

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**

**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO–CATANIA**

**U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5)**

**GEOTECNICA**

RELAZIONE DI CALCOLO DEI CEDIMENTI DEI RILEVATI STRADALI da km 0+000 a km 8+920

SCALA:

-
---

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA/DISCIPLINA    PROGR.    REV.

RS3E    50    D    29    RH    GE0005    006    A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	S.Gasperoni	Dicembre 2019	M.Arcangeli	Dicembre 2019	F.Sparacino	Dicembre 2019	F.Arduini Dicembre 2019

ITALFERR S.p.A.  
 Direzione Generale  
 Direzione Infrastrutture Centro  
 Direzione Esercizio Anziani  
 Direzione Esercizio Anziani  
 Direzione Esercizio Anziani  
 Direzione Esercizio Anziani

## SOMMARIO

1	PREMESSA .....	4
2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	5
2.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
2.3	PROGRAMMI DI CALCOLO.....	5
3	CONDIZIONI GEOTECNICHE: STRATIGRAFIA E FALDA.....	6
3.1	DEFINIZIONE DELLE UNITÀ GEOTECNICHE INTERCETTATE.....	6
3.2	SINTESI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO .....	7
3.3	FALDA .....	9
4	VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI DEI RILEVATI.....	10
4.1	PREMESSA .....	10
4.2	CRITERI DI VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI .....	10
4.2.1	<i>Determinazione della zona compressibile Hc .....</i>	<i>11</i>
4.2.2	<i>Terreni sabbiosi.....</i>	<i>11</i>
4.2.3	<i>Terreni argillosi e/o stratificati .....</i>	<i>12</i>
4.2.4	<i>Tipi di cedimento .....</i>	<i>12</i>
4.3	VALUTAZIONE CEDIMENTI RILEVATI STRADALI.....	15
4.3.1	<i>Risultati .....</i>	<i>21</i>
5	PIANO DI POSA.....	24
6	APPENDICE A. ANALISI DEI CEDIMENTI. TABULATI DI CALCOLO CED.....	25
6.1	NV05 ASSE 1 SEZIONE KM 0+450 – CEDIMENTI TOTALI.....	25
6.2	NV05 ASSE 1 SEZIONE KM 0+450 – CEDIMENTI IMMEDIATI.....	28



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA  
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo dei cedimenti dei rilevati stradali  
da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 006	A	3 di 37

6.3	NV05 ASSE 1 SEZIONE KM 0+950 – CEDIMENTI TOTALI.....	31
6.4	NV05 ASSE 1 SEZIONE KM 0+950 – CEDIMENTI IMMEDIATI.....	34

## 1 PREMESSA

Nel presente documento si riportano i dimensionamenti e le verifiche geotecniche relative ai rilevati stradali nell'ambito del Progetto Definitivo del lotto 5 della tratta denominata Dittaino – Catenanuova, da km 0+000 a km 8+920.

Le viabilità previste da progetto sono le seguenti:

Viabilità	Descrizione	Progressiva	Vn (vita nominale)	Cu (classe d'uso)	Vu (vita utile)
NV01	Adeguamento SP 75	Km 0+155	100	2	200
NV02	Ripristino strada poderale	Km 2+200	50	1	50
NV03	Deviazione provvisoria SS 192	Km 2+250 (prog ANAS 21+500)	50	1	50
NV04	Ripristino strada poderale	Km 3+704	50	1	50
NV05	Variante SS 192 (asse 1) adeguamento esistente (asse 2) deviazione provvisoria	Km 6+800 (progr ANAS da 25+780 a 26+750)	100	2	200
NV06	Ripristino strada poderale	Km 3+170	50	1	50
NV08	Strada di accesso al piazzale		50	1	50

In particolare nella presente relazione sono affrontati i seguenti aspetti:

- Breve richiamo delle condizioni geotecniche;
- Valutazione dei cedimenti dei rilevati e del loro decorso nel tempo;
- Piani di posa.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA  PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo dei cedimenti dei rilevati stradali da km 0+000 a km 8+920	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 29 RH	DOCUMENTO GE0005 006	REV. A

## 2 NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 Normativa di riferimento

La presente relazione è stata redatta in conformità alla seguente normativa:

- N.1. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-08 (NTC-2008);
- N.2. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010.
- N.3. RFI DTC SICS MA IFS 001 B del 22-12-17 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili- sezione 3.
- N.4. RFI DTC SICS SP IFS 004 B del 22-12-17 – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili.
- N.5. Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;

### 2.2 Documenti di riferimento

La presente relazione è stata redatta con riferimento ai seguenti documenti.

- D.1. RS3E50D29F6IF0101001A ÷ RS3E52D29F6IF0101006A - Nuovo collegamento Palermo-Catania tratta Dittaino-Catenanuova. Progetto Definitivo. Profilo longitudinale geotecnico.

### 2.3 Programmi di calcolo

Nella redazione del presente documento sono stati utilizzati i seguenti programmi di calcolo:

- “CED” - Il programma di calcolo è stato adottato per la valutazione dei cedimenti. È stato prodotto dall’ing. G. Guiducci versione di Aprile 1999 (Studio Tecnico Associato Sintesi). Il programma di calcolo è in uso gratuito. È validato ed utilizzato in svariati ambiti progettuali (Italferr, Autostrade, ecc.);
- “Slide 7” - Il programma di calcolo è stato adottato per le verifiche di stabilità, è prodotto da Rocscience. È validato ed utilizzato in svariati ambiti progettuali (Italferr, Autostrade, ecc.). In accordo a quanto prescritto nel paragrafo 10.2 del D.M. 14/01/2008, il progettista certifica la affidabilità del suddetto codice di calcolo e l’idoneità di utilizzo nel caso specifico.

### 3 CONDIZIONI GEOTECNICHE: STRATIGRAFIA E FALDA

La successione stratigrafica è stata desunta sulla base delle indagini eseguite e dai rilievi e studi geologico-geomorfologici. Per la scelta dei parametri geotecnici di progetto delle unità intercettate ci si è basati sui risultati delle indagini eseguite per l'intero tracciato in progetto.

Nel seguito vengono definite le unità geotecniche intercettate. Nel profilo stratigrafico longitudinale sono mostrati i risultati di tutte le indagini eseguite e sarà utilizzato per la definizione della successione stratigrafica in corrispondenza delle singole opere in progetto e della linea in generale.

#### 3.1 Definizione delle unità geotecniche intercettate

Sulla base dei risultati delle indagini (in sito ed in laboratorio) delle campagne geognostiche, si perviene ad una caratterizzazione geotecnica dei terreni e quindi alla definizione della stratigrafia e dei parametri geotecnici di progetto.

Unità geotecniche:

- **Unità R – Ripporto antropico e coltre vegetale:** si tratta del terreno intercettato a partire da p.c.; si distinguono la coltre vegetale (unità Rv) costituita prevalentemente da limo sabbioso argilloso con resti vegetali ed il terreno di riporto antropico (unità Ra) costituito da sabbia con ghiaia, laterizi, cls.
- **Unità a – Depositi continentali di versante di alterazione del substrato:** limi argillosi e argilla limosa.
- **Unità b – Depositi alluvionali:** questi depositi affiorano lungo quasi tutto il tracciato sotto il riporto. Si tratta di terreni coesivi limoso argillosi, talvolta debolmente sabbiosi (**unità ba**) e terreni incoerenti: sabbia con ghiaia (**unità bg**) e sabbia localmente limosa (**unità bs**).
- **Unità CFR – Coltre in frana quiescente:** limo argilloso con ghiaia ciottoli e clasti arenacei, gessosi, carbonatici e livelli millimetrici organici nerastri.
- **Unità TRV/TRVb – Formazione di Terravecchia:** in cui si distinguono varie litofacies.  
La litofacies argilloso marnosa (**unità TRV**) è costituita da argille da debolmente marnose a marnose.  
La litofacies argilloso-brecciata (**unità TRVb**), è costituita da argilla limosa debolmente marnosa a struttura brecciata con clasti poligenici.
- **Unità GTL - Formazione di Cattolica:** si tratta prevalentemente di depositi lagunari e di bacino evaporitico, costituiti da tre differenti litofacies (**GTL2**) e (**GTLa**).  
(**GTLa**): argille limose a struttura brecciata con evaporiti di gesso.  
(**GTL2**): gessi alternati ad argille gessose.

- **Unità TPL - Formazione di Tripoli:** limo sabbioso argilloso con gesso, clasti e ciottoli marnoso calcarei e calcareo marnosi.

### 3.2 Sintesi parametri geotecnici di progetto

Nel seguito si sintetizzano le caratteristiche geotecniche di progetto per le varie unità geotecniche, in accordo a quanto definito nella relazione geotecnica generale, a cui si rimanda per i dettagli.

#### Unità ba – Depositi alluvionali coesivi (limoso argilloso)

$\gamma = 18.0 \div 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \div 10 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 21 \div 26^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 30 \div 200 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E_o = 50 \div 300 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale
$V_s = 100-200 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio

#### Unità bs – Depositi alluvionali sabbiosi

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 30 \div 35^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$E_o = 90 \div 350 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale
$V_s = 250-300 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio

#### Unità bg – Depositi alluvionali ghiaiosi

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 36 \div 41^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$E_o = 150 \div 550 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

#### Unità CFR – coltre in frana quiescente (argilla limosa)

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 24^\circ$	angolo di resistenza al taglio

$c_u = 30 \div 200$ kPa	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$c' = 0$ kPa	coesione drenata residua
$\varphi' = 19^\circ$	angolo di resistenza al taglio residuo
$E_o = 50 \div 200$ MPa	modulo di deformazione elastico iniziale

**Unità a – Depositi di versante e di alterazione della formazione di base: argilla limosa**

$\gamma = 19.0-19.5$ kN/m <sup>3</sup>	peso di volume naturale
$c' = 0 \div 5$ kPa	coesione drenata
$\varphi' = 24 \div 26^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 60 \div 250$ kPa	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E_o = 120 \div 200$ MPa	modulo di deformazione elastico iniziale

**Unità TRVb– Formazione di Terravecchia argillosa limosa debolmente marnosa brecciata**

$\gamma = 21.0$ kN/m <sup>3</sup>	peso di volume naturale
$c_u = 200 \div 400$ kPa	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E_o = V_s = 340 - 450$ m/s	
$V_s = 500-780$ m/s	
$200 \div 1000$ MPa	Modulo di deformazione elastico iniziale

Parametri di resistenza drenati minimi (in funzione dello stato tensionale in sito):

$c' = 5$ kPa per $\sigma'v < 200$ kPa	coesione drenata
$\varphi' = 25^\circ$ per $\sigma'v < 200$ kPa	angolo di resistenza al taglio
$c' = 25$ kPa per $\sigma'v > 200$ kPa	coesione drenata
$\varphi' = 19^\circ$ per $\sigma'v > 200$ kPa	angolo di resistenza al taglio

Parametri di resistenza drenati massimi (in funzione dello stato tensionale in sito):

$c' = 5$ kPa per $\sigma'v < 200$ kPa	coesione drenata
$\varphi' = 33^\circ$ per $\sigma'v < 200$ kPa	angolo di resistenza al taglio
$c' = 20$ kPa per $\sigma'v > 200$ kPa	coesione drenata
$\varphi' = 30^\circ$ per $\sigma'v > 200$ kPa	angolo di resistenza al taglio

Parametri di resistenza residui:

$c' = 0$ kPa	coesione drenata residua
$\varphi' = 18^\circ$	angolo di resistenza al taglio residuo

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA  PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione di calcolo dei cedimenti dei rilevati stradali da km 0+000 a km 8+920	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 29 RH	DOCUMENTO GE0005 006	REV. A	FOGLIO 9 di 37

### 3.3 Falda

Nel profilo stratigrafico longitudinale è riportato il livello massimo di falda di progetto derivante dall'interpretazione di tutte le misure piezometriche eseguite fino a novembre 2019. Per le opere all'aperto il profilo della falda è variabile lungo il tracciato con andamento oscillante tra p.c. (in corrispondenza di incisioni fluviali, torrentizie e corsi d'acqua minori) e 8 m circa di profondità da p.c.. Per il dimensionamento delle singole opere d'arte si è fatto riferimento al livello massimo di falda indicato nel profilo stratigrafico longitudinale.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA  PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo dei cedimenti dei rilevati stradali da km 0+000 a km 8+920	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 29 RH	DOCUMENTO GE0005 006	REV. A

## 4 VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI DEI RILEVATI

### 4.1 Premessa

Di seguito si riporta la valutazione dei cedimenti dei rilevati stradali per la tratta in esame. In generale per tutte le viabilità, i rilevati sono molto bassi, talvolta a raso, talvolta in leggero ampliamento a sede già esistente, comunque le altezze sono sempre inferiori ai 5 m, con pendenza delle scarpate di 2 (verticale) / 3 (orizzontale).

### 4.2 Criteri di valutazione dei cedimenti

Si riportano nel seguito le metodologie ed i criteri di calcolo del cedimento.

L'analisi del cedimento è stata effettuata utilizzando il programma CED sviluppato dall'ing. Guiducci per l'analisi delle tensioni indotte nel sottosuolo dai carichi applicati in superficie.

Con il programma di calcolo è possibile analizzare cedimenti di rilevati illimitati sia di rilevati semi-illimitati (quali ad esempio i rilevati stradali dei cavalcaferrovia ed i rilevati di approccio alle spalle dei viadotti di linea).

Nel caso di rilevati illimitati, generalmente il calcolo è stato effettuato in corrispondenza dell'asse del rilevato (cedimento massimo).

Nel caso di rilevati semi-illimitati il cedimento viene valutato in condizione di area di carico semi – infinita; quindi si può individuare l'andamento del cedimento in asse rilevato in direzione longitudinale (tenendo eventualmente anche conto della pendenza longitudinale del rilevato), al fine di determinare la posizione (rispetto alla spalla) della sezione con cedimento massimo.

Nel seguito sono stati valutati i cedimenti di rilevati di linea e quindi illimitati ed il calcolo è stato effettuato in corrispondenza dell'asse del rilevato (cedimento massimo).

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo dei cedimenti dei rilevati stradali da km 0+000 a km 8+920	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 29 RH	DOCUMENTO GE0005 006	REV. A

#### 4.2.1 Determinazione della zona compressibile $H_c$

Viene definita convenzionalmente zona compressibile ( $H_c$ ) la profondità oltre la quale l'incremento delle tensioni verticali ( $\Delta\sigma_z$ ) risulti inferiore a  $(0.10) \cdot (\sigma'_{vo})$  (essendo  $\sigma'_{vo}$  la tensione verticale efficace litostatica) e il contributo al cedimento può essere considerato trascurabile.

#### 4.2.2 Terreni sabbiosi

Il cedimento dei rilevati poggianti su terreni sabbiosi può essere determinato ricorrendo alla teoria dell'elasticità ed alla seguente espressione:

essendo:

$$s_t = \sum_{i=1}^n \frac{(\Delta\sigma_z - \nu' \cdot (\Delta\sigma_x + \Delta\sigma_y)) \cdot h_i}{E_i'}$$

$s_t$  = cedimento totale

$\Delta\sigma_z, \Delta\sigma_x, \Delta\sigma_y$  = tensioni indotte dal carico

$h_i$  = altezza dello strato  $i$ -esimo

$n$  = numero di strati in cui è suddivisa la zona compressibile ( $H_c$ )

$E_i'$  = modulo di deformazione elastico drenato dello strato  $i$ -esimo

$\nu'$  = rapporto di Poisson = 0.3

Il comportamento dei terreni a grana grossa (sabbie e ghiaie) risulta macroscopicamente diverso da quello dei terreni a grana fine (limi e argille), in virtù della marcata differenza esistente tra i valori del coefficiente di permeabilità. Avendo infatti elevata permeabilità essi si comportano come un sistema aperto con libero flusso dell'acqua e l'eventuale sovrappressione dell'acqua interstiziale, generata da una qualunque causa che ne disturbi l'equilibrio originario, si dissipa in tempi estremamente brevi. Ne consegue che, ai fini pratici, si può trascurare il moto di filtrazione transitorio e fare riferimento direttamente alle condizioni di equilibrio finale.

Il decorso del cedimento nel tempo può essere pertanto considerato rapido, praticamente contemporaneo alla costruzione dell'opera.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA  PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo dei cedimenti dei rilevati stradali da km 0+000 a km 8+920	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 29 RH	DOCUMENTO GE0005 006	REV. A

#### 4.2.3 Terreni argillosi e/o stratificati

Nel presente paragrafo vengono illustrati i criteri utilizzati per la valutazione dei cedimenti di rilevati in terreni costituiti prevalentemente da materiali argillosi saturi e in terreni stratificati, ovvero costituiti da materiali argillosi intercalati da lenti sabbiose.

L'analisi relativa ai cedimenti viene sviluppata con riferimento ai seguenti aspetti principali:

- descrizione dei diversi tipi di cedimento (immediato, di consolidazione primaria, secondario);
- descrizione delle ipotesi di lavoro;
- determinazione teorica dell'entità dei diversi tipi di cedimento;
- determinazione teorica dell'andamento nel tempo dei cedimenti di consolidazione primaria e secondaria, assenza o presenza di dreni verticali.

#### 4.2.4 Tipi di cedimento

L'applicazione di un carico di dimensioni finite su un deposito costituito da materiali argillosi saturi comporta un processo deformativo nel terreno che tradizionalmente viene schematizzato come illustrato nella Figura 1 (vedasi ad esempio Perloff [1975]):

- a) Data la bassa permeabilità ( $k$ ) del terreno, la fase di carico avviene in condizioni non drenate con generazione di sovrappressioni interstiziali ( $\Delta u$ ); i materiali argillosi si deformano allora a volume costante ed il cedimento che ne consegue è indicato come cedimento immediato.
  
- b) Il trasferimento del carico dall'acqua allo scheletro solido comporta ulteriori cedimenti, la cui velocità nel tempo è legata principalmente alle caratteristiche di permeabilità dell'argilla e alle condizioni di drenaggio. Il processo è noto come consolidazione primaria ed il cedimento conseguente a tale processo è indicato come cedimento di consolidazione primaria.
  
- c) Ultimato il processo di consolidazione primaria, anche quando le sovrappressioni nell'acqua risultano nulle, continuano a svilupparsi nel tempo assestamenti dovuti a fenomeni di natura plastico-viscosa che avvengono in condizioni drenate; il cedimento conseguente è noto come cedimento secondario.

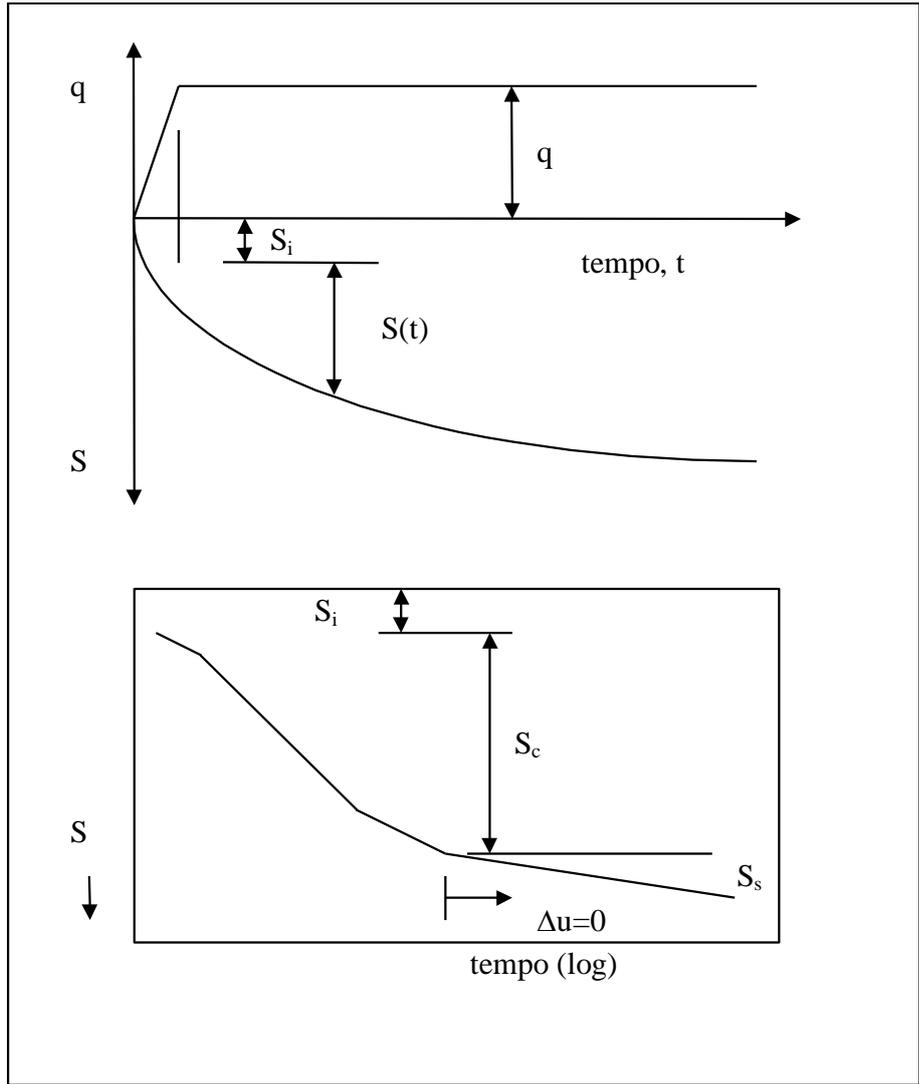


Figura 1 – Cedimenti totali, immediati e di consolidazione

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo dei cedimenti dei rilevati stradali da km 0+000 a km 8+920	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 29 RH	DOCUMENTO GE0005 006	REV. A

### Valutazione teorica dei vari tipi di cedimento

#### Cedimento immediato

Con riferimento alla teoria dell'elasticità il cedimento immediato in argille viene stimato con la seguente espressione:

$$s_i = \sum_{i=1}^n \frac{(\Delta\sigma_z - \nu_u \cdot (\Delta\sigma_x + \Delta\sigma_y)) \cdot h_i}{E_{ui}}$$

essendo:

$s_i$  = cedimento immediato

$\Delta\sigma_z, \Delta\sigma_x, \Delta\sigma_y$  = tensioni indotte dal carico

$h_i$  = altezza dello strato i-esimo

$n$  = numero di strati in cui è suddivisa la zona compressibile ( $H_c$ )

$E_{ui}$  = modulo di deformazione non drenato dello strato i-esimo

$\nu_u$  = rapporto di Poisson = 0.5

#### Cedimento totale (immediato e di consolidazione primaria)

Con riferimento alla teoria dell'elasticità il cedimento immediato e di consolidazione primaria nei terreni coesivi viene stimato con la seguente espressione (in analogia a quanto già indicato per i depositi incoerenti):

$$s_t = \sum_{i=1}^n \frac{(\Delta\sigma_z - \nu' \cdot (\Delta\sigma_x + \Delta\sigma_y)) \cdot h_i}{E_i'}$$

essendo:

$s_t$  = cedimento immediato e di consolidazione primaria

$\Delta\sigma_z, \Delta\sigma_x, \Delta\sigma_y$  = tensioni indotte dal carico

$h_i$  = altezza dello strato i-esimo

$n$  = numero di strati in cui è suddivisa la zona compressibile ( $H_c$ )

$E_i'$  = modulo di deformazione elastico drenato dello strato i-esimo

$\nu'$  = rapporto di Poisson = 0.3

Per definizione il cedimento di consolidazione primaria è dato dalla differenza tra  $s_t$  e  $s_i$ .

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA  PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo dei cedimenti dei rilevati stradali da km 0+000 a km 8+920	COMMESSA <b>RS3E</b>	LOTTO 50	CODIFICA D 29 RH	DOCUMENTO GE0005 006	REV. A

### 4.3 Valutazione cedimenti rilevati stradali

La valutazione dei cedimenti è stata eseguita considerando le seguenti sezioni, ritenute rappresentative delle condizioni più gravose sia per geometria rilevato (altezza, larghezza) sia per successione stratigrafica:

- Viabilità NV05-Asse 1, sezione al km 0+450 di altezza pari a 3.7 m, larghezza sommitale 16.5 m;
- Viabilità NV05-Asse 1, sezione al km 0+950 di altezza pari a 4.4 m, larghezza sommitale 8.8 m.

Per entrambe le sezioni, la successione stratigrafica è costituita da depositi alluvionali recenti coesivi (unità ba) sovrastanti il substrato argilloso marnoso brecciato della formazione di Terravecchia (unità TRVb). Il livello falda viene assunto cautelativamente prossimo al p.c. considerando il valore minimo della zona.

Per la sezione di altezza massima 5 m della viabilità NV01, non è stata eseguita l'analisi dei cedimenti in quanto si tratta di un rilevato già esistente.

L'analisi dei cedimenti dei rilevati è stata svolta in accordo alle metodologie di calcolo precedentemente esposte, con il programma di calcolo CED (G. Guiducci); nello specifico sono state eseguite le seguenti analisi per il calcolo dei cedimenti indotti dai rilevati di linea nell'ipotesi di rilevato illimitato per tutte le sezioni indicate sopra, al fine di valutare i cedimenti massimi dei rilevati.

Nella valutazione dei cedimenti e quindi nella determinazione dello spessore compressibile, si sono considerati i contributi degli strati in corrispondenza dei quali l'incremento della tensione verticale risulta maggiore o uguale a 0.1 volte la tensione geostatica efficace.

Il calcolo dei cedimenti dei rilevati è stato eseguito considerando ciascuna sezione di rilevato come da figura seguente con pendenza scarpate 2 (verticale) / 3 (orizzontale), con l'altezza massima, valutata come distanza tra quota di progetto del rilevato (piano strada) ed il piano campagna (vedasi Hril, calcolo nella figura seguente) e la larghezza sommitale del rilevato (larghezza massima della piattaforma stradale, dimensione B indicata in figura seguente).

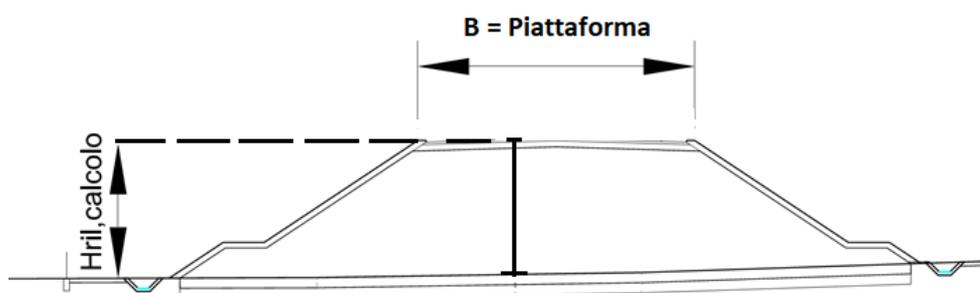


Figura 2 – Schema di calcolo

Nella seguente tabella si riassume la stratigrafia, i parametri geotecnici utilizzati per le unità geotecniche, ed il livello di falda per la sezione analizzata.

Il modulo di deformazione elastico operativo per il calcolo dei cedimenti dei rilevati ( $E'$ ) è stato valutato dal modulo di deformazione elastico iniziale ( $E_0$ ) a piccole deformazioni, in particolare si è assunto  $E' = E_0/10$ . Per il valore del modulo di deformazione elastico iniziale ( $E_0$ ) è stato considerato l'andamento con la profondità definito nella relazione geotecnica generale, sulla base di tutte le indagini disponibili.

Il valore del modulo di deformazione in condizioni non drenate ( $E_u$ ), in accordo a quanto indicato nella relazione geotecnica generale, è stato stimato con la correlazione di Duncan & Buchigani (1976):  $E_u = k \cdot c_u$ , dove  $c_u$  è la resistenza al taglio non drenata e  $k$  è stato assunto pari a 450 per tutte le formazioni coesive del tracciato considerando quanto indicato nella seguente tabella.

	IP [%]	OCR [-]	K [-]
<b>unità ba</b>	25	2÷3	450
<b>unità TRVb</b>	30	3÷4	450
<b>unità CFR</b>	20	2	450
<b>unità a</b>	25	2÷3	450

Il valore del coefficiente di consolidazione primaria verticale ( $c_v$ ) è stato stimato mediando i risultati ottenuti dalle prove di edometriche di laboratorio, dall'interpretazione delle prove penetrometriche statiche CPT e dal limite liquido attraverso la seguente correlazione NAVFAC-DM 7.1 (1971):  $c_v = 0.009 (LL - 0.1)$  in  $\text{cm}^2/\text{s}$ . In figura seguente si riportano i risultati delle prove edometriche di laboratorio e dell'interpretazione delle prove CPT, da cui si osserva un buon accordo con i dati a disposizione, quindi si assume in progetto un valore del coefficiente di consolidazione verticale per i terreni coesivi in esame:  $c_v = 5 \cdot E^{-08} \text{ m}^2/\text{s}$ .



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo dei cedimenti dei rilevati stradali  
 da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 006	A	17 di 37

Per quanto riguarda il coefficiente di consolidazione secondaria ( $c_{\alpha}$ ), con la correlazione proposta nel manuale NAVFAC-DM 7.1. (1971), che correla il coefficiente di consolidazione secondaria al contenuto naturale di acqua ( $W_n$ ), si stima un valore di  $c_{\alpha} = 0.002$  ( $W_n = 20\%$ , valore medio per i depositi coesivi in esame).

Nelle seguenti tabelle si sintetizzano i parametri di calcolo utilizzati per il calcolo dei cedimenti.

Nelle figure seguenti sono riportati i grafici dei parametri geotecnici con i risultati delle prove in sito e di laboratorio da cui sono stati stimati i parametri geotecnici adottati nel calcolo. Nelle seguenti tabelle sono anche indicate le indagini geotecniche prese a riferimento per la stima dei parametri delle varie sezioni di calcolo.

Il livello della falda è stato assunto il valore più cautelativo da profilo geotecnico longitudinale.

*Tabella 1 – Stratigrafia e parametri di calcolo*

Viabilità NV05-Asse 1 - sezione al km0+450 e 0+950					
Profondità da p.c.[m]	Unità geotecnica	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$E'$ [MPa]	cu [kPa]	Eu [MPa]
0.0÷10.0	ba	19.0	10÷15	75	34
10.0÷20.0	TRVb	21.0	30÷50	130	58.5
20.0÷30.0	TRVb	21.0	60	200	90
30.0÷40.0	TRVb	21.0	80	250	112.5
Falda a p.c.					

Relazione di calcolo dei cedimenti dei rilevati stradali da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 006	A	18 di 37

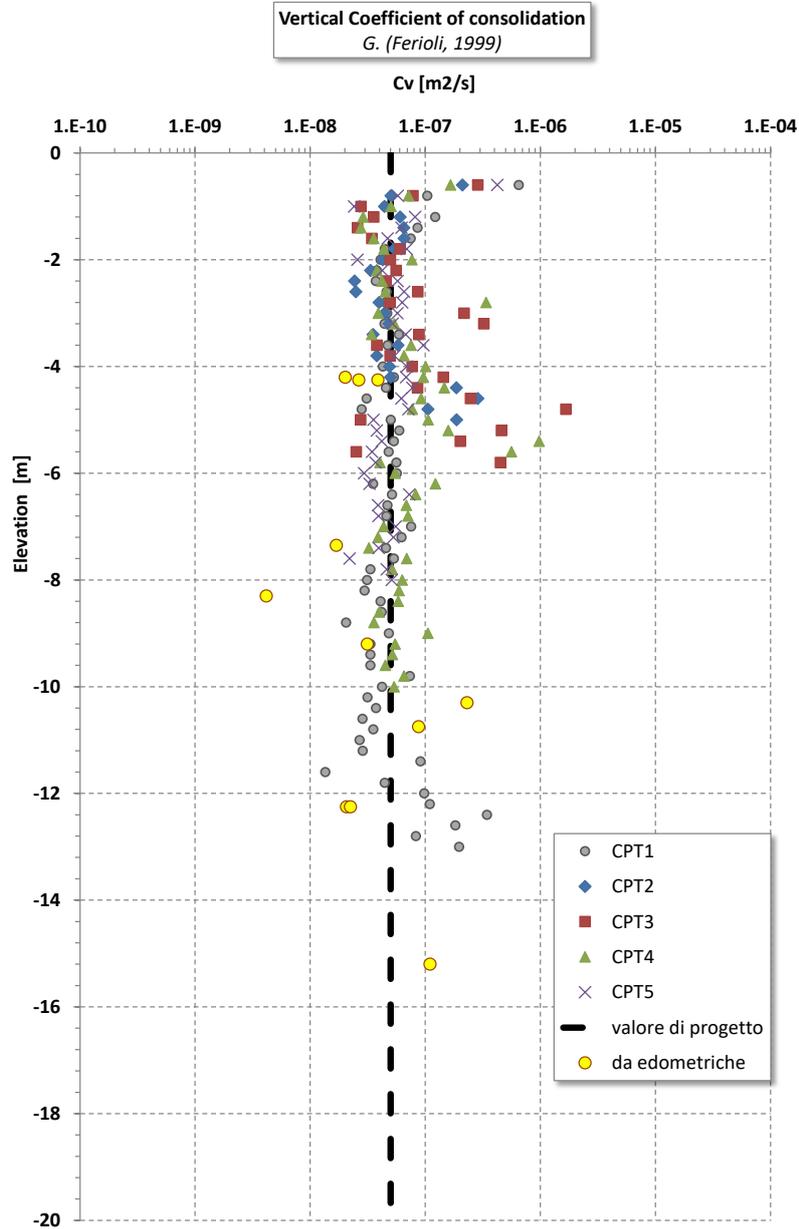


Figura 3 – Coefficiente di consolidazione verticale

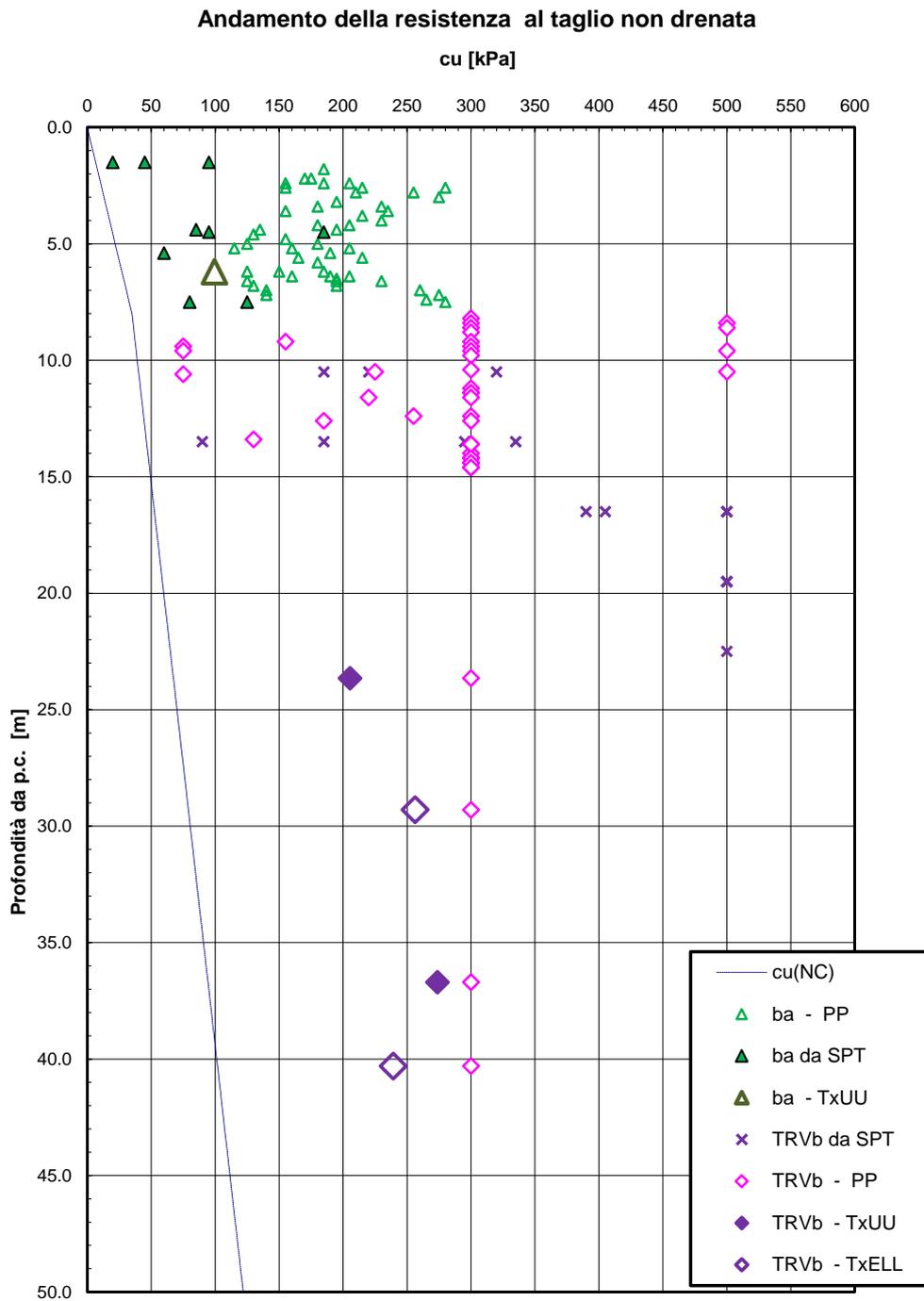


Figura 4 – Resistenza al taglio non drenata (sondaggi 5\_S3vi, 5\_S23, 5\_SV13, 58\_SV14)

Relazione di calcolo dei cedimenti dei rilevati stradali da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 006	A	20 di 37

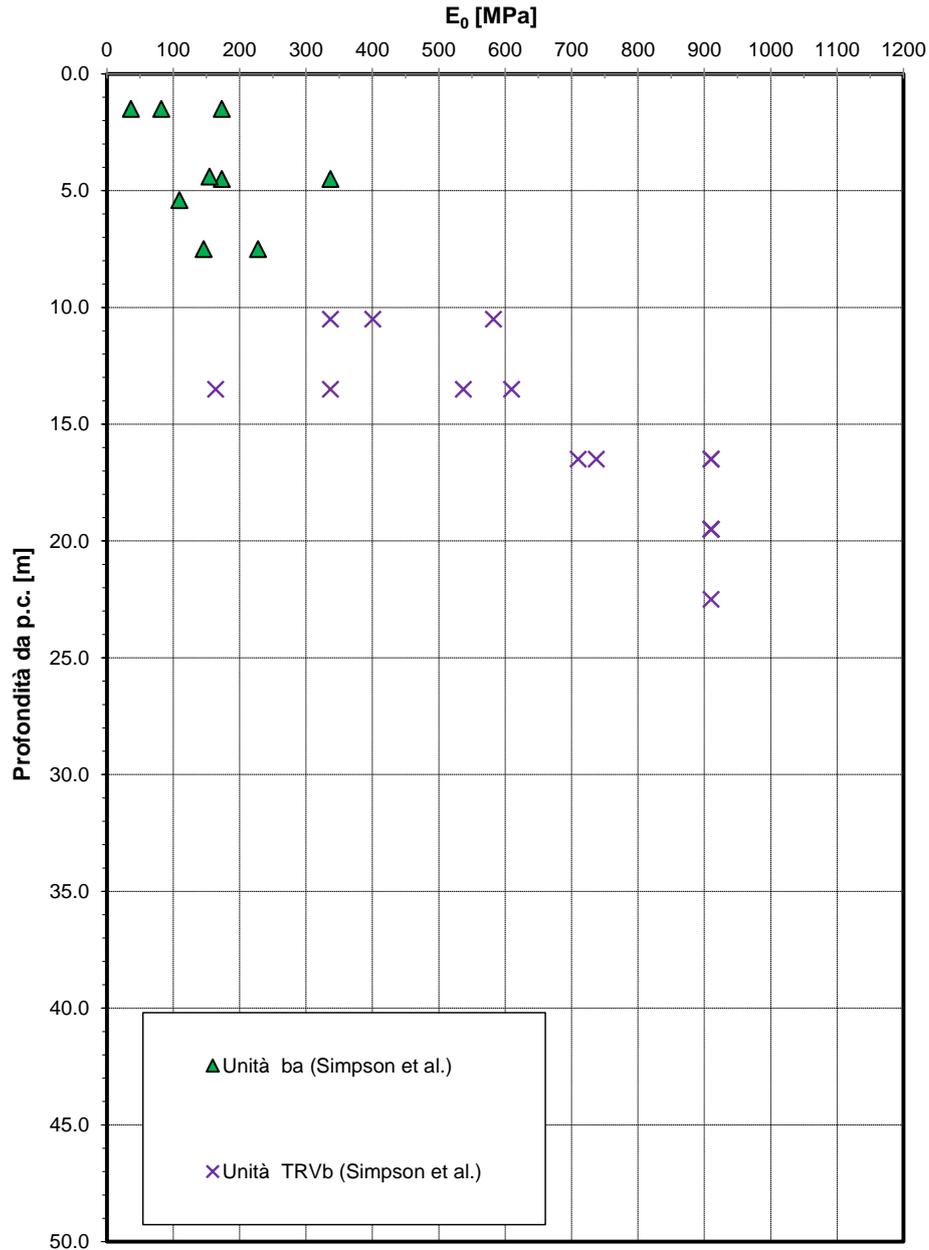


Figura 5 – Modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni (sondaggi 5\_S3vi, 5\_S23, 5\_SV13, 58\_SV14)



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA  
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo dei cedimenti dei rilevati stradali  
da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 006	A	21 di 37

#### 4.3.1 Risultati

Nella seguente tabella sono sintetizzati i risultati ottenuti: cedimento totale, immediato e di consolidazione primaria in asse al rilevato. I tabulati di calcolo completi sono riportati in Appendice A.

Tabella 2 – Risultati cedimenti

SEZIONE	Hril [m]	B [m]	Cedimento totale in asse [mm]	Cedimento immediato in asse [mm]	Cedimento di consolidazione in asse [mm]
NV05-Asse 1 km 0+450	3.7	16.5	63.7	15.4	48.3
NV05-Asse1 km 0+950	4.4	8.8	69.2	17.2	52.0

Il cedimento totale massimo stimato in asse rilevato (illimitato) è di circa 7 cm totali, di cui circa 2 cm di cedimenti immediati e circa 5 cm di consolidazione primaria; si tratta comunque di valori di cedimento modesti in relazione agli spessori di terreno alluvionale recente.

Nelle figure e tabelle che seguono si riporta l'andamento dei cedimenti nel tempo per tutte le sezioni di calcolo. Per tutte le sezioni analizzate, si ha che il cedimento residuo (consolidazione primaria e secondaria) valutato dopo 6 mesi dalla costruzione del rilevato e la vita utile dell'opera ( $V_u=200$  anni), è  $< 5$  cm, come prescritto da Capitolato (vedasi Tabella 3, Tabella 4).

**Rilevato sezione H=3.7 m B=16.5m  
Decorso del cedimento nel tempo**

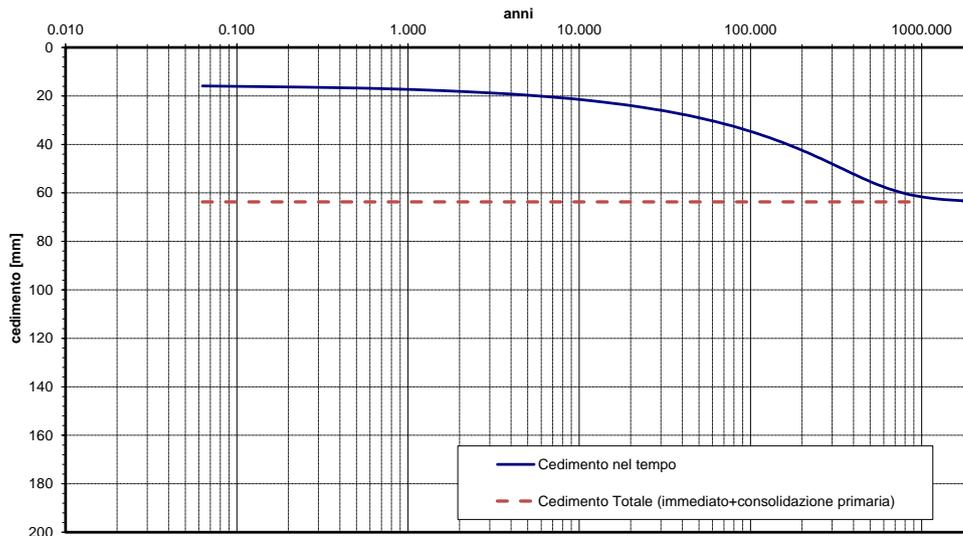


Figura 6 – Decorso dei cedimenti nel tempo – NV05 Asse 1 - rilevato km 0+450

Tabella 3 – Decorso dei cedimenti nel tempo – NV05 Asse 1 - rilevato km 0+450

Cedimento Totale	63.70	[mm]
Cedimento immediato	15.40	[mm]
Cedimento di consolidazione	48.30	[mm]
Ceff. di consolidazione - Cv	4.00E-08	[m <sup>2</sup> /s]
Percorso di filtrazione - H	31.8	[m]
Consolidazione secondaria - C <sub>α</sub>	2.00E-03	
Altezza per la cons. sec. - H0	31.8	[m]
Anno iniziale	0.5	
Anno finale	200	
Cedimento ammissibile	50	[mm]
Calcolo del cedimento a 6 mesi		
Tv	6.24E-04	
Um	2.82E-02	< 0.95
Cedimento	16.76	[mm]
Calcolo del cedimento a 200 anni		
Tv	2.50E-01	
Um	5.60E-01	< 0.95
Cedimento	42.44	[mm]
<b>Cedimento da 6 mesi al 200° anno</b>	<b>25.68</b>	<b>[mm] OK</b>

**Rilevato sezione H=4.4 m B=8.8m  
Decorso del cedimento nel tempo**

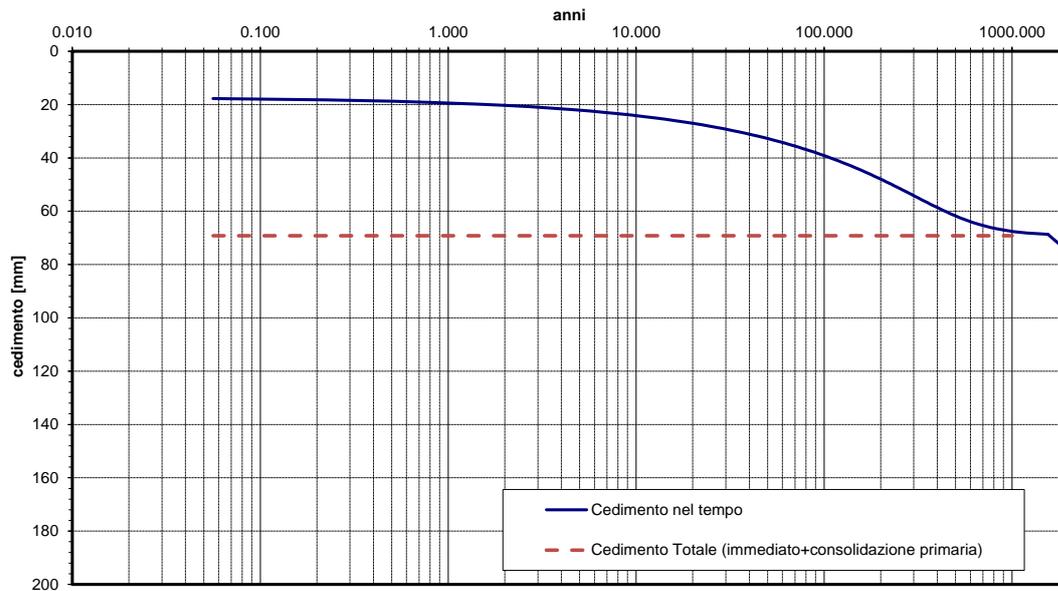


Figura 7 – Decorso dei cedimenti nel tempo – NV05 Asse 1 - rilevato km 0+950

Tabella 4 – Decorso dei cedimenti nel tempo – NV05 Asse 1 - rilevato km 0+950

Cedimento Totale	69.20	[mm]
Cedimento immediato	17.20	[mm]
Cedimento di consolidazione	52.00	[mm]
Ceff. di consolidazione - Cv	4.00E-08	[m <sup>2</sup> /s]
Percorso di filtrazione - H	30	[m]
Consolidazione secondaria - C <sub>α</sub>	2.00E-03	
Altezza per la cons. sec. - H0	30	[m]
Anno iniziale	0.5	
Anno finale	200	
Cedimento ammissibile	50	[mm]
Calcolo del cedimento a 6 mesi		
Tv	7.01E-04	
Um	2.99E-02	< 0.95
Cedimento	18.75	[mm]
Calcolo del cedimento a 200 anni		
Tv	2.81E-01	
Um	5.92E-01	< 0.95
Cedimento	47.98	[mm]
<b>Cedimento da 6 mesi al 200° anno</b>	<b>29.22</b>	<b>[mm] OK</b>



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA  
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo dei cedimenti dei rilevati stradali  
da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 006	A	24 di 37

## 5 PIANO DI POSA

Sulla base dei risultati delle indagini eseguite, sono stati definiti gli spessori di bonifica per il piano di posa di rilevati sulla base dei risultati delle indagini in sito eseguite. Lungo il tracciato in esame, le indagini eseguite hanno intercettato spessore di coltre vegetale da 0.2 a 0.50 m.

Nella seguente tabella si riassumono gli spessori di scotico+bonifica previsti per i rilevati stradali lungo lo sviluppo del tracciato.

Opere	SCOTICO [m]	BONIFICA [m]
rilevati	0.50	-



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo dei cedimenti dei rilevati stradali  
 da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 006	A	25 di 37

## 6 APPENDICE A. ANALISI DEI CEDIMENTI. TABULATI DI CALCOLO CED

### 6.1 NV05 Asse 1 sezione km 0+450 – cedimenti totali

\*\*\* CED \*\*\*  
 Programma per l'analisi dei cedimenti  
 per aree di carico di rigidezza nulla

(C) G.Guiducci - aprile 1999

pag./ 1

PA-CA Lotto 5A  
 Rilevato illimitato - cedimento totale H3.7viabilità

Coefficiente di Frolich = 4  
 S'z a quota piano di posa = .0 kPa  
 Profondita' falda = .0 m  
 Coefficiente di Poisson = .30

Caratteristiche stratigrafiche e meccaniche

n.	Z in m	Z fin m	E in kPa	E fin kPa	G nat kN/m3	G eff kN/m3	N dv
1	.0	10.0	10000.	15000.	19.0	9.0	20
2	10.0	20.0	30000.	50000.	21.0	11.0	20
3	20.0	30.0	60000.	60000.	21.0	11.0	10
4	30.0	100.0	80000.	80000.	21.0	11.0	20

S'z = tensione verticale efficace litostatica  
 Z in = profondita' inizio strato  
 Z fin = profondita' fine strato  
 E in = modulo elastico inizio strato  
 E fin = modulo elastico fine strato  
 G nat = peso di volume naturale  
 G eff = peso di volume efficace  
 N dv = numero suddivisioni dello strato

Dati riguardanti il rilevato (Y - asse longitudinale)

Altezza complessiva = 3.7 m  
 Larghezza sommita' = 16.5 m  
 Pendenza scarpate = .667 (vert/orizz)  
 Peso di volume = 20.0 kN/m3  
 Sovraccarico in sommita' = .0 kPa

Caratteristiche delle aree di carico equivalenti al rilevato

N.	Press. kPa	X c m	Y c m	X lato m	Y lato m	Carico MN
1	14.8	.00	.00	26.49	881.89	345.681
2	14.8	.00	.00	24.27	881.89	316.720
3	14.8	.00	.00	22.05	881.89	287.759
4	14.8	.00	.00	19.83	881.89	258.799
5	14.8	.00	.00	17.61	881.89	229.838

Carico totale = 1438.797 MN



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo dei cedimenti dei rilevati stradali  
 da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 006	A	26 di 37

pag. / 3

PA-CA Lotto 5A  
 Rilevato illimitato - cedimento totale H3.7viabilità

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = .00 m Y = .00 m

Incrementi di tensioni dovuti ai carichi

Prof. m	D S'z kPa	D S'x kPa	D S'y kPa	.10 S'z	E medio
.3	74.0	37.0	37.0	.2	10125.
.8	74.0	36.7	36.9	.7	10375.
1.3	74.0	36.3	36.7	1.1	10625.
1.8	74.0	35.6	36.5	1.6	10875.
2.3	73.9	34.7	36.2	2.0	11125.
2.8	73.9	33.6	35.8	2.5	11375.
3.3	73.8	32.4	35.4	2.9	11625.
3.8	73.6	31.1	34.9	3.4	11875.
4.3	73.4	29.8	34.4	3.8	12125.
4.8	73.2	28.4	33.8	4.3	12375.
5.3	72.8	26.9	33.2	4.7	12625.
5.8	72.4	25.5	32.6	5.2	12875.
6.3	72.0	24.0	32.0	5.6	13125.
6.8	71.4	22.6	31.4	6.1	13375.
7.3	70.8	21.3	30.7	6.5	13625.
7.8	70.2	20.0	30.1	7.0	13875.
8.3	69.5	18.7	29.4	7.4	14125.
8.8	68.7	17.6	28.8	7.9	14375.
9.3	68.0	16.4	28.1	8.3	14625.
9.8	67.1	15.4	27.5	8.8	14875.
10.3	66.3	14.4	26.9	9.3	30500.
10.8	65.4	13.5	26.3	9.8	31500.
11.3	64.5	12.6	25.7	10.4	32500.
11.8	63.6	11.8	25.1	10.9	33500.
12.3	62.7	11.0	24.6	11.5	34500.
12.8	61.7	10.3	24.0	12.0	35500.
13.3	60.8	9.7	23.5	12.6	36500.
13.8	59.9	9.1	23.0	13.1	37500.
14.3	58.9	8.5	22.5	13.7	38500.
14.8	58.0	8.0	22.0	14.2	39500.
15.3	57.1	7.5	21.5	14.8	40500.
15.8	56.2	7.0	21.1	15.3	41500.
16.3	55.3	6.6	20.6	15.9	42500.
16.8	54.4	6.2	20.2	16.4	43500.
17.3	53.6	5.8	19.8	17.0	44500.
17.8	52.7	5.5	19.4	17.5	45500.
18.3	51.9	5.2	19.0	18.1	46500.
18.8	51.0	4.9	18.6	18.6	47500.
19.3	50.2	4.6	18.3	19.2	48500.
19.8	49.4	4.4	17.9	19.7	49500.
20.5	48.3	4.0	17.4	20.6	60000.
21.5	46.8	3.6	16.8	21.6	60000.
22.5	45.4	3.2	16.2	22.8	60000.
23.5	44.0	2.9	15.6	23.9	60000.
24.5	42.7	2.6	15.1	25.0	60000.
25.5	41.5	2.4	14.6	26.1	60000.
26.5	40.3	2.2	14.2	27.1	60000.
27.5	39.2	2.0	13.7	28.3	60000.
28.5	38.1	1.8	13.3	29.4	60000.
29.5	37.1	1.6	12.9	30.5	60000.
31.8	34.9	1.4	12.1	32.9	80000.

D S'z,x,y = incrementi di tensione indotti dai carichi  
 S'z = tensione verticale efficace litostatica



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo dei cedimenti dei rilevati stradali  
 da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 006	A	27 di 37

pag. / 4

PA-CA Lotto 5A  
 Rilevato illimitato - cedimento totale H3.7viabilità

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = .00 m Y = .00 m

Cedimenti totali

Cedimenti parziali

Prof. m	Cedimento mm	da m	a m	D cedim. mm
.0	63.7			
.5	61.2	.0	.5	2.6
1.0	58.7	.5	1.0	2.5
1.5	56.2	1.0	1.5	2.5
2.0	53.8	1.5	2.0	2.4
2.5	51.4	2.0	2.5	2.4
3.0	49.1	2.5	3.0	2.3
3.5	46.8	3.0	3.5	2.3
4.0	44.5	3.5	4.0	2.3
4.5	42.3	4.0	4.5	2.2
5.0	40.1	4.5	5.0	2.2
5.5	37.9	5.0	5.5	2.2
6.0	35.8	5.5	6.0	2.1
6.5	33.7	6.0	6.5	2.1
7.0	31.6	6.5	7.0	2.1
7.5	29.6	7.0	7.5	2.0
8.0	27.6	7.5	8.0	2.0
8.5	25.7	8.0	8.5	1.9
9.0	23.8	8.5	9.0	1.9
9.5	21.9	9.0	9.5	1.9
10.0	20.1	9.5	10.0	1.8
10.5	19.2	10.0	10.5	.9
11.0	18.3	10.5	11.0	.8
11.5	17.5	11.0	11.5	.8
12.0	16.7	11.5	12.0	.8
12.5	16.0	12.0	12.5	.8
13.0	15.3	12.5	13.0	.7
13.5	14.6	13.0	13.5	.7
14.0	13.9	13.5	14.0	.7
14.5	13.2	14.0	14.5	.6
15.0	12.6	14.5	15.0	.6
15.5	12.0	15.0	15.5	.6
16.0	11.4	15.5	16.0	.6
16.5	10.9	16.0	16.5	.6
17.0	10.4	16.5	17.0	.5
17.5	9.8	17.0	17.5	.5
18.0	9.3	17.5	18.0	.5
18.5	8.9	18.0	18.5	.5
19.0	8.4	18.5	19.0	.5
19.5	8.0	19.0	19.5	.4
20.0	7.5	19.5	20.0	.4
21.0	6.8	20.0	21.0	.7
22.0	6.2	21.0	22.0	.7
23.0	5.5	22.0	23.0	.7
24.0	4.9	23.0	24.0	.6
25.0	4.2	24.0	25.0	.6
26.0	3.6	25.0	26.0	.6
27.0	3.0	26.0	27.0	.6
28.0	2.5	27.0	28.0	.6
29.0	1.9	28.0	29.0	.6
30.0	1.4	29.0	30.0	.5
33.5	.0	30.0	33.5	1.4

Cedimento totale = 63.7 mm



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo dei cedimenti dei rilevati stradali  
 da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 006	A	28 di 37

## 6.2 NV05 Asse 1 sezione km 0+450 – cedimenti immediati

\*\*\* CED \*\*\*  
 Programma per l'analisi dei cedimenti  
 per aree di carico di rigidezza nulla

(C) G.Guiducci - aprile 1999

pag./ 1

PA-CA Lotto 5A  
 Rilevato illimitato - cedimento immediato H3.7mViabilità

Coefficiente di Frolich = 3  
 S'z a quota piano di posa = .0 kPa  
 Profondita' falda = .0 m  
 Coefficiente di Poisson = .50

Caratteristiche stratigrafiche e meccaniche

n.	Z in m	Z fin m	E in kPa	E fin kPa	G nat kN/m3	G eff kN/m3	N dv
1	.0	10.0	34000.	34000.	19.0	9.0	20
2	10.0	20.0	58500.	58500.	21.0	11.0	20
3	20.0	30.0	90000.	90000.	21.0	11.0	10
4	30.0	100.0	112500.	112500.	21.0	11.0	20

S'z = tensione verticale efficace litostatica  
 Z in = profondita' inizio strato  
 Z fin = profondita' fine strato  
 E in = modulo elastico inizio strato  
 E fin = modulo elastico fine strato  
 G nat = peso di volume naturale  
 G eff = peso di volume efficace  
 N dv = numero suddivisioni dello strato

Dati riguardanti il rilevato (Y - asse longitudinale)

Altezza complessiva = 3.7 m  
 Larghezza sommita' = 16.5 m  
 Pendenza scarpate = .667 (vert/orizz)  
 Peso di volume = 20.0 kN/m3  
 Sovraccarico in sommita' = .0 kPa

Caratteristiche delle aree di carico equivalenti al rilevato

N.	Press. kPa	X c m	Y c m	X lato m	Y lato m	Carico MN
1	14.8	.00	.00	26.49	881.89	345.681
2	14.8	.00	.00	24.27	881.89	316.720
3	14.8	.00	.00	22.05	881.89	287.759
4	14.8	.00	.00	19.83	881.89	258.799
5	14.8	.00	.00	17.61	881.89	229.838

Carico totale = 1438.797 MN



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo dei cedimenti dei rilevati stradali  
 da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 006	A	29 di 37

pag. / 3

PA-CA Lotto 5A  
 Rilevato illimitato - cedimento immediato H3.7mViabilità

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = .00 m Y = .00 m

Incrementi di tensioni dovuti ai carichi

Prof. m	D S'z kPa	D S'x kPa	D S'y kPa	.10 S'z	E medio
.3	74.0	71.8	72.9	.2	34000.
.8	74.0	67.5	70.7	.7	34000.
1.3	73.9	63.2	68.6	1.1	34000.
1.8	73.9	59.0	66.4	1.6	34000.
2.3	73.7	54.9	64.3	2.0	34000.
2.8	73.5	51.0	62.3	2.5	34000.
3.3	73.2	47.3	60.2	2.9	34000.
3.8	72.8	43.8	58.3	3.4	34000.
4.3	72.3	40.4	56.4	3.8	34000.
4.8	71.8	37.3	54.5	4.3	34000.
5.3	71.1	34.4	52.7	4.7	34000.
5.8	70.4	31.7	51.0	5.2	34000.
6.3	69.6	29.2	49.4	5.6	34000.
6.8	68.7	26.9	47.8	6.1	34000.
7.3	67.8	24.7	46.3	6.5	34000.
7.8	66.9	22.8	44.8	7.0	34000.
8.3	65.9	21.0	43.4	7.4	34000.
8.8	64.9	19.3	42.1	7.9	34000.
9.3	63.8	17.8	40.8	8.3	34000.
9.8	62.8	16.4	39.6	8.8	34000.
10.3	61.7	15.2	38.4	9.3	58500.
10.8	60.7	14.0	37.3	9.8	58500.
11.3	59.6	13.0	36.2	10.4	58500.
11.8	58.5	12.0	35.2	10.9	58500.
12.3	57.5	11.1	34.3	11.5	58500.
12.8	56.4	10.3	33.3	12.0	58500.
13.3	55.4	9.6	32.4	12.6	58500.
13.8	54.4	8.9	31.6	13.1	58500.
14.3	53.4	8.3	30.8	13.7	58500.
14.8	52.4	7.7	30.0	14.2	58500.
15.3	51.4	7.2	29.3	14.8	58500.
15.8	50.5	6.7	28.6	15.3	58500.
16.3	49.6	6.3	27.9	15.9	58500.
16.8	48.7	5.9	27.2	16.4	58500.
17.3	47.8	5.5	26.6	17.0	58500.
17.8	47.0	5.2	26.0	17.5	58500.
18.3	46.1	4.9	25.4	18.1	58500.
18.8	45.3	4.6	24.9	18.6	58500.
19.3	44.5	4.3	24.3	19.2	58500.
19.8	43.7	4.0	23.8	19.7	58500.
20.5	42.6	3.7	23.1	20.6	90000.
21.5	41.2	3.3	22.2	21.6	90000.
22.5	39.8	2.9	21.3	22.8	90000.
23.5	38.6	2.6	20.5	23.9	90000.
24.5	37.3	2.4	19.8	25.0	90000.
25.5	36.2	2.1	19.1	26.1	90000.
26.5	35.1	1.9	18.4	27.1	90000.
27.5	34.1	1.8	17.8	28.3	90000.
28.5	33.1	1.6	17.2	29.4	90000.
29.5	32.2	1.5	16.7	30.5	90000.

D S'z,x,y = incrementi di tensione indotti dai carichi  
 S'z = tensione verticale efficace litostatica



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo dei cedimenti dei rilevati stradali  
 da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 006	A	30 di 37

pag. / 4

PA-CA Lotto 5A  
 Rilevato illimitato - cedimento immediato H3.7mViabilità

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = .00 m Y = .00 m

Cedimenti totali

Cedimenti parziali

Prof. m	Cedimento mm	da m	a m	D cedim. mm
.0	15.4			
.5	15.4	.0	.5	.0
1.0	15.3	.5	1.0	.1
1.5	15.2	1.0	1.5	.1
2.0	15.1	1.5	2.0	.2
2.5	14.8	2.0	2.5	.2
3.0	14.6	2.5	3.0	.2
3.5	14.3	3.0	3.5	.3
4.0	14.0	3.5	4.0	.3
4.5	13.6	4.0	4.5	.4
5.0	13.3	4.5	5.0	.4
5.5	12.9	5.0	5.5	.4
6.0	12.4	5.5	6.0	.4
6.5	12.0	6.0	6.5	.4
7.0	11.5	6.5	7.0	.5
7.5	11.0	7.0	7.5	.5
8.0	10.6	7.5	8.0	.5
8.5	10.1	8.0	8.5	.5
9.0	9.6	8.5	9.0	.5
9.5	9.0	9.0	9.5	.5
10.0	8.5	9.5	10.0	.5
10.5	8.2	10.0	10.5	.3
11.0	7.9	10.5	11.0	.3
11.5	7.6	11.0	11.5	.3
12.0	7.3	11.5	12.0	.3
12.5	7.0	12.0	12.5	.3
13.0	6.7	12.5	13.0	.3
13.5	6.5	13.0	13.5	.3
14.0	6.2	13.5	14.0	.3
14.5	5.9	14.0	14.5	.3
15.0	5.6	14.5	15.0	.3
15.5	5.3	15.0	15.5	.3
16.0	5.0	15.5	16.0	.3
16.5	4.7	16.0	16.5	.3
17.0	4.5	16.5	17.0	.3
17.5	4.2	17.0	17.5	.3
18.0	3.9	17.5	18.0	.3
18.5	3.7	18.0	18.5	.3
19.0	3.4	18.5	19.0	.3
19.5	3.1	19.0	19.5	.3
20.0	2.9	19.5	20.0	.3
21.0	2.6	20.0	21.0	.3
22.0	2.3	21.0	22.0	.3
23.0	1.9	22.0	23.0	.3
24.0	1.6	23.0	24.0	.3
25.0	1.4	24.0	25.0	.3
26.0	1.1	25.0	26.0	.3
27.0	.8	26.0	27.0	.3
28.0	.5	27.0	28.0	.3
29.0	.3	28.0	29.0	.3
30.0	.0	29.0	30.0	.3

Cedimento totale = 15.4 mm



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo dei cedimenti dei rilevati stradali  
 da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 006	A	31 di 37

### 6.3 NV05 Asse 1 sezione km 0+950 – cedimenti totali

\*\*\* CED \*\*\*  
 Programma per l'analisi dei cedimenti  
 per aree di carico di rigidità nulla

(C) G.Guiducci - aprile 1999

pag./ 1

PA-CA Lotto 5A  
 Rilevato illimitato - cedimento totale H4m Viabilità

Coefficiente di Frolich = 4  
 S'z a quota piano di posa = .0 kPa  
 Profondità falda = .0 m  
 Coefficiente di Poisson = .30

Caratteristiche stratigrafiche e meccaniche

n.	Z in m	Z fin m	E in kPa	E fin kPa	G nat kN/m3	G eff kN/m3	N dv
1	.0	10.0	10000.	15000.	19.0	9.0	20
2	10.0	20.0	30000.	50000.	21.0	11.0	20
3	20.0	30.0	60000.	60000.	21.0	11.0	10
4	30.0	100.0	80000.	80000.	21.0	11.0	20

S'z = tensione verticale efficace litostatica  
 Z in = profondità inizio strato  
 Z fin = profondità fine strato  
 E in = modulo elastico inizio strato  
 E fin = modulo elastico fine strato  
 G nat = peso di volume naturale  
 G eff = peso di volume efficace  
 N dv = numero suddivisioni dello strato

Dati riguardanti il rilevato (Y - asse longitudinale)

Altezza complessiva = 4.4 m  
 Larghezza sommità = 8.8 m  
 Pendenza scarpate = .667 (vert/orizz)  
 Peso di volume = 20.0 kN/m3  
 Sovraccarico in sommità = .0 kPa

Caratteristiche delle aree di carico equivalenti al rilevato

N.	Press. kPa	X c m	Y c m	X lato m	Y lato m	Carico MN
1	17.6	.00	.00	20.67	615.87	224.092
2	17.6	.00	.00	18.04	615.87	195.491
3	17.6	.00	.00	15.40	615.87	166.889
4	17.6	.00	.00	12.76	615.87	138.288
5	17.6	.00	.00	10.12	615.87	109.686

Carico totale = 834.446 MN



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo dei cedimenti dei rilevati stradali  
 da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 006	A	32 di 37

pag. / 3

PA-CA Lotto 5A  
 Rilevato illimitato - cedimento totale H4m Viabilità

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = .00 m Y = .00 m

Incrementi di tensioni dovuti ai carichi

Prof. m	D S'z kPa	D S'x kPa	D S'y kPa	.10 S'z	E medio
.3	88.0	43.9	44.0	.2	10125.
.8	88.0	43.3	43.7	.7	10375.
1.3	88.0	42.0	43.3	1.1	10625.
1.8	87.9	40.2	42.7	1.6	10875.
2.3	87.6	38.1	41.9	2.0	11125.
2.8	87.3	35.8	41.0	2.5	11375.
3.3	86.8	33.3	40.0	2.9	11625.
3.8	86.1	30.8	39.0	3.4	11875.
4.3	85.2	28.4	37.9	3.8	12125.
4.8	84.2	26.1	36.7	4.3	12375.
5.3	83.0	23.9	35.6	4.7	12625.
5.8	81.7	21.8	34.5	5.2	12875.
6.3	80.3	19.9	33.4	5.6	13125.
6.8	78.9	18.2	32.4	6.1	13375.
7.3	77.4	16.6	31.3	6.5	13625.
7.8	75.8	15.1	30.3	7.0	13875.
8.3	74.3	13.8	29.4	7.4	14125.
8.8	72.7	12.6	28.4	7.9	14375.
9.3	71.1	11.5	27.5	8.3	14625.
9.8	69.6	10.5	26.7	8.8	14875.
10.3	68.0	9.7	25.9	9.3	30500.
10.8	66.5	8.9	25.1	9.8	31500.
11.3	65.0	8.1	24.4	10.4	32500.
11.8	63.5	7.5	23.7	10.9	33500.
12.3	62.1	6.9	23.0	11.5	34500.
12.8	60.7	6.3	22.4	12.0	35500.
13.3	59.4	5.8	21.7	12.6	36500.
13.8	58.1	5.4	21.2	13.1	37500.
14.3	56.8	5.0	20.6	13.7	38500.
14.8	55.5	4.6	20.1	14.2	39500.
15.3	54.3	4.3	19.5	14.8	40500.
15.8	53.2	4.0	19.1	15.3	41500.
16.3	52.1	3.7	18.6	15.9	42500.
16.8	51.0	3.5	18.1	16.4	43500.
17.3	49.9	3.2	17.7	17.0	44500.
17.8	48.9	3.0	17.3	17.5	45500.
18.3	47.9	2.8	16.9	18.1	46500.
18.8	47.0	2.6	16.5	18.6	47500.
19.3	46.0	2.5	16.2	19.2	48500.
19.8	45.1	2.3	15.8	19.7	49500.
20.5	43.9	2.1	15.3	20.6	60000.
21.5	42.2	1.9	14.7	21.6	60000.
22.5	40.7	1.7	14.1	22.8	60000.
23.5	39.3	1.5	13.6	23.9	60000.
24.5	38.0	1.3	13.1	25.0	60000.
25.5	36.7	1.2	12.6	26.1	60000.
26.5	35.5	1.1	12.2	27.1	60000.
27.5	34.4	1.0	11.8	28.3	60000.
28.5	33.3	.9	11.4	29.4	60000.
29.5	32.4	.8	11.0	30.5	60000.

D S'z,x,y = incrementi di tensione indotti dai carichi  
 S'z = tensione verticale efficace litostatica



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo dei cedimenti dei rilevati stradali  
 da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 006	A	33 di 37

pag. / 4

PA-CA Lotto 5A  
 Rilevato illimitato - cedimento totale H4m Viabilità

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = .00 m Y = .00 m

Cedimenti totali

Cedimenti parziali

Prof. m	Cedimento mm	da m	a m	D cedim. mm
.0	69.2			
.5	66.1	.0	.5	3.0
1.0	63.1	.5	1.0	3.0
1.5	60.2	1.0	1.5	2.9
2.0	57.3	1.5	2.0	2.9
2.5	54.5	2.0	2.5	2.9
3.0	51.6	2.5	3.0	2.8
3.5	48.8	3.0	3.5	2.8
4.0	46.1	3.5	4.0	2.7
4.5	43.4	4.0	4.5	2.7
5.0	40.8	4.5	5.0	2.6
5.5	38.2	5.0	5.5	2.6
6.0	35.7	5.5	6.0	2.5
6.5	33.2	6.0	6.5	2.5
7.0	30.8	6.5	7.0	2.4
7.5	28.5	7.0	7.5	2.3
8.0	26.3	7.5	8.0	2.2
8.5	24.1	8.0	8.5	2.2
9.0	22.0	8.5	9.0	2.1
9.5	20.0	9.0	9.5	2.0
10.0	18.0	9.5	10.0	2.0
10.5	17.1	10.0	10.5	.9
11.0	16.2	10.5	11.0	.9
11.5	15.3	11.0	11.5	.9
12.0	14.5	11.5	12.0	.8
12.5	13.8	12.0	12.5	.8
13.0	13.0	12.5	13.0	.7
13.5	12.3	13.0	13.5	.7
14.0	11.7	13.5	14.0	.7
14.5	11.0	14.0	14.5	.6
15.0	10.4	14.5	15.0	.6
15.5	9.8	15.0	15.5	.6
16.0	9.3	15.5	16.0	.6
16.5	8.7	16.0	16.5	.5
17.0	8.2	16.5	17.0	.5
17.5	7.7	17.0	17.5	.5
18.0	7.3	17.5	18.0	.5
18.5	6.8	18.0	18.5	.5
19.0	6.4	18.5	19.0	.4
19.5	6.0	19.0	19.5	.4
20.0	5.6	19.5	20.0	.4
21.0	4.9	20.0	21.0	.6
22.0	4.3	21.0	22.0	.6
23.0	3.7	22.0	23.0	.6
24.0	3.1	23.0	24.0	.6
25.0	2.6	24.0	25.0	.6
26.0	2.0	25.0	26.0	.5
27.0	1.5	26.0	27.0	.5
28.0	1.0	27.0	28.0	.5
29.0	.5	28.0	29.0	.5
30.0	.0	29.0	30.0	.5

Cedimento totale = 69.2 mm



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo dei cedimenti dei rilevati stradali  
 da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 006	A	34 di 37

## 6.4 NV05 Asse 1 sezione km 0+950 – cedimenti immediati

\*\*\* CED \*\*\*  
 Programma per l'analisi dei cedimenti  
 per aree di carico di rigidezza nulla

(C) G.Guiducci - aprile 1999

pag./ 1

PA-CA Lotto 5A  
 Rilevato illimitato - cedimento immediato H4m Viabilità

Coefficiente di Frolich = 3  
 S'z a quota piano di posa = .0 kPa  
 Profondita' falda = .0 m  
 Coefficiente di Poisson = .50

Caratteristiche stratigrafiche e meccaniche

n.	Z in m	Z fin m	E in kPa	E fin kPa	G nat kN/m3	G eff kN/m3	N dv
1	.0	10.0	34000.	34000.	19.0	9.0	20
2	10.0	20.0	58500.	58500.	21.0	11.0	20
3	20.0	30.0	90000.	90000.	21.0	11.0	10
4	30.0	100.0	112500.	112500.	21.0	11.0	20

S'z = tensione verticale efficace litostatica  
 Z in = profondita' inizio strato  
 Z fin = profondita' fine strato  
 E in = modulo elastico inizio strato  
 E fin = modulo elastico fine strato  
 G nat = peso di volume naturale  
 G eff = peso di volume efficace  
 N dv = numero suddivisioni dello strato

Dati riguardanti il rilevato (Y - asse longitudinale)

Altezza complessiva = 4.4 m  
 Larghezza sommita' = 8.8 m  
 Pendenza scarpate = .667 (vert/orizz)  
 Peso di volume = 20.0 kN/m3  
 Sovraccarico in sommita' = .0 kPa



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA  
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo dei cedimenti dei rilevati stradali  
da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>RS3E</b>	50	D 29 RH	GE0005 006	A	35 di 37

pag. / 2

PA-CA Lotto 5A  
Rilevato illimitato - cedimento immediato H4m Viabilità

Caratteristiche delle aree di carico equivalenti al rilevato

N.	Press. kPa	X c m	Y c m	X lato m	Y lato m	Carico MN
1	17.6	.00	.00	20.67	615.87	224.092
2	17.6	.00	.00	18.04	615.87	195.491
3	17.6	.00	.00	15.40	615.87	166.889
4	17.6	.00	.00	12.76	615.87	138.288
5	17.6	.00	.00	10.12	615.87	109.686
Carico totale =						834.446 MN



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo dei cedimenti dei rilevati stradali  
 da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 006	A	36 di 37

pag. / 3

PA-CA Lotto 5A  
 Rilevato illimitato - cedimento immediato H4m Viabilità

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = .00 m Y = .00 m

Incrementi di tensioni dovuti ai carichi

Prof. m	D S'z kPa	D S'x kPa	D S'y kPa	.10 S'z	E medio
.3	88.0	84.1	86.1	.2	34000.
.8	88.0	76.5	82.2	.7	34000.
1.3	87.8	69.1	78.4	1.1	34000.
1.8	87.4	62.1	74.7	1.6	34000.
2.3	86.8	55.5	71.2	2.0	34000.
2.8	86.0	49.6	67.8	2.5	34000.
3.3	85.0	44.1	64.5	2.9	34000.
3.8	83.7	39.3	61.5	3.4	34000.
4.3	82.3	34.9	58.6	3.8	34000.
4.8	80.8	31.1	55.9	4.3	34000.
5.3	79.1	27.7	53.4	4.7	34000.
5.8	77.4	24.7	51.0	5.2	34000.
6.3	75.6	22.0	48.8	5.6	34000.
6.8	73.8	19.7	46.7	6.1	34000.
7.3	72.0	17.7	44.8	6.5	34000.
7.8	70.1	15.9	42.9	7.0	34000.
8.3	68.3	14.3	41.2	7.4	34000.
8.8	66.6	12.8	39.7	7.9	34000.
9.3	64.9	11.6	38.2	8.3	34000.
9.8	63.2	10.5	36.8	8.8	34000.
10.3	61.5	9.5	35.5	9.3	58500.
10.8	59.9	8.6	34.2	9.8	58500.
11.3	58.4	7.9	33.1	10.4	58500.
11.8	56.9	7.2	32.0	10.9	58500.
12.3	55.5	6.6	30.9	11.5	58500.
12.8	54.1	6.0	30.0	12.0	58500.
13.3	52.8	5.5	29.0	12.6	58500.
13.8	51.5	5.1	28.2	13.1	58500.
14.3	50.2	4.7	27.3	13.7	58500.
14.8	49.0	4.3	26.6	14.2	58500.
15.3	47.9	4.0	25.8	14.8	58500.
15.8	46.8	3.7	25.1	15.3	58500.
16.3	45.7	3.4	24.4	15.9	58500.
16.8	44.7	3.2	23.8	16.4	58500.
17.3	43.7	2.9	23.2	17.0	58500.
17.8	42.7	2.7	22.6	17.5	58500.
18.3	41.8	2.5	22.1	18.1	58500.
18.8	40.9	2.4	21.5	18.6	58500.
19.3	40.1	2.2	21.0	19.2	58500.
19.8	39.3	2.1	20.5	19.7	58500.
20.5	38.1	1.9	19.9	20.6	90000.
21.5	36.6	1.7	19.0	21.6	90000.
22.5	35.3	1.5	18.2	22.8	90000.
23.5	34.0	1.3	17.5	23.9	90000.
24.5	32.8	1.2	16.8	25.0	90000.
25.5	31.6	1.1	16.2	26.1	90000.
26.5	30.6	.9	15.6	27.1	90000.
27.5	29.6	.9	15.0	28.3	90000.

D S'z,x,y = incrementi di tensione indotti dai carichi  
 S'z = tensione verticale efficace litostatica



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA  
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo dei cedimenti dei rilevati stradali  
 da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 006	A	37 di 37

pag. / 4

PA-CA Lotto 5A  
 Rilevato illimitato - cedimento immediato H4m Viabilità

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = .00 m Y = .00 m

Cedimenti totali

Cedimenti parziali

Prof. m	Cedimento mm	da m	a m	D cedim. mm
.0	17.2			
.5	17.1	.0	.5	.0
1.0	17.0	.5	1.0	.1
1.5	16.8	1.0	1.5	.2
2.0	16.5	1.5	2.0	.3
2.5	16.2	2.0	2.5	.3
3.0	15.8	2.5	3.0	.4
3.5	15.3	3.0	3.5	.5
4.0	14.8	3.5	4.0	.5
4.5	14.3	4.0	4.5	.5
5.0	13.8	4.5	5.0	.5
5.5	13.2	5.0	5.5	.6
6.0	12.6	5.5	6.0	.6
6.5	12.0	6.0	6.5	.6
7.0	11.4	6.5	7.0	.6
7.5	10.8	7.0	7.5	.6
8.0	10.2	7.5	8.0	.6
8.5	9.6	8.0	8.5	.6
9.0	9.0	8.5	9.0	.6
9.5	8.4	9.0	9.5	.6
10.0	7.9	9.5	10.0	.6
10.5	7.5	10.0	10.5	.3
11.0	7.2	10.5	11.0	.3
11.5	6.9	11.0	11.5	.3
12.0	6.6	11.5	12.0	.3
12.5	6.2	12.0	12.5	.3
13.0	5.9	12.5	13.0	.3
13.5	5.6	13.0	13.5	.3
14.0	5.3	13.5	14.0	.3
14.5	5.0	14.0	14.5	.3
15.0	4.8	14.5	15.0	.3
15.5	4.5	15.0	15.5	.3
16.0	4.2	15.5	16.0	.3
16.5	3.9	16.0	16.5	.3
17.0	3.7	16.5	17.0	.3
17.5	3.4	17.0	17.5	.3
18.0	3.1	17.5	18.0	.3
18.5	2.9	18.0	18.5	.3
19.0	2.6	18.5	19.0	.2
19.5	2.4	19.0	19.5	.2
20.0	2.2	19.5	20.0	.2
21.0	1.9	20.0	21.0	.3
22.0	1.6	21.0	22.0	.3
23.0	1.3	22.0	23.0	.3
24.0	1.0	23.0	24.0	.3
25.0	.7	24.0	25.0	.3
26.0	.5	25.0	26.0	.3
27.0	.2	26.0	27.0	.2
28.0	.0	27.0	28.0	.2

Cedimento totale = 17.2 mm