

COMUNE DI PALERMO



COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



IMPRESA ESECUTRICE:



## PROGETTO ESECUTIVO

### PRIMO LOTTO FUNZIONALE CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA

#### STUDI, RILIEVI E INDAGINI - GEOLOGIA

#### RELAZIONE GEOLOGICO – TECNICA (VOL. 1 di 5)

| COMMESSA       | LOTTO      | FASE     | ENTE      | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA  | PROGR.       | REV.     |
|----------------|------------|----------|-----------|-----------|-------------------|--------------|----------|
| <b>R S 7 2</b> | <b>0 1</b> | <b>E</b> | <b>ZZ</b> | <b>RB</b> | <b>GE 0 0 0 1</b> | <b>0 0 1</b> | <b>A</b> |

PROGETTAZIONE: ATI (Associazione Temporanea d'Imprese)

PROGETTAZIONE

GRANDI

INFRASTRUTTURE

**PROGIN** S.p.A.

PROGIN SPA (Capogruppo Mandataria)



Sab (Mandante)

| Revis. | Descrizione | Redatto | Data     | Verificato | Data     | Approvato/Data |
|--------|-------------|---------|----------|------------|----------|----------------|
| A      | Emissione   | Anselmo | 12/03/10 | Bellomo    | 12/03/10 | S. Esposito    |
|        |             |         |          |            |          |                |
|        |             |         |          |            |          |                |

Nole del file:

RS7201EZZRBGE0001001\_A

n: Elab.

## **RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA**

### **1. PREMESSE**

L'incarico è stato eseguito in accordo alle normative vigenti in tema di LL.PP. ed ha previsto l'esecuzione di tutti i rilievi, le indagini e le prove tecniche necessarie per:

- + determinare la costituzione geologica dell'area interessata dal progetto;
- + studiarne le caratteristiche geomorfologiche con particolare riguardo alle condizioni di stabilità dell'area;
- + definirne l'assetto idrogeologico con particolare attenzione alla circolazione idrica superficiale e sotterranea;
- + determinare le caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni con maggiore interesse a quelle che più da vicino riguardano gli aspetti progettuali;
- + individuare, tramite prove in situ ed in laboratorio, il grado di permeabilità e la classe granulometrica di appartenenza dei terreni presenti nell'area in studio;
- + studiare le problematiche geologico-tecniche ed indicare eventuali opere di consolidamento o presidio.

Lo studio è stato, quindi, articolato come segue:

**a) Studio geologico dell'area interessata** comprendente la descrizione delle formazioni geologiche presenti, delle loro caratteristiche litologiche, dei reciproci rapporti di giacitura, dei loro spessori, nonché l'indicazione di tutti i lineamenti tettonici.

**b) Studio geomorfologico dell'area interessata** comprendente la descrizione dei principali lineamenti morfologici, degli eventuali fenomeni di erosione e dissesto, dei principali processi indotti da antropizzazione.

**c) Studio idrogeologico dell'area interessata** comprendente la descrizione dei lineamenti essenziali sulla circolazione idrica superficiale e sotterranea in relazione alla valutazione delle interferenze del progetto con la falda freatica, allo smaltimento delle acque dilavanti, alla protezione delle falde idriche, alla valutazione della loro potenzialità ed all'individuazione delle aree eventualmente soggette ad esondazione.

**d) Studio delle pericolosità geologiche dell'area interessata** comprendente tutto quanto necessario ad evidenziare le aree interessate da “pericolosità geologiche” quali frane, colate, crolli, erosioni, esondazioni, liquefazione dei terreni, vulnerabilità degli acquiferi rappresentando, cioè, un'attenta analisi ed interpretazione degli studi precedenti.

**e) Studio della pericolosità sismica locale** comprendente l'esecuzione di specifiche indagini sismiche atte ad evidenziare le aree con particolari problematiche sismiche e tali da poter provocare fenomeni di amplificazione, liquefazione, cedimenti ed instabilità.

Da quanto detto prima si evince che in una prima fase il nostro lavoro è stato organizzato eseguendo numerosi sopralluoghi finalizzati allo studio di una zona più vasta rispetto a quella direttamente interessata dal progetto per inquadrare, in una più ampia visione geologica, la locale situazione geostrutturale.

Nostro interesse era, inoltre, quello di definire l'habitus geomorfologico e l'assetto idrogeologico concentrando la nostra attenzione sullo stato degli agenti morfogenetici attivi e sulle caratteristiche della falda presente ed in particolare sulla circolazione idrica sotterranea e sulle

caratteristiche di trasmissività e permeabilità dei complessi geologici interessati dalle opere in sotterraneo.

I risultati di questo studio preliminare sono stati perfezionati e controllati mediante attenta analisi aerofotogeologica eseguita su fotogrammi stereoscopici in scala 1:10.000 circa, in considerazione che il suddetto metodo rende più facile l'individuazione di tutti i possibili elementi utili per la completa ricostruzione stratigrafica e geomorfologica soprattutto all'interno del centro abitato.

Per la caratterizzazione della serie stratigrafica locale, per la ricostruzione del modello geologico e per la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni presenti sono stati utilizzati i risultati delle campagne di indagine eseguite precedentemente in zona per altri lavori e fornitici da Italferr, integrati da una campagna di indagini in situ ed in laboratorio eseguita da ditte specializzate incaricate dal Committente, sulla base di un programma redatto in collaborazione tra i sottoscritti geologi, i progettisti ed il consulente geotecnico.

In definitiva il progetto è suddiviso nelle seguenti opere:

- a. Stazione Libertà in sotterraneo (doppio binario), ubicata tra le vie Sicilia e Lazio, sulla galleria esistente Ranchibile;
- b. Trincea dell'Ucciardone;
- c. Galleria artificiale Crispi a singolo binario;
- d. Fermata Porto;
- e. Galleria artificiale Crispi/Amari a singolo binario;
- f. Stazione Politeama.



Per quanto riguarda il punto a) le indagini complessive a nostra disposizione sono:

- ✓ n.2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo e n. 2 a distruzione di nucleo eseguiti e/o fornitici da Italferr ed utilizzati per la progettazione definitiva;
- ✓ prove di laboratorio eseguite su n. 4 campioni prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi precedentemente indicati;
- ✓ n. 6 prove SPT eseguite durante i sondaggi precedentemente indicati;
- ✓ n. 2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo eseguiti nell'ambito della progettazione esecutiva;
- ✓ prove di laboratorio eseguite su n. 3 campioni prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi precedentemente indicati;
- ✓ n. 10 prove SPT eseguite durante l'esecuzione dei sondaggi precedentemente indicati;
- ✓ n. 2 prove di permeabilità tipo Lefranc eseguite durante l'esecuzione dei sondaggi precedentemente indicati;
- ✓ n. 1 sondaggio tomografico eseguito per la definizione della serie stratigrafica locale e per la valutazione delle velocità delle onde  $VS_{30}$  come da normativa vigente;
- ✓ n. 1 profilo Down Hole eseguito per la definizione della serie stratigrafica locale e per la valutazione delle velocità delle onde  $VS_{30}$  come da normativa vigente.
- ✓ indagini georadar e tomografiche per la ricerca di cavità essendo l'area inserita all'interno delle *“zone di attenzione”* del P.A.I. per la presenza di vecchie cave in sotterraneo.

Per quanto riguarda il punto b) le indagini complessive a nostra disposizione sono:

- ✓ n. 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo eseguito e/o fornitoci da Italferr ed utilizzato per la progettazione definitiva;
- ✓ prove di laboratorio eseguite su n. 1 campione prelevato durante l'esecuzione del sondaggio precedentemente indicato;
- ✓ n. 3 prove SPT eseguite durante il sondaggio precedentemente indicato;
- ✓ n. 1 sondaggio tromografico eseguito per la definizione della serie stratigrafica locale e per la valutazione delle velocità delle onde VS<sub>30</sub> come da normativa vigente;
- ✓ indagini georadar e tromografiche per la ricerca di cavità essendo l'area inserita all'interno delle "*zone di attenzione*" del P.A.I. per la presenza di vecchie cave in sotterraneo.

Per quanto riguarda il punto c) le indagini complessive a nostra disposizione sono:

- ✓ n. 2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo eseguiti e/o fornitici da Italferr ed utilizzati per la progettazione definitiva;
- ✓ prove di laboratorio eseguite su n. 2 campioni prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi precedentemente indicati;
- ✓ n. 5 prove di permeabilità di tipo Lefranc eseguite durante i sondaggi precedentemente indicati;
- ✓ n. 10 prove SPT eseguite durante i sondaggi precedentemente indicati;
- ✓ n. 2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo eseguiti nell'ambito della progettazione esecutiva;

- ✓ prove di laboratorio eseguite su n. 8 campioni prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi precedentemente indicati;
- ✓ n. 9 prove SPT eseguite durante l'esecuzione dei sondaggi per la progettazione esecutiva;
- ✓ n. 4 prove Lefranc eseguite durante l'esecuzione dei sondaggi per la progettazione esecutiva;
- ✓ n. 2 sondaggi tromografici eseguiti per la definizione della serie stratigrafica locale e per la valutazione delle velocità delle onde  $VS_{30}$  come da normativa vigente;
- ✓ indagini georadar e tromografiche per la ricerca di cavità essendo l'area inserita all'interno delle "*zone di attenzione*" del P.A.I. per la presenza di vecchie cave in sotterraneo.

Per quanto riguarda il punto d) le indagini complessive a nostra disposizione sono:

- ✓ n. 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo eseguito e/o fornitoci da Italferr ed utilizzato per la progettazione definitiva;
- ✓ n. 2 prove di permeabilità di tipo Lefranc eseguite durante i sondaggi precedentemente indicati;
- ✓ n. 8 prove SPT eseguite durante i sondaggi precedentemente indicati;
- ✓ n. 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo eseguito nell'ambito della progettazione esecutiva;
- ✓ prove di laboratorio eseguite su n. 1 campione prelevato durante l'esecuzione del sondaggio precedentemente indicato;
- ✓ n. 6 prove SPT eseguite durante l'esecuzione del sondaggio per la progettazione esecutiva;

- ✓ n. 1 sondaggio tromografico eseguito per la definizione della serie stratigrafica locale e per la valutazione delle velocità delle onde  $VS_{30}$  come da normativa vigente.

Per quanto riguarda il punto e) le indagini complessive a nostra disposizione sono:

- ✓ n. 6 sondaggi meccanici a carotaggio continuo eseguiti e/o forniti da Italferr ed utilizzati per la progettazione definitiva;
- ✓ n. 6 prove di permeabilità di tipo Lefranc eseguite durante i sondaggi precedentemente indicati;
- ✓ n. 2 prove di permeabilità di tipo Lugeon eseguiti durante i sondaggi precedentemente indicati;
- ✓ n. 27 prove SPT eseguite durante i sondaggi precedentemente indicati;
- ✓ prove di laboratorio eseguite su n. 5 campioni prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi precedentemente indicati;
- ✓ n. 7 sondaggi meccanici a carotaggio continuo eseguiti nell'ambito della progettazione esecutiva;
- ✓ prove di laboratorio eseguite su n. 17 campioni prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi precedentemente indicati;
- ✓ n. 36 prove SPT eseguite durante l'esecuzione del sondaggio per la progettazione esecutiva;
- ✓ n. 1 prova di pompaggio eseguita durante l'esecuzione del sondaggio per la progettazione esecutiva;
- ✓ n. 6 sondaggi tromografici eseguiti per la definizione della serie stratigrafica locale e per la valutazione delle velocità delle onde  $VS_{30}$  come da normativa vigente;

- ✓ n. 1 profilo Down Hole eseguito per la definizione della serie stratigrafica locale e per la valutazione delle velocità delle onde  $VS_{30}$  come da normativa vigente.

Per quanto riguarda il punto f) le indagini complessive a nostra disposizione sono:

- ✓ n. 2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo eseguiti e/o fornitici da Italferr ed utilizzati per la progettazione definitiva;
- ✓ n. 4 prove di permeabilità di tipo Lefranc eseguite durante i sondaggi precedentemente indicati;
- ✓ n. 1 prova di permeabilità di tipo Lugeon eseguita durante i sondaggi precedentemente indicati;
- ✓ n. 2 prove SPT eseguite durante i sondaggi precedentemente indicati;
- ✓ n. 1 prova Down Hole eseguita durante i sondaggi precedentemente indicati;
- ✓ n. 2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo eseguiti nell'ambito della progettazione esecutiva;
- ✓ prove di laboratorio eseguite su n. 6 campioni prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi precedentemente indicati;
- ✓ n. 8 prove SPT eseguite durante l'esecuzione del sondaggio
- ✓ n. 1 sondaggio tomografico eseguito per la definizione della serie stratigrafica locale e per la valutazione delle velocità delle onde  $VS_{30}$  come da normativa vigente;
- ✓ n. 1 profilo Down Hole eseguito per la definizione della serie stratigrafica locale e per la valutazione delle velocità delle onde  $VS_{30}$  come da normativa vigente;

- ✓ indagini georadar e tomografiche per la ricerca di cavità essendo l'area inserita all'interno delle “*zone di attenzione*” del P.A.I. per la presenza di vecchie cave in sotterraneo.

Con i dati in nostro possesso, che riteniamo più che sufficienti per gli scopi del presente lavoro, abbiamo redatto la presente relazione geologico-tecnica corredata da:

- ❖ Carta geologica in scala 1/5.000;
- ❖ Carta geomorfologica in scala 1/5.000;
- ❖ Carta idrogeologica in scala 1/5.000;
- ❖ Carta litotecnica in scala 1/5.000;
- ❖ Carta geologica in scala 1/2.000;
- ❖ Carta delle pericolosità geologiche in scala 1/5.000;
- ❖ Carta delle pericolosità sismiche in scala 1/5.000;
- ❖ Profilo geologico in scala 1/1.000-1/100 del tratto compreso tra la trincea Ucciardone e la Stazione Politeama;
- ❖ Profilo geologico in scala 1/1.000-1/100 del tratto interessato dalla Stazione Libertà;
- ❖ Profilo idrogeologico longitudinale in scala 1/1.000-1/200 del tratto compreso tra la trincea Ucciardone e la Stazione Politeama;
- ❖ Sezione idrogeologica trasversale Pz2-SE03 in scala 1/1.000-1/500;
- ❖ Sezione idrogeologica trasversale Pz2-SE03 in scala 1/1.000-1/500;
- ❖ Carta del bacino scolante sotteso dalla trincea di progetto in scala 1/10.000;
- ❖ Carta del bacino del Canale Passo di Rigano e del bacino scolante sotteso dalla trincea di progetto in scala 1/25.000.

- ❖ Stralci schematici della “Carta dei dissesti n° 09” secondo l’aggiornamento del P.A.I. – Bacino idrografico del F. Oreto (039) – Area territoriale tra il Bacino del F. Oreto e Punta Raisi (040) – Anno 2005;
- ❖ Stralci schematici della “Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico n° 09” secondo l’aggiornamento del P.A.I. – Bacino idrografico del F. Oreto (039) – Area territoriale tra il Bacino del F. Oreto e Punta Raisi (040) – Anno 2005;
- ❖ Stralci schematici della “Carta del rischio idraulico per fenomeni di esondazione n° 09” secondo l’aggiornamento del P.A.I. – Bacino idrografico del F. Oreto (039) – Area territoriale tra il Bacino del F. Oreto e Punta Raisi (040) – Anno 2006.
- ❖ Stralci schematici della “Carta della pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione n° 09” secondo l’aggiornamento del P.A.I. – Bacino idrografico del F. Oreto (039) – Area territoriale tra il Bacino del F. Oreto e Punta Raisi (040) – Anno 2006;
- ❖ Planimetria con l’ubicazione delle indagini eseguite ed utilizzate;
- ❖ Colonne stratigrafiche dei sondaggi geognostici eseguiti per il presente studio e di quelli utilizzati;
- ❖ Documentazione fotografica di tutte le indagini eseguite per il presente studio;
- ❖ Elaborati delle prove SPT in sito in corrispondenza dei sondaggi eseguiti per il presente studio;
- ❖ Elaborati relativi a sondaggi di sismica passiva a stazione singola eseguiti per il presente studio;
- ❖ Elaborati relativi alle indagini georadar eseguite per il presente studio;

- ❖ Elaborati relativi alle prove di permeabilità di tipo Lefranc eseguite per il presente studio;
- ❖ Elaborati relativi alla prova di pompaggio eseguita per il presente studio.



## **2. OPERE PREVISTE NEL PROGETTO DEFINITIVO**

Da quanto riportato negli elaborati del progetto definitivo le opere previste sono:

- a. Stazione Libertà (GAI 1) in sotterraneo (doppio binario), ubicata tra le vie Sicilia e Lazio, sulla galleria esistente Ranchibile.
- b. Trincea dell'Ucciardone (TR01)
- c. Galleria artificiale Crispi a singolo binario (GA01 )
- d. Fermata Porto (GAI 2)
- e. Galleria artificiale Crispi/Amari a singolo binario (GA02)
- f. Stazione Politeama (GA13)

Il tracciato in progetto è quindi composto da un ramo in esercizio, compreso tra le stazioni di Notarbartolo e Giachery entro il quale, in corrispondenza dell'incrocio tra via Sicilia e via Lazio, è prevista la realizzazione di una nuova Fermata interrata (Fermata Libertà) e da un ramo di nuova realizzazione (circa 1,7 chilometri), ubicato in prosecuzione alla Fermata Giachery, comprendente la Fermata Porto, previsto tutto in sotterraneo fino alla Stazione Politeama.

### ***a) GA11 - STAZIONE LIBERTA'***

La Stazione Libertà ricade nel tratto di linea ferroviaria in esercizio compresa tra la Stazione Notarbartolo e la Stazione Giachery, tra il km 1+368 ed il km 1+480 e verrà realizzata in asse all'esistente linea lungo Viale Lazio nel tratto compreso tra la Via Libertà e Viale Campania, in corrispondenza dell'incrocio con la Via Sicilia; gli accessi saranno posti lungo Viale Lazio sia lato Giachery che lato Notarbartolo.

La stazione è prevista interrata, a singolo binario e singola banchina, e verrà realizzata mediante demolizione e ricostruzione in galleria artificiale dell'esistente galleria, di cui è prevista l'interruzione dell'esercizio per circa 2 mesi.

Il piano ferro è ad una quota di 16,90 m s.l.m. e, quindi, ad una profondità di circa 12 metri dall'attuale piano di campagna.

Il progetto prevede anche la realizzazione di una rampa per accesso cantiere, in asse alla Via Sicilia.

In relazione all'ambiente urbano circostante, le strutture in progetto sono state previste a breve distanza o in adiacenza al patrimonio edilizio circostante ed a protezione degli edifici prospicienti la linea ferroviaria sono stati previsti interventi di consolidamento consistenti in paratie di micropali, disposti a cavalletto e collegati da cordolo in testa (intervento tipo 1) e/o da iniezioni di malta cementizia a bassa pressione attraverso tubi in pvc valvolato (intervento di tipo 2).

Il Progetto definitivo prevede che la fermata venga realizzata secondo le seguenti fasi:

- realizzazione degli interventi di consolidamento a protezione degli edifici esistenti;
- realizzazione della struttura della galleria mediante esecuzione di diaframmi con idrofresa compenetrati di spessore = 100 cm, lunghezza = 16,00 metri
- realizzazione del solettone di copertura e di collegamento dei diaframmi;
- scavo a foro cieco della galleria (previa demolizione della galleria esistente);
- realizzazione del solettone di fondo spessore = 100 cm;

### ***b) TR01 TRINCEA DELL'UCCIARDONE***

La trincea Ucciardone presenta una lunghezza di m 219, dal km 3+621 al km 3+840 e verrà realizzata quasi parallela alla Via dell'Ucciardone, in ambito portuale.

Il progetto prevede il posizionamento, lato mare, del binario di corsa della Metroferrovia. L'andamento altimetrico dei due binari è molto differente in quanto, dopo un primo tratto necessariamente complanare, il binario della Metroferrovia scende verso il Politeama entrando in galleria artificiale al km 3+840, mentre il binario per il porto risale per tornare nella sede attuale del piazzale a raso interno all'area portuale.

La trincea presenta una larghezza massima di circa 15 metri ed una altezza massima dei muri di sostegno di circa 8 metri; la quota assoluta minima del fondo scavo è di circa -2,30 metri s.l.m.; tutte le strutture sono previste con fondazioni dirette.

Gli scavi sono previsti previa realizzazione di paratie di micropali per il sostegno provvisorio delle pareti.

### ***c) GALLERIA ARTIFICIALE CRISPI A SINGOLO BINARIO (GA01)***

La Galleria "Crispi" a singolo binario presenta una lunghezza di m 340, dal km 3+840 al km 4+170 e verrà realizzata parallelamente alla Via Crispi, in ambito portuale.

La galleria artificiale presenta una larghezza variabile da m 8,40 a m 9,20 e per la sua realizzazione sono previsti diaframmi di spessore 0,80 metri e lunghezza di 13,00 metri; la copertura massima è sempre inferiore ai due metri.

Il piano ferro è previsto ad una quota variabile da quota -1,00 s.l.m. a quota -5,40 s.l.m.

La struttura in progetto presenta una grave interferenza con la falda, prevista ad una quota prossima al livello del mare e per l'eliminazione di tale interferenza è stato previsto un intervento finalizzato ad assicurare la continuità idraulica monte - valle mediante la realizzazione di un sistema di pozzi drenanti collegati da tubi che sottopassano il solettone di fondo.

Il Progetto definitivo prevede che la galleria venga realizzata secondo le seguenti fasi:

- realizzazione delle opere presidio per gli edifici (iniezioni cementizie);
- realizzazione della struttura della galleria mediante esecuzione di diaframmi con idrofresa di spessore = 80 cm e lunghezza = 13,00 metri;
- realizzazione del solettone di copertura e di collegamento dei diaframmi;
- realizzazione degli interventi di risoluzione dell'interferenza con la falda;
- scavo a foro cieco della galleria;
- realizzazione del solettone di fondo.

#### ***d) FERMATA PORTO (GAI 2)***

La Fermata Porto è prevista interrata in galleria artificiale, a singolo binario, per una lunghezza di m 90, dal km 4+170 al km 4+260, all'interno dell'area portuale.

La linea ferroviaria si trova, in tale tratto, in leggera salita, le coperture si mantengono sempre limitate da 1 a 2 metri. La profondità massima del fondo scavo è di circa 10 metri.

La larghezza della galleria varia da m 5,90 ad un massimo di m 10,68, in corrispondenza del tratto centrale della fermata, gli accessi sono previsti lungo la Via Francesco Crispi.

A protezione degli edifici vicini la linea ferroviaria sono stati previsti interventi di consolidamento.

Il Progetto definitivo prevede che la fermata venga realizzata secondo le seguenti fasi:

- realizzazione di interventi di consolidamento a protezione degli edifici esistenti consistenti in iniezioni di malta cementizia (intervento di tipo 2);
- realizzazione della struttura della galleria mediante esecuzione di diaframmi con idrofresa compenetrati di spessore = 100 cm e lunghezza = 14,00 metri;
- realizzazione del solettone di copertura e di collegamento dei diaframmi;
- realizzazione degli interventi di risoluzione della interferenza con la falda;
- scavo a foro cieco della galleria;
- realizzazione del solettone di fondo.

#### ***e) GALLERIA CRISPI/AMARI A SINGOLO BINARIO (GA03)***

La Galleria artificiale a singolo binario Crispi/Amari collega la Fermata Porto con la successiva Fermata Politeama, ha una lunghezza di m 740 dal km 4+260 al km 5+000 e corre in asse al di sotto della Via Emerico Amari fino all'incrocio con la Piazza Politeama.

Seguendo l'andamento del territorio e della sede stradale, la quota del piano ferro risale da -4,00 a +5,00 metri s.l.m. circa, le coperture si mantengono sempre basse, da 1 a 2 metri.

La struttura della galleria varia in funzione delle caratteristiche del territorio circostante e sono distinti tre tratti:

- Tratto 1 (km 4+260 - 4+650). Si prevedono le seguenti fasi lavorative:
  - realizzazione con idrofresa dei diaframmi laterali di spessore 80 cm e lunghezza pari a 14 m, per i primi 290 m e 17 m per i rimanenti 100 m;
  - realizzazione del solettone di copertura;
  - realizzazione del solettone di base di spessore costante e pari rispettivamente a 80 cm ed a 100 cm.
- Tratto 2 (km 4+650 - 4+900). Si prevedono le seguenti fasi lavorative:
  - realizzazione con idrofresa dei diaframmi laterali di spessore 100 cm e lunghezza pari a 15 m, per i primi 100 m e 16 m per i rimanenti 150 m;
  - realizzazione del solettone di copertura di spessore costante e pari a 100 cm;
  - realizzazione del solettone di base di spessore costante e pari a 100 cm.
- Tratto 3 (km 4+900 - 5+000). Si prevedono le seguenti fasi lavorative:
  - realizzazione con idrofresa dei diaframmi laterali di spessore 120 cm e lunghezza pari a 21 m;
  - realizzazione del solettone di copertura di spessore pari a 120 cm;
  - realizzazione del solettone di base di spessore costante e pari 100 cm.

In relazione all'ambiente urbano circostante, le strutture in progetto sono previste a breve distanza o in adiacenza al patrimonio edilizio circostante ed a protezione degli edifici prospicienti la linea ferroviaria sono stati previsti interventi di consolidamento.

Il Progetto definitivo prevede che la galleria venga realizzata secondo le seguenti fasi:

- realizzazione degli interventi di consolidamento a protezione degli edifici esistenti consistenti in paratie di micropali, disposti a cavalletto e collegati da cordolo in testa (intervento tipo 1) e/o da iniezioni di malta cementizia a bassa pressione (intervento di tipo 2);
- realizzazione della struttura della galleria mediante esecuzione di diaframmi con idrofresa, del solettone di copertura e di collegamento dei diaframmi (spessore e lunghezza variabili come precedentemente descritto);
- realizzazione degli interventi di risoluzione della interferenza con la falda;
- scavo a foro cieco della galleria;
- realizzazione del solettone di fondo.

### ***f) STAZIONE POLITEAMA (GAI3)***

La Stazione Politeama è prevista in galleria artificiale a doppio binario e banchina centrale, ha una lunghezza di m 258, dal km 5+000 al km 5+258.

La quota media del piano ferro è di circa +5.00 metri s.l.m., le coperture si mantengono sempre basse, da 1 a 2 metri. La profondità massima del fondo scavo è di circa 14 metri.

La struttura della galleria presenta una larghezza massima di circa m 16.50, i diaframmi laterali, sempre di spessore pari a 120 centimetri, presentano una lunghezza di 21 metri per i primi 125 metri di sviluppo di galleria e di 23 metri per i rimanenti 138 metri.

Lo spessore del solettone di copertura rimane sempre costante e pari a 120 centimetri, mentre il solettone di base presenta un'altezza di 100 centimetri.

Tra il solettone di copertura e quello di fondo la struttura prevede un solettone intermedio di spessore 1,00 metro.

Il Progetto definitivo prevede che la fermata venga realizzata secondo le seguenti fasi:

- realizzazione di interventi di consolidamento a protezione degli edifici esistenti consistenti in paratie di micropali, disposti a cavalletto e collegati da cordolo in testa (intervento tipo 1) e/o da iniezioni di malta cementizia a bassa pressione (intervento di tipo 2);
- realizzazione della struttura della galleria mediante esecuzione di diaframmi con idrofresa compenetrati spessore 120 cm e lunghezza = 21.00/23.00 metri;
- realizzazione del solettone di copertura;
- realizzazione di collegamento dei diaframmi;
- scavo a foro cieco della galleria della parte superiore della galleria;
- getto del puntone intermedio;
- completamento dello scavo;
- realizzazione del solettone di fondo.



### 3. CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE

La zona interessata, come quasi tutta la Piana di Palermo, è, da un punto di vista geologico, dominata dal "Complesso Calcarenitico-sabbioso", che nella sua generalità si presenta stratificato in banchi con giacitura lievemente inclinata verso l'attuale linea di costa.

All'interno dei singoli banchi spesso si intravede una stratificazione secondaria del tipo "incrociata" che ne denuncia una sedimentazione in ambiente litorale.

I granuli costituenti lo "scheletro" del sedimento sono di origine carbonatica ma frequenti livelli sono formati da granuli quarzosi.

La colorazione giallo-ocra è ascrivibile alla presenza di ossidi di ferro e di alluminio, il cemento è calcitico.

La giacitura della formazione calcarenitica è quella originaria e, quindi, il suo affioramento è dovuto ad "abbandono" del mare per il suo ritiro in seguito alla regressione.

Ciò significa che essa non è stata interessata da fenomeni tettonici di sollevamento che abbiano potuto provocare la formazione di faglie.

Entrando nel particolare, la successione litostratigrafica di questa formazione geologica è, generalmente, contraddistinta dalla presenza di:

- a) Biocalcareniti bianche a grana medio-fine uniforme, prevalentemente tenere, porose, presenti in banchi omogenei;
- b) Biocalcareniti reefoidi a coralli;
- c) Biocalcareniti a grana fine e media, da mediamente cementate a molto cementate, tessitura uniforme, in banchi e strati ben definiti;
- d) Calcilutiti;
- e) Arenarie ben cementate;

- f) Biocalcareniti a tessitura strato-nodulare sabbiosa, variamente cementate, costituite da strati sottili (3-10 cm) e medi (10-30 cm) discontinui e noduli stratiformi con sabbie medio-fini poco addensate;
- g) Biocalcareniti a tessitura nodulare, composte da noduli calcarenitici e stratonodulari interconnessi tra loro con sabbie poco addensate che occupano gli spazi internodulari;
- h) Biocalcareniti sabbiose, a grana medio fine uniforme, porose, a cementazione variabile;
- i) Sabbie calcarenitiche gialle o bianche a grana uniforme medio-fine con inclusi noduli calcarenitici
- j) Sabbie grossolane e ghiaie;
- k) Sabbie limose e limi con noduli calcarenitici.

Nell'area direttamente interessata dalla Stazione Libertà è presente sostanzialmente il litotipo c), mentre per quanto riguarda la restante parte del tracciato (Trincea Ucciardone, Galleria Crispi, Stazione Porto, Galleria Crispi/Amari, Stazione Politeama) si deve dire che le indagini eseguite e le risultanze dei rilievi geologici ci confermano che questa porzione del centro urbano è caratterizzata dalla presenza di una zona di transizione geologica con frequenti variazioni di facies, interdigitazioni e passaggi verticali ed orizzontali tra i litotipi h), i), j), k).

Il complesso calcarenitico-sabbioso riferibile al Pleistocene poggia in concordanza stratigrafica sul complesso limo-sabbioso del Pliocene costituito da limi sabbiosi grigi, poco consistenti o inconsistenti, ricchi in fossili con intercalati livelli sabbiosi poco addensati e strati calcarenitici cementati.

In discordanza stratigrafica ed angolare, al di sotto dei terreni Plio-Pleistocenici, si trova la Fm. del Flysch Numidico che, a causa dei

fenomeni tettonici legati al sovrascorrimento e successiva messa in posto dei Monti di Palermo, presenta un tetto fortemente ondulato tanto che in una porzione del tracciato, su Via E. Amari, affiora al di sotto di un modesto spessore di terreno di riporto.

Si tratta di una potente formazione, litologicamente costituita da un'alternanza di argille ed argilliti grigie e/o brune, quarzareniti e quarzosiltiti grigio-giallastre, nella quale si possono distinguere due diverse litofacies principali: quella arenacea e quella argillosa.

I terreni presenti, nell'area direttamente interessata dai manufatti in studio, sono rappresentati da argille siltose, generalmente brune o color tabacco, ricche in ossidi di ferro, con intercalazioni di lenti quarzarenitiche e livelli sabbiosi costituiti anch'essi prevalentemente da quarzo. Localmente si individuano rari livelli calcarei.

Mineralogicamente sono costituite da fillosilicati quali clorite, caolinite, montmorillonite ed illite; inoltre sono presenti minerali di ferro quale siderite e pirite.

La struttura si presenta scagliettata e caotica, con scaglie millimetriche, talora lucide per effetti di striature, legate agli stress tettonici che si sono avvicendati nel corso degli eventi geologici.

La stratificazione è assente, distinguibile raramente in presenza dei livelli quarzarenitici.

Le formazioni geologiche sopra citate sono ricoperte da strati di spessore variabile di terreni di riporto legati alla realizzazione della vasta area portuale e di alluvioni limose e limo-sabbiose legate alla deposizione del corso d'acqua Passo di Rigano, oggi completamente canalizzato.

#### **4. CONSIDERAZIONI GEOMORFOLOGICHE**

Da un punto di vista geomorfologico l'area è costituita da un paesaggio molto regolare contraddistinto da terrazzi marini formatisi durante il Pleistocene e caratterizzati generalmente dall'affioramento del "Complesso Calcarenitico-sabbioso".

Localmente si rinvencono in affioramento i litotipi riferibili alla Fm. del Flysch Numidico e ciò è da mettere in relazione all'andamento fortemente ondulato del tetto di questa formazione a causa dei fenomeni orogenetici che hanno messo in posto i cosiddetti Monti di Palermo.

Le condizioni di stabilità dell'area sono ottime in relazione alla favorevole giacitura dei terreni presenti, nonché alla mancanza assoluta di agenti geodinamici che possano in futuro turbare il presente equilibrio.

Non si ritiene, quindi, di eseguire verifiche di stabilità dei versanti poichè essendo l'area pianeggiante e totalmente esente da qualunque fenomenologia geodinamica che possa modificare l'attuale habitus geomorfologico, non è possibile l'instaurarsi di alcun movimento franoso e, quindi, i calcoli farebbero registrare valori del coefficiente di sicurezza decisamente superiori ai minimi previsti dalla legge.

Quanto detto prima è confermato dal Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) redatto dall'A.R.T.A. (Servizio 4 "Assetto del Territorio e Difesa del suolo") negli anni 2005 e 2006 che esclude tale area da qualunque fenomenologia di dissesto e di rischio come si evince dalle carte allegate ed in particolare da:

- ❖ Stralci schematici della "Carta dei dissesti n° 09" secondo l'aggiornamento del P.A.I. – Bacino idrografico del F. Oreto (039) – Area territoriale tra il Bacino del F. Oreto e Punta Raisi (040) – Anno 2005;

- ❖ Stralci schematici della “Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico n° 09” secondo l’aggiornamento del P.A.I. – Bacino idrografico del F. Oreto (039) – Area territoriale tra il Bacino del F. Oreto e Punta Raisi (040) – Anno 2005;
- ❖ Stralci schematici della “Carta del rischio idraulico per fenomeni di esondazione n° 09” secondo l’aggiornamento del P.A.I. – Bacino idrografico del F. Oreto (039) – Area territoriale tra il Bacino del F. Oreto e Punta Raisi (040) – Anno 2006.
- ❖ Stralci schematici della “Carta della pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione n° 09” secondo l’aggiornamento del P.A.I. – Bacino idrografico del F. Oreto (039) – Area territoriale tra il Bacino del F. Oreto e Punta Raisi (040) – Anno 2006;

E’, invece, da evidenziare che la parte iniziale della trincea Ucciardone, la stazione Libertà ed una porzione della Stazione Politeama rientrano all’interno della zona di attenzione per la presenza di vecchie cavità antropiche di vario tipo tra cui gallerie legate alla coltivazione di cave di calcarenite che possono produrre cedimenti e crolli del suolo.

A tale scopo, come vedremo più avanti, è stata eseguita una dettagliata indagine geofisica tramite georadar e sismica passiva (tromografia) che ci è servita ad escludere la presenza di cavità al di sotto del tracciato interessato

Come si evince facilmente dall’osservazione della carta geomorfologica, il territorio attraversato dal tracciato ferroviario in progetto è interamente compreso all'interno del tessuto urbano, interessando zone densamente abitate e di elevato pregio architettonico,.

Il centro abitato negli anni si è sviluppato in un’area a tipica morfologia pianeggiante, famosa nel mondo per la sua fertilità e ricchezza di acqua, la cosiddetta “Conca D’Oro”, ampia pianura delimitata ad Est dal

mare ed a Sud, Ovest e Nord dai rilievi carbonatici, i cosiddetti “Monti di Palermo”.

La porzione di Piana, che ricade nella parte relativamente più prossima alla linea di costa (tratto Ucciardone-Politeama), è caratterizzata da quote variabili tra i 2 metri s.l.m. nella zona portuale e 20 metri s.l.m. nella zona Politeama, con una morfologia rappresentata da superfici subpianeggianti tendenti a degradare dolcemente in direzione della linea di costa, mentre la stazione Libertà si colloca in un vasto terrazzo marino a quote variabili tra 28 e 30 mt. s.l.m.

La zona portuale è stata notevolmente modificata dall'intervento antropico rispetto alla originaria configurazione, essenzialmente con un avanzamento della originaria linea di costa verso il mare, per la realizzazione dei moli e delle banchine.

La linea di costa si apre sul mare a forma di mezzaluna e la Piana si eleva sino alla quota di un centinaio di metri dal livello del mare dove con una brusca rottura di pendenza spiccano le ripide pareti dei rilievi calcarei, con un andamento sub-parallelo alla costa.

Come detto prima la Piana di Palermo è prevalentemente calcarenitica ed è, quindi, il risultato sia dell'azione morfologica degli agenti morfogenetici attivi che smantellavano i rilievi calcarei sia del mare che con le sue correnti e la sua attività deposizionale ha creato le condizioni per il riempimento del vasto bacino flyschoidale che si era creato a valle dei rilievi carbonatici.

A questo si deve aggiungere l'intensa attività dei corsi d'acqua che dai Monti di Palermo raggiungevano il mare attraversando ed incidendo più o meno profondamente la Piana.

I principali corsi d'acqua erano il Fiume Oreto, il Kemonia, il Papireto, il Passo di Rigano che direttamente interessa la nostra zona. Gli

ultimi tre sono ormai totalmente tombati ed inglobati nel tessuto urbano mentre il primo, anche per le sue considerevoli proporzioni, continua a rivestire un'importanza notevole nell'idrografia superficiale della Piana.

REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana  
Assessorato Territorio e Ambiente

DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE  
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

## Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(ART.1 D.L. 150/96 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L.267/98 E SS.MM.II.)

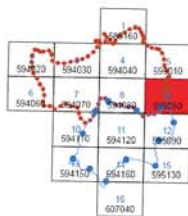
**Bacino Idrografico del F.Oreto (039)**  
**Area territoriale tra il bacino del F. Oreto  
e Punta Raisi (040)**



### CARTA DEI DISSESTI N° 09

COMUNI DI  
**Palermo**

Scala 1:10.000



Anno 2005

## LEGENDA

### FENOMENI FRANOSI

- Crollo e/o ribaltamento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Scorrimento
- Frana complessa
- Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)
- Colamento lento
- Area a franosità diffusa
- Deformazione superficiale lenta
- Calanco
- Dissesti conseguenti ad erosione accelerata

### STATO DI ATTIVITA'

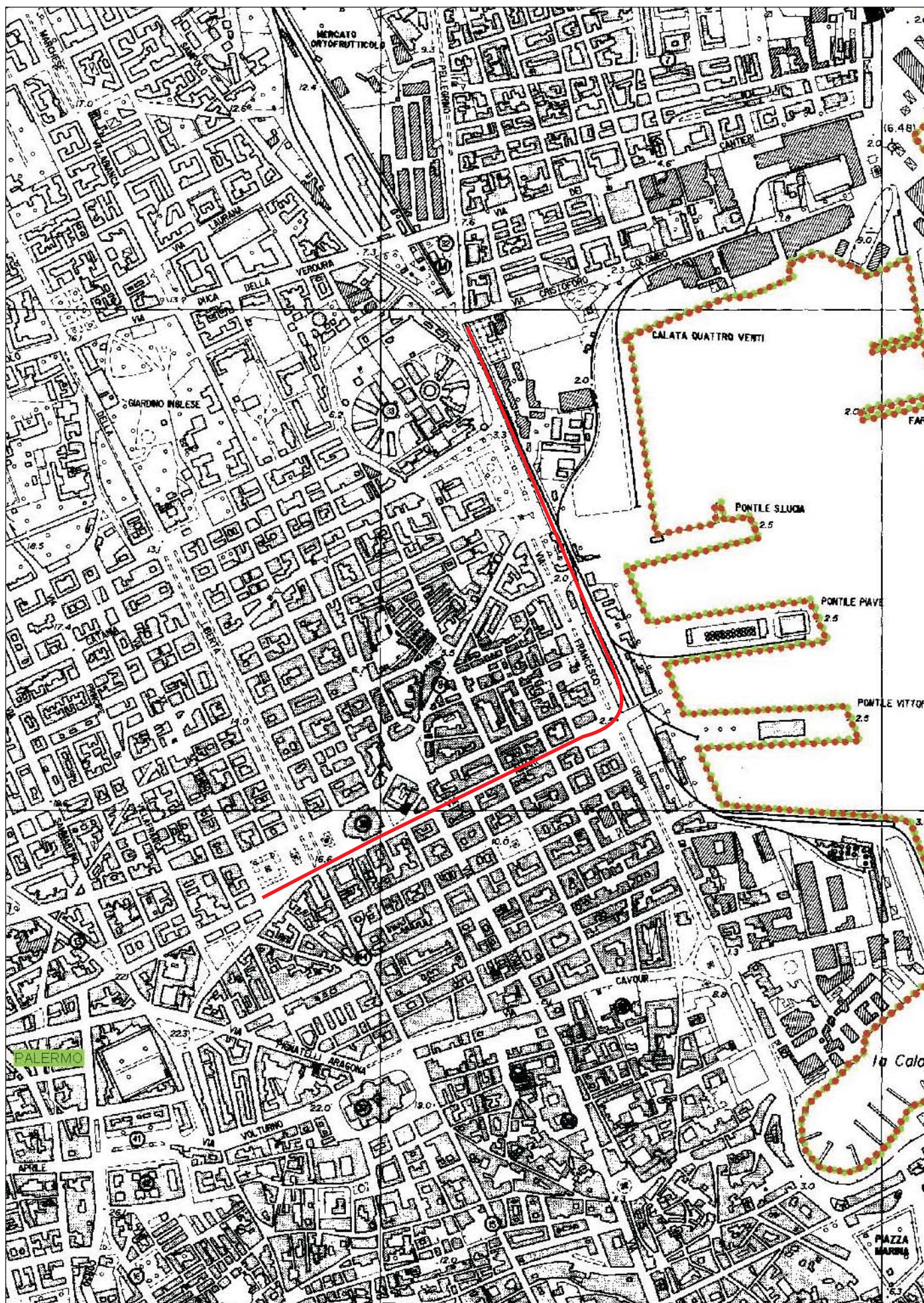
- Attivo
- Inattivo
- Quiescente
- Stabilizzato artificialmente o naturalmente

Limite bacino idrografico

Limite area territoriale

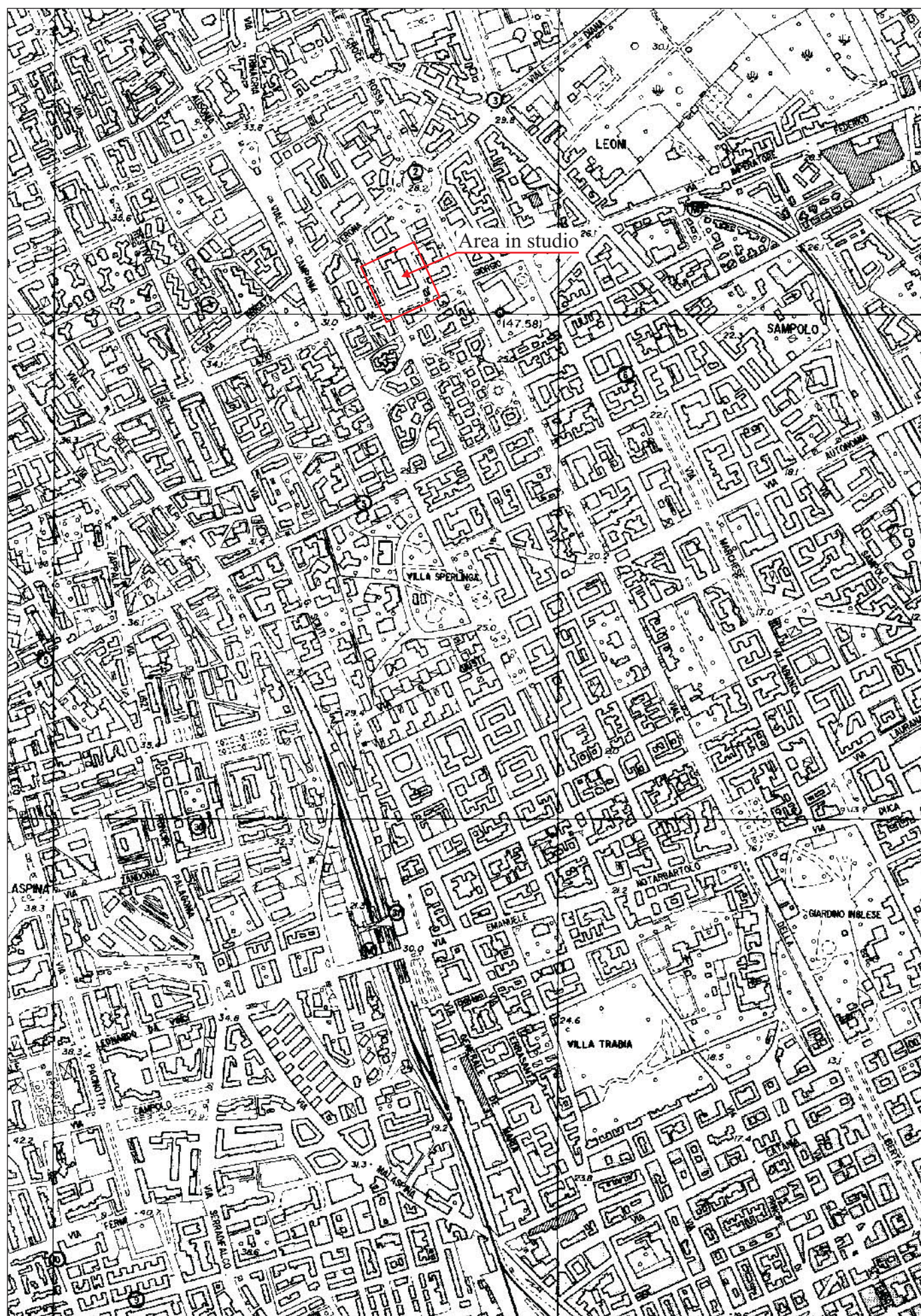
Limite comunale





Tracciato metroferrovia







**DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE**  
**Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"**

(ART. 1 D.L. 160/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L. 267/98 E SS. MM. II.)

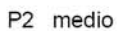
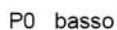
COMUNI DI  
*Palermo*

Figure 1 shows a 5x5 grid of sites. The sites are labeled with numbers 1 through 16. A red path is shown, starting at site 1 (top center) and ending at site 12 (middle right). A blue path is shown, starting at site 10 (middle left) and ending at site 15 (bottom right). The paths are connected at site 11 (center). The grid is as follows:

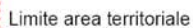
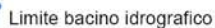
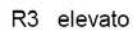
|   |        |        |        |        |
|---|--------|--------|--------|--------|
|   |        | 1      |        |        |
|   | 594020 | 594030 | 594040 | 594010 |
| 6 | 594060 | 7      | 8      | 12     |
|   | 594110 | 10     | 11     | 594090 |
|   | 594150 | 14     | 15     | 16     |

Anno 2005

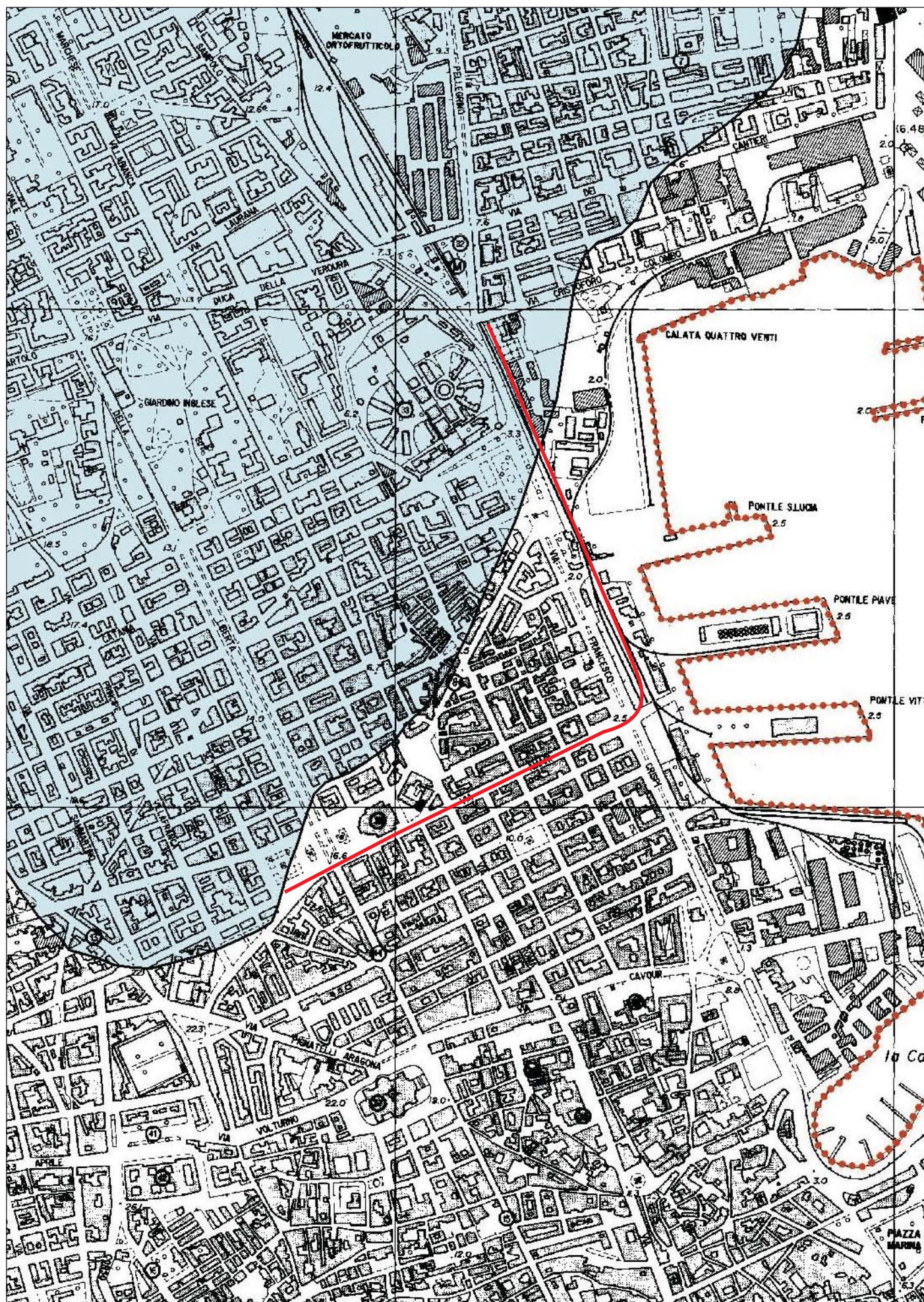
## LIVELLI DI PERICOLOSITA'



R1 moderato

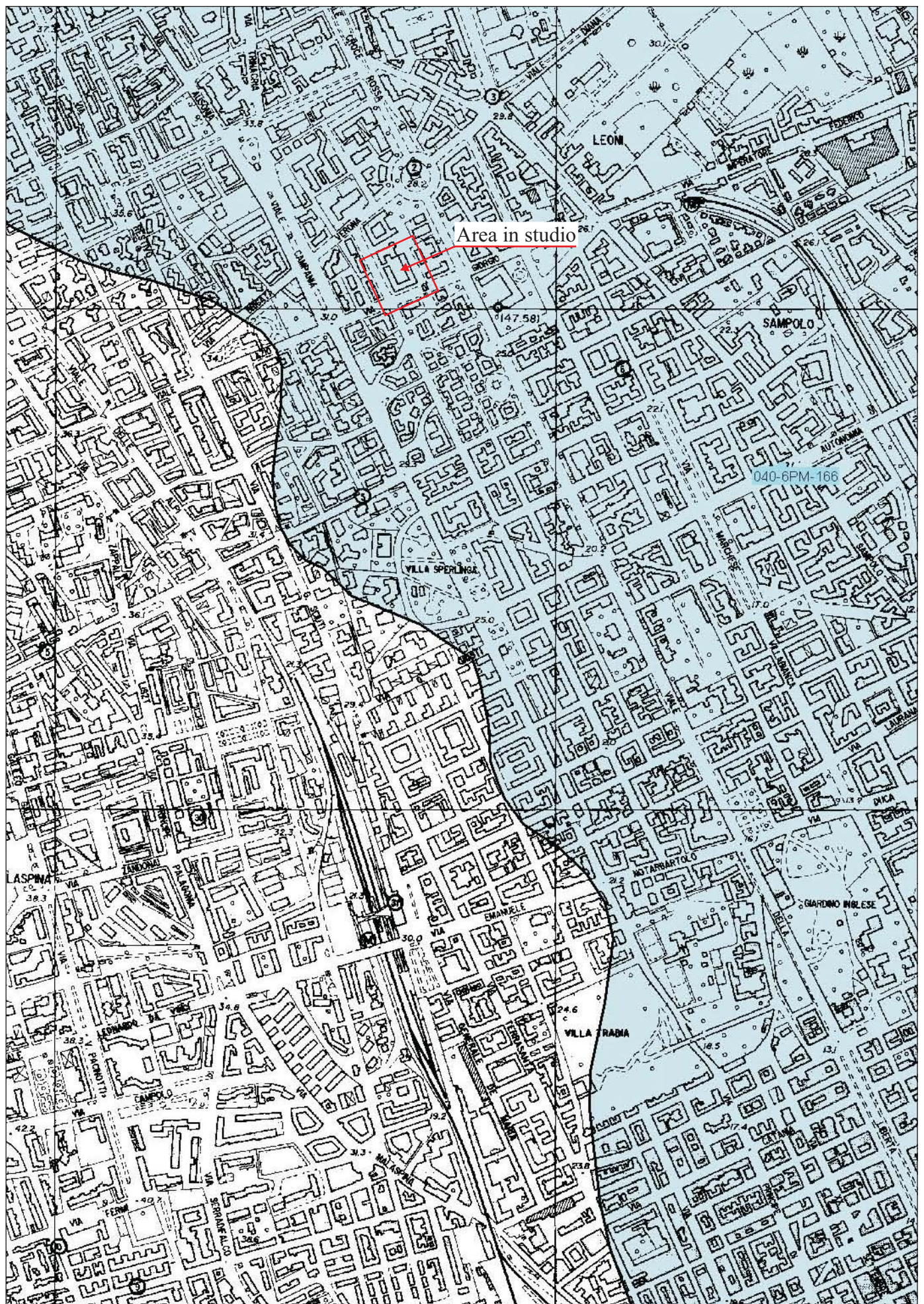






Tracciato metroferrovia







REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana  
Assessorato Territorio e Ambiente

DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE  
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

## Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(ART. 1 D.L. 180/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L.267/98 E SS.MM.II.)

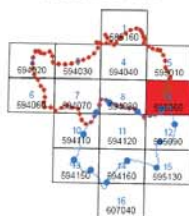
Bacino Idrografico del F. Oreto (039)  
Area territoriale tra il bacino del F. Oreto  
e Punta Raisi (040)



### CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA PER FENOMENI DI ESONDAZIONE N° 09

COMUNI DI  
*Palermo*

Scala 1:10.000



Anno 2006

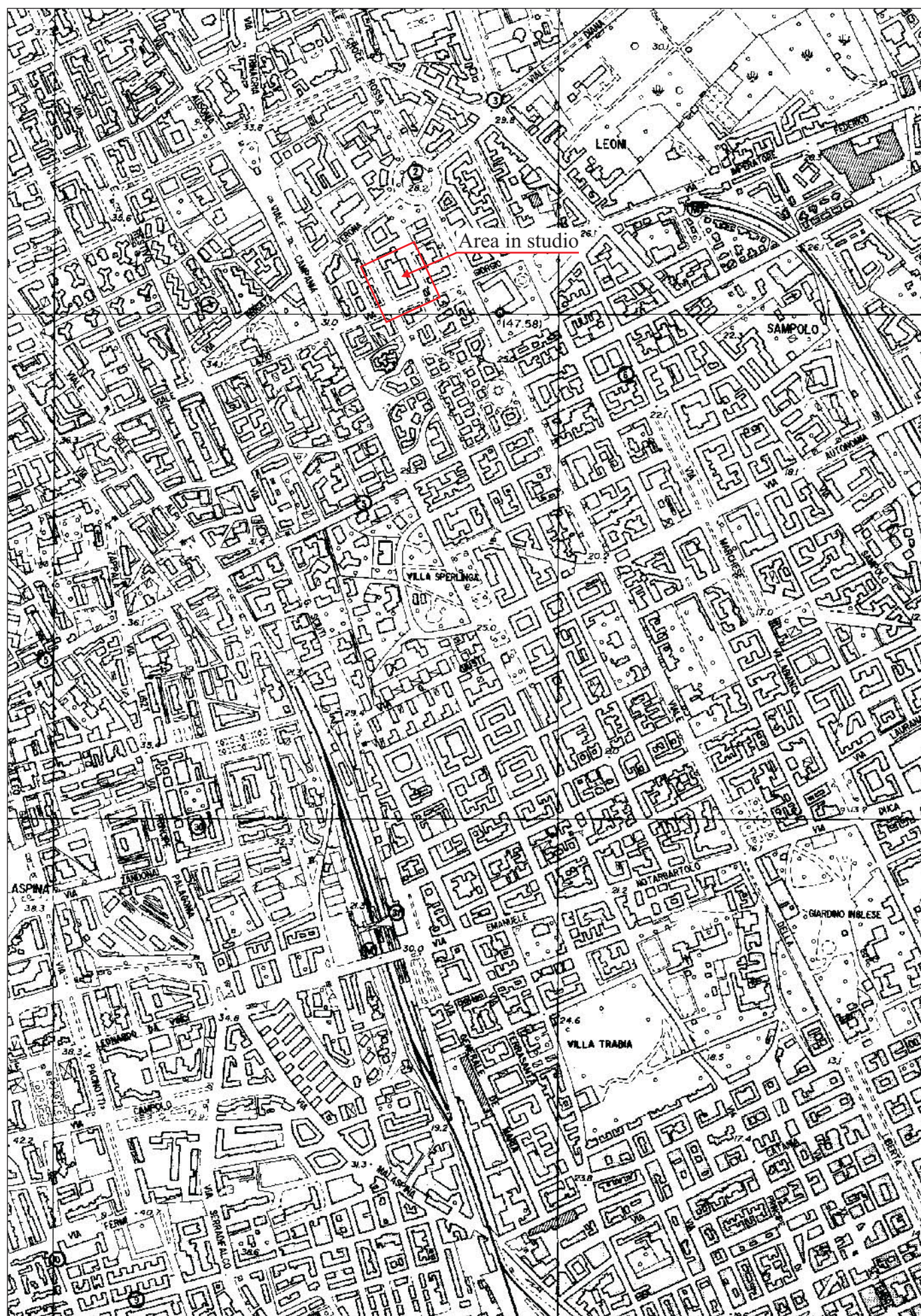
## LEGENDA

-  P1 Pericolosità moderata
-  P2 Pericolosità media
-  P3 Pericolosità elevata
-  P4 Pericolosità molto elevata
-  Sito di Attenzione
-  Limite bacino idrografico
-  Limite area territoriale
-  Limite comunale











REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana  
Assessorato Territorio e Ambiente

DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE  
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

## Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(ART.1 D.L. 180/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L.267/98 E SS.MM.II.)

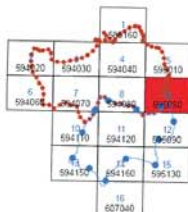
**Bacino Idrografico del F. Oreto (039)  
Area territoriale tra il bacino del F. Oreto  
e Punta Raisi (040)**



### CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO PER FENOMENI DI ESONDAZIONE N° 09

COMUNI DI  
**Palermo**

Scala 1:10.000

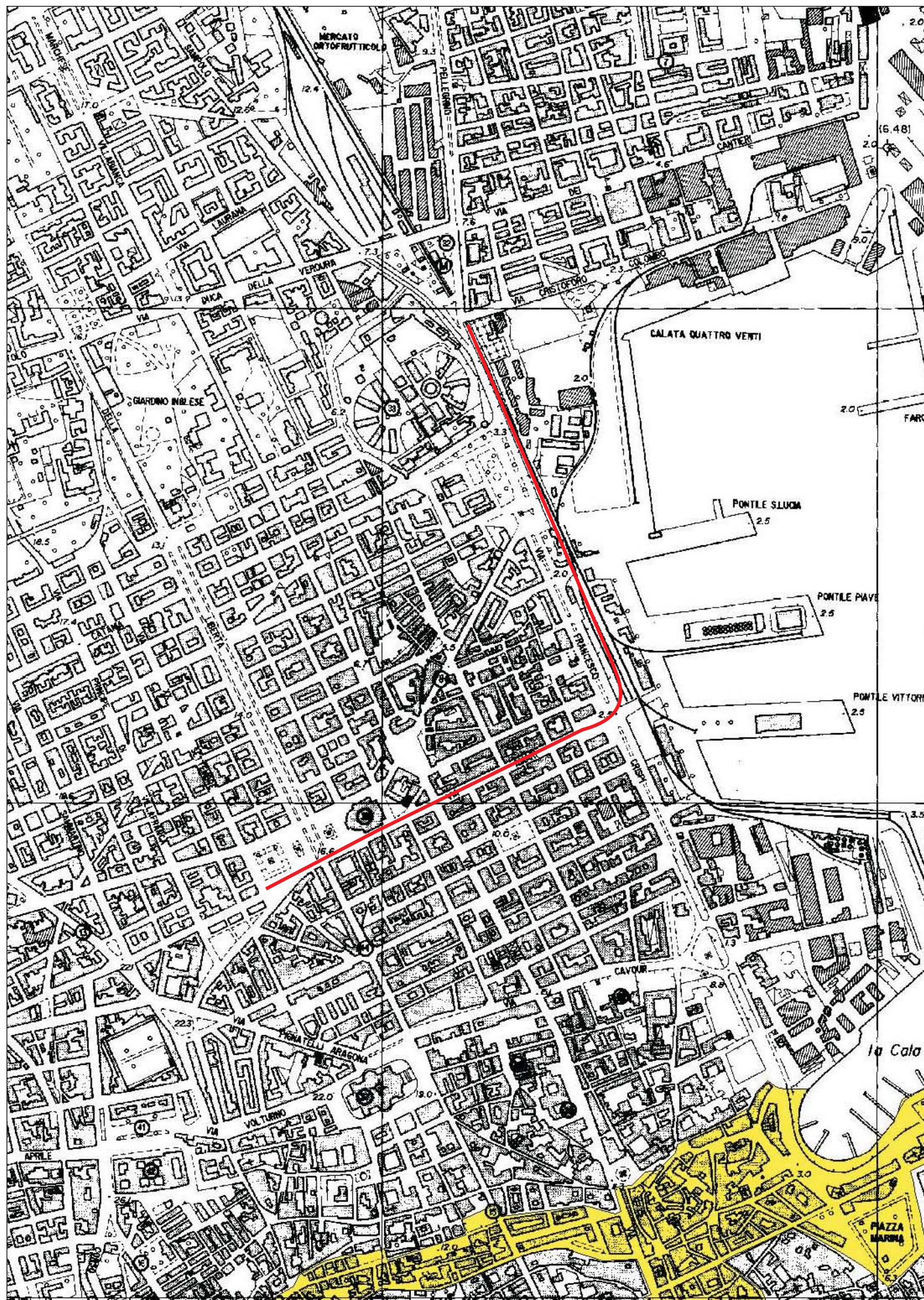


Anno 2006

## LEGENDA

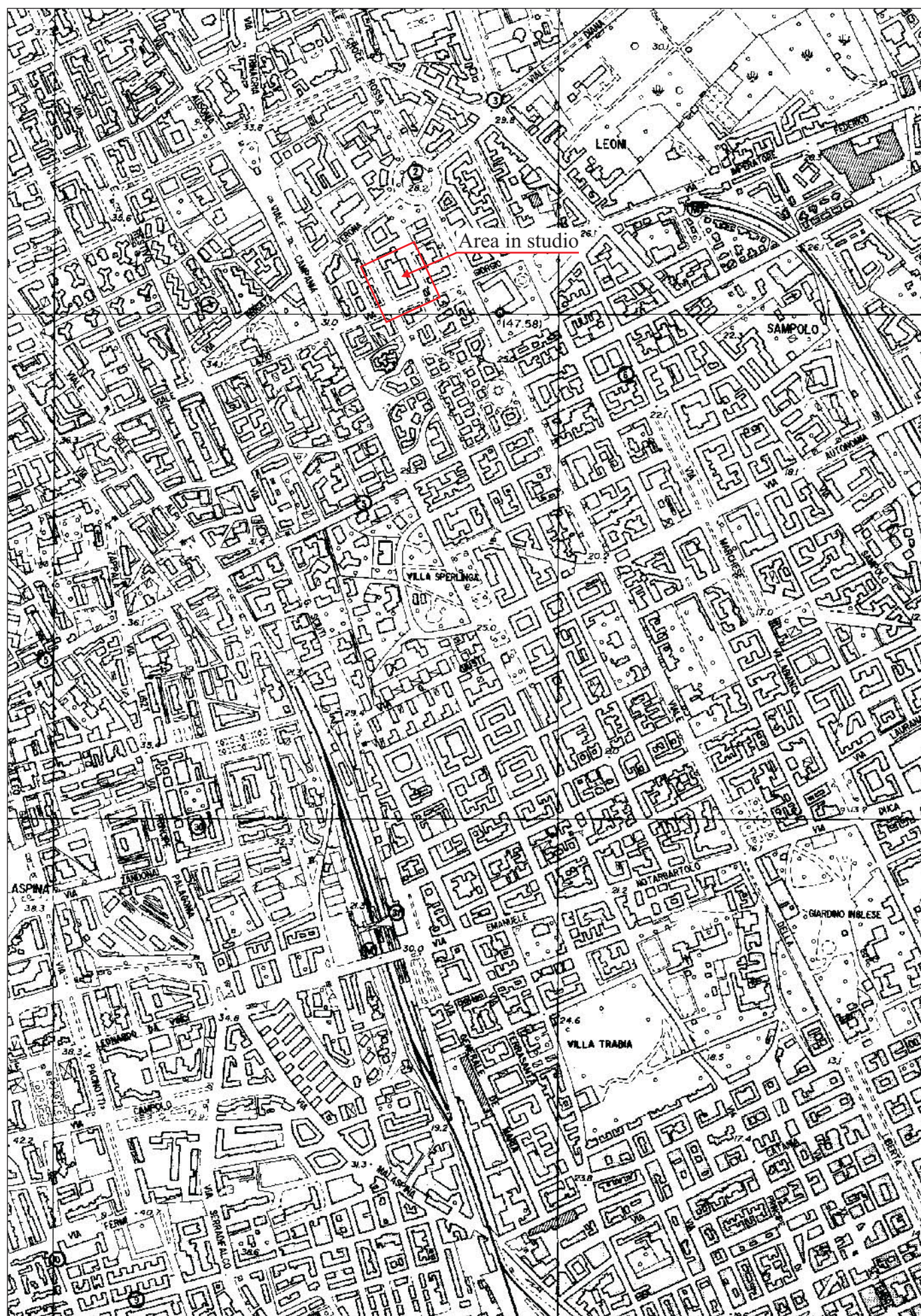
- |  |                           |
|--|---------------------------|
|  | R1 Rischio moderato       |
|  | R2 Rischio medio          |
|  | R3 Rischio elevato        |
|  | R4 Rischio molto elevato  |
|  | Limite bacino idrografico |
|  | Limite area territoriale  |
|  | Limite comunale           |





Tracciato metroferrovia







## **5. CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE**

Dal punto di vista idrogeologico l'area in studio è caratterizzata dalla totale mancanza di una rete idrografica superficiale che è da mettere in relazione allo sviluppo urbanistico della città che ha completamente occultato l'impluvio del Canale Passo di Rigano ed alla notevole permeabilità dei terreni calcarenitici che favorisce l'infiltrazione delle acque piovane sottraendole al deflusso superficiale.

Inoltre la notevole permeabilità dei terreni favorisce l'infiltrazione delle acque piovane ma, purtroppo, anche delle acque potabili dell'acquedotto e quelle reflue della rete fognante che presentano elementi di forte criticità.

Le acque infiltratisi vanno a ricaricare la falda freatica il cui livello piezometrico è sostanzialmente coincidente con il livello del mare, salvo periodici innalzamenti in occasione di prolungati periodi di pioggia.

In relazione alle caratteristiche di permeabilità dei tipi litologici presenti in corrispondenza dell'area direttamente interessata dal progetto si deve evidenziare che la notevole eterogeneità litologica e le rapide, quanto numerose eteropie di facies sia orizzontali che verticali, hanno un'influenza notevole anche sulla permeabilità del complesso la cui valutazione è stata oggetto di studio in fase di progettazione definitiva ma che è stato necessario approfondire in relazione al fatto che i dati in nostro possesso spaziavano su range molto ampi.

Abbiamo, quindi, eseguito prove di permeabilità in situ, tipo Lefranc e prove di permeabilità in laboratorio sui campioni prelevati.

Vista la notevole eterogeneità dei risultati ottenuti per il complesso calcarenitico-sabbioso, anche con queste ulteriori indagini, si è ritenuto utile eseguire alcune indagini tomografiche per individuare il tetto del

substrato impermeabile costituito dai litotipi della Fm. del Flysch Numidico e, quindi, per definire lo spessore reale della falda, nonché una prova di pompaggio che ci ha permesso di avere un quadro completo ed esaustivo del comportamento idrogeologico dell'intero ammasso.

Ciò per studiare con il necessario dettaglio la reale influenza dell'opera con la falda nel tratto compreso tra la Trincea Ucciardone e la Stazione Porto e per cercare di comprendere il comportamento di questo complesso litologico nella sua globalità sia sotto il punto di vista della permeabilità che della trasmissività.

Nello specifico si deve dire che il complesso calcarenitico-sabbioso, da un punto di vista geologico, è stato suddiviso in una porzione prevalentemente calcarenitica, granulometricamente omogenea, che interessa la Stazione Libertà ed una porzione denominata “di transizione” caratterizzata da frequenti intercalazioni e passaggi verticali ed orizzontali tra sabbie, ghiaie, sabbie limose e limi sabbiosi.

Dai dati in nostro possesso si possono sintetizzare i seguenti valori:

- ✚ Complesso calcarenitico-sabbioso: a) porzione prevalentemente calcarenitica (zona Stazione Libertà): permeabilità  $1 \cdot 10^{-4}$  m/sec, b) porzione “di transizione” (Zona Porto-Politeama): permeabilità  $1 \cdot 10^{-5}$  m/sec;
- ✚ Complesso alluvionale: permeabilità  $1 \cdot 10^{-6}$  m/sec;
- ✚ Complesso flyschoidale: permeabilità  $1 \cdot 10^{-7}$  m/sec.

Sui risultati e la descrizione delle varie prove vedi i sottocapitoli successivi.

Ai fini del presente lavoro estremamente importante è stata, anche, la definizione del gradiente idraulico della falda.

A tale scopo, oltre i piezometri installati in corrispondenza dei sondaggi geognostici eseguiti, si sono utilizzati i dati di alcuni sondaggi

| SONDAGGIO TECNIS | PROFONDITA' FALDA         | DATA MISURA |
|------------------|---------------------------|-------------|
| SE01             | Falda Assente             | 11/03/2010  |
| SE02             | DH                        |             |
| SE03             | 1.7 M                     | 12/02/2010  |
| SE04             | 1.9 M                     | 12/02/2010  |
| SE05             | 1.4 M                     | 12/02/2010  |
| SE05BIS          | 1.7 M                     | 12/02/2010  |
| SE06             | 1.8 M                     | 12/02/2010  |
| SE07             | 2.2 M                     | 25/02/2010  |
| SE08             | DH                        |             |
| SE09             | Piezometro non installato |             |
| SE10             | Falda Assente             | 25/02/2010  |
| SE11             | Falda Assente             | 25/02/2010  |
| SE11bis          | 9.5 M                     | 25/02/2010  |
| SE12             | DH                        |             |
| PZ1              | 3,45 M                    | 05/03/2010  |
| PZ2              | 1,8 M                     | 05/03/2010  |

| SONDAGGIO ITALFERR | PROFONDITA' FALDA | DATA MISURA |
|--------------------|-------------------|-------------|
| S01                | Falda Assente     | 1999        |
| S02                | Falda Assente     | 1999        |
| S01M               | 2,1 M             | lug-03      |
| S02M               | 8,0 M             | lug-03      |
| S03M               | 5,7 M             | lug-03      |
| S04M               | 9,0 M             | lug-03      |
| S05M               | DH                |             |
| S06M               | 9,0 M             | lug-03      |
| S07                | 5,8 M             | lug-03      |
| S11M               | 2.1 M             | lug-03      |
| S12M               | 2.1 M             | lug-03      |
| S13M               | 1.9 M             | lug-03      |
| S14M               | 1.9 M             | lug-03      |
| S15M               | 1.9 M             | lug-03      |



eseguiti per altri lavori ed ubicati a monte del tracciato ferroviario (vedi carta idrogeologica) e per completezza di studio sono stati realizzati n. 2 piezometri sempre a monte del tracciato ferroviario la cui ubicazione è visibile nella carta idrogeologica e che ci hanno permesso di ricostruire le isofreatiche della falda.

In senso trasversale rispetto al tratto compreso tra la trincea Ucciardone e la stazione Porto il gradiente idraulico è molto prossimo all'orizzontale come visibile dalle sezioni idrogeologiche allegate.

#### *5.1 Prove Lefranc*

Le prove di permeabilità di tipo “Lefranc” sono quelle prove che si eseguono all'interno del sondaggio e che sono definite “*a carico variabile*” poiché il livello freatico viene alterato mediante immissione di acqua in foro (fino a piano campagna o oltre).

Durante la prova viene misurata la velocità di riequilibrio del livello idrico eseguendo una serie di letture del livello dell'acqua in foro (h) a frequenti intervalli di tempo (t) annotando sia il livello dell'acqua che il tempo di ciascuna lettura.

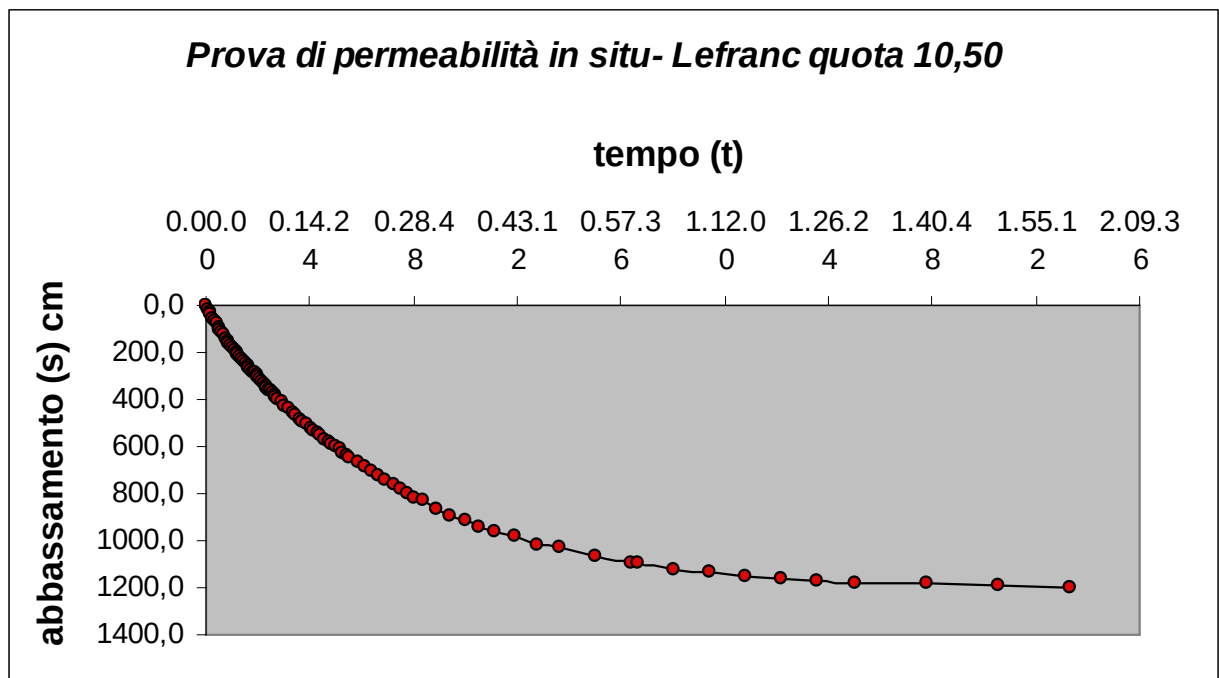
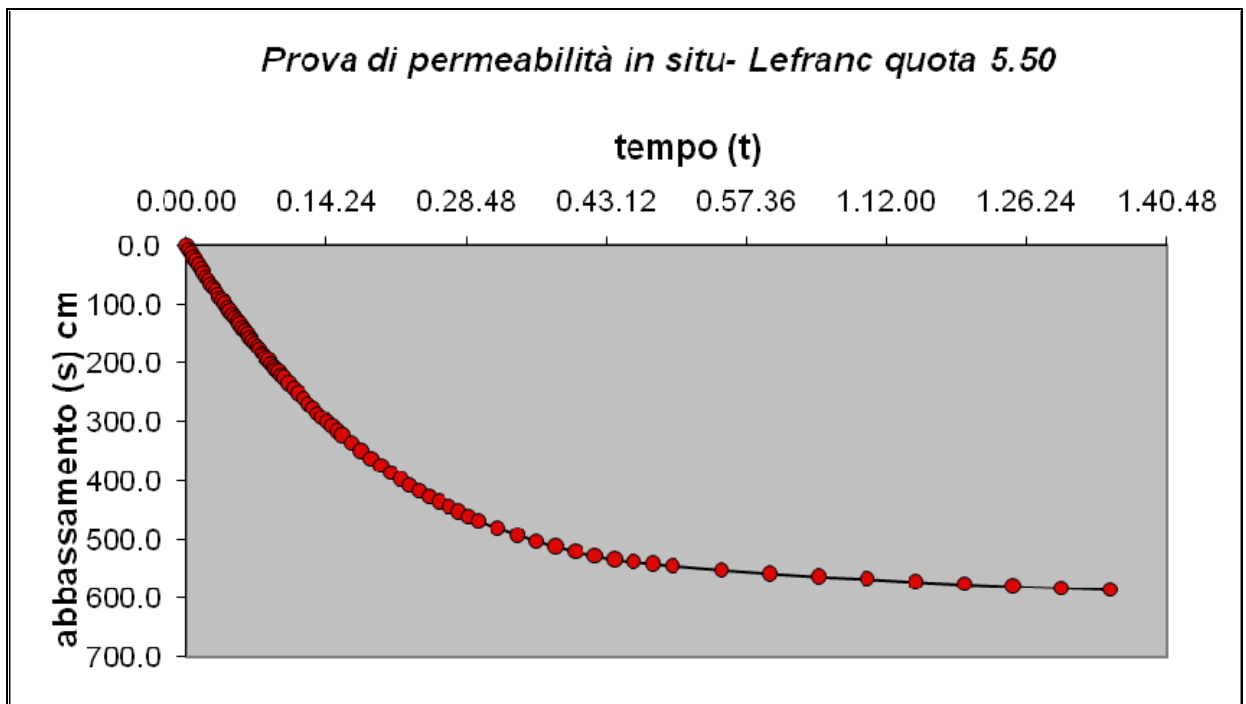
Si allegano tabella con le misure ed i tempi, nonché il grafico e relativa interpretazione dei dati delle singole prove eseguite.

Per l'elaborazione dei dati ottenuti si è tenuto conto di un coefficiente di forma “F” che è stato ricavato da una configurazione a cilindro allungato, ovvero per un tratto di foro assimilabile teoricamente ad un ellissoide di rivoluzione, attraverso la relazione di “Mendel”.

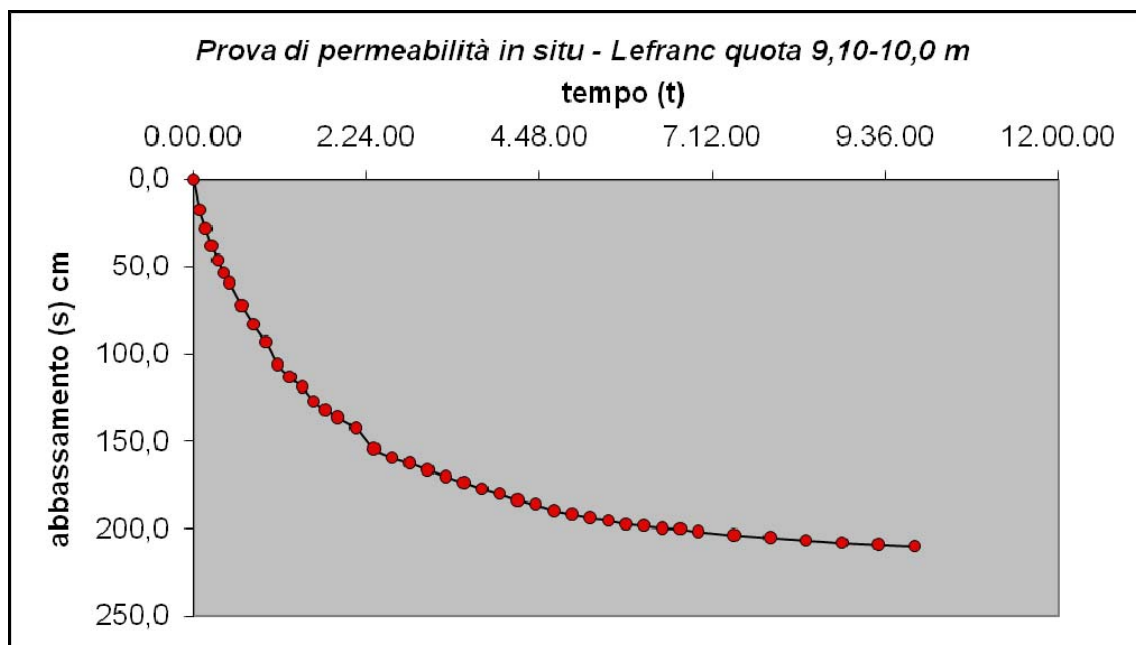
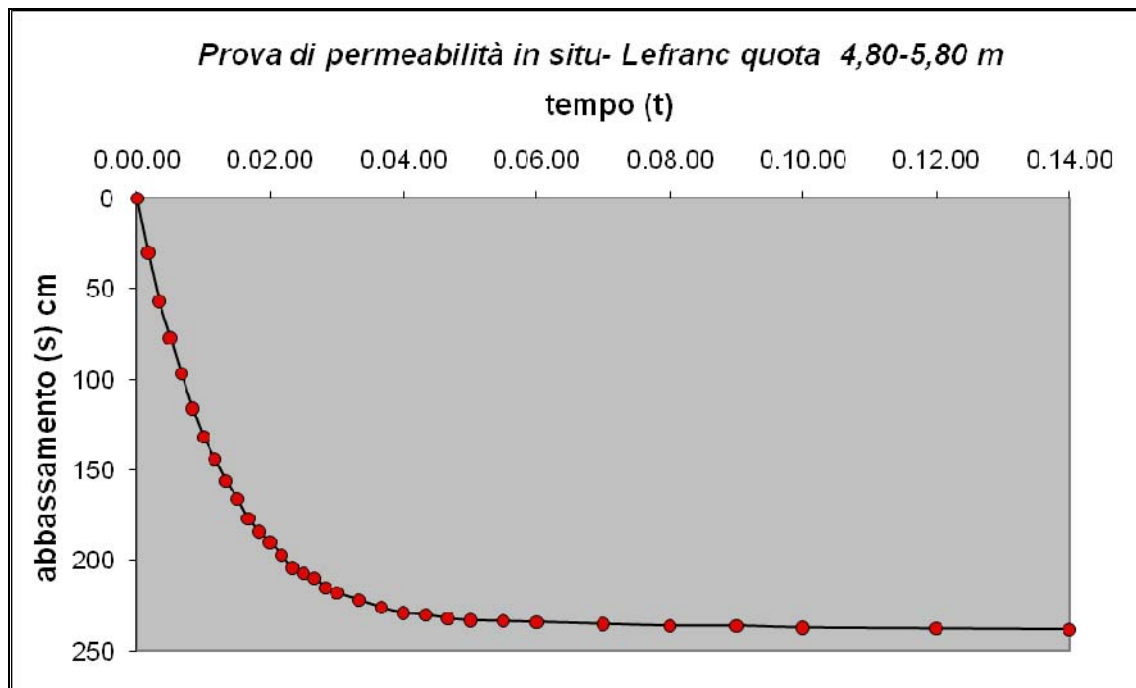
In seguito alle misure effettuate durante la prova di abbassamento con il Metodo Lefranc, è stato possibile ricavare il coefficiente di permeabilità “K” in m/sec, come visibile negli elaborati allegati.

Le prove sono state eseguite nel corso dei sondaggi SE01 e SE03.

## Prova di permeabilità LEFRANC – SE01



### Prova di permeabilità LEFRANC – SE03







## PROVE DI PERMEABILITA' IN SITU TIPO LEFRANC

**Località:** Palermo-Viale Lazio  
**Sondaggio:** SE01  
**Data:** 02/03/2010  
**Committente:** Tecnis

| Tempo h:m:s | Livello da testa tubo (cm) |
|-------------|----------------------------|
| 0.00.00     | 0.0                        |
| 0.00.15     | 7.0                        |
| 0.00.30     | 14.0                       |
| 0.00.45     | 21.0                       |
| 0.01.00     | 26.0                       |
| 0.01.15     | 33.0                       |
| 0.01.30     | 40.0                       |
| 0.01.45     | 46.0                       |
| 0.02.00     | 52.5                       |
| 0.02.15     | 58.5                       |
| 0.02.30     | 64.5                       |
| 0.02.45     | 70.5                       |
| 0.03.00     | 75.5                       |
| 0.03.15     | 83.5                       |
| 0.03.30     | 89.0                       |
| 0.03.45     | 94.0                       |
| 0.04.00     | 100.0                      |
| 0.04.15     | 107.0                      |
| 0.04.30     | 111.5                      |
| 0.04.45     | 117.5                      |
| 0.05.00     | 122.5                      |
| 0.05.15     | 128.5                      |
| 0.05.30     | 133.5                      |
| 0.05.45     | 140.5                      |
| 0.06.00     | 144.0                      |
| 0.06.15     | 150.5                      |
| 0.06.30     | 155.5                      |
| 0.06.45     | 160.5                      |
| 0.07.00     | 165.0                      |
| 0.07.15     | 170.5                      |
| 0.07.30     | 175.5                      |
| 0.07.45     | 182.0                      |
| 0.08.00     | 186.0                      |
| 0.08.15     | 191.0                      |
| 0.08.30     | 196.0                      |
| 0.08.45     | 201.0                      |
| 0.09.00     | 206.0                      |
| 0.09.15     | 211.0                      |
| 0.09.30     | 215.0                      |
| 0.09.45     | 220.0                      |
| 0.10.00     | 224.5                      |
| 0.10.30     | 234.0                      |
| 0.11.00     | 242.5                      |
| 0.11.30     | 251.0                      |
| 0.12.00     | 259.5                      |
| 0.12.30     | 268.0                      |

|         |       |
|---------|-------|
| 0.13.00 | 276.0 |
| 0.13.30 | 285.0 |
| 0.14.00 | 292.0 |
| 0.14.30 | 299.5 |
| 0.15.00 | 307.5 |
| 0.15.30 | 315.0 |
| 0.16.00 | 322.0 |
| 0.17.00 | 336.0 |
| 0.18.00 | 349.0 |
| 0.19.00 | 362.0 |
| 0.20.00 | 374.0 |
| 0.21.00 | 385.5 |
| 0.22.00 | 396.5 |
| 0.23.00 | 407.0 |
| 0.24.00 | 417.0 |
| 0.25.00 | 426.5 |
| 0.26.00 | 435.0 |
| 0.27.00 | 443.5 |
| 0.28.00 | 452.0 |
| 0.29.00 | 459.5 |
| 0.30.00 | 466.5 |
| 0.32.00 | 480.5 |
| 0.34.00 | 492.0 |
| 0.36.00 | 502.5 |
| 0.38.00 | 511.5 |
| 0.40.00 | 520.0 |
| 0.42.00 | 527.0 |
| 0.44.00 | 533.5 |
| 0.46.00 | 537.0 |
| 0.48.00 | 540.5 |
| 0.50.00 | 543.5 |
| 0.55.00 | 550.5 |
| 1.00.00 | 556.5 |
| 1.05.00 | 562.0 |
| 1.10.00 | 566.0 |
| 1.15.00 | 571.0 |
| 1.20.00 | 575.0 |
| 1.25.00 | 578.5 |
| 1.30.00 | 581.5 |
| 1.35.00 | 584.5 |

|             |       |
|-------------|-------|
| Ora inizio: | 14.22 |
| Ora fine:   | 15.57 |

**Diametro foro:** 101 mm

**Lunghezza tratto filtrante:** 100 cm (4,50m a 5,50m)

**Profondità prova:** 5,50 m

**Sporgenza del tubo di rivestimento dal p.c.:** 100 cm

**Testa tubo di rivestimento dal fondo foro:** 6,50 m

**Livello della falda dal p.c.:** n.d.

**Coefficiente di permabilità:**  $K = 2,086 \cdot 10^{-4}$  m/s



## PROVE DI PERMEABILITA' IN SITU TIPO LEFRANC

**Località:** Palermo-Viale Lazio  
**Sondaggio:** SE01  
**Data:** 03/03/2010  
**Committente:** Tecnis

| Tempo h:m:s | Livello da testa tubo (cm) |
|-------------|----------------------------|
| 0.00.00     | 0.0                        |
| 0.00.15     | 14.5                       |
| 0.00.30     | 27.0                       |
| 0.00.45     | 41.0                       |
| 0.01.00     | 54.0                       |
| 0.01.15     | 67.5                       |
| 0.01.30     | 80.0                       |
| 0.01.45     | 91.5                       |
| 0.02.00     | 104.0                      |
| 0.02.15     | 115.5                      |
| 0.02.30     | 128.5                      |
| 0.02.45     | 139.5                      |
| 0.03.00     | 150.0                      |
| 0.03.15     | 162.0                      |
| 0.03.30     | 171.5                      |
| 0.03.45     | 182.0                      |
| 0.04.00     | 192.0                      |
| 0.04.15     | 203.5                      |
| 0.04.30     | 212.5                      |
| 0.04.45     | 222.0                      |
| 0.05.00     | 230.5                      |
| 0.05.15     | 239.5                      |
| 0.05.30     | 247.5                      |
| 0.05.45     | 256.0                      |
| 0.06.00     | 265.0                      |
| 0.06.15     | 273.5                      |
| 0.06.30     | 282.0                      |
| 0.06.45     | 290.0                      |
| 0.07.00     | 298.5                      |
| 0.07.15     | 307.5                      |
| 0.07.30     | 316.0                      |
| 0.07.45     | 324.0                      |
| 0.08.00     | 332.5                      |
| 0.08.15     | 341.0                      |
| 0.08.30     | 349.0                      |
| 0.08.45     | 358.0                      |
| 0.09.00     | 365.0                      |
| 0.09.15     | 373.0                      |
| 0.09.30     | 381.0                      |
| 0.09.45     | 389.0                      |
| 0.10.00     | 396.0                      |
| 0.10.30     | 411.0                      |
| 0.11.00     | 426.0                      |
| 0.11.30     | 440.0                      |
| 0.12.00     | 454.0                      |
| 0.12.30     | 468.0                      |
| 0.13.00     | 481.5                      |
| 0.13.30     | 494.0                      |

|         |        |
|---------|--------|
| 0.14.00 | 507.0  |
| 0.14.30 | 520.0  |
| 0.15.00 | 533.0  |
| 0.15.30 | 545.0  |
| 0.16.00 | 557.0  |
| 0.16.30 | 568.0  |
| 0.17.00 | 580.0  |
| 0.17.30 | 592.0  |
| 0.18.00 | 604.0  |
| 0.18.30 | 614.0  |
| 0.19.00 | 626.0  |
| 0.19.30 | 636.5  |
| 0.20.00 | 647.5  |
| 0.21.00 | 669.0  |
| 0.22.00 | 689.0  |
| 0.23.00 | 709.0  |
| 0.24.00 | 728.5  |
| 0.25.00 | 747.0  |
| 0.26.00 | 766.0  |
| 0.27.00 | 783.0  |
| 0.28.00 | 801.5  |
| 0.29.00 | 817.0  |
| 0.30.00 | 833.0  |
| 0.32.00 | 863.0  |
| 0.34.00 | 891.0  |
| 0.36.00 | 916.0  |
| 0.38.00 | 940.0  |
| 0.40.00 | 961.5  |
| 0.43.00 | 982.0  |
| 0.46.00 | 1016.0 |
| 0.49.00 | 1032.0 |
| 0.54.00 | 1070.0 |
| 0.59.00 | 1098.0 |
| 1.00.00 | 1099.5 |
| 1.05.00 | 1122.0 |
| 1.10.00 | 1131.5 |
| 1.15.00 | 1149.0 |
| 1.20.00 | 1162.0 |
| 1.25.00 | 1170.0 |
| 1.30.00 | 1177.0 |
| 1.40.00 | 1185.0 |
| 1.50.00 | 1193.0 |
| 2.00.00 | 1200.0 |

|             |       |
|-------------|-------|
| Ora inizio: | 9.33  |
| Ora fine:   | 11.43 |

**Diametro foro:** 101 mm

**Lunghezza tratto filtrante:** 100 cm (10,50m a 11,50m)

**Profondità prova:** 11,50 m

**Sporgenza del tubo di rivestimento dal p.c.:** 100 cm

**Testa tubo di rivestimento dal fondo foro:** 12,50 m

**Livello della falda dal p.c.:** n.d.

**Coefficiente di permabilità:**  $K = 3,45 \cdot 10^{-5}$  m/s

## PROVE DI PERMEABILITA' IN SITU TIPO LEFRANC

**Località:** Palermo-Autorità Portuale  
**Sondaggio:** SE03  
**Data:** 19/02/2010  
**Committente:** Tecnis

| Tempo h:m:s | Livello da testa tubo (cm) | h liv. Da livello falda (cm) |
|-------------|----------------------------|------------------------------|
| 0.00.00     | 0                          | 238                          |
| 0.00.10     | 30                         | 208                          |
| 0.00.20     | 57                         | 181                          |
| 0.00.30     | 77                         | 161                          |
| 0.00.40     | 97                         | 141                          |
| 0.00.50     | 116                        | 122                          |
| 0.01.00     | 132                        | 106                          |
| 0.01.10     | 144                        | 94                           |
| 0.01.20     | 156                        | 82                           |
| 0.01.30     | 166                        | 72                           |
| 0.01.40     | 177                        | 61                           |
| 0.01.50     | 184                        | 54                           |
| 0.02.00     | 190                        | 48                           |
| 0.02.10     | 197                        | 41                           |
| 0.02.20     | 204                        | 34                           |
| 0.02.30     | 207                        | 31                           |
| 0.02.40     | 210                        | 28                           |
| 0.02.50     | 215                        | 23                           |
| 0.03.00     | 218                        | 20                           |
| 0.03.20     | 222                        | 16                           |
| 0.03.40     | 226                        | 12                           |
| 0.04.00     | 229                        | 9                            |
| 0.04.20     | 230                        | 8                            |
| 0.04.40     | 232                        | 6                            |
| 0.05.00     | 233                        | 5                            |
| 0.05.30     | 233.5                      | 4.5                          |
| 0.06.00     | 234                        | 4                            |
| 0.07.00     | 235                        | 3                            |
| 0.08.00     | 236                        | 2                            |
| 0.09.00     | 236                        | 2                            |
| 0.10.00     | 237                        | 1                            |
| 0.12.00     | 237.5                      | 0.5                          |
| 0.14.00     | 238                        | 0                            |

**Ora inizio:** 15.20.00  
**Ora fine:** 15.34.00

**Diametro foro:** 101 mm  
**Lunghezza tratto filtrante:** 100cm (4,80 m a 5,80 m)  
**Profondità prova:** 5,80 m  
**Sporgenza del tubo di rivestimento dal p.c.:** 70 cm  
**Testa tubo di rivestimento dal fondo foro:** 6,50 m  
**Livello della falda dal p.c.:** -1,68 m  
**Coefficiente di permabilità:**  $K = 4,4517 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$



## PROVE DI PERMEABILITA' IN SITU TIPO LEFRANC

**Località:** Palermo-Autorità Portuale

**Sondaggio:** SE03

**Data:** 19/02/2010

**Committente:** Tecnis

| Tempo h:m:s | Livello da testa tubo (cm) | h liv. Da livello falda (cm) |
|-------------|----------------------------|------------------------------|
| 0.00.00     | 0.0                        | 238                          |
| 0.05.00     | 17.5                       | 221                          |
| 0.10.00     | 28.0                       | 210                          |
| 0.15.00     | 38.0                       | 200                          |
| 0.20.00     | 46.0                       | 192                          |
| 0.25.00     | 53.5                       | 185                          |
| 0.30.00     | 59.0                       | 179                          |
| 0.40.00     | 72.0                       | 166                          |
| 0.50.00     | 83.0                       | 155                          |
| 1.00.00     | 93.0                       | 145                          |
| 1.10.00     | 106.0                      | 132                          |
| 1.20.00     | 113.0                      | 125                          |
| 1.30.00     | 118.5                      | 120                          |
| 1.40.00     | 127.0                      | 111                          |
| 1.50.00     | 132.0                      | 106                          |
| 2.00.00     | 136.0                      | 102                          |
| 2.15.00     | 142.0                      | 96                           |
| 2.30.00     | 154.0                      | 84                           |
| 2.45.00     | 159.0                      | 79                           |
| 3.00.00     | 162.0                      | 76                           |
| 3.15.00     | 166.0                      | 72                           |
| 3.30.00     | 170.0                      | 68                           |
| 3.45.00     | 173.5                      | 65                           |
| 4.00.00     | 177.0                      | 61                           |
| 4.15.00     | 180.0                      | 58                           |
| 4.30.00     | 183.5                      | 55                           |
| 4.45.00     | 186.0                      | 52                           |
| 5.00.00     | 189.5                      | 49                           |
| 5.15.00     | 191.5                      | 47                           |
| 5.30.00     | 193.5                      | 45                           |
| 5.45.00     | 195.0                      | 43                           |
| 6.00.00     | 197.0                      | 41                           |
| 6.15.00     | 198.0                      | 40                           |
| 6.30.00     | 199.5                      | 39                           |
| 6.45.00     | 200.0                      | 38                           |
| 7.00.00     | 201.5                      | 37                           |
| 7.30.00     | 203.5                      | 35                           |
| 8.00.00     | 205.0                      | 33                           |
| 8.30.00     | 206.5                      | 32                           |
| 9.00.00     | 208.0                      | 30                           |
| 9.30.00     | 209.0                      | 29                           |
| 10.00.00    | 210.0                      | 28                           |

|             |       |
|-------------|-------|
| Ora inizio: | 8.20  |
| Ora fine:   | 18.20 |

**Diametro foro:** 101mm

**Lunghezza tratto filtrante:** 90cm (9,10m a 10,00m)

**Profondità prova:** 10,00 m

**Sporgenza del tubo di rivestimento dal p.c.:** 90 cm

**Testa tubo di rivestimento dal fondo foro:** 10,90 m

**Livello della falda dal p.c.:** -1,68 m

**Coefficiente di permabilità:**  $K = 5,685 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

## PROVE DI PERMEABILITA' IN SITU TIPO LEFRANC

**Località:** Palermo-Autorità Portuale  
**Sondaggio:** SE03  
**Data:** 22/02/2010  
**Committente:** Tecnis

| Tempo h:m:s | Livello da testa tubo (cm) |
|-------------|----------------------------|
| 0.00.00     | 0.0                        |
| 0.00.15     | 12.5                       |
| 0.00.30     | 23.0                       |
| 0.00.45     | 32.5                       |
| 0.01.00     | 41.0                       |
| 0.01.15     | 49.0                       |
| 0.01.30     | 56.0                       |
| 0.01.45     | 63.0                       |
| 0.02.00     | 69.0                       |
| 0.02.15     | 75.5                       |
| 0.02.30     | 81.0                       |
| 0.02.45     | 87.0                       |
| 0.03.00     | 92.0                       |
| 0.03.15     | 98.0                       |
| 0.03.30     | 102.0                      |
| 0.03.45     | 106.5                      |
| 0.04.00     | 111.0                      |
| 0.04.30     | 120.0                      |
| 0.05.00     | 127.0                      |
| 0.05.30     | 135.0                      |
| 0.06.00     | 142.0                      |
| 0.06.30     | 148.0                      |
| 0.07.00     | 155.5                      |
| 0.07.30     | 160.0                      |
| 0.08.00     | 166.0                      |
| 0.08.30     | 172.0                      |
| 0.09.00     | 176.5                      |
| 0.09.30     | 179.0                      |
| 0.10.00     | 184.0                      |
| 0.11.00     | 191.5                      |
| 0.12.00     | 198.0                      |
| 0.13.00     | 204.0                      |
| 0.14.00     | 209.5                      |
| 0.15.00     | 213.5                      |
| 0.16.00     | 217.5                      |
| 0.17.00     | 221.0                      |
| 0.18.00     | 224.0                      |
| 0.19.00     | 226.5                      |
| 0.20.00     | 229.0                      |
| 0.22.00     | 232.8                      |
| 0.24.00     | 235.5                      |
| 0.26.00     | 237.0                      |
| 0.28.00     | 238.0                      |
| 0.30.00     | 241.0                      |
| 0.35.00     | 243.0                      |
| 0.40.00     | 244.0                      |
| 0.50.00     | 245.0                      |
| 1.00.00     | 245.0                      |



|             |       |
|-------------|-------|
| Ora inizio: | 8.20  |
| Ora fine:   | 18.20 |

**Diametro foro:** 101 mm

**Lunghezza tratto filtrante:** 100 cm (13,50m a 14,50m)

**Profondità prova:** 14,50 m

**Sporgenza del tubo di rivestimento dal p.c.:** 85 cm

**Testa tubo di rivestimento dal fondo foro:** 15,35 m

**Livello della falda dal p.c.:** -1,68 m

**Coefficiente di permabilità:**  $K = 5,113 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

## PROVE DI PERMEABILITA' IN SITU TIPO LEFRANC

**Località:** Palermo-Autorità Portuale  
**Sondaggio:** SE03  
**Data:** 22/02/2010  
**Committente:** Tecnis

| Tempo h:m:s | Livello da testa tubo (cm) |
|-------------|----------------------------|
| 0.00.00     | 0.0                        |
| 0.01.00     | 10.0                       |
| 0.02.00     | 21.5                       |
| 0.03.00     | 31.0                       |
| 0.04.00     | 39.5                       |
| 0.05.00     | 48.0                       |
| 0.06.00     | 55.0                       |
| 0.07.00     | 63.0                       |
| 0.08.00     | 69.0                       |
| 0.09.00     | 76.0                       |
| 0.10.00     | 81.0                       |
| 0.15.00     | 109.0                      |
| 0.20.00     | 129.0                      |
| 0.25.00     | 145.5                      |
| 0.30.00     | 159.0                      |
| 0.35.00     | 171.5                      |
| 0.40.00     | 182.0                      |
| 0.50.00     | 198.5                      |
| 1.00.00     | 209.0                      |
| 1.10.00     | 217.5                      |
| 1.20.00     | 223.0                      |
| 1.30.00     | 227.0                      |
| 1.40.00     | 230.0                      |
| 1.50.00     | 232.5                      |
| 2.00.00     | 234.0                      |
| 2.10.00     | 235.0                      |
| 2.30.00     | 236.0                      |
| 2.40.00     | 236.4                      |
| 3.00.00     | 236.8                      |
| 3.20.00     | 236.8                      |

Ora inizio: 8.20  
Ora fine: 18.20

**Diametro foro:** 101 mm  
**Lunghezza tratto filtrante:** 80 cm (24,50m a 25,30m)  
**Profondità prova:** 25,30 m  
**Sporgenza del tubo di rivestimento dal p.c.:** 100 cm  
**Testa tubo di rivestimento dal fondo foro:** 26,30 m  
**Livello della falda dal p.c.:** -1,68 m  
**Coefficiente di permabilità:**  $K = 2,56 \cdot 10^{-3}$  m/s

### *Prove di pompaggio*

La prova di pompaggio è stata eseguita in corrispondenza del sondaggio SE05 bis che si è ritenuto quello più significativo in quanto realizzato lungo una verticale che comprendeva tutti i litotipi del complesso calcarenitico-sabbioso.

Nello specifico è stato realizzato un sondaggio della profondità di mt. 15 che fungeva da pozzo di estrazione dell'acqua all'interno del quale è stata collocata una pompa alla profondità di 9 mt.

Sono stati successivamente realizzati n. 3 piezometri di controllo a distanza rispettivamente di 4 mt., 8,60 mt., 15,50 mt. Dal pozzo.

Misurati i livelli piezometrici prima di iniziare la prova sia nel pozzo che nei piezometri si è iniziata la prova pompando 200 l/min. e n.4 persone a tempi prefissati misuravano le variazioni dei livelli piezometrici sia nel pozzo che nei piezometri sino al raggiungimento dell'equilibrio dinamico.

Essendosi raggiunto l'equilibrio dopo pochissimi minuti si è deciso di aumentare la portata sino a 350 l/min. e la prova è stata protratta per 1080 minuti (18 ore).

Tabella ed interpretazione della prova sono visibili in allegato.

### **Prova pompaggio (350l/min)**

Livello statico (mt. Dal p.c.): 1,7

Diametro pozzo (mm): 140

Portata (l/s): 350 l/m

Profondità di installazione (m): 9

**Coeff. Permeabilità (K) =  $1 \div 3 \cdot 10^{-5}$  m/s**

Profondità pozzo (mt. Dal p.c.): 16

Tipo/potenza pompa: 3cv

| Distanza dal<br>piezometro | Pz 1<br>(m) | Pz 2<br>(m) | Pz 3<br>(m) |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|
|                            | 4           | 8.6         | 15.5        |

| <b>Tempo progressivo<br/>(minuti) // Ore (h)</b> | <b>POZZO</b> | <b>PZ1</b> | <b>PZ2</b> | <b>PZ3</b> |
|--------------------------------------------------|--------------|------------|------------|------------|
| 0                                                | 1.7          | 1.74       | 1.66       | 1.64       |
| +1'                                              | 2            | 1.80       | 1.69       | 1.64       |
| +2'                                              | 2            | 1.86       | 1.77       | 1.64       |
| +3'                                              | 2.05         | 1.86       | 1.77       | 1.65       |
| +4'                                              | 2.05         | 1.87       | 1.79       | 1.67       |
| +5'                                              | 2.05         | 1.87       | 1.79       | 1.70       |
| +6'                                              | 2.05         | 1.87       | 1.79       | 1.70       |
| +7'                                              | 2.05         | 1.88       | 1.79       | 1.70       |
| +8'                                              | 2.05         | 1.88       | 1.79       | 1.70       |
| +9'                                              | 2.05         | 1.88       | 1.79       | 1.70       |
| +10'                                             | 2.05         | 1.88       | 1.79       | 1.70       |
| +12'                                             | 2.05         | 1.88       | 1.79       | 1.70       |
| +14'                                             | 2.05         | 1.88       | 1.79       | 1.70       |
| +16'                                             | 2.05         | 1.88       | 1.79       | 1.70       |
| +18'                                             | 2.05         | 1.88       | 1.79       | 1.70       |
| +20'                                             | 2.05         | 1.88       | 1.79       | 1.72       |
| +25'                                             | 2.05         | 1.88       | 1.79       | 1.72       |
| +30'                                             | 2.05         | 1.88       | 1.79       | 1.72       |
| +35'                                             | 2.05         | 1.88       | 1.79       | 1.72       |
| +40'                                             | 2.05         | 1.88       | 1.79       | 1.72       |
| +50'                                             | 2.05         | 1.88       | 1.79       | 1.72       |
| +60' // 1                                        | 2.05         | 1.88       | 1.79       | 1.72       |
| +70'                                             | 2.05         | 1.88       | 1.79       | 1.72       |
| +80'                                             | 2.08         | 1.88       | 1.80       | 1.73       |
| +90' // 1,5                                      | 2.08         | 1.88       | 1.80       | 1.73       |
| +105'                                            | 2.08         | 1.88       | 1.80       | 1.73       |
| +120' // 2                                       | 2.07         | 1.88       | 1.80       | 1.73       |
| +135'                                            | 2.07         | 1.88       | 1.80       | 1.73       |
| +150' // 2,5                                     | 2.07         | 1.88       | 1.80       | 1.73       |
| +165'                                            | 2.07         | 1.88       | 1.80       | 1.73       |
| +180' // 3                                       | 2.07         | 1.88       | 1.80       | 1.73       |
| +210'                                            | 2.05         | 1.85       | 1.77       | 1.70       |
| +240' // 4                                       | 2.02         | 1.85       | 1.76       | 1.69       |
| +270'                                            | 2.00         | 1.83       | 1.75       | 1.68       |
| +300' // 5                                       | 1.95         | 1.82       | 1.74       | 1.69       |



|              |      |      |      |      |
|--------------|------|------|------|------|
| +360' // 6   | 1.93 | 1.81 | 1.73 | 1.69 |
| +420' // 7   | 1.93 | 1.82 | 1.73 | 1.69 |
| +480' // 8   | 1.93 | 1.82 | 1.73 | 1.69 |
| +600' // 10  | 1.93 | 1.81 | 1.73 | 1.69 |
| +720' // 12  | 1.95 | 1.81 | 1.73 | 1.69 |
| +840' // 14  | 1.95 | 1.81 | 1.73 | 1.69 |
| +960' // 16  | 1.95 | 1.81 | 1.73 | 1.69 |
| +1080' // 18 | 1.96 | 1.81 | 1.73 | 1.69 |
| +1200' // 20 | 1.95 | 1.83 | 1.77 | 1.67 |
| +1320' // 22 | 1.91 | 1.84 | 1.79 | 1.69 |
| +1440' // 24 | 1.95 | 1.83 | 1.77 | 1.67 |

### ***Risalita***

| <b><i>Tempo progressivo<br/>(minuti) // Ore (h)</i></b> | <b><i>POZZO</i></b> | <b><i>PZ1</i></b> | <b><i>PZ2</i></b> | <b><i>PZ3</i></b> |
|---------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 0                                                       | 1.95                | 1.83              | 1.77              | 1.67              |
| +30''                                                   | 1.77                | 1.81              | 1.77              | 1.67              |
| +1'                                                     | 1.72                | 1.80              | 1.77              | 1.67              |
| +1'30''                                                 | 1.71                | 1.79              | 1.76              | 1.67              |
| +2'                                                     | 1.71                | 1.79              | 1.76              | 1.67              |
| +2'30''                                                 | 1.71                | 1.79              | 1.74              | 1.67              |
| +3'                                                     | 1.71                | 1.79              | 1.74              | 1.67              |
| +3'30''                                                 | 1.70                | 1.79              | 1.74              | 1.67              |
| +4'                                                     | 1.70                | 1.78              | 1.74              | 1.67              |
| +4'30''                                                 | 1.70                | 1.78              | 1.72              | 1.67              |
| +5'                                                     | 1.70                | 1.78              | 1.72              | 1.67              |
| +6'                                                     | 1.70                | 1.78              | 1.72              | 1.67              |
| +7'                                                     | 1.70                | 1.77              | 1.72              | 1.67              |
| +8'                                                     | 1.70                | 1.75              | 1.72              | 1.67              |
| +9'                                                     | 1.70                | 1.75              | 1.72              | 1.67              |
| +10'                                                    | 1.70                | 1.75              | 1.72              | 1.67              |
| +12'                                                    | 1.70                | 1.75              | 1.72              | 1.67              |
| +14'                                                    | 1.70                | 1.75              | 1.72              | 1.67              |
| +16'                                                    | 1.70                | 1.75              | 1.72              | 1.65              |
| +21'                                                    | 1.69                | 1.75              | 1.67              | 1.65              |
| +31'                                                    | 1.69                | 1.75              | 1.67              | 1.65              |
| +41'                                                    | 1.70                | 1.75              | 1.66              | 1.64              |
| +51'                                                    | 1.69                | 1.75              | 1.67              | 1.64              |
| +61'                                                    | 1.69                | 1.75              | 1.67              | 1.65              |
| +71'                                                    | 1.69                | 1.75              | 1.67              | 1.66              |
| +71'                                                    | 1.69                | 1.75              | 1.67              | 1.65              |

## ***Prova di pompaggio - Documentazione fotografica***







## 5.2 Prove di permeabilità in laboratorio

La prova di permeabilità in cella edometrica è stata eseguita su provini aventi altezza pari a 2 cm e diametro di 5 cm.

La prova è stata eseguita dopo aver consolidato il provino secondo il carico litostatico a cui era sottoposto.

La prova a carico variabile è stata eseguita tramite l'uso di una buretta graduata riempita con acqua distillata in modo tale da raggiungere un carico idraulico iniziale di circa 50 cm. Successivamente si è proceduto con una serie di misure fino a quando le letture raggiungevano valori costanti. Le misure del K sono state effettuate nell'arco delle 24 h a tempi crescenti.

La normativa di riferimento é la ASTM D 2435-80, D 4186-82, D 4546-85.

La prova di permeabilità a carico costante è stata eseguita previa saturazione del provino. Il carico idraulico costante è stato posto pari a 2.7 metri. La prova è stata condotta impiegando un cilindro graduato ad alta precisione che ci ha permesso di misurare il volume di acqua che permeava lungo il campione nell'unità di tempo. Sono state prese una serie di misure fino a quando le letture raggiungevano valori costanti.

La normativa di riferimento é la AASHTO T 215-70, ASTM D 2434-68, BS1377: Part5:1990.



| <b>Tipo litologico</b>                  | <b>Campione</b>  | <b>Coeff. Di permeabilità (K)</b>       |
|-----------------------------------------|------------------|-----------------------------------------|
| <b>Depositi alluvionali</b>             |                  |                                         |
| <b>Sabbie limose</b>                    | <b>SE04C1</b>    | <b><math>1,03 \cdot 10^{-4}</math></b>  |
| <b>Limi</b>                             | <b>SE04C3</b>    | <b><math>3,36 \cdot 10^{-8}</math></b>  |
|                                         | <b>SE04C4</b>    | <b><math>2,21 \cdot 10^{-8}</math></b>  |
|                                         | <b>SE04C5</b>    | <b><math>1,55 \cdot 10^{-8}</math></b>  |
| <b>Complesso calcarenitico-sabbioso</b> |                  |                                         |
| <b>Calcarenite tenera</b>               | <b>SE07C1</b>    | <b><math>1,754 \cdot 10^{-6}</math></b> |
| <b>Sabbie fini</b>                      | <b>SE06C1</b>    | <b><math>5.88 \cdot 10^{-5}</math></b>  |
|                                         | <b>SE06C2</b>    | <b><math>4.57 \cdot 10^{-8}</math></b>  |
|                                         | <b>SE06C3</b>    | <b><math>1,969 \cdot 10^{-6}</math></b> |
|                                         | <b>SE06C4</b>    | <b><math>1,931 \cdot 10^{-6}</math></b> |
|                                         | <b>SE06C5</b>    | <b><math>2,84 \cdot 10^{-6}</math></b>  |
|                                         | <b>SE12C1</b>    | <b><math>1,23 \cdot 10^{-6}</math></b>  |
| <b>Depositi pliocenici</b>              |                  |                                         |
| <b>Limi sabbiosi</b>                    | <b>SE06C6</b>    | <b><math>1,044 \cdot 10^{-5}</math></b> |
|                                         | <b>SE12C2</b>    | <b><math>2,313 \cdot 10^{-6}</math></b> |
| <b>Flysch Numidico</b>                  | <b>SE09C1</b>    | <b><math>4,09 \cdot 10^{-5}</math></b>  |
|                                         | <b>SE09C2</b>    | <b><math>1,497 \cdot 10^{-6}</math></b> |
|                                         | <b>SE09C3</b>    | <b><math>1,018 \cdot 10^{-6}</math></b> |
|                                         | <b>SE09C4</b>    | <b><math>4,464 \cdot 10^{-7}</math></b> |
|                                         | <b>SE10C1</b>    | <b><math>9.271 \cdot 10^{-6}</math></b> |
|                                         | <b>SE11C1</b>    | <b><math>3.74 \cdot 10^{-6}</math></b>  |
|                                         | <b>SE11bisC1</b> | <b><math>7,49 \cdot 10^{-7}</math></b>  |

## **6. INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE ED UTILIZZATE**

### ***6.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE E/O FORNITECI DA ITALFERR ED UTILIZZATI PER LA PROGETTAZIONE DEFINITIVA***

**a) Stazione Libertà**

- ✓ n.2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo;
- ✓ n. 2 a distruzione di nucleo;

**b) Trincea Ucciardone**

- ✓ n. 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo;

**c) Galleria Crispi**

- ✓ n. 2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo;

**d) Stazione Porto**

- ✓ n. 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo;

**e) Galleria Crispi/Amari**

- ✓ n. 6 sondaggi meccanici a carotaggio continuo;

**f) Stazione Politeama**

- ✓ n. 2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo;

***INDAGINI ACQUISITE DA ITALFERR***

# GEOMERID s.r.l.

Viale Scala Greca n° 163/c  
Siracusa

SONDAGGIO S1M

CANTIERE : Palermo

Perforazione a rotazione e carotaggio continuo

COMMITTENTE : ITALFERR S.p.A

Attrezzatura : Beretta T41

PROGETTO : Metroferrovia

Cassette catalogatrici : 6

| Scala 1:142 | Profondità m | Stratigrafia | Descrizione                                                                                                                        | Strato m | Campioni             | Carotaggio %<br>20 40 60 80 | Rivestimento* | R.Q.D. %<br>20 40 60 80 | Livello di falda | N colpi SPT | Prove SPT<br>10 20 30 40 | Prove in foro | Piezometro<br>Tubo Aperto |
|-------------|--------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------|-----------------------------|---------------|-------------------------|------------------|-------------|--------------------------|---------------|---------------------------|
| 1           | 0.50         |              | Mattonelle bituminose con sottofondo stradale                                                                                      | 0.50     |                      |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 2           |              |              | Sabbie limose e limi sabbiosi rossastri (terre rosse)                                                                              | 2.00     | 1.50<br>Cl 1<br>2.00 |                             |               |                         | 2.1              |             |                          |               |                           |
| 3           | 2.50         |              | Calcareni irregolarmente cementate con intercalati livelli sabbiosi di colore giallastro                                           |          |                      |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 4           |              |              |                                                                                                                                    |          |                      |                             |               |                         |                  | 19          | 4                        |               |                           |
| 5           |              |              |                                                                                                                                    |          |                      |                             |               |                         |                  | 22          | 4.45                     |               |                           |
| 6           |              |              |                                                                                                                                    | 6.30     |                      |                             |               |                         |                  | 37          |                          |               | 6.00<br>LE 1<br>7.00      |
| 7           |              |              |                                                                                                                                    |          |                      |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 8           |              |              |                                                                                                                                    |          |                      |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 9           | 6.80         |              | Ghiaie poligeniche di colore grigio-nerastro in matrice sabbiosa giallastra                                                        |          |                      |                             |               |                         |                  | 13          | 8.2                      |               |                           |
| 10          |              |              |                                                                                                                                    |          |                      |                             |               |                         |                  | 18          | 8.65                     |               |                           |
| 11          |              |              |                                                                                                                                    | 4.70     |                      |                             |               |                         |                  | 16          |                          |               |                           |
| 12          |              |              |                                                                                                                                    |          |                      |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 13          |              |              |                                                                                                                                    |          |                      |                             |               |                         |                  | 20          | 12                       |               | 12.00<br>LE 2<br>13.00    |
| 14          | 13.50        |              | Sabbie limose con poche ghiaie poligeniche di colore grigio-nerastro                                                               |          |                      |                             |               |                         |                  | 18          | 12.45                    |               |                           |
| 15          | 14.70        |              | Sabbie e ghiaie calcaree di colore giallastro                                                                                      | 1.20     |                      |                             |               |                         |                  | 19          |                          |               |                           |
| 16          |              |              |                                                                                                                                    |          |                      |                             |               |                         |                  | 15          | 14                       |               |                           |
| 17          |              |              |                                                                                                                                    | 2.80     |                      |                             |               |                         |                  | 16          | 14.45                    |               |                           |
| 18          | 17.50        |              | Argille alterate a struttura scagliettata di colore bruno                                                                          |          |                      |                             |               |                         |                  | 21          |                          |               |                           |
| 19          |              |              |                                                                                                                                    |          |                      |                             |               |                         |                  | 17          | 16                       |               |                           |
| 20          |              |              |                                                                                                                                    | 4.00     |                      |                             |               |                         |                  | 20          | 16.45                    |               |                           |
| 21          |              |              |                                                                                                                                    |          |                      |                             |               |                         |                  | 23          |                          |               |                           |
| 22          | 21.50        |              | Argille a struttura scagliettata grigia, dure e compatte con presenza sporadica di elementi lapidei a spigoli vivi di quarzareniti |          |                      |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 23          |              |              |                                                                                                                                    |          |                      |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 24          |              |              |                                                                                                                                    |          |                      |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 25          |              |              |                                                                                                                                    | 6.90     |                      |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 26          |              |              |                                                                                                                                    |          |                      |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 27          |              |              |                                                                                                                                    |          |                      |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 28          | 28.40        |              |                                                                                                                                    |          |                      |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |

28.40



## SONDAGGIO S2M

### Perforazione a rotazione e carotaggio continuo

Attrezzatura : Beretta T45

Cassette catalogatrici : 6

30.00

# GEOMERID s.r.l.

Viale Scala Greca n° 163/c  
Siracusa

SONDAGGIO S3M

CANTIERE : Palermo

Perforazione a rotazione e carotaggio continuo

COMMITTENTE : ITALFERR S.p.A

Attrezzatura : Beretta T45

PROGETTO : Metroferrovia

Cassette catalogatrici : 6

| Scala 1:135 | Profondità m | Stratigrafia | Descrizione                                                                                                                                                                                                                                                     | Strato m | Campioni | Carotaggio %<br>20 40 60 80 | Rivestimento* | R.Q.D. %<br>20 40 60 80 | Livello di falda | N colpi SPT | Prove SPT<br>10 20 30 40 | Prove in foro | Piezometro<br>Tubo Aperto |
|-------------|--------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|-----------------------------|---------------|-------------------------|------------------|-------------|--------------------------|---------------|---------------------------|
| 1           | 0.20         |              | Asfalto bituminoso con relativo materiale del corpo stradale                                                                                                                                                                                                    | 0.20     |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 2           | 0.30         |              |                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0.10     |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 3           | 1.50         |              | Calcestruzzo                                                                                                                                                                                                                                                    | 1.20     |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 4           | 2.40         |              | Materiale di riporto costituito da sabbie calcaree e blocchi di calcareniti di colore giallo-rossiccio                                                                                                                                                          | 0.90     |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 5           |              |              | Argille sabbiose color nocciola con patine di alterazioni ocracea (flysch alterato)                                                                                                                                                                             | 2.60     |          |                             |               |                         |                  |             |                          | 3.00          |                           |
| 6           | 5.00         |              | Quarzareniti fratturate ed alterate lungo le fratture                                                                                                                                                                                                           |          |          |                             |               |                         | 5.7              |             |                          | 4.50          |                           |
| 7           |              |              | Argille a struttura scagliettata di colore grigio, con patine di alterazione ocracea                                                                                                                                                                            | 4.00     | 6.50     |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 8           |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                 | 7.00     |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 9           | 9.00         |              |                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 10          |              |              | Quarzareniti molto tenaci giallo-bruno, molto fratturate con patine di ossidazione giallo-nerastre lungo le fratture. Da 12.10 a 12.70 argille sabbiose color tabacco con livelletti millimetrici di argilliti fratturate con patine di ossidazione giallo-ocra | 6.20     |          |                             |               |                         |                  |             |                          | 12.70         |                           |
| 11          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 12          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 13          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 14          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 15          | 15.20        |              |                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          | 14.20         |                           |
| 16          |              |              | Argille dure grigie a struttura scagliettata                                                                                                                                                                                                                    |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 17          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 18          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 19          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 20          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |          |                             |               |                         |                  | 16          | 19                       |               |                           |
| 21          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |          |                             |               |                         |                  | 24          |                          |               |                           |
| 22          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |          |                             |               |                         |                  | 76          | 19.43                    |               |                           |
| 23          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 24          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 25          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 26          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 27          | 27.00        |              |                                                                                                                                                                                                                                                                 |          | 11.80    |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |

27.00

# GEOMERID S.r.l.

Viale Scala Greca n° 163/c  
Siracusa

SONDAGGIO S4M

CANTIERE : Palermo

Perforazione a rotazione e carotaggio continuo

COMMITTENTE : ITALFERR S.p.A

Attrezzatura : Beretta T41

PROGETTO : Metroferrovia

Cassette catalogatrici : 6

| Scala 1:145 | Profondità m | Stratigrafia | Descrizione                                                                                                                                                                                                                                          | Strato m | Campioni | Carotaggio % | Rivestimento * | R.Q.D. %    | Livello di falda | N colpi SPT | Prove SPT   | Prove in foro | Piezometro Tubo Aperto |
|-------------|--------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|--------------|----------------|-------------|------------------|-------------|-------------|---------------|------------------------|
|             |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          | 20 40 60 80  |                | 20 40 60 80 |                  |             | 10 20 30 40 |               |                        |
| 1           | 0.40         |              | Asfalto bituminoso con relativo materiale del corpo stradale                                                                                                                                                                                         | 0.40     |          |              |                |             |                  |             |             |               |                        |
| 2           | 1.30         |              | Materiale di riporto costituito da sabbie giallo-avana con elementi lapidei calcarei                                                                                                                                                                 | 0.90     |          |              |                |             |                  |             |             |               |                        |
| 3           | 2.80         |              | Sabbie limose con frammenti calcarenitici (terre rosse)                                                                                                                                                                                              | 1.50     |          |              |                |             |                  |             |             |               |                        |
| 4           |              |              | Argille alterate marroni con alterazioni giallo-ocra (flysch alterato)                                                                                                                                                                               |          |          |              |                |             |                  |             |             |               |                        |
| 5           |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |              |                |             |                  | 27          | 4.5         |               |                        |
| 6           |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |              |                |             |                  | 100         | 4.75        |               |                        |
| 7           |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                      | 8.10     |          |              |                |             |                  |             |             |               |                        |
| 8           |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |              |                |             |                  |             |             |               |                        |
| 9           |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          | 7.80<br>Cl 1 |                |             |                  |             |             |               |                        |
| 10          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          | 8.30         |                |             |                  |             |             |               |                        |
| 11          | 10.90        |              | Argille a struttura scagliettata di colore grigio piombo, che passano talvolta ad argille dure e compatte, alternate a sottili livelli quarzarenitici molto fratturate; a vari livelli si trovano argille sidentiche dure a tessitura microbrecciata |          |          |              |                |             | 9.0              |             |             |               |                        |
| 12          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |              |                |             |                  |             |             |               |                        |
| 13          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |              |                |             |                  |             |             |               |                        |
| 14          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |              |                |             |                  |             |             |               |                        |
| 15          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |              |                |             |                  |             |             |               |                        |
| 16          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |              |                |             |                  |             |             |               |                        |
| 17          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |              |                |             |                  |             |             |               |                        |
| 18          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                      | 13.90    |          |              |                |             |                  |             |             |               |                        |
| 19          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |              |                |             |                  |             |             |               |                        |
| 20          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |              |                |             |                  |             |             |               |                        |
| 21          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |              |                |             |                  |             |             |               |                        |
| 22          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |              |                |             |                  |             |             |               |                        |
| 23          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |              |                |             |                  |             |             |               |                        |
| 24          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |              |                |             |                  |             |             |               |                        |
| 25          | 24.80        |              | Argille a struttura brecciata tettonizzate, a tratti plastiche, di colore tabacco                                                                                                                                                                    |          |          |              |                |             |                  |             |             |               |                        |
| 26          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |              |                |             |                  |             |             |               |                        |
| 27          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |              |                |             |                  |             |             |               |                        |
| 28          |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                      | 4.20     |          |              |                |             |                  |             |             |               |                        |
| 29          | 29.00        |              |                                                                                                                                                                                                                                                      |          |          |              |                |             |                  |             |             |               |                        |

29.00

# GEOMERID s.r.l.

Viale Scala Greca n° 163/c  
Siracusa

SONDAGGIO S5M

CANTIERE : Palermo

Perforazione a rotazione e carotaggio continuo

COMMITTENTE : ITALFERR S.p.A

Attrezzatura : Beretta T41

PROGETTO : Metroferrovia

Cassette catalogatrici : 6

| Scala 1:134 | Profondità m | Stratigrafia | Descrizione                                                                                                  | Strato m | Campioni | Carotaggio %<br>20 40 60 80 | Rivestimento* | R.Q.D. %<br>20 40 60 80 | Livello di falda | N colpi SPT | Prove SPT<br>10 20 30 40 | Prove in foro | Tubo Sismica |
|-------------|--------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|-----------------------------|---------------|-------------------------|------------------|-------------|--------------------------|---------------|--------------|
| 1           | 0.30         |              | Asfalto bituminoso con relativo materiale del corpo stradale                                                 | 0.30     |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |              |
| 2           | 0.60         |              | Materiale di riporto costituito da sabbie colore nocciola con frammenti di laterizi e blocchi di calcareniti | 0.30     |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |              |
| 3           |              |              |                                                                                                              |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |              |
| 4           |              |              | Argille sabbiose color tabacco con frequenti alterazioni ferruginose rossicce (flysch alterato)              | 8.40     |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |              |
| 5           |              |              |                                                                                                              |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |              |
| 6           |              |              |                                                                                                              |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |              |
| 7           |              |              |                                                                                                              |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |              |
| 8           |              |              |                                                                                                              |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |              |
| 9           | 9.00         |              | Argille a struttura scagliettata di colore grigio, a tratti a consistenza litoide e con livelli slittici     |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          | 9.50          |              |
| 10          |              |              |                                                                                                              |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          | LE 1          |              |
| 11          |              |              |                                                                                                              |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          | 10.50         |              |
| 12          |              |              |                                                                                                              |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |              |
| 13          |              |              |                                                                                                              |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |              |
| 14          |              |              |                                                                                                              |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |              |
| 15          |              |              |                                                                                                              |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |              |
| 16          |              |              |                                                                                                              |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |              |
| 17          |              |              |                                                                                                              |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |              |
| 18          |              |              |                                                                                                              | 17.80    |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |              |
| 19          |              |              |                                                                                                              |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |              |
| 20          |              |              |                                                                                                              |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          | 20.00         |              |
| 21          |              |              |                                                                                                              |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          | LE 2          |              |
| 22          |              |              |                                                                                                              |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          | 22.00         |              |
| 23          |              |              |                                                                                                              |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |              |
| 24          |              |              |                                                                                                              |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |              |
| 25          |              |              |                                                                                                              |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |              |
| 26          | 26.80        |              |                                                                                                              |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |              |

26.80



# GEOMERID S.r.l.

Viale Scala Greca n° 163/c  
Siracusa

SONDAGGIO S6M

CANTIERE : Palermo

Perforazione a rotazione e carotaggio continuo

COMMITTENTE : ITALFERR S.p.A

Attrezzatura : Beretta T41

PROGETTO : Metroferrovia

Cassette catalogatrici : 4

| Scala 1:100 | Profondità m | Stratigrafia | Descrizione                                                                                                         | Strato m | Campioni | Carotaggio %<br>20 40 60 80 | Rivestimento* | R.Q.D. %<br>20 40 60 80 | Livello di falda | N colpi SPT    | Prove SPT<br>10 20 30 40 | Prove in foro | Piezometro<br>Tubo Aperto |
|-------------|--------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|-----------------------------|---------------|-------------------------|------------------|----------------|--------------------------|---------------|---------------------------|
|             | 0.05         |              | Tappetino bituminoso                                                                                                | 0.05     |          |                             |               |                         |                  |                |                          |               |                           |
| 1           | 0.40         |              | Basamento in calcestruzzo                                                                                           | 0.35     |          |                             |               |                         |                  |                |                          |               |                           |
| 2           | 2.00         |              | Materiale di riporto costituito da sabbie debolmente limose grigio-bruno con elementi lapidei calcarei centimetrici | 1.80     |          |                             |               |                         |                  |                |                          |               |                           |
| 3           |              |              | Sabbie calcaree giallastre con intercalati livelli calcarenitici                                                    | 2.30     |          |                             |               |                         |                  |                |                          | 2.50          |                           |
| 4           |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  |                |                          | LE 1          |                           |
| 5           | 4.30         |              | Calcareniti giallastre detritico-organogene cariate con intercalazioni di sabbie calcaree giallastre                | 0.70     |          |                             |               |                         |                  | 20<br>35<br>40 | 3.7<br>4.15              | 4.00          |                           |
| 6           | 5.00         |              | Sabbie calcaree giallastre con livelli calcarenitici                                                                | 0.50     |          |                             |               |                         |                  |                |                          | 5.00          |                           |
| 7           | 5.50         |              | Limi sabbiosi e sabbie limose di colore bruno                                                                       | 1.20     |          |                             |               |                         |                  |                |                          | LE 2          |                           |
| 8           | 6.70         |              | Argille sabbiose a struttura scagliettate alterate (fysch alterato)                                                 | 1.30     |          |                             |               |                         |                  | 16<br>28<br>72 | 6.7<br>7.09              | 6.50          |                           |
| 9           | 8.00         |              | Quarzareniti giallo-brune fratturate con patine di ossidazione giallo-nerastre                                      |          |          |                             |               |                         | 9.0              |                |                          |               |                           |
| 10          |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  |                |                          | 10.00         |                           |
| 11          |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  |                |                          | LU 1          |                           |
| 12          |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  |                |                          | 12.00         |                           |
| 13          |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  |                |                          |               |                           |
| 14          |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  |                |                          |               |                           |
| 15          |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  |                |                          |               |                           |
| 16          |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  |                |                          |               |                           |
| 17          |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  |                |                          |               |                           |
| 18          |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  |                |                          |               |                           |
| 19          |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  |                |                          |               |                           |
| 20          | 20.00        |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  |                |                          |               |                           |

20.00

## SONDAGGIO S11M

### Perforazione a rotazione e carotaggio continuo

**Attrezzatura : Beretta T51**

Cassette catalogatrici : 6

30.00

CANTIERE : Palermo

Perforazione a rotazione e carotaggio continuo

COMMITTENTE : ITALFERR S.p.A

Attrezzatura : Beretta T51

PROGETTO : Metroferrovia

Cassette catalogatrici : 6

| Scala 1:150 | Profondità m | Stratigrafia | Descrizione                                                                                           | Strato m | Campioni             | Carotaggio % | Rivestimento* | R.Q.D. %    | Livello di falda | N colpi SPT | Prove SPT   | Prove in foro | Tubo | Sismica |
|-------------|--------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------|--------------|---------------|-------------|------------------|-------------|-------------|---------------|------|---------|
|             |              |              |                                                                                                       |          |                      | 20 40 60 80  |               | 20 40 60 80 |                  |             | 10 20 30 40 |               |      |         |
| 1           | 0.05         |              | Asfalto                                                                                               | 0.05     |                      |              |               |             |                  |             |             |               |      |         |
| 2           |              |              | Materiale di riporto costituito da sabbie giallastre e ghiaie eterometriche con frammenti di laterizi | 3.55     |                      |              |               |             | 2.1              | 9           | 3           |               |      |         |
| 3           |              |              |                                                                                                       |          |                      |              |               |             |                  | 11          | 3.45        |               |      |         |
| 4           | 3.60         |              | Depositi di spiaggia costituiti da limi sabbiosi e ghiaie eterometriche                               | 1.40     |                      |              |               |             |                  | 15          | 5           |               |      |         |
| 5           | 5.00         |              | Depositi di spiaggia costituite da sabbie fini di colore bruno con presenza di alghe                  | 1.50     |                      |              |               |             |                  | 2           | 5.45        | 5.50          |      |         |
| 6           |              |              |                                                                                                       |          |                      |              |               |             |                  | 3           |             | LE 1          |      |         |
| 7           | 6.50         |              | Depositi di spiaggia costituiti da limi sabbiosi di colore bruno-grigiastro con presenza di alghe     | 1.50     |                      |              |               |             |                  | 3           |             | 7.00          |      |         |
| 8           | 8.00         |              | Depositi di spiaggia costituiti da limi sabbiosi bruni                                                | 3.00     | 8.50<br>CL 1<br>9.00 |              |               |             |                  |             |             |               |      |         |
| 9           |              |              |                                                                                                       |          |                      |              |               |             |                  |             |             |               |      |         |
| 10          |              |              |                                                                                                       |          |                      |              |               |             |                  |             |             |               |      |         |
| 11          | 11.00        |              | Calcareni a grana fine di colore grigiastro                                                           | 2.30     |                      |              |               |             |                  | 14          | 11          |               |      |         |
| 12          |              |              |                                                                                                       |          |                      |              |               |             |                  | 33          | 11.39       |               |      |         |
| 13          |              |              |                                                                                                       |          |                      |              |               |             |                  | 67          |             |               |      |         |
| 14          | 13.30        |              | Calcareni alterate giallastre                                                                         | 1.70     |                      |              |               |             |                  |             |             |               |      |         |
| 15          | 15.00        |              | Sabbie giallastre calcaree con livelli calcarenitici irregolarmente cementate                         | 1.40     |                      |              |               |             |                  |             |             |               |      |         |
| 16          | 16.40        |              | Calcareni giallastre con livelli sabbiosi                                                             | 0.30     |                      |              |               |             |                  |             |             |               |      |         |
| 17          | 16.70        |              | Sabbie giallastre con livelli calcarenitici                                                           | 0.60     |                      |              |               |             |                  | 23          | 17          |               |      |         |
| 18          | 17.30        |              | Calcareni giallastre con livelli sabbiosi                                                             | 3.70     |                      |              |               |             |                  | 35          | 17.45       | 18.00         |      |         |
| 19          |              |              |                                                                                                       |          |                      |              |               |             |                  | 43          |             | LE 2          |      |         |
| 20          |              |              |                                                                                                       |          |                      |              |               |             |                  |             |             | 19.50         |      |         |
| 21          | 21.00        |              | Sabbie calcaree giallastre medio-fini                                                                 | 3.50     |                      |              |               |             |                  |             |             |               |      |         |
| 22          |              |              |                                                                                                       |          |                      |              |               |             |                  |             |             |               |      |         |
| 23          |              |              |                                                                                                       |          |                      |              |               |             |                  |             |             |               |      |         |
| 24          |              |              |                                                                                                       |          |                      |              |               |             |                  |             |             |               |      |         |
| 25          | 24.50        |              | Calcareni organogene giallastre con livelli sabbiosi giallastri                                       | 5.50     |                      |              |               |             |                  | 28          | 24          |               |      |         |
| 26          |              |              |                                                                                                       |          |                      |              |               |             |                  | 39          | 24.42       |               |      |         |
| 27          |              |              |                                                                                                       |          |                      |              |               |             |                  | 61          |             |               |      |         |
| 28          |              |              |                                                                                                       |          |                      |              |               |             |                  |             |             |               |      |         |
| 29          |              |              |                                                                                                       |          |                      |              |               |             |                  |             |             |               |      |         |
| 30          | 30.00        |              |                                                                                                       |          |                      |              |               |             |                  |             |             |               |      |         |

# GEOMERID

S.r.l.

Viale Scala Greca n° 163/c  
Siracusa

SONDAGGIO S13M

CANTIERE : Palermo

Perforazione a rotazione e carotaggio continuo

COMMITTENTE : ITALFERR S.p.A

Attrezzatura : Beretta T51

PROGETTO : Metroferrovia

Cassette catalogatrici : 6

| Scala 1:150 | Profondità m | Stratigrafia | Descrizione                                                                                                                               | Strato m | Campioni | Carotaggio %<br>20 40 60 80 | Rivestimento* | R.Q.D. %<br>20 40 60 80 | Livello di falda | N colpi SPT | Prove SPT<br>10 20 30 40 | Prove in foro | Piezometro<br>Tubo Aperto |
|-------------|--------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|-----------------------------|---------------|-------------------------|------------------|-------------|--------------------------|---------------|---------------------------|
| 1           | 0.05         |              | Asfalto                                                                                                                                   | 0.05     |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 2           | 1.10         |              | Materiale di riporto costituito da breccie grossolane in scarsa matrice sabbiosa                                                          | 1.05     |          |                             |               |                         | 1.9              |             |                          |               |                           |
| 3           | 3.00         |              | Materiale di riporto costituito da sabbie e ghiaie poligeniche ed eterometriche di colore bruno-grigiastro, con elementi lapidei calcarei | 1.80     |          |                             |               |                         |                  | 7           | 3                        |               |                           |
| 4           | 3.30         |              |                                                                                                                                           | 0.30     |          |                             |               |                         |                  | 9           | 3.45                     |               |                           |
| 5           | 5.00         |              | Depositi di spiaggia costituiti da limi sabbiosi di colore nerastro con elementi lapidei centimetrici                                     | 1.70     |          |                             |               |                         |                  | 8           | 4.6                      | 4.00          |                           |
| 6           | 5.40         |              |                                                                                                                                           | 0.40     |          |                             |               |                         |                  | 8           |                          | LE 1          |                           |
| 7           |              |              | Calcareniti poco cementate di colore grigiastro con livelli sabbiosi                                                                      | 1.90     |          |                             |               |                         |                  | 10          | 5.05                     | 5.50          |                           |
| 8           | 7.30         |              | Sabbie fini di colore bruno                                                                                                               |          |          |                             |               |                         |                  | 2           | 6.5                      |               |                           |
| 9           |              |              | Calcareniti organogene giallastre con livelli sabbiosi e patine di ossidazione rossastre                                                  | 1.90     |          |                             |               |                         |                  | 28          |                          |               |                           |
| 10          |              |              | Calcareniti biancastre irregolarmente cementate con livelli sabbiosi                                                                      | 5.70     |          |                             |               |                         |                  | 33          | 6.95                     |               |                           |
| 11          |              |              |                                                                                                                                           |          |          |                             |               |                         |                  | 37          | 8.5                      |               |                           |
| 12          |              |              |                                                                                                                                           |          |          |                             |               |                         |                  | 32          |                          |               |                           |
| 13          | 13.00        |              | Calcareniti giallastre irregolarmente cementate                                                                                           | 2.90     |          |                             |               |                         |                  | 36          | 8.95                     |               |                           |
| 14          |              |              |                                                                                                                                           |          |          |                             |               |                         |                  | 41          |                          | 10.00         |                           |
| 15          | 15.90        |              | Calcareniti biancastre irregolarmente cementate con livelli sabbiosi                                                                      | 1.10     |          |                             |               |                         |                  |             |                          | LE 2          |                           |
| 16          | 17.00        |              | Sabbie calcaree medio-fini di colore bianco-giallastro con intercalati livelli calcarenitici                                              |          |          |                             |               |                         |                  | 11          | 12                       | 11.50         |                           |
| 17          |              |              |                                                                                                                                           |          |          |                             |               |                         |                  | 100         | 12.26                    |               |                           |
| 18          |              |              |                                                                                                                                           |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 19          |              |              |                                                                                                                                           |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 20          |              |              |                                                                                                                                           |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 21          |              |              |                                                                                                                                           |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 22          |              |              |                                                                                                                                           |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 23          |              |              |                                                                                                                                           |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 24          | 23.90        |              | Calcareniti organogene giallastre irregolarmente cementate con livelli sabbiosi                                                           | 6.10     |          |                             |               |                         |                  | 32          | 21                       |               |                           |
| 25          |              |              |                                                                                                                                           |          |          |                             |               |                         |                  | 100         | 21.27                    |               |                           |
| 26          |              |              |                                                                                                                                           |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 27          |              |              |                                                                                                                                           |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 28          |              |              |                                                                                                                                           |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 29          |              |              |                                                                                                                                           |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 30          | 30.00        |              |                                                                                                                                           |          |          |                             |               |                         |                  | 18          | 26.3                     |               |                           |
|             |              |              |                                                                                                                                           |          |          |                             |               |                         |                  | 25          | 26.25                    |               |                           |
|             |              |              |                                                                                                                                           |          |          |                             |               |                         |                  | 31          |                          |               |                           |

30.00



CANTIERE : Palermo

Perforazione a rotazione e carotaggio continuo

COMMITTENTE : ITALFERR S.p.A

Attrezzatura : Beretta T51

PROGETTO : Metroferrovia

Cassette catalogatrici : 8

| Scala 1:200 | Profondità m | Stratigrafia | Descrizione                                                                                                                           | Strato m | Campioni | Carotaggio %<br>20 40 60 80 | Rivestimento* | R.Q.D. %<br>20 40 60 80 | Livello di falda | N colpi SPT | Prove SPT<br>10 20 30 40 | Prove in foro | Tubo Sismica |
|-------------|--------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|-----------------------------|---------------|-------------------------|------------------|-------------|--------------------------|---------------|--------------|
| 2           | 0.30         |              | Asfalto                                                                                                                               | 0.30     |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |              |
| 4           | 3.20         |              | Materiale di riporto costituito da sabbie grossolane bruno-giallastre e ghiaie poligoniche ed eterometriche con frammenti di laterizi | 2.80     |          |                             |               |                         | 1.9              | 4           | 2.7                      | 2.00          |              |
| 6           |              |              | Calcareni e sabbie fossilifere grigio-giallastre                                                                                      | 4.00     |          |                             |               |                         |                  | 2           | 3.15                     | 4.00          |              |
| 8           | 7.20         |              | Sabbie calcaree debolmente limose fossilifere giallastre, con livelli calcarenitici irregolarmente cementati                          |          |          |                             |               |                         |                  | 3           | 6                        | 7.00          |              |
| 10          |              |              |                                                                                                                                       |          |          |                             |               |                         |                  | 14          | 9.45                     | 9.00          |              |
| 12          |              |              |                                                                                                                                       |          |          |                             |               |                         |                  | 12          | 7.95                     |               |              |
| 14          |              |              |                                                                                                                                       |          |          |                             |               |                         |                  | 7           | 9.95                     |               |              |
| 16          |              |              |                                                                                                                                       |          |          |                             |               |                         |                  | 10          | 9.45                     |               |              |
| 18          |              |              |                                                                                                                                       |          |          |                             |               |                         |                  | 11          | 11.5                     |               |              |
| 20          |              |              |                                                                                                                                       |          |          |                             |               |                         |                  | 14          | 11.95                    |               |              |
| 22          |              |              |                                                                                                                                       |          |          |                             |               |                         |                  | 14          | 13.5                     |               |              |
| 24          |              |              |                                                                                                                                       |          |          |                             |               |                         |                  | 18          | 13.95                    |               |              |
| 26          |              |              |                                                                                                                                       |          |          |                             |               |                         |                  | 21          | 16.5                     |               |              |
| 28          | 27.20        |              |                                                                                                                                       |          |          |                             |               |                         |                  | 26          | 16.95                    |               |              |
| 30          | 28.10        |              |                                                                                                                                       |          |          |                             |               |                         |                  | 14          | 18.5                     |               |              |
| 32          | 29.70        |              |                                                                                                                                       |          |          |                             |               |                         |                  | 13          | 18.95                    |               |              |
| 34          |              |              |                                                                                                                                       |          |          |                             |               |                         |                  | 11          | 21                       |               |              |
| 36          |              |              |                                                                                                                                       |          |          |                             |               |                         |                  | 15          | 21.45                    |               |              |
| 38          |              |              |                                                                                                                                       |          |          |                             |               |                         |                  | 13          | 25.4                     |               |              |
| 40          | 40.00        |              |                                                                                                                                       |          |          |                             |               |                         |                  | 16          | 25.95                    |               |              |

40.00

CANTIERE : Palermo

Perforazione a rotazione e carotaggio continuo

COMMITTENTE : ITALFERR S.p.A

Attrezzatura : Beretta T51

PROGETTO : Metroferrovia

Cassette catalogatrici : 6

| Scala 1:150 | Profondità m | Stratigrafia | Descrizione                                                                                                         | Strato m | Campioni | Carotaggio %<br>20 40 60 80 | Rivestimento* | R.Q.D. %<br>20 40 60 80 | Livello di falda | N colpi SPT | Prove SPT<br>10 20 30 40 | Prove in foro | Piezometro<br>Tubo Aperto |
|-------------|--------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|-----------------------------|---------------|-------------------------|------------------|-------------|--------------------------|---------------|---------------------------|
| 1           | 0.30         |              | Asfalto                                                                                                             | 0.30     |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 2           |              |              | Materiale di riporto costituito da ghiaie e ciottoli poligenici ed eterometrici in matrice sabbiosa di colore bruno | 4.40     |          |                             |               |                         | 1.9              | 19          | 2                        |               |                           |
| 3           |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  | 23          | 2.45                     |               |                           |
| 4           |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  | 29          | 3.5                      |               |                           |
| 5           | 4.70         |              | Sabbie fini calcaree giallastre, di colore biancastro da 14.0 a 16.0, con sottili livelli calcarenitici             |          |          |                             |               |                         |                  | 16          | 3.95                     |               |                           |
| 6           |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  | 19          |                          |               |                           |
| 7           |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 8           |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 9           |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 10          |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 11          |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          | 10.00         |                           |
| 12          |              |              |                                                                                                                     | 14.60    |          |                             |               |                         |                  |             |                          | LE 1          |                           |
| 13          |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          | 12.00         |                           |
| 14          |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 15          |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 16          |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 17          |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 18          |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 19          |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |
| 20          | 19.30        |              | Calcareniti giallastre, irregolarmente cementate con intercalati sottili livelli sabbiosi                           | 0.70     |          |                             |               |                         |                  | 16          | 19.5                     |               |                           |
| 21          | 20.00        |              |                                                                                                                     | 1.20     |          |                             |               |                         |                  | 19          | 20.85                    |               |                           |
| 22          | 21.20        |              | Sabbie fini debolmente argillose di colore giallastro                                                               | 1.20     | 21.50    |                             |               |                         |                  | 25          |                          |               |                           |
| 23          | 22.40        |              | Argille sabbiose di colore giallo-verdastro                                                                         | 0.60     | Ci 1     |                             |               |                         |                  | 3           | 20.95                    |               |                           |
| 24          | 23.00        |              | Sabbie fini debolmente argillose e limose, giallastre                                                               |          | 22.00    |                             |               |                         |                  | 5           |                          |               |                           |
| 25          |              |              | Calcareniti con sottili livelli sabbiosi di colore giallastro                                                       | 3.30     |          |                             |               |                         |                  | 4           |                          |               |                           |
| 26          |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  |             | 23                       |               |                           |
| 27          | 26.30        |              | Argille grigio-azzurre                                                                                              |          |          |                             |               |                         |                  | 18          | 23                       |               |                           |
| 28          |              |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  | 19          | 23.45                    |               |                           |
| 29          |              |              |                                                                                                                     | 3.70     |          |                             |               |                         |                  | 23          |                          |               |                           |
| 30          | 30.00        |              |                                                                                                                     |          |          |                             |               |                         |                  |             |                          |               |                           |

30.00



italferr



COMMITTENTE: FERROVIE DELLO STATO S.p.A.  
DIVISIONE INFRASTRUTTURA  
ZONA TERRITORIALE INSULARE

PROGETTO: METROTRANVIA PALERMO

SONDAGGIO: S01

CANTIERE: Libertà - Via Di Giorgio

PERFORAZIONE: a carotaggio continuo

QUOTA s.l.m.: 27.50

| Scala<br>metrica | Formazione | Profondità<br>metri | Stratigrafia | Descrizione               | Spessore<br>metri | Campioni | Percentuale<br>di carotaggio | R.Q.D. % | Livello falda | Prove<br>S.P.T.<br>Quota<br>iniziale<br>n colpi | Prove in foro | Strumentazione |
|------------------|------------|---------------------|--------------|---------------------------|-------------------|----------|------------------------------|----------|---------------|-------------------------------------------------|---------------|----------------|
| 1                |            | 0.30                |              | terreno di riporto,       | 0.30              |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
|                  |            | 0.80                |              | Limi sabbiosi rossastri   | 0.50              |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
|                  |            | 2.10                |              | Calcarenite biancastra    | 1.30              |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
|                  |            | 2.60                |              | tenera, alterata fino a   |                   |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
|                  |            | 3.10                |              | m 1.40                    |                   |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
|                  |            | 4.80                |              | Sabbia calcarenitica      | 3.80              |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
| 5                |            | 5.10                |              | biancastra, fine, poco    | 4.50              |          |                              |          |               | 4.20                                            | 3             |                |
|                  |            | 5.90                |              | addensata, con livelli di | 5.00              |          |                              |          |               |                                                 | 4             |                |
|                  |            |                     |              | calcarenite tenera        |                   |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
|                  |            |                     |              | carotata in dischetti     |                   |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
|                  |            | 9.10                |              | Calcarenite biancastra    | 3.20              |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
|                  |            |                     |              | tenera, carotata in       |                   |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
|                  |            |                     |              | dischetti e frammenti     |                   |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
|                  |            |                     |              | centimetrici, con molta   |                   |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
|                  |            |                     |              | sabbia, da m 6.90 con     |                   |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
|                  |            |                     |              | livelli decimetrici di    |                   |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
| 10               |            |                     |              | calcarenite litoide       | 9.50              |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
|                  |            |                     |              | Sabbia calcarenitica      | 10.00             |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
|                  |            |                     |              | prevalente con            |                   |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
|                  |            |                     |              | numerosi livelletti       |                   |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
|                  |            |                     |              | centimetrici di           |                   |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
|                  |            |                     |              | calcarenite tenera        |                   |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
|                  |            |                     |              | carotata in dischetti e   |                   |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
|                  |            |                     |              | frammenti e con           |                   |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
|                  |            |                     |              | passaggi decimetrici di   |                   |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
|                  |            |                     |              | calcarenite tenera da     |                   |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
| 15               |            |                     |              | m 17.50 a m 19.10         | 12.90             |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
|                  |            |                     |              | Fondo foro a m 22.00      | 14.00             |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
|                  |            |                     |              |                           | 14.50             |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
|                  |            |                     |              |                           | 19.50             |          |                              |          |               |                                                 |               |                |
|                  |            |                     |              |                           | 20.00             |          |                              |          |               |                                                 |               |                |

italferr

GRUPPO FS

COMMITTENTE: FERROVIE DELLO STATO S.p.A.  
DIVISIONE INFRASTRUTTURA  
ZONA TERRITORIALE ISOLARE

PROGETTO: METROTRANVIA PALERMO

SONDAGGIO: S02 CANTIERE: Libertà - Via Lazio

PERFORAZIONE: a carotaggio continuo QUOTA s.l.m. 27.50

| Scala<br>metrica | Formazione | Profondità<br>metri | Stratigrafia | Descrizione                                                                                                                                                                                              | Spessore<br>metri | Campioni | Percentuale<br>di carotaggio | R.Q.D. % | Livello falda | Prove<br>S.P.T.<br>n° colpi | Prove in foro | Strumentazione |
|------------------|------------|---------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------|------------------------------|----------|---------------|-----------------------------|---------------|----------------|
| 1                |            | 1.20                |              | Terreno di riporto,                                                                                                                                                                                      | 1.20              |          |                              |          |               |                             |               |                |
|                  |            | 1.60                |              | Sabbia calcarenitica molto fine                                                                                                                                                                          | 0.40              |          |                              |          |               |                             |               |                |
|                  |            | 2.70                |              | Calcarenite bianca litoide, molto dura                                                                                                                                                                   | 1.10              |          |                              |          |               |                             |               |                |
|                  |            | 3.80                |              | Sabbia calcarenitica biancastra, omogenea, grossolana                                                                                                                                                    | 1.10              |          |                              |          |               | 3.00 3 3 4                  |               |                |
| 5                |            | 5.70                |              | Calcarenite biancastra a grana fine, compatta, carotata in dischetti e frammenti ed in carote decimetriche da m 4.80 a m 5.70                                                                            | 1.90              |          |                              |          |               |                             |               |                |
|                  |            |                     |              |                                                                                                                                                                                                          | 7.40              |          |                              |          | A S S E N T E | 7.00 2 6 5                  |               |                |
| 10               |            |                     |              | Sabbia calcarenitica prevalente con numerosi livelli di calcarenite carotata in dischetti e frammenti centimetrici (9.60 - 9.80; 10.00 - 10.40; 11.10 - 11.30; 12.20 - 12.40;)                           |                   |          |                              |          |               | 9.00 4 5 5                  |               |                |
|                  |            | 13.10               |              | Calcarenite biancastra carotata in dischi e frammenti                                                                                                                                                    | 0.80              |          |                              |          |               | 11.50 4 5 5                 |               |                |
| 15               |            | 13.90               |              | Sabbia calcarenitica con abbondanti noduli centimetrici e con numerosi livelli di calcarenite carotata in dischi e frammenti (17.00 - 17.10; 18.10 - 18.30; 19.20 - 19.30; 19.90 - 20.20; 20.22 - 20.00) | 8.10              |          |                              |          |               |                             |               |                |





italferr



COMMITTENTE: FERROVIE DELLO STATO S.p.A.  
DIVISIONE INFRASTRUTTURA  
ZONA TERRITORIALE INSULARE

PROGETTO: METROTRANVIA PALERMO

SONDAGGIO: S03

CANTIERE: Scalo FS Sampolo

PERFORAZIONE: a carotaggio continuo

QUOTA s.l.m. 12.00

| Scala<br>metrica<br>Formazione | Profondità<br>metri | Stratigrafia | Descrizione                                                                                        | Spessore<br>metri | Campioni | Percentuale<br>di carotaggio | R.Q.D. % | Livello falda | Prove<br>S.P.T.<br>n° colpi | Prove in foro | Strumentazione |
|--------------------------------|---------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------|------------------------------|----------|---------------|-----------------------------|---------------|----------------|
| 1                              | 0.50                |              | Massicciata stradale                                                                               | 0.50              |          |                              |          |               |                             |               |                |
| 5                              |                     |              | Terreno di riporto,<br>costituito da prevalente<br>sabbia calcarenitica fine<br>con pochi ciottoli | 7.50              |          |                              |          |               | 2.00 3<br>1 2               |               |                |
|                                |                     |              |                                                                                                    |                   |          |                              |          |               | 4.00 2<br>2 3               |               |                |
|                                | 8.00                |              |                                                                                                    |                   |          |                              |          |               | 6.00 2<br>1 2               |               |                |
| 10                             |                     |              | Sabbia calcarenitica<br>fine, con sporadici<br>noduletti centimentrici<br>sub - arrotondati        | 4.50              |          |                              |          | 9.80          | 9.00 4<br>4 8               |               |                |
|                                |                     |              |                                                                                                    |                   |          |                              |          |               | 11.00 2<br>2 2              |               |                |
|                                | 12.50               |              | Sabbia calcarenitica<br>come sopra, più fine<br>ed omogenea, senza<br>noduli                       | 2.20              |          |                              |          |               | 13.50 3<br>4 4              |               |                |
| 15                             | 14.70               |              | Sabbia calcarenitica<br>con qualche nodulo<br>centimetrico                                         | 1.30              |          |                              |          |               |                             |               |                |
|                                | 16.00               |              | Fondo foro                                                                                         |                   |          |                              |          |               |                             |               |                |



italferr



COMMITTENTE: FERROVIE DELLO STATO S.p.A.  
DIVISIONE INFRASTRUTTURA  
ZONA TERRITORIALE INSULARE

PROGETTO: METROTRANVIA PALERMO

SONDAGGIO: S04

CANTIERE: Covalcavia Fermata Giachery

PERFORAZIONE: a carotaggio continuo

QUOTA s.l.m. 12.50

| Scala<br>metrica | Formazione | Profondità<br>metri | Stratigrafia | Descrizione                                                                                              | Spessore<br>metri | Campioni                     | Percentuale<br>di carotaggio | R.Q.D. % | Livello falda | Prove<br>iniziate<br>n° colpi<br>S.P.T. | Prove in foro | Strumentazione |
|------------------|------------|---------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------|----------|---------------|-----------------------------------------|---------------|----------------|
| 1                |            |                     |              | Terreno di riporto,<br>costituito da prevalente<br>detrito calcarenitico,<br>sabbioso, poco<br>addensato | 9.50              | 3.20<br>3.70<br>RIMANEGGIATO |                              |          |               | 3.00 2<br>1<br>1                        |               |                |
| 5                |            |                     |              |                                                                                                          |                   |                              |                              |          |               | 5.00 3<br>1<br>3                        |               |                |
|                  |            |                     |              |                                                                                                          |                   |                              |                              |          |               | 6.90 3<br>4<br>6                        |               |                |
| 10               |            | 9.50                |              | Sabbia calcarenitica<br>grossolana, con<br>sporadici frammenti di<br>calcarenite lapidea                 | 2.80              | 9.30<br>9.80<br>RIMANEGGIATO |                              |          | 10.40         | 9.00 4<br>4<br>4                        |               |                |
|                  |            | 12.30               |              | Sabbia c.s., con più<br>abbondanti frammenti                                                             | 0.60              |                              |                              |          |               | 11.00 29<br>15<br>18                    |               |                |
|                  |            | 12.90               |              | Calcarenite giallastra,<br>carotata in dischetti e                                                       | 0.70              |                              |                              |          |               |                                         |               |                |
|                  |            | 13.60               |              | Calcarenite calcarenitica,<br>con abbondanti                                                             | 0.90              |                              |                              |          |               |                                         |               |                |
| 15               |            | 14.50               |              | frammenti calcarenitici                                                                                  | 1.50              |                              |                              |          |               | 14.50 4<br>5<br>7                       |               |                |
|                  |            | 16.00               |              | Sabbia calcarenitica<br>giallastra, con sporadici<br>noduli di calcarenite<br>lapidea Fondo foro         |                   |                              |                              |          |               |                                         |               |                |


**italferr**

**GRUPPO FS**

COMMITTENTE: FERROVIE DELLO STATO S.p.A.  
DIVISIONE INFRASTRUTTURA  
ZONA TERRITORIALE ISOLARE

PROGETTO: METROTRANVIA PALERMO

SONDAGGIO: S06

CANTIERE: Piazza Giachery

PERFORAZIONE: a carotaggio continuo

QUOTA s.l.m.: 11.50

| Scala<br>metrica | Formazione | Profondità<br>metri | Stratigrafia | Descrizione                                                                                                     | Spessore<br>metri | Campioni                    | Percentuale<br>di carotaggio | R.Q.D. % | Livello falda | Prove<br>iniziali<br>n° colpi<br>S.P.T. | Prove in foro | Strumentazione |
|------------------|------------|---------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------|------------------------------|----------|---------------|-----------------------------------------|---------------|----------------|
| 1                |            |                     |              | Terreno di riporto,<br>prevalentemente<br>calcarenitico, sabbioso,<br>poco addensato                            | 6.80              | 4.20<br>4.70<br>RIMANECCATO |                              |          |               | 2.50 1<br>1<br>1                        |               |                |
| 5                |            |                     |              |                                                                                                                 |                   |                             |                              |          |               | 4.50 2<br>2<br>2                        |               |                |
|                  |            | 6.80                |              | Sabbia calcarenitica<br>biancastra, fine, poco<br>addensata                                                     | 1.30              |                             |                              |          |               | 6.50 2<br>4<br>3                        |               |                |
|                  |            | 8.10                |              | Calcarenite biancastra<br>tenera, carotata in<br>dischetti                                                      |                   |                             |                              |          |               | 8.50 3<br>4<br>4                        |               |                |
| 10               |            | 8.50                |              |                                                                                                                 |                   |                             |                              |          |               |                                         |               |                |
|                  |            |                     |              | Sabbia calcarenitica<br>con livelletti di<br>calcarenite tenera<br>(9.00 - 9.20; 9.70 -<br>9.90; 10.50 - 10.80) | 3.10              |                             |                              |          | 10.00         | 11.00 5<br>4<br>6                       |               |                |
|                  |            | 11.60               |              | Calcarenite biancastra<br>tenera, carotata in<br>dischetti e frammenti<br>centimetrici, con molta<br>sabbia     | 1.20              |                             |                              |          |               |                                         |               |                |
|                  |            | 12.80               |              | Sabbia calcarenitica<br>con numerosi livelletti<br>lapidei centimetrici                                         | 3.20              |                             |                              |          |               | 13.80 4<br>5<br>6                       |               |                |
| 15               |            |                     |              |                                                                                                                 |                   |                             |                              |          |               |                                         |               |                |
|                  |            | 16.00               |              | Fondo foro                                                                                                      |                   |                             |                              |          |               | 15.55 4<br>6<br>7                       |               |                |



COMMITTENTE: FERROVIE DELLO STATO S.p.A.  
DIVISIONE INFRASTRUTTURA  
ZONA TERRITORIALE INSULARE

PROGETTO: METROTRANVIA PALERMO

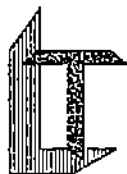
SONDAGGIO: S07

CANTIERE: Piazza Giachery

PERFORAZIONE: a carotaggio continuo

QUOTA s.l.m7.50

[illegible]

**LABORTEC** s.r.l.

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931  
Partita Iva: 00226480689 - C.C.I.A.A. n. 47408 - Trib. PE n. 3115  
<http://www.labortec.it> - e-mail: [info@labortec.it](mailto:info@labortec.it)

Accettazione n° : 0203/T/04/03  
Certificato n° : R034/6638  
Foglio : 1/2  
Data di emissione : 05.12.03

**TABELLA RIEPILOGATIVA - PROVE DI CLASSIFICAZIONE**

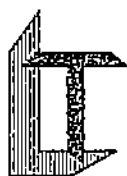
| Sondaggio | Campione | Campione tipo   | Profondità          | $\gamma$ (*)         | $\gamma_d$           | w (%) | G <sub>s</sub>       | Indice dei vuoti | Grado di saturazione(%) | Limiti di Atterberg e indici |      |     |    | Granulometria |          |        |           |
|-----------|----------|-----------------|---------------------|----------------------|----------------------|-------|----------------------|------------------|-------------------------|------------------------------|------|-----|----|---------------|----------|--------|-----------|
| N°        | N°       | R. Rim. I: Ind. | (m)                 | (kN/m <sup>3</sup> ) | (kN/m <sup>3</sup> ) | (%)   | (kN/m <sup>3</sup> ) |                  | (%)                     | LL%                          | LP%  | IP% | Ic | Ghiata %      | Sabbia % | Limo % | Argilla % |
| S1        | CI1      | I               | 1,50<br>-<br>2,00   | 19,1                 | 16,6                 | 15,1  | 26,2                 | -                | -                       | 40                           | 19   | 21  | -  | 13            | 29       | 30     | 28        |
| S2        | CI1      | I               | 4,00<br>-<br>4,50   | 20,0                 | 16,2                 | 23,4  | 26,7                 | -                | -                       | 37                           | 16   | 21  | -  | 5             | 44       | 35     | 16        |
| S3        | CI1      | I               | 6,50<br>-<br>7,00   | 19,7                 | 15,8                 | 24,9  | 26,7                 | -                | -                       | 41                           | 21   | 20  | -  | 1             | 12       | 49     | 38        |
| S4        | CI1      | I               | 7,80<br>-<br>8,30   | 21,8                 | 19,0                 | 14,5  | 26,5                 | -                | -                       | 35                           | 17   | 18  | -  | 0             | 24       | 55     | 21        |
| S7        | CI1      | I               | 9,50<br>-<br>10,10  | 20,3                 | 17,0                 | 19,3  | 26,6                 | -                | -                       | -                            | -    | -   | -  | 30            | 28       | 26     | 16        |
| S8        | CI1      | I               | 4,50<br>-<br>5,00   | -                    | -                    | 17,2  | 26,6                 | -                | -                       | -                            | -    | -   | -  | 38            | 42       | 13     | 7         |
| S8        | CI2      | I               | 11,50<br>-<br>12,00 | -                    | -                    | 18,1  | 26,7                 | -                | -                       | -                            | -    | -   | -  | 49            | 24       | 14     | 13        |
| S8        | CI3      | I               | 23,60<br>-<br>24,00 | 20,8                 | 17,7                 | 17,3  | 26,5                 | -                | -                       | -                            | -    | -   | -  | 11            | 58       | 23     | 8         |
| S9        | CI1      | I               | 1,50<br>-<br>2,00   | 18,5                 | 14,9                 | 23,9  | 26,3                 | -                | -                       | 25                           | 17   | 8   | -  | 22            | 44       | 15     | 19        |
| S9        | CI2      | I               | 18,50<br>-<br>19,00 | 19,7                 | 15,7                 | 25,3  | 26,9                 | -                | -                       | N.D.                         | N.P. | -   | -  | 2             | 51       | 43     | 4         |
| S10       | CI1      | I               | 13,50<br>-<br>14,00 | -                    | -                    | 17,5  | 26,2                 | -                | -                       | -                            | -    | -   | -  | 41            | 36       | 17     | 6         |
| S12       | CI1      | I               | 8,50<br>-<br>9,00   | 17,0                 | 11,6                 | 46,4  | 26,7                 | -                | -                       | 44                           | 20   | 24  | -  | 1             | 19       | 48     | 32        |
| S15       | CI1      | I               | 21,50<br>-<br>22,00 | 20,2                 | 16,7                 | 21,3  | 26,7                 | -                | -                       | 26                           | 17   | 9   | -  | 1             | 29       | 56     | 14        |

Note: (\*) Valore eventualmente medio

Limiti non eseguiti data la natura del campione

Pesi specifici non eseguiti data la scarsità del materiale.





**LABORTEC** s.r.l.

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest  
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931  
Partita Iva: 00226480689 - C.C.I.A.A. n. 47408 - Trib. PE n. 3115  
<http://www.laborotec.it> - e-mail: [infolaborotec@laborotec.it](mailto:infolaborotec@laborotec.it)

Accettazione n° : 0203/T/04/03  
Certificato n° : R034/6638  
Foglio : 2/2  
Data di emissione : 05.12.03

**TABELLA RIEPILOGATIVA - PROVE MECCANICHE**

| Sondaggio | Campione | Campione tipo<br>R. Rlm. T. Ind. | Profondità (m) | ED | E.L.L.     |                  | Triax UU / Vane<br>Test |                  |                                    | Triax CU - CD |    | Taglio<br>diretto | Taglio<br>anulare     | PP    | Permeabilità |
|-----------|----------|----------------------------------|----------------|----|------------|------------------|-------------------------|------------------|------------------------------------|---------------|----|-------------------|-----------------------|-------|--------------|
|           |          |                                  |                |    | Provino n° | $\sigma_1$ (kPa) | Provino n°              | $\sigma_1$ (kPa) | $(\sigma_1 - \sigma_3)/2$<br>(kPa) | $\epsilon$    |    |                   | $\phi'_{rm} (^\circ)$ | (kPa) | (cm/s)       |
| S1        | CI1      | I                                | 1,50           | -  | -          | -                | -                       | -                | -                                  | -             | -  | **                | -                     | 180   | -            |
|           |          |                                  | 2,00           | -  | -          | -                | -                       | -                | -                                  | -             | -  | -                 | -                     | 190   | -            |
| S2        | CI1      | I                                | 4,00           | ** | -          | -                | -                       | -                | -                                  | -             | -  | -                 | -                     | -     | -            |
|           |          |                                  | 4,50           | -  | -          | -                | -                       | -                | -                                  | -             | -  | -                 | -                     | -     | -            |
| S3        | CI1      | I                                | 6,50           | ** | 1          | 289,0            | -                       | -                | -                                  | -             | ** | -                 | -                     | 500   | -            |
|           |          |                                  | 7,00           | -  | -          | -                | -                       | -                | -                                  | -             | -  | -                 | -                     | 470   | -            |
| S4        | CI1      | I                                | 7,80           | -  | 1          | 645,6            | -                       | -                | -                                  | -             | -  | **                | -                     | >1400 | **           |
|           |          |                                  | 8,30           | -  | -          | -                | -                       | -                | -                                  | -             | -  | -                 | -                     | -     | -            |
| S7        | CI1      | I                                | 9,50           | -  | -          | -                | -                       | -                | -                                  | -             | -  | -                 | -                     | -     | **           |
|           |          |                                  | 10,10          | -  | -          | -                | -                       | -                | -                                  | -             | -  | -                 | -                     | -     | **           |
| S8        | CI1      | I                                | 4,50           | -  | -          | -                | -                       | -                | -                                  | -             | -  | -                 | -                     | -     | **           |
|           |          |                                  | 5,00           | -  | -          | -                | -                       | -                | -                                  | -             | -  | -                 | -                     | -     | **           |
| S8        | CI2      | I                                | 11,50          | -  | -          | -                | -                       | -                | -                                  | -             | -  | -                 | -                     | -     | **           |
|           |          |                                  | 12,00          | -  | -          | -                | -                       | -                | -                                  | -             | -  | -                 | -                     | -     | **           |
| S8        | CI3      | I                                | 23,60          | -  | -          | -                | -                       | -                | -                                  | -             | -  | **                | -                     | -     | **           |
|           |          |                                  | 24,00          | -  | -          | -                | -                       | -                | -                                  | -             | -  | -                 | -                     | -     | **           |
| S9        | CI1      | I                                | 1,50           | -  | -          | -                | -                       | -                | -                                  | -             | -  | **                | -                     | 150   | -            |
|           |          |                                  | 2,00           | -  | -          | -                | -                       | -                | -                                  | -             | -  | -                 | -                     | 140   | -            |
| S9        | CI2      | I                                | 18,50          | -  | -          | -                | -                       | -                | -                                  | -             | -  | **                | -                     | 300   | **           |
|           |          |                                  | 19,00          | -  | -          | -                | -                       | -                | -                                  | -             | -  | -                 | -                     | 350   | **           |
| S10       | CI1      | I                                | 13,50          | -  | -          | -                | -                       | -                | -                                  | -             | -  | -                 | -                     | -     | **           |
|           |          |                                  | 14,00          | -  | -          | -                | -                       | -                | -                                  | -             | -  | -                 | -                     | -     | **           |
| S12       | CI1      | I                                | 8,50           | ** | -          | -                | -                       | -                | -                                  | -             | ** | -                 | -                     | 50    | -            |
|           |          |                                  | 9,00           | -  | -          | -                | -                       | -                | -                                  | -             | -  | -                 | -                     | 40    | -            |
| S15       | CI1      | I                                | 21,50          | -  | 1          | 134,40           | -                       | -                | -                                  | -             | -  | **                | -                     | 150   | -            |
|           |          |                                  | 22,00          | -  | 2          | 115,86           | -                       | -                | -                                  | -             | -  | -                 | -                     | 180   | -            |
|           |          |                                  |                |    |            |                  |                         |                  |                                    |               |    |                   |                       | 150   | -            |

Note: (\*\*) I risultati delle prove sono riportati nelle pagine seguenti.

Il Tecnico Sperimentatore  
(Dott. Chewe Chikufya)

Il Direttore del Laboratorio  
(Dott. Geol. Giuseppe Ranalli)

## *6.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE DALL'IMPRESA PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA*

- a) Stazione Libertà
  - ✓ n. 2 sondaggi meccanici;
- b) Trincea Ucciardone – si è ritenuto di non eseguire nessun nuovo sondaggio considerando esaustive le informazioni in nostro possesso per la tipologia dell'opera da realizzare.
- c) Galleria Crispi
  - ✓ n. 2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo;
- d) Stazione Porto
  - ✓ n. 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo;
- e) Galleria Crispi/Amari
  - ✓ n. 7 sondaggi meccanici a carotaggio continuo;
- f) Stazione Politeama
  - ✓ n. 2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo.

Le carote estratte durante le perforazioni sono state alloggiate in cassette catalogatrici e custodite all'interno dell'area di proprietà della ditta esecutrice.

Vengono di seguito riportati in dettaglio i dati emersi nel corso dei lavori e le caratteristiche dei mezzi impiegati.

La campagna d'indagini geognostiche, come su riportata, è stata eseguita in ottemperanza alle disposizioni riportate nelle Norme Tecniche del D.M. 11/03/88, dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/03 e del D.M. 14/01/2008 ed è stata finalizzata a:

- ⇒ ricostruire la stratigrafia di dettaglio;
- ⇒ definire l'assetto geologico della zona di progetto;
- ⇒ accertare l'eventuale presenza di falde freatiche nei terreni

interessati;

⇒ caratterizzare da un punto di vista geologico-tecnico il substrato interessato dalle opere di progetto.

Le perforazioni sono state eseguite adottando la tecnica della conservazione del nucleo per tutto lo spessore indagato, con l'ausilio di tubi carotieri tipo wire line, aventi diametro esterno pari 101,6 mm e diametro interno pari a 88,8 mm con lunghezza di 1,5 metri; tutte le manovre sono state eseguite con l'ausilio di aste di perforazione di diametro 76 mm, lunghezza 1,50 metri.

Tutti i dati relativi a ciascuno dei sondaggi geognostici eseguiti sono riportati in dettaglio, in appositi moduli stratigrafici, contenenti i seguenti dati:

- ❑ profondità;
- ❑ scala di rappresentazione;
- ❑ spessore degli strati;
- ❑ simbolo grafico;
- ❑ descrizione stratigrafica;
- ❑ profondità delle prove SPT;
- ❑ presenza di falda acquifera;
- ❑ lunghezza dei piezometri o dei tubi per l'esecuzione delle prove Down Hole.



Committente **TECNIS S.p.A.**

Cantiere **Chiusura anello ferroviario Notarbartolo-Giachery- Politeama**

Località **Palermo**

Data Inizio **02/03/10**

Data Fine **03/03/10**

SONDAGGIO

FOGLIO

**SE01**

**Il geologo  
Dr. G. Anselmo**

| Stratigrafia | Profondita' | Livello piezometrico | S.P.T.      | Campioni | Descrizione                                                                                                                                                                                                             | Tubo aperto |
|--------------|-------------|----------------------|-------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|              |             |                      | 10 20 30 40 |          |                                                                                                                                                                                                                         |             |
|              | 1.20        |                      |             |          | Terreno di riporto                                                                                                                                                                                                      |             |
|              | 1.60        |                      |             |          | Calcarenite tenera di colore variabile dal beige al biancastro, sono presenti intercalazioni di livelli sabbiosi. Il litotipo si presenta ben cementato alle seguenti profondità: 1.6-2; 4-4.5; 8.5-9; 12-12.2; 19-19.5 |             |
|              | 2.00        |                      |             |          |                                                                                                                                                                                                                         |             |
|              |             |                      | 3.50        | 21 36 50 |                                                                                                                                                                                                                         |             |
|              | 4.00        |                      | 3.95        |          |                                                                                                                                                                                                                         |             |
|              | 4.50        |                      |             |          |                                                                                                                                                                                                                         |             |
|              |             |                      | 7.50        | 14 17 18 |                                                                                                                                                                                                                         |             |
|              |             |                      | 7.95        |          |                                                                                                                                                                                                                         |             |
|              | 8.50        |                      |             |          |                                                                                                                                                                                                                         |             |
|              | 9.00        |                      |             |          |                                                                                                                                                                                                                         |             |
|              |             |                      | 11.50       | 13 18 29 |                                                                                                                                                                                                                         |             |
|              | 12.00       |                      | 11.95       |          |                                                                                                                                                                                                                         |             |
|              | 12.20       |                      |             |          |                                                                                                                                                                                                                         |             |
|              |             |                      | 16.50       | 16 18 19 |                                                                                                                                                                                                                         |             |
|              |             |                      | 16.95       |          |                                                                                                                                                                                                                         |             |
|              | 19.00       |                      |             |          |                                                                                                                                                                                                                         |             |
|              | 19.50       |                      | 20.00       | 30 45 50 |                                                                                                                                                                                                                         |             |
|              | 20.50       |                      | 20.25       |          |                                                                                                                                                                                                                         |             |

*Postazione sondaggio SE01*



*Foto cassetta C1*





*Foto cassetta C2*



*Foto cassetta C3*

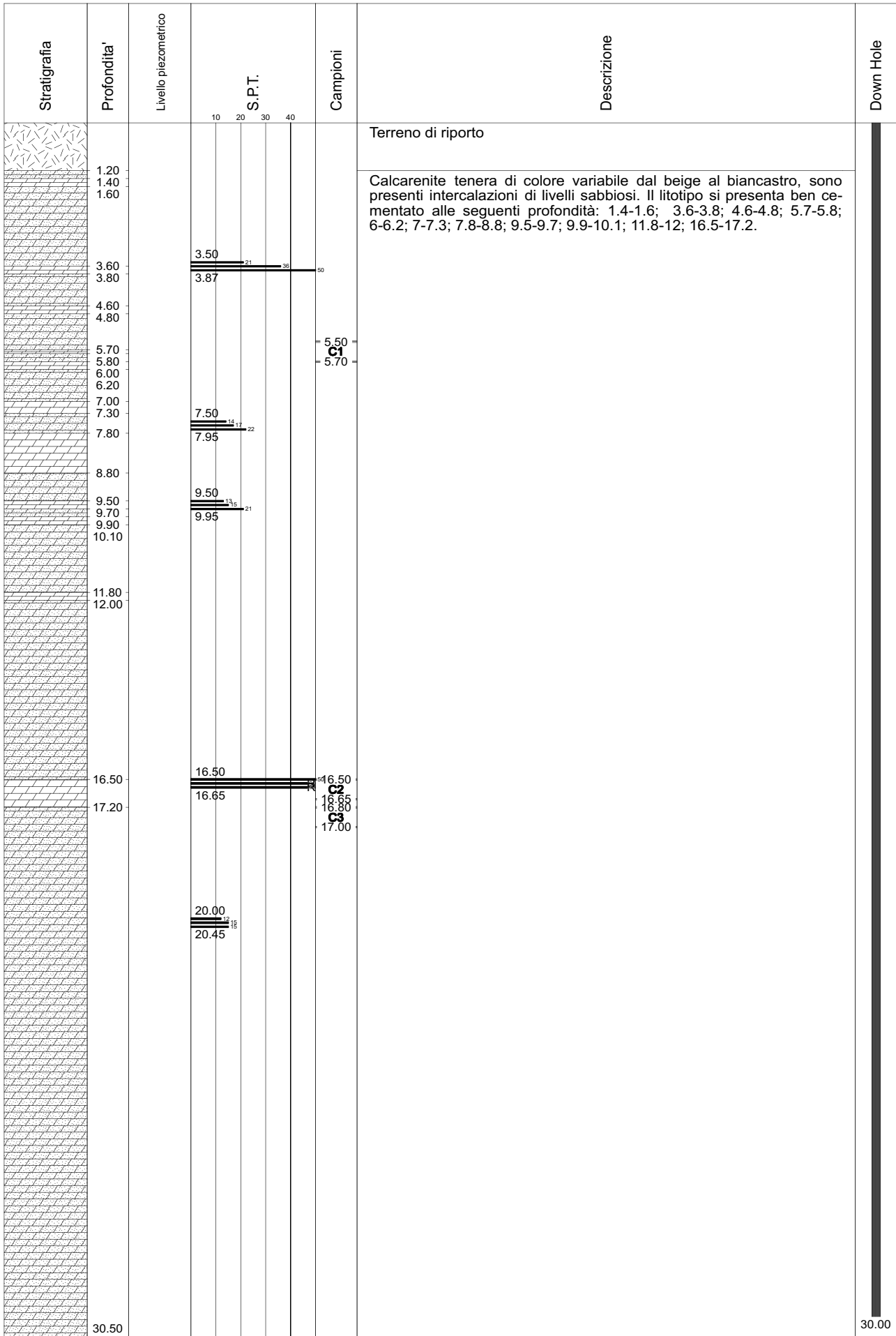




Foto cassetta C4



|                                                                                  |             |                                                              |           |           |                              |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------|-----------|-----------|------------------------------|
|  | Committente | TECNIS S.p.A.                                                |           | SONDAGGIO | FOGLIO                       |
|                                                                                  | Cantiere    | Chiusura anello ferroviario Notarbartolo-Giachery- Politeama |           | SE02      |                              |
|                                                                                  | Località    | Palermo                                                      |           |           |                              |
|                                                                                  | Data Inizio | 25/02/10                                                     | Data Fine | 01/03/10  | Il geologo<br>Dr. G. Anselmo |



***Postazione sondaggio SE02***



***Foto cassetta C1***





*Foto cassetta C2*



*Foto cassetta C3*





**Foto cassetta C4**



**Foto cassetta C5**



*Foto cassetta C6*





Committente **TECNIS S.p.A.**

Cantiere **Chiusura anello ferroviario Notarbartolo-Giachery- Politeama**

Località **Palermo**

Data Inizio **23/12/09** Data Fine **07/01/10**

SONDAGGIO FOGLIO

**SE03**

Il geologo  
**Dr. G. Anselmo**

| Stratigrafia | Profondita' | Livello piezometrico | S.P.T.      | Campioni | Descrizione                                               | Tubo aperto |
|--------------|-------------|----------------------|-------------|----------|-----------------------------------------------------------|-------------|
|              |             |                      | 10 20 30 40 |          | Terreno di riporto                                        |             |
|              |             | 1.70                 |             |          |                                                           |             |
|              | 2.10        |                      |             |          | Calcarenite tenera                                        |             |
|              | 2.60        |                      |             | 2.72     | Calcarenite cementata                                     |             |
|              | 3.30        |                      |             | 2.85     | Calcarenite tenera                                        |             |
|              |             |                      | 4.30        |          |                                                           |             |
|              |             |                      | 4.52        |          |                                                           |             |
|              | 6.10        |                      |             |          | Sabbia                                                    |             |
|              | 6.30        |                      |             |          | Calcarenite tenera                                        |             |
|              | 6.60        |                      |             |          | Sabbia                                                    |             |
|              | 6.80        |                      |             |          | Calcarenite cementata                                     |             |
|              | 7.20        |                      |             |          | Sabbia                                                    |             |
|              | 7.50        |                      |             |          | Calcarenite cementata                                     |             |
|              | 7.70        |                      |             |          | Sabbia                                                    |             |
|              | 7.90        |                      |             |          | Calcarenite cementata                                     |             |
|              | 9.00        |                      | 9.00        |          | Sabbia                                                    |             |
|              | 9.50        |                      | 9.45        |          | Calcarenite cementata                                     |             |
|              | 10.00       |                      |             | 9.50     | Sabbia                                                    |             |
|              |             |                      |             | 9.65     | Calcarenite cementata                                     |             |
|              | 11.10       |                      | 11.30       |          | Sabbia                                                    |             |
|              | 11.80       |                      | 11.75       |          | Calcarenite tenera                                        |             |
|              |             |                      |             |          | Calcarenite cementata                                     |             |
|              |             |                      |             |          | Sabbia                                                    |             |
|              |             |                      |             |          | Calcarenite tenera con intercalazioni di livelli sabbiosi |             |
|              | 15.30       |                      | 15.35       |          |                                                           |             |
|              |             |                      | 15.70       |          | Calcarenite cementata                                     |             |
|              | 16.50       |                      |             | 16.00    |                                                           |             |
|              |             |                      |             | 16.50    | Calcarenite tenera                                        |             |
|              | 17.00       |                      |             |          | Sabbia                                                    |             |
|              | 17.50       |                      |             |          | Calcarenite cementata                                     |             |
|              | 17.80       |                      | 18.00       |          | Sabbia                                                    |             |
|              | 18.00       |                      |             |          | Calcarenite tenera                                        |             |
|              | 18.50       |                      | 18.45       |          | Sabbia                                                    |             |
|              |             |                      |             |          | Calcarenite tenera                                        |             |
|              | 19.50       |                      |             |          | Sabbia                                                    |             |
|              | 20.00       |                      |             |          | Calcarenite tenera                                        |             |
|              | 21.00       |                      |             |          | Sabbia                                                    |             |

21.00



***Postazione sondaggio SE03***



***Foto cassetta C1***





**Foto cassetta C2**



**Foto cassetta C3**





**Foto cassetta C4**



**Particolare calcarenite (prof. 16,00-16,50 mt.)**

