
| w <sub>L</sub>        | 0.29 |       | 0.56  | 0.37  | 0.53  |       | 0.29  |       |       |       |       |
| w <sub>s</sub>        |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| I <sub>p</sub>        | 0.09 |       | 0.34  | 0.18  | 0.31  |       | 0.10  |       |       |       |       |
| I <sub>c</sub>        | 2.00 |       |       | 0.72  |       |       | 0.70  |       |       |       |       |
| n                     |      |       |       | 0.45  |       | 0.40  | 0.36  |       |       |       |       |
| S                     |      |       |       | 0.99  |       | 0.93  | 1.00  |       |       |       |       |
| U                     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| % < d = 0,002 mm      | 7    |       | 54    | 46    | 46    | 1     | 22    | 5     | 14    | 14    |       |
| SO [%]                |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| CaCO <sub>3</sub> [%] |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| k [cm/sec]            |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

Il Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

**RIEPILOGO CARATTERISTICHE FISICHE DEI TERRENI**

| Sondaggio             | SA13 |       | SA14  |       |       |       |       | SA15  |       |       |       |
|-----------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Campione              | 4    | 5     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 1     | R1    | 2     |       |
| Profondità            | da m | 24.00 | 34.40 | 10.70 | 12.60 | 19.60 | 25.50 | 34.00 | 17.60 | 21.20 | 23.00 |
|                       | a m  | 24.50 | 34.80 | 11.00 | 13.00 | 20.00 | 25.90 | 34.40 | 18.00 |       | 23.50 |
| $\gamma$ [kN/m³]      | 20.1 | 20.7  |       |       |       |       | 20.8  |       |       | 18.9  |       |
| $\gamma_d$ [kN/m³]    |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| $\gamma_s$ [kN/m³]    | 26.5 | 26.8  | 26.3  | 26.2  | 26.5  | 26.6  | 26.7  | 26.5  | 26.7  | 26.4  |       |
| w                     | 0.22 | 0.21  | 0.22  | 0.27  | 0.24  | 0.16  | 0.21  | 0.22  |       | 0.32  |       |
| w <sub>P</sub>        |      | 0.18  |       |       |       |       | 0.18  |       |       |       |       |
| w <sub>L</sub>        |      | 0.30  |       |       |       |       | 0.30  |       |       |       |       |
| w <sub>S</sub>        |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| I <sub>P</sub>        |      | 0.12  |       |       |       |       | 0.12  |       |       |       |       |
| I <sub>C</sub>        |      | 0.75  |       |       |       |       | 0.75  |       |       |       |       |
| n                     | 0.38 | 0.36  |       |       |       |       | 0.35  |       |       | 0.46  |       |
| S                     | 1.00 | 1.00  |       |       |       |       | 1.00  |       |       | 1.00  |       |
| U                     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| % < d = 0,002 mm      | 9    | 27    | 8     | 7     | 11    | 13    | 27    | 14    | 16    | 13    |       |
| SO [%]                |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| CaCO <sub>3</sub> [%] |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| k [cm/sec]            |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

Il Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

**RIEPILOGO CARATTERISTICHE FISICHE DEI TERRENI**

| Sondaggio                       | SA15 |       |       |       |       |       |  |  |  |  |
|---------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|--|
| Campione                        | 3    | 4     | R2    | R3    | R4    |       |  |  |  |  |
| Profondità                      | da m | 27.30 | 32.30 | 35.90 | 37.50 | 39.60 |  |  |  |  |
|                                 | a m  | 27.70 | 32.70 |       |       |       |  |  |  |  |
| $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]   | 19.6 | 21.2  |       |       |       |       |  |  |  |  |
| $\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ] |      |       |       |       |       |       |  |  |  |  |
| $\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ] | 26.6 | 26.8  | 27.0  | 26.8  | 26.7  |       |  |  |  |  |
| w                               | 0.28 | 0.23  |       |       |       |       |  |  |  |  |
| w <sub>P</sub>                  |      |       | 0.17  | 0.17  |       |       |  |  |  |  |
| w <sub>L</sub>                  |      |       | 0.25  | 0.22  |       |       |  |  |  |  |
| w <sub>S</sub>                  |      |       |       |       |       |       |  |  |  |  |
| I <sub>p</sub>                  |      |       | 0.08  | 0.05  |       |       |  |  |  |  |
| I <sub>c</sub>                  |      |       |       |       |       |       |  |  |  |  |
| n                               | 0.42 | 0.33  |       |       |       |       |  |  |  |  |
| S                               | 1.00 | 1.00  |       |       |       |       |  |  |  |  |
| U                               |      |       |       |       |       |       |  |  |  |  |
| % < d = 0,002 mm                | 30   | 14    | 25    | 15    | 16    |       |  |  |  |  |
| SO [%]                          |      |       |       |       |       |       |  |  |  |  |
| CaCO <sub>3</sub> [%]           |      |       |       |       |       |       |  |  |  |  |
| k [cm/sec]                      |      |       |       |       |       |       |  |  |  |  |

Il Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA8 Campione 1 Profondità da m 17.20 a m 17.60

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 7/3/2006

Data di apertura 8/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 35 cm

Condizioni campione Discrete

Prove eseguite  $\gamma_s$ , G, w

**R<sub>p</sub>** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Sabbia limosa di colore marrone giallastro, poco consistente,  $w_n > w_p$ , con numerosi frammenti di conchiglie.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

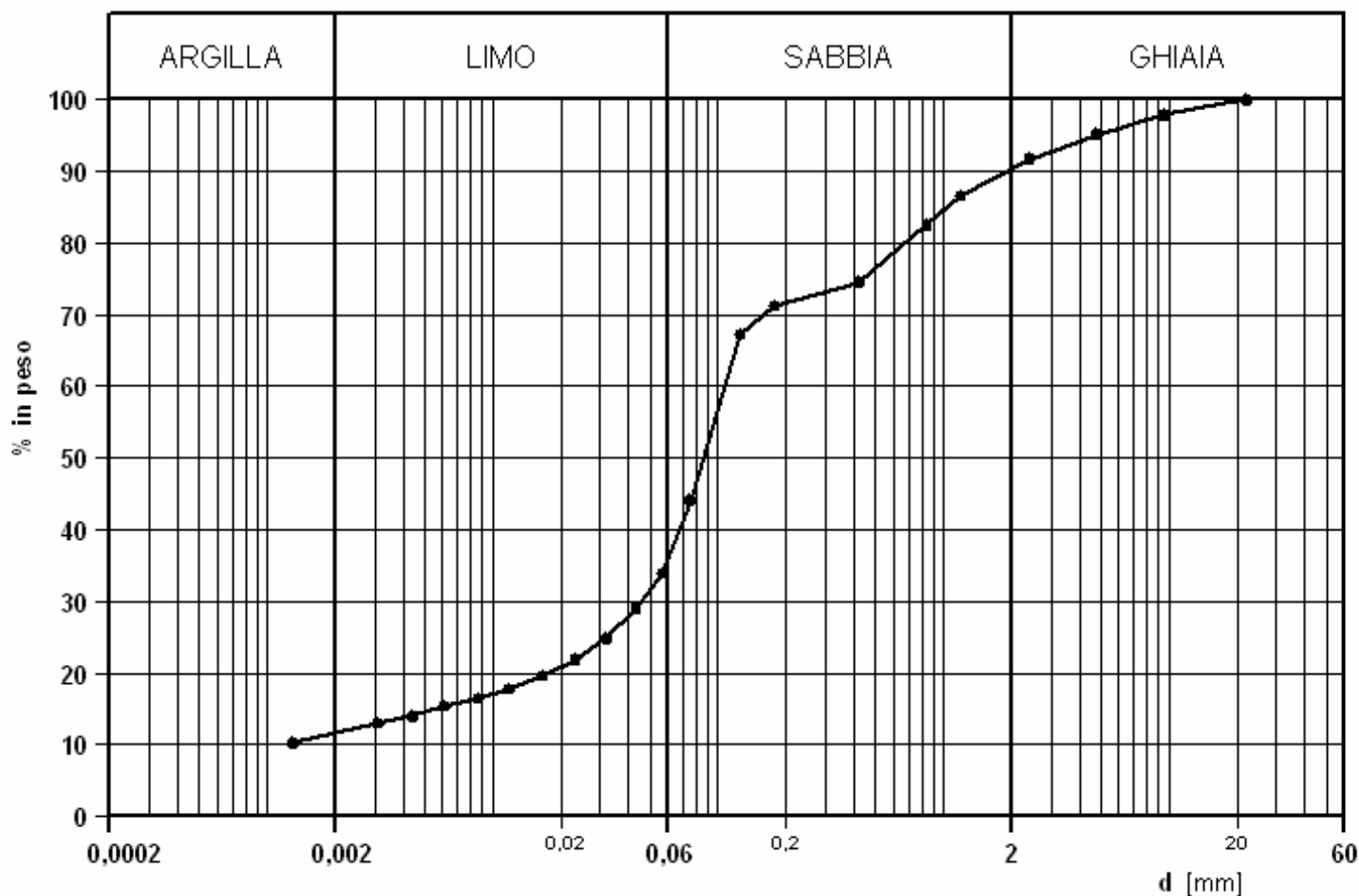
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA8 Campione 1 Profondità da m 17.20 a m 17.60

Data inizio prova 9/3/2006

Data fine prova 17/3/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Sabbia limosa argillosa deb. ghiaiosa

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 11$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA8 Campione 2 Profondità da m 25.60 a m 26.00

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 7/3/2006

Data di apertura 8/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 27 cm

Condizioni campione Discrete

Prove eseguite  $\gamma_s$ , G, w,  $w_p$ ,  $w_l$

**R<sub>p</sub>** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Argillite di colore grigio scuro, da molto consistente a dura, a tratti di consistenza lapidea. Il materiale si suddivide in elementi di forma pseudo-prismatica di lato  $\cong$  1 cm.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006 ..... Certificato n° - .....

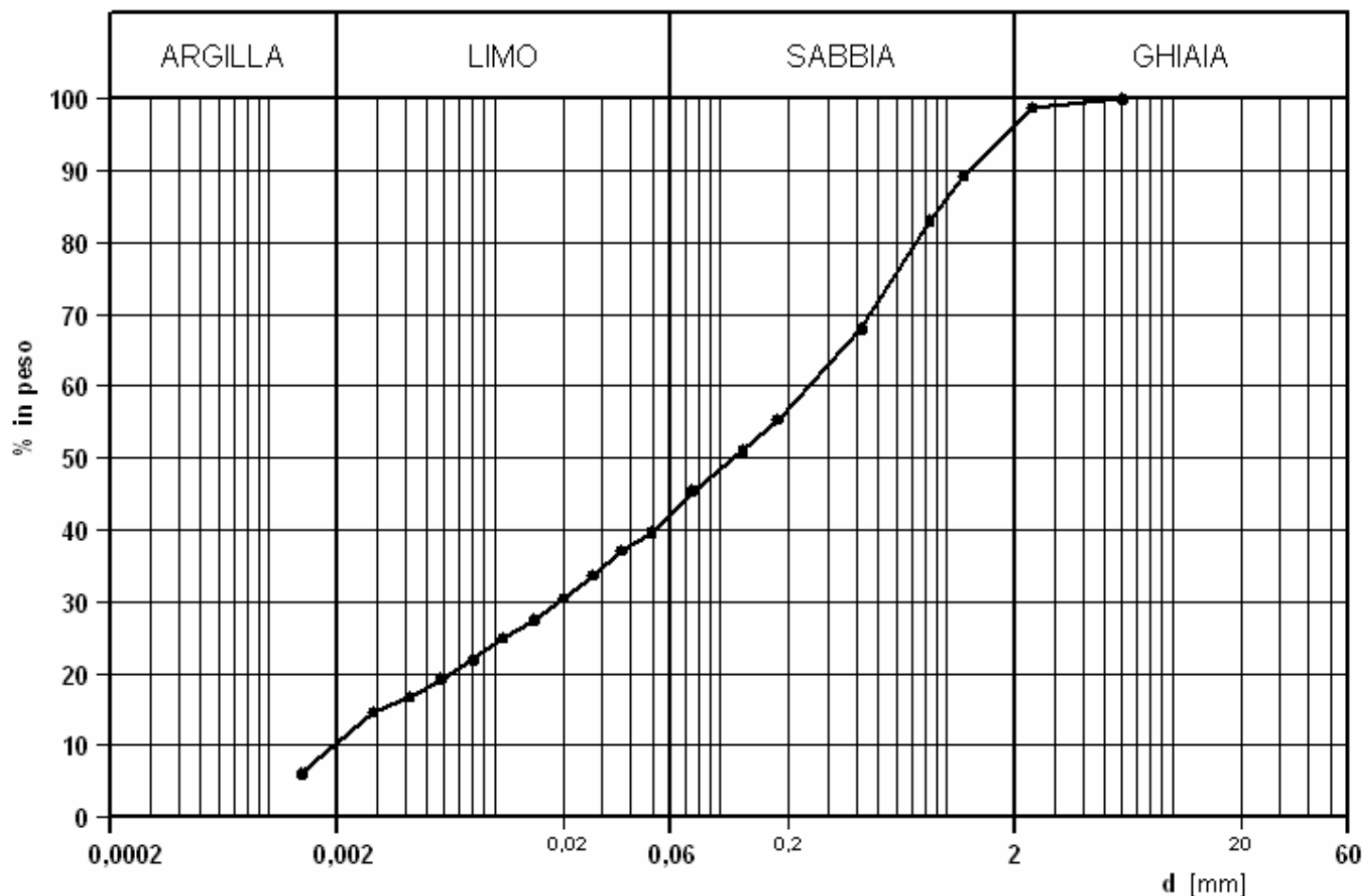
Richiedente SYSTRA S.A. ....

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo .....

Sondaggio SA8 ..... Campione 2 ..... Profondità da m 25.60 a m 26.00 .....

Data inizio prova 9/3/2006 ..... Data fine prova 17/3/2006 .....

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Sabbia con limo deb. argillosa .....

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 10$$

Note .....

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA8 Campione 3 Profondità da m 28.30 a m 28.70

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 7/3/2006

Data di apertura 8/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 30 cm

Condizioni campione Mediocri

Prove eseguite w, w<sub>p</sub>, w<sub>l</sub>

**R<sub>p</sub>** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Marna argillosa di consistenza lapidea. Il campione è attraversato da una discontinuità chiusa, parallela all'asse, con superfici piane o leggermente ondulate. Si osservano giunti a 45°.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA8 Campione 4 Profondità da m 32.80 a m 33.40

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 7/3/2006

Data di apertura 8/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 32 cm

Condizioni campione Mediocri

Prove eseguite  $\gamma_s$ , G, w,  $w_p$ ,  $w_l$

**R<sub>p</sub>** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Argilla ed argillite di colore grigio scuro, da consistente a molto consistente, a tratti di consistenza lapidea. La parte argillosa presenta struttura a scaglie di forma prismatica, variamente orientate, debolmente serrate, del  $d_{\max} \cong 1$  cm.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

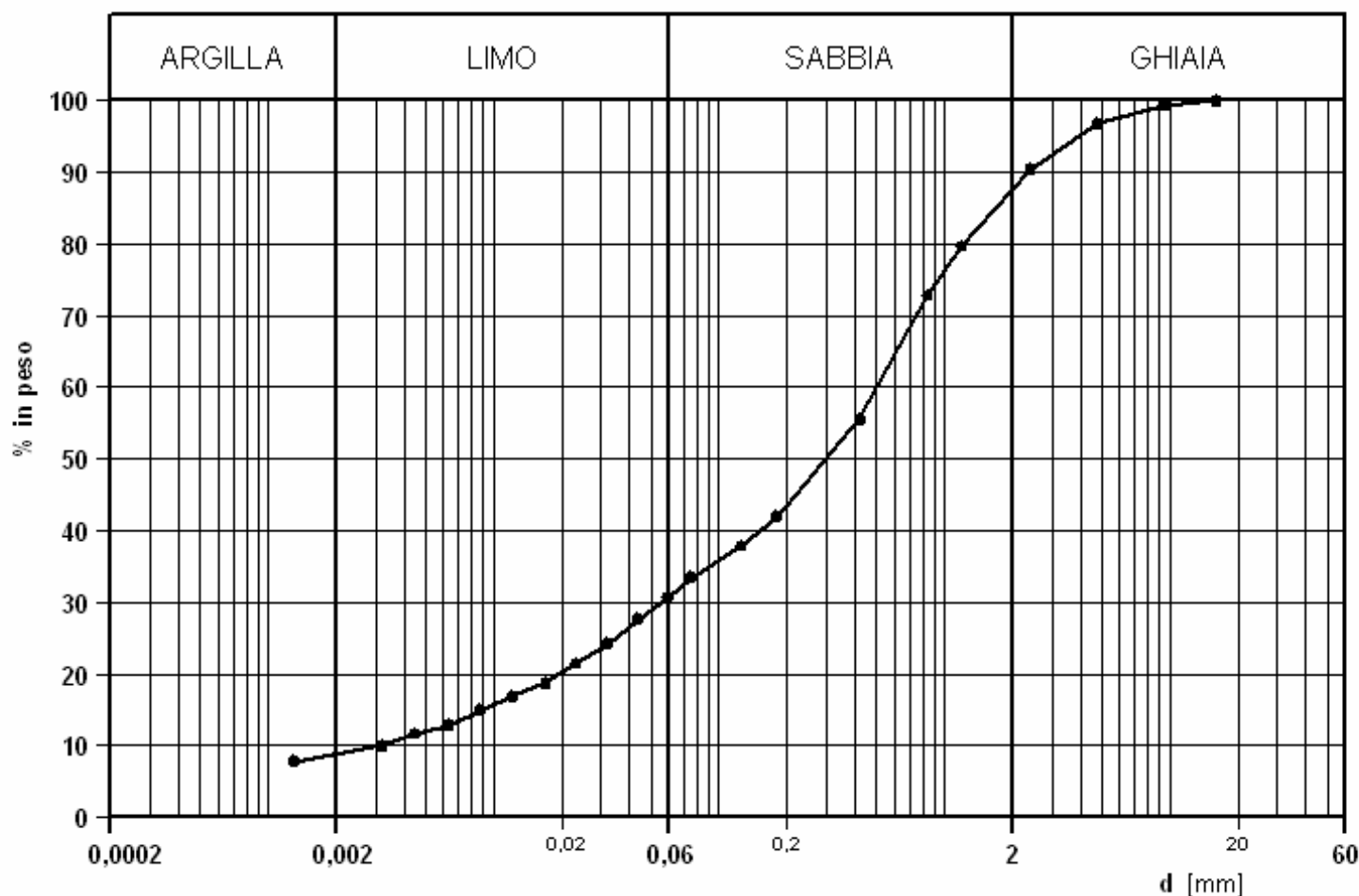
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA8 Campione 4 Profondità da m 32.80 a m 33.40

Data inizio prova 9/3/2006

Data fine prova 17/3/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Sabbia ghiaiosa limosa deb. argillosa

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 9$$

Note .....

.....

Lo Sperimentatore  
Salvatore Febo

Il Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA9 Campione 1 Profondità da m 22.60 a m 23.00

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 2/3/2006

Data di apertura 3/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 35 cm

Condizioni campione Cattive

Prove eseguite  $\gamma_s$ , G, w,  $w_p$ ,  $w_l$

**R<sub>p</sub>** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Marna argillosa di consistenza lapidea, di colore grigio scuro. All'atto dell'estrazione il campione si è frammentato in elementi di forma pseudo-prismatica delimitati da superfici piane o leggermente ondulate, talora concoidi, variamente orientate, di dimensioni comprese tra 1 e 5 cm circa. Sono presenti livelli di argilla limosa.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

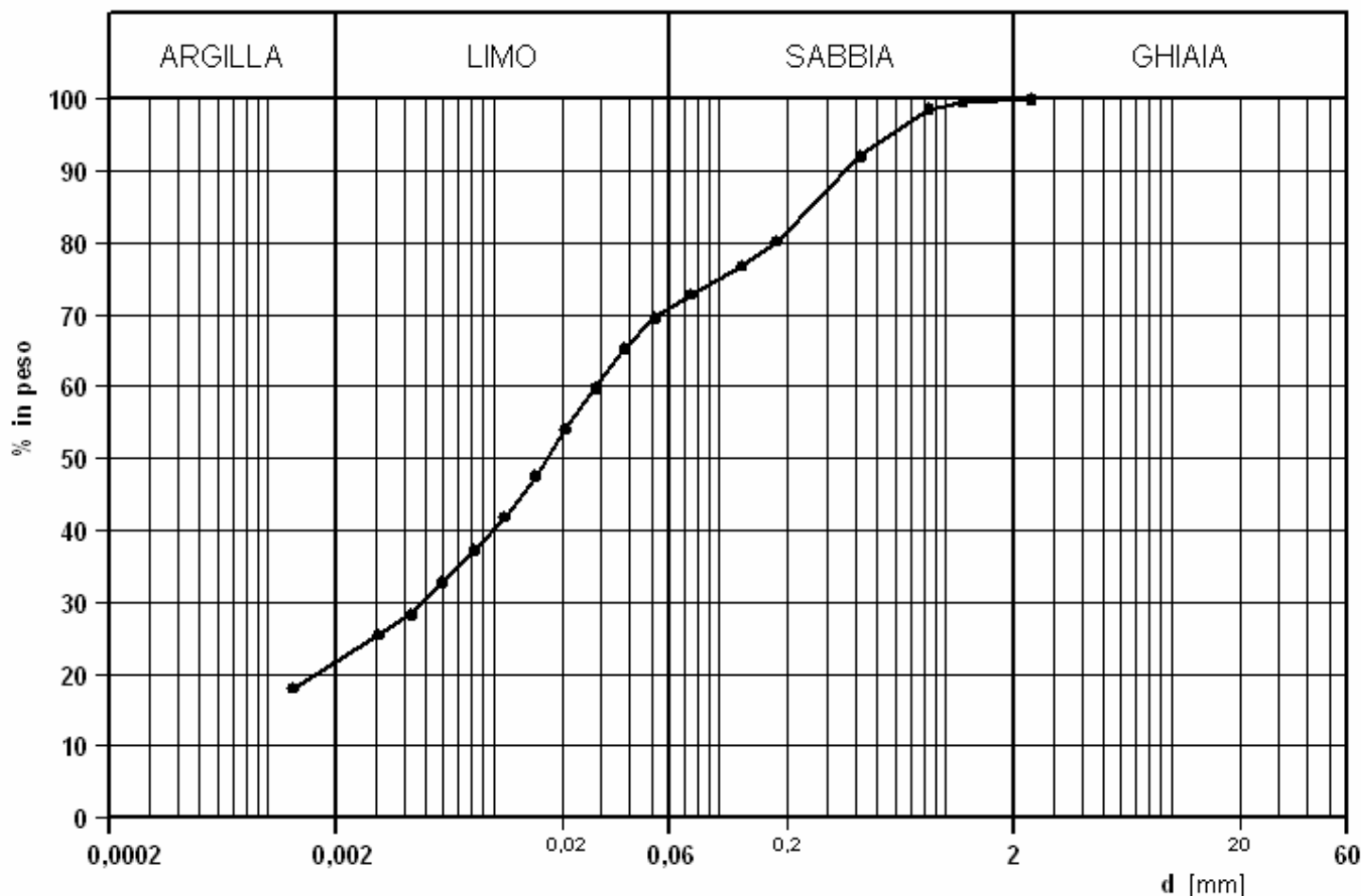
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA9 Campione 1 Profondità da m 22.60 a m 23.00

Data inizio prova 6/3/2006

Data fine prova 10/3/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Limo con sabbia argilloso

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 21$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA9 Campione 2 Profondità da m 25.00 a m 25.50

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 2/3/2006

Data di apertura 3/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 25 cm

Condizioni campione Cattive

Prove eseguite  $\gamma_s$ , G, w,  $w_p$ ,  $w_l$

**R<sub>p</sub>** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Marna argillosa di consistenza lapidea. Si suddivide in elementi di forma pseudo-prismatica delimitati da superfici piane, variamente orientate, di dimensioni comprese tra 1÷2 cm e 5 cm circa.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

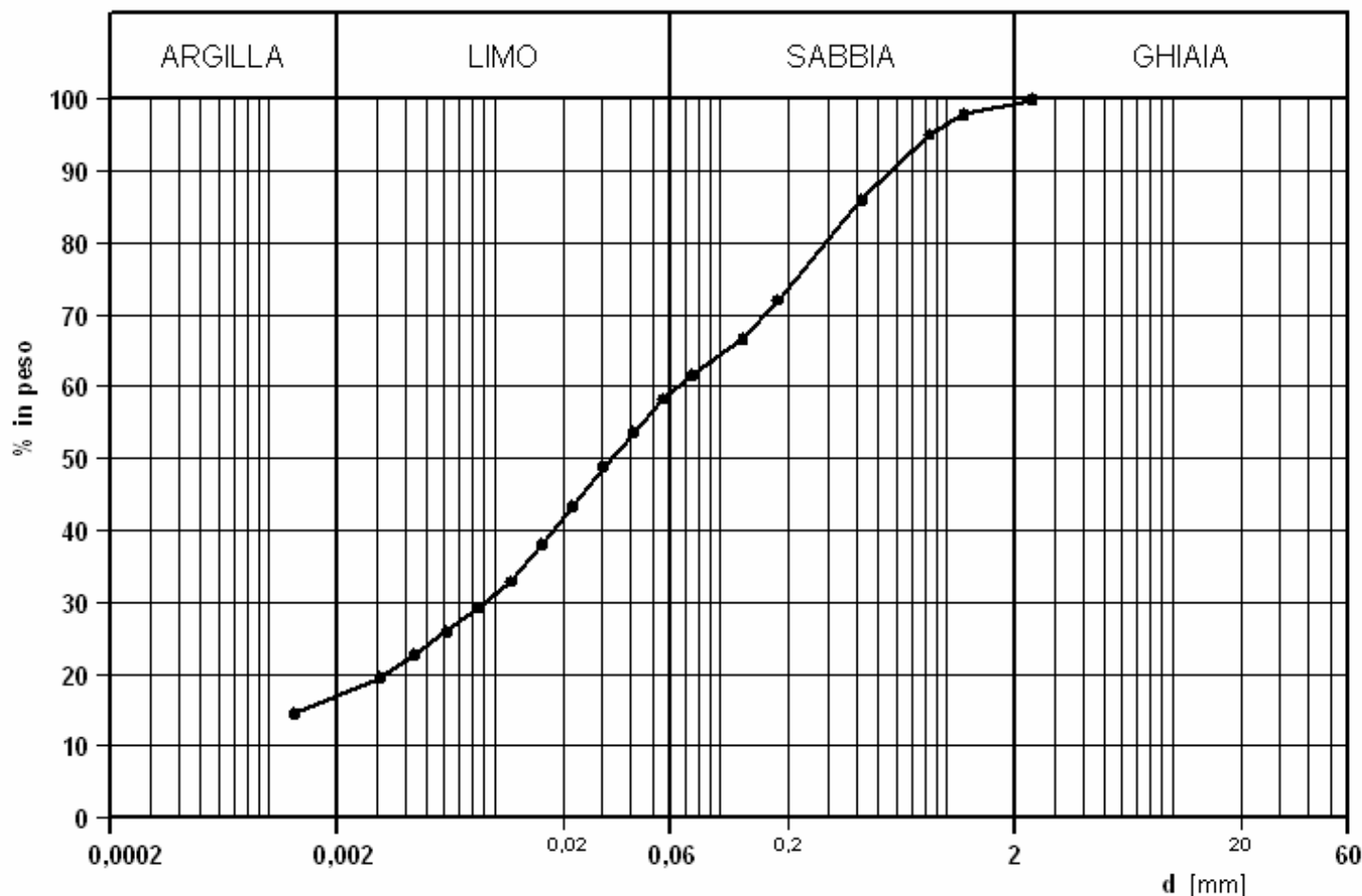
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA9 Campione 2 Profondità da m 25.00 a m 25.50

Data inizio prova 6/3/2006

Data fine prova 10/3/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Limo con sabbia argilloso

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm } \dots 17$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA9 Campione 3 Profondità da m 27.00 a m 27.50

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 2/3/2006

Data di apertura 3/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 40 cm

Condizioni campione Cattive

Prove eseguite  $\gamma_s$ , G, w,  $w_p$ ,  $w_l$

**R<sub>p</sub>** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Marna argillosa di consistenza lapidea. Si suddivide in elementi di forma pseudo-prismatica delimitati da superfici generalmente piane e lisce, talora lucide, di dimensioni comprese tra 1 e 5 cm circa. Si individuano nel campione numerosi giunti e piani di stratificazione.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

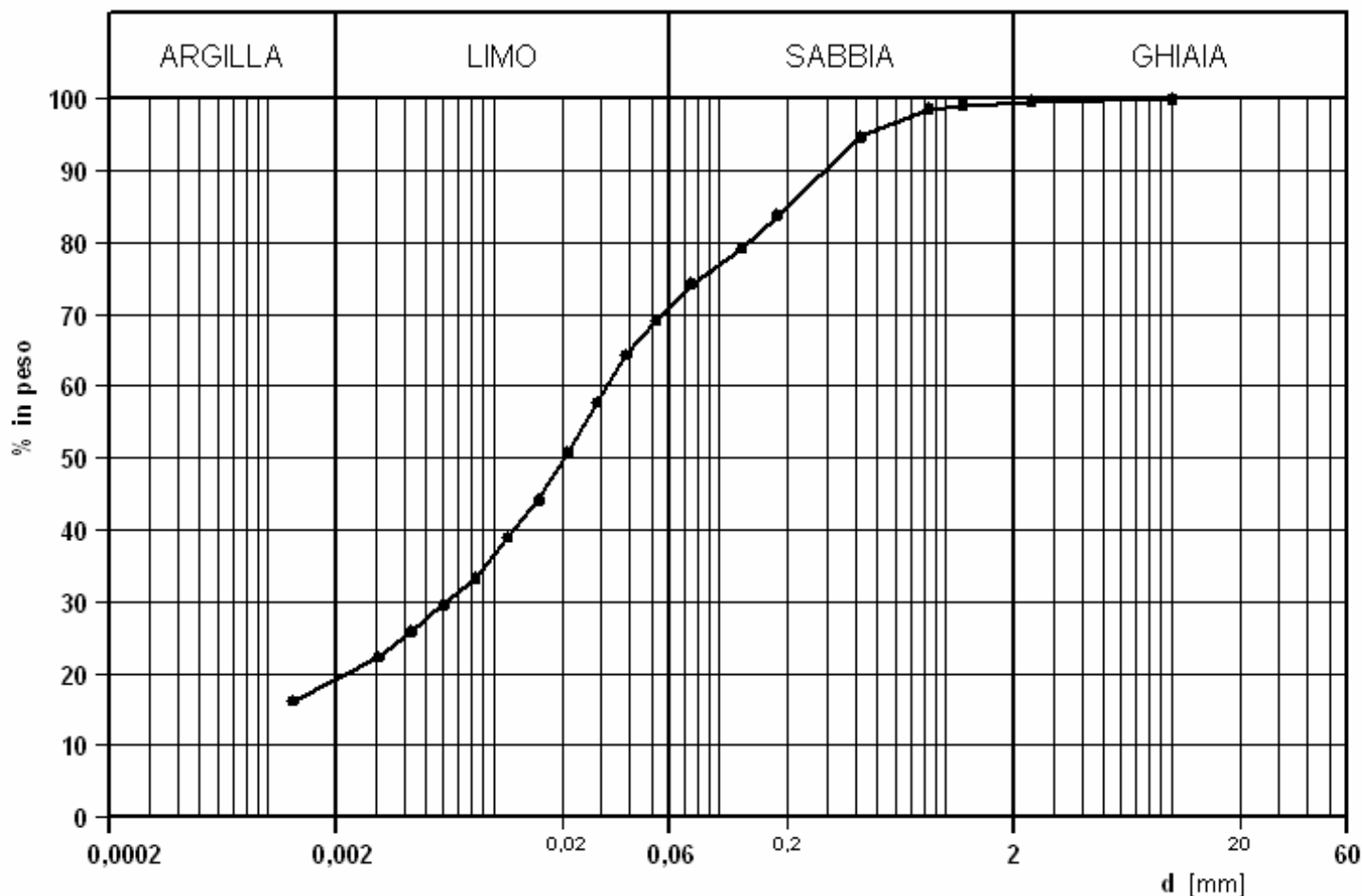
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA9 Campione 3 Profondità da m 27.00 a m 27.50

Data inizio prova 6/3/2006

Data fine prova 10/3/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Limo con sabbia argilloso

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 19$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA9 Campione 4 Profondità da m 29.70 a m 30.00

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 2/3/2006

Data di apertura 3/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 30 cm

Condizioni campione Mediocri

Prove eseguite  $\gamma_s$ , G, w,  $w_p$ ,  $w_l$

**R<sub>p</sub>** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Marna brecciata di consistenza lapidea. Sono presenti discontinuità sub-perpendicolari rispetto all'asse del campione, chiuse ed aperte, con spaziatura compresa tra 1 e 3 cm circa, che evidenziano superfici da piane a leggermente ondulate, poco scabre.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

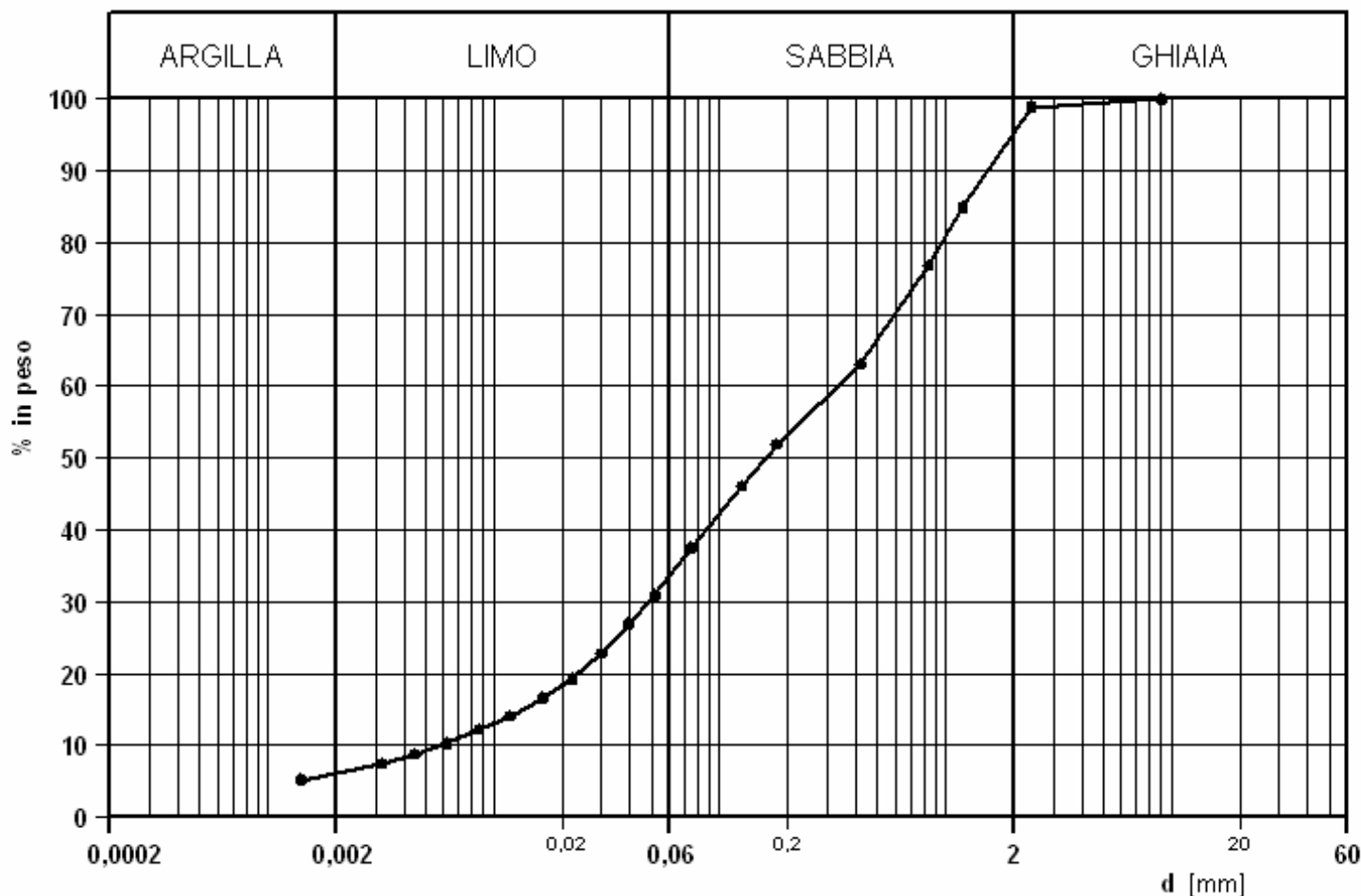
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA9 Campione 4 Profondità da m 29.70 a m 30.00

Data inizio prova 9/3/2006

Data fine prova 17/3/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Sabbia con limo deb. argillosa deb. ghiaiosa

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 6$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA10 Campione 1 Profondità da m 28.30 a m 28.80

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 29/3/2006

Data di apertura 29/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 35 cm

Condizioni campione Buone

Prove eseguite  $\gamma$ ,  $\gamma_s$ , w, CS

**R<sub>p</sub>** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Marna argillosa di consistenza lapidea. Si suddivide in scaglie di forma pseudo-prismatica di dimensioni generalmente pari a circa 1 cm.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006 ..... Certificato n° - .....

Richiedente SYSTRA S.A. ....

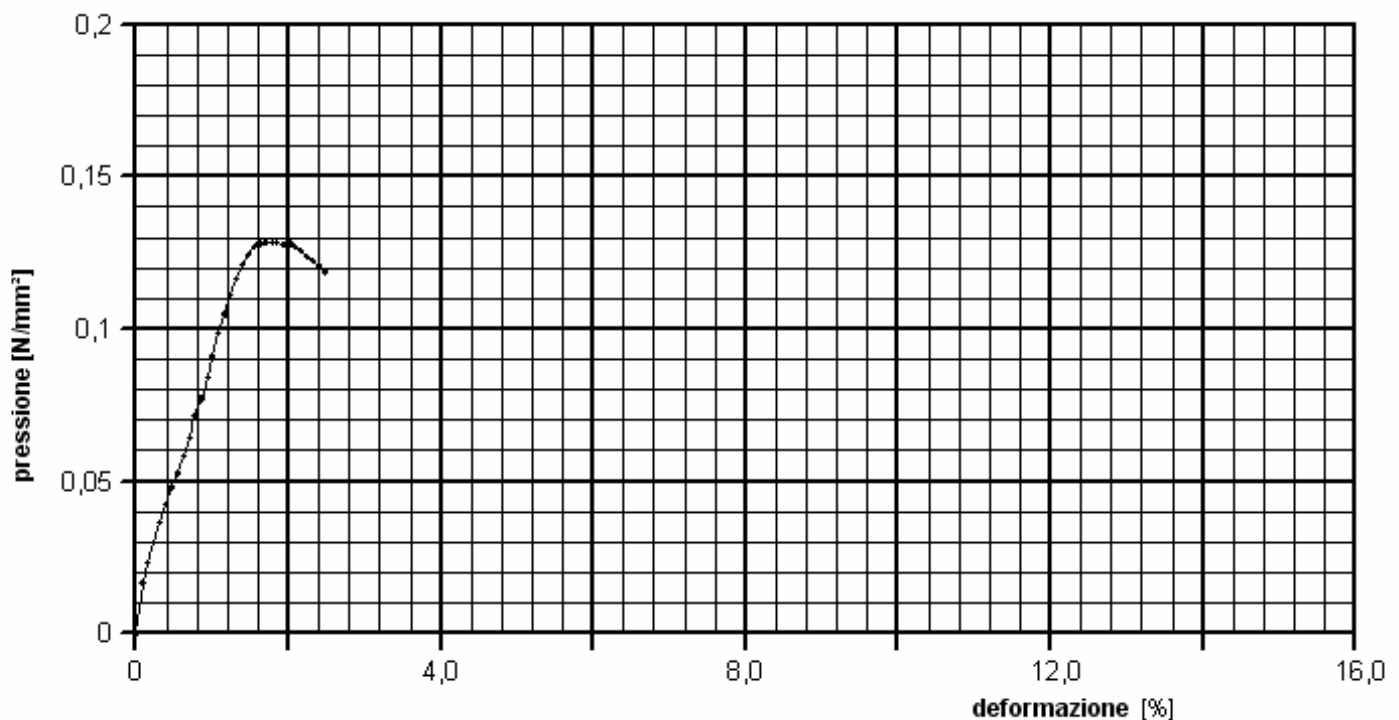
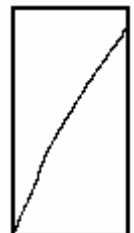
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo .....

Sondaggio SA10 ..... Campione 1 ..... Profondità da m 28.30 a m 28.80 .....

Data inizio prova 3/4/2006 ..... Data fine prova 4/4/2006 .....

### PROVA A COMPRESSIONE SU PROVINI CILINDRICI - ISRM (1978) CURVA PRESSIONE - DEFORMAZIONE

d = 80,5 mm w = 0,1

h = 172 mm  $\gamma$  = 23,2 kN/m<sup>3</sup>S<sub>0</sub> = 5090 mm<sup>2</sup> v = 1,6 mm/min'Schema  
di  
rottura

Note .....

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale



Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA11 Campione 1 Profondità da m 20.60 a m 20.80

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 27/3/2006

Data di apertura 30/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 24 cm

Condizioni campione Cattive

Prove eseguite w

**Rp** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Marna brecciata di consistenza lapidea. Sono presenti discontinuità sub-perpendicolari rispetto all'asse del campione, chiuse ed aperte, con spaziatura compresa tra 2 e 5 cm circa, che evidenziano superfici da piane a leggermente ondulate, poco scabre.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA11 Campione 2 Profondità da m 24.20 a m 24.50

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 27/3/2006

Data di apertura 30/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 28 cm

Condizioni campione Cattive

Prove eseguite  $\gamma_s$ , G, w,  $w_p$ ,  $w_l$

**R<sub>p</sub>** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Marna argillosa di consistenza lapidea, di colore grigio scuro, con struttura a scaglie variamente orientate, debolmente serrate, di dimensioni comprese tra il cm e 5 cm, con superfici lucide. Sono presenti livelli di argilla limosa grigia, consistente, con  $w_n \geq w_p$ .

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

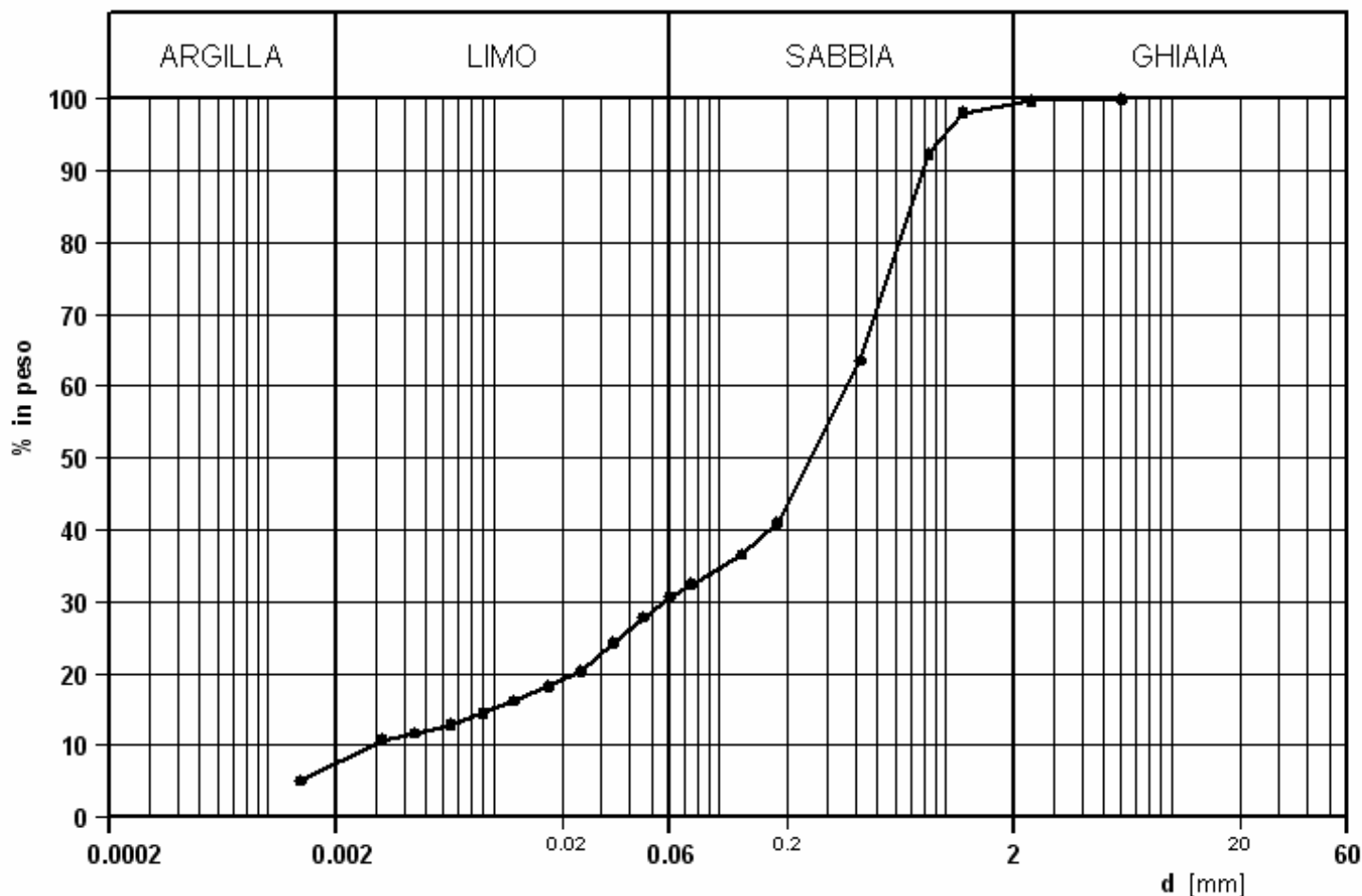
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA11 Campione 2 Profondità da m 24.20 a m 24.50

Data inizio prova 6/4/2006

Data fine prova 12/4/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Sabbia limosa deb. argillosa

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm } \dots 7$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA11 Campione 3 Profondità da m 27.70 a m 28.00

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 27/3/2006

Data di apertura 30/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 38 cm

Condizioni campione Mediocri

Prove eseguite w

**R<sub>p</sub>** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Marna argillosa di colore grigio scuro, di consistenza lapidea. Il campione si suddivide in elementi di forma pseudo-prismatica, di altezza  $\cong$  1 cm.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione R1 Profondità da m 11.50 a m 11.80

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 9/3/2006

Data di apertura 9/3/2006

Contenitore Sacchetto di plastica

Dimensioni

Condizioni campione Campione rimaneggiato prelevato dalla cassetta catalogatrice

Prove eseguite  $\gamma_s$ , G,  $w_p$ ,  $w_l$

**R<sub>p</sub>** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Limo argilloso di colore marrone rossastro, poco consistente,  $w_n > w_p$ , con qualche minuto elemento lapideo e qualche velo di sabbia fina. Presenza di frustoli carboniosi.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

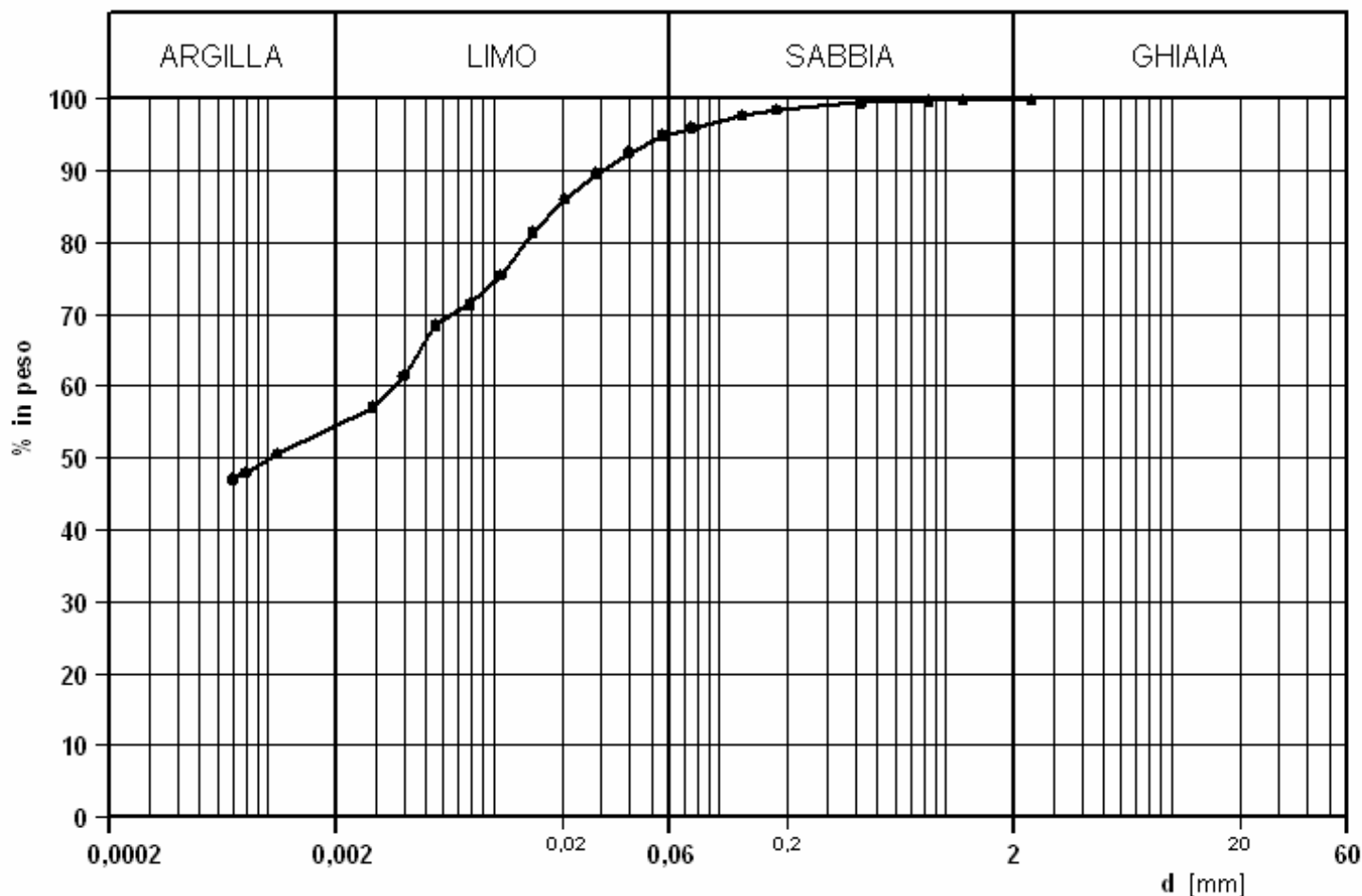
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione R1 Profondità da m 11.50 a m 11.80

Data inizio prova 15/3/2006

Data fine prova 21/3/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Argilla con limo deb. sabbiosa

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 54$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 1 Profondità da m 25.30 a m 25.60

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 9/3/2006

Data di apertura 10/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 24 cm

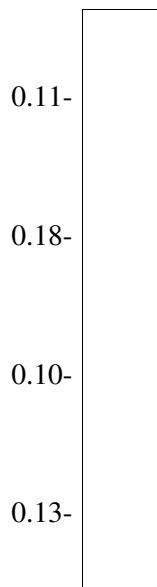
Condizioni campione Mediocri

Prove eseguite  $\gamma$ ,  $\gamma_s$ , G, w,  $w_p$ ,  $w_l$ , CE, TD (CD), TD (Res)

**R<sub>p</sub>** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Alternanza di limo argilloso sabbioso di colore grigio, poco consistente, con  $w_n > w_p$  e sabbia limosa di colore giallo ocre. Questa ultima si rinviene lungo fasce di circa 1 cm all'interno del campione.

Lo Sperimentatore  
Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

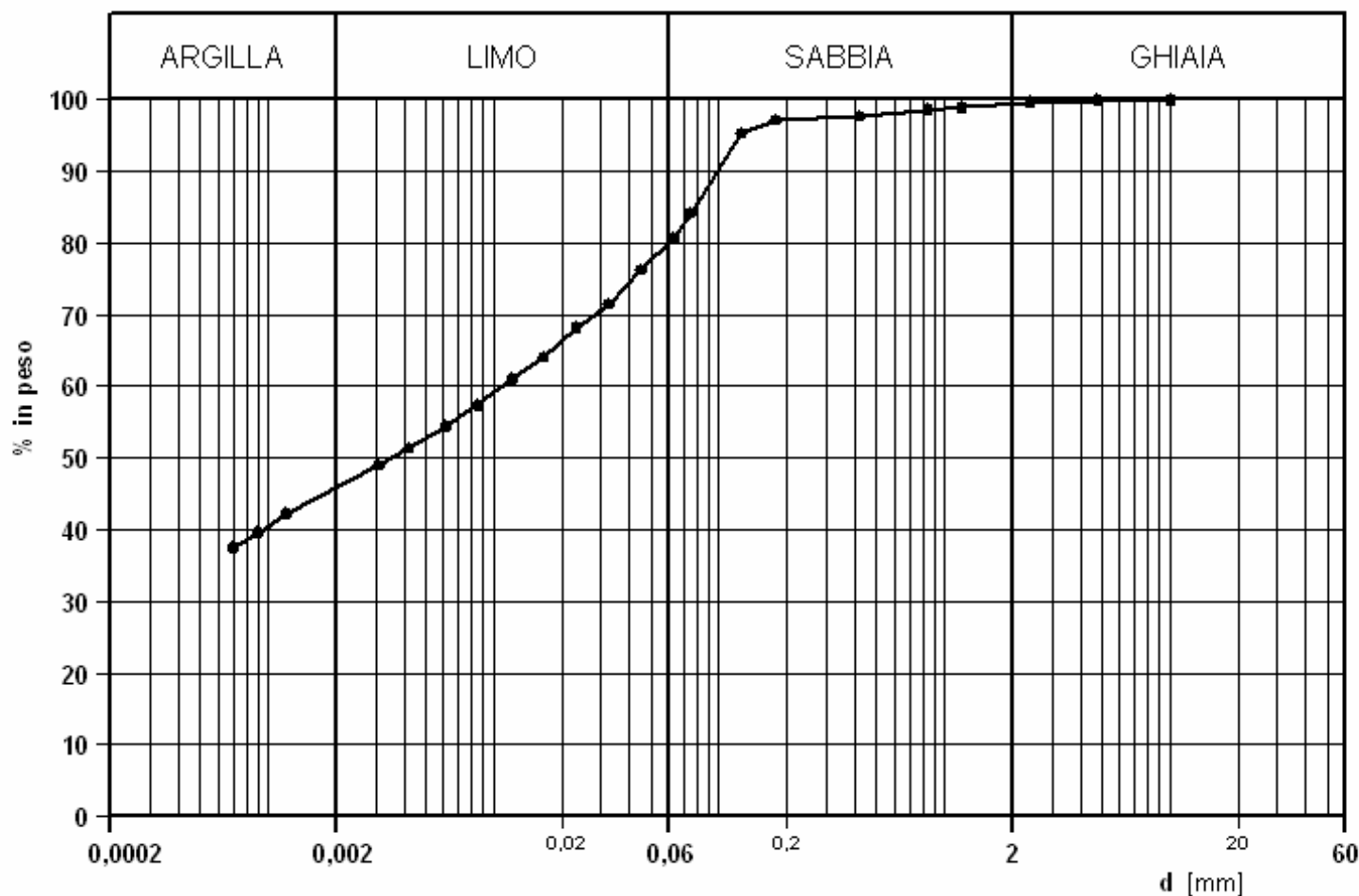
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 1 Profondità da m 25.30 a m 25.60

Data inizio prova 15/3/2006

Data fine prova 21/3/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Argilla con limo sabbiosa

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 46$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006 ..... Certificato n° - .....  
 Richiedente SYSTRA S.A. .....  
 Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo .....  
 Sondaggio SA12 Campione 1 Profondità da m 25.30 a m 25.60 .....  
 Data inizio prova 10/3/2006 ..... Data fine prova 23/3/2006 .....

### PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA - ASTM D-2435 (2004)

Dimensioni del provino: diametro  $d = 50$  mm altezza  $l_0 = 20$  mm

#### Caratteristiche iniziali

Peso dell'unità di volume  $\gamma = 19.9$  kN/m<sup>3</sup>  
 Peso secco dell'unità di volume  $\gamma_d = 15.8$  kN/m<sup>3</sup>  
 Peso specifico  $\gamma_s = 26.7$  kN/m<sup>3</sup>  
 Contenuto d'acqua  $w = 0.26$   
 Indice di porosità  $e_0 = 0.65$   
 Grado di saturazione  $S = 1.00$

#### Risultati della prova

Peso dell'unità di volume finale  $\gamma_f = 22.2$  kN/m<sup>3</sup>  
 Contenuto d'acqua finale  $w_f = 0.19$

| Pressione<br>$\sigma'$ [N/cm <sup>2</sup> ] |         | 7.5   | 15.0  | 30.0  | 62.5  | 125.0 | 250.0 | 500.0 |  |  |
|---------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|
| Indice di<br>porosità<br>$e$                | carico  | 0.608 | 0.586 | 0.553 | 0.507 | 0.452 | 0.389 | 0.318 |  |  |
|                                             | scarico | 0.414 |       |       |       |       |       |       |  |  |

Note .....

.....

Lo Sperimentatore  
Salvatore Febo

Il Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

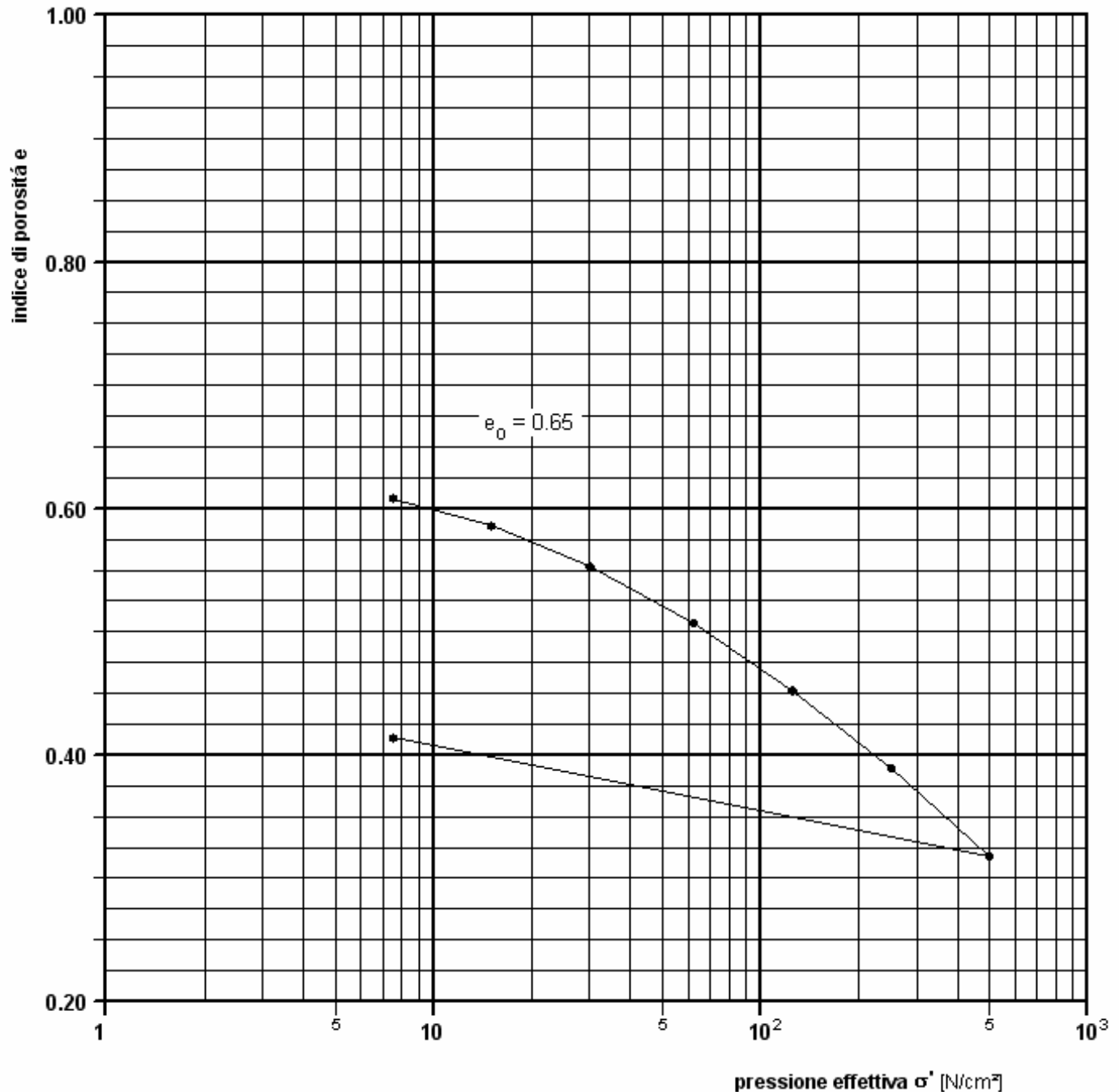
Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 1 Profondità da m 25.30 a m 25.60

Data inizio prova 10/3/2006

Data fine prova 23/3/2006

**CURVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA - ASTM D-2435 (2004)**

Lo Sperimentatore  
Salvatore Febo

Il Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

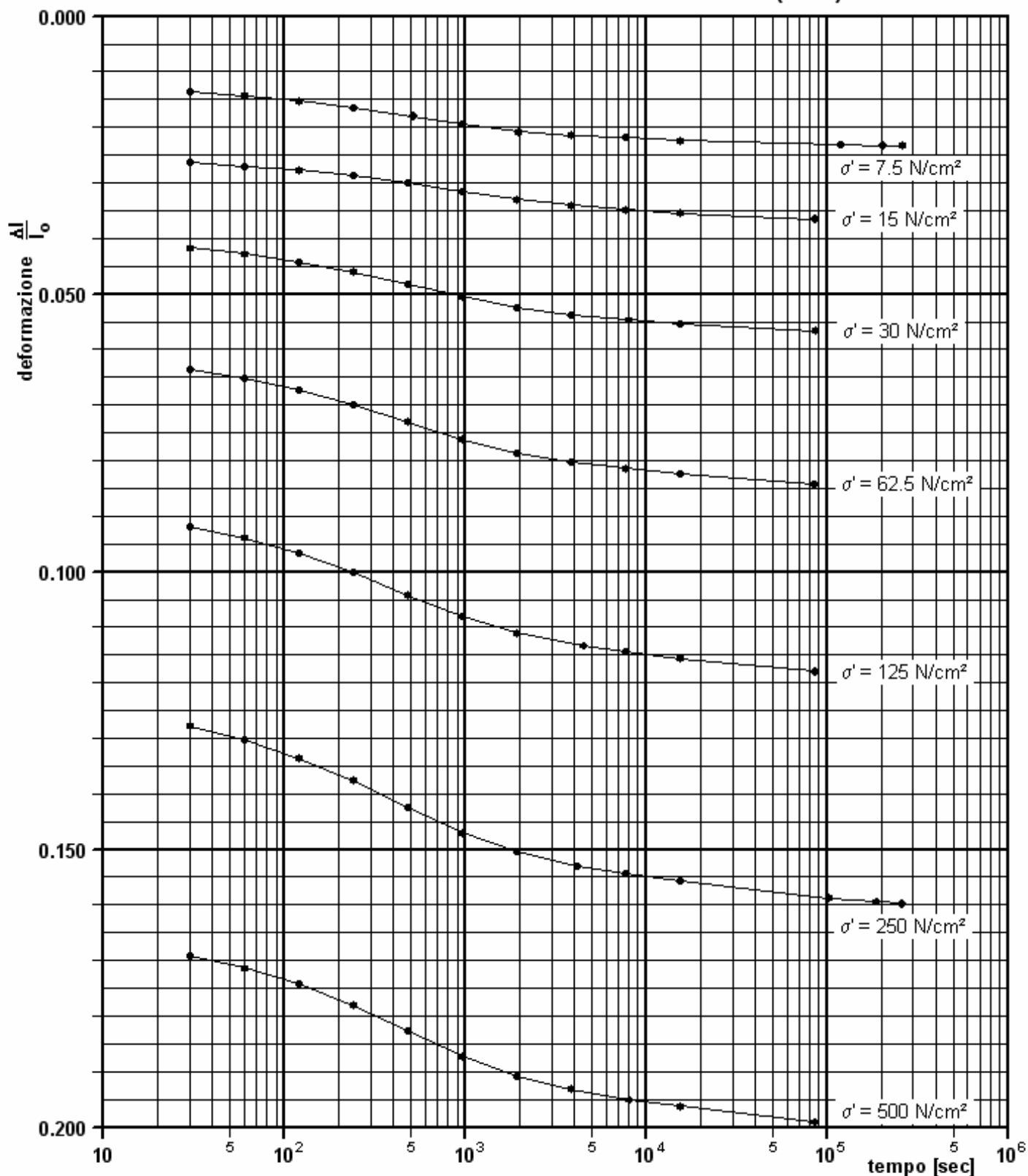
Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 1 Profondità da m 25.30 a m 25.60

**CURVE DEFORMAZIONE-TEMPO - ASTM D-2435 (2004)**

Verbale di accettazione 04/2006

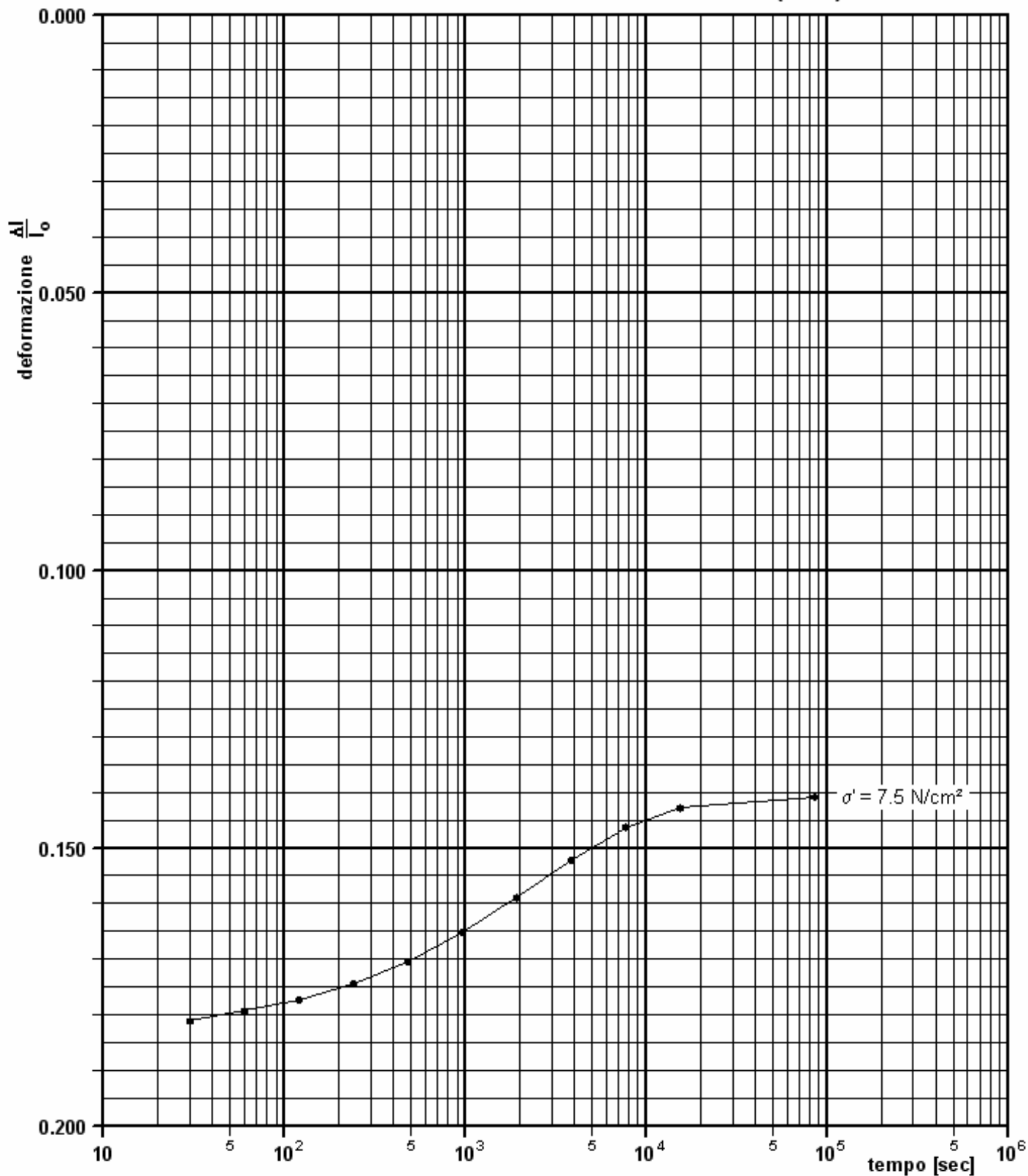
Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 1 Profondità da m 25.30 a m 25.60

## CURVE DEFORMAZIONE-TEMPO - ASTM D-2435 (2004)



Rif. verbale di accettazione: 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 1 Profondità da m 25.30 a m 25.60

## PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

### GRANDEZZE CARATTERISTICHE

| $\sigma'$<br>[N/cm <sup>2</sup> ] | E <sub>ed</sub><br>[N/cm <sup>2</sup> ] | m <sub>v</sub><br>[cm <sup>2</sup> /N] | c <sub>v</sub><br>[cm <sup>2</sup> /sec] | k<br>[cm/sec]        |
|-----------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|----------------------|
| 7.5 ÷ 15.0                        | 555                                     | $1.8 \times 10^{-3}$                   | $4.4 \times 10^{-4}$                     | $7.9 \times 10^{-9}$ |
| 15.0 ÷ 30.0                       | 718                                     | $1.4 \times 10^{-3}$                   | $9.4 \times 10^{-4}$                     | $1.3 \times 10^{-8}$ |
| 30.0 ÷ 62.5                       | 1112                                    | $9.0 \times 10^{-4}$                   | $9.0 \times 10^{-4}$                     | $8.1 \times 10^{-9}$ |
| 62.5 ÷ 125.0                      | 1698                                    | $5.9 \times 10^{-4}$                   | $6.6 \times 10^{-4}$                     | $3.9 \times 10^{-9}$ |
| 125.0 ÷ 250.0                     | 2634                                    | $3.8 \times 10^{-4}$                   | $7.9 \times 10^{-4}$                     | $3.0 \times 10^{-9}$ |
| 250.0 ÷ 500.0                     | 5347                                    | $1.9 \times 10^{-4}$                   | $9.0 \times 10^{-4}$                     | $1.7 \times 10^{-9}$ |
|                                   |                                         |                                        |                                          |                      |
|                                   |                                         |                                        |                                          |                      |
|                                   |                                         |                                        |                                          |                      |
|                                   |                                         |                                        |                                          |                      |

note

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

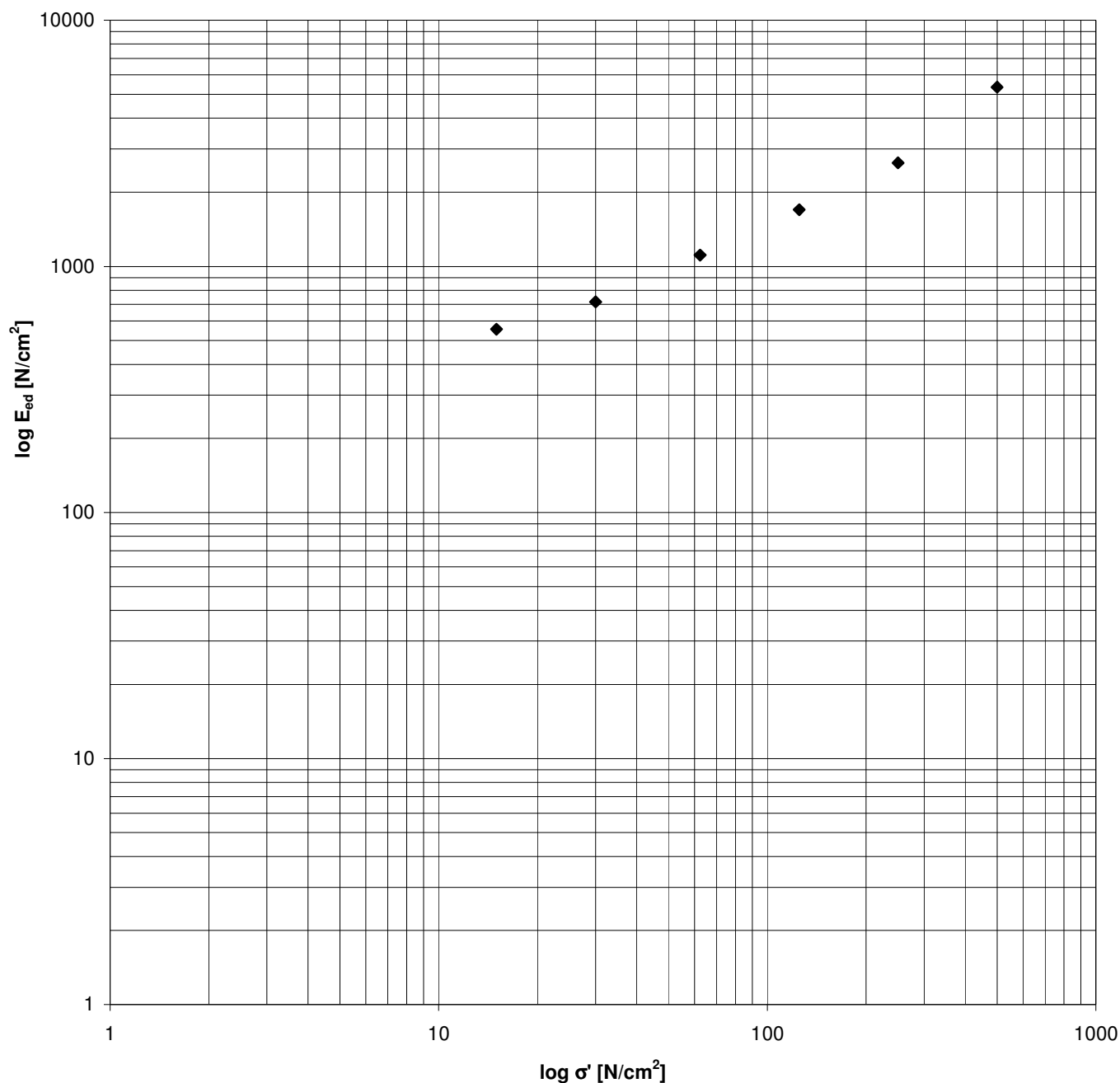
Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 1 Profondità da m 25,30 a m 25,60

diagramma  $\log E_{ed} / \log \sigma'$ Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del Laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

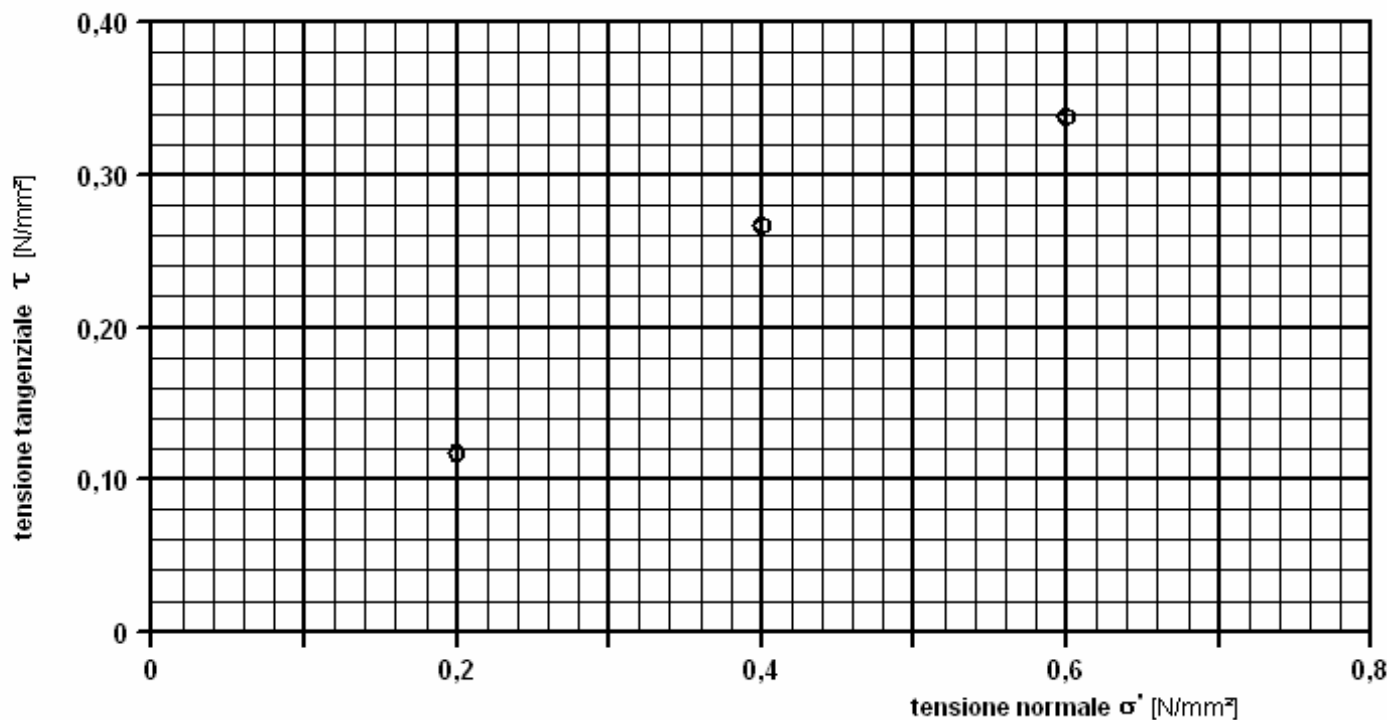
Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 1 Profondità da m 25,30 a m 25,60

Data inizio prova 10/3/2006

Data fine prova 16/3/2006

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)**

Velocità di deformazione 0,002 mm/1'

| Provino | $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\tau_f$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_{of}$<br>[mm] |
|---------|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1       | 19,5                             | 15,2                               | 0,43  | 1,00 | 0,28  | 0,26  | 0,117                            | 0,20                              | 1,81                  |
| 2       | 19,1                             | 14,7                               | 0,45  | 0,98 | 0,30  | 0,25  | 0,267                            | 0,40                              | 3,06                  |
| 3       | 18,9                             | 14,3                               | 0,46  | 1,00 | 0,32  | 0,26  | 0,338                            | 0,60                              | 2,81                  |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |

Note Prova consolidata drenata - Fase 1

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

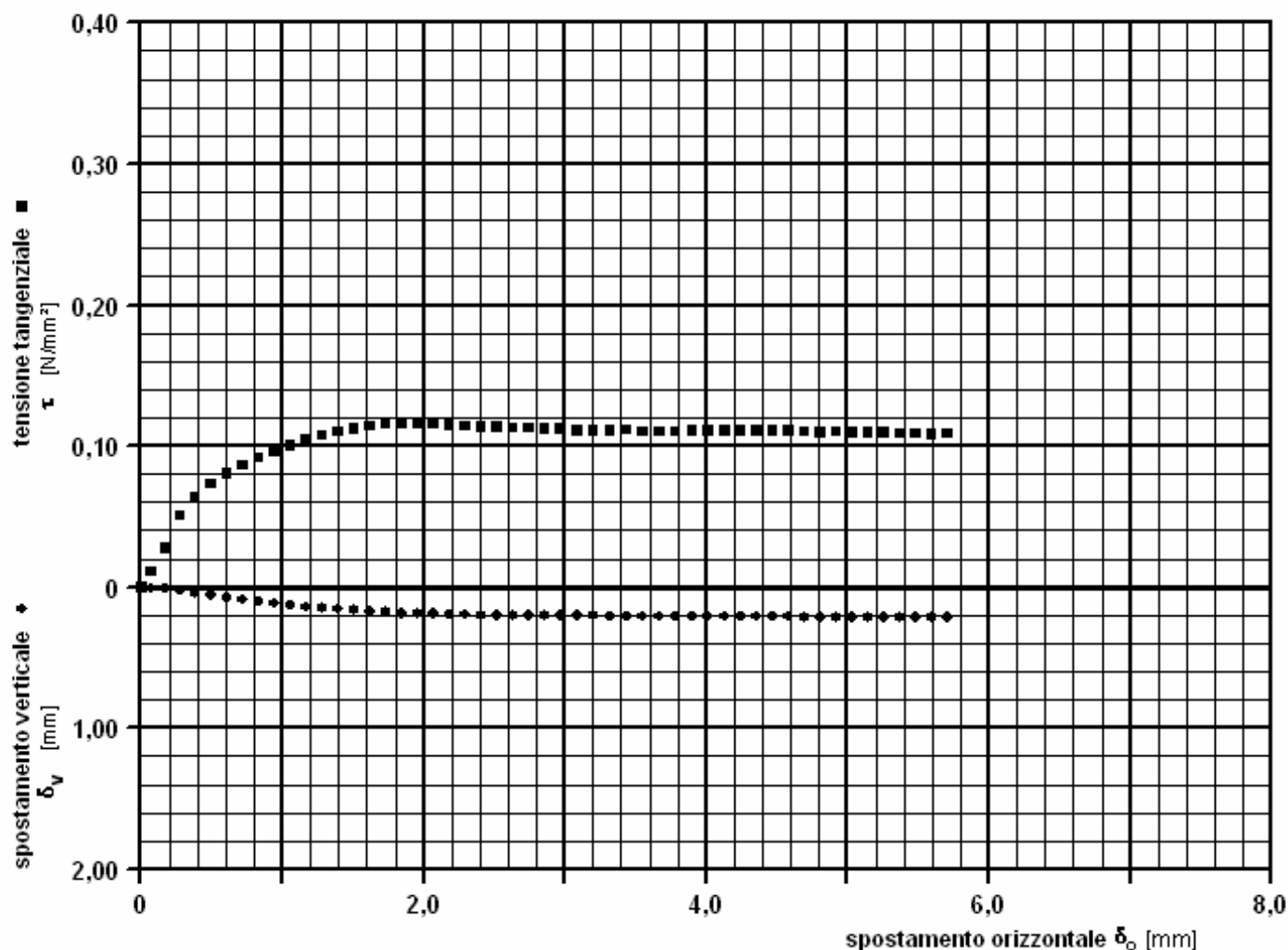
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 1/1 Profondità da m 25.30 a m 25.60

Data inizio prova 10/3/2006

Data fine prova 16/3/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0,002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = ..... cm diametro = 6,00 cm altezza = 1,95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------------------------|
| 19,5                             | 15,2                               | 0,43  | 1,00 | 0,28  | 0,26  | 0,20                              |

Note Provino di forma cilindrica - Fase 1

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

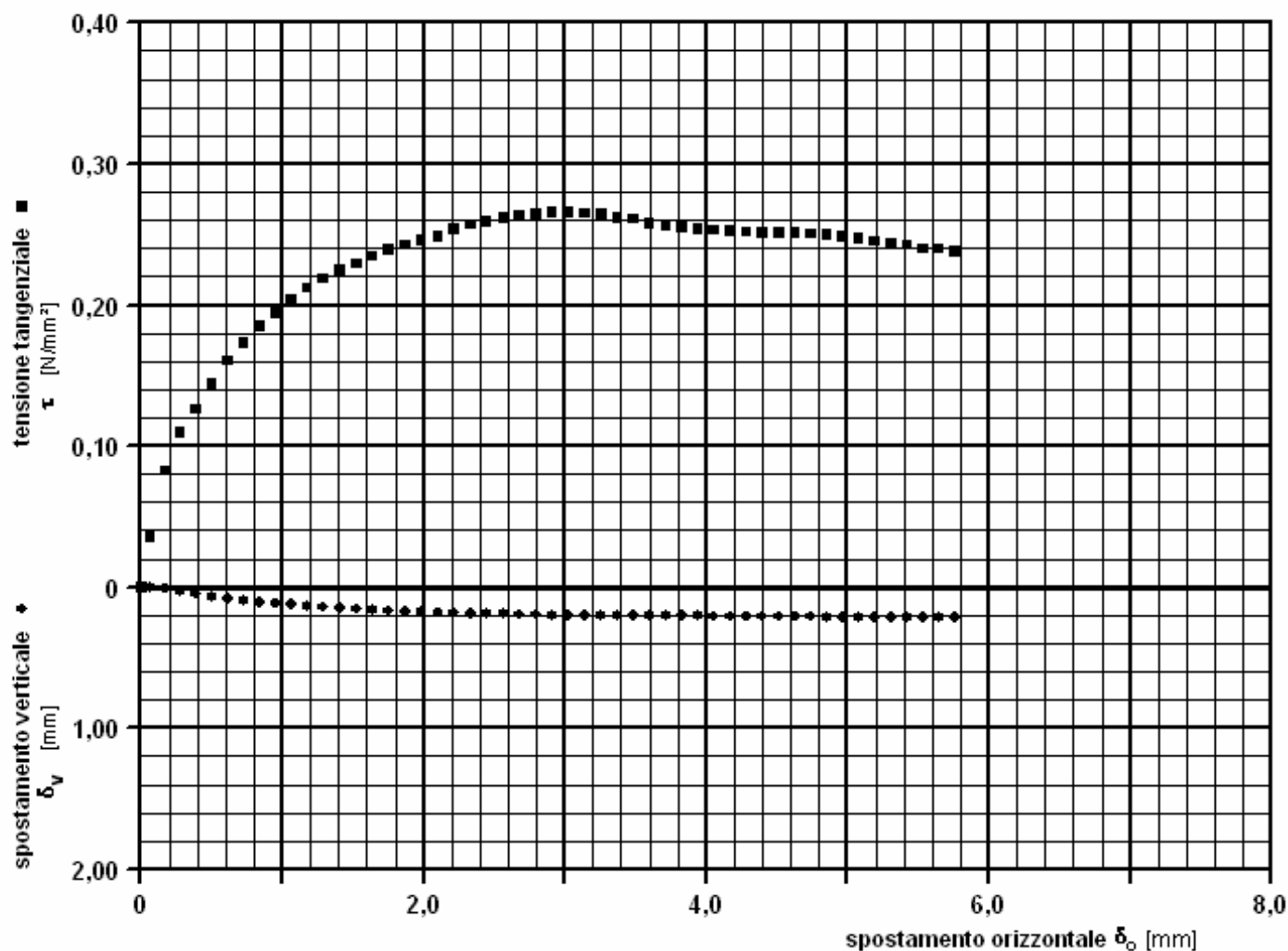
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 1/2 Profondità da m 25.30 a m 25.60

Data inizio prova 10/3/2006

Data fine prova 16/3/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0,002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = cm diametro = 6,00 cm altezza = 1,95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------------------------|
| 19,1                             | 14,7                               | 0,45  | 0,98 | 0,30  | 0,25  | 0,40                              |

Note Provino di forma cilindrica - Fase 1

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 1/3 Profondità da m 25.30 a m 25.60

Data inizio prova 10/3/2006

Data fine prova 16/3/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0,002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = ..... cm diametro = 6,00 cm altezza = 1,95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------------------------|
| 18,9                             | 14,3                               | 0,46  | 1,00 | 0,32  | 0,26  | 0,60                              |

Note Provino di forma cilindrica - Fase 1

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12

Campione 1

Profondità da m 25.30 a m 25.60

**RISULTATI DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)**

Data inizio prova 10/3/2006

Fase 1

Data fine prova 16/3/2006

| Provino 1                          |                             |                 | 2               |                             |                 | 3               |                             |                 |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| $\sigma'$ [N/mm <sup>2</sup> ] 0.2 |                             |                 | 0.4             |                             |                 | 0.6             |                             |                 |
| $\delta_o$ [mm]                    | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] |
| 0.000                              | 0.000                       | 0.000           | 0.000           | 0.000                       | 0.000           | 0.000           | 0.000                       | 0.000           |
| 0.066                              | 0.011                       | 0.007           | 0.059           | 0.036                       | 0.000           | 0.029           | 0.025                       | 0.002           |
| 0.166                              | 0.028                       | 0.007           | 0.163           | 0.083                       | 0.007           | 0.099           | 0.128                       | 0.002           |
| 0.269                              | 0.051                       | 0.017           | 0.274           | 0.110                       | 0.025           | 0.201           | 0.179                       | 0.024           |
| 0.379                              | 0.065                       | 0.034           | 0.387           | 0.127                       | 0.044           | 0.305           | 0.206                       | 0.048           |
| 0.489                              | 0.074                       | 0.051           | 0.498           | 0.144                       | 0.062           | 0.411           | 0.225                       | 0.064           |
| 0.604                              | 0.081                       | 0.068           | 0.609           | 0.161                       | 0.074           | 0.517           | 0.241                       | 0.076           |
| 0.714                              | 0.087                       | 0.083           | 0.720           | 0.173                       | 0.089           | 0.628           | 0.252                       | 0.091           |
| 0.826                              | 0.092                       | 0.097           | 0.833           | 0.186                       | 0.101           | 0.737           | 0.263                       | 0.103           |
| 0.939                              | 0.097                       | 0.109           | 0.944           | 0.195                       | 0.111           | 0.846           | 0.271                       | 0.112           |
| 1.051                              | 0.101                       | 0.121           | 1.060           | 0.205                       | 0.119           | 0.957           | 0.281                       | 0.122           |
| 1.164                              | 0.105                       | 0.134           | 1.173           | 0.213                       | 0.128           | 1.068           | 0.291                       | 0.127           |
| 1.276                              | 0.108                       | 0.143           | 1.287           | 0.219                       | 0.138           | 1.182           | 0.300                       | 0.136           |
| 1.389                              | 0.111                       | 0.148           | 1.400           | 0.225                       | 0.143           | 1.293           | 0.307                       | 0.138           |
| 1.501                              | 0.113                       | 0.158           | 1.518           | 0.230                       | 0.151           | 1.404           | 0.313                       | 0.146           |
| 1.614                              | 0.115                       | 0.168           | 1.632           | 0.235                       | 0.156           | 1.518           | 0.318                       | 0.150           |
| 1.729                              | 0.116                       | 0.172           | 1.747           | 0.240                       | 0.161           | 1.629           | 0.325                       | 0.158           |
| 1.841                              | 0.117                       | 0.180           | 1.863           | 0.243                       | 0.168           | 1.740           | 0.328                       | 0.162           |
| 1.954                              | 0.117                       | 0.185           | 1.977           | 0.246                       | 0.170           | 1.854           | 0.330                       | 0.167           |
| 2.066                              | 0.116                       | 0.185           | 2.095           | 0.249                       | 0.175           | 1.970           | 0.331                       | 0.169           |
| 2.179                              | 0.116                       | 0.189           | 2.211           | 0.254                       | 0.175           | 2.083           | 0.333                       | 0.172           |
| 2.291                              | 0.115                       | 0.189           | 2.327           | 0.258                       | 0.180           | 2.197           | 0.335                       | 0.174           |
| 2.404                              | 0.114                       | 0.194           | 2.443           | 0.260                       | 0.183           | 2.310           | 0.334                       | 0.174           |
| 2.516                              | 0.114                       | 0.194           | 2.561           | 0.262                       | 0.185           | 2.426           | 0.334                       | 0.177           |
| 2.629                              | 0.114                       | 0.194           | 2.672           | 0.264                       | 0.188           | 2.540           | 0.336                       | 0.177           |
| 2.739                              | 0.113                       | 0.197           | 2.788           | 0.265                       | 0.190           | 2.654           | 0.337                       | 0.179           |
| 2.854                              | 0.113                       | 0.197           | 2.903           | 0.266                       | 0.193           | 2.767           | 0.337                       | 0.181           |
| 2.966                              | 0.113                       | 0.197           | 3.019           | 0.266                       | 0.193           | 2.881           | 0.336                       | 0.181           |
| 3.081                              | 0.112                       | 0.197           | 3.135           | 0.266                       | 0.195           | 2.994           | 0.334                       | 0.181           |
| 3.196                              | 0.112                       | 0.199           | 3.251           | 0.265                       | 0.195           | 3.105           | 0.334                       | 0.184           |
| 3.311                              | 0.112                       | 0.204           | 3.364           | 0.262                       | 0.195           | 3.219           | 0.334                       | 0.186           |
| 3.431                              | 0.112                       | 0.204           | 3.478           | 0.261                       | 0.195           | 3.330           | 0.332                       | 0.186           |
| 3.548                              | 0.111                       | 0.204           | 3.594           | 0.259                       | 0.195           | 3.444           | 0.328                       | 0.186           |
| 3.663                              | 0.111                       | 0.204           | 3.709           | 0.256                       | 0.198           | 3.557           | 0.328                       | 0.189           |
| 3.780                              | 0.111                       | 0.204           | 3.823           | 0.255                       | 0.198           | 3.671           | 0.325                       | 0.189           |
| 3.895                              | 0.111                       | 0.204           | 3.936           | 0.255                       | 0.198           | 3.785           | 0.325                       | 0.191           |
| 4.010                              | 0.111                       | 0.204           | 4.049           | 0.254                       | 0.203           | 3.898           | 0.325                       | 0.191           |
| 4.125                              | 0.111                       | 0.204           | 4.165           | 0.253                       | 0.203           | 4.012           | 0.325                       | 0.193           |
| 4.240                              | 0.112                       | 0.204           | 4.279           | 0.253                       | 0.203           | 4.128           | 0.323                       | 0.193           |

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12

Campione 1

Profondità da m 25.30 a m 25.60

**RISULTATI DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)**

Data inizio prova 10/3/2006

Fase 1

Data fine prova 16/3/2006

| Provino 1                          |                             |                 | 2               |                             |                 | 3               |                             |                 |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| $\sigma'$ [N/mm <sup>2</sup> ] 0.2 |                             |                 | 0.4             |                             |                 | 0.6             |                             |                 |
| $\delta_o$ [mm]                    | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] |
| 4.353                              | 0.111                       | 0.204           | 4.395           | 0.252                       | 0.200           | 4.239           | 0.325                       | 0.196           |
| 4.465                              | 0.112                       | 0.204           | 4.508           | 0.252                       | 0.205           | 4.355           | 0.325                       | 0.196           |
| 4.578                              | 0.112                       | 0.204           | 4.621           | 0.252                       | 0.205           | 4.468           | 0.324                       | 0.196           |
| 4.692                              | 0.111                       | 0.211           | 4.735           | 0.251                       | 0.205           | 4.582           | 0.325                       | 0.198           |
| 4.802                              | 0.110                       | 0.211           | 4.848           | 0.250                       | 0.208           | 4.696           | 0.326                       | 0.198           |
| 4.915                              | 0.111                       | 0.211           | 4.961           | 0.249                       | 0.208           | 4.812           | 0.328                       | 0.198           |
| 5.030                              | 0.110                       | 0.211           | 5.075           | 0.248                       | 0.208           | 4.925           | 0.329                       | 0.200           |
| 5.142                              | 0.110                       | 0.211           | 5.188           | 0.246                       | 0.210           | 5.041           | 0.327                       | 0.200           |
| 5.255                              | 0.110                       | 0.211           | 5.304           | 0.244                       | 0.210           | 5.155           | 0.329                       | 0.200           |
| 5.367                              | 0.110                       | 0.211           | 5.417           | 0.243                       | 0.210           | 5.266           | 0.328                       | 0.200           |
| 5.480                              | 0.110                       | 0.211           | 5.531           | 0.241                       | 0.212           | 5.382           | 0.325                       | 0.200           |
| 5.592                              | 0.109                       | 0.211           | 5.644           | 0.241                       | 0.212           | 5.496           | 0.322                       | 0.200           |
| 5.705                              | 0.110                       | 0.211           | 5.758           | 0.238                       | 0.212           | 5.612           | 0.321                       | 0.203           |

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 1 Profondità da m 25.30 a m 25.60

**PROVE DI TAGLIO DIRETTO - VALORI DI  $\tau_f$  [N/mm<sup>2</sup>]**

|                            |                                   |              |              |              |              |              |              |
|----------------------------|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1 <sup>a</sup> fase lenta  | Provino                           | 1            |              | 2            |              | 3            |              |
|                            | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | 0.1          |              | 0.2          |              | 0.4          |              |
|                            |                                   | <b>0.117</b> |              | <b>0.267</b> |              | <b>0.338</b> |              |
| 1 <sup>a</sup> fase rapida | n° ciclo                          | Andata       | Ritorno      | Andata       | Ritorno      | Andata       | Ritorno      |
|                            | 1                                 | <b>0.072</b> | <b>0.078</b> | <b>0.207</b> | <b>0.257</b> | <b>0.259</b> | <b>0.318</b> |
|                            | 2                                 | <b>0.074</b> | <b>0.074</b> | <b>0.220</b> | <b>0.256</b> | <b>0.272</b> | <b>0.323</b> |
|                            | 3                                 | <b>0.074</b> | <b>0.069</b> | <b>0.217</b> | <b>0.252</b> | <b>0.283</b> | <b>0.337</b> |
|                            | 4                                 | <b>0.076</b> | <b>0.076</b> | <b>0.220</b> | <b>0.244</b> | <b>0.279</b> | <b>0.343</b> |
|                            | 5                                 | <b>0.069</b> | <b>0.080</b> | <b>0.212</b> | <b>0.240</b> | <b>0.279</b> | <b>0.340</b> |
|                            | 6                                 | <b>0.076</b> | <b>0.081</b> | <b>0.217</b> | <b>0.240</b> | <b>0.281</b> | <b>0.338</b> |
|                            | 7                                 | <b>0.076</b> | <b>0.082</b> | <b>0.217</b> | <b>0.242</b> | <b>0.282</b> | <b>0.338</b> |
|                            | 8                                 | <b>0.079</b> | <b>0.084</b> | <b>0.217</b> | <b>0.237</b> | <b>0.298</b> | <b>0.342</b> |
|                            | 9                                 | <b>0.082</b> | <b>0.084</b> | <b>0.215</b> | <b>0.231</b> | <b>0.306</b> | <b>0.325</b> |
|                            | 10                                | <b>0.078</b> | <b>0.088</b> | <b>0.215</b> | <b>0.229</b> | <b>0.319</b> | <b>0.324</b> |
| 2 <sup>a</sup> fase lenta  | Provino                           | 1            |              | 2            |              | 3            |              |
|                            | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | 0.1          |              | 0.2          |              | 0.4          |              |
|                            |                                   | <b>0.079</b> |              | <b>0.215</b> |              | <b>0.310</b> |              |

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Richiedente SYSTRA S.A.

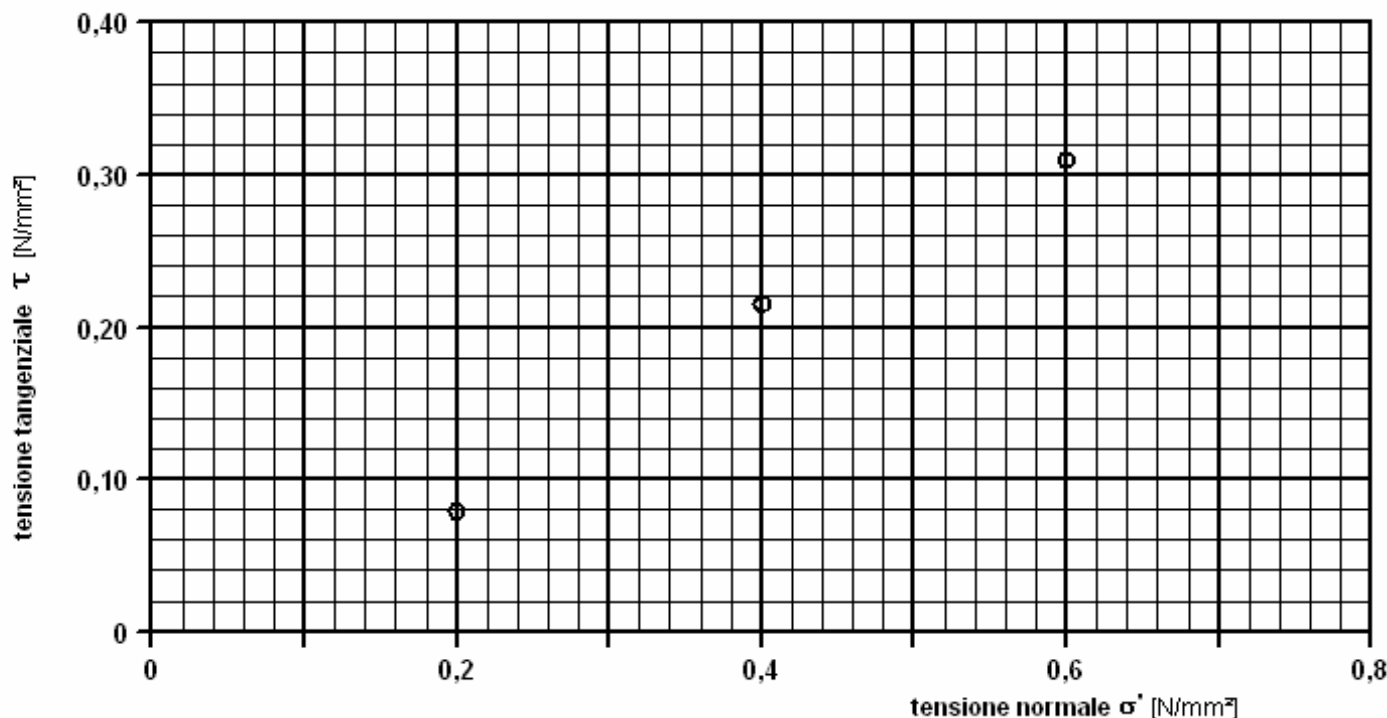
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 1 Profondità da m 25.30 a m 25.60

Data inizio prova 10/3/2006

Data fine prova 16/3/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0,002 mm/1'

| Provino | $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\tau_f$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_{of}$<br>[mm] |
|---------|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1       | 19,5                             | 15,2                               | 0,43  | 1,00 | 0,28  | 0,26  | 0,079                            | 0,20                              | 4,22                  |
| 2       | 19,1                             | 14,7                               | 0,45  | 0,98 | 0,30  | 0,25  | 0,215                            | 0,40                              | 4,93                  |
| 3       | 18,9                             | 14,3                               | 0,46  | 1,00 | 0,32  | 0,26  | 0,310                            | 0,60                              | 4,87                  |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |

Note Prova consolidata drenata - Fase 2

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

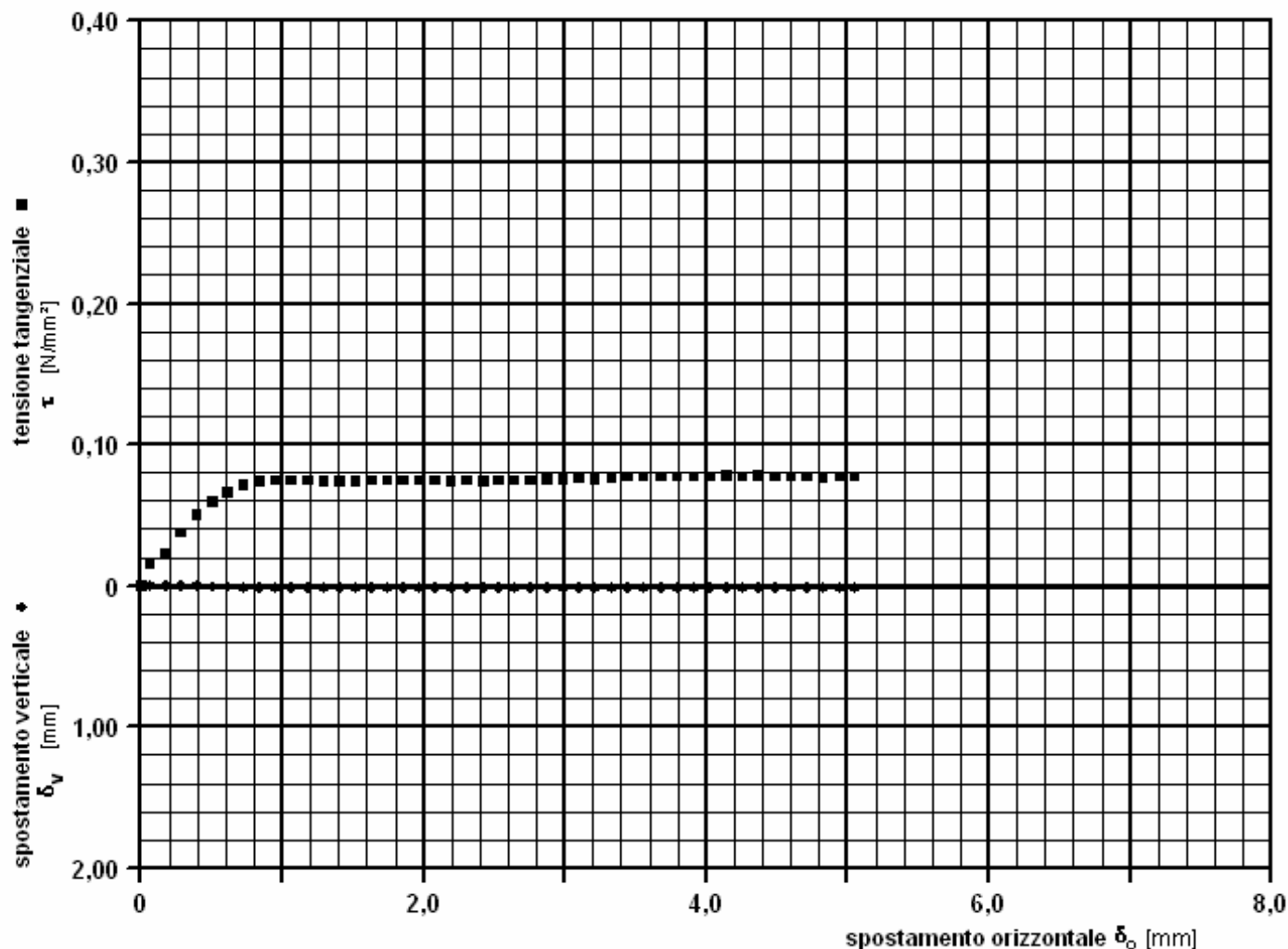
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 1/1 Profondità da m 25.30 a m 25.60

Data inizio prova 10/3/2006

Data fine prova 16/3/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0,002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = cm diametro = 6,00 cm altezza = 1,95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------------------------|
| 19,5                             | 15,2                               | 0,43  | 1,00 | 0,28  | 0,26  | 0,20                              |

Note Provino di forma cilindrica - Fase 2

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

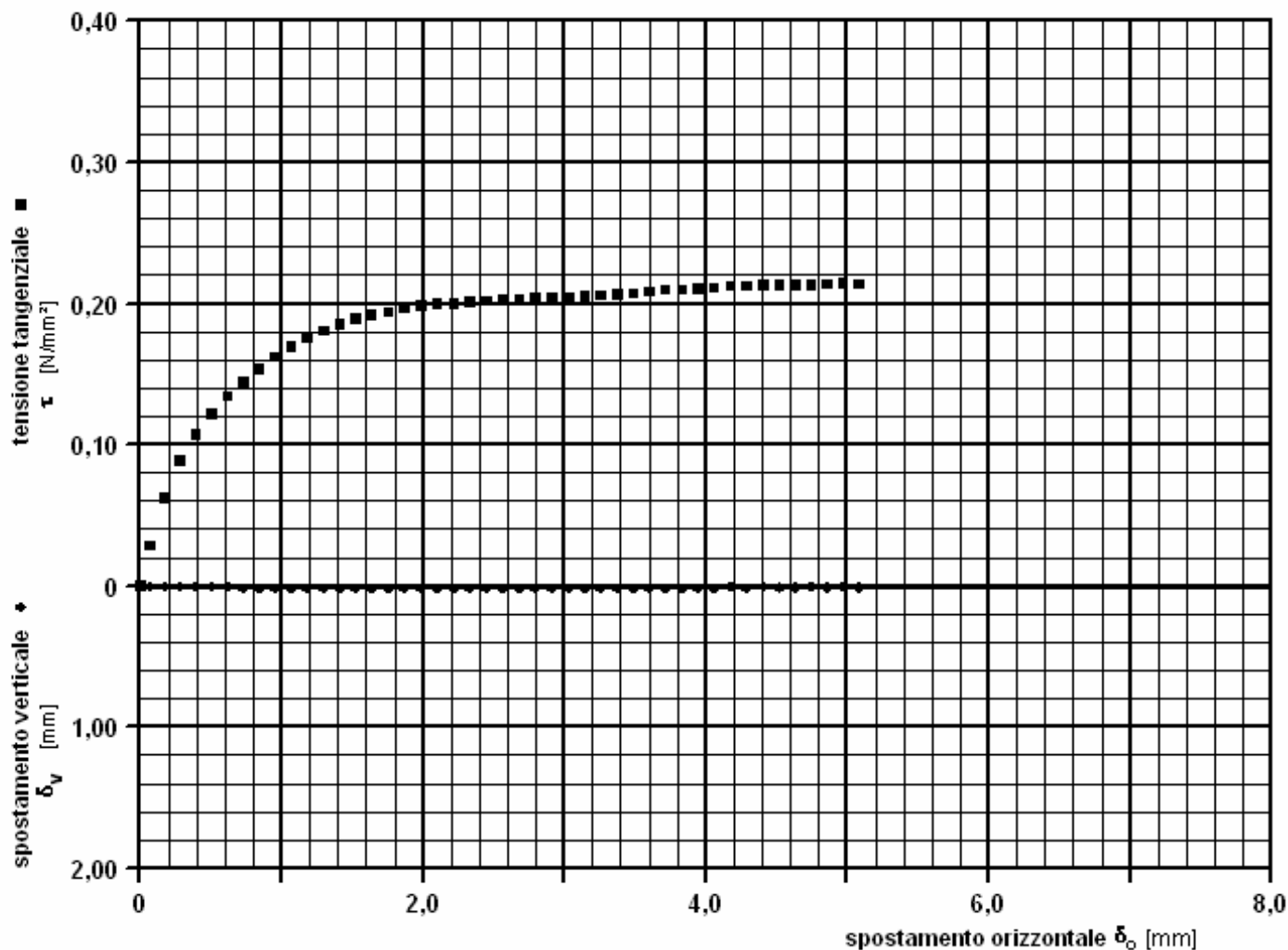
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 1/2 Profondità da m 25.30 a m 25.60

Data inizio prova 10/3/2006

Data fine prova 16/3/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0,002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = cm diametro = 6,00 cm altezza = 1,95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------------------------|
| 19,1                             | 14,7                               | 0,45  | 0,98 | 0,30  | 0,25  | 0,40                              |

Note Provino di forma cilindrica - Fase 2

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 1/3 Profondità da m 25.30 a m 25.60

Data inizio prova 10/3/2006

Data fine prova 16/3/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0,002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = cm diametro = 6,00 cm altezza = 1,95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m²] | $\gamma_d$<br>[kN/m²] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm²] |
|---------------------|-----------------------|-------|------|-------|-------|----------------------|
| 18,9                | 14,3                  | 0,46  | 1,00 | 0,32  | 0,26  | 0,60                 |

Note Provino di forma cilindrica - Fase 2

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12

Campione 1

Profondità da m 25.30 a m 25.60

**RISULTATI DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)**

Data inizio prova 10/3/2006

Fase 2

Data fine prova 16/3/2006

| Provino 1                          |                             |                 | 2               |                             |                 | 3               |                             |                 |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| $\sigma'$ [N/mm <sup>2</sup> ] 0.2 |                             |                 | 0.4             |                             |                 | 0.6             |                             |                 |
| $\delta_o$ [mm]                    | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] |
| 0.000                              | 0.000                       | 0.000           | 0.000           | 0.000                       | 0.000           | 0.000           | 0.000                       | 0.000           |
| 0.061                              | 0.016                       | 0.000           | 0.064           | 0.029                       | 0.005           | 0.053           | 0.026                       | 0.000           |
| 0.171                              | 0.024                       | 0.000           | 0.170           | 0.062                       | 0.005           | 0.150           | 0.072                       | 0.000           |
| 0.281                              | 0.038                       | 0.000           | 0.281           | 0.089                       | 0.005           | 0.249           | 0.121                       | 0.007           |
| 0.391                              | 0.051                       | 0.000           | 0.389           | 0.108                       | 0.005           | 0.355           | 0.151                       | 0.017           |
| 0.501                              | 0.060                       | 0.002           | 0.503           | 0.122                       | 0.005           | 0.464           | 0.170                       | 0.024           |
| 0.611                              | 0.066                       | 0.005           | 0.616           | 0.134                       | 0.005           | 0.573           | 0.185                       | 0.026           |
| 0.724                              | 0.071                       | 0.010           | 0.727           | 0.145                       | 0.015           | 0.684           | 0.197                       | 0.026           |
| 0.836                              | 0.074                       | 0.010           | 0.840           | 0.154                       | 0.020           | 0.793           | 0.208                       | 0.026           |
| 0.949                              | 0.075                       | 0.010           | 0.954           | 0.162                       | 0.020           | 0.904           | 0.217                       | 0.026           |
| 1.061                              | 0.075                       | 0.010           | 1.065           | 0.169                       | 0.017           | 1.015           | 0.226                       | 0.026           |
| 1.176                              | 0.075                       | 0.010           | 1.181           | 0.176                       | 0.020           | 1.126           | 0.233                       | 0.026           |
| 1.289                              | 0.075                       | 0.010           | 1.294           | 0.181                       | 0.020           | 1.237           | 0.241                       | 0.029           |
| 1.401                              | 0.075                       | 0.010           | 1.412           | 0.186                       | 0.017           | 1.349           | 0.247                       | 0.026           |
| 1.514                              | 0.075                       | 0.010           | 1.523           | 0.189                       | 0.017           | 1.462           | 0.254                       | 0.026           |
| 1.626                              | 0.075                       | 0.010           | 1.637           | 0.192                       | 0.020           | 1.576           | 0.260                       | 0.024           |
| 1.741                              | 0.075                       | 0.010           | 1.755           | 0.194                       | 0.020           | 1.687           | 0.266                       | 0.019           |
| 1.851                              | 0.075                       | 0.012           | 1.868           | 0.197                       | 0.020           | 1.800           | 0.271                       | 0.014           |
| 1.966                              | 0.075                       | 0.010           | 1.984           | 0.198                       | 0.020           | 1.914           | 0.276                       | 0.012           |
| 2.078                              | 0.075                       | 0.010           | 2.100           | 0.200                       | 0.020           | 2.025           | 0.279                       | 0.007           |
| 2.191                              | 0.075                       | 0.012           | 2.213           | 0.200                       | 0.017           | 2.139           | 0.283                       | 0.002           |
| 2.303                              | 0.075                       | 0.010           | 2.332           | 0.201                       | 0.020           | 2.252           | 0.286                       | 0.000           |
| 2.418                              | 0.075                       | 0.010           | 2.447           | 0.202                       | 0.017           | 2.366           | 0.288                       | -0.005          |
| 2.528                              | 0.075                       | 0.012           | 2.563           | 0.203                       | 0.017           | 2.482           | 0.290                       | -0.007          |
| 2.641                              | 0.075                       | 0.010           | 2.679           | 0.203                       | 0.017           | 2.596           | 0.292                       | -0.012          |
| 2.753                              | 0.075                       | 0.010           | 2.795           | 0.204                       | 0.017           | 2.709           | 0.294                       | -0.014          |
| 2.868                              | 0.076                       | 0.010           | 2.911           | 0.204                       | 0.017           | 2.823           | 0.295                       | -0.019          |
| 2.981                              | 0.076                       | 0.010           | 3.027           | 0.205                       | 0.017           | 2.936           | 0.296                       | -0.024          |
| 3.096                              | 0.076                       | 0.012           | 3.142           | 0.206                       | 0.017           | 3.050           | 0.297                       | -0.026          |
| 3.208                              | 0.076                       | 0.010           | 3.256           | 0.206                       | 0.017           | 3.163           | 0.298                       | -0.029          |
| 3.326                              | 0.077                       | 0.010           | 3.372           | 0.207                       | 0.015           | 3.277           | 0.299                       | -0.031          |
| 3.438                              | 0.077                       | 0.012           | 3.485           | 0.208                       | 0.015           | 3.391           | 0.300                       | -0.036          |
| 3.555                              | 0.077                       | 0.012           | 3.601           | 0.209                       | 0.017           | 3.504           | 0.301                       | -0.038          |
| 3.675                              | 0.078                       | 0.012           | 3.714           | 0.210                       | 0.015           | 3.620           | 0.302                       | -0.043          |
| 3.790                              | 0.078                       | 0.012           | 3.830           | 0.210                       | 0.015           | 3.734           | 0.302                       | -0.043          |
| 3.908                              | 0.078                       | 0.010           | 3.944           | 0.211                       | 0.015           | 3.847           | 0.303                       | -0.048          |
| 4.022                              | 0.077                       | 0.012           | 4.057           | 0.212                       | 0.015           | 3.963           | 0.304                       | -0.050          |
| 4.140                              | 0.078                       | 0.010           | 4.173           | 0.213                       | 0.007           | 4.077           | 0.306                       | -0.053          |
| 4.252                              | 0.078                       | 0.012           | 4.286           | 0.213                       | 0.015           | 4.191           | 0.306                       | -0.055          |

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

Salvatore Febo

Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12

Campione 1

Profondità da m 25.30 a m 25.60

**RISULTATI DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)**

Data inizio prova 10/3/2006

Fase 2

Data fine prova 16/3/2006

| Provino 1                          |                             |                 | 2               |                             |                 | 3               |                             |                 |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| $\sigma'$ [N/mm <sup>2</sup> ] 0.2 |                             |                 | 0.4             |                             |                 | 0.6             |                             |                 |
| $\delta_o$ [mm]                    | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] |
| 4.367                              | 0.078                       | 0.012           | 4.402           | 0.214                       | 0.002           | 4.304           | 0.307                       | -0.060          |
| 4.482                              | 0.078                       | 0.012           | 4.515           | 0.213                       | 0.010           | 4.415           | 0.308                       | -0.057          |
| 4.597                              | 0.077                       | 0.012           | 4.629           | 0.213                       | 0.012           | 4.526           | 0.308                       | -0.069          |
| 4.712                              | 0.077                       | 0.010           | 4.742           | 0.213                       | 0.002           | 4.640           | 0.308                       | -0.060          |
| 4.824                              | 0.077                       | 0.012           | 4.853           | 0.214                       | 0.012           | 4.754           | 0.309                       | -0.062          |
| 4.939                              | 0.077                       | 0.012           | 4.966           | 0.215                       | 0.007           | 4.867           | 0.310                       | -0.062          |
| 5.049                              | 0.077                       | 0.012           | 5.080           | 0.214                       | 0.012           | 4.981           | 0.310                       | -0.062          |

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione R2 Profondità da m 26.20 a m 26.40

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 9/3/2006

Data di apertura 9/3/2006

Contenitore Sacchetto di plastica

Dimensioni

Condizioni campione Campione rimaneggiato prelevato dalla cassetta catalogatrice

Prove eseguite  $\gamma_s$ , G,  $w_p$ ,  $w_l$

**R<sub>p</sub>** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Alternanza di sabbia limosa di colore giallo ocra e limo argilloso di colore grigio, con noduli di sabbia fina giallastra.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

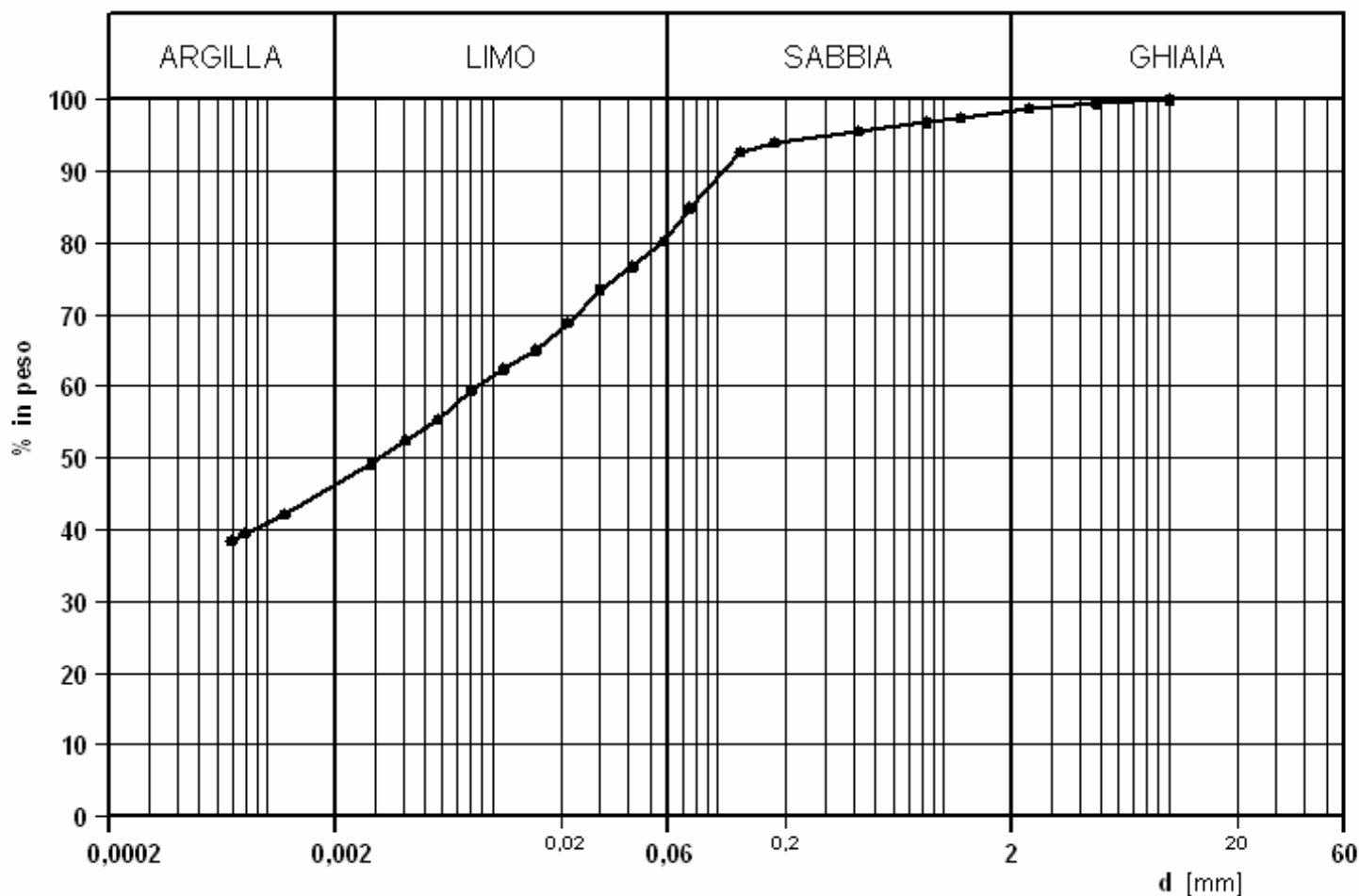
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione R2 Profondità da m 26.20 a m 26.40

Data inizio prova 15/3/2006

Data fine prova 21/3/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Argilla con limo sabbiosa

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 46$$

Note

 Lo Sperimentatore  
 Salvatore Febo

 Il Direttore del laboratorio  
 Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 2 Profondità da m 30.00 a m 30.40

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 9/3/2006

Data di apertura 10/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 32 cm

Condizioni campione Mediocri

Prove eseguite  $\gamma$ ,  $\gamma_s$ , G, w, CE, TD (CD)

**Rp** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Sabbia fina debolmente limosa di colore giallastro, debolmente addensata, con qualche elemento lapideo di natura calcarea, a spigoli arrotondati, di forma tondeggiante, del  $d_{\max} \cong 15$  mm.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

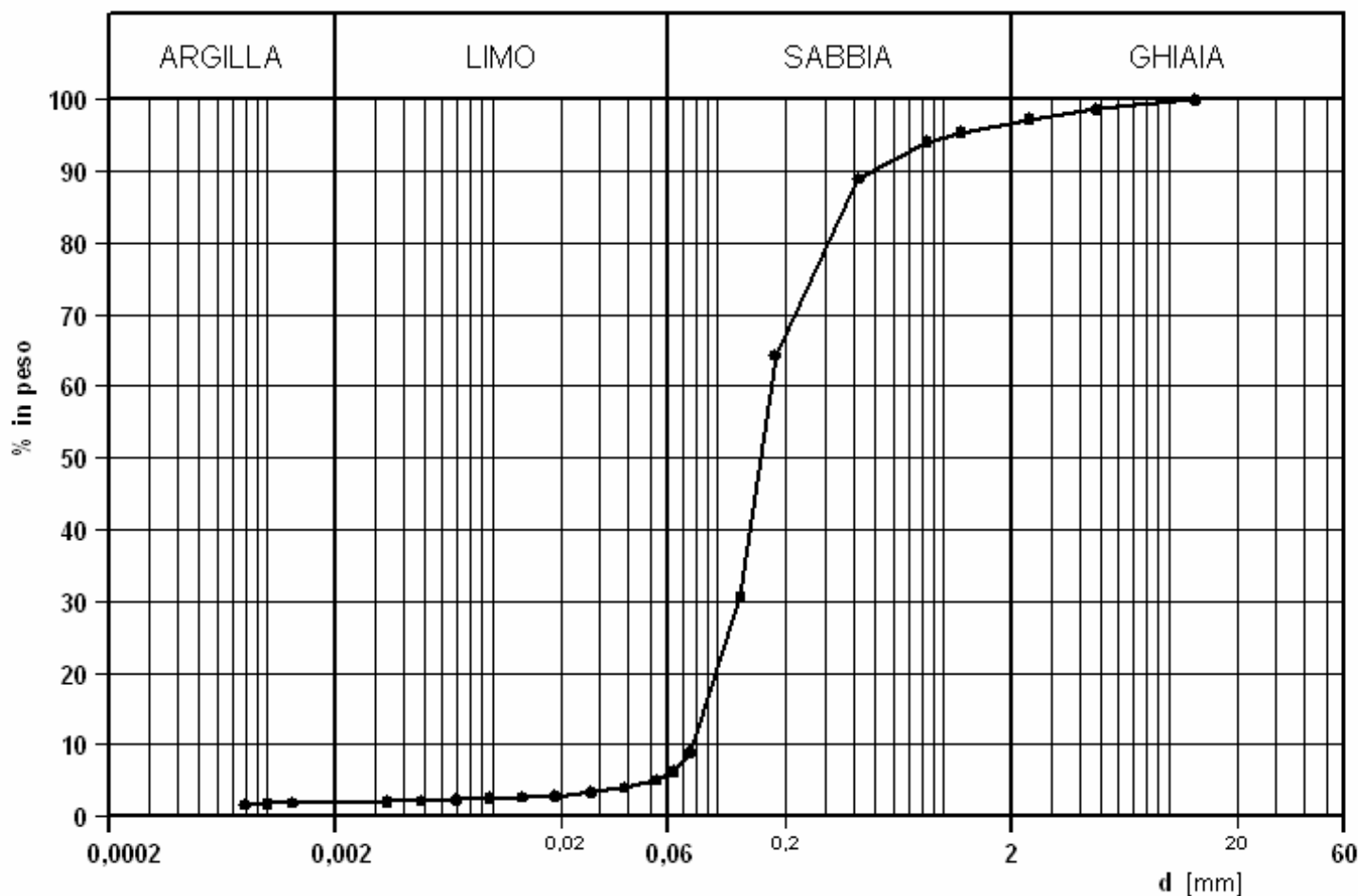
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 2 Profondità da m 30.00 a m 30.40

Data inizio prova 15/3/2006

Data fine prova 21/3/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Sabbia deb. limosa

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \dots 1$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006 ..... Certificato n° - .....  
 Richiedente SYSTRA S.A. .....  
 Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo .....  
 Sondaggio SA12 Campione 2 Profondità da m 30.00 a m 30.40 .....  
 Data inizio prova 10/3/2006 ..... Data fine prova 23/3/2006 .....

### PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA - ASTM D-2435 (2004)

Dimensioni del provino: diametro  $d = 50$  mm altezza  $l_0 = 20$  mm

#### Caratteristiche iniziali

Peso dell'unità di volume  $\gamma = 19.4$  kN/m<sup>3</sup>  
 Peso secco dell'unità di volume  $\gamma_d = 15.6$  kN/m<sup>3</sup>  
 Peso specifico  $\gamma_s = 26.1$  kN/m<sup>3</sup>  
 Contenuto d'acqua  $w = 0.24$   
 Indice di porosità  $e_0 = 0.67$   
 Grado di saturazione  $S = 0.93$

#### Risultati della prova

Peso dell'unità di volume finale  $\gamma_f = 21.6$  kN/m<sup>3</sup>  
 Contenuto d'acqua finale  $w_f = 0.23$

| Pressione<br>$\sigma'$ [N/cm <sup>2</sup> ] |         | 7.5   | 15.0  | 30.0  | 62.5  | 125.0 | 250.0 | 500.0 |  |  |
|---------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|
| Indice di<br>porosità<br>$e$                | carico  | 0.639 | 0.630 | 0.617 | 0.600 | 0.575 | 0.546 | 0.508 |  |  |
|                                             | scarico | 0.531 |       |       |       |       |       |       |  |  |

Note .....

.....

Lo Sperimentatore  
Salvatore Febo

Il Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

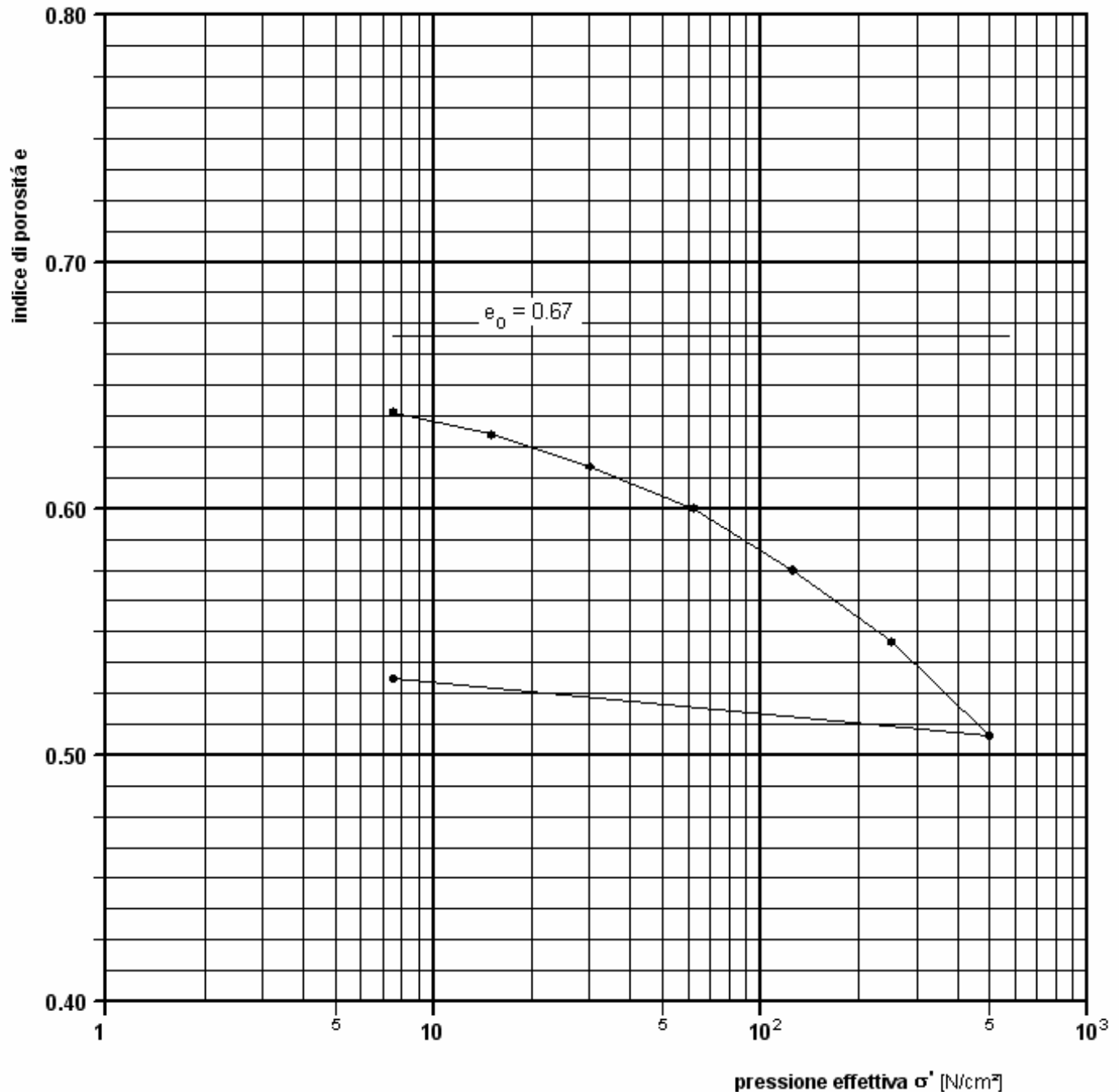
Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 2 Profondità da m 30.00 a m 30.40

Data inizio prova 10/3/2006

Data fine prova 23/3/2006

**CURVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA - ASTM D-2435 (2004)**Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

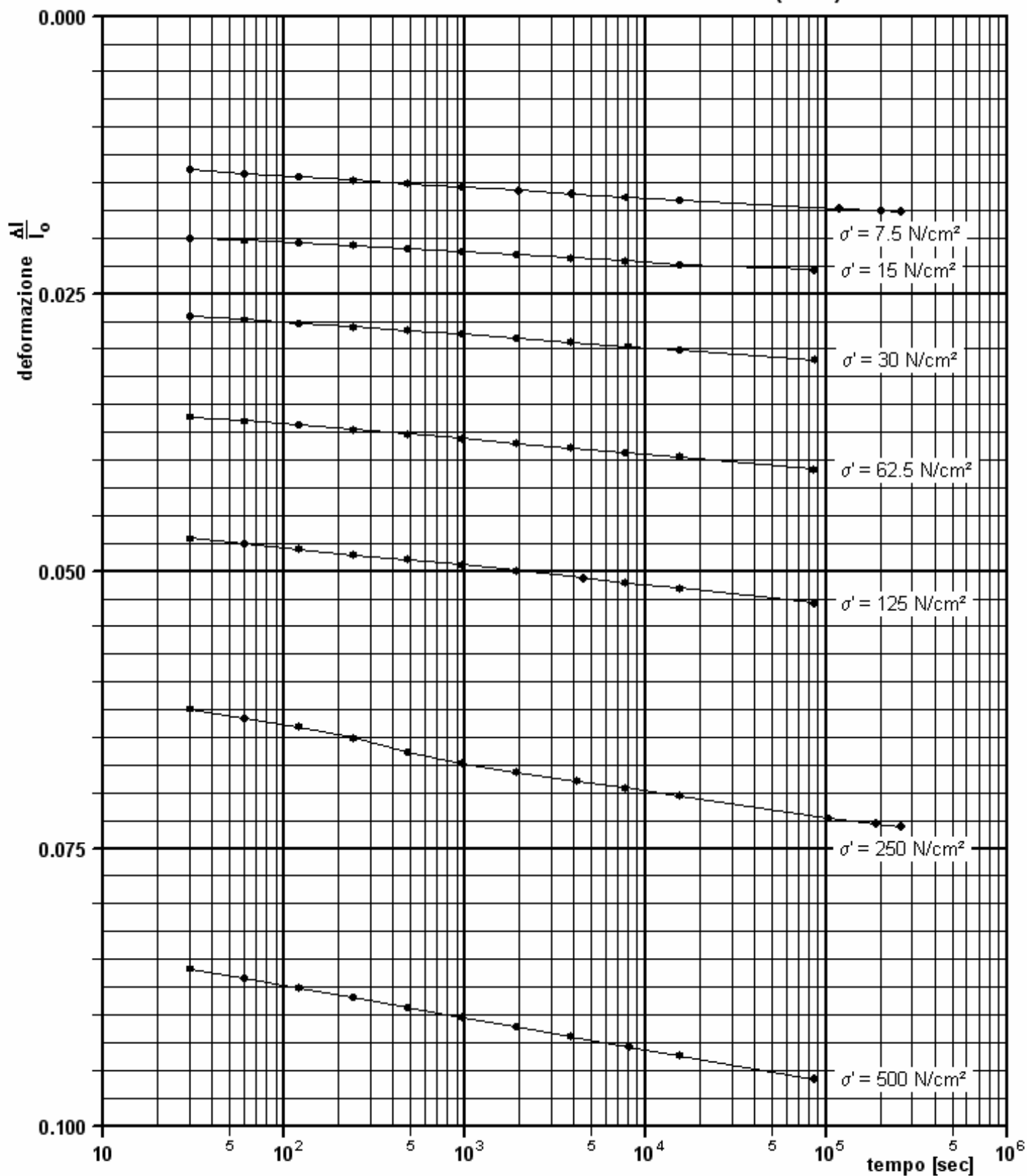
Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 2 Profondità da m 30.00 a m 30.40

**CURVE DEFORMAZIONE-TEMPO - ASTM D-2435 (2004)**

Verbale di accettazione 04/2006

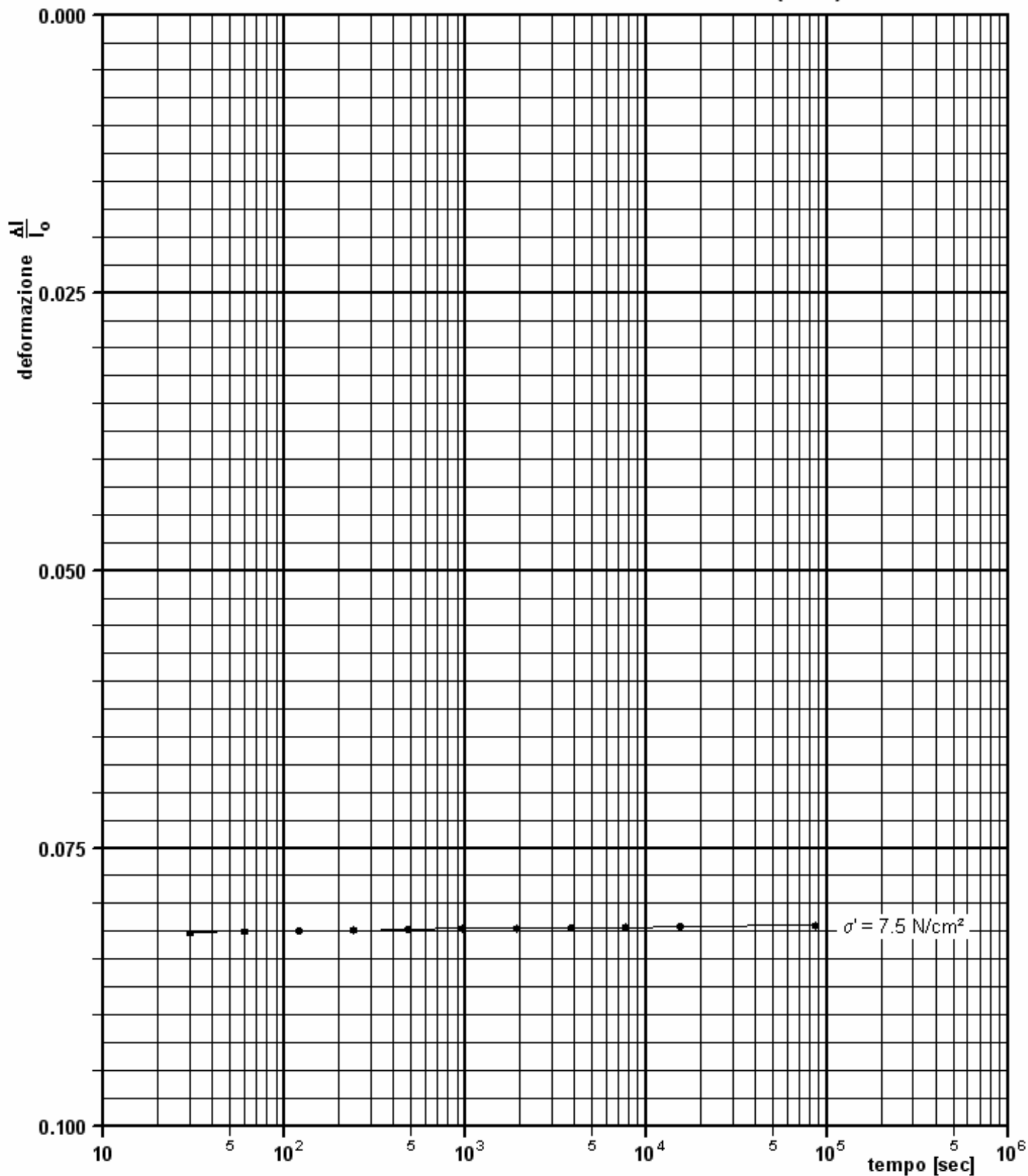
Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 2 Profondità da m 30.00 a m 30.40

## CURVE DEFORMAZIONE-TEMPO - ASTM D-2435 (2004)



Rif. verbale di accettazione: 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 2 Profondità da m 30.00 a m 30.40

## PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

### GRANDEZZE CARATTERISTICHE

| $\sigma'$<br>[N/cm <sup>2</sup> ] | E <sub>ed</sub><br>[N/cm <sup>2</sup> ] | m <sub>v</sub><br>[cm <sup>2</sup> /N] | c <sub>v</sub><br>[cm <sup>2</sup> /sec] | k<br>[cm/sec] |
|-----------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|---------------|
| 7.5 ÷ 15.0                        | 1406                                    | $7.1 \times 10^{-4}$                   |                                          |               |
| 15.0 ÷ 30.0                       | 1801                                    | $5.6 \times 10^{-4}$                   |                                          |               |
| 30.0 ÷ 62.5                       | 3190                                    | $3.1 \times 10^{-4}$                   |                                          |               |
| 62.5 ÷ 125.0                      | 4983                                    | $2.0 \times 10^{-4}$                   |                                          |               |
| 125.0 ÷ 250.0                     | 5873                                    | $1.7 \times 10^{-4}$                   |                                          |               |
| 250.0 ÷ 500.0                     | 10183                                   | $9.8 \times 10^{-5}$                   |                                          |               |
|                                   |                                         |                                        |                                          |               |
|                                   |                                         |                                        |                                          |               |
|                                   |                                         |                                        |                                          |               |
|                                   |                                         |                                        |                                          |               |

note

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

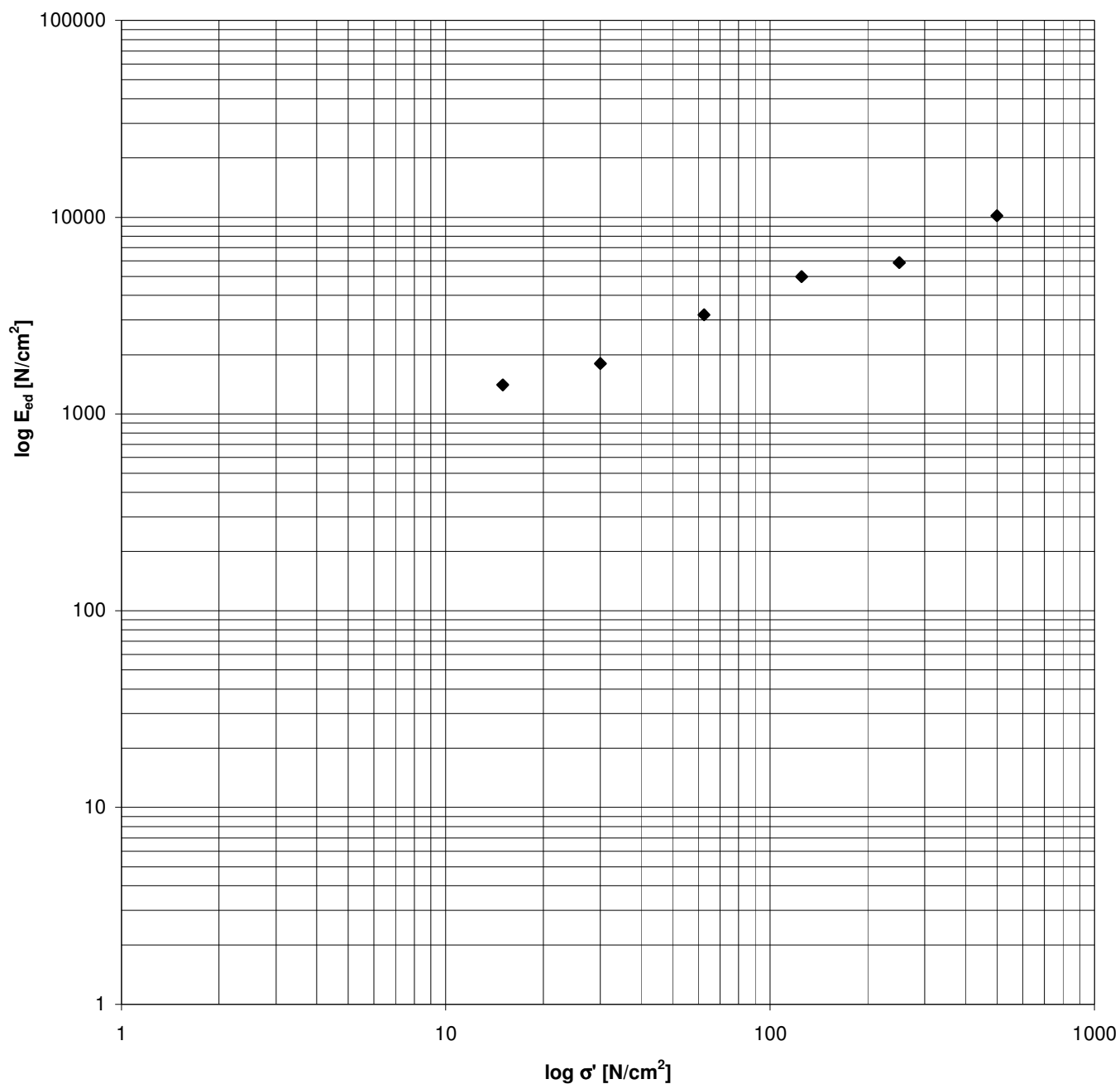
Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 2 Profondità da m 25,30 a m 25,60

diagramma  $\log E_{ed} / \log \sigma'$ Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del Laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Richiedente SYSTRA S.A.

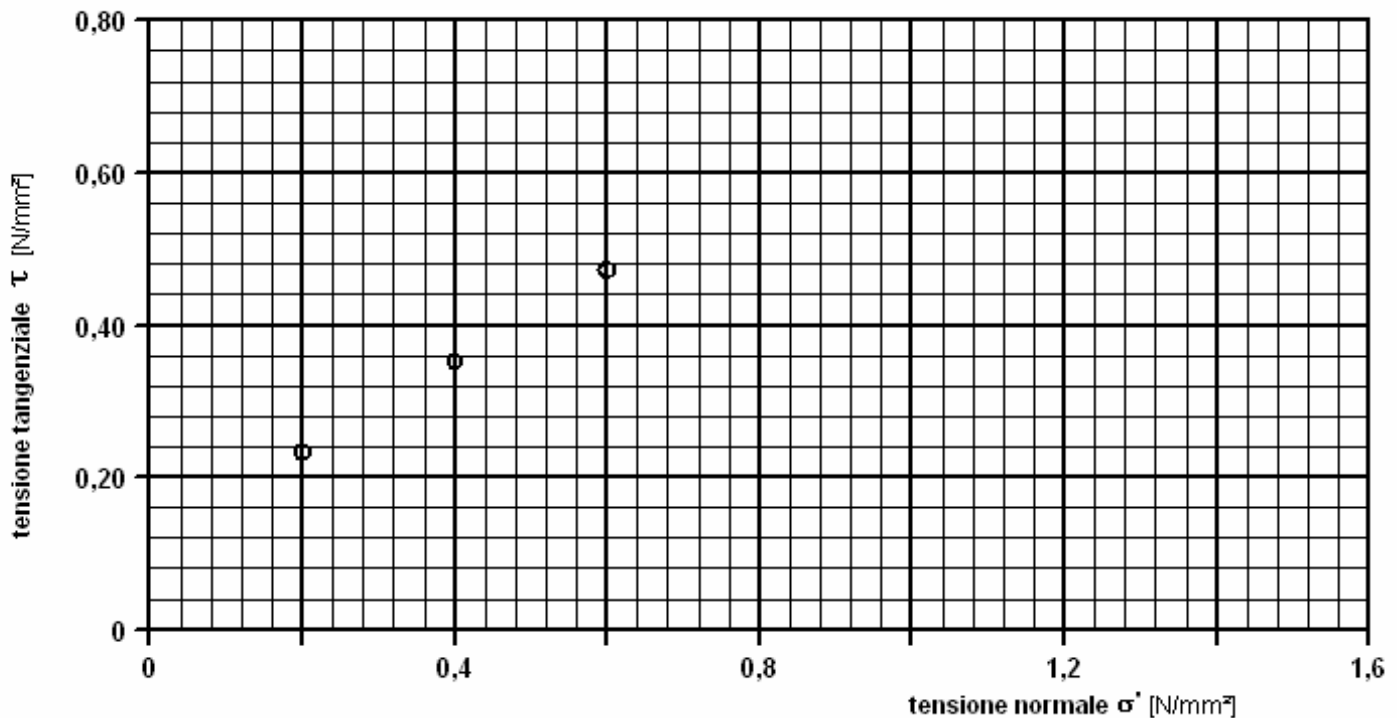
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 2 Profondità da m 30.00 a m 30.40

Data inizio prova 10/3/2006

Data fine prova 14/3/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0,002 mm/1'

| Provino | $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\tau_f$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_{of}$<br>[mm] |
|---------|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1       | 19,3                             | 15,5                               | 0,41  | 0,95 | 0,25  | 0,29  | 0,233                            | 0,20                              | 1,95                  |
| 2       | 19,4                             | 15,9                               | 0,39  | 0,90 | 0,22  | 0,27  | 0,352                            | 0,40                              | 2,92                  |
| 3       | 19,4                             | 15,6                               | 0,40  | 0,95 | 0,25  | 0,26  | 0,473                            | 0,60                              | 3,34                  |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |

Note Prova consolidata drenata

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

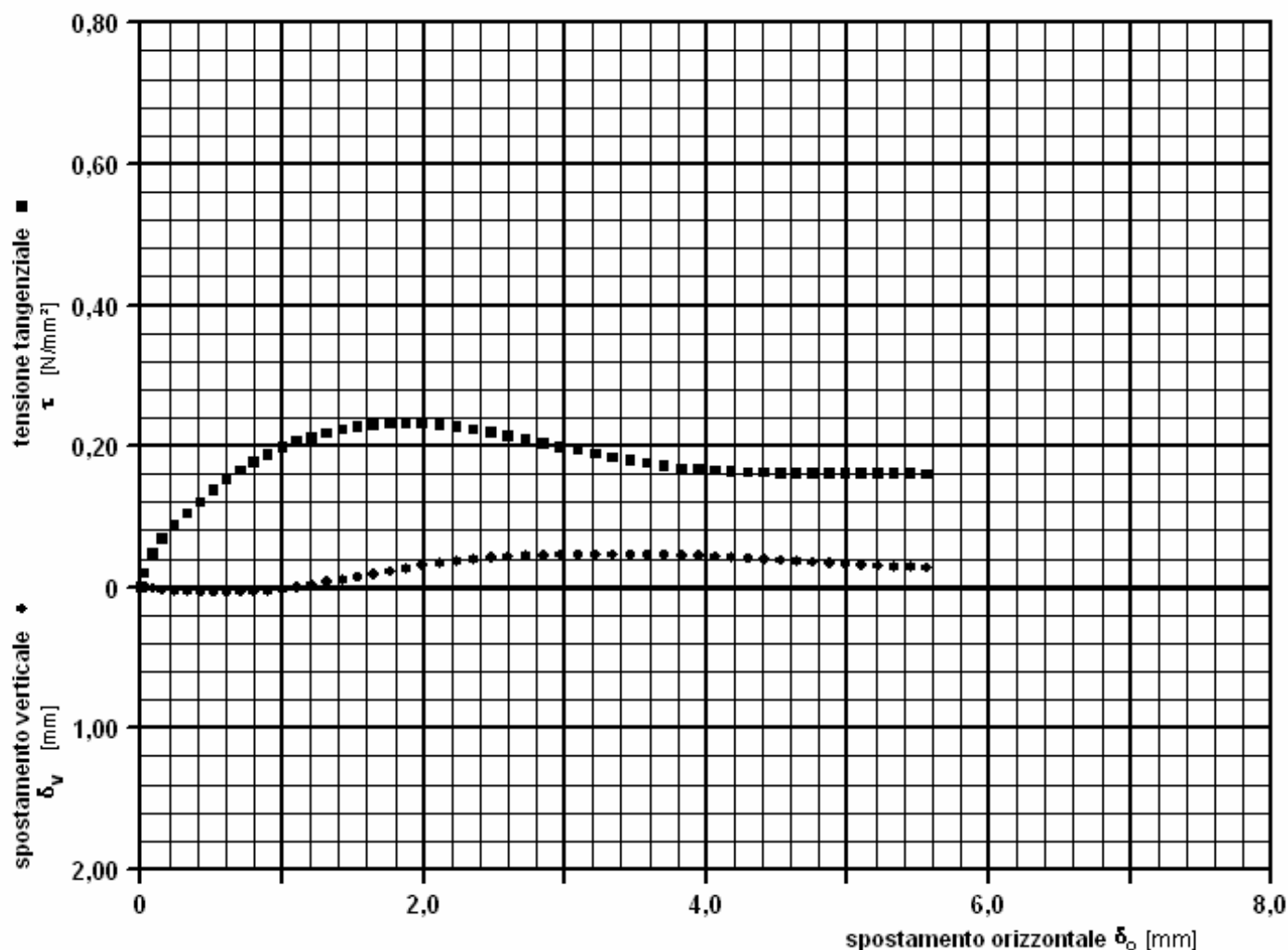
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 2/1 Profondità da m 30.00 a m 30.40

Data inizio prova 10/3/2006

Data fine prova 14/3/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0,002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = ..... cm diametro = 6,00 cm altezza = 1,95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------------------------|
| 19,3                             | 15,5                               | 0,41  | 0,95 | 0,25  | 0,29  | 0,20                              |

Note Provino di forma cilindrica

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 2/2 Profondità da m 30.00 a m 30.40

Data inizio prova 10/3/2006

Data fine prova 14/3/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0,002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = cm diametro = 6,00 cm altezza = 1,95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------------------------|
| 19,4                             | 15,9                               | 0,39  | 0,90 | 0,22  | 0,27  | 0,40                              |

Note Provino di forma cilindrica

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 2/3 Profondità da m 30.00 a m 30.40

Data inizio prova 10/3/2006

Data fine prova 14/3/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0,002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = ..... cm diametro = 6,00 cm altezza = 1,95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------------------------|
| 19,4                             | 15,6                               | 0,40  | 0,95 | 0,25  | 0,26  | 0,60                              |

Note Provino di forma cilindrica

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12

Campione 2

Profondità da m 30.00 a m 30.40

**RISULTATI DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)**

Data inizio prova 10/3/2006

Data fine prova 14/3/2006

| Provino 1                          |                             |                 | 2               |                             |                 | 3               |                             |                 |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| $\sigma'$ [N/mm <sup>2</sup> ] 0.2 |                             |                 | 0.4             |                             |                 | 0.6             |                             |                 |
| $\delta_o$ [mm]                    | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] |
| 0.000                              | 0.000                       | 0.000           | 0.000           | 0.000                       | 0.000           | 0.000           | 0.000                       | 0.000           |
| 0.021                              | 0.020                       | 0.000           | 0.027           | 0.027                       | 0.000           | 0.024           | 0.016                       | 0.010           |
| 0.078                              | 0.048                       | 0.005           | 0.119           | 0.070                       | 0.002           | 0.116           | 0.054                       | 0.012           |
| 0.149                              | 0.070                       | 0.015           | 0.220           | 0.107                       | 0.012           | 0.212           | 0.103                       | 0.017           |
| 0.235                              | 0.087                       | 0.022           | 0.324           | 0.133                       | 0.020           | 0.311           | 0.143                       | 0.032           |
| 0.326                              | 0.105                       | 0.027           | 0.431           | 0.157                       | 0.027           | 0.415           | 0.179                       | 0.047           |
| 0.420                              | 0.121                       | 0.032           | 0.542           | 0.180                       | 0.035           | 0.523           | 0.210                       | 0.056           |
| 0.508                              | 0.138                       | 0.032           | 0.651           | 0.202                       | 0.040           | 0.627           | 0.239                       | 0.069           |
| 0.604                              | 0.152                       | 0.030           | 0.762           | 0.223                       | 0.040           | 0.736           | 0.266                       | 0.076           |
| 0.699                              | 0.166                       | 0.032           | 0.874           | 0.242                       | 0.040           | 0.847           | 0.290                       | 0.081           |
| 0.797                              | 0.178                       | 0.032           | 0.988           | 0.258                       | 0.040           | 0.953           | 0.311                       | 0.086           |
| 0.896                              | 0.188                       | 0.022           | 1.099           | 0.272                       | 0.037           | 1.064           | 0.333                       | 0.086           |
| 0.998                              | 0.198                       | 0.010           | 1.210           | 0.284                       | 0.032           | 1.177           | 0.350                       | 0.086           |
| 1.100                              | 0.207                       | -0.005          | 1.322           | 0.295                       | 0.025           | 1.288           | 0.366                       | 0.088           |
| 1.206                              | 0.213                       | -0.022          | 1.436           | 0.305                       | 0.012           | 1.399           | 0.382                       | 0.083           |
| 1.312                              | 0.219                       | -0.040          | 1.547           | 0.313                       | 0.002           | 1.512           | 0.394                       | 0.081           |
| 1.421                              | 0.224                       | -0.057          | 1.661           | 0.320                       | -0.010          | 1.623           | 0.405                       | 0.074           |
| 1.531                              | 0.228                       | -0.074          | 1.775           | 0.326                       | -0.025          | 1.734           | 0.414                       | 0.066           |
| 1.642                              | 0.231                       | -0.094          | 1.886           | 0.331                       | -0.037          | 1.850           | 0.423                       | 0.059           |
| 1.757                              | 0.232                       | -0.114          | 2.002           | 0.335                       | -0.050          | 1.961           | 0.431                       | 0.049           |
| 1.872                              | 0.232                       | -0.136          | 2.114           | 0.339                       | -0.062          | 2.077           | 0.438                       | 0.039           |
| 1.988                              | 0.233                       | -0.159          | 2.230           | 0.342                       | -0.077          | 2.193           | 0.443                       | 0.029           |
| 2.108                              | 0.230                       | -0.176          | 2.344           | 0.345                       | -0.087          | 2.308           | 0.448                       | 0.017           |
| 2.229                              | 0.227                       | -0.191          | 2.458           | 0.347                       | -0.100          | 2.424           | 0.452                       | 0.007           |
| 2.349                              | 0.225                       | -0.203          | 2.572           | 0.349                       | -0.110          | 2.537           | 0.457                       | -0.002          |
| 2.472                              | 0.220                       | -0.215          | 2.688           | 0.351                       | -0.117          | 2.653           | 0.460                       | -0.010          |
| 2.595                              | 0.215                       | -0.223          | 2.802           | 0.352                       | -0.127          | 2.767           | 0.464                       | -0.020          |
| 2.719                              | 0.210                       | -0.225          | 2.918           | 0.352                       | -0.135          | 2.882           | 0.466                       | -0.027          |
| 2.843                              | 0.204                       | -0.230          | 3.034           | 0.351                       | -0.144          | 2.996           | 0.468                       | -0.034          |
| 2.966                              | 0.199                       | -0.233          | 3.153           | 0.349                       | -0.152          | 3.109           | 0.469                       | -0.044          |
| 3.091                              | 0.195                       | -0.233          | 3.265           | 0.348                       | -0.162          | 3.222           | 0.471                       | -0.052          |
| 3.215                              | 0.190                       | -0.233          | 3.381           | 0.346                       | -0.169          | 3.336           | 0.473                       | -0.059          |
| 3.337                              | 0.184                       | -0.233          | 3.497           | 0.342                       | -0.174          | 3.452           | 0.472                       | -0.064          |
| 3.459                              | 0.180                       | -0.233          | 3.614           | 0.337                       | -0.182          | 3.567           | 0.471                       | -0.071          |
| 3.581                              | 0.177                       | -0.233          | 3.730           | 0.330                       | -0.184          | 3.683           | 0.469                       | -0.076          |
| 3.700                              | 0.173                       | -0.233          | 3.846           | 0.322                       | -0.187          | 3.796           | 0.466                       | -0.081          |
| 3.822                              | 0.169                       | -0.228          | 3.965           | 0.316                       | -0.187          | 3.912           | 0.464                       | -0.086          |
| 3.942                              | 0.167                       | -0.225          | 4.081           | 0.311                       | -0.187          | 4.028           | 0.460                       | -0.091          |
| 4.059                              | 0.166                       | -0.218          | 4.200           | 0.306                       | -0.187          | 4.144           | 0.457                       | -0.093          |

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12

Campione 2

Profondità da m 30.00 a m 30.40

**RISULTATI DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)**

Data inizio prova 10/3/2006

Data fine prova 14/3/2006

| Provino 1                          |                             |                 | 2               |                             |                 | 3               |                             |                 |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| $\sigma'$ [N/mm <sup>2</sup> ] 0.2 |                             |                 | 0.4             |                             |                 | 0.6             |                             |                 |
| $\delta_o$ [mm]                    | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] |
| 4.176                              | 0.165                       | -0.211          | 4.314           | 0.302                       | -0.182          | 4.260           | 0.453                       | -0.096          |
| 4.292                              | 0.164                       | -0.206          | 4.430           | 0.300                       | -0.177          | 4.378           | 0.450                       | -0.096          |
| 4.406                              | 0.163                       | -0.201          | 4.547           | 0.299                       | -0.172          | 4.494           | 0.444                       | -0.098          |
| 4.521                              | 0.162                       | -0.193          | 4.665           | 0.296                       | -0.167          | 4.607           | 0.439                       | -0.098          |
| 4.637                              | 0.162                       | -0.186          | 4.782           | 0.292                       | -0.162          | 4.725           | 0.432                       | -0.098          |
| 4.752                              | 0.162                       | -0.181          | 4.898           | 0.290                       | -0.157          | 4.838           | 0.426                       | -0.098          |
| 4.868                              | 0.162                       | -0.173          | 5.014           | 0.288                       | -0.149          | 4.957           | 0.420                       | -0.098          |
| 4.982                              | 0.162                       | -0.168          | 5.131           | 0.286                       | -0.144          | 5.075           | 0.415                       | -0.096          |
| 5.095                              | 0.162                       | -0.161          | 5.245           | 0.285                       | -0.139          | 5.191           | 0.411                       | -0.088          |
| 5.209                              | 0.162                       | -0.156          | 5.361           | 0.285                       | -0.132          | 5.306           | 0.408                       | -0.081          |
| 5.323                              | 0.162                       | -0.151          | 5.477           | 0.283                       | -0.127          | 5.422           | 0.404                       | -0.076          |
| 5.442                              | 0.161                       | -0.146          | 5.594           | 0.284                       | -0.122          | 5.538           | 0.403                       | -0.069          |
| 5.558                              | 0.161                       | -0.141          | 5.707           | 0.284                       | -0.115          | 5.651           | 0.401                       | -0.061          |

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 3 Profondità da m 33.50 a m 33.80

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 9/3/2006

Data di apertura 10/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni  $l = 30$  cm

Condizioni campione Discrete

Prove eseguite  $\gamma$ ,  $\gamma_s$ , G, w,  $w_p$ ,  $w_l$ , CE, TD (CD)

**R<sub>p</sub>** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Limo argilloso sabbioso di colore avana marrone, poco consistente,  $w_n \geq w_p$ .  
Nella parte iniziale sono presenti elementi calcarenitici di forma allungata, a spigoli arrotondati o parzialmente arrotondati, del  $d_{\max} \cong 8$  cm.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

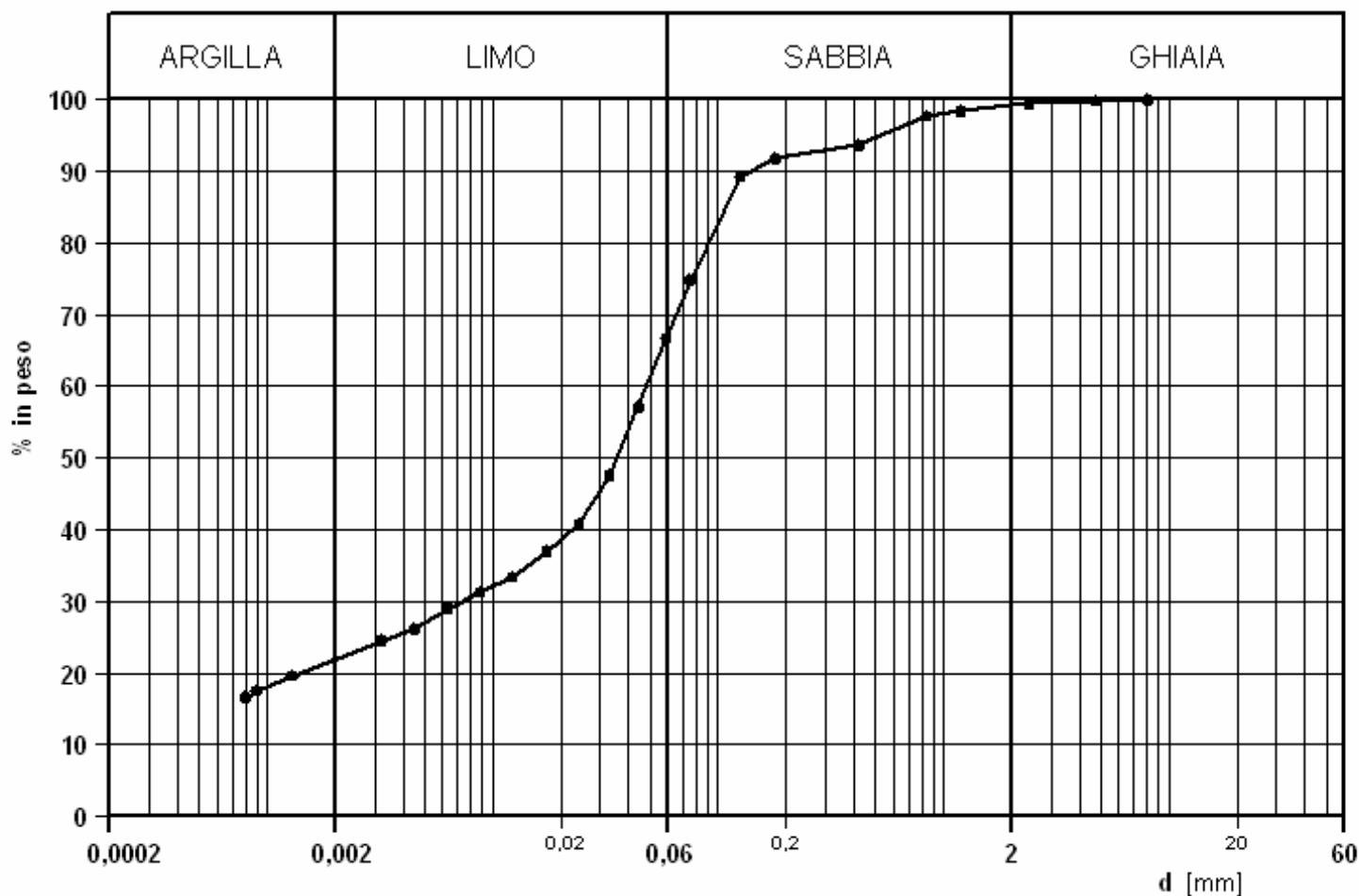
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 3 Profondità da m 33.50 a m 33.80

Data inizio prova 15/3/2006

Data fine prova 21/3/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Limo con sabbia argilloso

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 22$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006 ..... Certificato n° - .....

Richiedente SYSTRA S.A. ....

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo .....

Sondaggio SA12 Campione 3 Profondità da m 33.50 a m 33.80 .....

Data inizio prova 10/3/2006 ..... Data fine prova 23/3/2006 .....

### PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA - ASTM D-2435 (2004)

Dimensioni del provino: diametro  $d = 50$  mm altezza  $l_0 = 20$  mm

#### Caratteristiche iniziali

Peso dell'unità di volume  $\gamma = 20.5$  kN/m<sup>3</sup>

Peso secco dell'unità di volume  $\gamma_d = 16.9$  kN/m<sup>3</sup>

Peso specifico  $\gamma_s = 26.4$  kN/m<sup>3</sup>

Contenuto d'acqua  $w = 0.21$

Indice di porosità  $e_0 = 0.50$

Grado di saturazione  $S = 1.00$

#### Risultati della prova

Peso dell'unità di volume finale  $\gamma_f = 23.7$  kN/m<sup>3</sup>

Contenuto d'acqua finale  $w_f = 0.14$

| Pressione<br>$\sigma'$ [N/cm <sup>2</sup> ] |         | 7.5   | 15.0  | 30.0  | 62.5  | 125.0 | 250.0 | 500.0 |  |  |
|---------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|
| Indice di<br>porosità<br>$e$                | carico  | 0.416 | 0.397 | 0.368 | 0.335 | 0.300 | 0.259 | 0.218 |  |  |
|                                             | scarico | 0.255 |       |       |       |       |       |       |  |  |

Note .....

.....

Lo Sperimentatore  
Salvatore Febo

Il Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

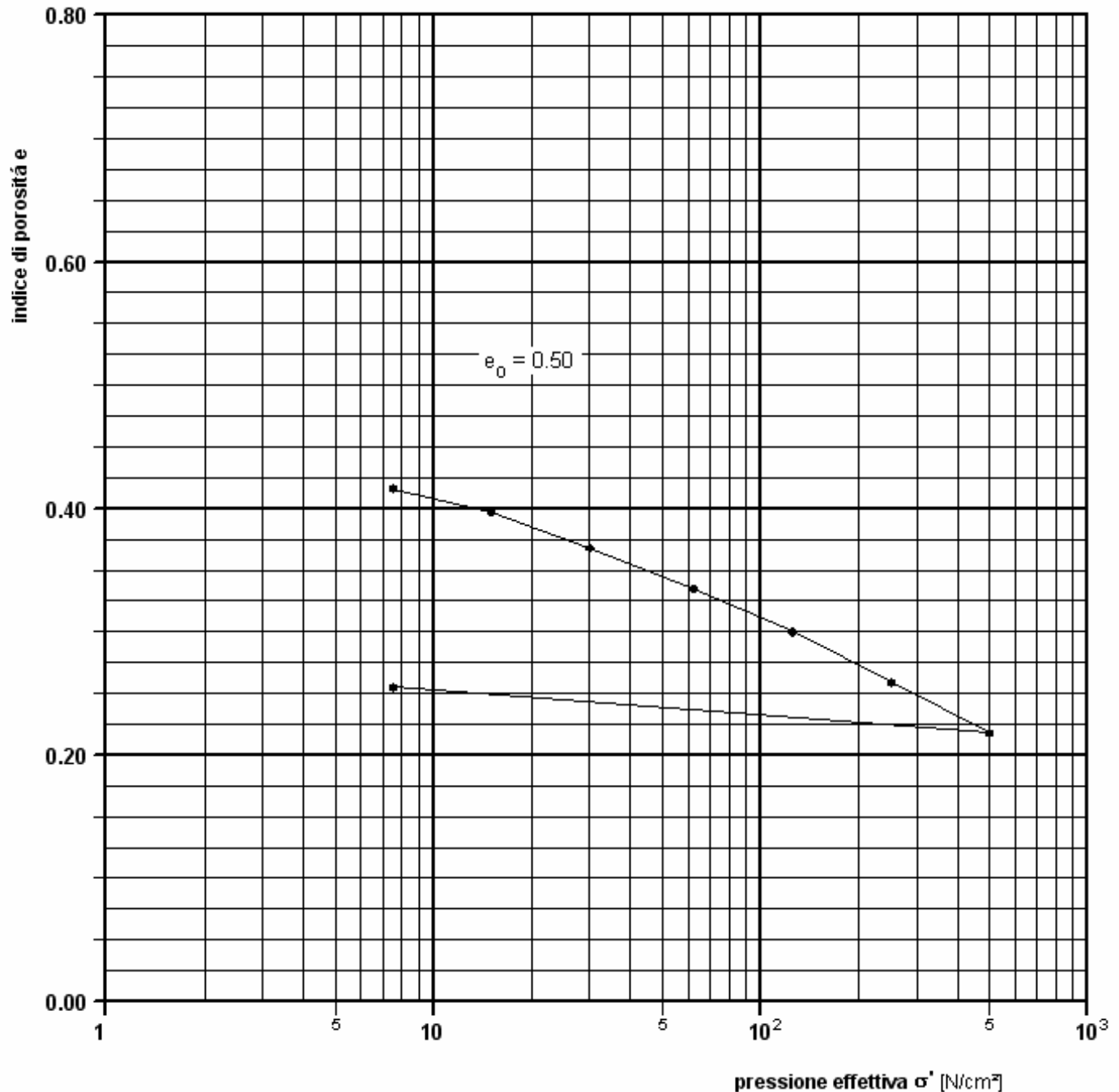
Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 3 Profondità da m 33.50 a m 33.80

Data inizio prova 10/3/2006

Data fine prova 23/3/2006

**CURVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA - ASTM D-2435 (2004)**Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

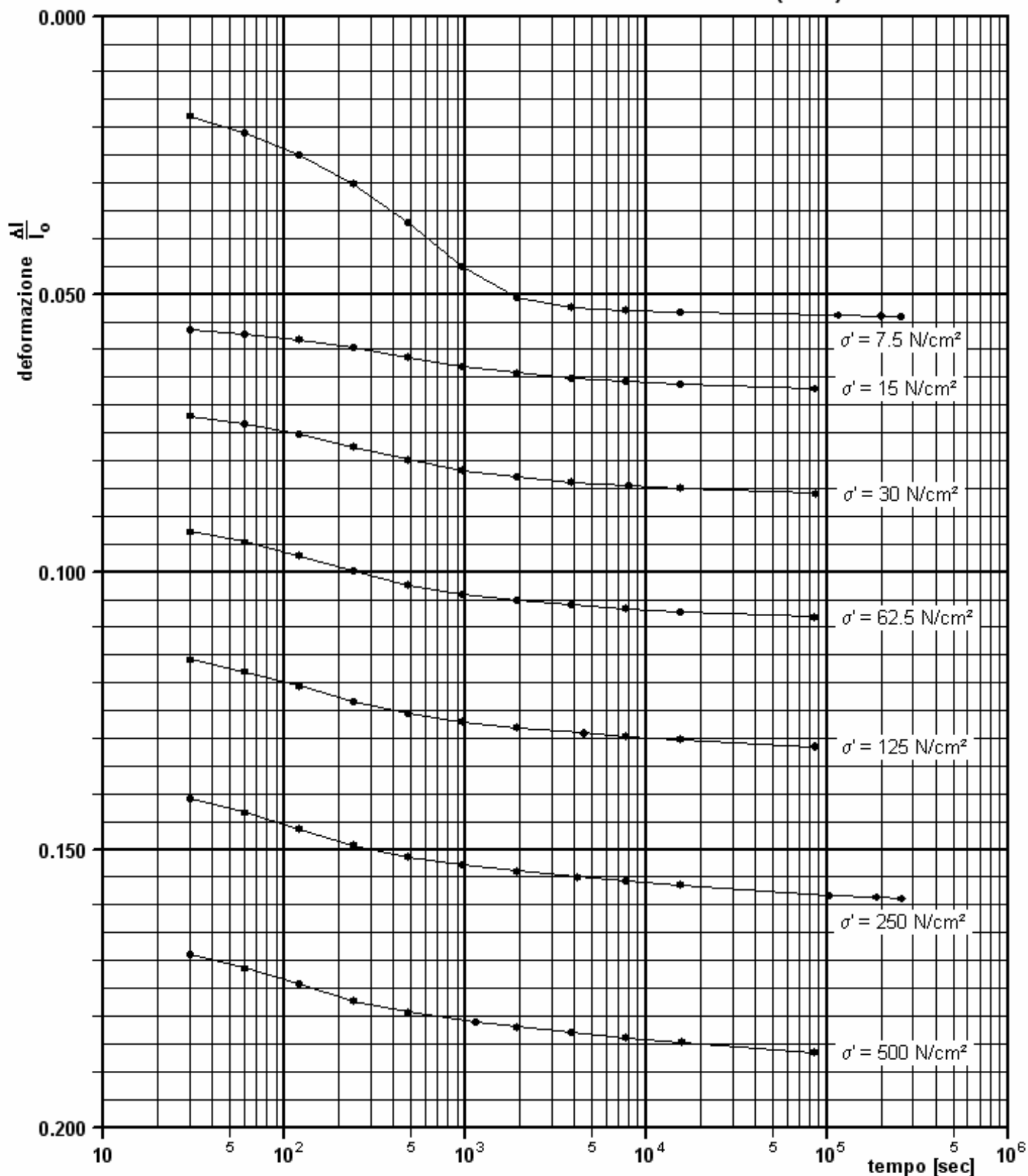
Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 3 Profondità da m 33.50 a m 33.80

**CURVE DEFORMAZIONE-TEMPO - ASTM D-2435 (2004)**

Verbale di accettazione 04/2006

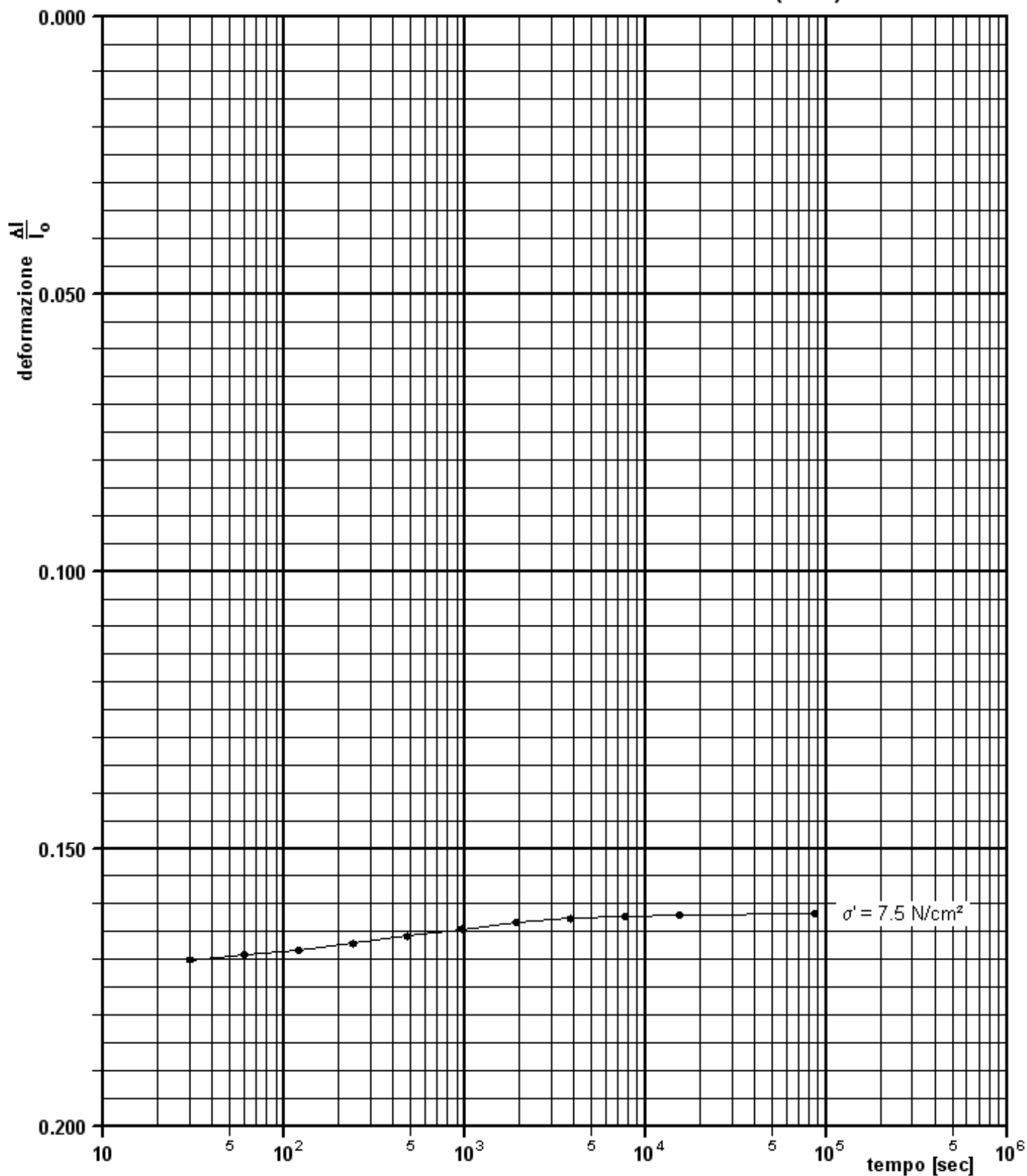
Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 3 Profondità da m 33.50 a m 33.80

## CURVE DEFORMAZIONE-TEMPO - ASTM D-2435 (2004)



Rif. verbale di accettazione: 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 3 Profondità da m 33.50 a m 33.80

## PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

### GRANDEZZE CARATTERISTICHE

| $\sigma'$<br>[N/cm <sup>2</sup> ] | E <sub>ed</sub><br>[N/cm <sup>2</sup> ] | m <sub>v</sub><br>[cm <sup>2</sup> /N] | c <sub>v</sub><br>[cm <sup>2</sup> /sec] | k<br>[cm/sec]          |
|-----------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|------------------------|
| 7.5 ÷ 15.0                        | 548                                     | 1.8 × 10 <sup>-3</sup>                 |                                          |                        |
| 15.0 ÷ 30.0                       | 742                                     | 1.3 × 10 <sup>-3</sup>                 |                                          |                        |
| 30.0 ÷ 62.5                       | 1335                                    | 7.5 × 10 <sup>-4</sup>                 | 2.2 × 10 <sup>-3</sup>                   | 1.6 × 10 <sup>-8</sup> |
| 62.5 ÷ 125.0                      | 2386                                    | 4.2 × 10 <sup>-4</sup>                 | 2.9 × 10 <sup>-3</sup>                   | 1.2 × 10 <sup>-8</sup> |
| 125.0 ÷ 250.0                     | 3968                                    | 2.5 × 10 <sup>-4</sup>                 | 2.7 × 10 <sup>-3</sup>                   | 6.9 × 10 <sup>-9</sup> |
| 250.0 ÷ 500.0                     | 7598                                    | 1.3 × 10 <sup>-4</sup>                 | 2.6 × 10 <sup>-3</sup>                   | 3.5 × 10 <sup>-9</sup> |
|                                   |                                         |                                        |                                          |                        |
|                                   |                                         |                                        |                                          |                        |
|                                   |                                         |                                        |                                          |                        |
|                                   |                                         |                                        |                                          |                        |

note

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

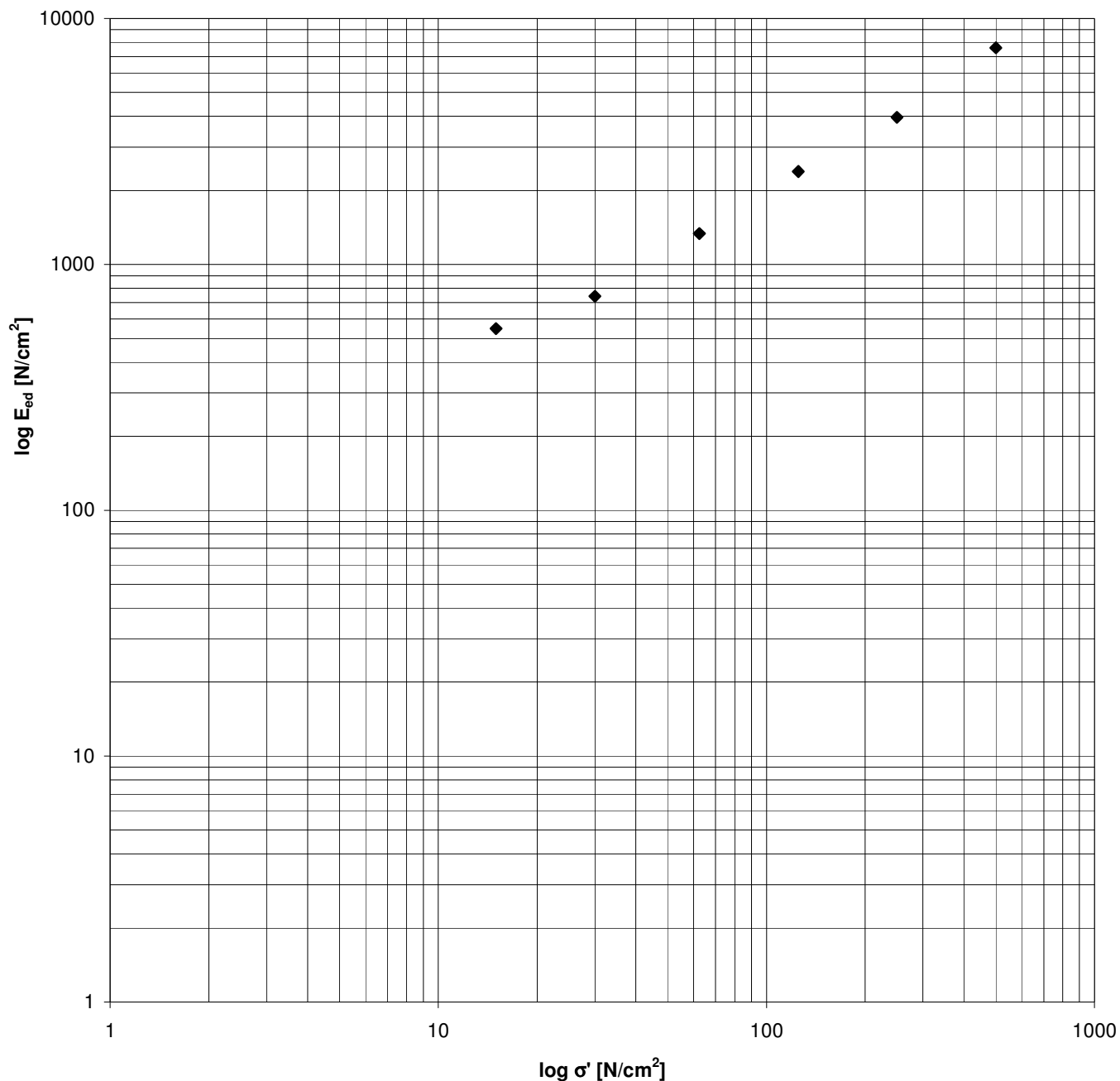
Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 3 Profondità da m 33,50 a m 33,80

diagramma  $\log E_{ed} / \log \sigma'$ Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del Laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

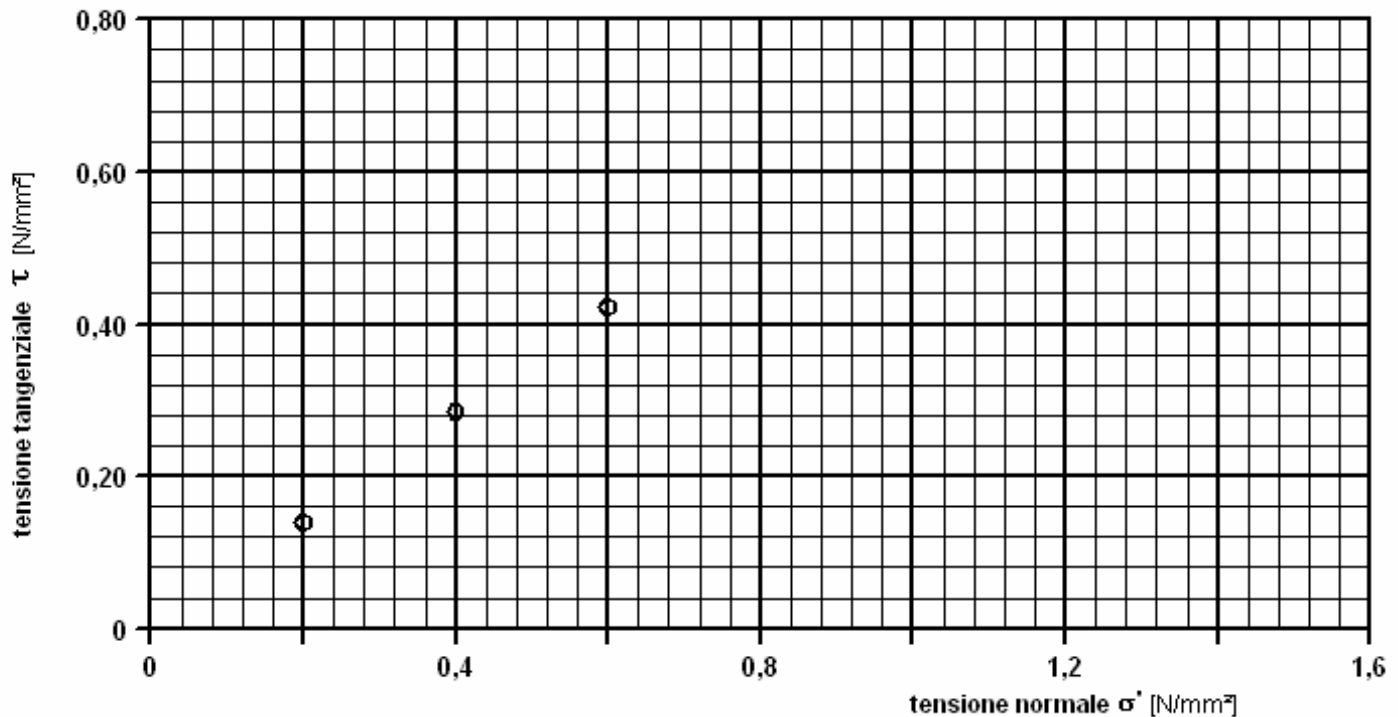
Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 3 Profondità da m 33.50 a m 33.80

Data inizio prova 13/3/2006

Data fine prova 16/3/2006

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)**

Velocità di deformazione 0,002 mm/1'

| Provino | $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\tau_f$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_{of}$<br>[mm] |
|---------|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1       | 20,5                             | 16,9                               | 0,36  | 1,00 | 0,21  | 0,19  | 0,139                            | 0,20                              | 2,87                  |
| 2       | 20,5                             | 16,9                               | 0,36  | 1,00 | 0,21  | 0,19  | 0,285                            | 0,40                              | 3,44                  |
| 3       | 20,5                             | 16,9                               | 0,36  | 1,00 | 0,21  | 0,18  | 0,422                            | 0,60                              | 3,47                  |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |

Note Prova consolidata drenata

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

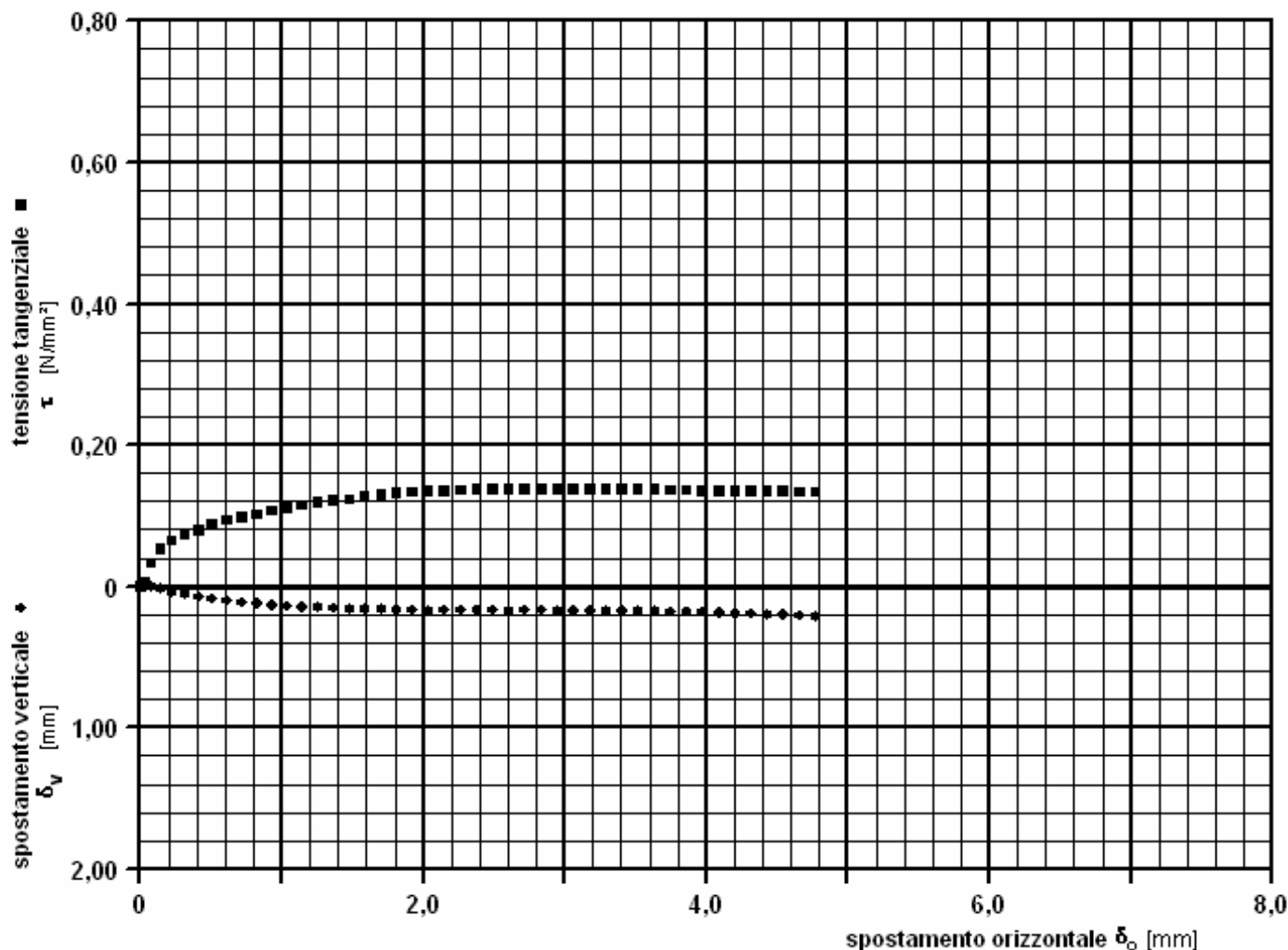
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 3/1 Profondità da m 33.50 a m 33.80

Data inizio prova 13/3/2006

Data fine prova 16/3/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0,002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = ..... cm diametro = 6,00 cm altezza = 1,95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------------------------|
| 20,5                             | 16,9                               | 0,36  | 1,00 | 0,21  | 0,19  | 0,20                              |

Note Provino di forma cilindrica

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

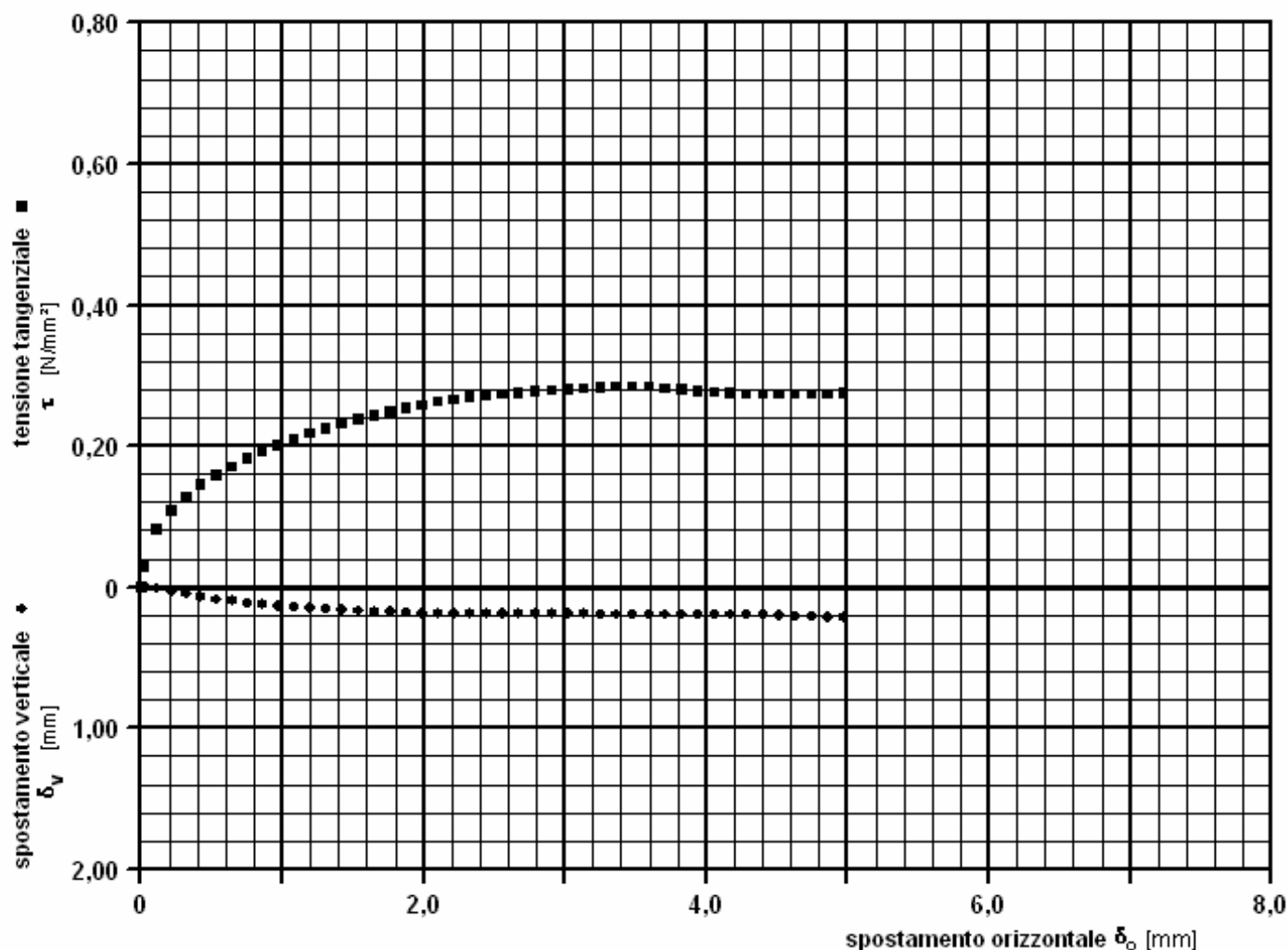
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 3/2 Profondità da m 33.50 a m 33.80

Data inizio prova 13/3/2006

Data fine prova 16/3/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0,002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = ..... cm diametro = 6,00 cm altezza = 1,95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------------------------|
| 20,5                             | 16,9                               | 0,36  | 1,00 | 0,21  | 0,19  | 0,40                              |

Note Provino di forma cilindrica

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

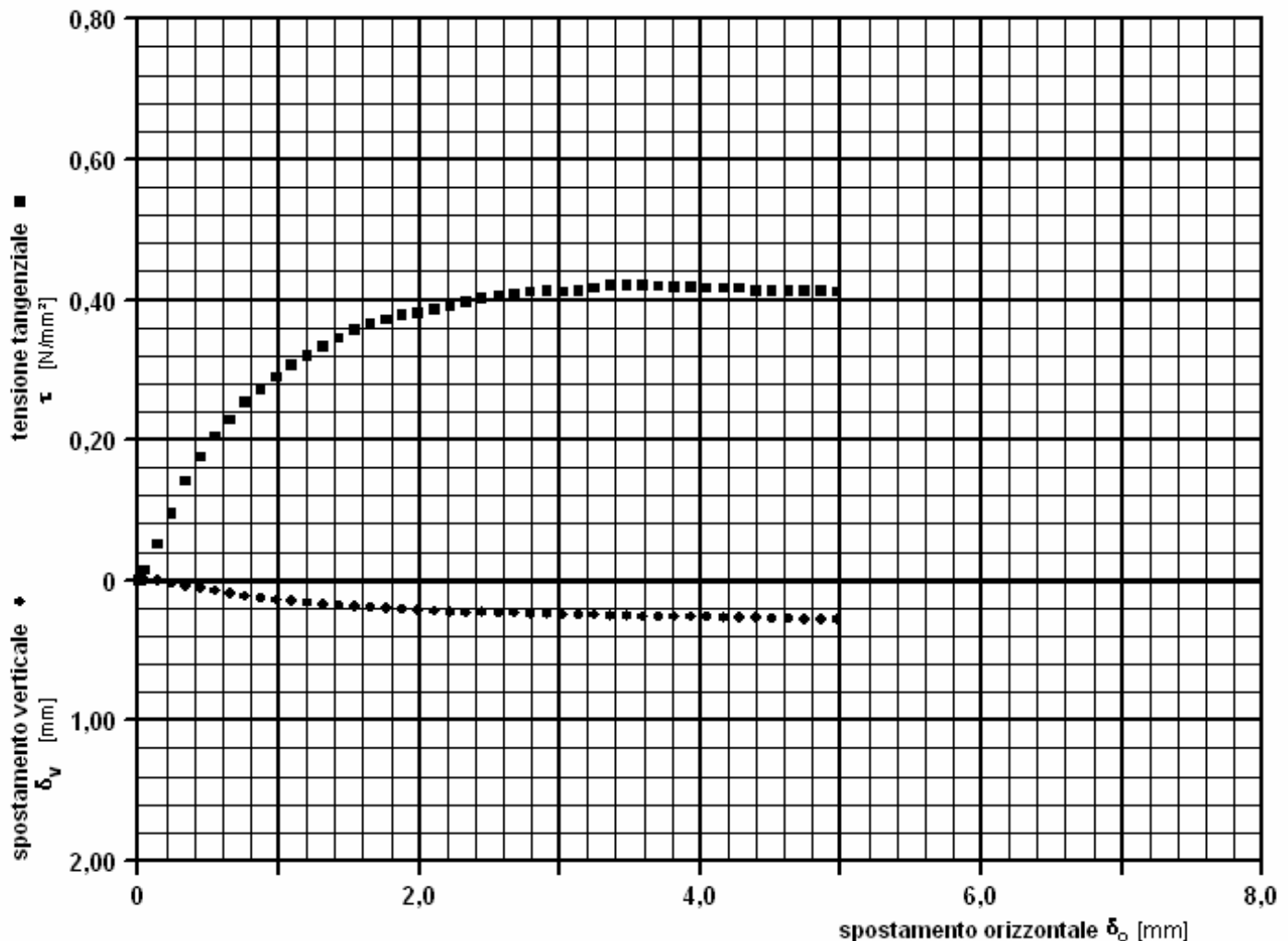
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12 Campione 3/3 Profondità da m 33.50 a m 33.80

Data inizio prova 13/3/2006

Data fine prova 16/3/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0,002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = cm diametro = 6,00 cm altezza = 1,95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------------------------|
| 20,5                             | 16,9                               | 0,36  | 1,00 | 0,21  | 0,18  | 0,60                              |

Note Provino di forma cilindrica

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12

Campione 3

Profondità da m 33.50 a m 33.80

**RISULTATI DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)**

Data inizio prova 13/3/2006

Data fine prova 16/3/2006

| Provino 1                          |                             |                 | 2               |                             |                 | 3               |                             |                 |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| $\sigma'$ [N/mm <sup>2</sup> ] 0.2 |                             |                 | 0.4             |                             |                 | 0.6             |                             |                 |
| $\delta_o$ [mm]                    | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] |
| 0.000                              | 0.000                       | 0.000           | 0.000           | 0.000                       | 0.000           | 0.000           | 0.000                       | 0.000           |
| 0.034                              | 0.008                       | 0.000           | 0.022           | 0.029                       | 0.000           | 0.043           | 0.015                       | 0.000           |
| 0.070                              | 0.033                       | 0.000           | 0.109           | 0.083                       | 0.005           | 0.135           | 0.052                       | 0.000           |
| 0.136                              | 0.053                       | 0.012           | 0.210           | 0.109                       | 0.025           | 0.234           | 0.096                       | 0.017           |
| 0.220                              | 0.065                       | 0.035           | 0.319           | 0.128                       | 0.045           | 0.333           | 0.143                       | 0.034           |
| 0.312                              | 0.075                       | 0.052           | 0.418           | 0.147                       | 0.065           | 0.437           | 0.177                       | 0.052           |
| 0.409                              | 0.081                       | 0.069           | 0.532           | 0.160                       | 0.082           | 0.545           | 0.205                       | 0.071           |
| 0.505                              | 0.089                       | 0.084           | 0.639           | 0.172                       | 0.092           | 0.651           | 0.230                       | 0.091           |
| 0.611                              | 0.094                       | 0.097           | 0.747           | 0.183                       | 0.107           | 0.757           | 0.254                       | 0.108           |
| 0.713                              | 0.098                       | 0.107           | 0.856           | 0.193                       | 0.117           | 0.866           | 0.272                       | 0.123           |
| 0.820                              | 0.103                       | 0.119           | 0.968           | 0.202                       | 0.127           | 0.977           | 0.290                       | 0.135           |
| 0.923                              | 0.108                       | 0.129           | 1.079           | 0.211                       | 0.135           | 1.085           | 0.307                       | 0.145           |
| 1.033                              | 0.112                       | 0.136           | 1.190           | 0.219                       | 0.142           | 1.196           | 0.320                       | 0.157           |
| 1.141                              | 0.116                       | 0.141           | 1.304           | 0.226                       | 0.149           | 1.310           | 0.334                       | 0.167           |
| 1.249                              | 0.120                       | 0.146           | 1.418           | 0.232                       | 0.154           | 1.423           | 0.346                       | 0.174           |
| 1.361                              | 0.122                       | 0.151           | 1.532           | 0.239                       | 0.162           | 1.534           | 0.357                       | 0.184           |
| 1.476                              | 0.123                       | 0.154           | 1.646           | 0.244                       | 0.167           | 1.645           | 0.366                       | 0.191           |
| 1.584                              | 0.128                       | 0.159           | 1.757           | 0.249                       | 0.169           | 1.758           | 0.373                       | 0.196           |
| 1.699                              | 0.130                       | 0.159           | 1.871           | 0.254                       | 0.177           | 1.872           | 0.378                       | 0.204           |
| 1.808                              | 0.133                       | 0.161           | 1.985           | 0.259                       | 0.182           | 1.987           | 0.382                       | 0.211           |
| 1.921                              | 0.134                       | 0.161           | 2.094           | 0.264                       | 0.182           | 2.101           | 0.387                       | 0.218           |
| 2.031                              | 0.136                       | 0.166           | 2.208           | 0.266                       | 0.184           | 2.214           | 0.392                       | 0.223           |
| 2.145                              | 0.136                       | 0.163           | 2.324           | 0.271                       | 0.184           | 2.330           | 0.398                       | 0.226           |
| 2.260                              | 0.137                       | 0.163           | 2.438           | 0.273                       | 0.184           | 2.443           | 0.403                       | 0.223           |
| 2.373                              | 0.138                       | 0.163           | 2.554           | 0.275                       | 0.184           | 2.557           | 0.406                       | 0.228           |
| 2.488                              | 0.138                       | 0.163           | 2.668           | 0.276                       | 0.184           | 2.670           | 0.410                       | 0.231           |
| 2.602                              | 0.138                       | 0.168           | 2.784           | 0.278                       | 0.184           | 2.786           | 0.412                       | 0.236           |
| 2.715                              | 0.138                       | 0.163           | 2.901           | 0.279                       | 0.184           | 2.902           | 0.413                       | 0.238           |
| 2.829                              | 0.138                       | 0.163           | 3.017           | 0.281                       | 0.184           | 3.015           | 0.412                       | 0.240           |
| 2.945                              | 0.138                       | 0.168           | 3.131           | 0.283                       | 0.184           | 3.128           | 0.414                       | 0.243           |
| 3.059                              | 0.138                       | 0.168           | 3.247           | 0.283                       | 0.187           | 3.242           | 0.417                       | 0.245           |
| 3.173                              | 0.138                       | 0.166           | 3.361           | 0.284                       | 0.187           | 3.355           | 0.421                       | 0.248           |
| 3.286                              | 0.138                       | 0.171           | 3.475           | 0.284                       | 0.187           | 3.471           | 0.422                       | 0.250           |
| 3.400                              | 0.138                       | 0.171           | 3.591           | 0.284                       | 0.187           | 3.582           | 0.421                       | 0.253           |
| 3.513                              | 0.138                       | 0.171           | 3.705           | 0.283                       | 0.187           | 3.698           | 0.421                       | 0.253           |
| 3.630                              | 0.138                       | 0.171           | 3.821           | 0.281                       | 0.187           | 3.813           | 0.419                       | 0.255           |
| 3.745                              | 0.137                       | 0.173           | 3.938           | 0.279                       | 0.187           | 3.929           | 0.418                       | 0.258           |
| 3.860                              | 0.137                       | 0.176           | 4.052           | 0.277                       | 0.189           | 4.043           | 0.417                       | 0.258           |
| 3.971                              | 0.136                       | 0.178           | 4.168           | 0.276                       | 0.187           | 4.158           | 0.417                       | 0.260           |

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA12

Campione 3

Profondità da m 33.50 a m 33.80

**RISULTATI DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)**

Data inizio prova 13/3/2006

Data fine prova 16/3/2006

| Provino 1                          |                             |                 | 2               |                             |                 | 3               |                             |                 |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| $\sigma'$ [N/mm <sup>2</sup> ] 0.2 |                             |                 | 0.4             |                             |                 | 0.6             |                             |                 |
| $\delta_o$ [mm]                    | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] |
| 4.085                              | 0.136                       | 0.181           | 4.279           | 0.274                       | 0.192           | 4.274           | 0.417                       | 0.263           |
| 4.199                              | 0.135                       | 0.188           | 4.396           | 0.274                       | 0.192           | 4.390           | 0.414                       | 0.265           |
| 4.315                              | 0.135                       | 0.188           | 4.509           | 0.274                       | 0.199           | 4.506           | 0.413                       | 0.267           |
| 4.428                              | 0.135                       | 0.193           | 4.626           | 0.274                       | 0.202           | 4.621           | 0.413                       | 0.270           |
| 4.541                              | 0.135                       | 0.196           | 4.740           | 0.275                       | 0.204           | 4.737           | 0.414                       | 0.272           |
| 4.658                              | 0.134                       | 0.201           | 4.853           | 0.275                       | 0.207           | 4.853           | 0.413                       | 0.275           |
| 4.772                              | 0.134                       | 0.206           | 4.970           | 0.276                       | 0.207           | 4.969           | 0.412                       | 0.277           |

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13 Campione 1 Profondità da m 11.00 a m 11.30

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 13/3/2006

Data di apertura 13/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 23 cm

Condizioni campione Cattive

Prove eseguite  $\gamma_s$ , G, w

**R<sub>p</sub>** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Ghiaia sabbiosa limosa calcarenitica. Gli elementi lapidei sono a spigoli parzialmente arrotondati.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

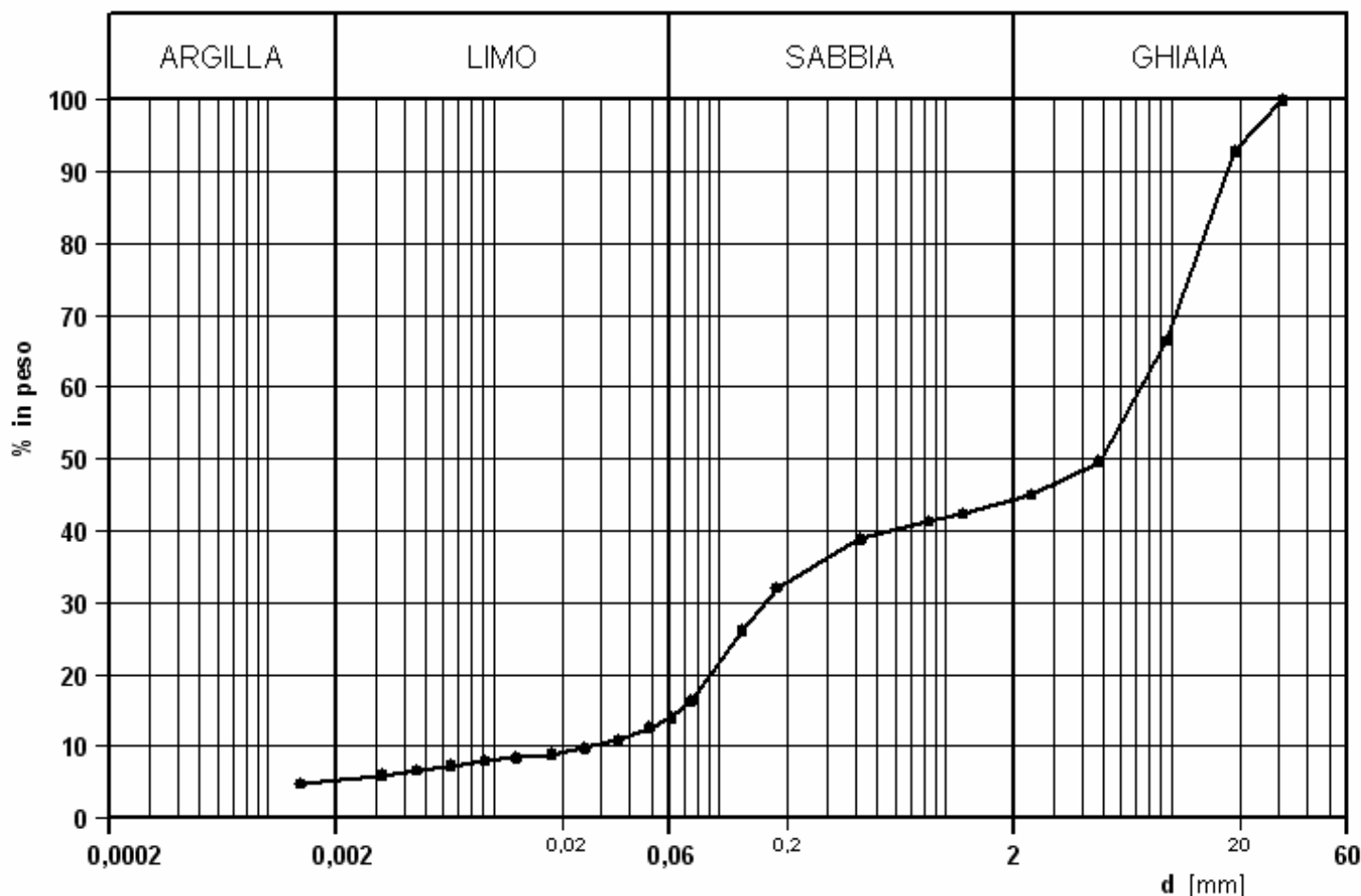
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13 Campione 1 Profondità da m 11.00 a m 11.30

Data inizio prova 17/3/2006

Data fine prova 7/4/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Ghiaia con sabbia deb. limosa deb. argillosa

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm } 5$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13 Campione 2 Profondità da m 17.00 a m 17.40

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 13/3/2006

Data di apertura 13/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 40 cm

Condizioni campione Mediocri

Prove eseguite  $\gamma_s$ , G, w

**Rp** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Sabbia limosa di colore giallastro, con noduli calcarenitici e frammenti di conchiglie.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

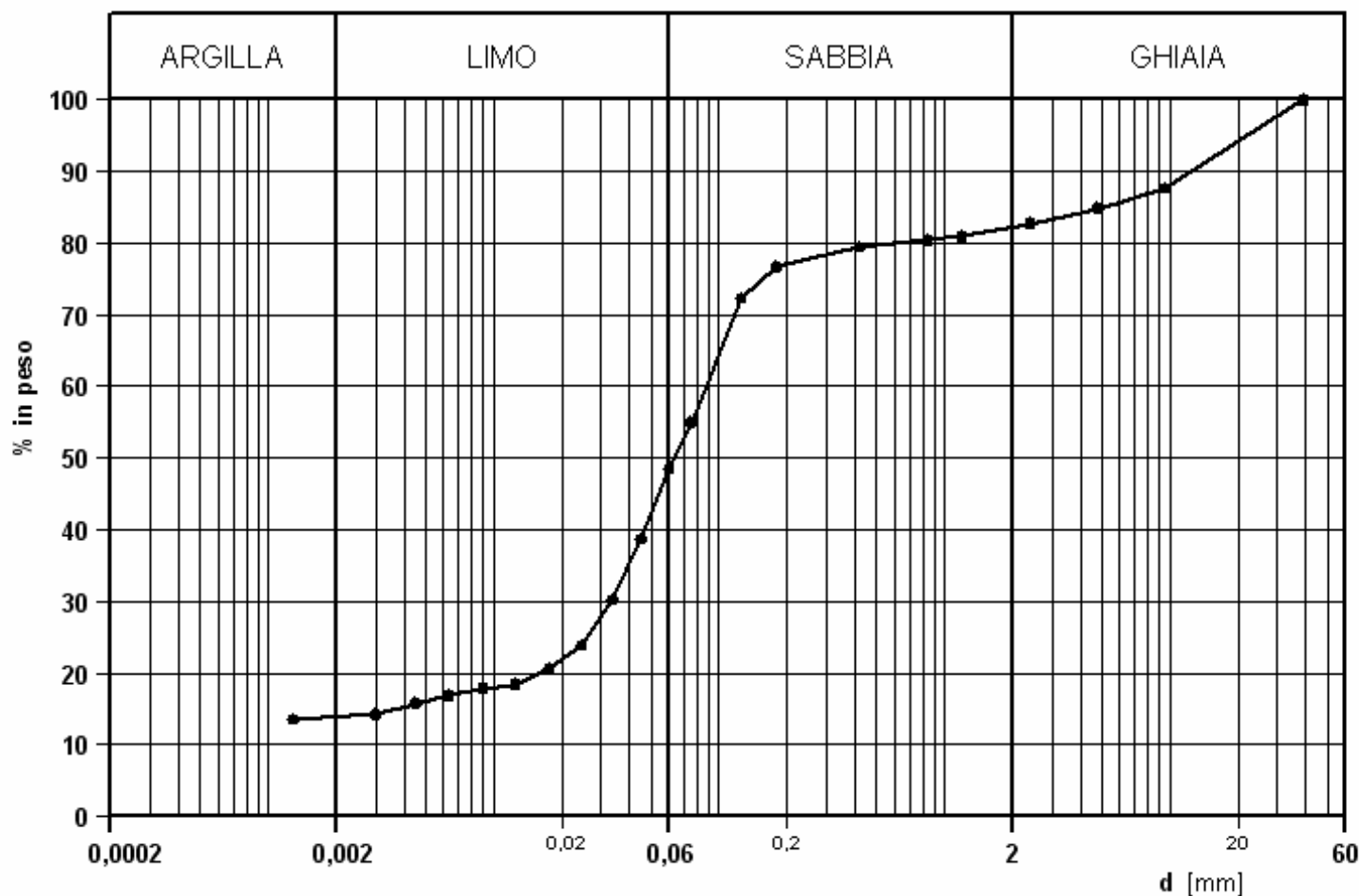
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13 Campione 2 Profondità da m 17.00 a m 17.40

Data inizio prova 20/3/2006

Data fine prova 10/4/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Limo con sabbia ghiaioso argilloso

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 14$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13 Campione 3 Profondità da m 21.20 a m 21.60

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 13/3/2006

Data di apertura 13/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 36 cm

Condizioni campione Discrete

Prove eseguite  $\gamma_s$ , G, w

**Rp** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Sabbia limosa o debolmente limosa di colore giallastro verdastro, con numerosi frammenti e gusci di conchiglie.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

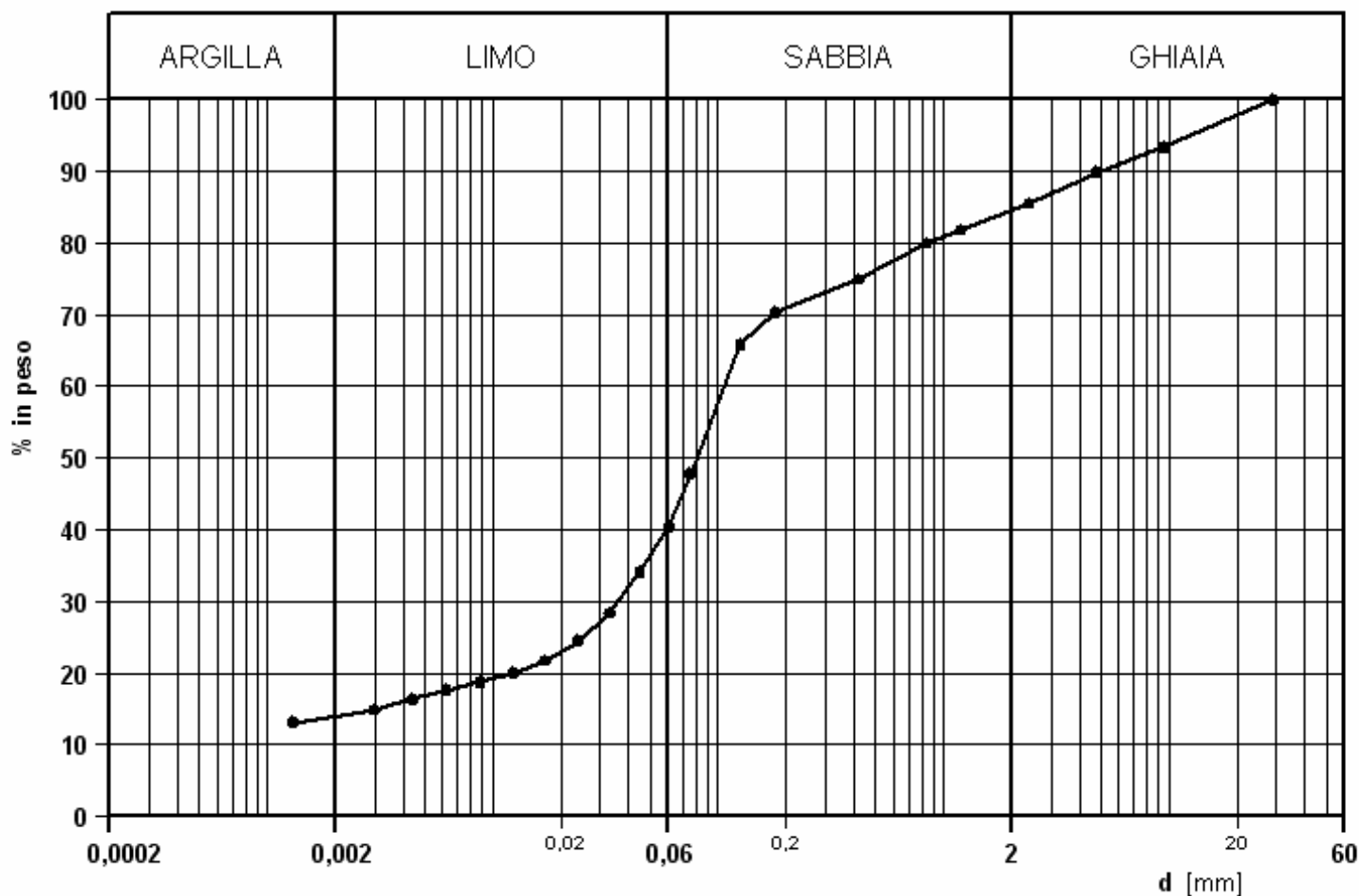
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13 Campione 3 Profondità da m 21.20 a m 21.60

Data inizio prova 17/3/2006

Data fine prova 10/4/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Sabbia con limo ghiaiosa argillosa

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 14$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13 Campione 4 Profondità da m 24.00 a m 24.50

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 13/3/2006

Data di apertura 13/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 39 cm

Condizioni campione Cattive

Prove eseguite  $\gamma$ ,  $\gamma_s$ , G, w, CE

**Rp** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Sabbia limosa di colore avana rossastro, poco consistente,  $w_n > w_p$ .

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

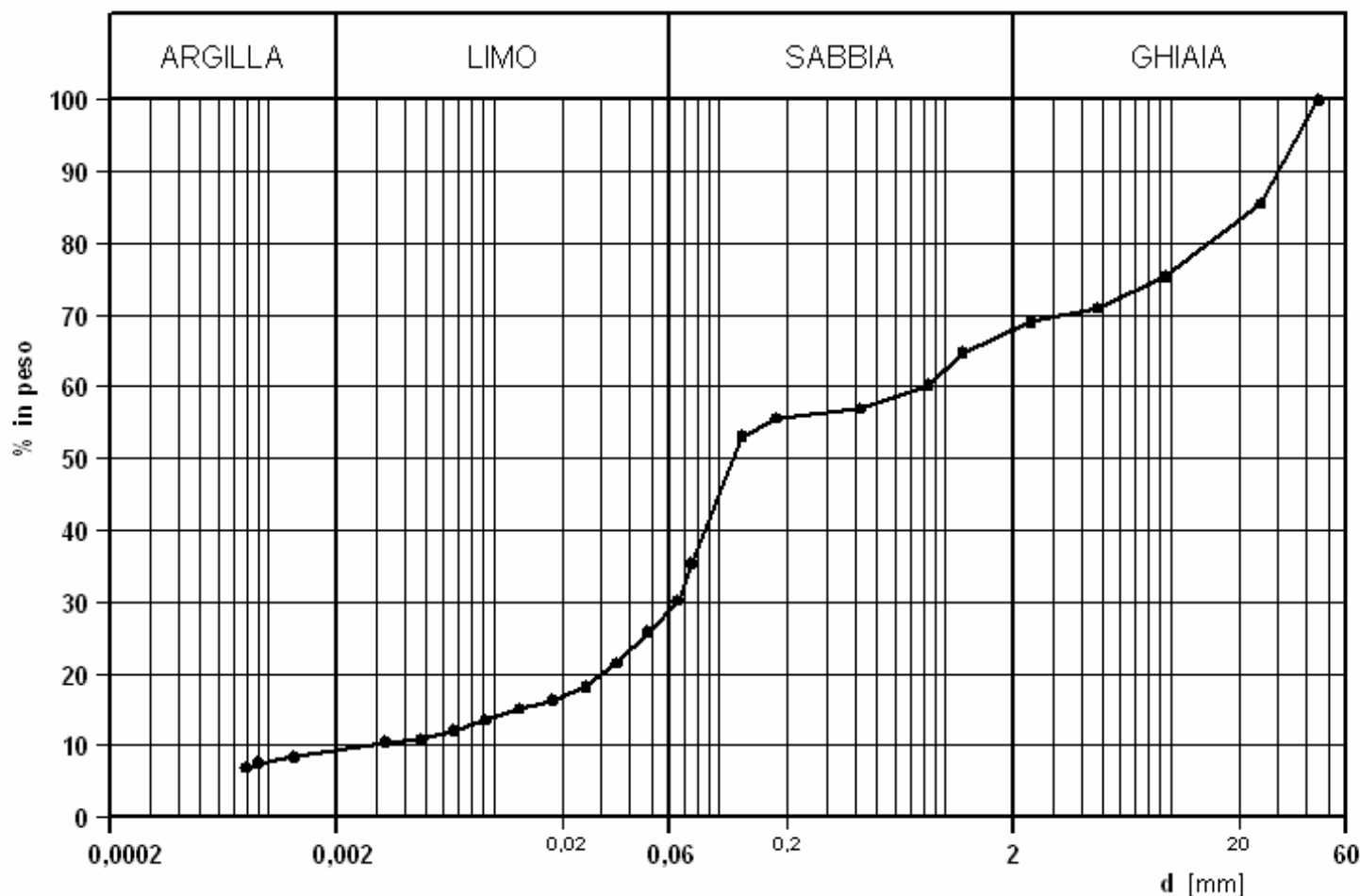
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13 Campione 4 Profondità da m 24.00 a m 24.50

Data inizio prova 15/3/2006

Data fine prova 21/3/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Sabbia con ghiaia limosa deb. argillosa

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 9$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006 ..... Certificato n° - .....

Richiedente SYSTRA S.A. ....

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo .....

Sondaggio SA13 Campione 4 Profondità da m 24.00 a m 24.50 .....

Data inizio prova 15/3/2006 ..... Data fine prova 28/3/2006 .....

### PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA - ASTM D-2435 (2004)

Dimensioni del provino: diametro  $d = 50$  mm altezza  $l_0 = 20$  mm

#### Caratteristiche iniziali

Peso dell'unità di volume  $\gamma = 20.1$  kN/m<sup>3</sup>

Peso secco dell'unità di volume  $\gamma_d = 16.2$  kN/m<sup>3</sup>

Peso specifico  $\gamma_s = 26.5$  kN/m<sup>3</sup>

Contenuto d'acqua  $w = 0.24$

Indice di porosità  $e_0 = 0.62$

Grado di saturazione  $S = 1.00$

#### Risultati della prova

Peso dell'unità di volume finale  $\gamma_f = 21.0$  kN/m<sup>3</sup>

Contenuto d'acqua finale  $w_f = 0.20$

| Pressione<br>$\sigma'$ [N/cm <sup>2</sup> ] |         | 7.5   | 15.0  | 30.0  | 62.5  | 125.0 | 250.0 | 500.0 |  |  |
|---------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|
| Indice di<br>porosità<br>$e$                | carico  | 0.590 | 0.580 | 0.566 | 0.551 | 0.531 | 0.502 | 0.462 |  |  |
|                                             | scarico | 0.484 |       |       |       |       |       |       |  |  |

Note .....

.....

Lo Sperimentatore  
Salvatore Febo

Il Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

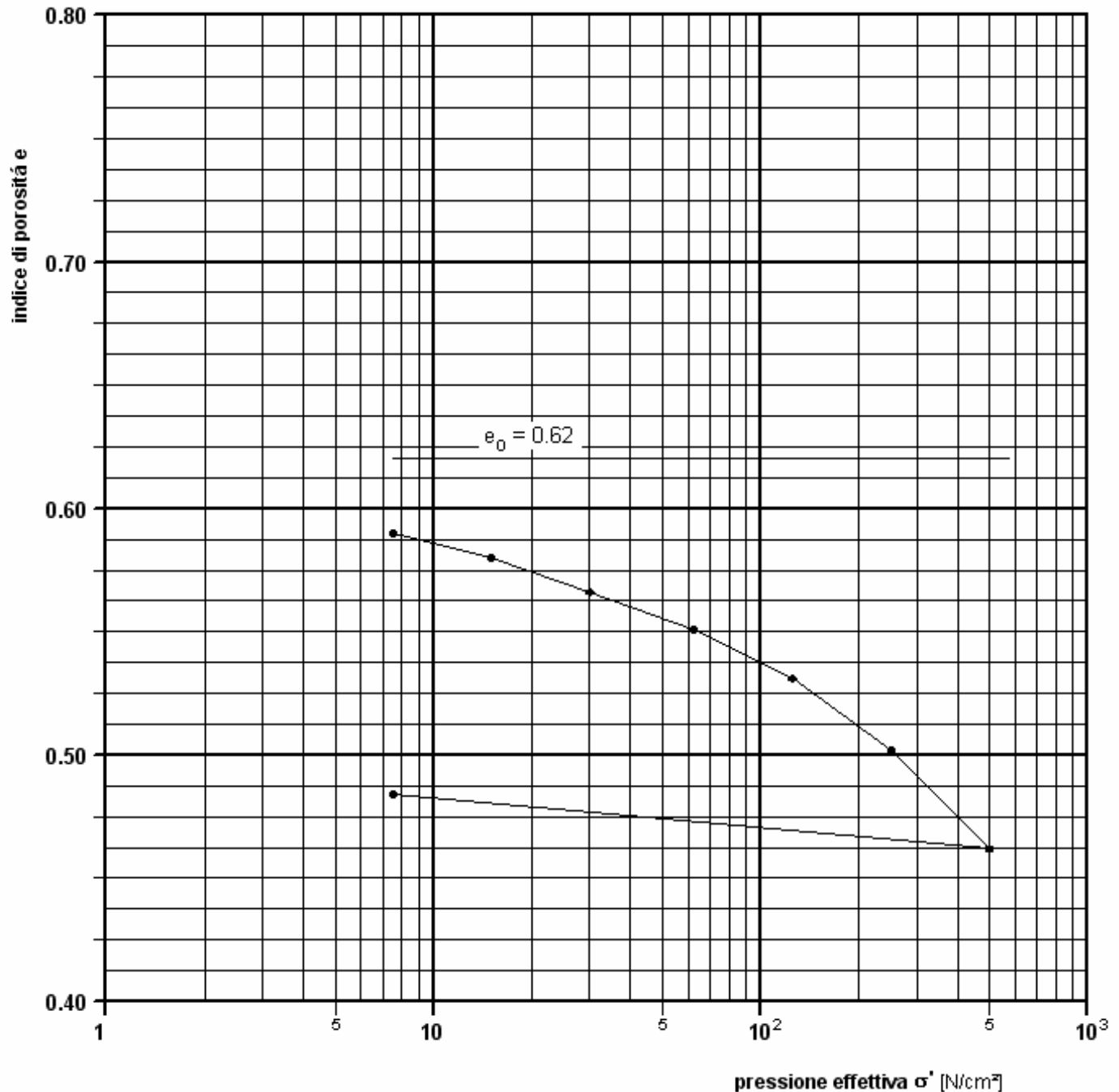
Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13 Campione 4 Profondità da m 24.00 a m 24.50

Data inizio prova 15/3/2006

Data fine prova 28/3/2006

**CURVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA - ASTM D-2435 (2004)**Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

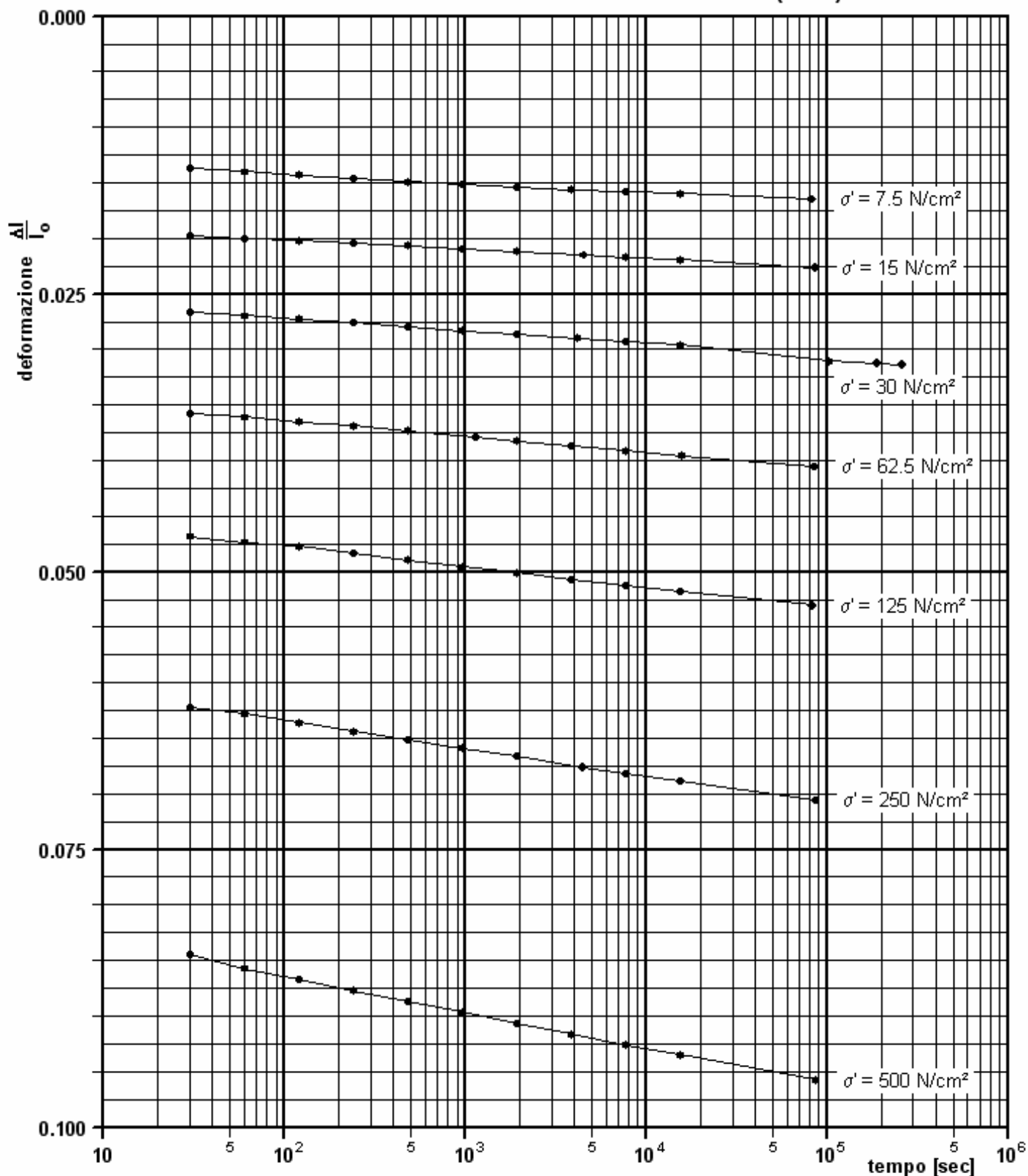
Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13 Campione 4 Profondità da m 24.00 a m 24.50

**CURVE DEFORMAZIONE-TEMPO - ASTM D-2435 (2004)**

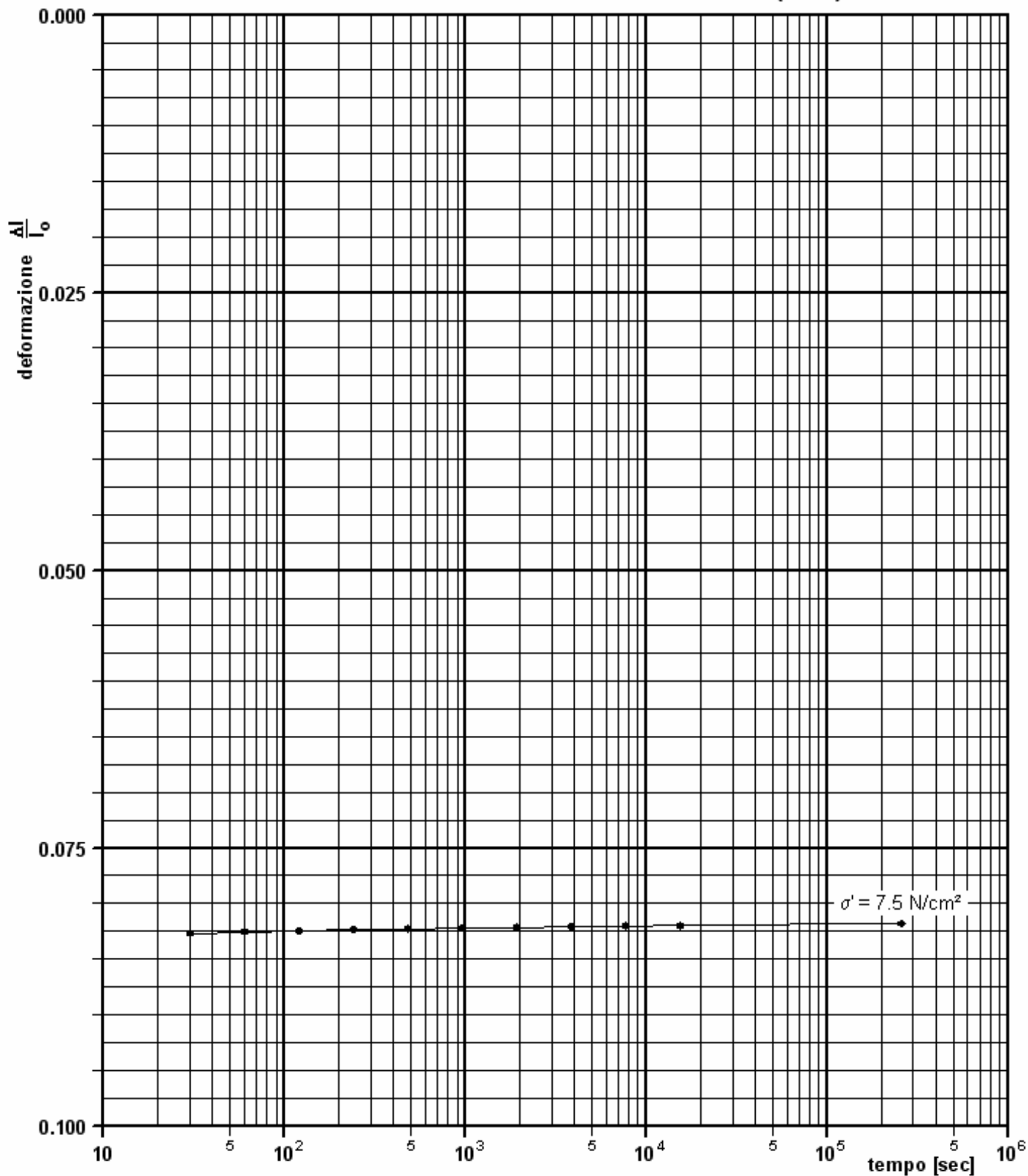
Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13 Campione 4 Profondità da m 24.00 a m 24.50

**CURVE DEFORMAZIONE-TEMPO - ASTM D-2435 (2004)**

Rif. verbale di accettazione: 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13 Campione 4 Profondità da m 24.00 a m 24.50

## PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

### GRANDEZZE CARATTERISTICHE

| $\sigma'$<br>[N/cm <sup>2</sup> ] | E <sub>ed</sub><br>[N/cm <sup>2</sup> ] | m <sub>v</sub><br>[cm <sup>2</sup> /N] | c <sub>v</sub><br>[cm <sup>2</sup> /sec] | k<br>[cm/sec] |
|-----------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|---------------|
| 7.5 ÷ 15.0                        | 1198                                    | $8.4 \times 10^{-4}$                   |                                          |               |
| 15.0 ÷ 30.0                       | 1674                                    | $6.0 \times 10^{-4}$                   |                                          |               |
| 30.0 ÷ 62.5                       | 3442                                    | $2.9 \times 10^{-4}$                   |                                          |               |
| 62.5 ÷ 125.0                      | 4799                                    | $2.1 \times 10^{-4}$                   |                                          |               |
| 125.0 ÷ 250.0                     | 6750                                    | $1.5 \times 10^{-4}$                   |                                          |               |
| 250.0 ÷ 500.0                     | 9221                                    | $1.1 \times 10^{-4}$                   |                                          |               |
|                                   |                                         |                                        |                                          |               |
|                                   |                                         |                                        |                                          |               |
|                                   |                                         |                                        |                                          |               |
|                                   |                                         |                                        |                                          |               |

note

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

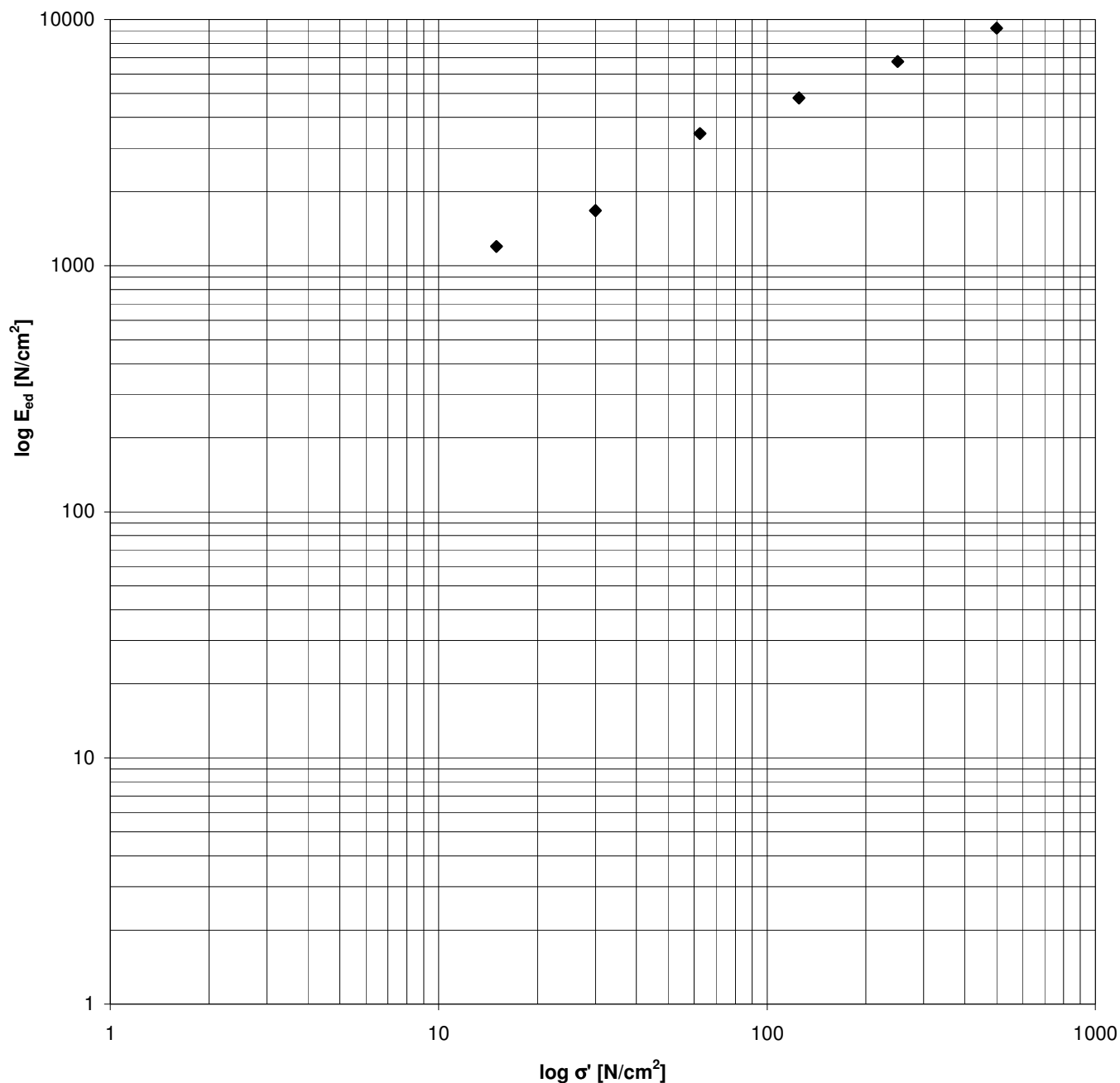
Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13 Campione 4 Profondità da m 24,00 a m 24,50

diagramma  $\log E_{ed} / \log \sigma'$ Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del Laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13 Campione 5 Profondità da m 34.40 a m 34.80

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 13/3/2006

Data di apertura 13/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 33 cm

Condizioni campione Buone

Prove eseguite  $\gamma$ ,  $\gamma_s$ , G, w,  $w_p$ ,  $w_l$ , CE, CS, TD (CD)

**R<sub>p</sub>** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Limo sabbioso argilloso di colore marrone giallastro, consistente,  $w_n \geq w_p$ , con frammenti di conchiglie.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

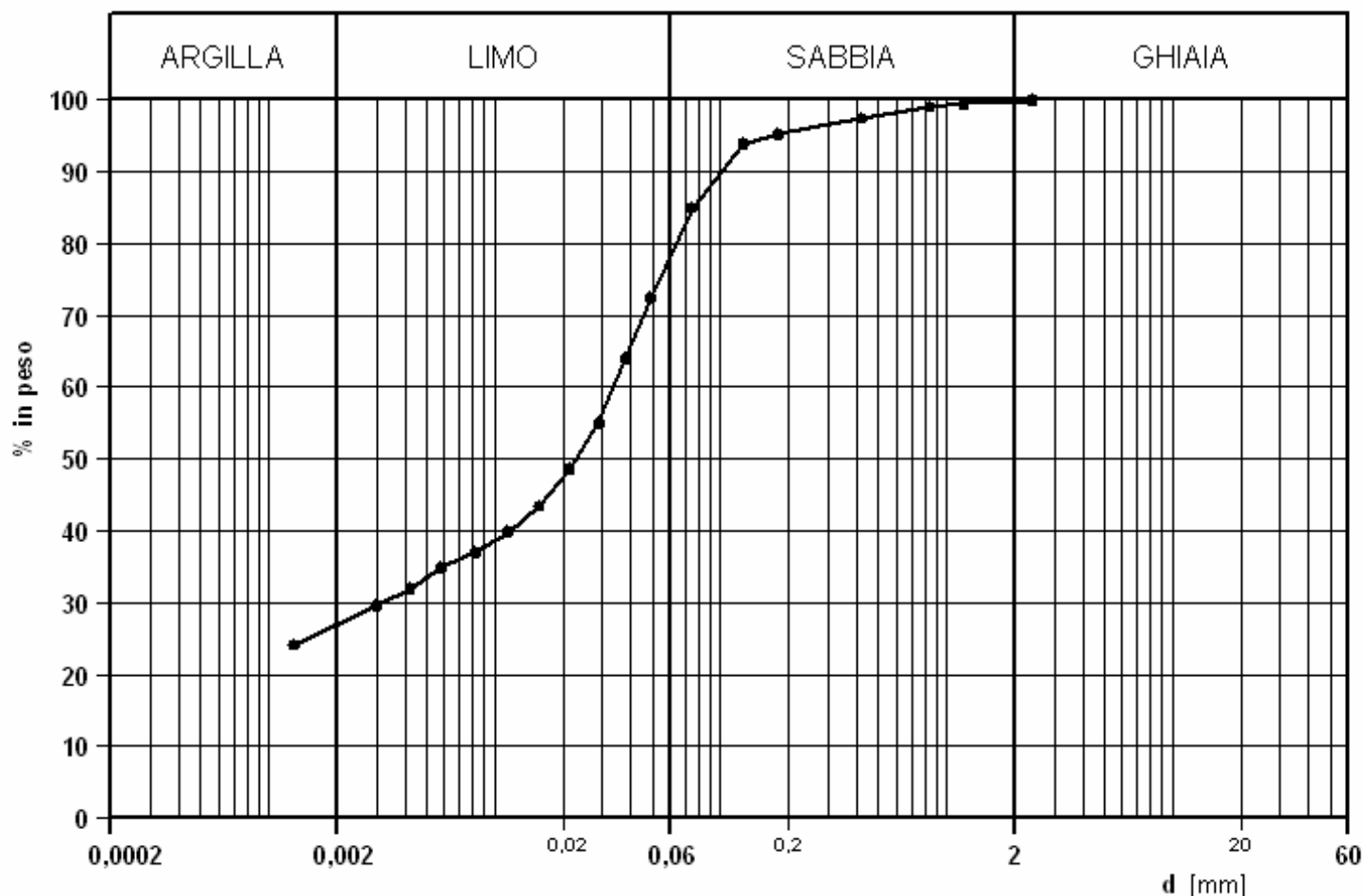
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13 Campione 5 Profondità da m 34.40 a m 34.80

Data inizio prova 17/3/2006

Data fine prova 24/3/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Limo con argilla sabbioso

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm } \dots 27$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006 ..... Certificato n° - .....

Richiedente SYSTRA S.A. ....

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo .....

Sondaggio SA13 Campione 5 Profondità da m 34.40 a m 34.80 .....

Data inizio prova 15/3/2006 ..... Data fine prova 28/3/2006 .....

### PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA - ASTM D-2435 (2004)

Dimensioni del provino: diametro  $d = 50$  mm altezza  $l_0 = 20$  mm

#### Caratteristiche iniziali

Peso dell'unità di volume  $\gamma = 20.7$  kN/m<sup>3</sup>

Peso secco dell'unità di volume  $\gamma_d = 17.1$  kN/m<sup>3</sup>

Peso specifico  $\gamma_s = 26.8$  kN/m<sup>3</sup>

Contenuto d'acqua  $w = 0.21$

Indice di porosità  $e_0 = 0.56$

Grado di saturazione  $S = 0.98$

#### Risultati della prova

Peso dell'unità di volume finale  $\gamma_f = 22.5$  kN/m<sup>3</sup>

Contenuto d'acqua finale  $w_f = 0.15$

| Pressione<br>$\sigma'$ [N/cm <sup>2</sup> ] |         | 7.5   | 15.0  | 30.0  | 62.5  | 125.0 | 250.0 | 500.0 |  |  |
|---------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|
| Indice di<br>porosità<br>$e$                | carico  | 0.517 | 0.497 | 0.466 | 0.432 | 0.391 | 0.346 | 0.295 |  |  |
|                                             | scarico | 0.353 |       |       |       |       |       |       |  |  |

Note .....

.....

Lo Sperimentatore  
Salvatore Febo

Il Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

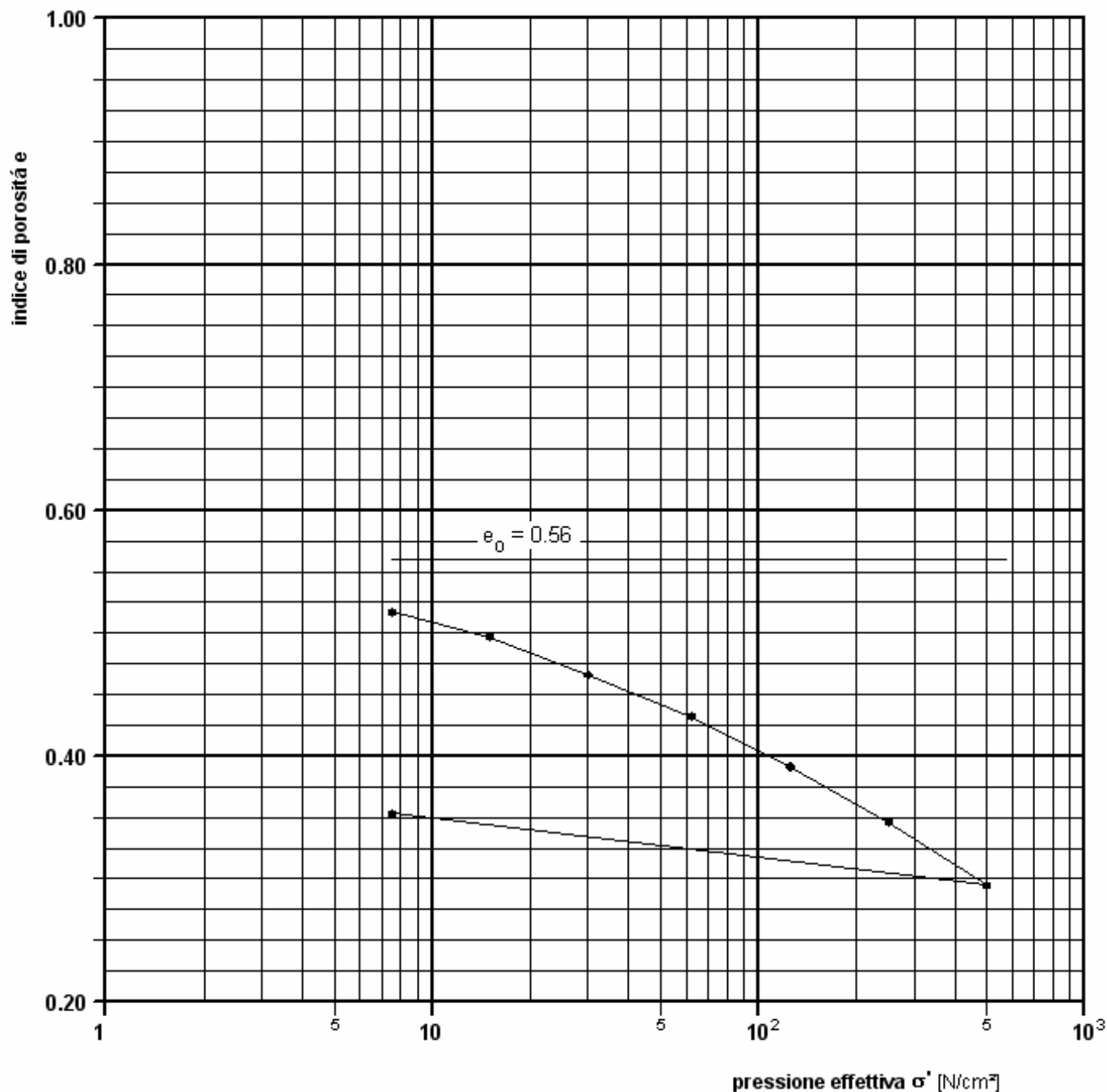
Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13 Campione 5 Profondità da m 34.40 a m 34.80

Data inizio prova 15/3/2006

Data fine prova 28/3/2006

**CURVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA - ASTM D-2435 (2004)**Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

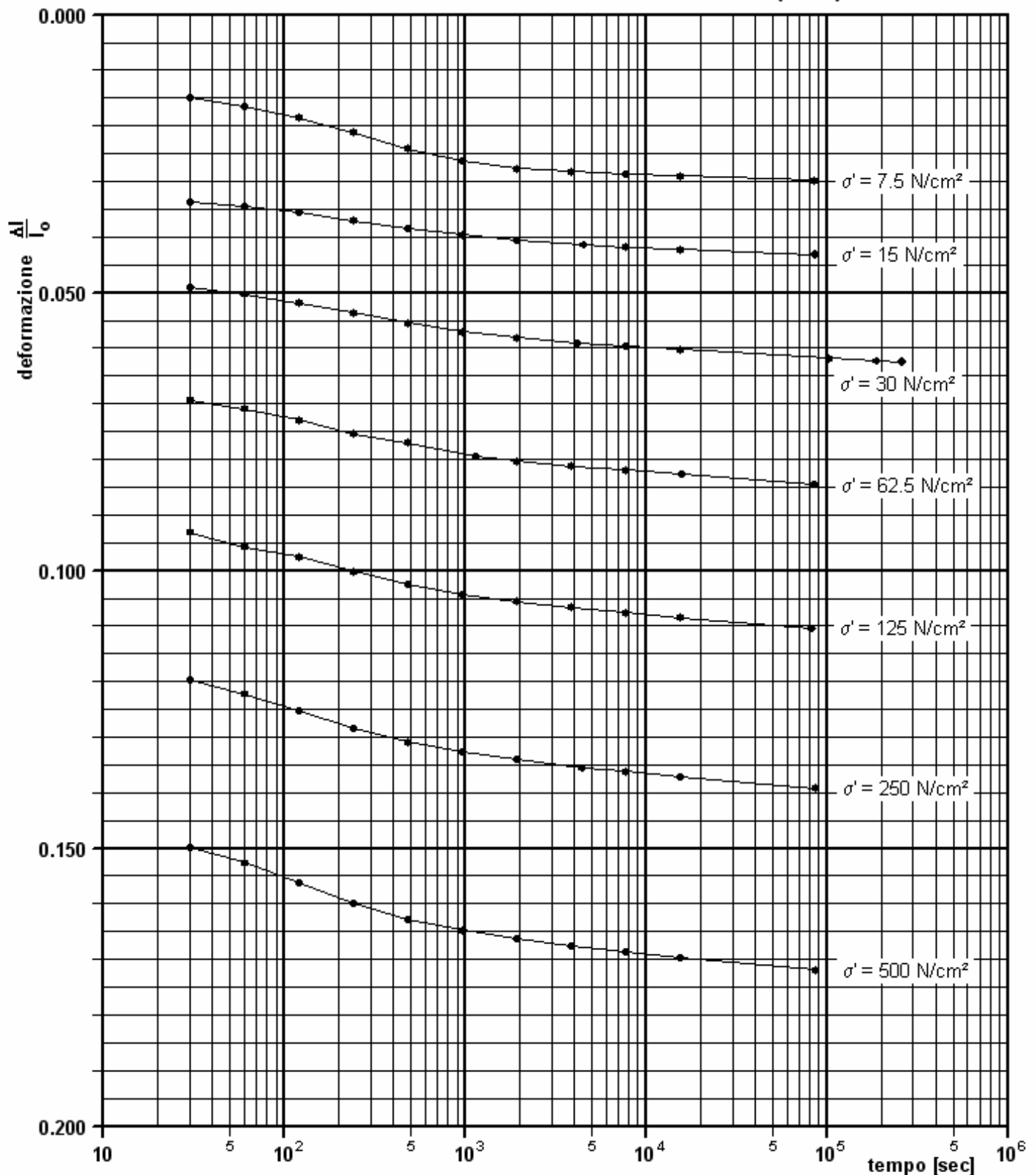
Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13 Campione 5 Profondità da m 34.40 a m 34.80

**CURVE DEFORMAZIONE-TEMPO - ASTM D-2435 (2004)**

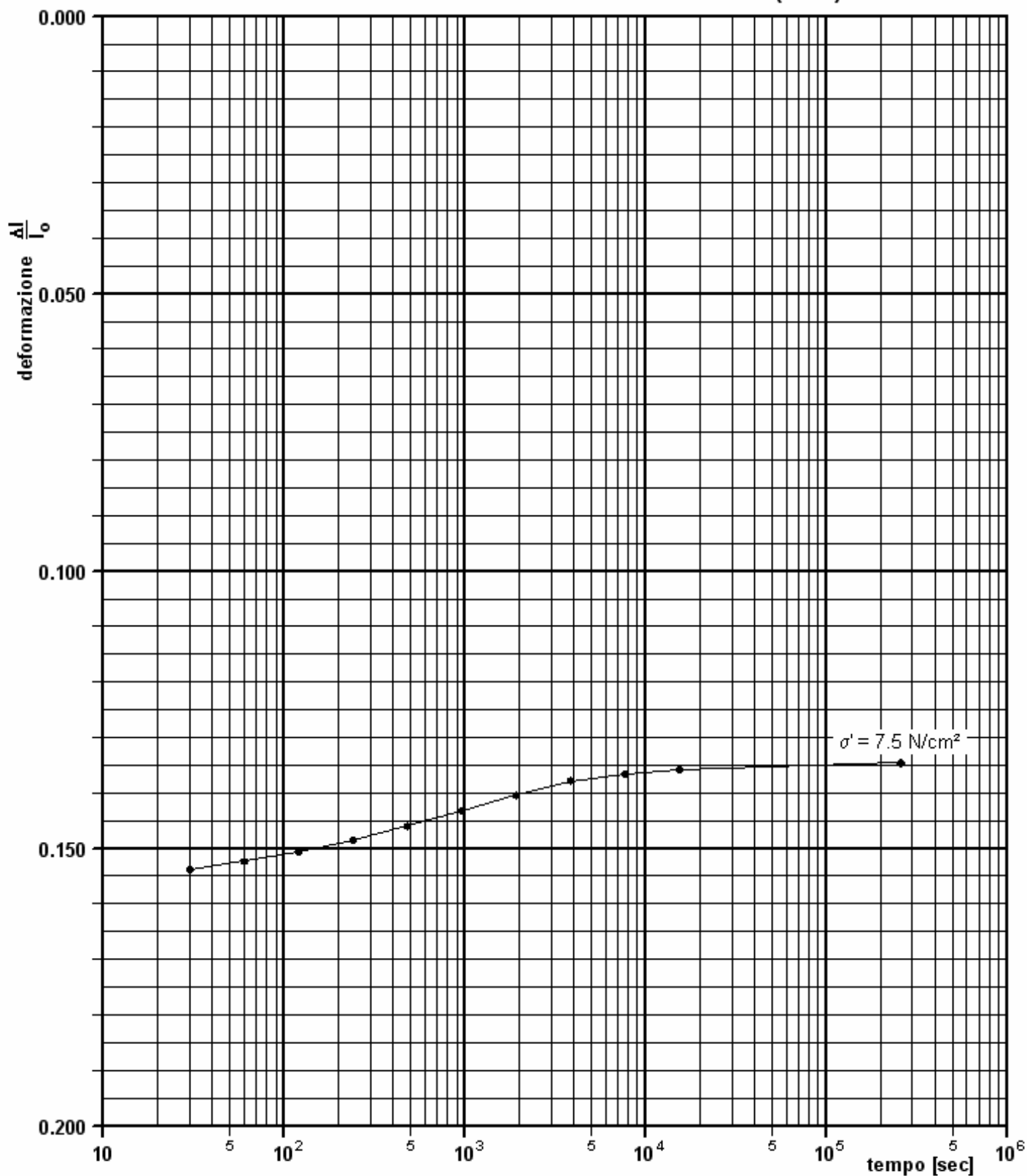
Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13 Campione 5 Profondità da m 34.40 a m 34.80

**CURVE DEFORMAZIONE-TEMPO - ASTM D-2435 (2004)**

Rif. verbale di accettazione: 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13 Campione 5 Profondità da m 34.40 a m 34.80

## PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

### GRANDEZZE CARATTERISTICHE

| $\sigma'$<br>[N/cm <sup>2</sup> ] | E <sub>ed</sub><br>[N/cm <sup>2</sup> ] | m <sub>v</sub><br>[cm <sup>2</sup> /N] | c <sub>v</sub><br>[cm <sup>2</sup> /sec] | k<br>[cm/sec]        |
|-----------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|----------------------|
| 7.5 ÷ 15.0                        | 546                                     | $1.8 \times 10^{-3}$                   |                                          |                      |
| 15.0 ÷ 30.0                       | 743                                     | $1.3 \times 10^{-3}$                   |                                          |                      |
| 30.0 ÷ 62.5                       | 1380                                    | $7.3 \times 10^{-4}$                   |                                          |                      |
| 62.5 ÷ 125.0                      | 2211                                    | $4.5 \times 10^{-4}$                   | $2.0 \times 10^{-3}$                     | $8.9 \times 10^{-9}$ |
| 125.0 ÷ 250.0                     | 3867                                    | $2.6 \times 10^{-4}$                   | $2.1 \times 10^{-3}$                     | $5.4 \times 10^{-9}$ |
| 250.0 ÷ 500.0                     | 6576                                    | $1.5 \times 10^{-4}$                   | $2.2 \times 10^{-3}$                     | $3.4 \times 10^{-9}$ |
|                                   |                                         |                                        |                                          |                      |
|                                   |                                         |                                        |                                          |                      |
|                                   |                                         |                                        |                                          |                      |
|                                   |                                         |                                        |                                          |                      |

note

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

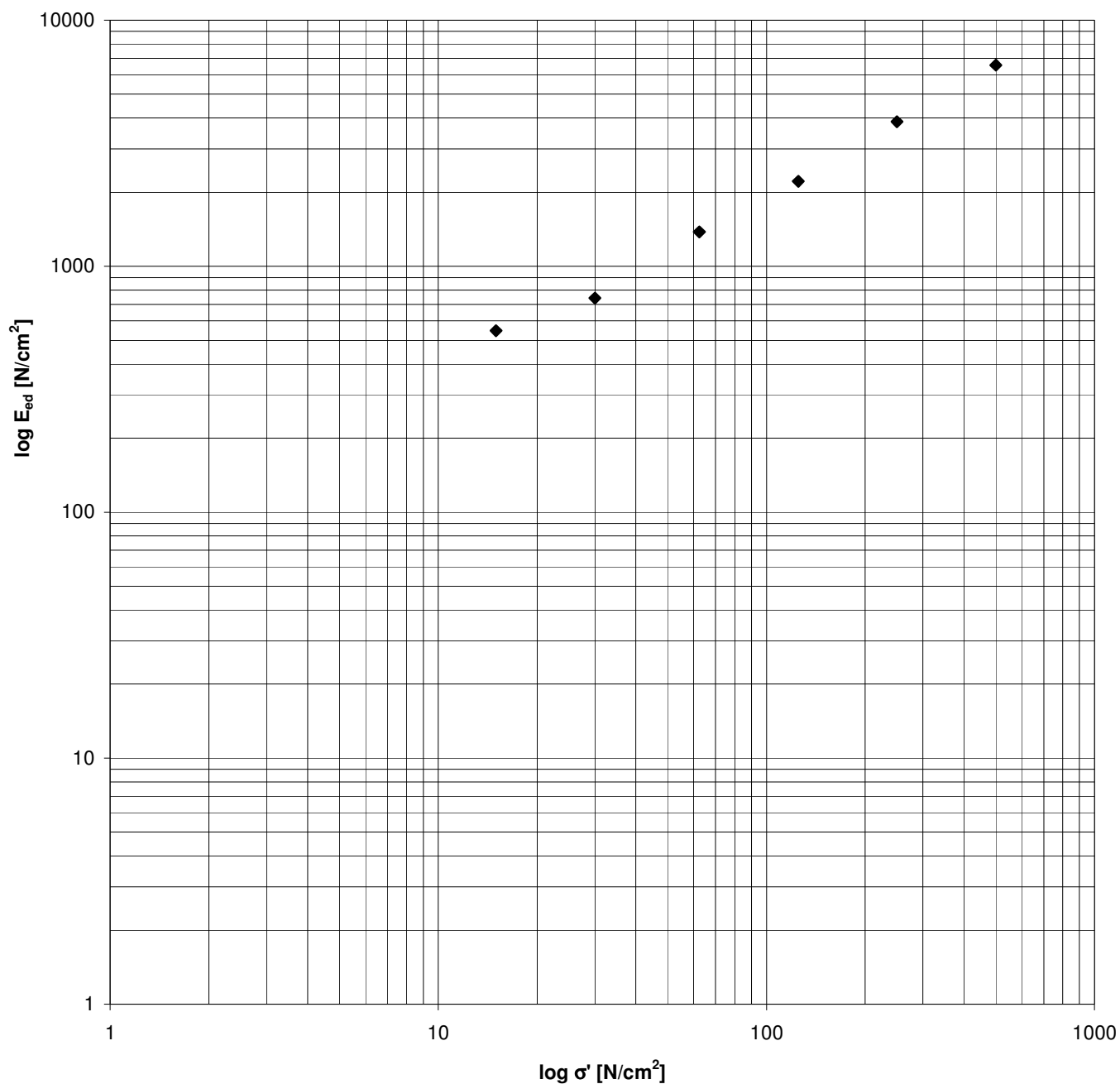
Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13 Campione 5 Profondità da m 34,40 a m 34,80

diagramma  $\log E_{ed} / \log \sigma'$ Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del Laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13 Campione 5 Profondità da m 34.40 a m 34.80

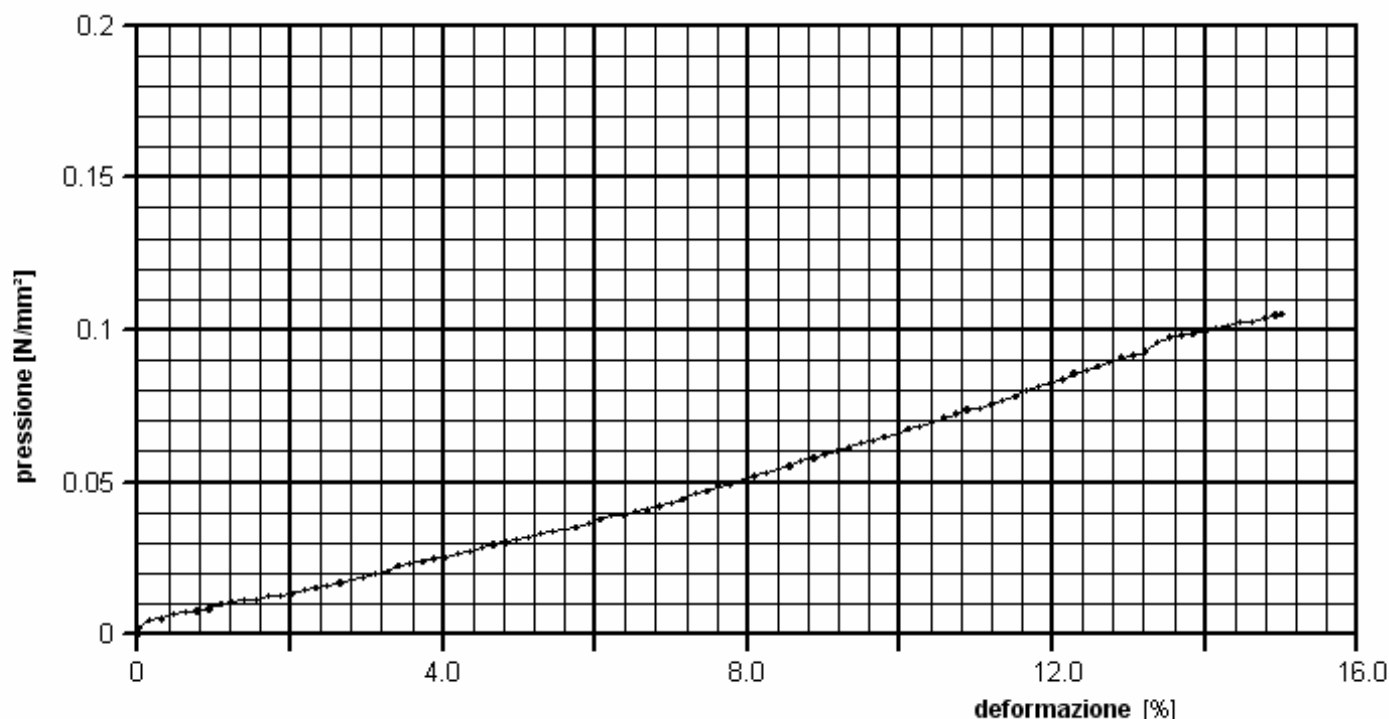
Data inizio prova 16/3/2006

Data fine prova 17/3/2006

### PROVA A COMPRESSIONE SU PROVINI CILINDRICI - ASTM D-2166 (2001)

#### CURVA PRESSIONE - DEFORMAZIONE

d = 82 mm w = 0.22

h = 171 mm  $\gamma$  = 20.6 kN/m<sup>3</sup>S<sub>0</sub> = 5281 mm<sup>2</sup> v = 1.6 mm/min<sup>1</sup>Schema  
di  
rottura

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13

Campione 5

Profondità da m 34.40 a m 34.80

**RISULTATI DELLA PROVA DI COMPRESSIONE SEMPLICE - ASTM D-2166 (2001)**

Data inizio prova 16/3/2006

Data fine prova 17/3/2006

| $\varepsilon$ [%] | $\sigma$ [N/mm <sup>2</sup> ] |
|-------------------|-------------------------------|
| 0.000             | 0.000                         |
| 0.000             | 0.002                         |
| 0.152             | 0.005                         |
| 0.304             | 0.005                         |
| 0.456             | 0.007                         |
| 0.619             | 0.007                         |
| 0.771             | 0.008                         |
| 0.923             | 0.008                         |
| 1.087             | 0.010                         |
| 1.239             | 0.010                         |
| 1.391             | 0.011                         |
| 1.555             | 0.012                         |
| 1.707             | 0.013                         |
| 1.859             | 0.013                         |
| 2.011             | 0.013                         |
| 2.175             | 0.014                         |
| 2.327             | 0.015                         |
| 2.479             | 0.016                         |
| 2.643             | 0.017                         |
| 2.795             | 0.018                         |
| 2.947             | 0.019                         |
| 3.111             | 0.020                         |
| 3.263             | 0.021                         |
| 3.415             | 0.022                         |
| 3.567             | 0.023                         |
| 3.730             | 0.024                         |
| 3.883             | 0.025                         |
| 4.035             | 0.025                         |
| 4.198             | 0.026                         |
| 4.350             | 0.027                         |
| 4.502             | 0.029                         |
| 4.654             | 0.030                         |
| 4.818             | 0.030                         |
| 4.970             | 0.031                         |
| 5.122             | 0.032                         |
| 5.286             | 0.033                         |
| 5.438             | 0.034                         |
| 5.590             | 0.035                         |
| 5.742             | 0.035                         |
| 5.906             | 0.037                         |
| 6.058             | 0.038                         |
| 6.210             | 0.039                         |

| $\varepsilon$ [%] | $\sigma$ [N/mm <sup>2</sup> ] |
|-------------------|-------------------------------|
| 6.374             | 0.039                         |
| 6.526             | 0.040                         |
| 6.678             | 0.041                         |
| 6.842             | 0.042                         |
| 6.994             | 0.043                         |
| 7.146             | 0.045                         |
| 7.309             | 0.046                         |
| 7.461             | 0.047                         |
| 7.614             | 0.049                         |
| 7.766             | 0.049                         |
| 7.929             | 0.050                         |
| 8.081             | 0.052                         |
| 8.233             | 0.053                         |
| 8.397             | 0.054                         |
| 8.549             | 0.055                         |
| 8.701             | 0.057                         |
| 8.865             | 0.058                         |
| 9.017             | 0.059                         |
| 9.169             | 0.060                         |
| 9.333             | 0.061                         |
| 9.485             | 0.063                         |
| 9.637             | 0.064                         |
| 9.789             | 0.065                         |
| 9.953             | 0.066                         |
| 10.105            | 0.067                         |
| 10.257            | 0.068                         |
| 10.421            | 0.070                         |
| 10.573            | 0.071                         |
| 10.725            | 0.073                         |
| 10.877            | 0.074                         |
| 11.040            | 0.074                         |
| 11.192            | 0.076                         |
| 11.345            | 0.077                         |
| 11.508            | 0.078                         |
| 11.660            | 0.080                         |
| 11.812            | 0.082                         |
| 11.976            | 0.083                         |
| 12.128            | 0.084                         |
| 12.280            | 0.086                         |
| 12.444            | 0.087                         |
| 12.596            | 0.088                         |
| 12.748            | 0.090                         |

| $\varepsilon$ [%] | $\sigma$ [N/mm <sup>2</sup> ] |
|-------------------|-------------------------------|
| 12.900            | 0.091                         |
| 13.064            | 0.092                         |
| 13.216            | 0.093                         |
| 13.368            | 0.096                         |
| 13.532            | 0.098                         |
| 13.684            | 0.098                         |
| 13.836            | 0.099                         |
| 14.000            | 0.100                         |
| 14.152            | 0.100                         |
| 14.304            | 0.101                         |
| 14.467            | 0.103                         |
| 14.619            | 0.103                         |
| 14.771            | 0.104                         |
| 14.923            | 0.105                         |
| 14.999            | 0.105                         |

Lo Sperimentatore  
Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Richiedente SYSTRA S.A.

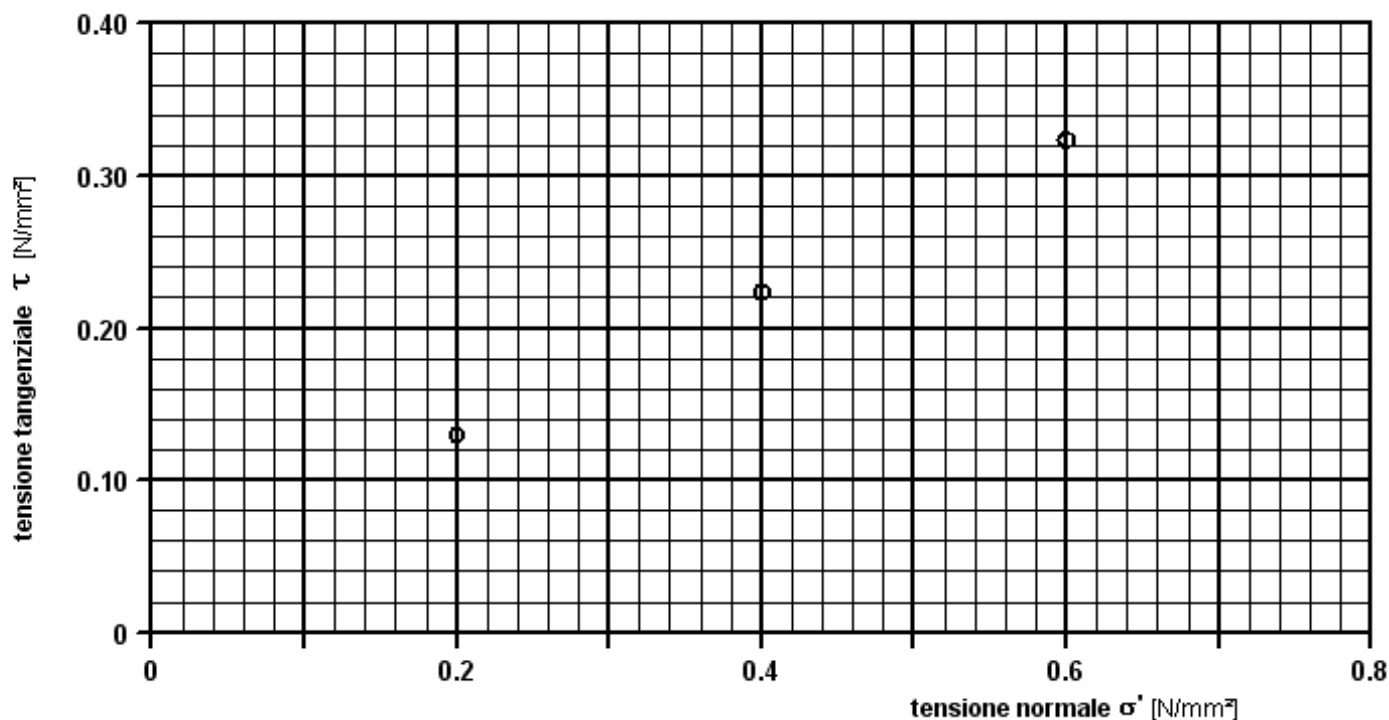
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13 Campione 5 Profondità da m 34.40 a m 34.80

Data inizio prova 15/3/2006

Data fine prova 21/3/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0.002 mm/1'

| Provino | $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\tau_f$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_{of}$<br>[mm] |
|---------|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1       | 20.8                             | 17.3                               | 0.35  | 1.00 | 0.20  | 0.20  | 0.130                            | 0.20                              | 2.17                  |
| 2       | 20.7                             | 17.1                               | 0.36  | 1.00 | 0.21  | 0.19  | 0.224                            | 0.40                              | 2.88                  |
| 3       | 20.7                             | 17.1                               | 0.36  | 1.00 | 0.21  | 0.18  | 0.324                            | 0.60                              | 2.78                  |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |

Note Prova consolidata drenata

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

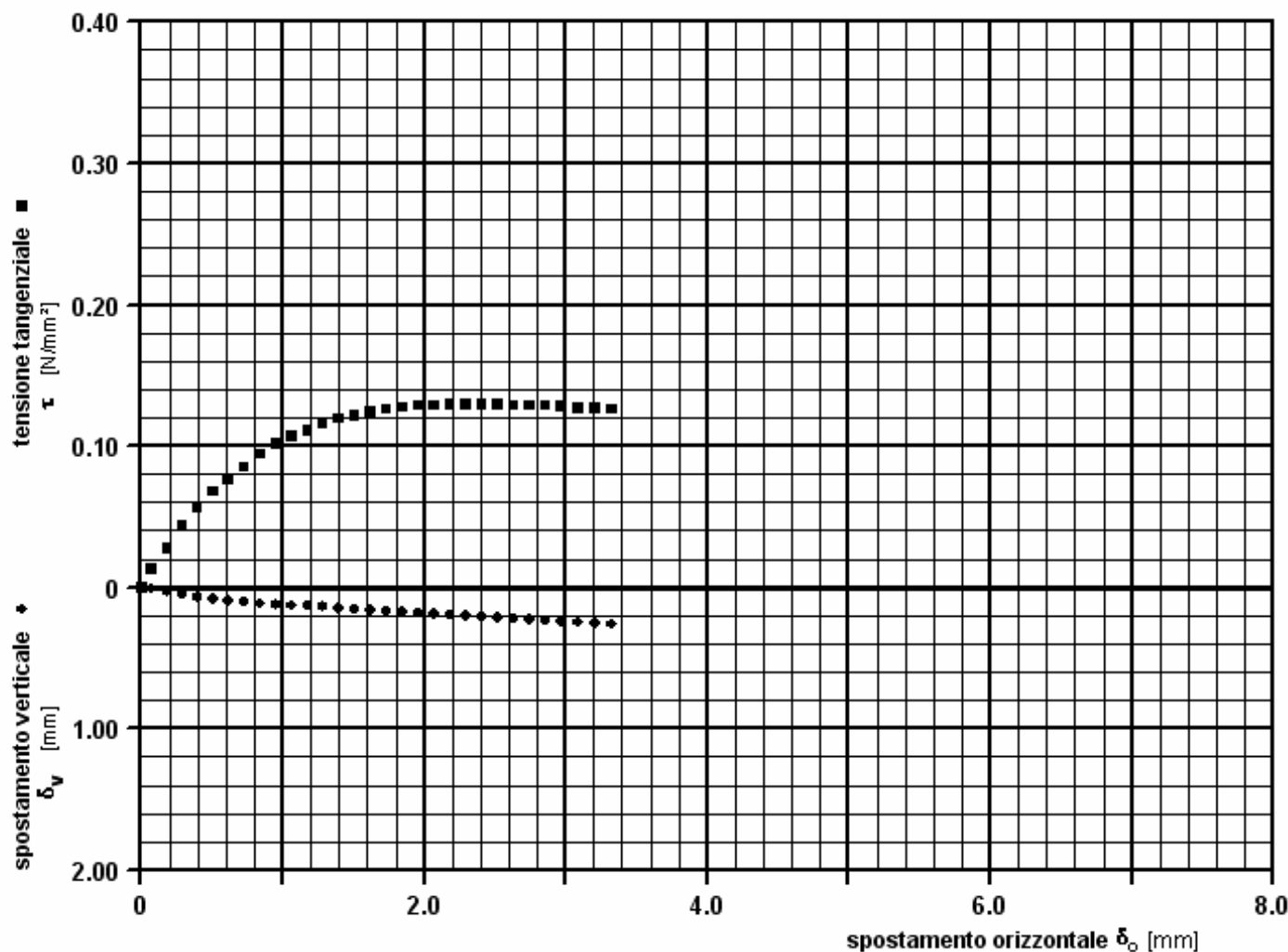
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13 Campione 5/1 Profondità da m 34.40 a m 34.80

Data inizio prova 15/3/2006

Data fine prova 21/3/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0.002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = cm diametro = 6.00 cm altezza = 1.95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------------------------|
| 20.8                             | 17.3                               | 0.35  | 1.00 | 0.20  | 0.20  | 0.20                              |

Note Provino di forma cilindrica

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

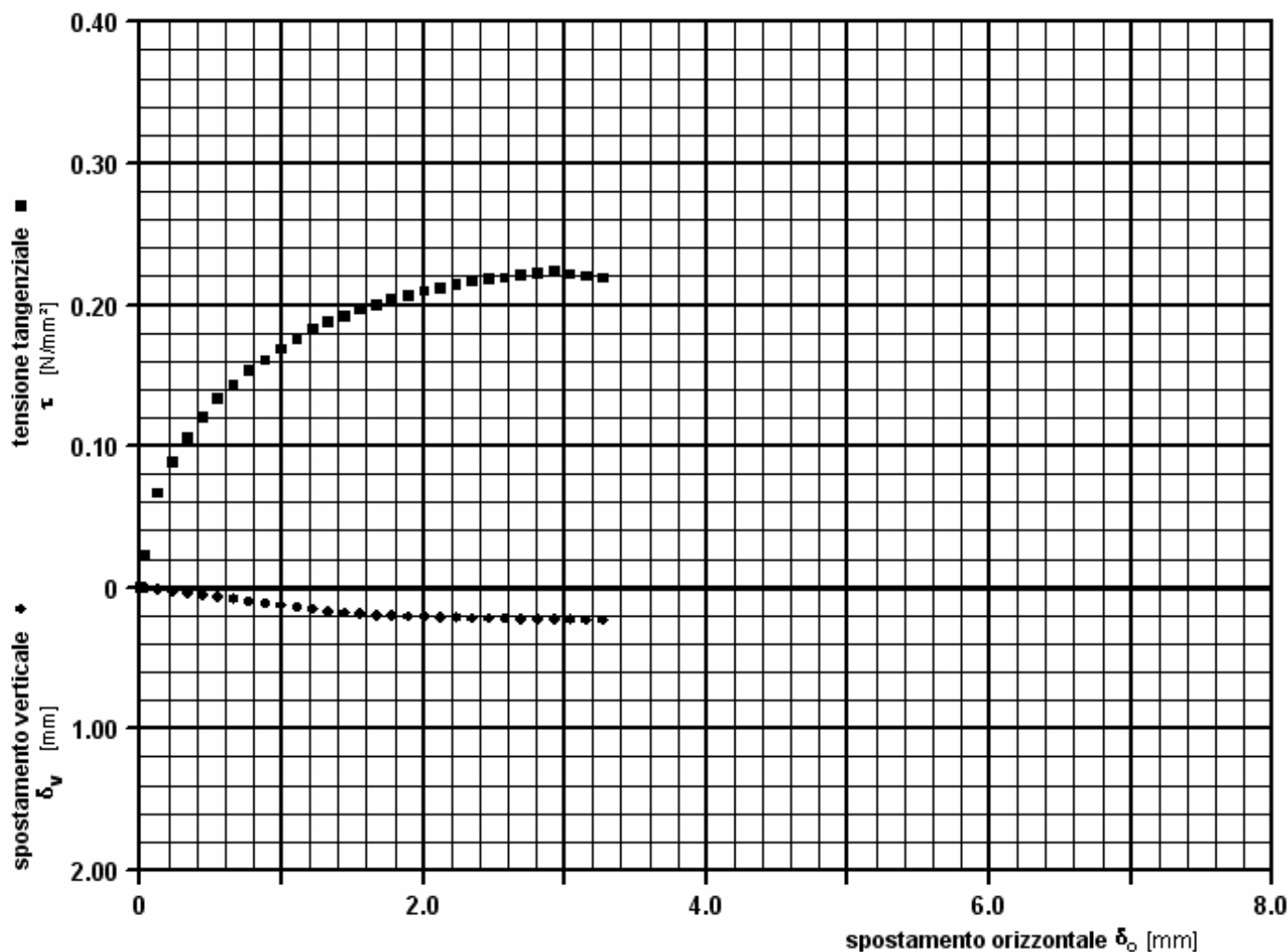
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13 Campione 5/2 Profondità da m 34.40 a m 34.80

Data inizio prova 15/3/2006

Data fine prova 21/3/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0.002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = cm diametro = 6.00 cm altezza = 1.95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------------------------|
| 20.7                             | 17.1                               | 0.36  | 1.00 | 0.21  | 0.19  | 0.40                              |

Note Provino di forma cilindrica

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

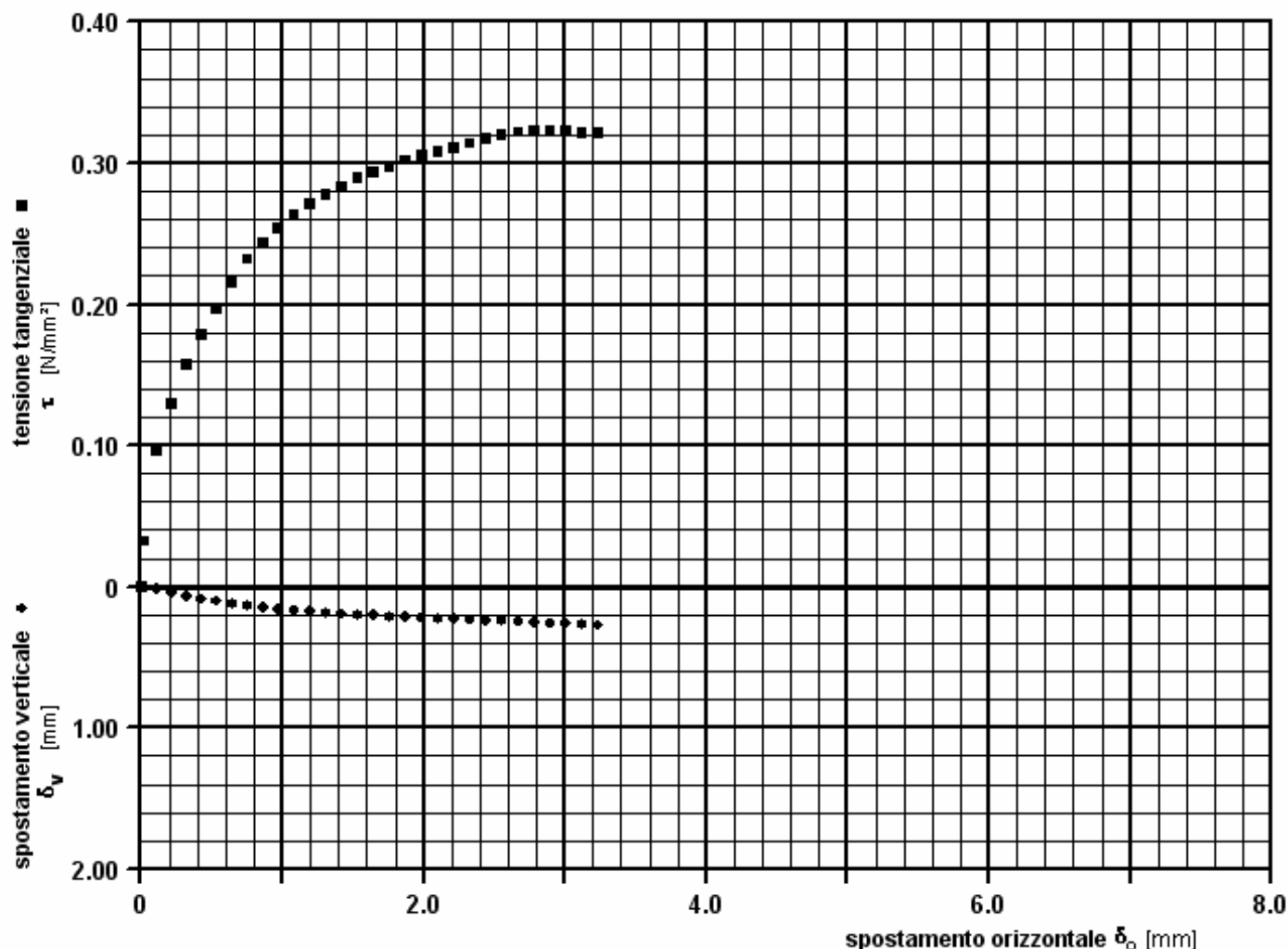
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13 Campione 5/3 Profondità da m 34.40 a m 34.80

Data inizio prova 15/3/2006

Data fine prova 21/3/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0.002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = cm diametro = 6.00 cm altezza = 1.95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------------------------|
| 20.7                             | 17.1                               | 0.36  | 1.00 | 0.21  | 0.18  | 0.60                              |

Note Provino di forma cilindrica

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA13

Campione 5

Profondità da m 34.40 a m 34.80

**RISULTATI DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)**

Data inizio prova 15/3/2006

Data fine prova 21/3/2006

| Provino 1                          |                             |                 | 2               |                             |                 | 3               |                             |                 |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| $\sigma'$ [N/mm <sup>2</sup> ] 0.2 |                             |                 | 0.4             |                             |                 | 0.6             |                             |                 |
| $\delta_o$ [mm]                    | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] |
| 0.000                              | 0.000                       | 0.000           | 0.000           | 0.000                       | 0.000           | 0.000           | 0.000                       | 0.000           |
| 0.068                              | 0.013                       | 0.005           | 0.031           | 0.023                       | 0.006           | 0.019           | 0.033                       | 0.002           |
| 0.176                              | 0.028                       | 0.024           | 0.120           | 0.067                       | 0.013           | 0.109           | 0.096                       | 0.014           |
| 0.284                              | 0.044                       | 0.046           | 0.224           | 0.089                       | 0.025           | 0.210           | 0.130                       | 0.038           |
| 0.391                              | 0.057                       | 0.066           | 0.329           | 0.106                       | 0.037           | 0.317           | 0.158                       | 0.064           |
| 0.501                              | 0.068                       | 0.078           | 0.434           | 0.121                       | 0.048           | 0.423           | 0.179                       | 0.081           |
| 0.611                              | 0.076                       | 0.090           | 0.543           | 0.134                       | 0.061           | 0.532           | 0.198                       | 0.098           |
| 0.721                              | 0.086                       | 0.097           | 0.652           | 0.144                       | 0.080           | 0.640           | 0.216                       | 0.115           |
| 0.834                              | 0.095                       | 0.107           | 0.763           | 0.154                       | 0.095           | 0.749           | 0.232                       | 0.129           |
| 0.947                              | 0.102                       | 0.113           | 0.877           | 0.161                       | 0.108           | 0.857           | 0.244                       | 0.141           |
| 1.057                              | 0.107                       | 0.120           | 0.989           | 0.169                       | 0.121           | 0.969           | 0.254                       | 0.153           |
| 1.169                              | 0.112                       | 0.126           | 1.102           | 0.176                       | 0.137           | 1.080           | 0.264                       | 0.165           |
| 1.279                              | 0.116                       | 0.133           | 1.214           | 0.183                       | 0.151           | 1.193           | 0.272                       | 0.172           |
| 1.392                              | 0.120                       | 0.140           | 1.325           | 0.188                       | 0.166           | 1.302           | 0.278                       | 0.182           |
| 1.502                              | 0.122                       | 0.147           | 1.439           | 0.192                       | 0.178           | 1.416           | 0.284                       | 0.187           |
| 1.614                              | 0.125                       | 0.154           | 1.551           | 0.197                       | 0.184           | 1.527           | 0.290                       | 0.194           |
| 1.727                              | 0.127                       | 0.161           | 1.664           | 0.200                       | 0.193           | 1.641           | 0.294                       | 0.198           |
| 1.837                              | 0.128                       | 0.167           | 1.775           | 0.204                       | 0.196           | 1.754           | 0.298                       | 0.206           |
| 1.949                              | 0.129                       | 0.174           | 1.889           | 0.207                       | 0.200           | 1.868           | 0.302                       | 0.210           |
| 2.062                              | 0.129                       | 0.181           | 2.004           | 0.210                       | 0.202           | 1.981           | 0.306                       | 0.213           |
| 2.174                              | 0.130                       | 0.188           | 2.117           | 0.212                       | 0.207           | 2.095           | 0.308                       | 0.222           |
| 2.287                              | 0.130                       | 0.194           | 2.231           | 0.215                       | 0.209           | 2.208           | 0.311                       | 0.225           |
| 2.399                              | 0.130                       | 0.201           | 2.345           | 0.217                       | 0.213           | 2.322           | 0.314                       | 0.229           |
| 2.512                              | 0.130                       | 0.208           | 2.459           | 0.218                       | 0.216           | 2.436           | 0.318                       | 0.234           |
| 2.627                              | 0.129                       | 0.215           | 2.576           | 0.219                       | 0.218           | 2.549           | 0.320                       | 0.239           |
| 2.739                              | 0.129                       | 0.222           | 2.689           | 0.221                       | 0.220           | 2.663           | 0.322                       | 0.244           |
| 2.852                              | 0.129                       | 0.229           | 2.806           | 0.223                       | 0.220           | 2.776           | 0.324                       | 0.249           |
| 2.967                              | 0.128                       | 0.235           | 2.923           | 0.224                       | 0.225           | 2.890           | 0.324                       | 0.253           |
| 3.084                              | 0.128                       | 0.242           | 3.037           | 0.222                       | 0.225           | 3.004           | 0.323                       | 0.258           |
| 3.204                              | 0.127                       | 0.249           | 3.149           | 0.221                       | 0.227           | 3.115           | 0.322                       | 0.263           |
| 3.319                              | 0.127                       | 0.255           | 3.266           | 0.219                       | 0.230           | 3.231           | 0.322                       | 0.268           |

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA14 Campione 1 Profondità da m 10.70 a m 11.00

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 13/3/2006

Data di apertura 13/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 27 cm

Condizioni campione Cattive

Prove eseguite  $\gamma_s$ , G, w

**R<sub>p</sub>** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Sabbia limosa di colore marrone giallastro, a tratti verdastro, inglobante frammenti di fossili spesso cementati in nuclei che possono raggiungere una dimensione massima di circa 5 cm.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

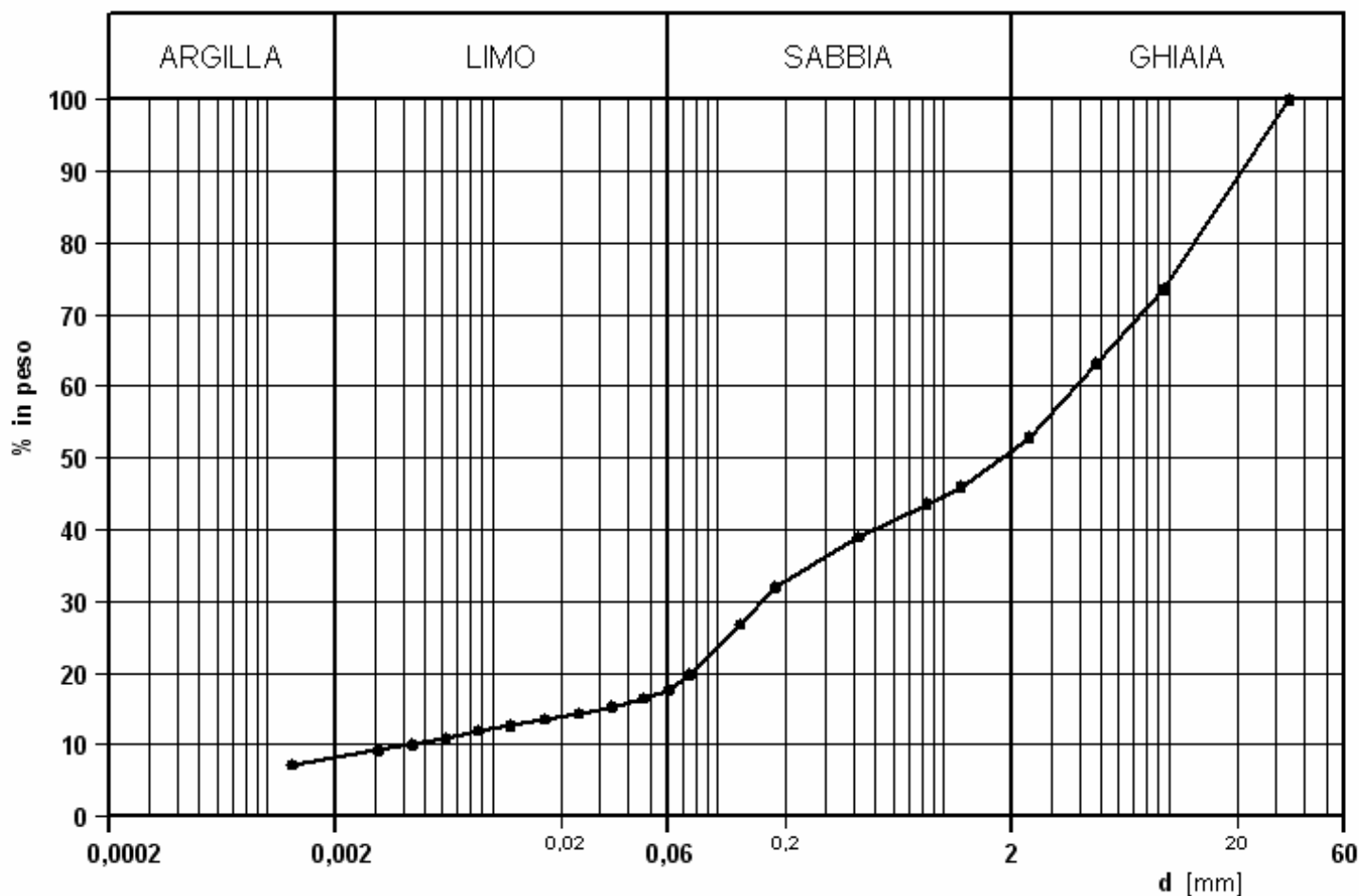
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA14 Campione 1 Profondità da m 10.70 a m 11.00

Data inizio prova 20/3/2006

Data fine prova 7/4/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Ghiaia con sabbia deb. limosa deb. argillosa

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 8$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA14 Campione 2 Profondità da m 12.60 a m 13.00

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 13/3/2006

Data di apertura 13/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 30 cm

Condizioni campione Cattive

Prove eseguite  $\gamma_s$ , G, w

**R<sub>p</sub>** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Sabbia calcarenitica di colore giallastro, inglobante frammenti di fossili spesso cementati in nuclei che possono raggiungere una dimensione massima di circa 5 cm.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

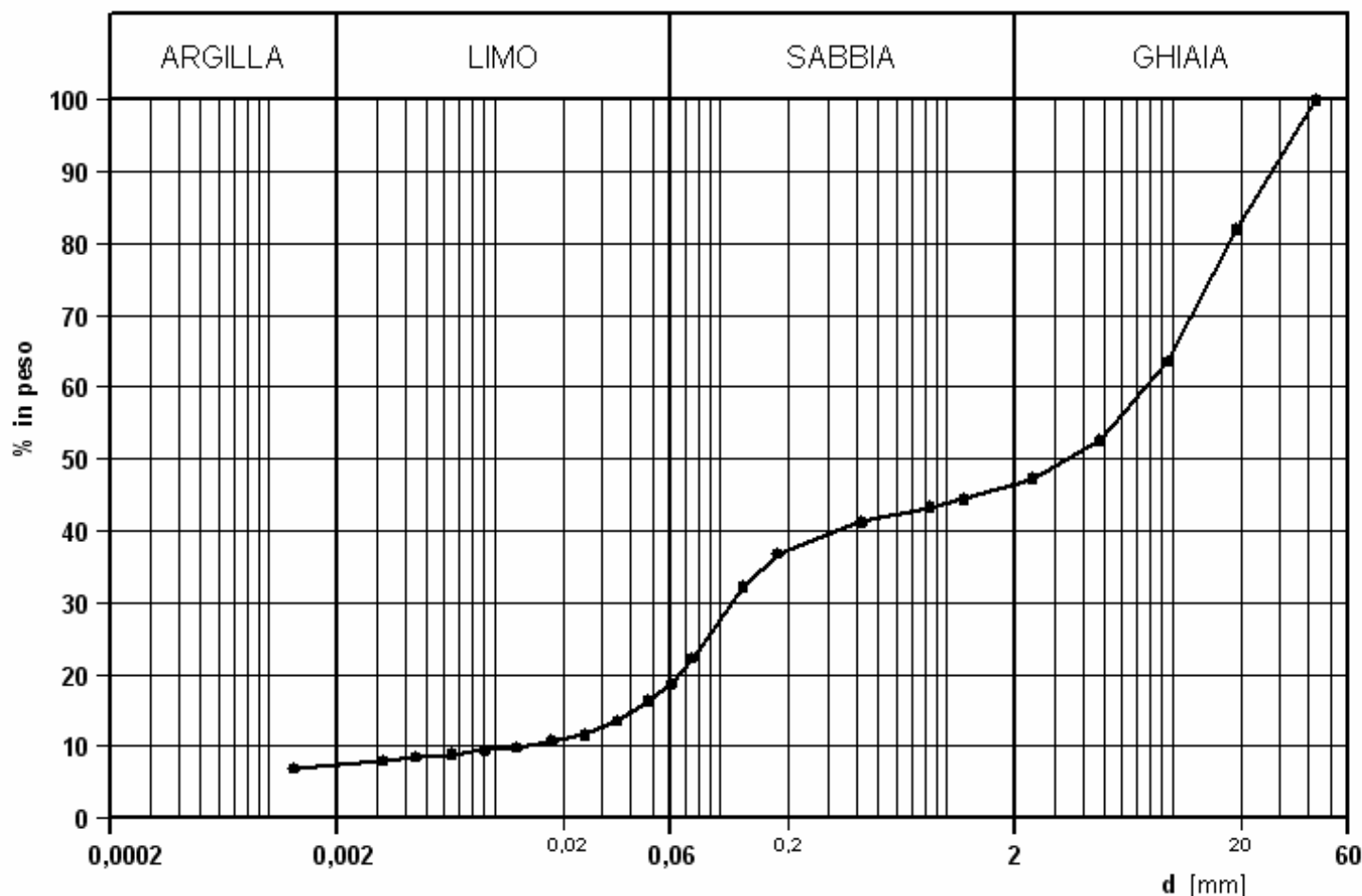
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA14 Campione 2 Profondità da m 12.60 a m 13.00

Data inizio prova 20/3/2006

Data fine prova 7/4/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Ghiaia con sabbia limosa deb. argillosa

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 7$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA14 Campione 3 Profondità da m 19.60 a m 20.00

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 13/3/2006

Data di apertura 13/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 30 cm

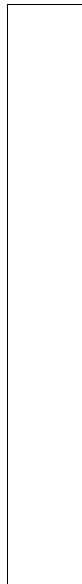
Condizioni campione Mediocri

Prove eseguite  $\gamma_s$ , G, w

**R<sub>p</sub>** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Sabbia limosa calcarenitica di colore giallo ocra, inglobante a tratti frammenti di calcarenite. Presenza di frammenti di fossili.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

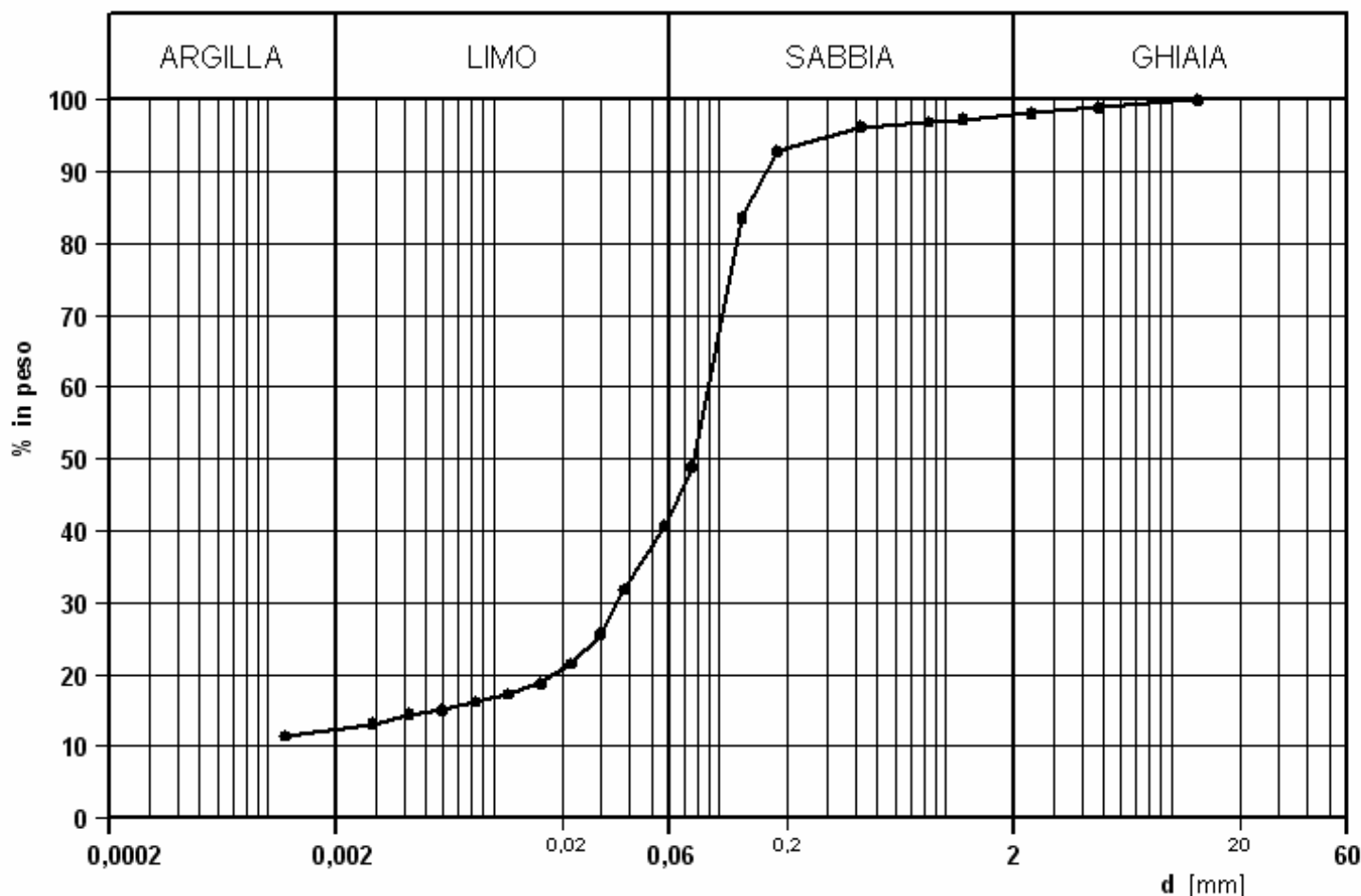
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA14 Campione 3 Profondità da m 19.60 a m 20.00

Data inizio prova 20/3/2006

Data fine prova 10/4/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Sabbia con limo argillosa

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 11$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA14 Campione 4 Profondità da m 25.50 a m 25.90

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 13/3/2006

Data di apertura 13/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 41 cm

Condizioni campione Mediocri

Prove eseguite  $\gamma_s$ , G, w

**R<sub>p</sub>** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Sabbia limosa di colore giallastro avana, poco consistente,  $w_n > w_p$ , con numerosi frammenti e gusci di conchiglie.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

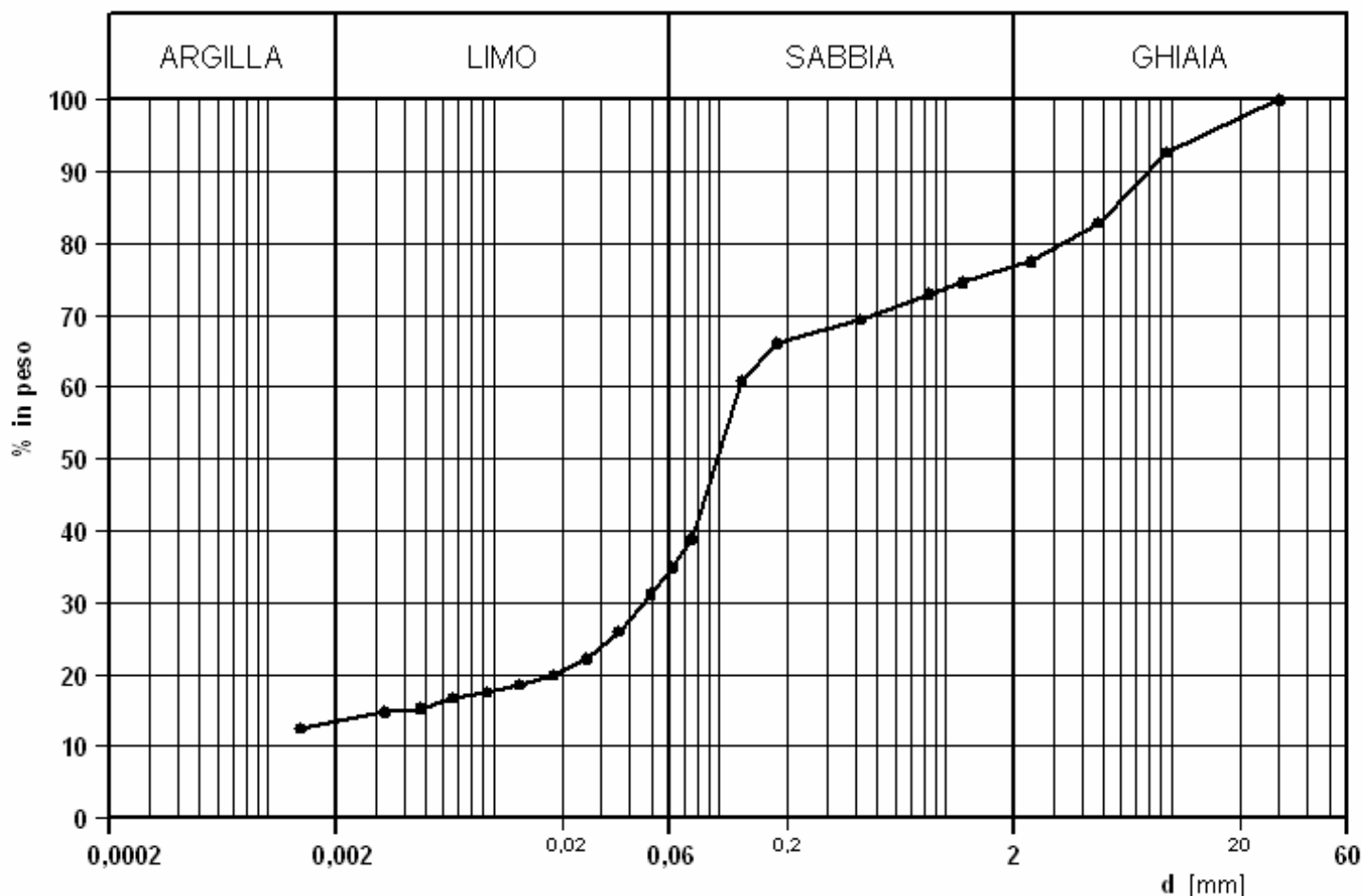
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA14 Campione 4 Profondità da m 25.50 a m 25.90

Data inizio prova 17/3/2006

Data fine prova 24/3/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Sabbia ghiaiosa limosa argillosa

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 13$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA14 Campione 5 Profondità da m 34.00 a m 34.40

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 13/3/2006

Data di apertura 13/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 40 cm

Condizioni campione Buone

Prove eseguite  $\gamma$ ,  $\gamma_s$ , G, w,  $w_p$ ,  $w_l$ , CE, CS, TD (CD)

**R<sub>p</sub>** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Sabbia limosa e limo sabbioso di colore marrone giallastro, poco consistente,  $w_n > w_p$ , con patine rossastre e minuti frammenti di conchiglie.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

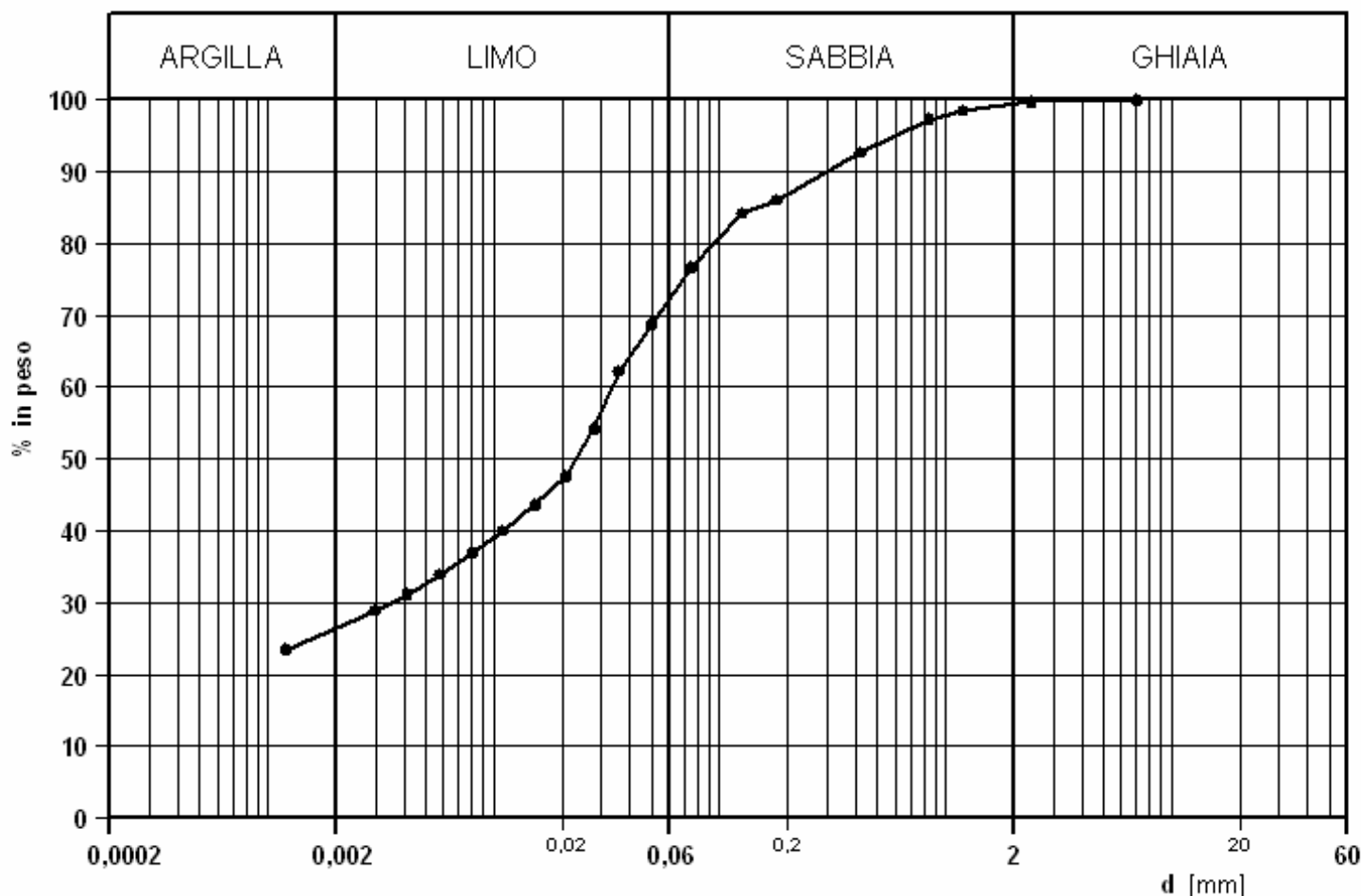
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA14 Campione 5 Profondità da m 34.00 a m 34.40

Data inizio prova 17/3/2006

Data fine prova 24/3/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Limo con sabbia con argilla

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm } \dots 27$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006 ..... Certificato n° - .....

Richiedente SYSTRA S.A. ....

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo .....

Sondaggio SA14 Campione 5 Profondità da m 34.00 a m 34.40 .....

Data inizio prova 14/3/2006 ..... Data fine prova 28/3/2006 .....

### PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA - ASTM D-2435 (2004)

Dimensioni del provino: diametro  $d = 50$  mm altezza  $l_0 = 20$  mm

#### Caratteristiche iniziali

Peso dell'unità di volume  $\gamma = 20.8$  kN/m<sup>3</sup>

Peso secco dell'unità di volume  $\gamma_d = 17.2$  kN/m<sup>3</sup>

Peso specifico  $\gamma_s = 26.7$  kN/m<sup>3</sup>

Contenuto d'acqua  $w = 0.21$

Indice di porosità  $e_0 = 0.53$

Grado di saturazione  $S = 1.00$

#### Risultati della prova

Peso dell'unità di volume finale  $\gamma_f = 22.9$  kN/m<sup>3</sup>

Contenuto d'acqua finale  $w_f = 0.15$

| Pressione<br>$\sigma'$ [N/cm <sup>2</sup> ] |         | 7.5   | 15.0  | 30.0  | 62.5  | 125.0 | 250.0 | 500.0 |  |  |
|---------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|
| Indice di<br>porosità<br>$e$                | carico  | 0.479 | 0.461 | 0.438 | 0.405 | 0.372 | 0.330 | 0.282 |  |  |
|                                             | scarico | 0.327 |       |       |       |       |       |       |  |  |

Note .....

.....

Lo Sperimentatore  
Salvatore Febo

Il Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

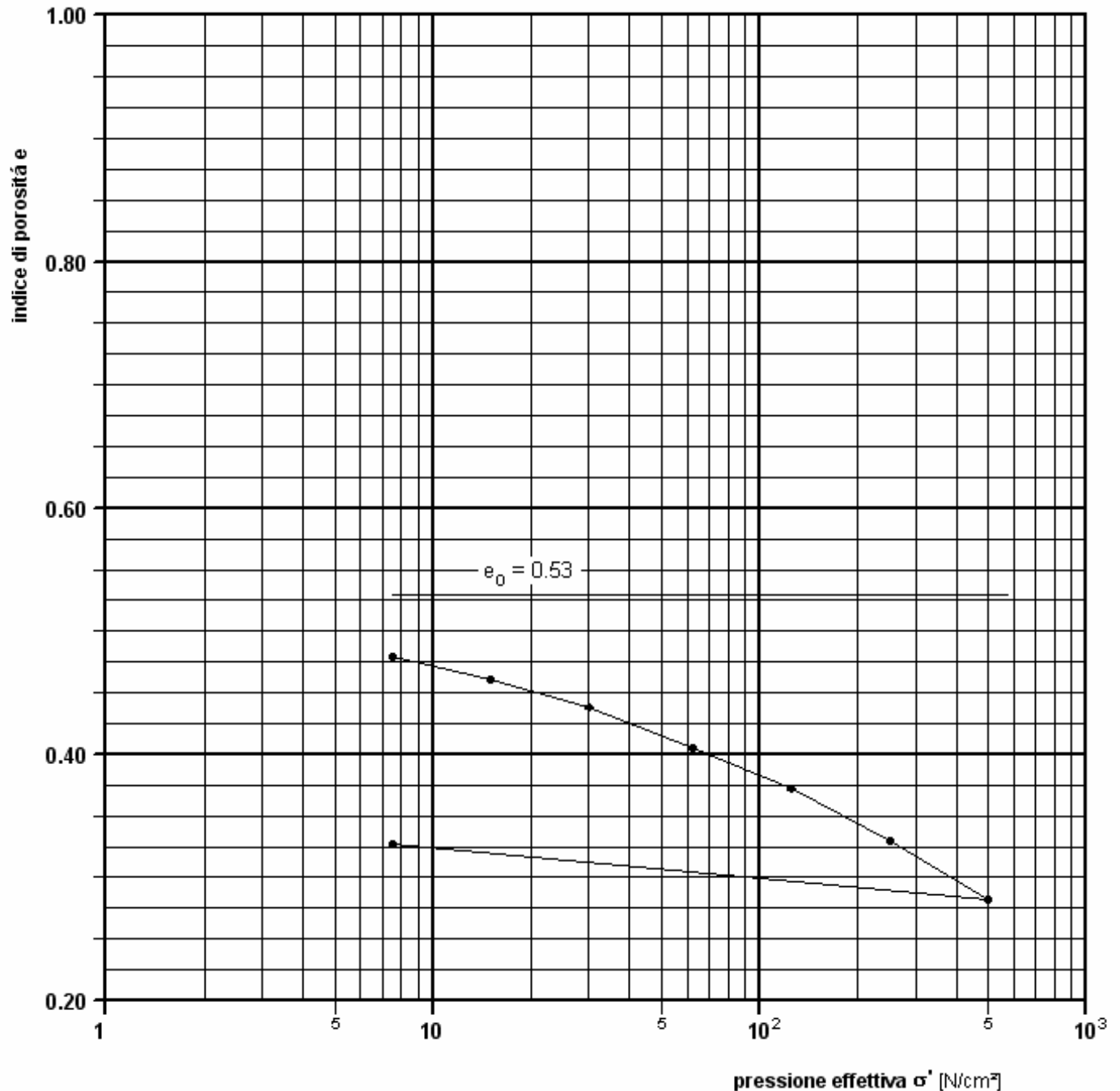
Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA14 Campione 5 Profondità da m 34.00 a m 34.40

Data inizio prova 14/3/2006

Data fine prova 28/3/2006

**CURVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA - ASTM D-2435 (2004)**Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

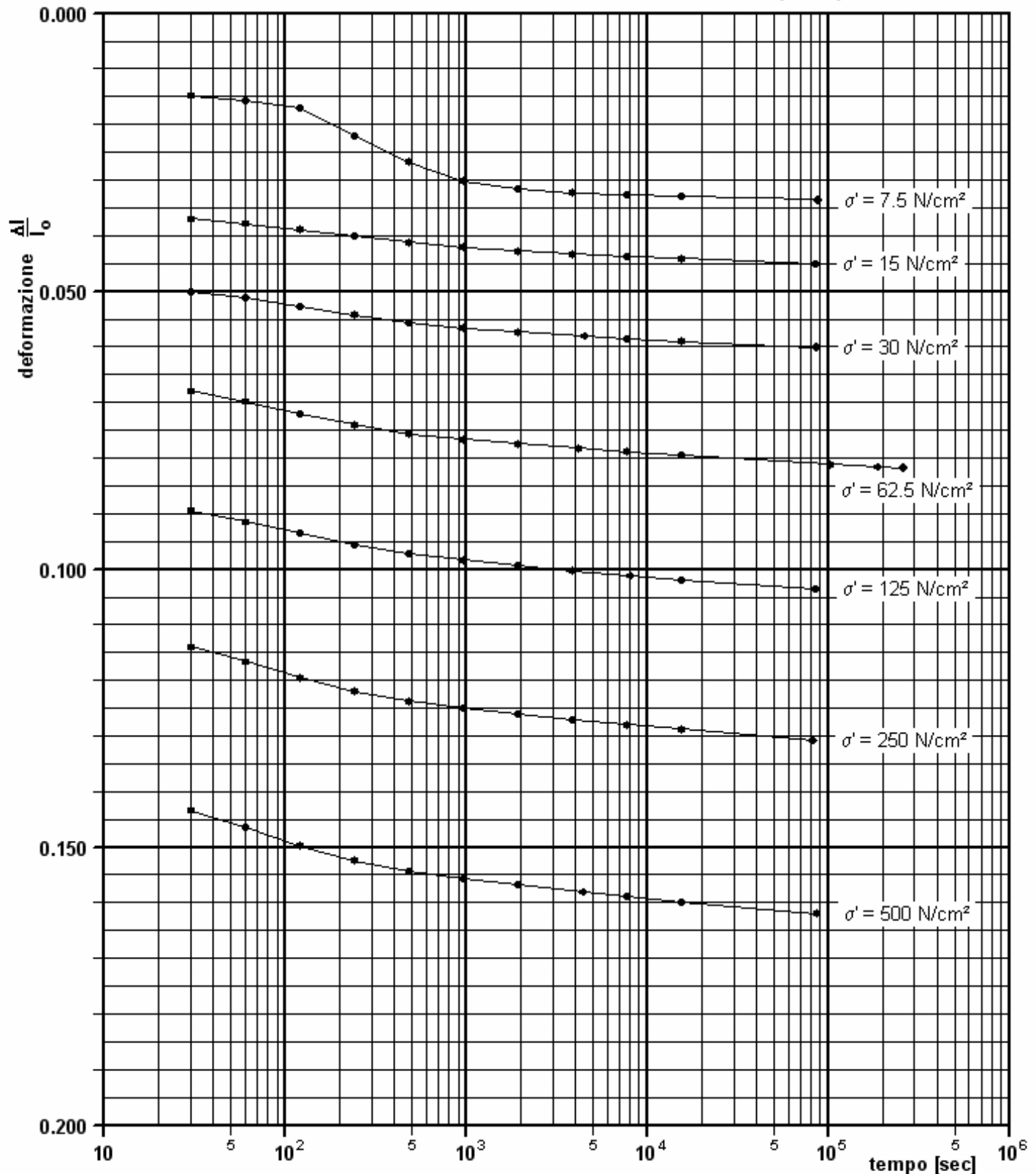
Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA14 Campione 5 Profondità da m 34.00 a m 34.40

## CURVE DEFORMAZIONE-TEMPO - ASTM D-2435 (2004)



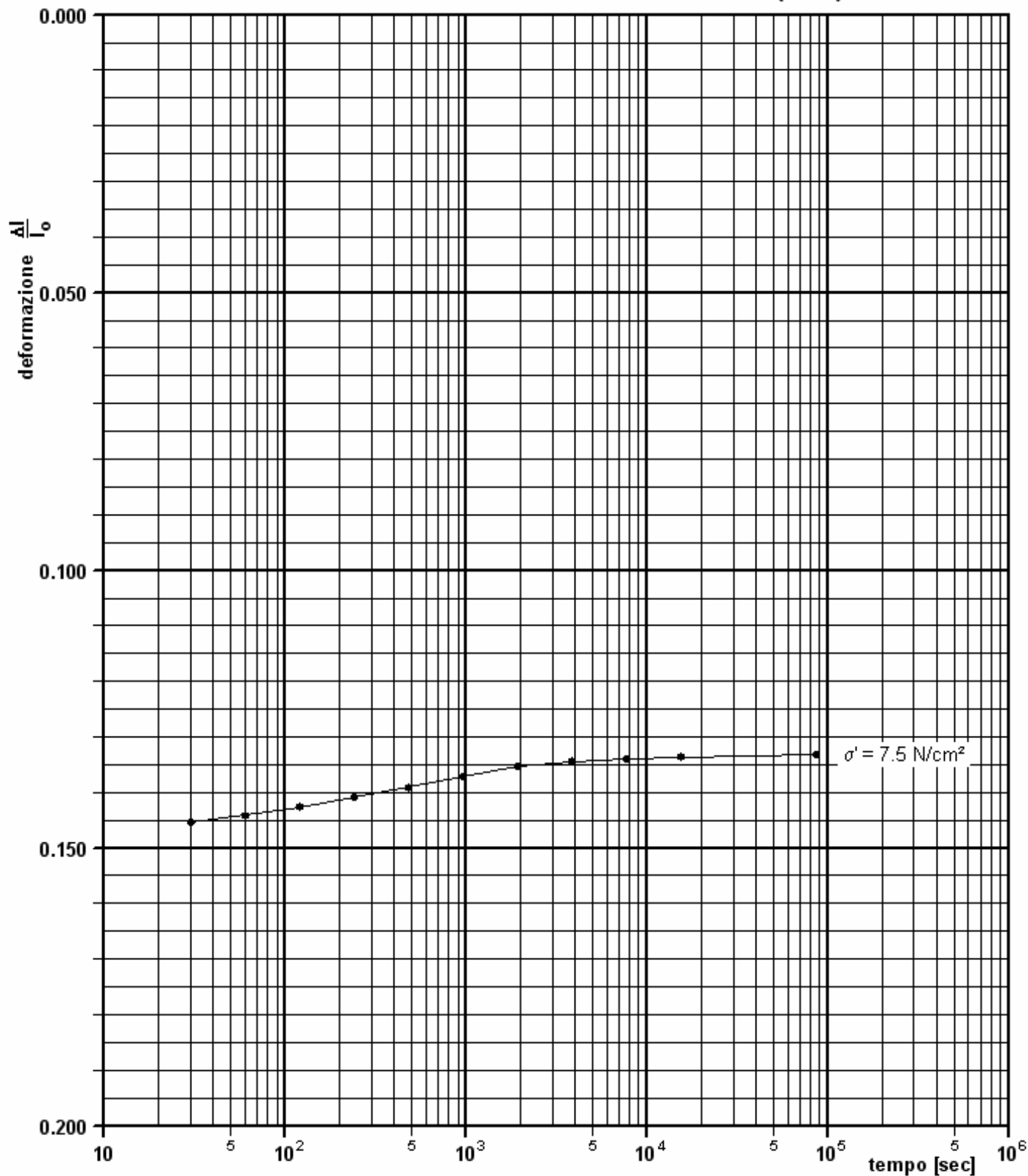
Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA14 Campione 5 Profondità da m 34.00 a m 34.40

**CURVE DEFORMAZIONE-TEMPO - ASTM D-2435 (2004)**

Rif. verbale di accettazione: 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA14 Campione 5 Profondità da m 34.00 a m 34.40

## PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

### GRANDEZZE CARATTERISTICHE

| $\sigma'$<br>[N/cm <sup>2</sup> ] | E <sub>ed</sub><br>[N/cm <sup>2</sup> ] | m <sub>v</sub><br>[cm <sup>2</sup> /N] | c <sub>v</sub><br>[cm <sup>2</sup> /sec] | k<br>[cm/sec]        |
|-----------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|----------------------|
| 7.5 ÷ 15.0                        | 631                                     | $1.6 \times 10^{-3}$                   |                                          |                      |
| 15.0 ÷ 30.0                       | 952                                     | $1.1 \times 10^{-3}$                   |                                          |                      |
| 30.0 ÷ 62.5                       | 1409                                    | $7.1 \times 10^{-4}$                   |                                          |                      |
| 62.5 ÷ 125.0                      | 2633                                    | $3.8 \times 10^{-4}$                   |                                          |                      |
| 125.0 ÷ 250.0                     | 4113                                    | $2.4 \times 10^{-4}$                   | $2.3 \times 10^{-3}$                     | $5.6 \times 10^{-9}$ |
| 250.0 ÷ 500.0                     | 6972                                    | $1.4 \times 10^{-4}$                   | $1.9 \times 10^{-3}$                     | $2.7 \times 10^{-9}$ |
|                                   |                                         |                                        |                                          |                      |
|                                   |                                         |                                        |                                          |                      |
|                                   |                                         |                                        |                                          |                      |
|                                   |                                         |                                        |                                          |                      |

note

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

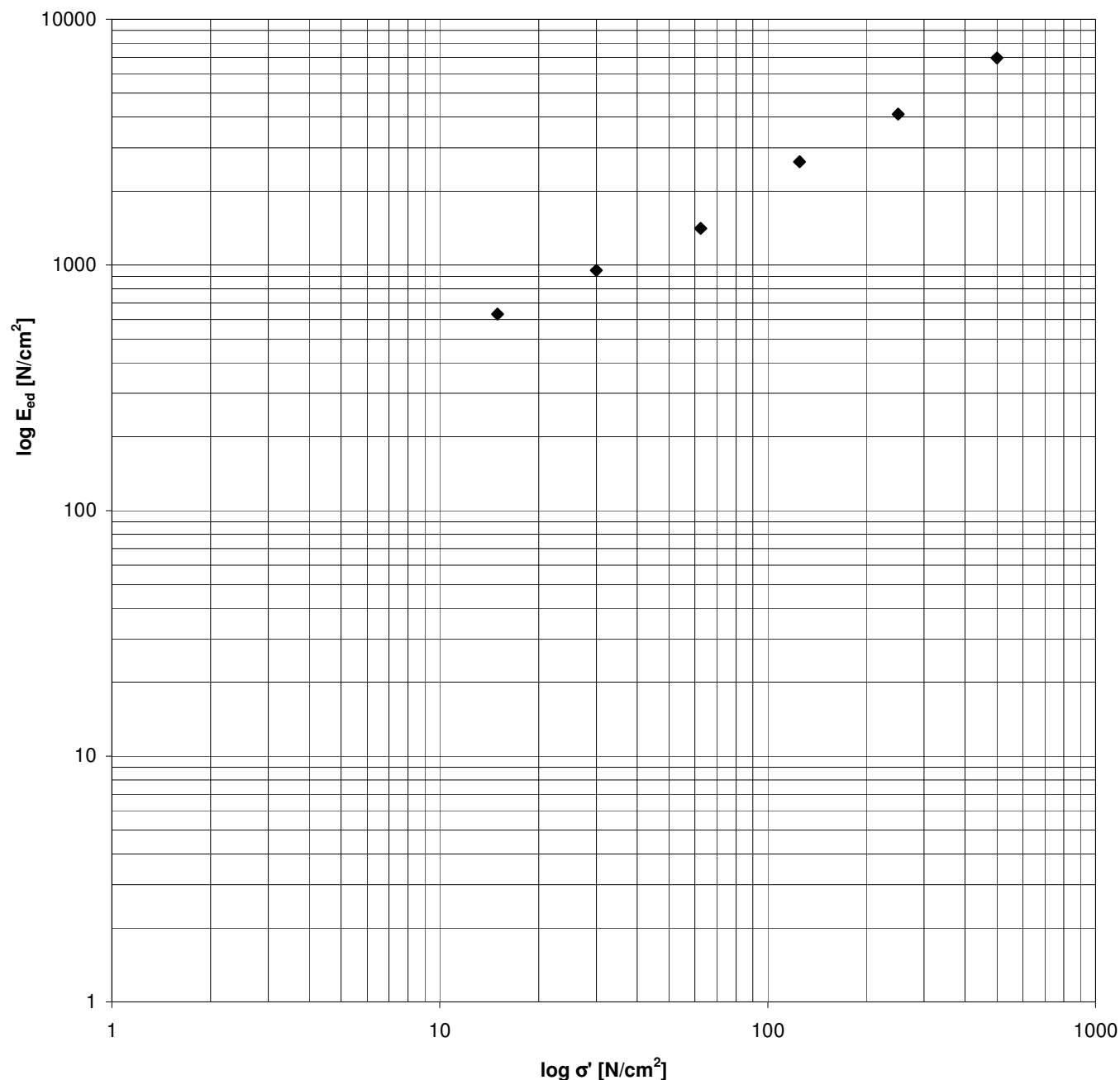
Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA14 Campione 5 Profondità da m 34,00 a m 34,40

diagramma  $\log E_{ed} / \log \sigma'$ Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del Laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

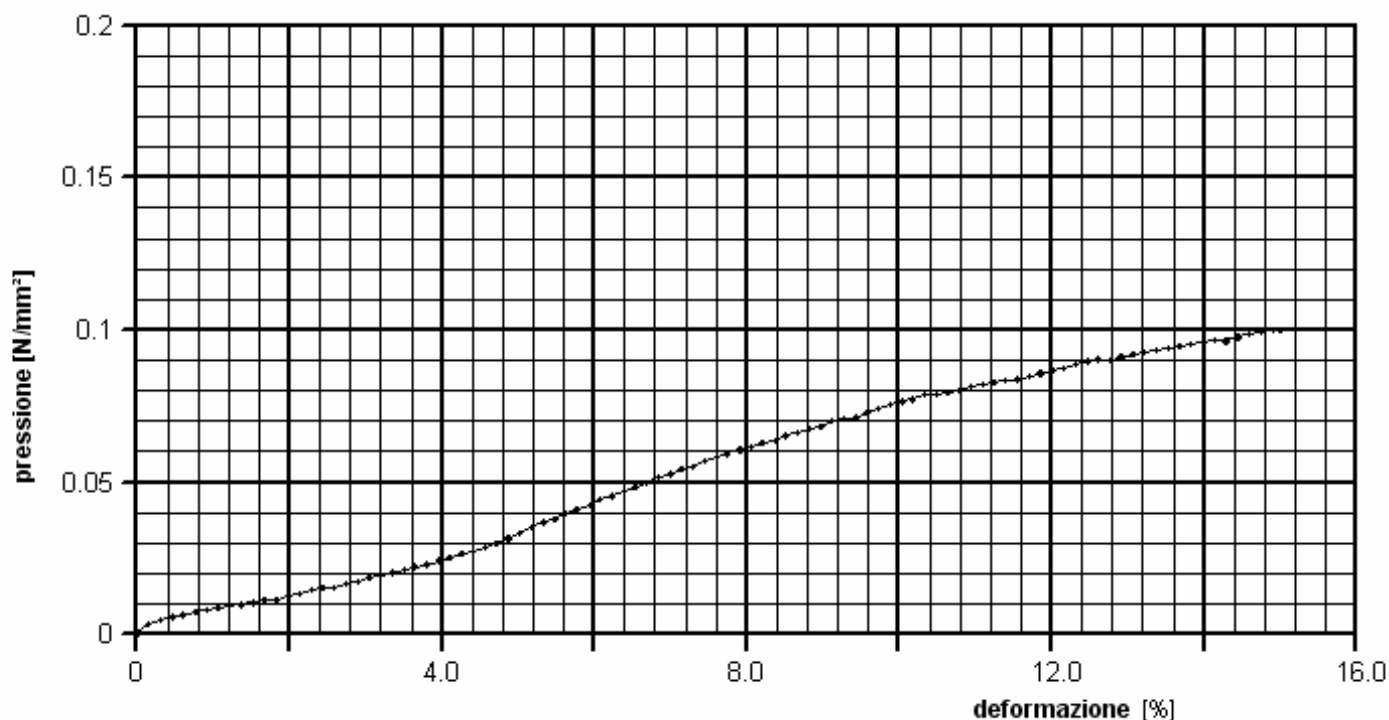
Sondaggio SA14 Campione 5 Profondità da m 34.00 a m 34.40

Data inizio prova 16/3/2006

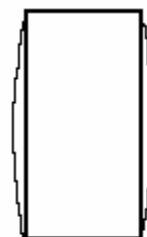
Data fine prova 17/3/2006

**PROVA A COMPRESSIONE SU PROVINI CILINDRICI - ASTM D-2166 (2001)**  
**CURVA PRESSIONE - DEFORMAZIONE**

d = 85 mm w = 0.21

h = 175 mm  $\gamma$  = 20.7 kN/m<sup>3</sup>S<sub>0</sub> = 5675 mm<sup>2</sup> v = 1.6 mm/min'

Schema  
di  
rottura



Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore Febo

Il Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA14

Campione 5

Profondità da m 34.00 a m 34.40

**RISULTATI DELLA PROVA DI COMPRESSIONE SEMPLICE - ASTM D-2166 (2001)**

Data inizio prova 16/3/2006

Data fine prova 17/3/2006

| $\varepsilon$ [%] | $\sigma$ [N/mm <sup>2</sup> ] |
|-------------------|-------------------------------|
| 0.000             | 0.000                         |
| 0.000             | 0.001                         |
| 0.148             | 0.004                         |
| 0.308             | 0.005                         |
| 0.457             | 0.006                         |
| 0.605             | 0.006                         |
| 0.765             | 0.007                         |
| 0.914             | 0.008                         |
| 1.062             | 0.009                         |
| 1.211             | 0.009                         |
| 1.371             | 0.010                         |
| 1.520             | 0.010                         |
| 1.668             | 0.011                         |
| 1.828             | 0.011                         |
| 1.977             | 0.012                         |
| 2.125             | 0.013                         |
| 2.285             | 0.014                         |
| 2.434             | 0.015                         |
| 2.582             | 0.015                         |
| 2.742             | 0.017                         |
| 2.891             | 0.017                         |
| 3.040             | 0.018                         |
| 3.188             | 0.019                         |
| 3.348             | 0.020                         |
| 3.497             | 0.021                         |
| 3.645             | 0.022                         |
| 3.805             | 0.023                         |
| 3.954             | 0.024                         |
| 4.102             | 0.025                         |
| 4.262             | 0.026                         |
| 4.411             | 0.027                         |
| 4.560             | 0.029                         |
| 4.708             | 0.030                         |
| 4.868             | 0.032                         |
| 5.017             | 0.033                         |
| 5.165             | 0.035                         |
| 5.325             | 0.037                         |
| 5.474             | 0.038                         |
| 5.622             | 0.040                         |
| 5.771             | 0.041                         |
| 5.931             | 0.043                         |
| 6.080             | 0.044                         |

| $\varepsilon$ [%] | $\sigma$ [N/mm <sup>2</sup> ] |
|-------------------|-------------------------------|
| 6.228             | 0.045                         |
| 6.388             | 0.047                         |
| 6.537             | 0.048                         |
| 6.685             | 0.050                         |
| 6.834             | 0.052                         |
| 6.994             | 0.053                         |
| 7.142             | 0.054                         |
| 7.291             | 0.055                         |
| 7.451             | 0.057                         |
| 7.600             | 0.058                         |
| 7.748             | 0.059                         |
| 7.908             | 0.061                         |
| 8.057             | 0.062                         |
| 8.205             | 0.063                         |
| 8.365             | 0.063                         |
| 8.514             | 0.065                         |
| 8.662             | 0.066                         |
| 8.822             | 0.067                         |
| 8.971             | 0.068                         |
| 9.120             | 0.070                         |
| 9.268             | 0.071                         |
| 9.428             | 0.071                         |
| 9.577             | 0.073                         |
| 9.725             | 0.074                         |
| 9.885             | 0.076                         |
| 10.034            | 0.077                         |
| 10.182            | 0.077                         |
| 10.342            | 0.079                         |
| 10.491            | 0.079                         |
| 10.640            | 0.080                         |
| 10.788            | 0.080                         |
| 10.948            | 0.081                         |
| 11.097            | 0.082                         |
| 11.245            | 0.083                         |
| 11.394            | 0.083                         |
| 11.554            | 0.084                         |
| 11.702            | 0.085                         |
| 11.851            | 0.086                         |
| 12.011            | 0.087                         |
| 12.160            | 0.087                         |
| 12.308            | 0.089                         |
| 12.468            | 0.090                         |

| $\varepsilon$ [%] | $\sigma$ [N/mm <sup>2</sup> ] |
|-------------------|-------------------------------|
| 12.617            | 0.090                         |
| 12.765            | 0.090                         |
| 12.914            | 0.091                         |
| 13.074            | 0.092                         |
| 13.222            | 0.093                         |
| 13.371            | 0.093                         |
| 13.531            | 0.094                         |
| 13.680            | 0.095                         |
| 13.828            | 0.096                         |
| 13.988            | 0.096                         |
| 14.137            | 0.097                         |
| 14.285            | 0.096                         |
| 14.445            | 0.098                         |
| 14.594            | 0.099                         |
| 14.742            | 0.099                         |
| 14.902            | 0.100                         |
| 15.000            | 0.100                         |

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Richiedente SYSTRA S.A.

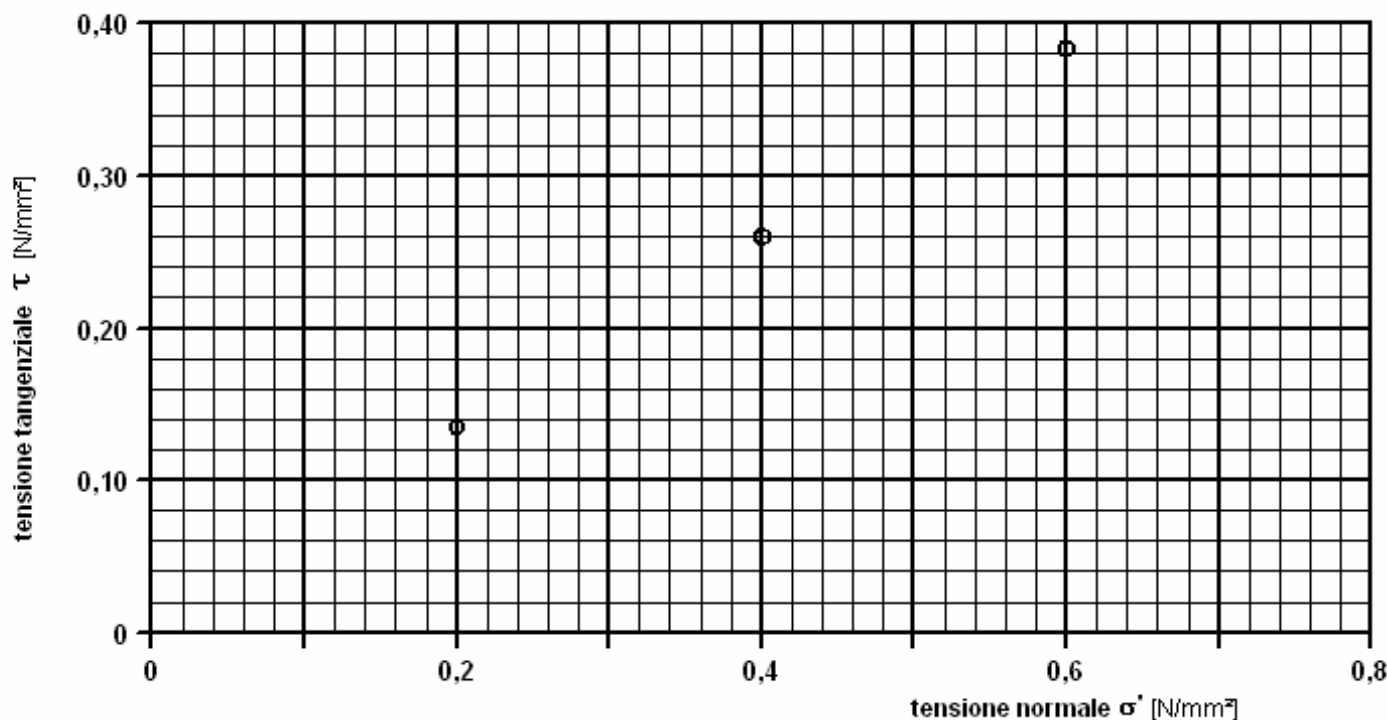
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA14 Campione 5 Profondità da m 34.00 a m 34.40

Data inizio prova 15/3/2006

Data fine prova 21/3/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0,002 mm/1'

| Provino | $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\tau_f$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_{of}$<br>[mm] |
|---------|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1       | 20,8                             | 17,3                               | 0,35  | 1,00 | 0,20  | 0,19  | 0,135                            | 0,20                              | 3,77                  |
| 2       | 20,8                             | 17,3                               | 0,35  | 1,00 | 0,20  | 0,18  | 0,260                            | 0,40                              | 2,98                  |
| 3       | 20,8                             | 17,3                               | 0,35  | 1,00 | 0,20  | 0,18  | 0,384                            | 0,60                              | 4,83                  |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |

Note Prova consolidata drenata

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

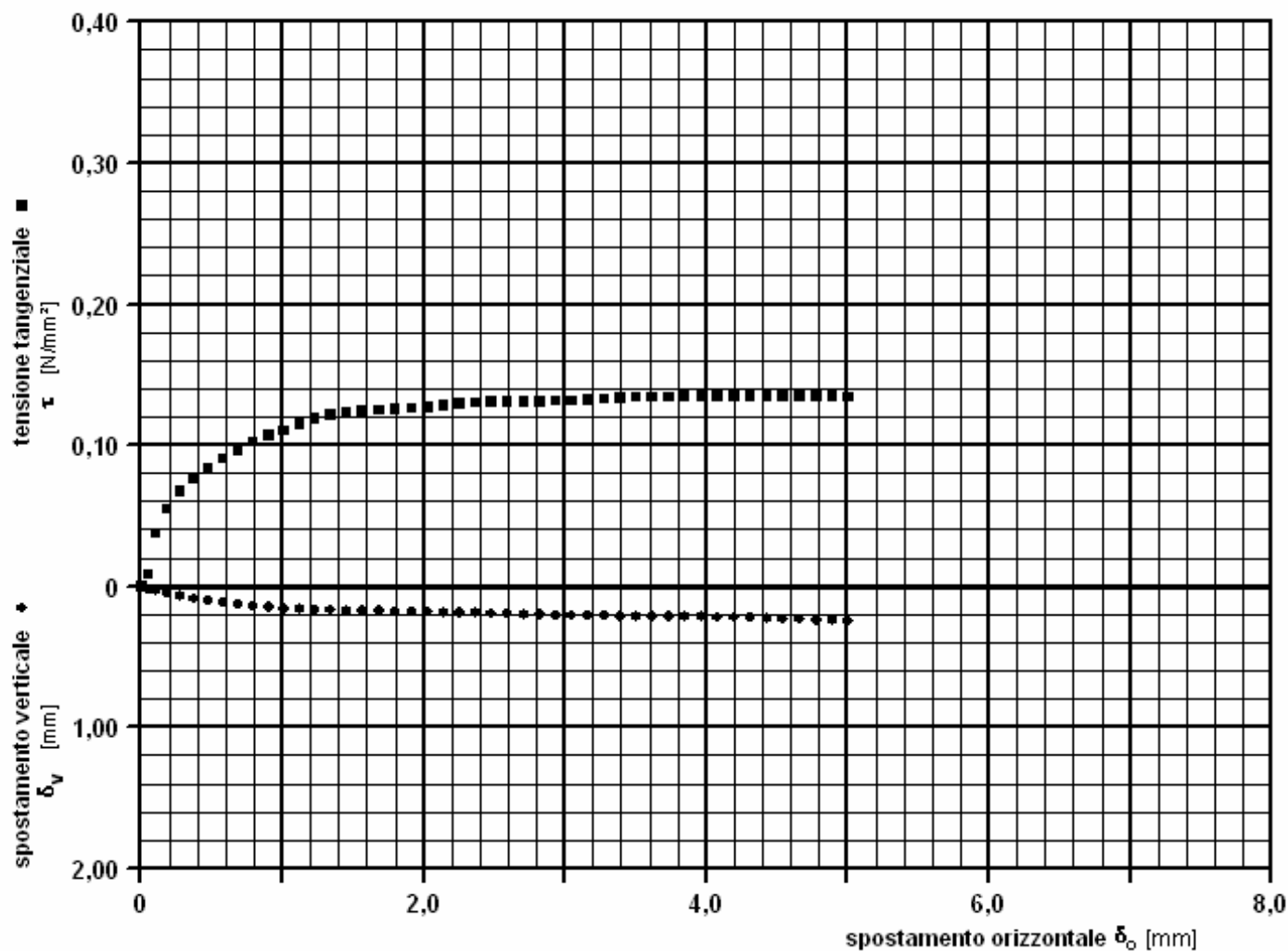
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA14 Campione 5/1 Profondità da m 34.00 a m 34.40

Data inizio prova 15/3/2006

Data fine prova 21/3/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0,002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = cm diametro = 6,00 cm altezza = 1,95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------------------------|
| 20,8                             | 17,3                               | 0,35  | 1,00 | 0,20  | 0,19  | 0,20                              |

Note Provino di forma cilindrica

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA14 Campione 5/2 Profondità da m 30.00 a m 40.00

Data inizio prova 15/3/2006

Data fine prova 21/3/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0,002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = cm diametro = 6,00 cm altezza = 1,95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m²] | $\gamma_d$<br>[kN/m²] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm²] |
|---------------------|-----------------------|-------|------|-------|-------|----------------------|
| 20,8                | 17,3                  | 0,35  | 1,00 | 0,20  | 0,18  | 0,40                 |

Note Provino di forma cilindrica

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

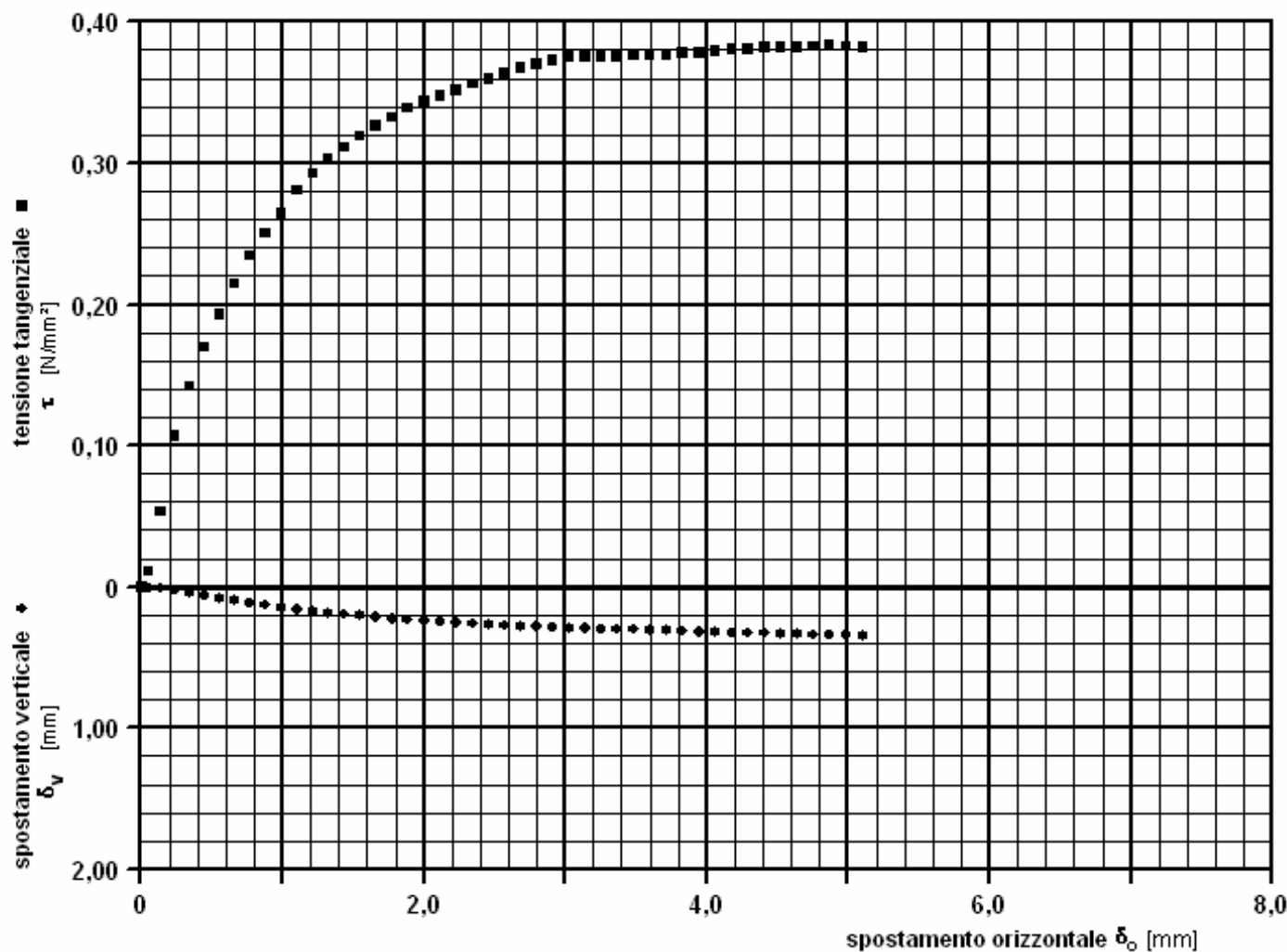
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA14 Campione 5/3 Profondità da m 30.00 a m 30.40

Data inizio prova 15/3/2006

Data fine prova 21/3/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0,002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = cm diametro = 6,00 cm altezza = 1,95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------------------------|
| 20,8                             | 17,3                               | 0,35  | 1,00 | 0,20  | 0,18  | 0,60                              |

Note Provino di forma cilindrica

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA14

Campione 5

Profondità da m 34.00 a m 34.40

**RISULTATI DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)**

Data inizio prova 15/3/2006

Data fine prova 21/3/2006

| Provino 1                          |                             |                 | 2               |                             |                 | 3               |                             |                 |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| $\sigma'$ [N/mm <sup>2</sup> ] 0.2 |                             |                 | 0.4             |                             |                 | 0.6             |                             |                 |
| $\delta_o$ [mm]                    | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] |
| 0.000                              | 0.000                       | 0.000           | 0.000           | 0.000                       | 0.000           | 0.000           | 0.000                       | 0.000           |
| 0.046                              | 0.009                       | 0.017           | 0.020           | 0.027                       | 0.010           | 0.046           | 0.011                       | 0.002           |
| 0.099                              | 0.038                       | 0.022           | 0.109           | 0.078                       | 0.017           | 0.135           | 0.054                       | 0.002           |
| 0.182                              | 0.055                       | 0.045           | 0.213           | 0.104                       | 0.040           | 0.232           | 0.108                       | 0.015           |
| 0.268                              | 0.068                       | 0.064           | 0.317           | 0.123                       | 0.057           | 0.335           | 0.143                       | 0.037           |
| 0.369                              | 0.077                       | 0.082           | 0.423           | 0.140                       | 0.077           | 0.441           | 0.170                       | 0.056           |
| 0.472                              | 0.084                       | 0.099           | 0.532           | 0.156                       | 0.095           | 0.550           | 0.193                       | 0.076           |
| 0.574                              | 0.091                       | 0.111           | 0.641           | 0.167                       | 0.110           | 0.654           | 0.215                       | 0.093           |
| 0.683                              | 0.097                       | 0.126           | 0.752           | 0.178                       | 0.122           | 0.762           | 0.235                       | 0.110           |
| 0.789                              | 0.103                       | 0.136           | 0.866           | 0.187                       | 0.137           | 0.873           | 0.251                       | 0.125           |
| 0.898                              | 0.107                       | 0.144           | 0.978           | 0.196                       | 0.147           | 0.984           | 0.265                       | 0.140           |
| 1.008                              | 0.111                       | 0.154           | 1.091           | 0.204                       | 0.159           | 1.095           | 0.281                       | 0.155           |
| 1.117                              | 0.116                       | 0.156           | 1.203           | 0.212                       | 0.169           | 1.208           | 0.294                       | 0.167           |
| 1.223                              | 0.120                       | 0.163           | 1.314           | 0.219                       | 0.177           | 1.315           | 0.304                       | 0.182           |
| 1.335                              | 0.122                       | 0.165           | 1.428           | 0.224                       | 0.184           | 1.428           | 0.312                       | 0.189           |
| 1.450                              | 0.123                       | 0.167           | 1.539           | 0.228                       | 0.187           | 1.542           | 0.320                       | 0.199           |
| 1.564                              | 0.125                       | 0.169           | 1.653           | 0.232                       | 0.192           | 1.657           | 0.327                       | 0.209           |
| 1.681                              | 0.125                       | 0.171           | 1.764           | 0.237                       | 0.194           | 1.771           | 0.333                       | 0.219           |
| 1.795                              | 0.126                       | 0.173           | 1.878           | 0.240                       | 0.199           | 1.882           | 0.340                       | 0.226           |
| 1.910                              | 0.127                       | 0.175           | 1.992           | 0.244                       | 0.202           | 1.995           | 0.344                       | 0.233           |
| 2.023                              | 0.128                       | 0.178           | 2.106           | 0.247                       | 0.207           | 2.108           | 0.348                       | 0.243           |
| 2.137                              | 0.129                       | 0.180           | 2.220           | 0.249                       | 0.207           | 2.222           | 0.352                       | 0.248           |
| 2.247                              | 0.130                       | 0.183           | 2.333           | 0.252                       | 0.209           | 2.340           | 0.357                       | 0.255           |
| 2.359                              | 0.131                       | 0.186           | 2.447           | 0.253                       | 0.209           | 2.453           | 0.360                       | 0.260           |
| 2.473                              | 0.131                       | 0.188           | 2.564           | 0.255                       | 0.212           | 2.569           | 0.364                       | 0.268           |
| 2.586                              | 0.131                       | 0.191           | 2.677           | 0.256                       | 0.212           | 2.680           | 0.368                       | 0.273           |
| 2.703                              | 0.131                       | 0.193           | 2.794           | 0.257                       | 0.212           | 2.794           | 0.371                       | 0.278           |
| 2.816                              | 0.131                       | 0.196           | 2.910           | 0.259                       | 0.214           | 2.907           | 0.374                       | 0.280           |
| 2.930                              | 0.132                       | 0.201           | 3.024           | 0.259                       | 0.214           | 3.020           | 0.376                       | 0.285           |
| 3.044                              | 0.132                       | 0.201           | 3.138           | 0.257                       | 0.214           | 3.134           | 0.376                       | 0.290           |
| 3.157                              | 0.133                       | 0.201           | 3.254           | 0.256                       | 0.214           | 3.249           | 0.376                       | 0.292           |
| 3.273                              | 0.133                       | 0.201           | 3.368           | 0.255                       | 0.217           | 3.363           | 0.376                       | 0.295           |
| 3.385                              | 0.134                       | 0.206           | 3.484           | 0.254                       | 0.217           | 3.479           | 0.377                       | 0.297           |
| 3.497                              | 0.135                       | 0.206           | 3.601           | 0.253                       | 0.217           | 3.594           | 0.377                       | 0.300           |
| 3.613                              | 0.135                       | 0.206           | 3.715           | 0.253                       | 0.217           | 3.710           | 0.377                       | 0.302           |
| 3.729                              | 0.135                       | 0.206           | 3.831           | 0.253                       | 0.219           | 3.823           | 0.378                       | 0.307           |
| 3.843                              | 0.135                       | 0.210           | 3.947           | 0.253                       | 0.219           | 3.942           | 0.379                       | 0.312           |
| 3.961                              | 0.135                       | 0.210           | 4.063           | 0.253                       | 0.219           | 4.055           | 0.380                       | 0.314           |
| 4.075                              | 0.135                       | 0.213           | 4.177           | 0.253                       | 0.222           | 4.171           | 0.381                       | 0.319           |

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA14

Campione 5

Profondità da m 34.00 a m 34.40

**RISULTATI DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)**

Data inizio prova 15/3/2006

Data fine prova 21/3/2006

| Provino 1                          |                             |                 | 2               |                             |                 | 3               |                             |                 |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| $\sigma'$ [N/mm <sup>2</sup> ] 0.2 |                             |                 | 0.4             |                             |                 | 0.6             |                             |                 |
| $\delta_o$ [mm]                    | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] |
| 4.191                              | 0.135                       | 0.215           | 4.294           | 0.252                       | 0.222           | 4.289           | 0.382                       | 0.322           |
| 4.307                              | 0.135                       | 0.218           | 4.410           | 0.252                       | 0.222           | 4.402           | 0.382                       | 0.322           |
| 4.423                              | 0.135                       | 0.223           | 4.526           | 0.252                       | 0.222           | 4.518           | 0.382                       | 0.327           |
| 4.539                              | 0.135                       | 0.228           | 4.643           | 0.252                       | 0.222           | 4.634           | 0.382                       | 0.329           |
| 4.655                              | 0.135                       | 0.230           | 4.759           | 0.251                       | 0.222           | 4.750           | 0.383                       | 0.332           |
| 4.774                              | 0.135                       | 0.235           | 4.878           | 0.251                       | 0.222           | 4.865           | 0.384                       | 0.336           |
| 4.890                              | 0.135                       | 0.238           | 4.994           | 0.251                       | 0.224           | 4.981           | 0.383                       | 0.336           |
| 5.004                              | 0.135                       | 0.240           | 5.108           | 0.248                       | 0.224           | 5.097           | 0.382                       | 0.339           |

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 1 Profondità da m 17.60 a m 18.00

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 27/3/2006

Data di apertura 29/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 35 cm

Condizioni campione Mediocri

Prove eseguite  $\gamma_s$ , G, w

**Rp** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Sabbia limosa calcarenitica di colore marrone giallastro, inglobante frammenti calcarenitici a spigoli parzialmente arrotondati, del  $d_{\max} \cong 5$  cm.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

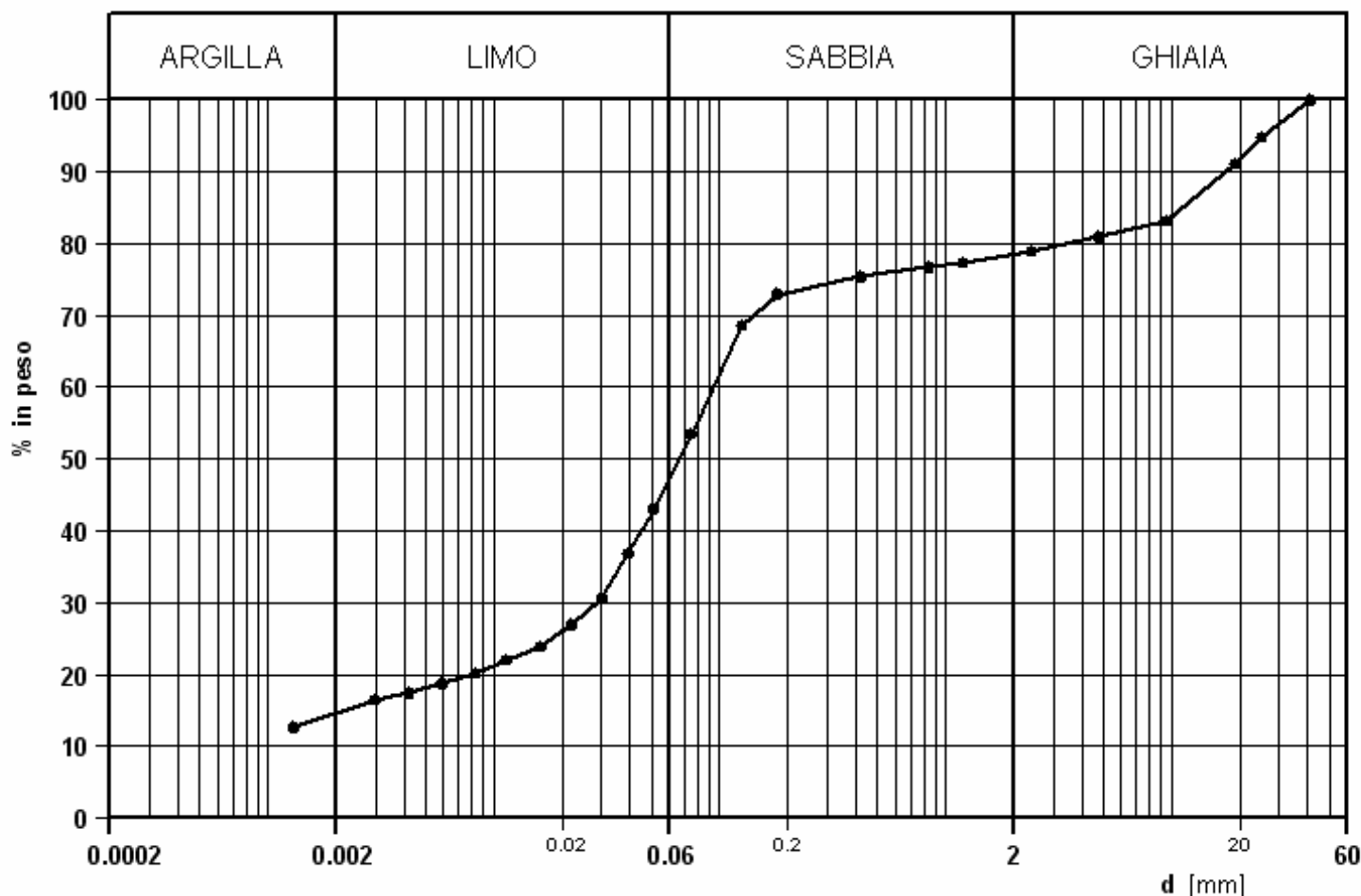
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 1 Profondità da m 17.60 a m 18.00

Data inizio prova 6/4/2006

Data fine prova 12/4/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Limo con sabbia ghiaioso argilloso

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 14$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione R1 Profondità da m 21.20 a m

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 21/3/2006

Data di apertura 21/3/2006

Contenitore Sacchetto di plastica

Dimensioni

Condizioni campione Campione rimaneggiato prelevato dalla cassetta catalogatrice

Prove eseguite  $\gamma_s$ , G

**Rp** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Sabbia limosa di colore giallo ocre, fossilifera.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

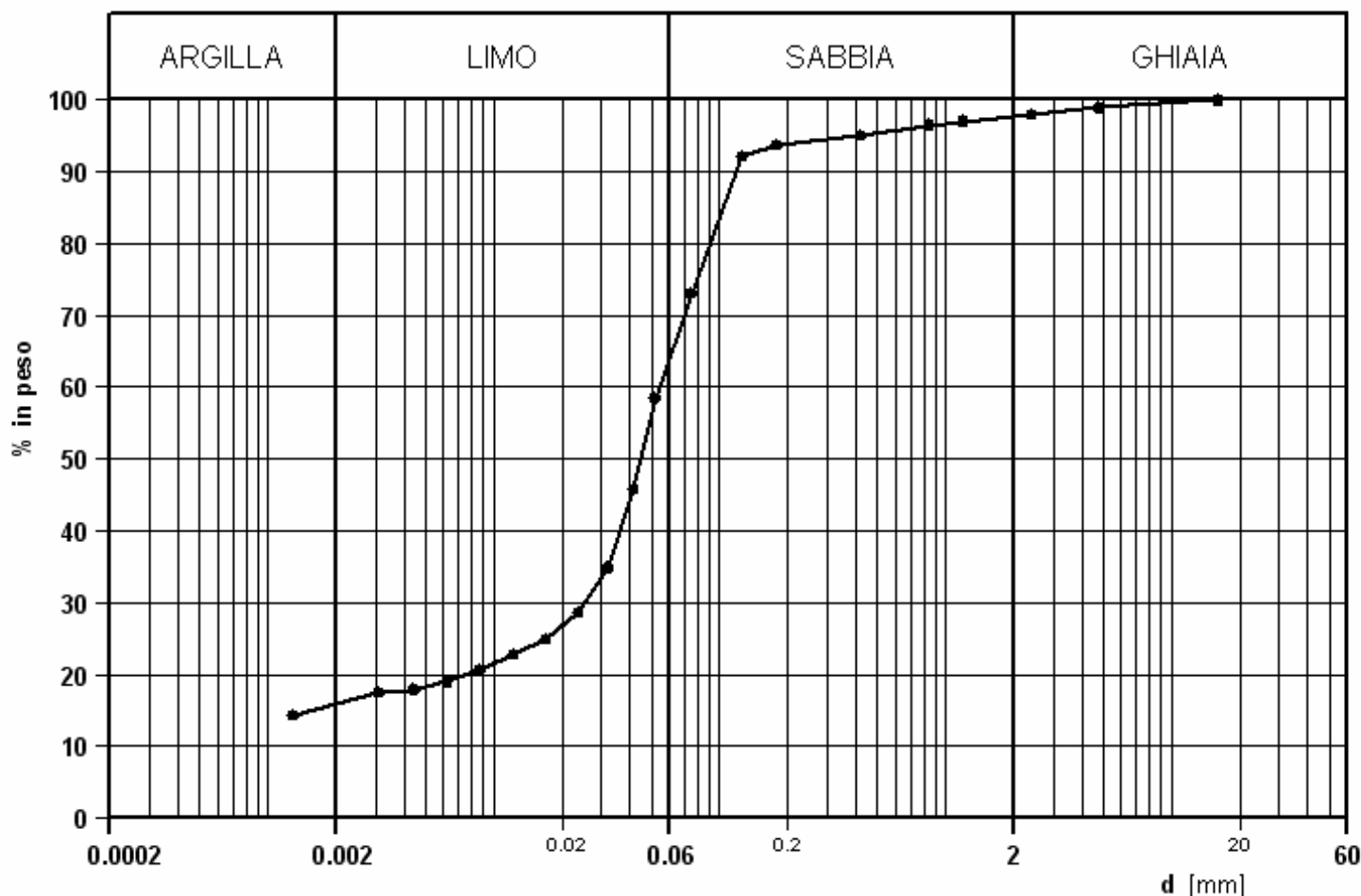
Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione R1 Profondità da m 21.20 a m

Data inizio prova 27/3/2006 Data fine prova 12/4/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Limo con sabbia argilloso

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 16$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 2 Profondità da m 23.00 a m 23.50

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 27/3/2006

Data di apertura 29/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 40 cm

Condizioni campione Mediocri

Prove eseguite  $\gamma$ ,  $\gamma_s$ , G, w, CE, TD (CD)

**Rp** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Sabbia limosa di colore marrone giallastro con qualche patina rossastre e numerosi frammenti di conchiglie, poco consistente,  $w_n > w_p$ .

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

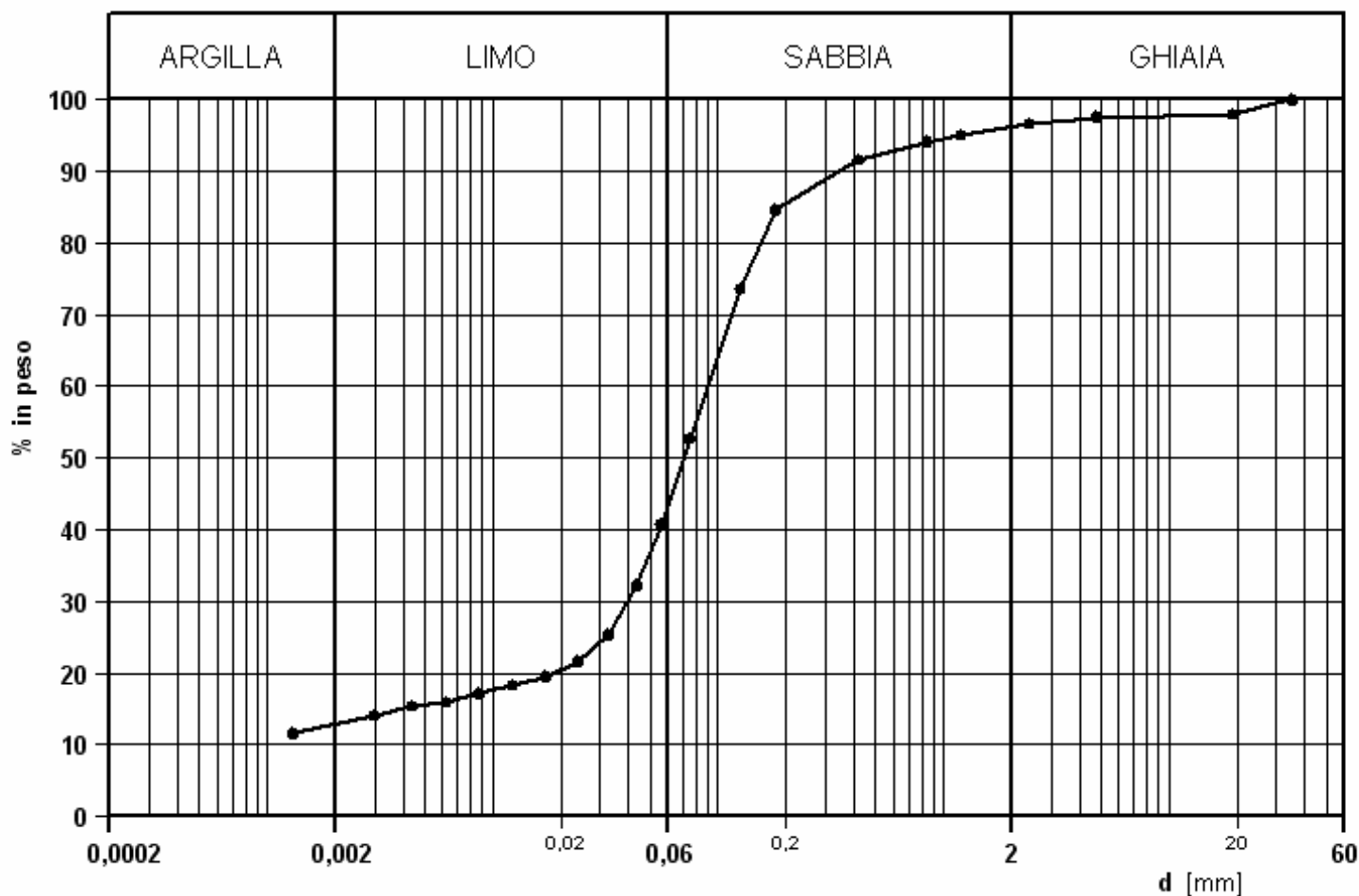
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 2 Profondità da m 23.00 a m 23.50

Data inizio prova 4/4/2006

Data fine prova 10/4/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Sabbia con limo argillosa

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 13$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006 ..... Certificato n° - .....

Richiedente SYSTRA S.A. ....

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo .....

Sondaggio SA15 ..... Campione 2 ..... Profondità da m 23.00 a m 23.50 .....

Data inizio prova 30/3/2006 ..... Data fine prova 12/4/2006 .....

**PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA - ASTM D-2435 (2004)**Dimensioni del provino: diametro  $d = 50$  mm ..... altezza  $l_0 = 20$  mm .....

## Caratteristiche iniziali

Peso dell'unità di volume  $\gamma = 19.1$  kN/m<sup>3</sup> .....Peso secco dell'unità di volume  $\gamma_d = 14.6$  kN/m<sup>3</sup> .....Peso specifico  $\gamma_s = 26.4$  kN/m<sup>3</sup> .....Contenuto d'acqua  $w = 0.31$  .....Indice di porosità  $e_0 = 0.76$  .....Grado di saturazione  $S = 1.00$  .....

## Risultati della prova

Peso dell'unità di volume finale  $\gamma_f = 21.0$  kN/m<sup>3</sup> .....Contenuto d'acqua finale  $w_f = 0.24$  .....

| Pressione<br>$\sigma'$ [N/cm <sup>2</sup> ] |         | 7.5   | 15.0  | 30.0  | 62.5  | 125.0 | 250.0 | 500.0 |  |  |
|---------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|
| Indice di<br>porosità<br>$e$                | carico  | 0.697 | 0.684 | 0.667 | 0.641 | 0.610 | 0.563 | 0.489 |  |  |
|                                             | scarico | 0.525 |       |       |       |       |       |       |  |  |

Note .....

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

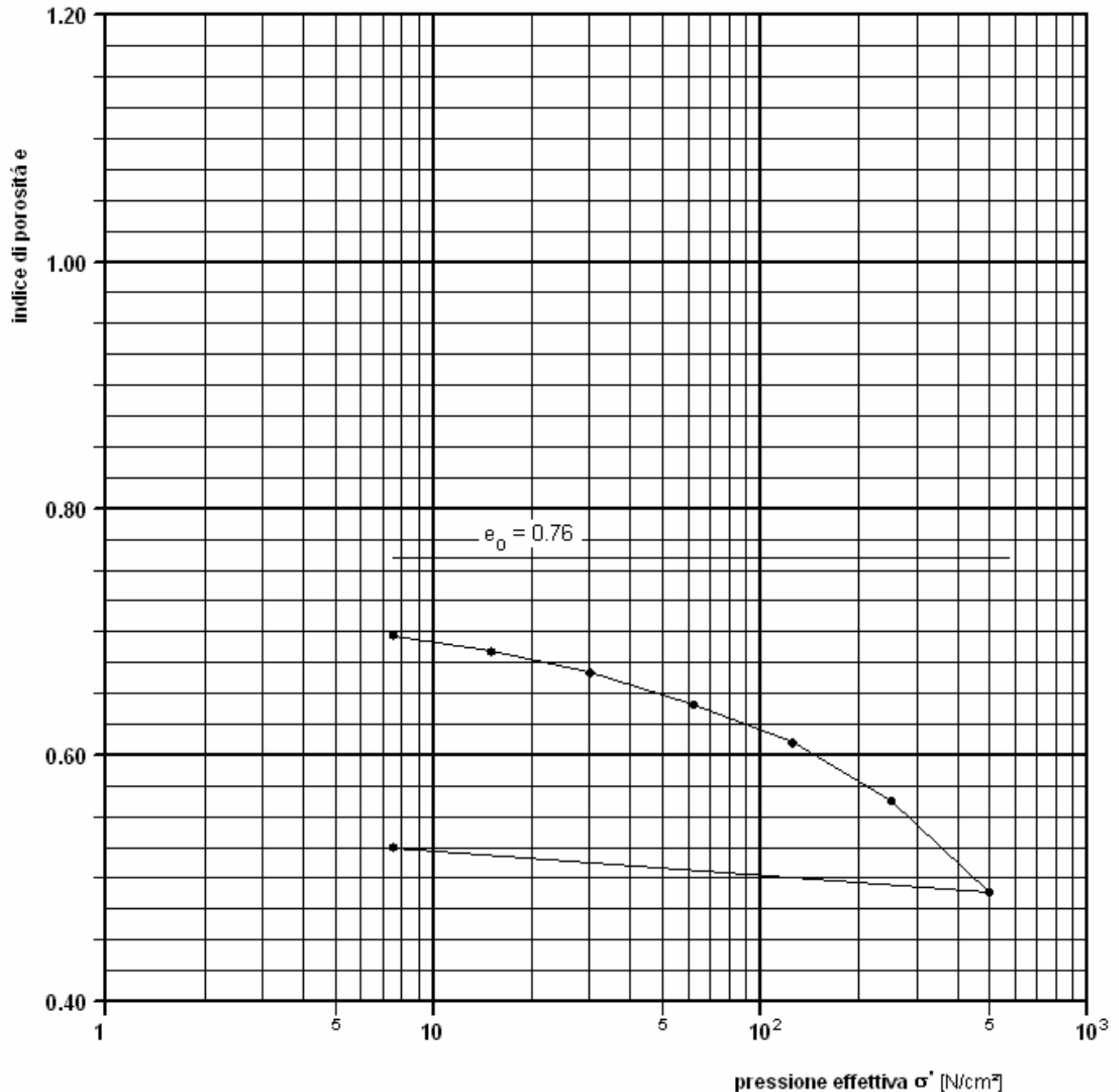
Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 2 Profondità da m 23.00 a m 23.50

Data inizio prova 30/3/2006

Data fine prova 12/4/2006

**CURVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA - ASTM D-2435 (2004)**Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

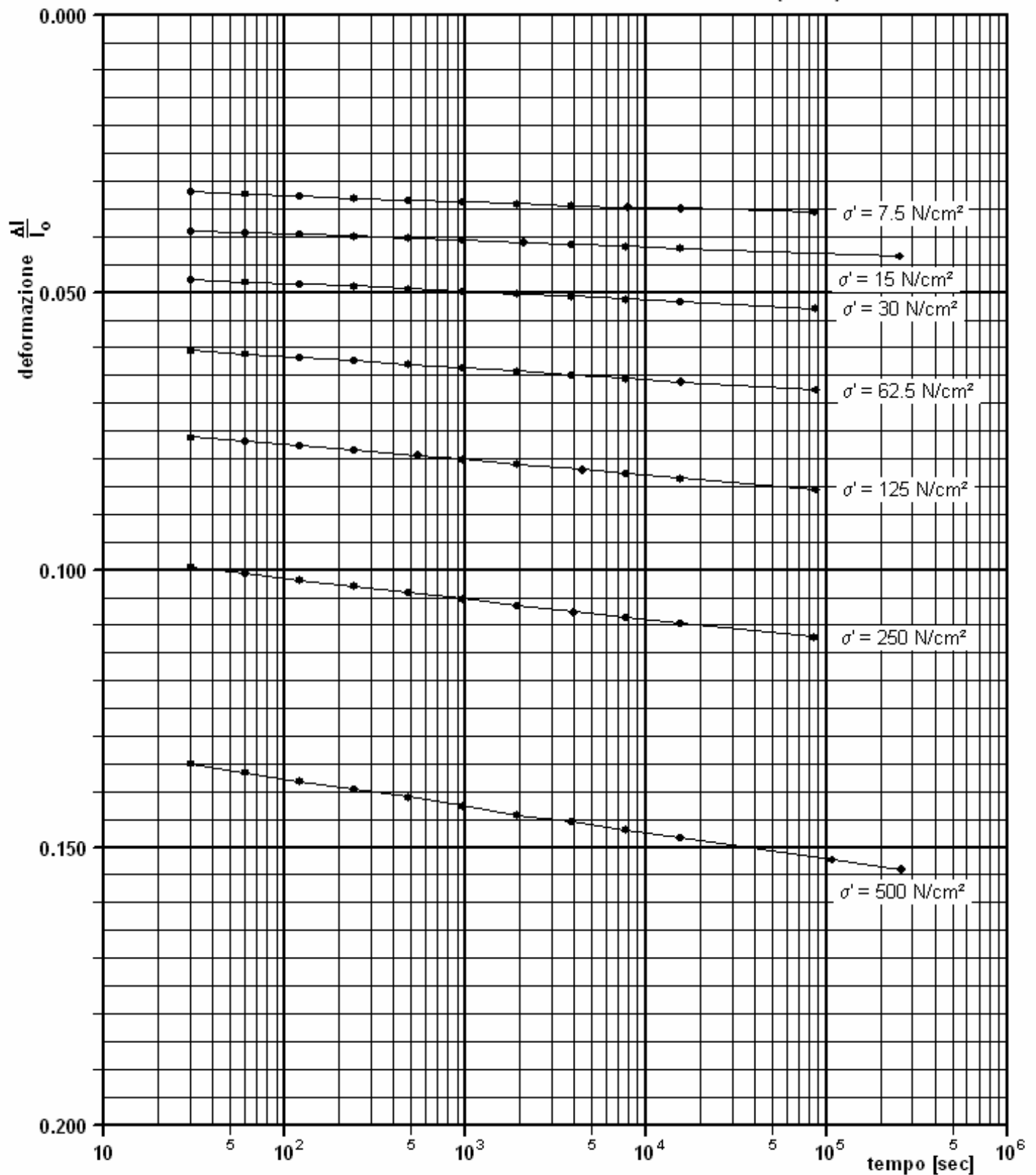
Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 2 Profondità da m 23.00 a m 23.50

## CURVE DEFORMAZIONE-TEMPO - ASTM D-2435 (2004)



Verbale di accettazione 04/2006

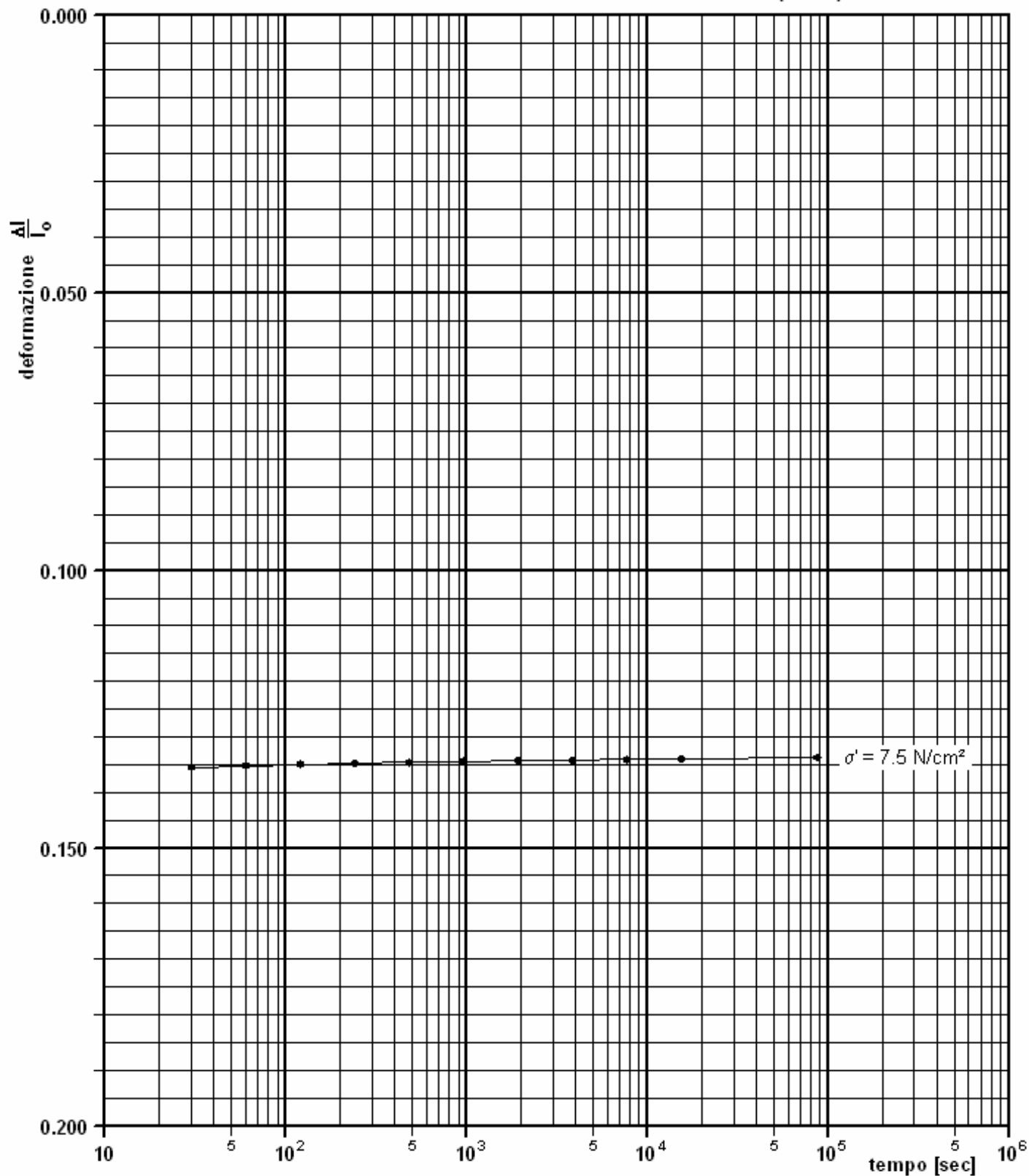
Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 2 Profondità da m 23.00 a m 23.50

## CURVE DEFORMAZIONE-TEMPO - ASTM D-2435 (2004)



Rif. verbale di accettazione: 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 2 Profondità da m 23.00 a m 23.50

## PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

### GRANDEZZE CARATTERISTICHE

| $\sigma'$<br>[N/cm <sup>2</sup> ] | E <sub>ed</sub><br>[N/cm <sup>2</sup> ] | m <sub>v</sub><br>[cm <sup>2</sup> /N] | c <sub>v</sub><br>[cm <sup>2</sup> /sec] | k<br>[cm/sec] |
|-----------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|---------------|
| 7.5 ÷ 15.0                        | 915                                     | $1.1 \times 10^{-3}$                   |                                          |               |
| 15.0 ÷ 30.0                       | 1521                                    | $6.6 \times 10^{-4}$                   |                                          |               |
| 30.0 ÷ 62.5                       | 2099                                    | $4.8 \times 10^{-4}$                   |                                          |               |
| 62.5 ÷ 125.0                      | 3245                                    | $3.1 \times 10^{-4}$                   |                                          |               |
| 125.0 ÷ 250.0                     | 4307                                    | $2.3 \times 10^{-4}$                   |                                          |               |
| 250.0 ÷ 500.0                     | 5297                                    | $1.9 \times 10^{-4}$                   |                                          |               |
|                                   |                                         |                                        |                                          |               |
|                                   |                                         |                                        |                                          |               |
|                                   |                                         |                                        |                                          |               |
|                                   |                                         |                                        |                                          |               |

note

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

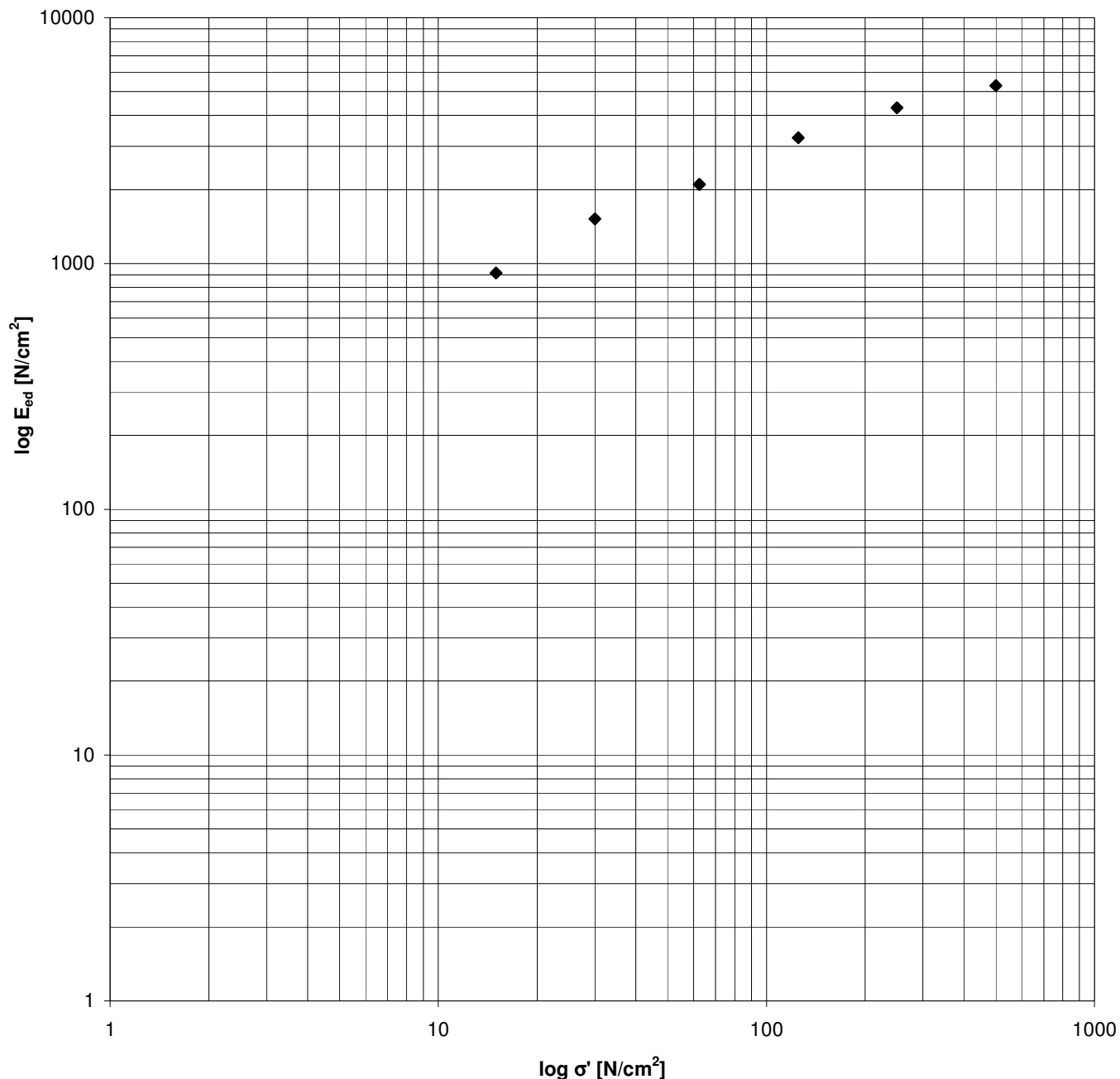
Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 2 Profondità da m 23,00 a m 23,50

diagramma  $\log E_{ed} / \log \sigma'$



Lo Sperimentatore  
Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

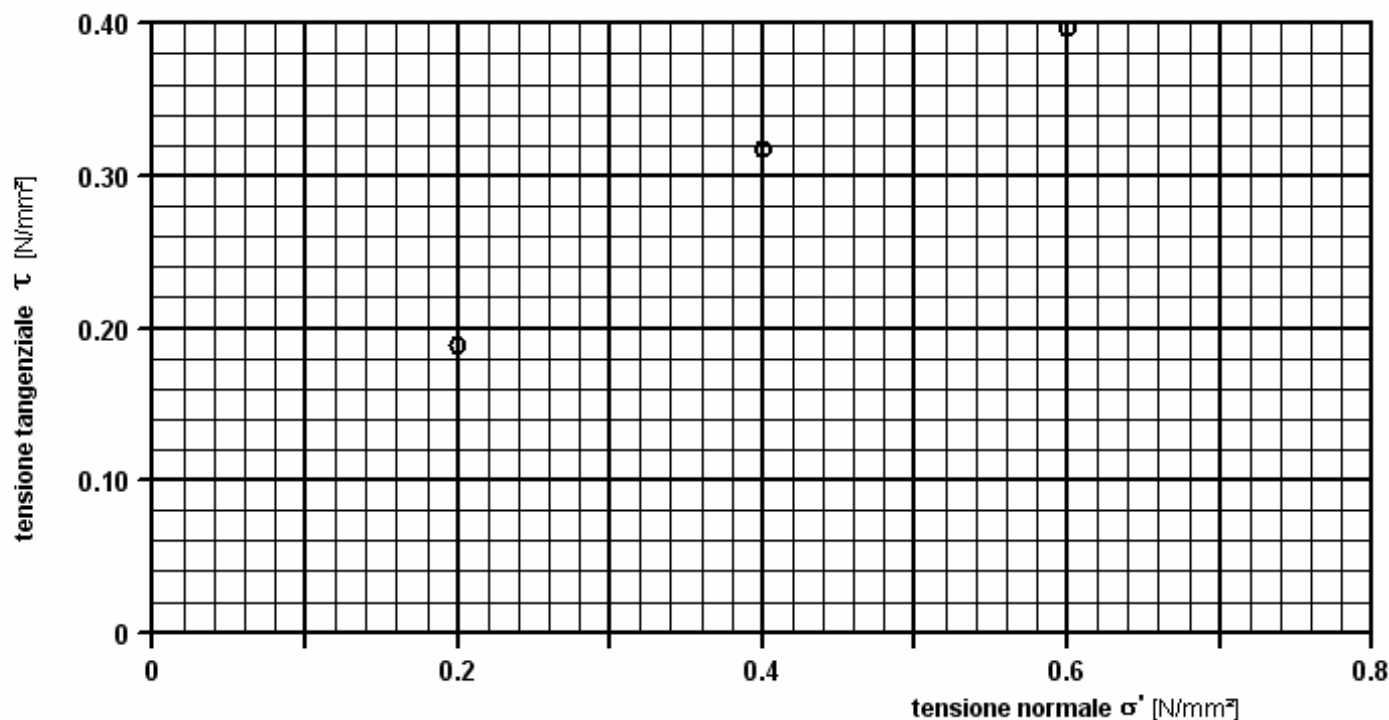
Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 2 Profondità da m 23.00 a m 50.00

Data inizio prova 29/3/2006

Data fine prova 4/4/2006

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)**

Velocità di deformazione 0.002 mm/1'

| Provino | $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\tau_f$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_{of}$<br>[mm] |
|---------|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1       | 18.9                             | 14.4                               | 0.46  | 1.00 | 0.32  | 0.30  | 0.189                            | 0.20                              | 3.46                  |
| 2       | 18.9                             | 14.3                               | 0.46  | 1.00 | 0.32  | 0.30  | 0.318                            | 0.40                              | 3.63                  |
| 3       | 19.0                             | 14.4                               | 0.45  | 1.00 | 0.31  | 0.28  | 0.397                            | 0.60                              | 3.64                  |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |

Note Prova consolidata drenata

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

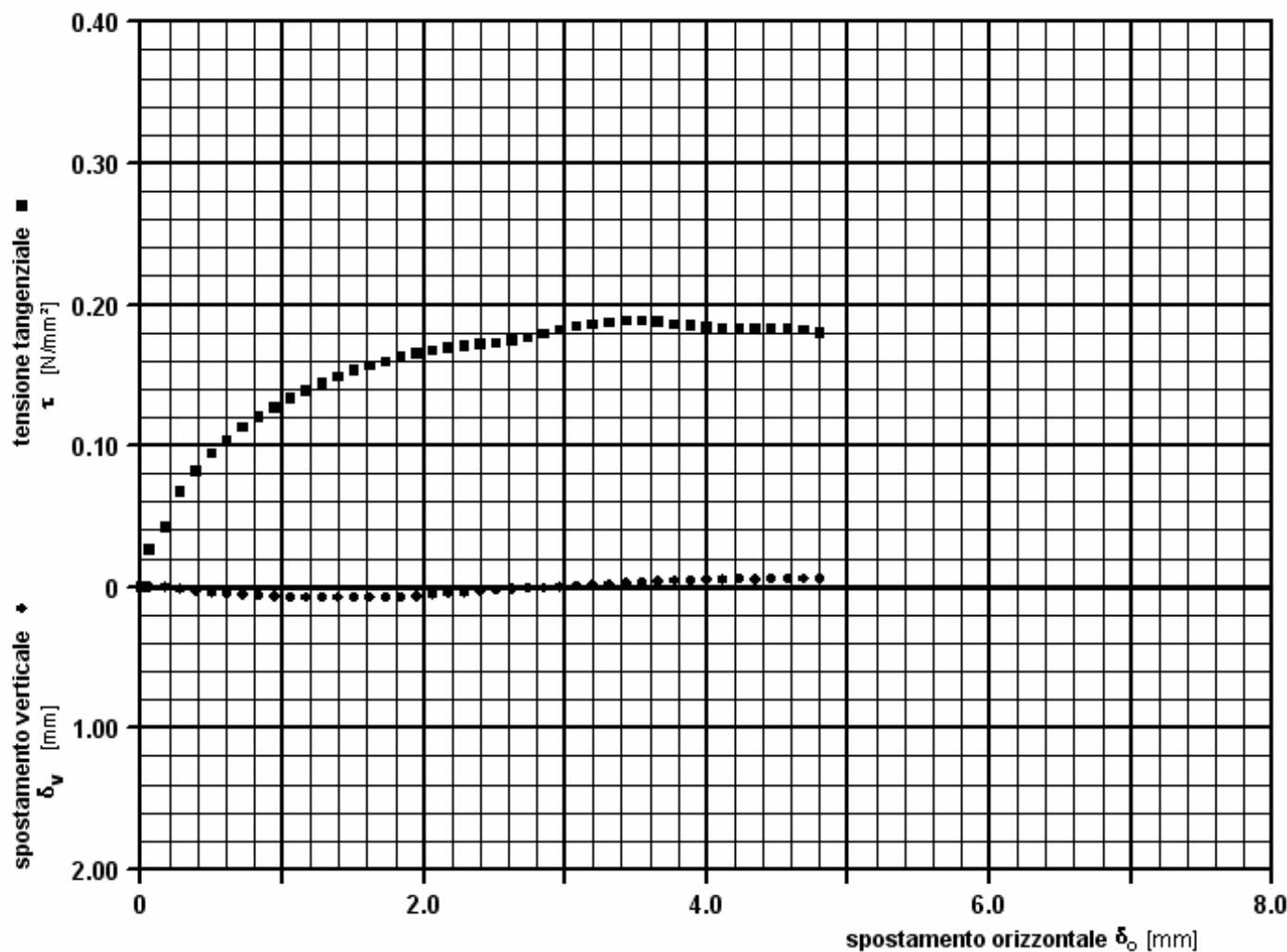
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 2/1 Profondità da m 23.00 a m 50.00

Data inizio prova 29/3/2006

Data fine prova 4/4/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0.002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = cm diametro = 6.00 cm altezza = 1.95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------------------------|
| 18.9                             | 14.4                               | 0.46  | 1.00 | 0.32  | 0.30  | 0.20                              |

Note Provino di forma cilindrica

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

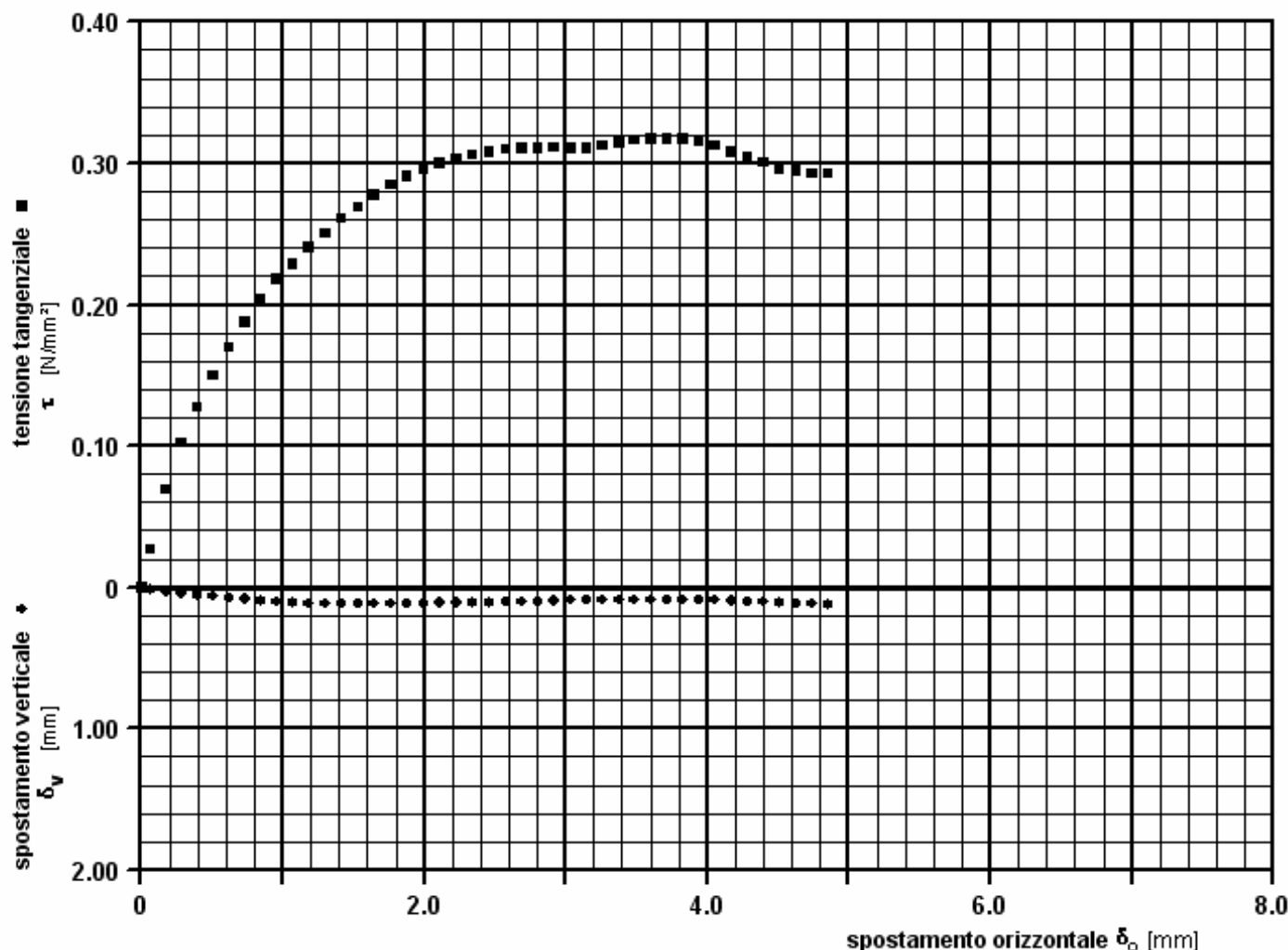
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 2/2 Profondità da m 23.00 a m 23.50

Data inizio prova 29/3/2006

Data fine prova 4/4/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0.002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = cm diametro = 6.00 cm altezza = 1.95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------------------------|
| 18.9                             | 14.3                               | 0.46  | 1.00 | 0.32  | 0.30  | 0.40                              |

Note Provino di forma cilindrica

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 2/3 Profondità da m 23.00 a m 23.50

Data inizio prova 29/3/2006

Data fine prova 4/4/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0.002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = cm diametro = 6.00 cm altezza = 1.95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------------------------|
| 19.0                             | 14.4                               | 0.45  | 1.00 | 0.31  | 0.28  | 0.60                              |

Note Provino di forma cilindrica

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15

Campione 2

Profondità da m 23.00 a m 23.50

**RISULTATI DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)**

Data inizio prova 29/3/2006

Data fine prova 4/4/2006

| Provino 1                          |                             |                 | 2               |                             |                 | 3               |                             |                 |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| $\sigma'$ [N/mm <sup>2</sup> ] 0.2 |                             |                 | 0.4             |                             |                 | 0.6             |                             |                 |
| $\delta_o$ [mm]                    | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] |
| 0.000                              | 0.000                       | 0.000           | 0.000           | 0.000                       | 0.000           | 0.000           | 0.000                       | 0.000           |
| 0.056                              | 0.027                       | -0.002          | 0.062           | 0.027                       | 0.010           | 0.029           | 0.022                       | 0.000           |
| 0.166                              | 0.043                       | -0.002          | 0.170           | 0.070                       | 0.025           | 0.116           | 0.085                       | 0.007           |
| 0.274                              | 0.068                       | 0.010           | 0.281           | 0.103                       | 0.037           | 0.215           | 0.133                       | 0.026           |
| 0.381                              | 0.082                       | 0.022           | 0.392           | 0.128                       | 0.049           | 0.319           | 0.166                       | 0.050           |
| 0.494                              | 0.095                       | 0.036           | 0.500           | 0.151                       | 0.059           | 0.425           | 0.193                       | 0.069           |
| 0.602                              | 0.104                       | 0.044           | 0.614           | 0.170                       | 0.072           | 0.532           | 0.216                       | 0.091           |
| 0.714                              | 0.113                       | 0.053           | 0.727           | 0.188                       | 0.077           | 0.640           | 0.236                       | 0.107           |
| 0.826                              | 0.121                       | 0.058           | 0.838           | 0.205                       | 0.089           | 0.747           | 0.254                       | 0.117           |
| 0.937                              | 0.127                       | 0.066           | 0.951           | 0.219                       | 0.096           | 0.856           | 0.270                       | 0.134           |
| 1.049                              | 0.134                       | 0.068           | 1.065           | 0.229                       | 0.101           | 0.967           | 0.284                       | 0.143           |
| 1.161                              | 0.139                       | 0.068           | 1.181           | 0.241                       | 0.109           | 1.078           | 0.297                       | 0.153           |
| 1.276                              | 0.144                       | 0.068           | 1.294           | 0.251                       | 0.109           | 1.187           | 0.309                       | 0.160           |
| 1.386                              | 0.149                       | 0.068           | 1.410           | 0.261                       | 0.111           | 1.298           | 0.319                       | 0.165           |
| 1.499                              | 0.154                       | 0.068           | 1.526           | 0.270                       | 0.109           | 1.411           | 0.329                       | 0.167           |
| 1.611                              | 0.157                       | 0.068           | 1.639           | 0.278                       | 0.111           | 1.523           | 0.339                       | 0.169           |
| 1.724                              | 0.160                       | 0.068           | 1.757           | 0.285                       | 0.109           | 1.636           | 0.347                       | 0.174           |
| 1.834                              | 0.163                       | 0.068           | 1.873           | 0.291                       | 0.109           | 1.750           | 0.353                       | 0.177           |
| 1.946                              | 0.166                       | 0.061           | 1.989           | 0.296                       | 0.109           | 1.866           | 0.359                       | 0.179           |
| 2.059                              | 0.168                       | 0.051           | 2.105           | 0.300                       | 0.106           | 1.977           | 0.363                       | 0.181           |
| 2.169                              | 0.169                       | 0.041           | 2.223           | 0.304                       | 0.106           | 2.090           | 0.368                       | 0.184           |
| 2.281                              | 0.171                       | 0.034           | 2.337           | 0.307                       | 0.106           | 2.204           | 0.371                       | 0.184           |
| 2.394                              | 0.172                       | 0.027           | 2.452           | 0.308                       | 0.101           | 2.318           | 0.375                       | 0.186           |
| 2.506                              | 0.173                       | 0.019           | 2.571           | 0.310                       | 0.099           | 2.431           | 0.377                       | 0.186           |
| 2.619                              | 0.175                       | 0.012           | 2.684           | 0.311                       | 0.094           | 2.547           | 0.380                       | 0.189           |
| 2.731                              | 0.177                       | 0.007           | 2.800           | 0.311                       | 0.094           | 2.656           | 0.383                       | 0.189           |
| 2.846                              | 0.179                       | 0.002           | 2.913           | 0.312                       | 0.089           | 2.772           | 0.385                       | 0.189           |
| 2.959                              | 0.182                       | -0.005          | 3.027           | 0.311                       | 0.084           | 2.881           | 0.388                       | 0.191           |
| 3.074                              | 0.185                       | -0.010          | 3.142           | 0.311                       | 0.084           | 2.992           | 0.389                       | 0.193           |
| 3.189                              | 0.186                       | -0.017          | 3.256           | 0.313                       | 0.084           | 3.105           | 0.392                       | 0.196           |
| 3.306                              | 0.187                       | -0.024          | 3.372           | 0.315                       | 0.084           | 3.217           | 0.394                       | 0.198           |
| 3.423                              | 0.189                       | -0.029          | 3.480           | 0.317                       | 0.084           | 3.330           | 0.396                       | 0.205           |
| 3.536                              | 0.189                       | -0.036          | 3.596           | 0.318                       | 0.084           | 3.446           | 0.396                       | 0.205           |
| 3.653                              | 0.188                       | -0.044          | 3.709           | 0.318                       | 0.084           | 3.557           | 0.396                       | 0.205           |
| 3.768                              | 0.186                       | -0.049          | 3.823           | 0.318                       | 0.084           | 3.673           | 0.395                       | 0.208           |
| 3.883                              | 0.185                       | -0.051          | 3.936           | 0.317                       | 0.084           | 3.787           | 0.395                       | 0.210           |
| 3.998                              | 0.184                       | -0.053          | 4.049           | 0.313                       | 0.086           | 3.901           | 0.395                       | 0.212           |
| 4.110                              | 0.184                       | -0.056          | 4.165           | 0.309                       | 0.089           | 4.014           | 0.395                       | 0.217           |
| 4.225                              | 0.183                       | -0.061          | 4.279           | 0.305                       | 0.094           | 4.130           | 0.397                       | 0.220           |

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15

Campione 2

Profondità da m 23.00 a m 23.50

**RISULTATI DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)**

Data inizio prova 29/3/2006

Data fine prova 4/4/2006

| Provino 1                          |                             |                 | 2               |                             |                 | 3               |                             |                 |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| $\sigma'$ [N/mm <sup>2</sup> ] 0.2 |                             |                 | 0.4             |                             |                 | 0.6             |                             |                 |
| $\delta_o$ [mm]                    | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] |
| 4.340                              | 0.183                       | -0.058          | 4.392           | 0.301                       | 0.099           | 4.241           | 0.397                       | 0.224           |
| 4.453                              | 0.183                       | -0.061          | 4.505           | 0.297                       | 0.101           | 4.357           | 0.395                       | 0.232           |
| 4.568                              | 0.183                       | -0.061          | 4.621           | 0.295                       | 0.109           | 4.471           | 0.392                       | 0.232           |
| 4.680                              | 0.182                       | -0.061          | 4.735           | 0.294                       | 0.111           | 4.584           | 0.388                       | 0.234           |
| 4.795                              | 0.180                       | -0.061          | 4.848           | 0.293                       | 0.119           | 4.698           | 0.386                       | 0.243           |

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 3 Profondità da m 27.30 a m 27.70

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 27/3/2006

Data di apertura 29/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 40 cm

Condizioni campione Cattive

Prove eseguite  $\gamma$ ,  $\gamma_s$ , G, w, CE, TD (CD)

**R<sub>p</sub>** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Limo argilloso sabbioso di colore variabile dal grigio al marrone giallastro, da poco consistente a molle,  $w_n \gg w_p$ , con frammenti di conchiglie.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

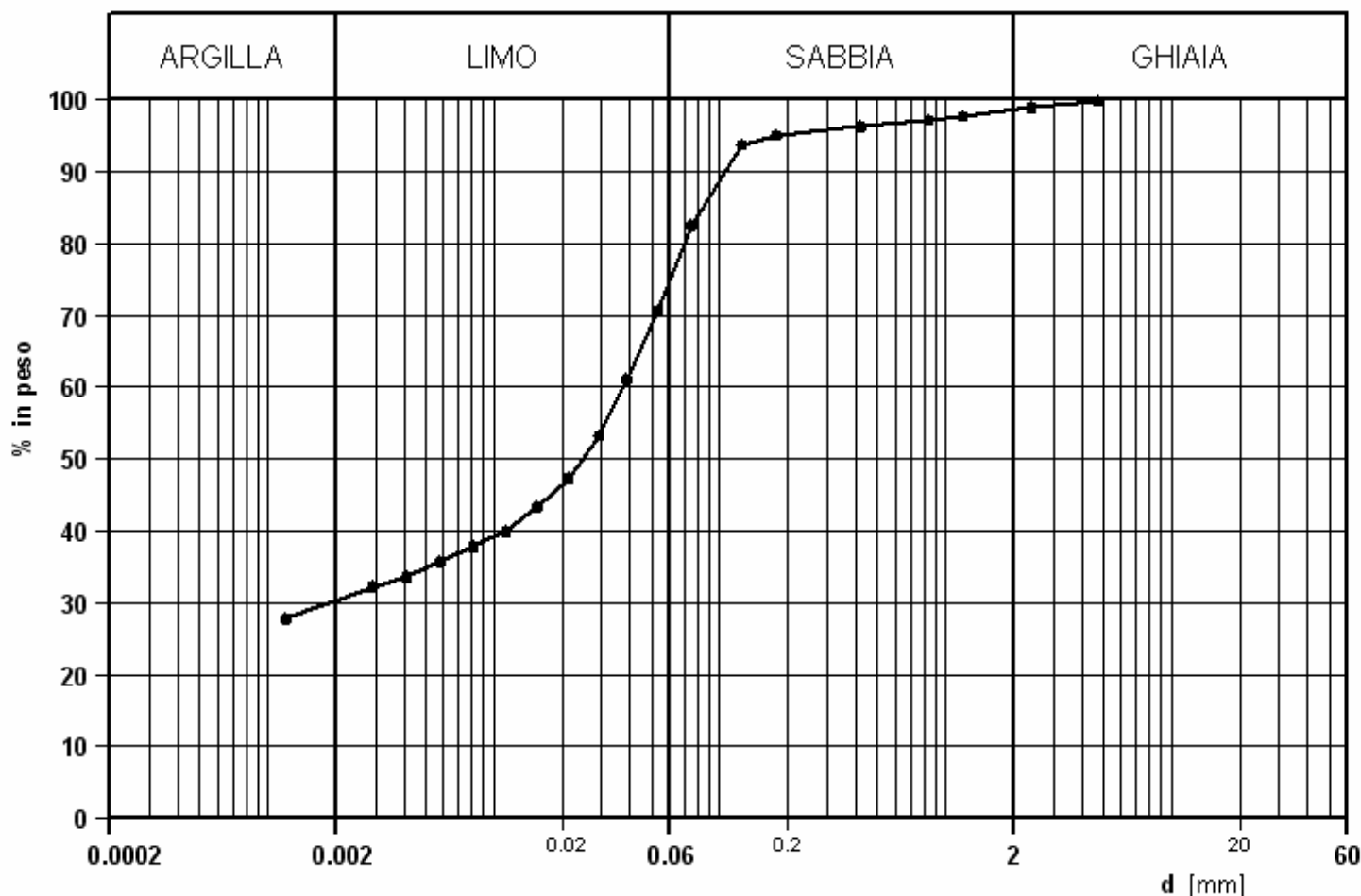
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 3 Profondità da m 27.30 a m 27.70

Data inizio prova 6/4/2006

Data fine prova 12/4/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Limo con argilla sabbioso

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 30$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006 ..... Certificato n° - .....

Richiedente SYSTRA S.A. .....

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo .....

Sondaggio SA15 Campione 3 Profondità da m 27.30 a m 27.70 .....

Data inizio prova 30/3/2006 ..... Data fine prova 12/4/2006 .....

### PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA - ASTM D-2435 (2004)

Dimensioni del provino: diametro  $d = 50$  mm altezza  $l_0 = 20$  mm

#### Caratteristiche iniziali

Peso dell'unità di volume  $\gamma = 19.3$  kN/m<sup>3</sup>

Peso secco dell'unità di volume  $\gamma_d = 15.0$  kN/m<sup>3</sup>

Peso specifico  $\gamma_s = 26.6$  kN/m<sup>3</sup>

Contenuto d'acqua  $w = 0.29$

Indice di porosità  $e_0 = 0.78$

Grado di saturazione  $S = 1.00$

#### Risultati della prova

Peso dell'unità di volume finale  $\gamma_f = 21.5$  kN/m<sup>3</sup>

Contenuto d'acqua finale  $w_f = 0.22$

| Pressione<br>$\sigma'$ [N/cm <sup>2</sup> ] |         | 7.5   | 15.0  | 30.0  | 62.5  | 125.0 | 250.0 | 500.0 |  |  |
|---------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|
| Indice di<br>porosità<br>$e$                | carico  | 0.705 | 0.682 | 0.655 | 0.613 | 0.563 | 0.501 | 0.424 |  |  |
|                                             | scarico | 0.484 |       |       |       |       |       |       |  |  |

Note .....

.....

Lo Sperimentatore  
Salvatore Febo

Il Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

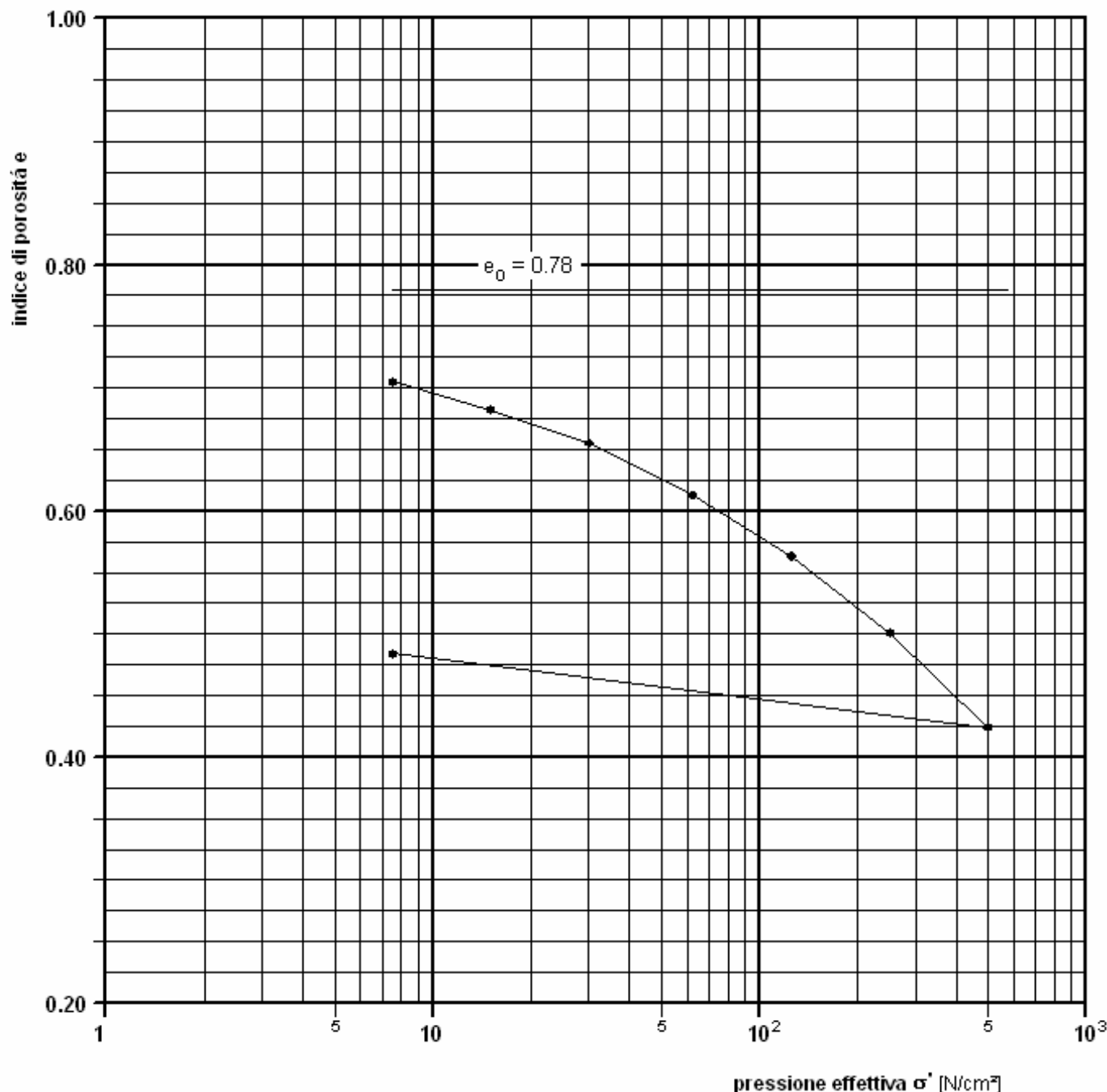
Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 3 Profondità da m 27.30 a m 27.70

Data inizio prova 30/3/2006

Data fine prova 12/4/2006

**CURVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA - ASTM D-2435 (2004)**Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

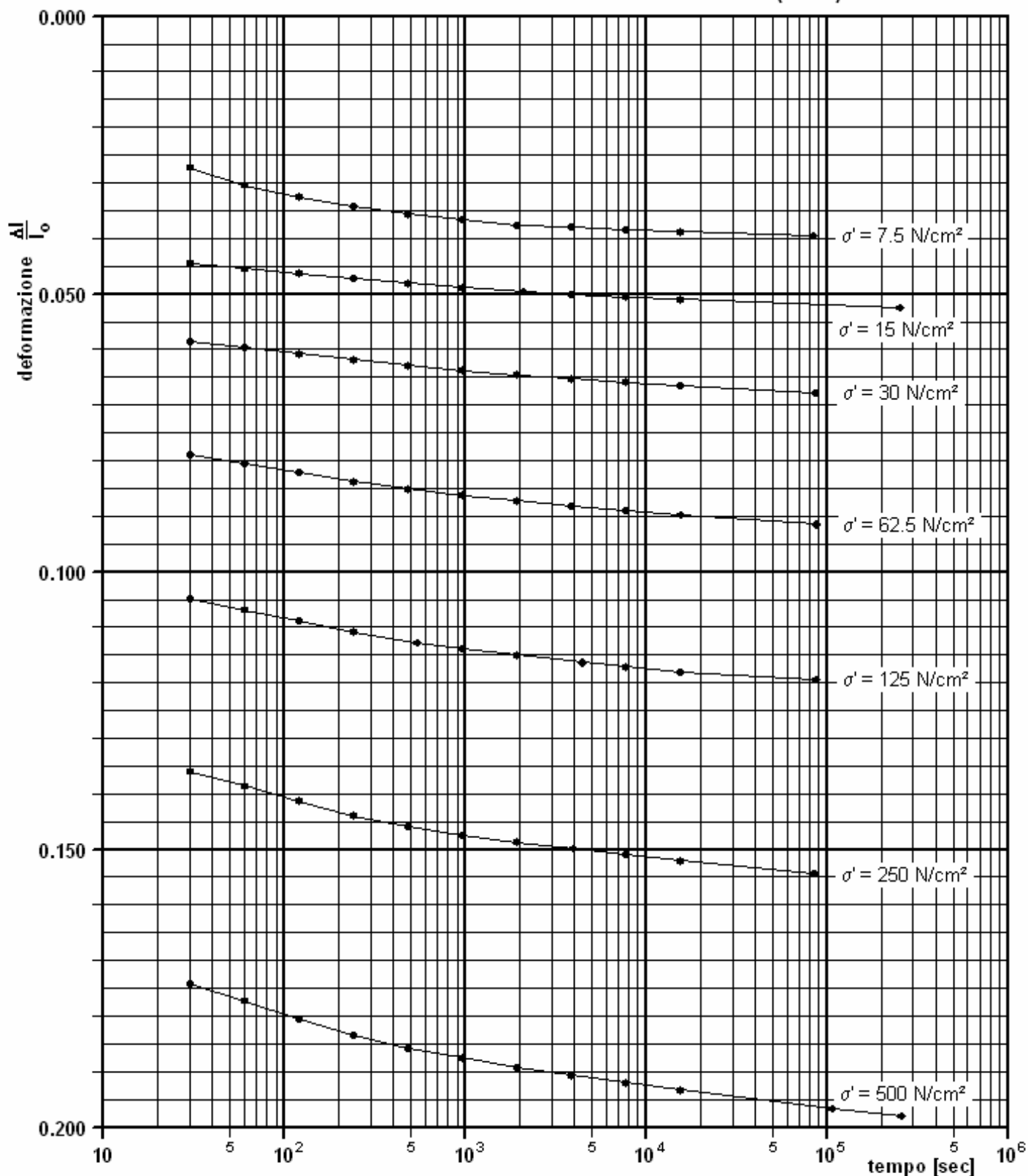
Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 3 Profondità da m 27.30 a m 27.70

## CURVE DEFORMAZIONE-TEMPO - ASTM D-2435 (2004)



Verbale di accettazione 04/2006

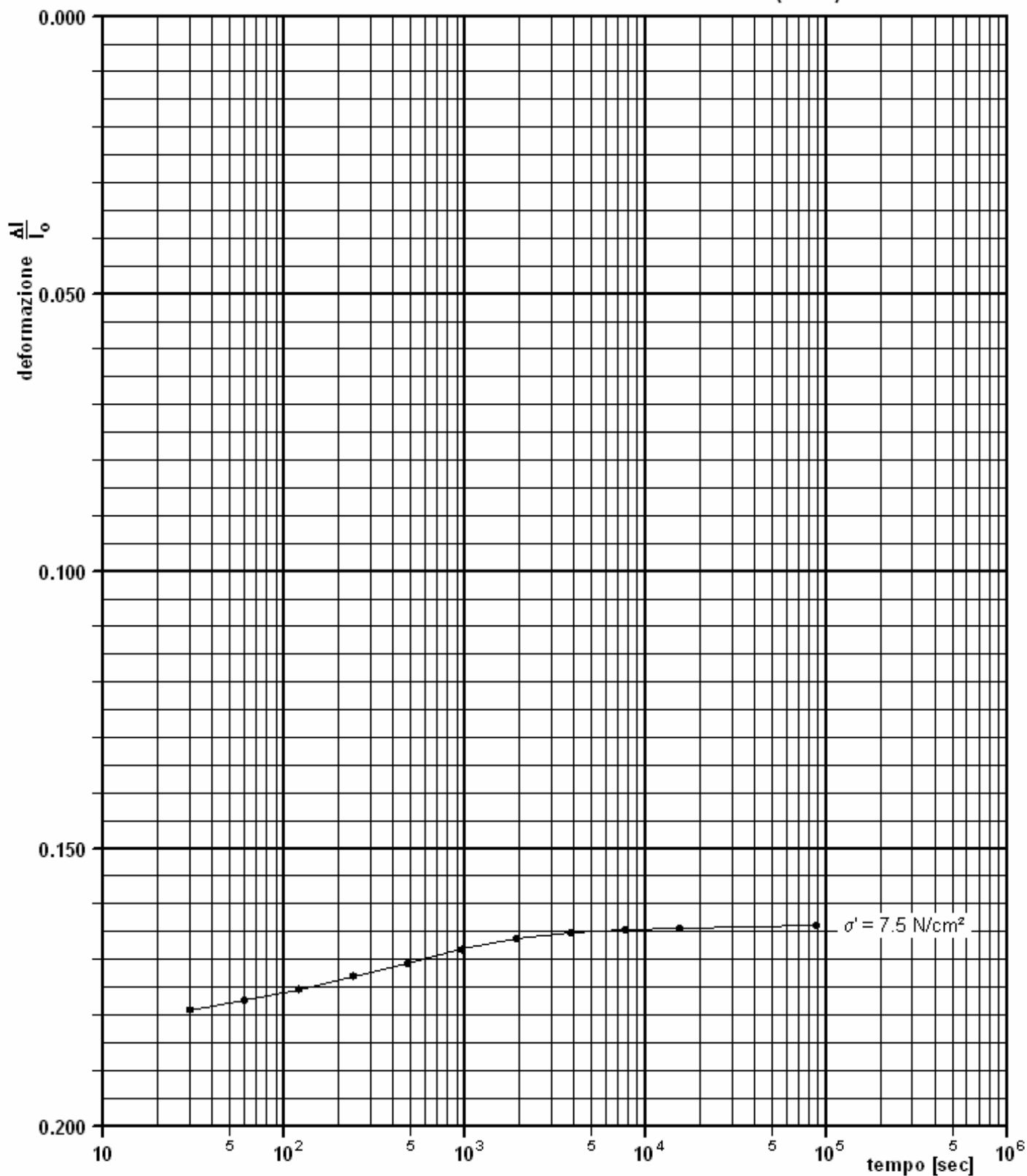
Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 3 Profondità da m 27.30 a m 27.70

## CURVE DEFORMAZIONE-TEMPO - ASTM D-2435 (2004)



Rif. verbale di accettazione: 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 3 Profondità da m 27.30 a m 27.70

## PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

### GRANDEZZE CARATTERISTICHE

| $\sigma'$<br>[N/cm <sup>2</sup> ] | E <sub>ed</sub><br>[N/cm <sup>2</sup> ] | m <sub>v</sub><br>[cm <sup>2</sup> /N] | c <sub>v</sub><br>[cm <sup>2</sup> /sec] | k<br>[cm/sec]        |
|-----------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|----------------------|
| 7.5 ÷ 15.0                        | 557                                     | $1.8 \times 10^{-3}$                   |                                          |                      |
| 15.0 ÷ 30.0                       | 925                                     | $1.1 \times 10^{-3}$                   |                                          |                      |
| 30.0 ÷ 62.5                       | 1279                                    | $7.8 \times 10^{-4}$                   |                                          |                      |
| 62.5 ÷ 125.0                      | 2038                                    | $4.9 \times 10^{-4}$                   |                                          |                      |
| 125.0 ÷ 250.0                     | 3142                                    | $3.2 \times 10^{-4}$                   | $2.5 \times 10^{-3}$                     | $8.0 \times 10^{-9}$ |
| 250.0 ÷ 500.0                     | 4848                                    | $2.1 \times 10^{-4}$                   | $2.0 \times 10^{-3}$                     | $4.1 \times 10^{-9}$ |
|                                   |                                         |                                        |                                          |                      |
|                                   |                                         |                                        |                                          |                      |
|                                   |                                         |                                        |                                          |                      |
|                                   |                                         |                                        |                                          |                      |

note

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

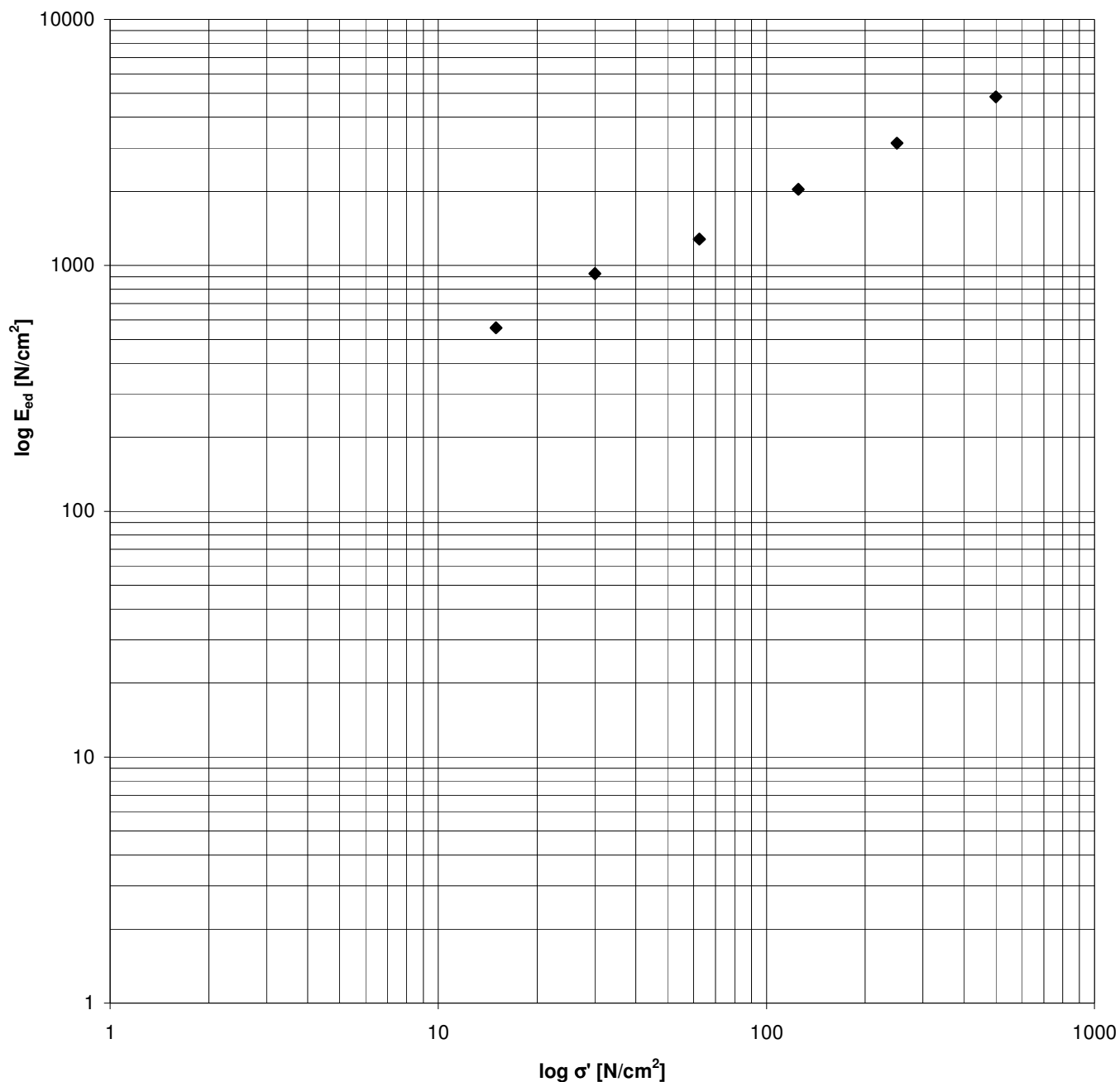
Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 3 Profondità da m 27,30 a m 27,70

diagramma  $\log E_{ed} / \log \sigma'$



Lo Sperimentatore  
Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

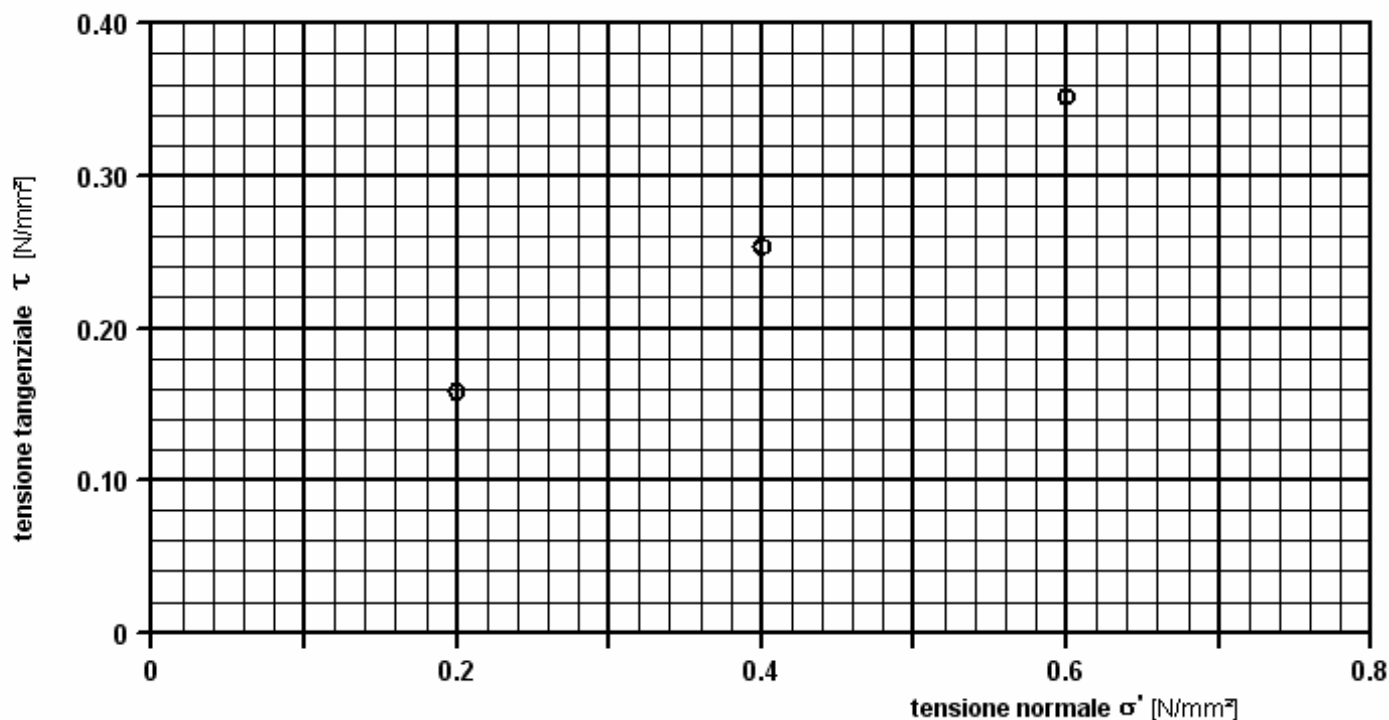
Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 3 Profondità da m 27.30 a m 27.70

Data inizio prova 30/3/2006

Data fine prova 5/4/2006

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)**

Velocità di deformazione 0.002 mm/1'

| Provino | $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\tau_f$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_{of}$<br>[mm] |
|---------|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1       | 20.0                             | 16.0                               | 0.40  | 1.00 | 0.25  | 0.25  | 0.158                            | 0.20                              | 3.28                  |
| 2       | 19.6                             | 15.4                               | 0.42  | 1.00 | 0.27  | 0.23  | 0.254                            | 0.40                              | 4.14                  |
| 3       | 19.3                             | 14.9                               | 0.44  | 1.00 | 0.29  | 0.24  | 0.352                            | 0.60                              | 2.48                  |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |

Note Prova consolidata drenata

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

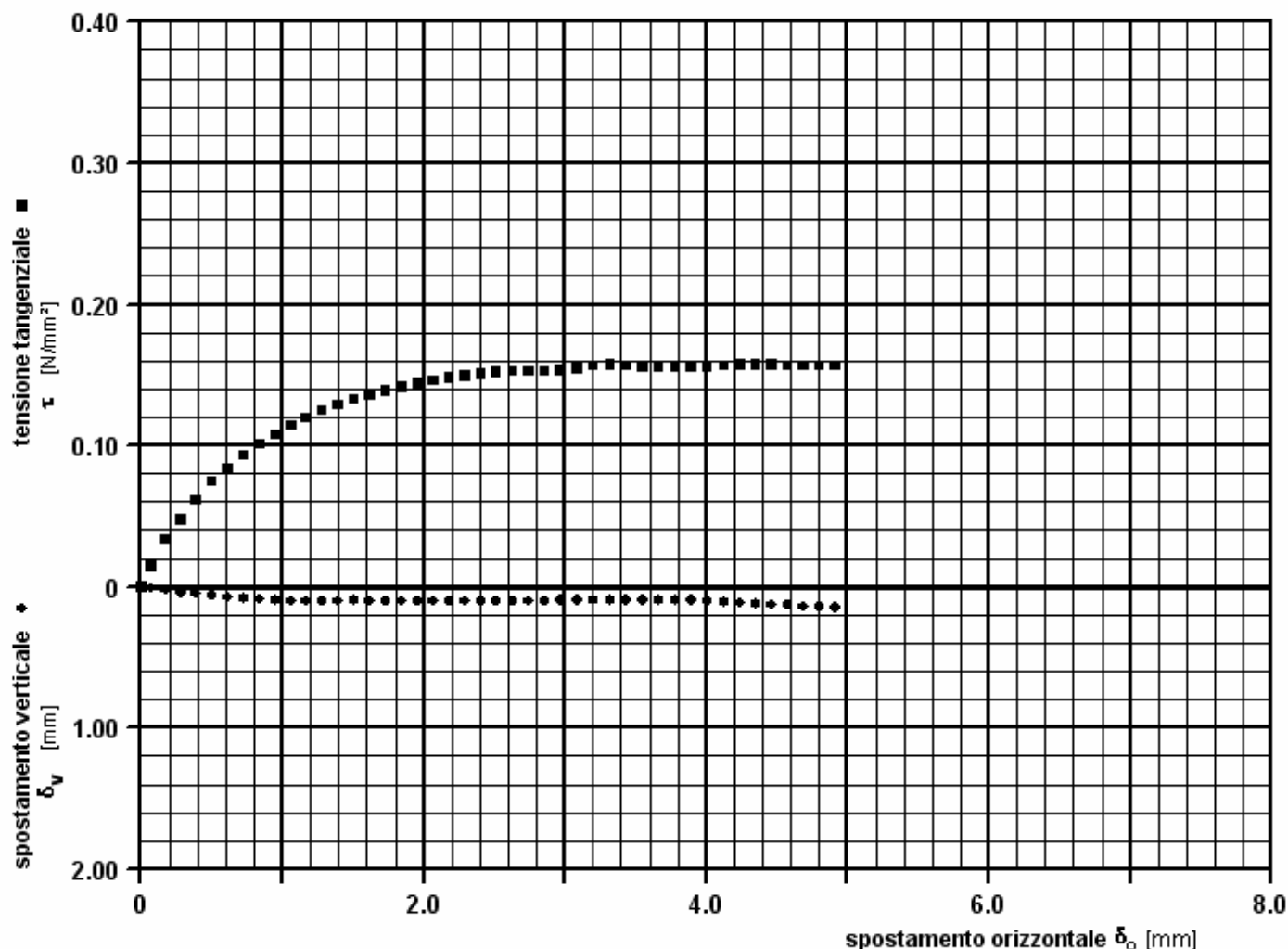
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 3/1 Profondità da m 27.30 a m 27.70

Data inizio prova 30/3/2006

Data fine prova 5/4/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0.002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = cm diametro = 6.00 cm altezza = 1.95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------------------------|
| 20.0                             | 16.0                               | 0.40  | 1.00 | 0.25  | 0.25  | 0.20                              |

Note Provino di forma cilindrica

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

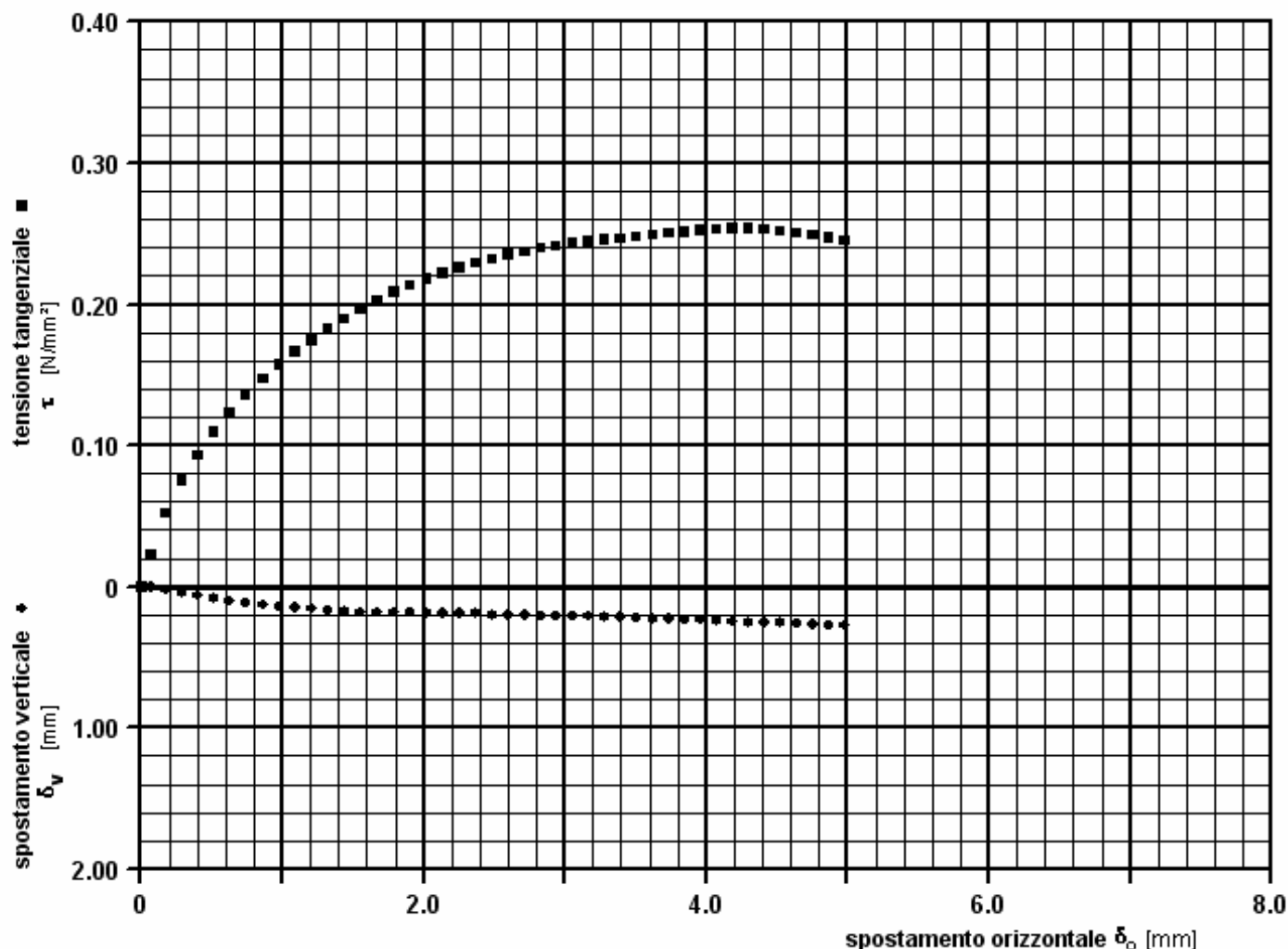
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 3/2 Profondità da m 27.30 a m 27.70

Data inizio prova 30/3/2006

Data fine prova 5/4/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0.002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = cm diametro = 6.00 cm altezza = 1.95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------------------------|
| 19.6                             | 15.4                               | 0.42  | 1.00 | 0.27  | 0.23  | 0.40                              |

Note Provino di forma cilindrica

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

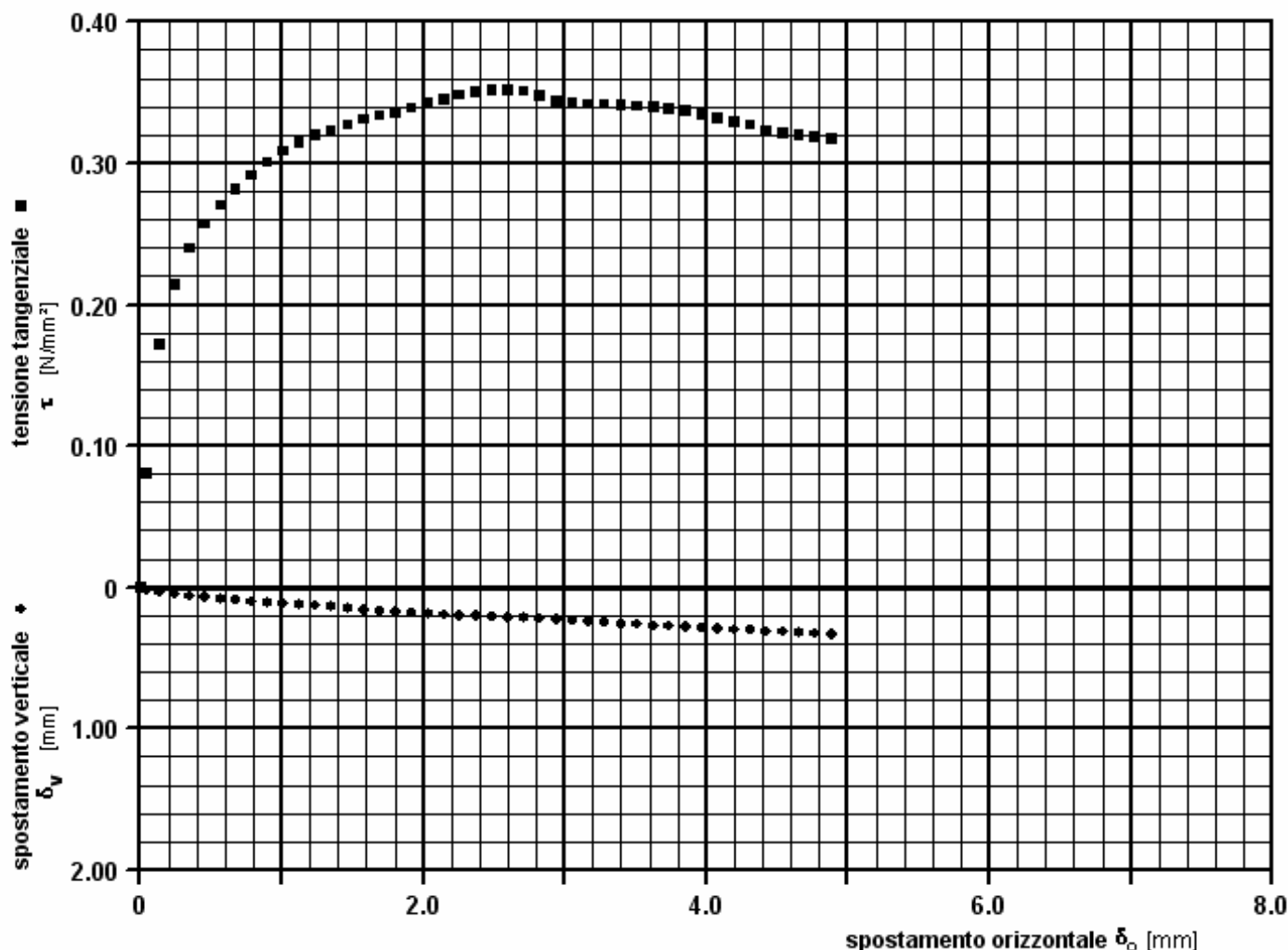
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 3/3 Profondità da m 27.30 a m 27.70

Data inizio prova 30/3/2006

Data fine prova 5/4/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0.002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = cm diametro = 6.00 cm altezza = 1.95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------------------------|
| 19.3                             | 14.9                               | 0.44  | 1.00 | 0.29  | 0.24  | 0.60                              |

Note Provino di forma cilindrica

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oretto-Notarbartolo

Sondaggio SA15

Campione 3

Profondità da m 27.30 a m 27.70

**RISULTATI DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)**

Data inizio prova 30/3/2006

Data fine prova 5/4/2006

| Provino 1                          |                             |                 | 2               |                             |                 | 3               |                             |                 |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| $\sigma'$ [N/mm <sup>2</sup> ] 0.2 |                             |                 | 0.4             |                             |                 | 0.6             |                             |                 |
| $\delta_o$ [mm]                    | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] |
| 0.000                              | 0.000                       | 0.000           | 0.000           | 0.000                       | 0.000           | 0.000           | 0.000                       | 0.000           |
| 0.064                              | 0.015                       | 0.002           | 0.067           | 0.023                       | 0.000           | 0.041           | 0.081                       | 0.019           |
| 0.169                              | 0.034                       | 0.019           | 0.175           | 0.053                       | 0.017           | 0.133           | 0.172                       | 0.031           |
| 0.276                              | 0.048                       | 0.036           | 0.286           | 0.076                       | 0.037           | 0.237           | 0.215                       | 0.045           |
| 0.386                              | 0.062                       | 0.046           | 0.397           | 0.094                       | 0.059           | 0.341           | 0.240                       | 0.055           |
| 0.496                              | 0.075                       | 0.058           | 0.510           | 0.110                       | 0.079           | 0.450           | 0.258                       | 0.064           |
| 0.609                              | 0.085                       | 0.073           | 0.624           | 0.124                       | 0.099           | 0.561           | 0.271                       | 0.076           |
| 0.719                              | 0.094                       | 0.080           | 0.737           | 0.136                       | 0.109           | 0.669           | 0.282                       | 0.086           |
| 0.831                              | 0.102                       | 0.085           | 0.858           | 0.148                       | 0.124           | 0.781           | 0.292                       | 0.095           |
| 0.944                              | 0.108                       | 0.090           | 0.971           | 0.157                       | 0.136           | 0.892           | 0.301                       | 0.100           |
| 1.056                              | 0.115                       | 0.095           | 1.084           | 0.167                       | 0.146           | 1.005           | 0.309                       | 0.107           |
| 1.166                              | 0.120                       | 0.095           | 1.203           | 0.175                       | 0.151           | 1.117           | 0.315                       | 0.115           |
| 1.279                              | 0.125                       | 0.095           | 1.319           | 0.183                       | 0.161           | 1.233           | 0.320                       | 0.124           |
| 1.391                              | 0.129                       | 0.095           | 1.434           | 0.190                       | 0.168           | 1.344           | 0.324                       | 0.131           |
| 1.501                              | 0.133                       | 0.092           | 1.550           | 0.197                       | 0.173           | 1.460           | 0.328                       | 0.143           |
| 1.614                              | 0.137                       | 0.095           | 1.666           | 0.203                       | 0.173           | 1.573           | 0.332                       | 0.153           |
| 1.724                              | 0.139                       | 0.095           | 1.784           | 0.209                       | 0.178           | 1.687           | 0.334                       | 0.160           |
| 1.839                              | 0.142                       | 0.095           | 1.900           | 0.214                       | 0.178           | 1.800           | 0.336                       | 0.169           |
| 1.949                              | 0.144                       | 0.095           | 2.016           | 0.219                       | 0.180           | 1.914           | 0.340                       | 0.177           |
| 2.061                              | 0.146                       | 0.095           | 2.129           | 0.222                       | 0.180           | 2.028           | 0.343                       | 0.184           |
| 2.174                              | 0.148                       | 0.095           | 2.248           | 0.226                       | 0.185           | 2.141           | 0.346                       | 0.191           |
| 2.286                              | 0.150                       | 0.095           | 2.364           | 0.230                       | 0.185           | 2.252           | 0.349                       | 0.193           |
| 2.399                              | 0.151                       | 0.095           | 2.479           | 0.233                       | 0.193           | 2.368           | 0.351                       | 0.198           |
| 2.509                              | 0.152                       | 0.095           | 2.593           | 0.236                       | 0.193           | 2.480           | 0.352                       | 0.203           |
| 2.624                              | 0.153                       | 0.095           | 2.709           | 0.238                       | 0.198           | 2.593           | 0.352                       | 0.208           |
| 2.736                              | 0.153                       | 0.095           | 2.822           | 0.240                       | 0.200           | 2.707           | 0.351                       | 0.210           |
| 2.851                              | 0.153                       | 0.095           | 2.933           | 0.242                       | 0.200           | 2.818           | 0.348                       | 0.217           |
| 2.964                              | 0.154                       | 0.092           | 3.049           | 0.244                       | 0.205           | 2.934           | 0.345                       | 0.222           |
| 3.081                              | 0.155                       | 0.092           | 3.162           | 0.245                       | 0.205           | 3.047           | 0.343                       | 0.229           |
| 3.196                              | 0.157                       | 0.092           | 3.273           | 0.246                       | 0.210           | 3.161           | 0.342                       | 0.239           |
| 3.313                              | 0.157                       | 0.092           | 3.389           | 0.247                       | 0.210           | 3.277           | 0.342                       | 0.243           |
| 3.428                              | 0.157                       | 0.092           | 3.502           | 0.248                       | 0.217           | 3.393           | 0.341                       | 0.253           |
| 3.546                              | 0.157                       | 0.092           | 3.616           | 0.250                       | 0.222           | 3.509           | 0.341                       | 0.258           |
| 3.661                              | 0.156                       | 0.092           | 3.729           | 0.251                       | 0.225           | 3.623           | 0.341                       | 0.267           |
| 3.775                              | 0.156                       | 0.092           | 3.842           | 0.252                       | 0.230           | 3.734           | 0.339                       | 0.270           |
| 3.890                              | 0.157                       | 0.092           | 3.956           | 0.253                       | 0.230           | 3.850           | 0.338                       | 0.277           |
| 4.003                              | 0.157                       | 0.095           | 4.067           | 0.254                       | 0.237           | 3.963           | 0.335                       | 0.282           |
| 4.118                              | 0.157                       | 0.102           | 4.180           | 0.254                       | 0.242           | 4.077           | 0.333                       | 0.286           |
| 4.233                              | 0.158                       | 0.109           | 4.293           | 0.254                       | 0.247           | 4.193           | 0.330                       | 0.294           |

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15

Campione 3

Profondità da m 27.30 a m 27.70

**RISULTATI DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)**

Data inizio prova 30/3/2006

Data fine prova 5/4/2006

| Provino 1                          |                             |                 | 2               |                             |                 | 3               |                             |                 |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| $\sigma'$ [N/mm <sup>2</sup> ] 0.2 |                             |                 | 0.4             |                             |                 | 0.6             |                             |                 |
| $\delta_o$ [mm]                    | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] |
| 4.345                              | 0.158                       | 0.114           | 4.407           | 0.254                       | 0.247           | 4.307           | 0.328                       | 0.296           |
| 4.460                              | 0.157                       | 0.121           | 4.520           | 0.253                       | 0.252           | 4.420           | 0.324                       | 0.306           |
| 4.573                              | 0.157                       | 0.124           | 4.634           | 0.251                       | 0.257           | 4.536           | 0.322                       | 0.310           |
| 4.685                              | 0.157                       | 0.134           | 4.747           | 0.250                       | 0.262           | 4.650           | 0.320                       | 0.315           |
| 4.798                              | 0.157                       | 0.136           | 4.863           | 0.248                       | 0.267           | 4.763           | 0.319                       | 0.322           |
| 4.910                              | 0.157                       | 0.143           | 4.974           | 0.246                       | 0.269           | 4.879           | 0.318                       | 0.327           |

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 4 Profondità da m 32.30 a m 32.70

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 27/3/2006

Data di apertura 29/3/2006

Contenitore Fustella di plastica

Dimensioni l = 45 cm

Condizioni campione Discrete

Prove eseguite  $\gamma$ ,  $\gamma_s$ , G, w, CE, TD (CD)

**Rp** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Sabbia limosa di colore giallastro avana, poco consistente,  $w_n > w_p$ , con qualche frammento di conchiglia.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

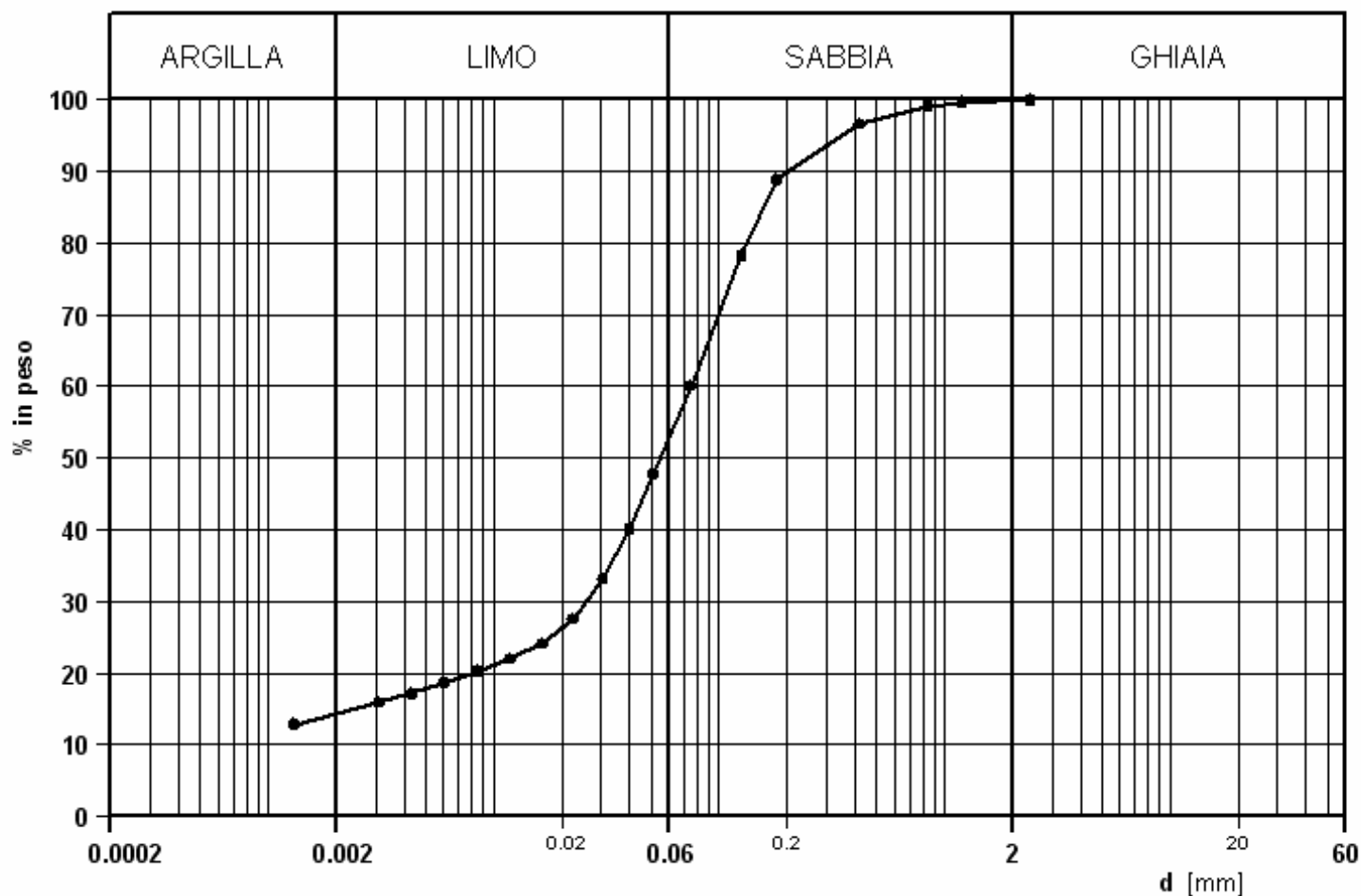
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 4 Profondità da m 32.20 a m 32.70

Data inizio prova 4/4/2006

Data fine prova 12/4/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Sabbia con limo argillosa

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 14$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006 ..... Certificato n° - .....

Richiedente SYSTRA S.A. ....

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo .....

Sondaggio SA15 Campione 4 Profondità da m 32.30 a m 32.70 .....

Data inizio prova 30/3/2006 ..... Data fine prova 12/4/2006 .....

### PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA - ASTM D-2435 (2004)

Dimensioni del provino: diametro  $d = 50$  mm altezza  $l_0 = 20$  mm

#### Caratteristiche iniziali

Peso dell'unità di volume  $\gamma = 21.3$  kN/m<sup>3</sup>

Peso secco dell'unità di volume  $\gamma_d = 18.0$  kN/m<sup>3</sup>

Peso specifico  $\gamma_s = 26.8$  kN/m<sup>3</sup>

Contenuto d'acqua  $w = 0.18$

Indice di porosità  $e_0 = 0.44$

Grado di saturazione  $S = 1.00$

#### Risultati della prova

Peso dell'unità di volume finale  $\gamma_f = 21.9$  kN/m<sup>3</sup>

Contenuto d'acqua finale  $w_f = 0.18$

| Pressione<br>$\sigma'$ [N/cm <sup>2</sup> ] |         | 7.5   | 15.0  | 30.0  | 62.5  | 125.0 | 250.0 | 500.0 |  |  |
|---------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|
| Indice di<br>porosità<br>$e$                | carico  | 0.417 | 0.410 | 0.401 | 0.387 | 0.369 | 0.346 | 0.315 |  |  |
|                                             | scarico | 0.336 |       |       |       |       |       |       |  |  |

Note .....

.....

Lo Sperimentatore  
Salvatore Febo

Il Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

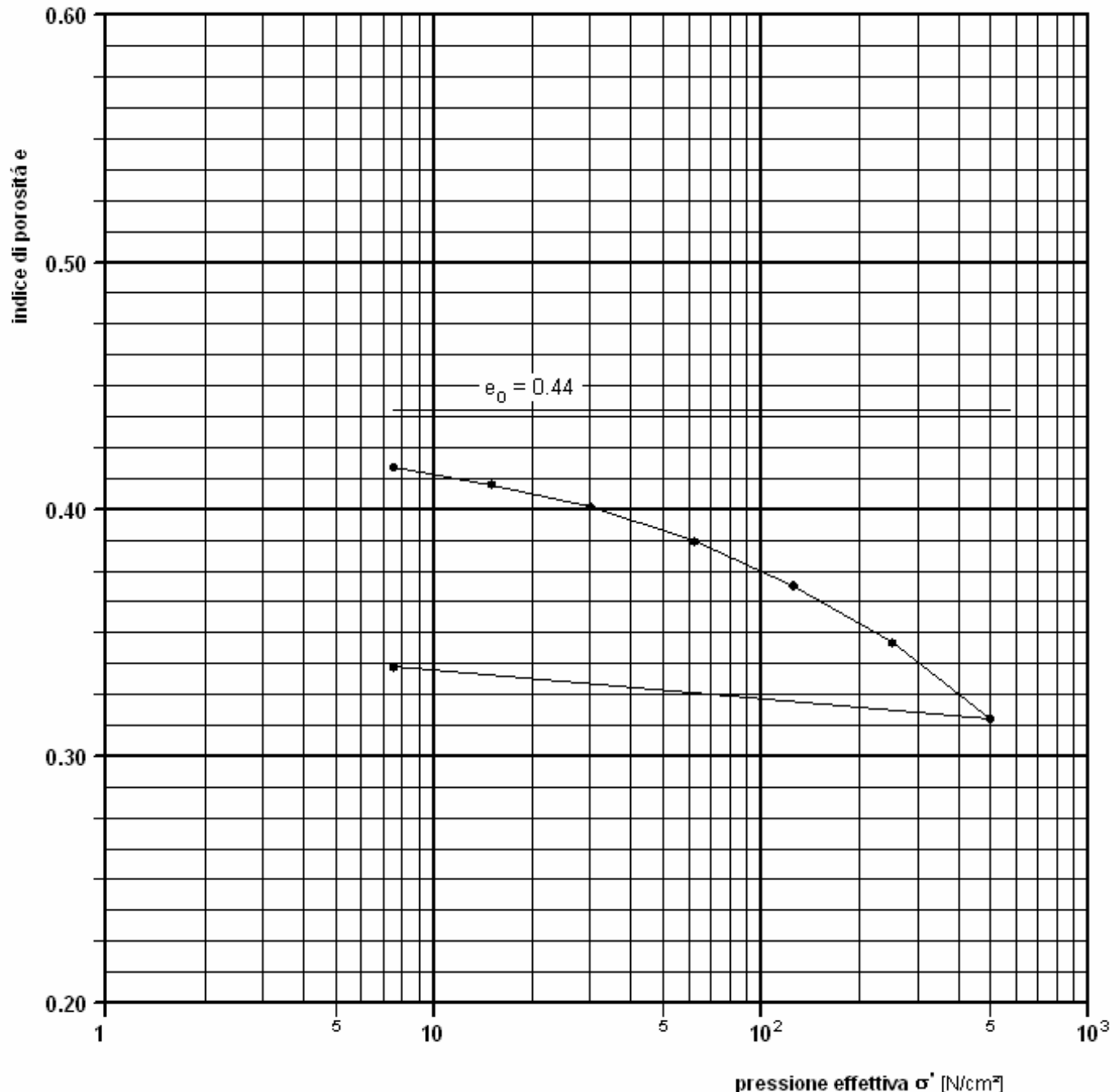
Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 4 Profondità da m 32.30 a m 32.70

Data inizio prova 30/3/2006

Data fine prova 12/4/2006

**CURVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA - ASTM D-2435 (2004)**Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

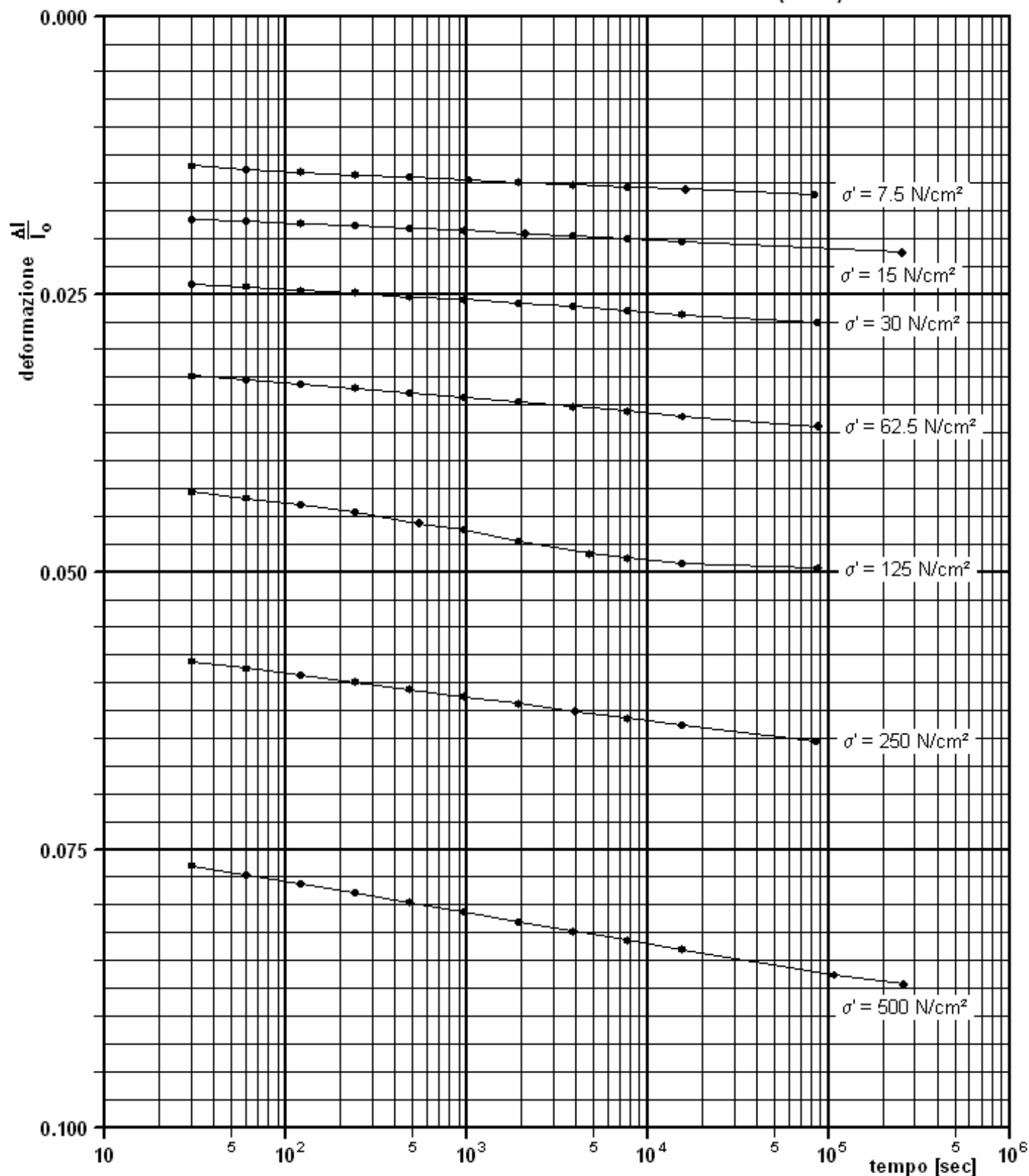
Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 4 Profondità da m 32.30 a m 32.70

## CURVE DEFORMAZIONE-TEMPO - ASTM D-2435 (2004)



Verbale di accettazione 04/2006

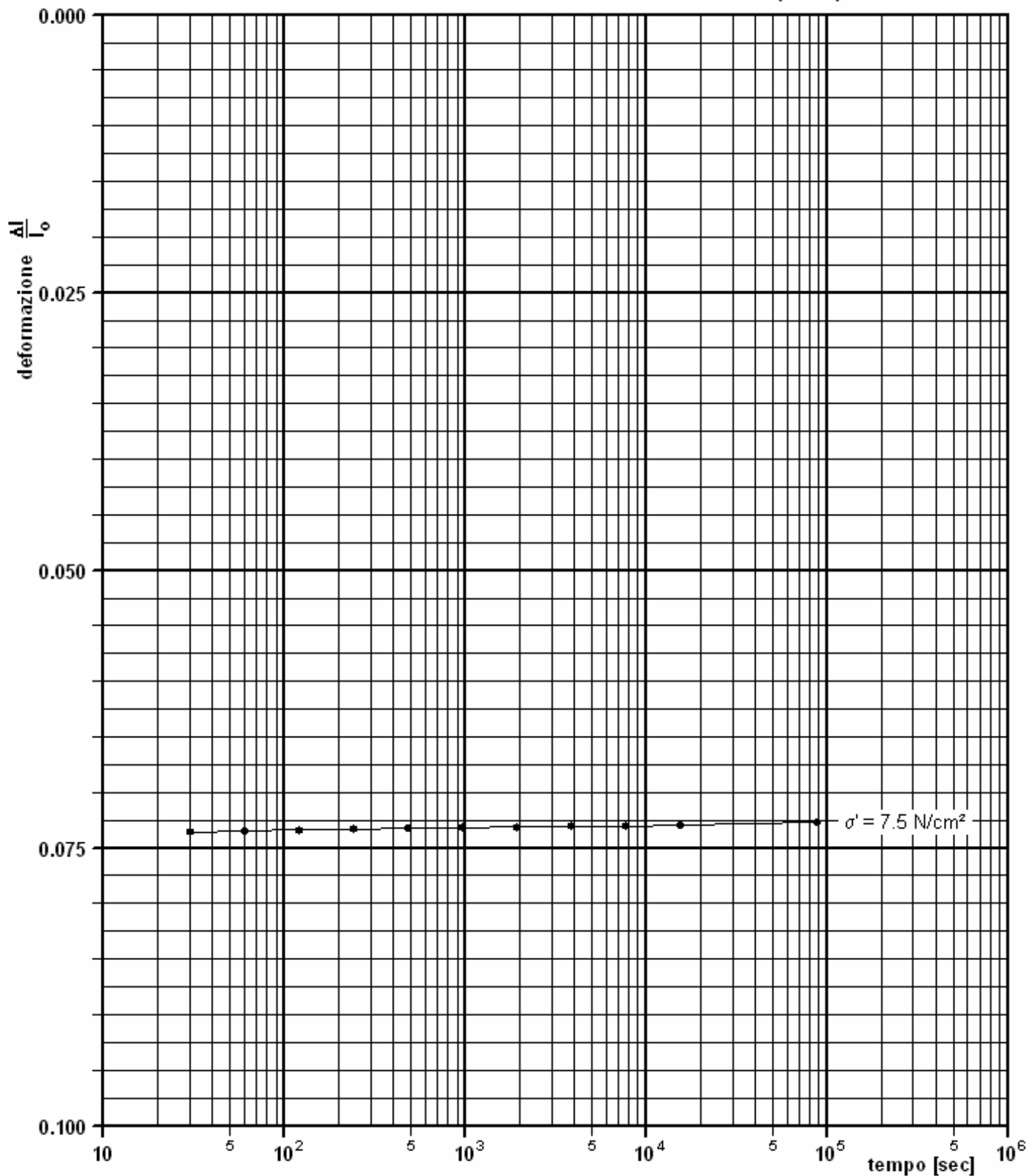
Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 4 Profondità da m 32.30 a m 32.70

## CURVE DEFORMAZIONE-TEMPO - ASTM D-2435 (2004)



Rif. verbale di accettazione: 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 4 Profondità da m 32.30 a m 32.70

## PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

### GRANDEZZE CARATTERISTICHE

| $\sigma'$<br>[N/cm <sup>2</sup> ] | E <sub>ed</sub><br>[N/cm <sup>2</sup> ] | m <sub>v</sub><br>[cm <sup>2</sup> /N] | c <sub>v</sub><br>[cm <sup>2</sup> /sec] | k<br>[cm/sec] |
|-----------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|---------------|
| 7.5 ÷ 15.0                        | 1413                                    | $7.1 \times 10^{-4}$                   |                                          |               |
| 15.0 ÷ 30.0                       | 2317                                    | $4.3 \times 10^{-4}$                   |                                          |               |
| 30.0 ÷ 62.5                       | 3396                                    | $2.9 \times 10^{-4}$                   |                                          |               |
| 62.5 ÷ 125.0                      | 4710                                    | $2.1 \times 10^{-4}$                   |                                          |               |
| 125.0 ÷ 250.0                     | 7620                                    | $1.3 \times 10^{-4}$                   |                                          |               |
| 250.0 ÷ 500.0                     | 10688                                   | $9.4 \times 10^{-5}$                   |                                          |               |
|                                   |                                         |                                        |                                          |               |
|                                   |                                         |                                        |                                          |               |
|                                   |                                         |                                        |                                          |               |
|                                   |                                         |                                        |                                          |               |

note

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

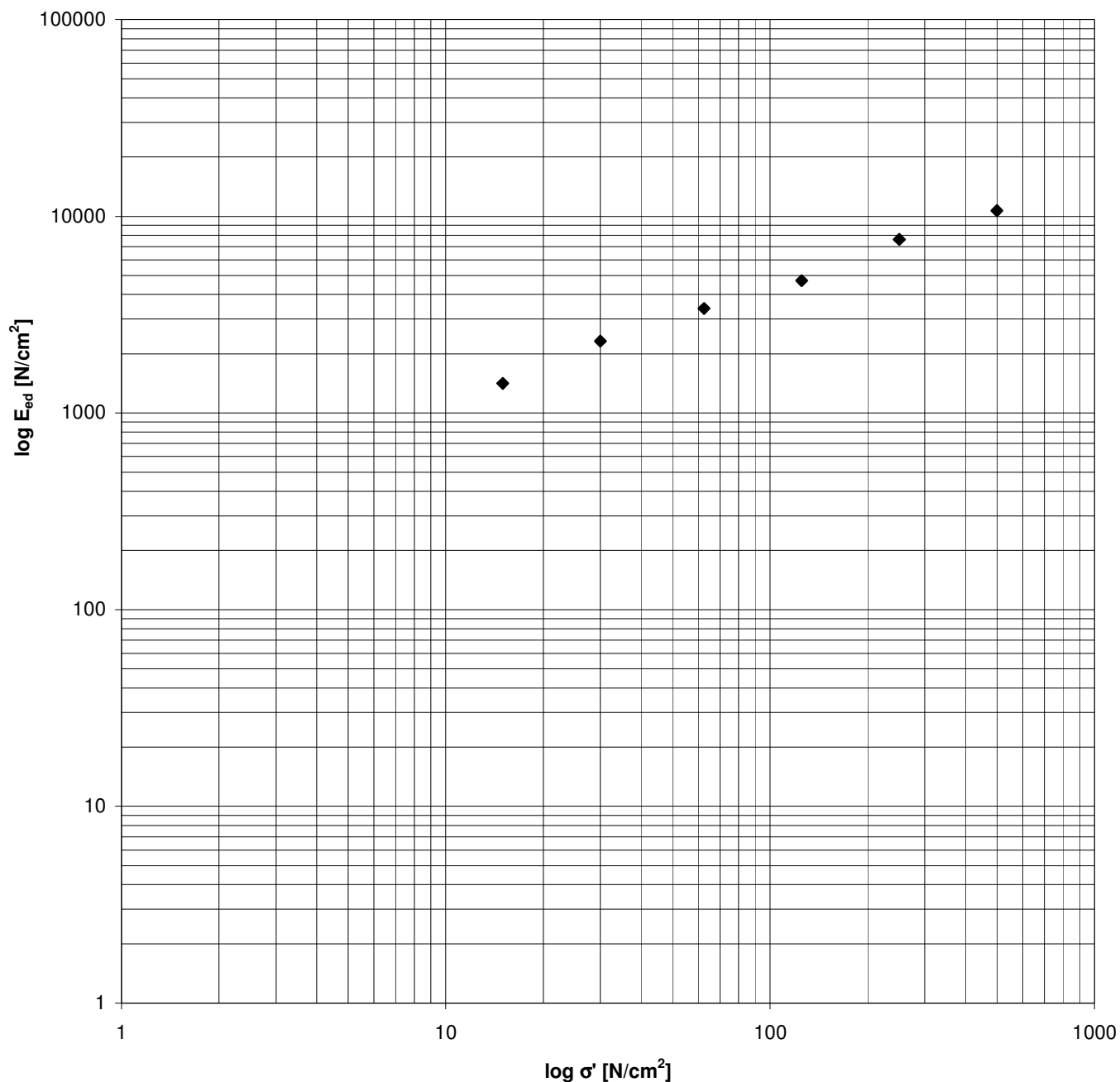
Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 4 Profondità da m 32,30 a m 32,70

diagramma  $\log E_{ed} / \log \sigma'$



Lo Sperimentatore  
Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

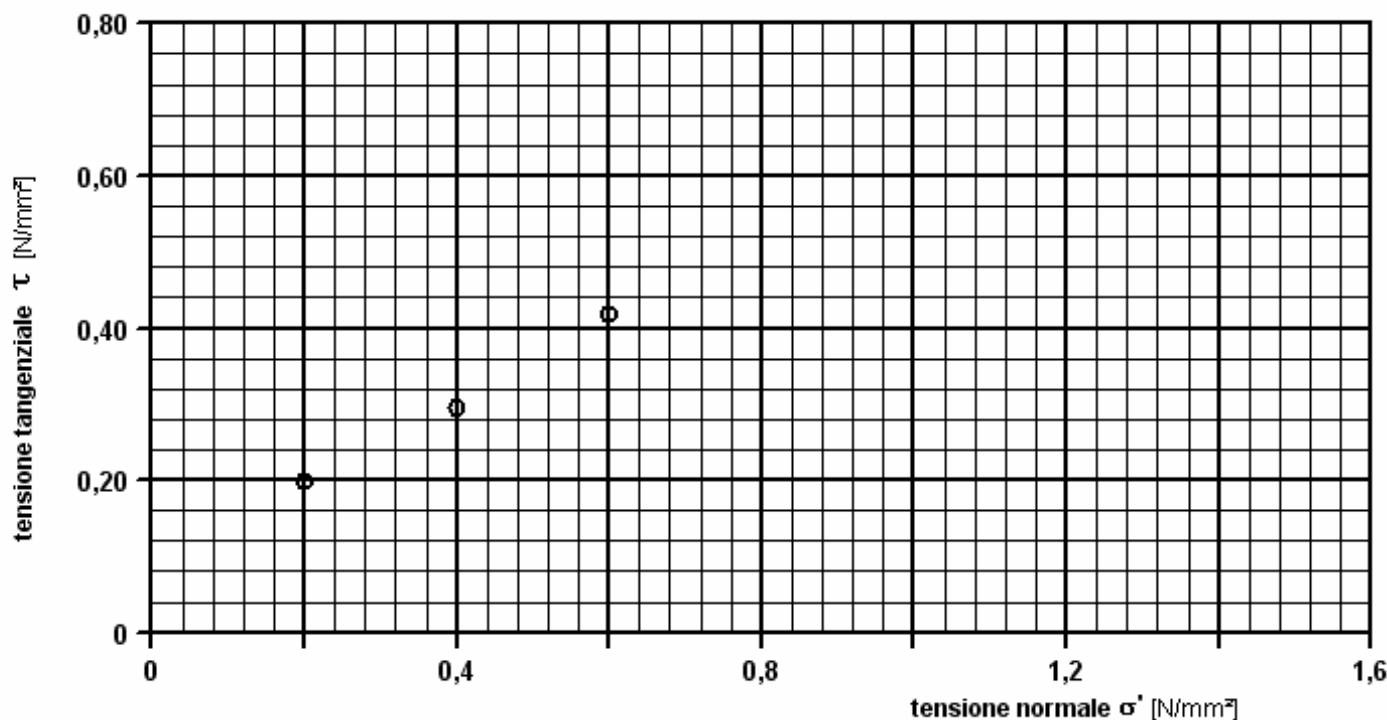
Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 4 Profondità da m 32,30 a m 32,70

Data inizio prova 3/4/2006

Data fine prova 7/4/2006

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)**

Velocità di deformazione 0,002 mm/1'

| Provino | $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\tau_f$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_{of}$<br>[mm] |
|---------|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1       | 21,3                             | 18,0                               | 0,33  | 1,00 | 0,18  | 0,20  | 0,199                            | 0,20                              | 3,63                  |
| 2       | 21,2                             | 17,8                               | 0,33  | 1,00 | 0,19  | 0,21  | 0,296                            | 0,40                              | 4,81                  |
| 3       | 21,0                             | 17,6                               | 0,34  | 1,00 | 0,19  | 0,21  | 0,419                            | 0,60                              | 3,67                  |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |
|         |                                  |                                    |       |      |       |       |                                  |                                   |                       |

Note Prova consolidata drenata

 Lo Sperimentatore  
 Salvatore Febo

 Il Direttore del laboratorio  
 Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

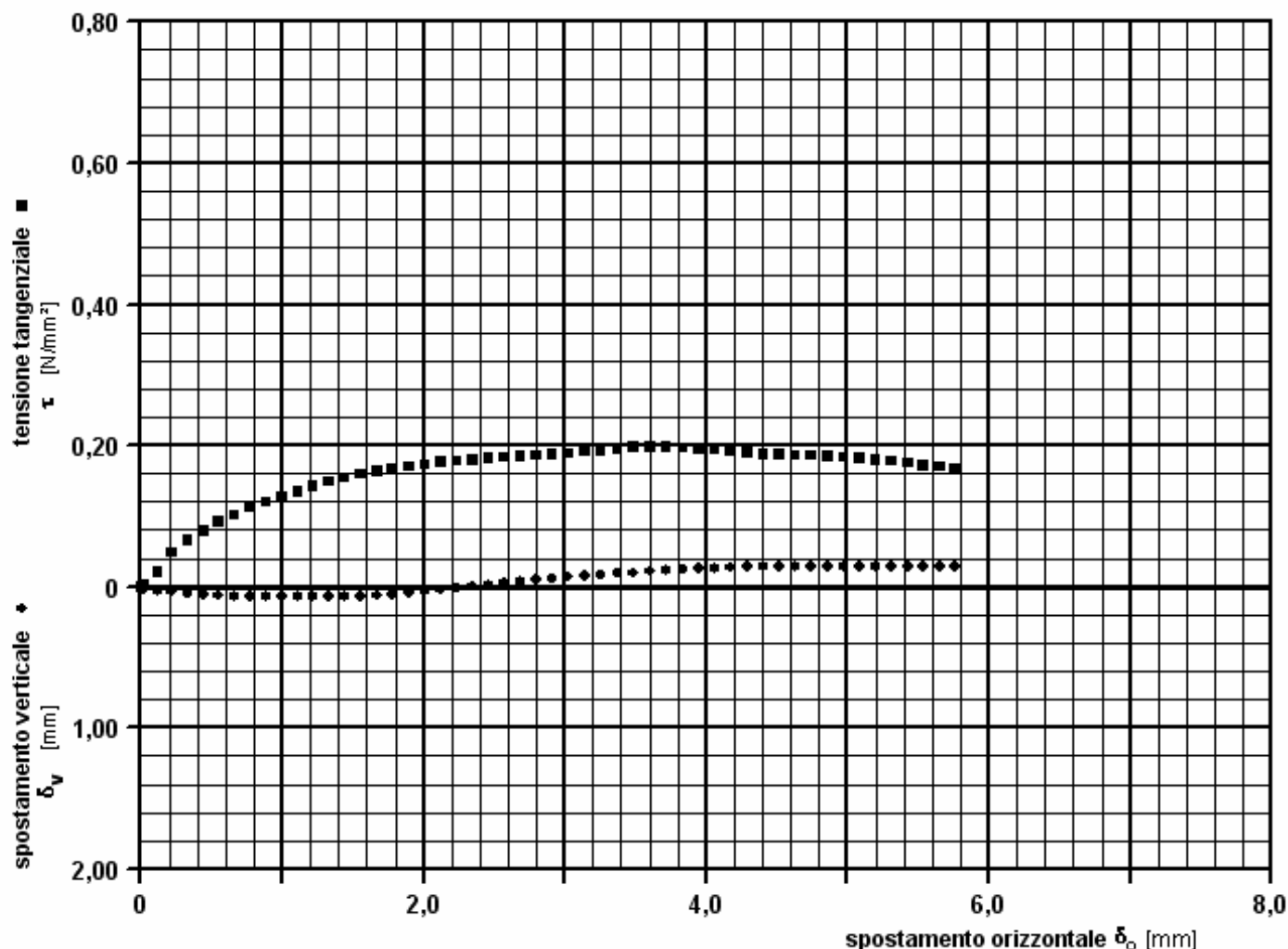
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 4/1 Profondità da m 32.30 a m 32.70

Data inizio prova 3/4/2006

Data fine prova 7/4/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0,002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = ..... cm diametro = 6,00 cm altezza = 1,95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------------------------|
| 21,3                             | 18,0                               | 0,33  | 1,00 | 0,18  | 0,20  | 0,20                              |

Note Provino di forma cilindrica

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

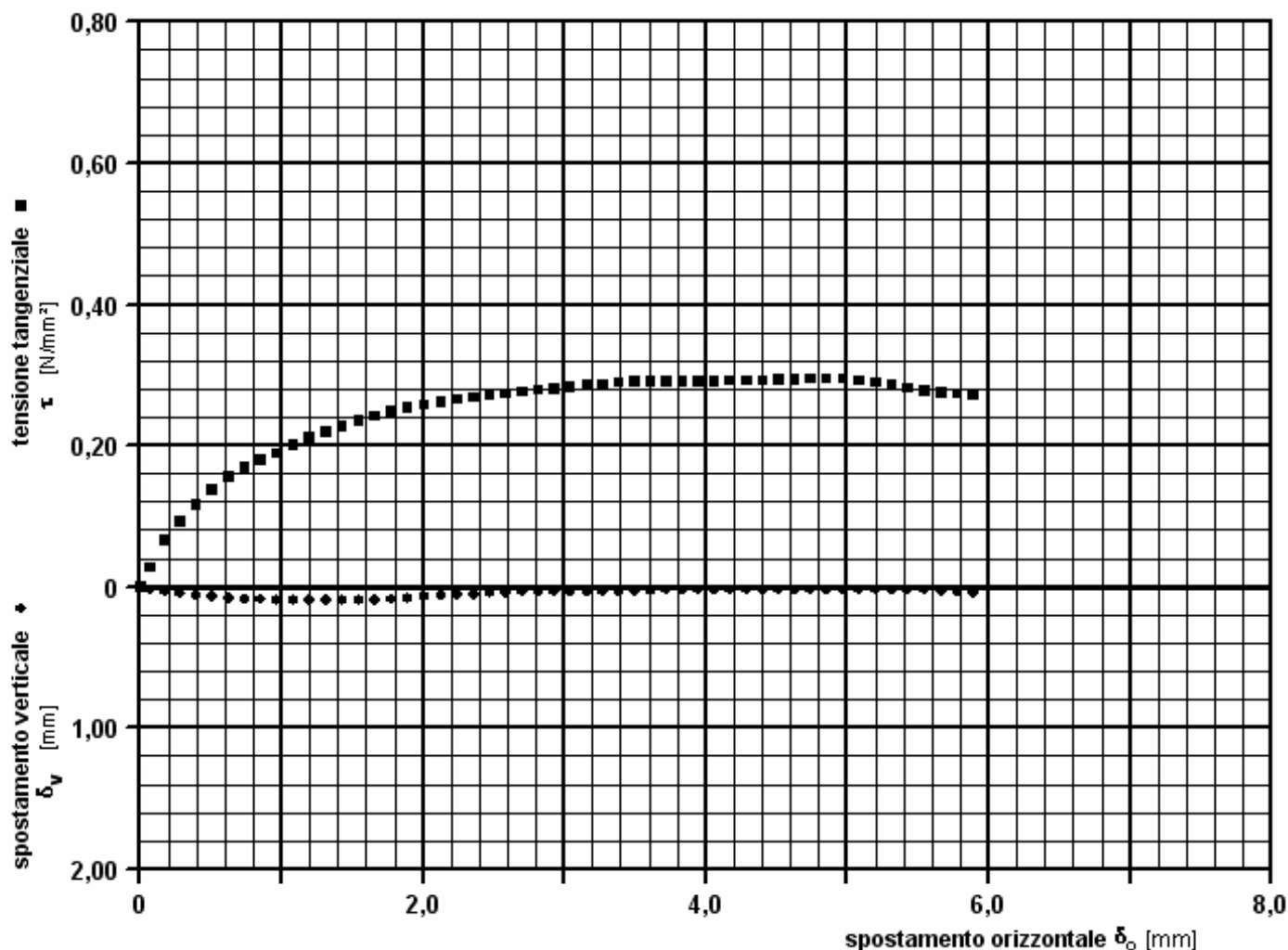
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 4/2 Profondità da m 32.30 a m 32.70

Data inizio prova 3/4/2006

Data fine prova 7/4/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0,002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = cm diametro = 6,00 cm altezza = 1,95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------------------------|
| 21,2                             | 17,8                               | 0,33  | 1,00 | 0,19  | 0,21  | 0,40                              |

Note Provino di forma cilindrica

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

Richiedente SYSTRA S.A.

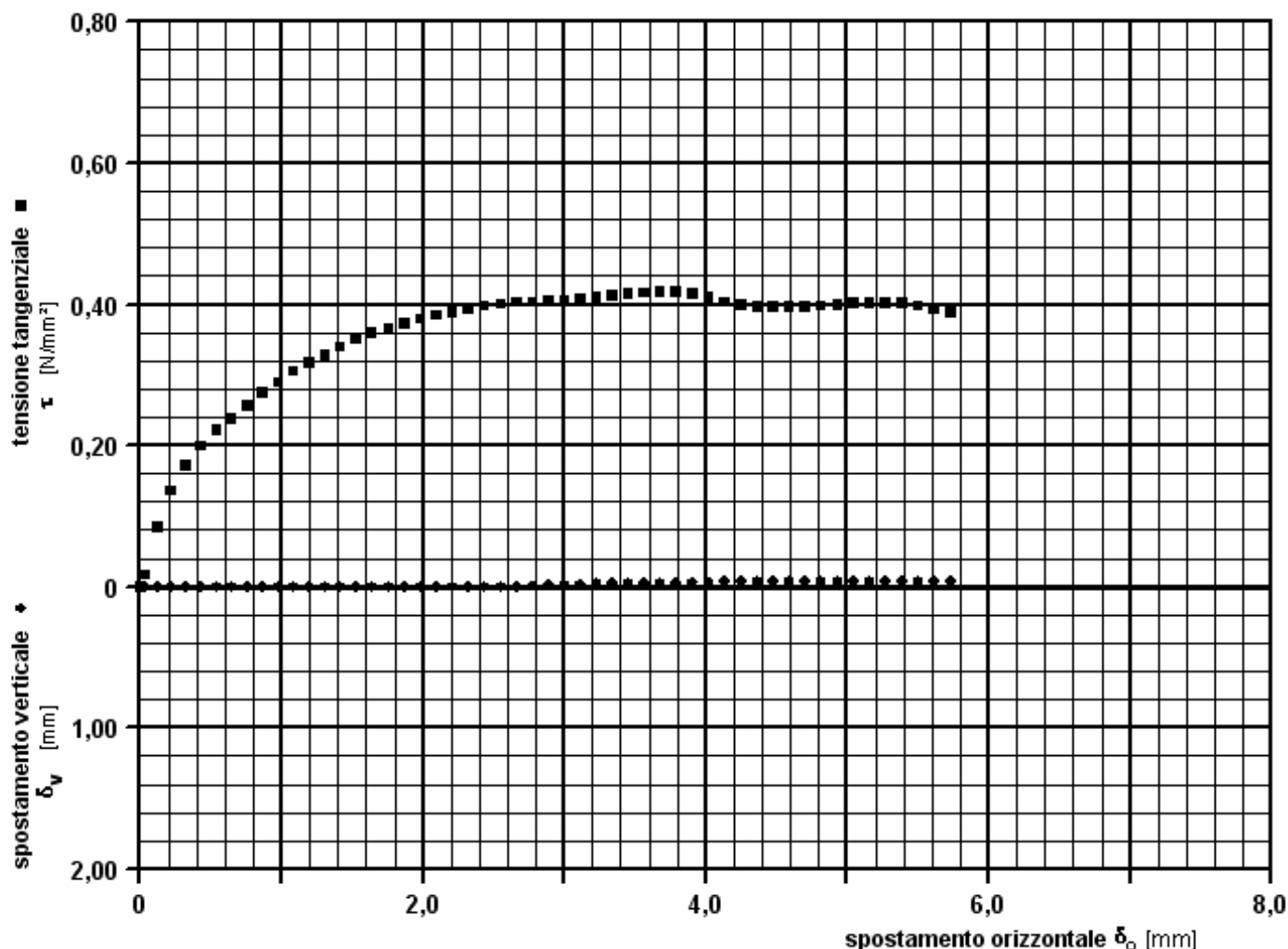
Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione 4/3 Profondità da m 32.30 a m 32.70

Data inizio prova 3/4/2006

Data fine prova 7/4/2006

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)



Velocità di deformazione 0,002 mm/1'

Dimensioni del provino: lato = cm diametro = 6,00 cm altezza = 1,95 cm

| $\gamma$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_d$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $n_i$ | S    | $w_i$ | $w_f$ | $\sigma'$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|-----------------------------------|
| 21,0                             | 17,6                               | 0,34  | 1,00 | 0,19  | 0,21  | 0,60                              |

Note Provino di forma cilindrica

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15

Campione 4

Profondità da m 32.30 a m 32.70

**RISULTATI DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)**

Data inizio prova 3/4/2006

Data fine prova 7/4/2006

| Provino 1                          |                             |                 | 2               |                             |                 | 3               |                             |                 |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| $\sigma'$ [N/mm <sup>2</sup> ] 0.2 |                             |                 | 0.4             |                             |                 | 0.6             |                             |                 |
| $\delta_o$ [mm]                    | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] |
| 0.000                              | 0.000                       | 0.000           | 0.000           | 0.000                       | 0.000           | 0.000           | 0.000                       | 0.000           |
| 0.010                              | 0.005                       | 0.012           | 0.064           | 0.028                       | 0.017           | 0.029           | 0.018                       | -0.002          |
| 0.112                              | 0.022                       | 0.022           | 0.170           | 0.067                       | 0.032           | 0.116           | 0.086                       | -0.002          |
| 0.215                              | 0.050                       | 0.032           | 0.281           | 0.093                       | 0.044           | 0.215           | 0.137                       | -0.002          |
| 0.325                              | 0.067                       | 0.041           | 0.392           | 0.117                       | 0.054           | 0.319           | 0.173                       | -0.002          |
| 0.435                              | 0.080                       | 0.049           | 0.505           | 0.138                       | 0.067           | 0.425           | 0.200                       | 0.000           |
| 0.545                              | 0.093                       | 0.056           | 0.619           | 0.157                       | 0.077           | 0.534           | 0.222                       | -0.002          |
| 0.655                              | 0.103                       | 0.061           | 0.734           | 0.169                       | 0.082           | 0.643           | 0.238                       | 0.000           |
| 0.768                              | 0.112                       | 0.063           | 0.845           | 0.180                       | 0.084           | 0.752           | 0.258                       | -0.002          |
| 0.878                              | 0.121                       | 0.063           | 0.961           | 0.190                       | 0.089           | 0.860           | 0.275                       | 0.000           |
| 0.990                              | 0.129                       | 0.063           | 1.077           | 0.202                       | 0.089           | 0.972           | 0.291                       | 0.000           |
| 1.103                              | 0.136                       | 0.063           | 1.190           | 0.212                       | 0.091           | 1.080           | 0.306                       | 0.000           |
| 1.213                              | 0.143                       | 0.063           | 1.309           | 0.221                       | 0.091           | 1.191           | 0.318                       | -0.002          |
| 1.325                              | 0.150                       | 0.063           | 1.425           | 0.229                       | 0.091           | 1.303           | 0.329                       | 0.000           |
| 1.438                              | 0.155                       | 0.066           | 1.540           | 0.237                       | 0.089           | 1.411           | 0.341                       | -0.002          |
| 1.550                              | 0.161                       | 0.063           | 1.654           | 0.243                       | 0.089           | 1.525           | 0.351                       | -0.002          |
| 1.665                              | 0.165                       | 0.058           | 1.770           | 0.249                       | 0.082           | 1.636           | 0.360                       | -0.002          |
| 1.775                              | 0.169                       | 0.049           | 1.888           | 0.254                       | 0.074           | 1.750           | 0.368                       | -0.002          |
| 1.890                              | 0.172                       | 0.036           | 2.004           | 0.259                       | 0.067           | 1.863           | 0.374                       | -0.002          |
| 2.003                              | 0.174                       | 0.027           | 2.122           | 0.262                       | 0.059           | 1.977           | 0.380                       | 0.000           |
| 2.118                              | 0.177                       | 0.015           | 2.238           | 0.266                       | 0.052           | 2.090           | 0.385                       | -0.002          |
| 2.230                              | 0.179                       | 0.005           | 2.354           | 0.269                       | 0.047           | 2.204           | 0.390                       | 0.000           |
| 2.343                              | 0.181                       | -0.010          | 2.470           | 0.272                       | 0.037           | 2.315           | 0.394                       | -0.002          |
| 2.455                              | 0.183                       | -0.019          | 2.583           | 0.275                       | 0.037           | 2.429           | 0.398                       | 0.000           |
| 2.568                              | 0.184                       | -0.034          | 2.699           | 0.277                       | 0.032           | 2.545           | 0.401                       | -0.005          |
| 2.678                              | 0.186                       | -0.044          | 2.812           | 0.279                       | 0.030           | 2.656           | 0.404                       | -0.005          |
| 2.792                              | 0.187                       | -0.053          | 2.926           | 0.282                       | 0.030           | 2.772           | 0.405                       | -0.010          |
| 2.905                              | 0.189                       | -0.063          | 3.039           | 0.284                       | 0.030           | 2.886           | 0.405                       | -0.014          |
| 3.017                              | 0.190                       | -0.073          | 3.155           | 0.286                       | 0.032           | 2.997           | 0.407                       | -0.019          |
| 3.132                              | 0.192                       | -0.083          | 3.266           | 0.288                       | 0.030           | 3.108           | 0.409                       | -0.021          |
| 3.245                              | 0.193                       | -0.090          | 3.379           | 0.290                       | 0.032           | 3.221           | 0.411                       | -0.026          |
| 3.365                              | 0.195                       | -0.100          | 3.492           | 0.291                       | 0.025           | 3.335           | 0.414                       | -0.026          |
| 3.477                              | 0.198                       | -0.104          | 3.608           | 0.292                       | 0.025           | 3.449           | 0.416                       | -0.029          |
| 3.595                              | 0.199                       | -0.114          | 3.719           | 0.291                       | 0.017           | 3.557           | 0.417                       | -0.029          |
| 3.709                              | 0.199                       | -0.124          | 3.830           | 0.291                       | 0.017           | 3.671           | 0.419                       | -0.029          |
| 3.827                              | 0.198                       | -0.129          | 3.944           | 0.291                       | 0.015           | 3.785           | 0.418                       | -0.029          |
| 3.942                              | 0.196                       | -0.134          | 4.054           | 0.292                       | 0.017           | 3.901           | 0.416                       | -0.033          |
| 4.057                              | 0.196                       | -0.138          | 4.170           | 0.293                       | 0.017           | 4.017           | 0.410                       | -0.038          |
| 4.169                              | 0.194                       | -0.143          | 4.284           | 0.293                       | 0.017           | 4.130           | 0.405                       | -0.041          |

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15

Campione 4

Profondità da m 32.30 a m 32.70

**RISULTATI DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D-3080 (2004)**

Data inizio prova 3/4/2006

Data fine prova 7/4/2006

| Provino 1                          |                             |                 | 2               |                             |                 | 3               |                             |                 |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| $\sigma'$ [N/mm <sup>2</sup> ] 0.2 |                             |                 | 0.4             |                             |                 | 0.6             |                             |                 |
| $\delta_o$ [mm]                    | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] | $\delta_o$ [mm] | $\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\delta_v$ [mm] |
| 4.284                              | 0.191                       | -0.146          | 4.397           | 0.294                       | 0.017           | 4.244           | 0.401                       | -0.043          |
| 4.399                              | 0.189                       | -0.146          | 4.510           | 0.294                       | 0.017           | 4.357           | 0.398                       | -0.043          |
| 4.514                              | 0.188                       | -0.146          | 4.621           | 0.295                       | 0.015           | 4.471           | 0.397                       | -0.041          |
| 4.626                              | 0.187                       | -0.146          | 4.737           | 0.296                       | 0.017           | 4.584           | 0.397                       | -0.041          |
| 4.739                              | 0.187                       | -0.146          | 4.851           | 0.296                       | 0.017           | 4.698           | 0.398                       | -0.043          |
| 4.854                              | 0.186                       | -0.146          | 4.966           | 0.295                       | 0.017           | 4.812           | 0.399                       | -0.043          |
| 4.966                              | 0.185                       | -0.146          | 5.080           | 0.294                       | 0.017           | 4.925           | 0.401                       | -0.043          |
| 5.079                              | 0.183                       | -0.146          | 5.196           | 0.291                       | 0.017           | 5.039           | 0.403                       | -0.043          |
| 5.194                              | 0.181                       | -0.146          | 5.311           | 0.287                       | 0.017           | 5.155           | 0.403                       | -0.041          |
| 5.306                              | 0.179                       | -0.146          | 5.427           | 0.283                       | 0.017           | 5.268           | 0.403                       | -0.045          |
| 5.421                              | 0.176                       | -0.146          | 5.543           | 0.279                       | 0.017           | 5.382           | 0.402                       | -0.043          |
| 5.531                              | 0.173                       | -0.146          | 5.659           | 0.276                       | 0.025           | 5.498           | 0.399                       | -0.043          |
| 5.646                              | 0.171                       | -0.146          | 5.772           | 0.275                       | 0.032           | 5.612           | 0.394                       | -0.041          |
| 5.756                              | 0.168                       | -0.146          | 5.888           | 0.273                       | 0.037           | 5.725           | 0.389                       | -0.043          |

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione R2 Profondità da m 35.90 a m

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 21/3/2006

Data di apertura 21/3/2006

Contenitore Sacchetto di plastica

Dimensioni

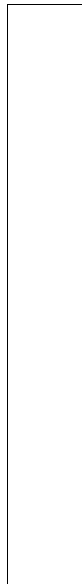
Condizioni campione Campione rimaneggiato prelevato dalla cassetta catalogatrice

Prove eseguite  $\gamma_s$ , G,  $w_p$ ,  $w_l$

**R<sub>p</sub>** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Limo sabbioso e sabbia limosa di colore grigio con patine giallastre e frammenti di fossili.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

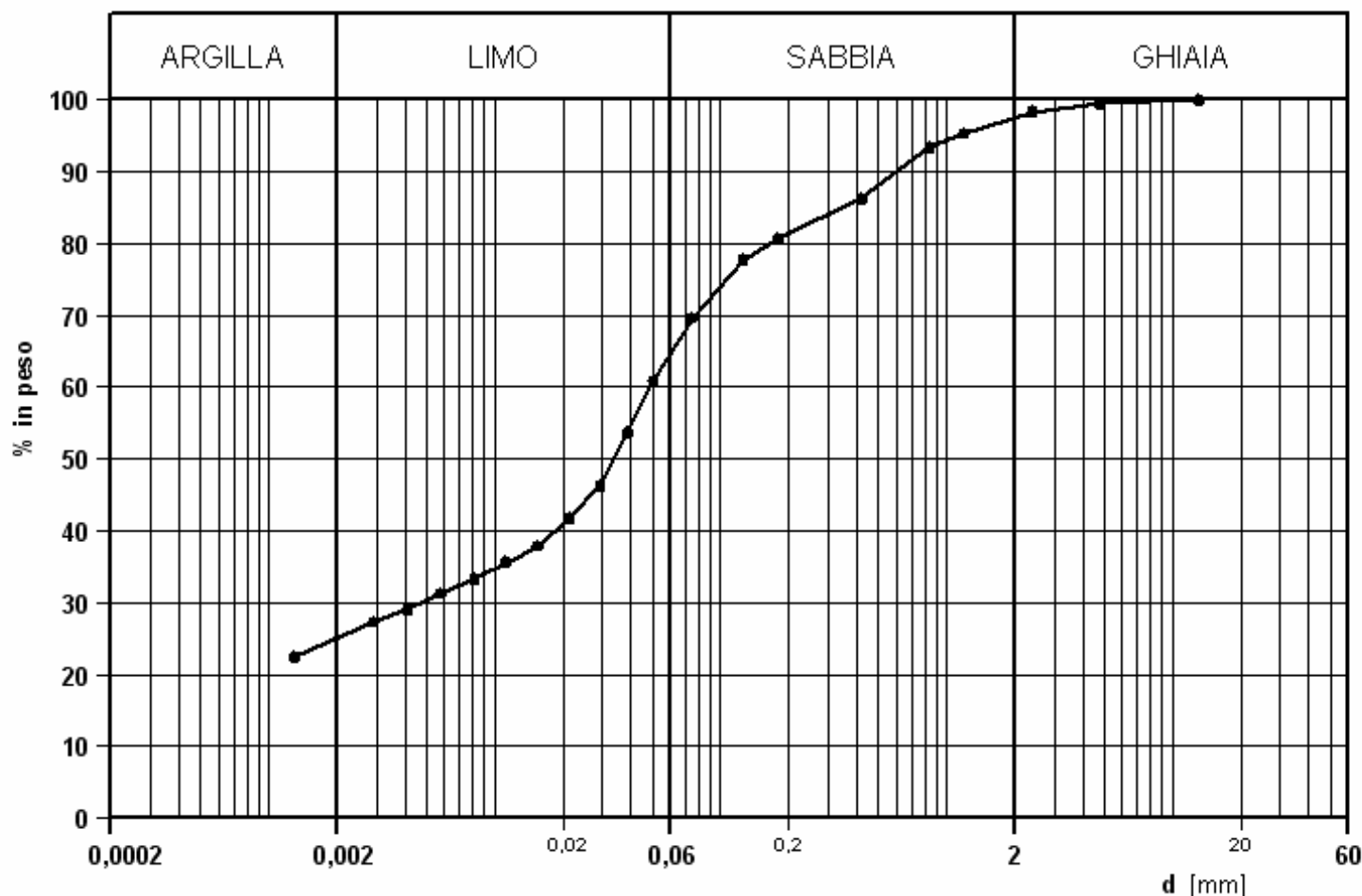
Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione R2 Profondità da m 35.90 a m

Data inizio prova 27/3/2006 Data fine prova 7/4/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Limo con sabbia argilloso

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 25$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore Febo

Il Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione R3 Profondità da m 37.50 a m

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 21/3/2006

Data di apertura 21/3/2006

Contenitore Sacchetto di plastica

Dimensioni

Condizioni campione Campione rimaneggiato prelevato dalla cassetta catalogatrice

Prove eseguite  $\gamma_s$ , G,  $w_p$ ,  $w_l$

**R<sub>p</sub>** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)



Sabbia limosa di colore grigio, fossilifera, con noduli di sabbia di colore grigio chiaro.

Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

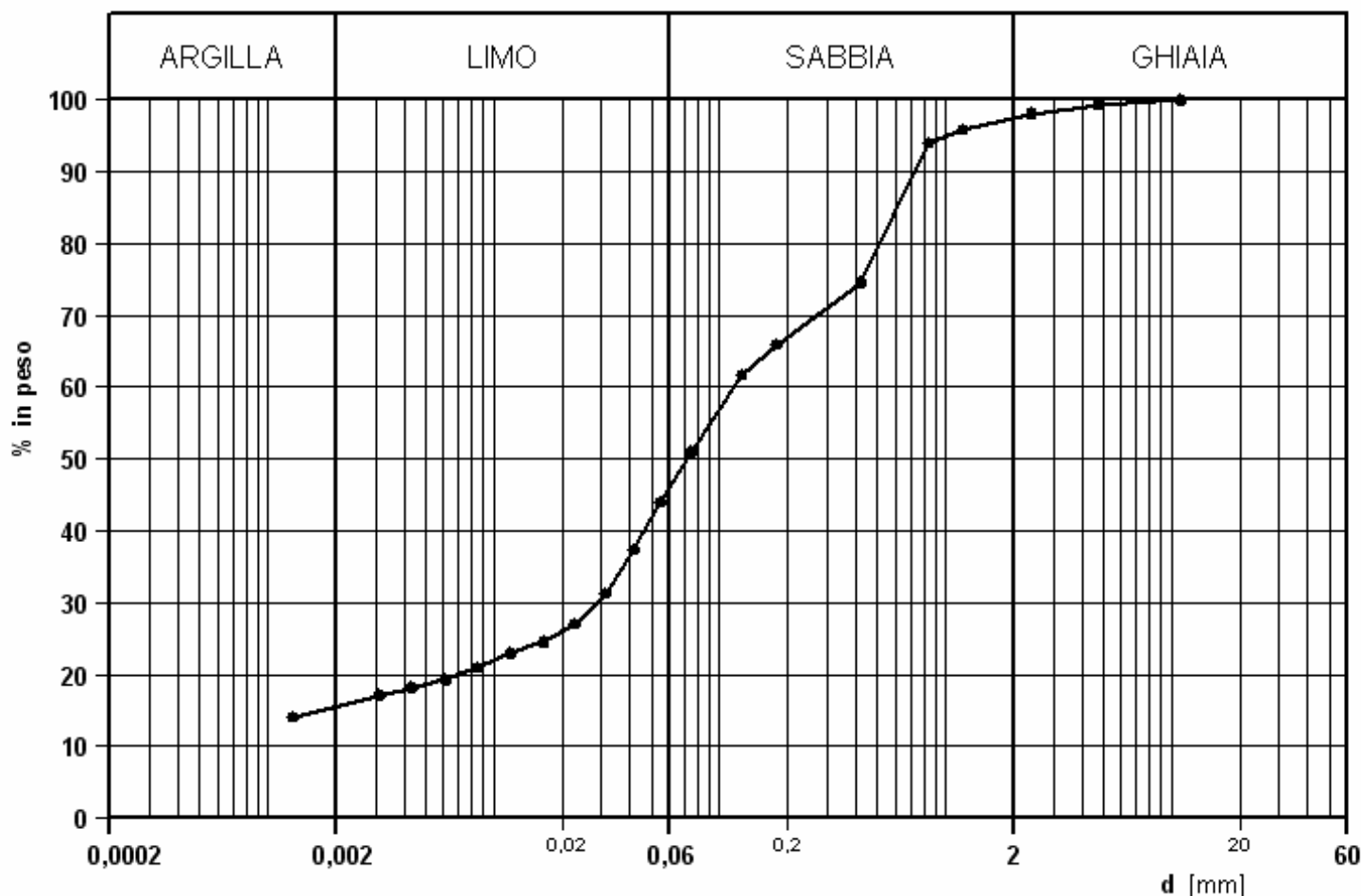
Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione R3 Profondità da m 37.50 a m

Data inizio prova 27/3/2006 Data fine prova 7/4/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Sabbia con limo argillosa

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 15$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore FeboIl Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale

Rif. verbale di accettazione 04/2006

Certificato n. -

Richiedente: SYSTRA S.A.

Lavoro: Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione R4 Profondità da m 39.60 a m

## SCHEDA DESCRIZIONE CAMPIONE

Attrezzatura e modalità di prelievo

Data di prelievo

Data di arrivo in laboratorio 21/3/2006

Data di apertura 21/3/2006

Contenitore Sacchetto di plastica

Dimensioni

Condizioni campione Campione rimaneggiato prelevato dalla cassetta catalogatrice

Prove eseguite  $\gamma_s$ , G

**Rp** [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione

(Normativa ASTM D2487/00 – ASTM D2488/00)

Sabbia limosa di colore giallo ocre, con frammenti di conchiglie.



Lo Sperimentatore

Salvatore Febo

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Gabriele Speciale

Verbale di accettazione 04/2006

Certificato n° -

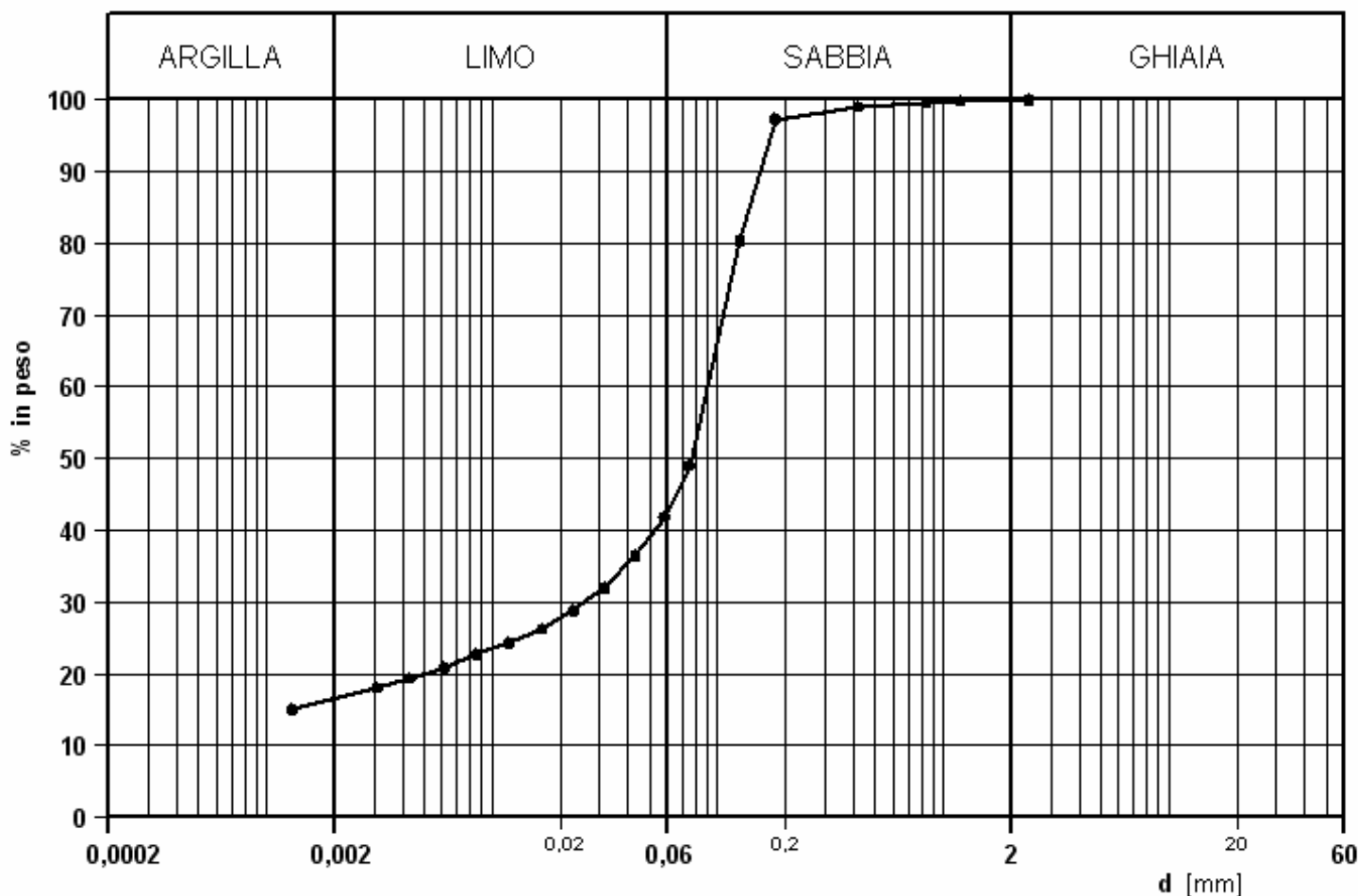
Richiedente SYSTRA S.A.

Lavoro Metropolitana Automatica Leggera di Palermo - Oreto-Notarbartolo

Sondaggio SA15 Campione R4 Profondità da m 39.60 a m

Data inizio prova 27/3/2006 Data fine prova 7/4/2006

## ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D-422 (2002)



Composizione granulometrica Sabbia limosa argillosa

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \dots \quad \% < d = 0,002 \text{ mm} \quad 16$$

Note

Lo Sperimentatore  
Salvatore Febo

Il Direttore del laboratorio  
Ing. Gabriele Speciale