



DIREZIONE CENTRALE PROGRAMMAZIONE PROGETTAZIONE

PA 12/09

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO - NORD EUROPA

ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001

Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PROGETTO ESECUTIVO

Contraente Generale:



GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA
RELAZIONI GEOLOGICHE

Relazione tecnica conclusiva delle indagini geognostiche integrative
DI 1° FASE

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12_09 - E 0 0 0 G E 2 0 8 G I 0 1 Z R D 0 0 3 A

Scala: -

Table with 7 columns: F, E, D, C, B, A, REV. and 7 rows of data including EMISSIONE, DESCRIZIONE, REDATTO, VERIFICATO, APPROVATO, AUTORIZZATO.

Responsabile del procedimento: Ing. MAURIZIO ARAMINI

Il Progettista:



Il Consulente Specialista:



Il Geologo:



Il Coordinatore per la sicurezza in fase di progetto:



Il Direttore dei lavori:



INDICE

1. PREMESSA	4
2. FASE PROPEDEUTICA	5
2.1 STUDI PRELIMINARI	5
2.2 ATTIVITÀ DI CAMPAGNA	6
2.3 INDAGINI PREGRESSE	6
3. INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE IN SITU ESEGUITE	16
3.2 ESECUZIONE DELLE INDAGINI	19
3.2.1 Sondaggi geognostici	20
3.2.2 Condizionamento dei fori di sondaggio	24
3.2.2 Prove pressiometriche	27
3.2.2 Prove penetrometriche dinamiche DPSH	27
3.2.3 Indagini sismiche	31
3.3 INDAGINI GEOELETTRICHE	32
3.4 NOMENCLATURA DEI PUNTI DI INDAGINE	35
4. PROVE DI LABORATORIO ESEGUITE	37
4.1 PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO	37
4.2 PROVE CHIMICHE DI LABORATORIO	48

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 2 di 49

ALLEGATI

- Allegato 1. 000GE209GT03ZSG002A - Rapporto di prova delle indagini geognostiche - Prove in situ;
- Allegato 2. 000GE209GT03ZIG010A - Rapporto di prova delle indagini geognostiche - Prove geofisiche;
- Allegato 3. 000GE209GT03ZSG005A - Rapporti di prova delle determinazioni di laboratorio – TOMO 1;
000GE209GT03ZSG006A - Rapporti di prova delle determinazioni di laboratorio – TOMO 2
000GE209GT03ZSG007A - Rapporti di prova delle determinazioni di laboratorio – TOMO 3
- Allegato 4. 000GE209GT03ZP6001B - Planimetria con ubicazione delle indagini;

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 3 di 49

1. PREMESSA

La presente relazione sintetizza le attività di indagine geognostiche dirette ed indirette svolte nell'ambito della progettazione esecutiva relativa all'ammodernamento alla Cat. B del D.M. 5/11/2001 della SS640 "di Porto Empedocle" dal Km 44+00 allo Svincolo con la A/19.

In particolare le attività oggetto della presente relazione sono state eseguite in ottemperanza a quanto previsto dal par. 1.3 "Indagini geotecniche" dell'Allegato NG 15 al Capitolato Speciale d'Appalto (Norme Generali, ANAS S.p.A.) e relativi allegati 1b "Norme tecniche per l'esecuzione di indagini geotecniche e geofisiche", 1c "Norme tecniche per l'esecuzione di prove di laboratorio".

Preliminarmente e a latere delle indagini eseguite sono state svolte varie attività di supporto al Gruppo di Progettazione, che possono essere così schematizzate:

- ⇒ studi conoscitivi preliminari;
- ⇒ attività propedeutiche di campagna;
- ⇒ costruzione di una banca dati indagini pregresse;
- ⇒ redazione del programma delle indagini geognostiche;

Tralasciando in questa sede l'esposizione delle problematiche geomorfologiche e degli aspetti geologici incontrati, che sono oggetto dei relativi studi specialistici, nei capitoli seguenti, oltre ad esporre brevemente le attività propedeutiche, si procede ad illustrare le varie indagini eseguite, mentre i "rapporti di prova" relativi alle attività di indagine svolte, vengono proposti in allegato alla presente relazione, così distinti:

- Allegato 1. Rapporto di prova delle indagini geognostiche - Prove in situ;
- Allegato 2. Rapporto di prova delle indagini geognostiche - Prove geofisiche;
- Allegato 3. Rapporti di prova delle determinazioni di laboratorio;
- Allegato 4. Planimetria con ubicazione delle indagini.

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 4 di 49

2. FASE PROPEDEUTICA

2.1 STUDI PRELIMINARI

Si è proceduto con l'avvio di una fase propedeutica, in cui è stata effettuata un'analisi critica delle fonti informative esistenti. E' stata, pertanto, svolta un'approfondita ricerca bibliografica presso enti pubblici e privati, con competenza territoriale nella fascia di pertinenza del tracciato stradale, e tale ricerca è stata estesa anche presso la biblioteca Universitaria del Dipartimento di Scienze Geologiche dell'Università di Catania.

Inoltre, sono stati presi in esame ed analizzati i seguenti strumenti di programmazione territoriale, attualmente disponibili sul sito ufficiale dell'Assessorato Territorio e Ambiente e dell'ARPA Sicilia:

- ⇒ Piano Territoriale Paesistico Regionale (1999);
- ⇒ Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I., 2004/2005);
- ⇒ Piano Forestale Regionale (2003);
- ⇒ Relazione sullo stato dell'ambiente in Sicilia (2002-2005).

Sono stati altresì consultati gli elaborati specialistici del Piano Regolatore Comunale di Caltanissetta, entro cui ricade una parte significativa del tracciato.

Punto di partenza è stato lo Studio Geologico del Progetto Definitivo, redatto nel 2007, che è stato analizzato nei suoi vari elaborati, al fine di verificarne la corrispondenza con le nuove informazioni, con la rilevante mole di dati derivanti dai rilevamenti in campo svolti ed in ultimo con la letteratura geologica di più recente pubblicazione (post 2007) consultata per l'occasione. Di particolare valenza, ai fini dell'inquadramento geologico del territorio interessato, può essere considerata la Carta Geologica dell'area di Caltanissetta (Foglio 631 della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000), redatta dall'Università di Catania nell'ambito del Progetto CARG curato dall'Istituto Superiore per la Ricerca Ambientale (ISPRA) del Ministero dell'Ambiente e delle Tutela del Territorio e del Mare. Tale documento è di recentissima pubblicazione (2010) ed attualmente disponibile solo sul sito internet dell'ISPRA (www.apat.gov.it).

Il tutto è stato finalizzato a favorire una prima presa di contatto con le potenziali problematiche con cui ci si sarebbe confrontati e a potere programmare una specifica campagna di indagini geognostiche, nonché ad indirizzare correttamente l'ulteriore svolgimento della prestazione professionale al fine di rendere il più completo possibile il quadro di riferimento progettuale.

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: <i>RELAZIONI GEOLOGICHE</i>	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 5 di 49

2.2 ATTIVITÀ DI CAMPAGNA

L'attività di campagna, è stata avviata contestualmente alla fase precedentemente descritta, e si è compiuta con accurate ricognizioni dei luoghi, nell'ottica di acquisire le peculiarità del tracciato stradale esistente e del territorio circostante.

Nell'ambito dei sopralluoghi preliminari di campagna, si è inoltre proceduto all'esecuzione dei rilievi necessari allo studio della viabilità di accesso ai punti di indagine, nonché alla verifica delle eventuali interferenze dell'attività di cantiere (campagna indagini geognostiche) con l'ambiente superficiale circostante (fossi, attraversamenti di corsi d'acqua, coltivazioni, immobili etc.), o con il sottosuolo (sottoservizi, gasdotti, oleodotti etc.).

I rilievi eseguiti e le relative informazioni acquisite, hanno consentito di ottimizzare l'attività di campagna, potendo predisporre per tempo l'eventuale richiesta di autorizzazione di accesso ai fondi.

2.3 INDAGINI PREGRESSE

L'espletamento di questa attività preliminare, si è inoltre concretizzata nella raccolta e catalogazione di tutte le indagini già realizzate in occasione delle fasi progettuali precedenti, che possono essere così brevemente riassunte e sintetizzate nelle tabelle seguenti:

- Campagna di indagine eseguita nel 1988 - propedeutica alla redazione del progetto preliminare;
- Campagna di indagine eseguita nel 2006/ I FASE (nel periodo Febbraio÷Aprile 2006) - propedeutica alla redazione del progetto definitivo;
- Campagna di indagine eseguita nel 2006/ II FASE (nel periodo Maggio 2006) - propedeutica alla redazione del progetto definitivo;

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: <i>RELAZIONI GEOLOGICHE</i>	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 6 di 49

Tab. 2.0 - Riepilogo indagini

Tipo indagine	Campagna 1988	Campagna 2006 I FASE	Campagna 2006 II FASE
Perforazioni a rotazione	17	32	27
Piezometri	-	9	2
Campioni indisturbati	27	87	71
Prove pressiometriche	-	9	10
Sondaggi sismici superficiali	-	-	24
Sondaggi sismici Down Hole	-	-	2
Inclinometri	-	-	1
Prove di permeabilità Lefranc	-	1	2
Pozzetti esplorativi	-	-	28
Prove di carico su piastra	-	0	14
Prove penetrometriche din.	-	10	28
Prove penetrometriche statiche	-	2	-

In fase di redazione del progetto preliminare del raddoppio di carreggiata dell'intera S.S. 640 è stata eseguita una campagna di indagine (campagna del 1988) direttamente a cura dell'ANAS, sviluppatasi lungo tutto il tracciato esistente della S.S. 640 da Agrigento a Caltanissetta.

In particolare sono stati effettuati **n. 46** sondaggi a carotaggio continuo, di cui **n. 17** ricadenti in corrispondenza delle tratte oggetto del progetto cui fa riferimento il presente studio. Dai sondaggi sono stati prelevati in totale **n. 27** campioni indisturbati sottoposti a specifiche prove di laboratorio.

Tab. 2.1 – Campagna di indagine eseguita nel 1988

Tratta/Sottotratta denominazione progressiva	N°	Sondaggio	Profondità (m)	Campioni		
				N°	Denominazione	Profondità (m)
I/A Grottarossa prog. 0.000÷4.500	1	A39	14,00	1	A39C1r	13,50
	2	A40	25,00	1	A40C1r	3,50
				2	A40C1	21,00 – 21,60
	3	A33	22,00	1	A33C1	21,00 – 21,60
	4	A30	22,00	1	A30C1	12,00 – 12,60
2				A30C2	21,00 – 21,60	
5	A34	19,00	1	A34C1	18,00 – 18,60	
I/B Grotta d'Acqua – Favarella prog. 4.500÷9.500	6	A9	25,00	1	A9C1r	4,00
				2	A9C1	6,00 – 6,60
				3	A9C2	24,00 – 24,60
	7	A11	22,00	1	A11C1	13,00 – 13,60
				2	A11C2	21,00 – 21,60
	8	A14	11,00	1	A14C1	6,00 – 6,60
2				A14C1r	11,00	

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc		Pagina 7 di 49

PROGETTO ESECUTIVO

Tratta/Sottotratta denominazione progressiva	N°	Sondaggio	Profondità (m)	Campioni			
				N°	Denominazione	Profondità (m)	
	9	A16	13,00	1	A16C1r	6,00	
				2	A16C1	12,00 – 12,60	
	10	A20	25,00	1	A20C1r	3,50	
				2	A20C1	9,00 – 9,60	
				3	A20C2	24,00 – 24,60	
	11	A23	22,00	1	A23C1	7,00 – 7,60	
				2	A23C2	21,00 – 21,60	
	12	A26	7,00	1	A26C1	6,00 – 6,50	
	13	A29	19,00	1	A29C1	18,00 – 18,60	
	14	A31	10,00	1	A31C1	9,00 – 9,60	
	15	A32	7,00	1	A32C1	6,00 – 6,60	
	II Caltanissetta prog. 12.140 ÷ 17.640	16	A37	14,00	1	A37C1	9,00 – 9,60
		17	A38	25,00	1	A38C1	6,50 – 7,00

In occasione della seconda campagna d'indagini, sono stati eseguiti complessivamente **n. 59** sondaggi per uno sviluppo lineare di 1.670 metri così suddivisi:

I FASE

n°32 complessivi di cui 9 attrezzati con piezometro;

n°27 a carotaggio continuo (per viadotti, trincee e gallerie minori con profondità variabile da 15 m a 40 m);

n°5 a distruzione di nucleo + carotaggio continuo (per la galleria di Caltanissetta con profondità da 80 m a 130 m).

II FASE

n°27 complessivi di cui 2 attrezzati con piezometro

n°24 a carotaggio continuo (per viadotti, trincee e gallerie minori con profondità variabile da 15 m a 50 m);

n°3 a distruzione di nucleo + carotaggio continuo (per la galleria di Caltanissetta con profondità da 80 m a 140 m).

Per ogni sondaggio sono stati prelevati in media da due a quattro campioni indisturbati, in relazione alla litologia riscontrata ed all'opera d'arte da realizzare, per condurre le analisi a prove

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 8 di 49

geotecniche di laboratorio. Complessivamente sono stati prelevati **n. 158** campioni indisturbati così suddivisi:

- I FASE: n°87
- II FASE: n°71

Tab. 2.2 – Campagna di indagine eseguita nel 2006 - sondaggi

Tratta/Sottotratta denominazione progressiva	N°	Sondaggio	Profondità (m)	Campioni		
				N°	Denominazione	Profondità (m)
1/A Grottarossa prog. 0.000÷4.500	1	S01	15,00	1	S01CR1	8,00-8,40
				2	S01C1	14,00-14,50
	2	S02	15,00	1	S02CR1	3,00-3,50
				2	S02C1	5,00-5,50
				3	S02C2	8,00-8,50
	3	S04	25,00	1	S04C1	13,00-13,50
				2	S04C2	19,50-19,50
	4	S03	15,00	1	S03C1	2,80-3,30
				2	S03C2	9,00-9,50
	5	S05	30,00	1	S05C1	3,00-3,50
				2	S05C2	8,90-9,40
				3	S05C3	25,00-25,50
	6	S06	25,00	1	S06C1	4,00-4,50
				2	S06C2	10,50-11,00
				3	S06C3	21,50-22,00
	7	S07	30,00	1	S07C1	3,50-4,00
				2	S07C2	15,00-15,50
				3	S07C3	25,00-25,50
	8	S10	35,00	1	S10C1	2,00-2,50
				2	S10C2	10,00-10,50
3				S10C3	20,00-20,50	
9	S08	30,00	1	S08C1	4,00-4,50	
			2	S08C2	9,00-9,50	
			3	S08C3	14,50-15,00	
			4	S08C4	17,00-17,50	
10	S11	20,00	1	S11C1	6,60-7,10	
			2	S11C2	10,80-11,30	
			3	S11C3	20,00-20,50	
1/B Grotta d'Acqua - Favarella Progr 4.500 ÷ 9.500	11	S32	10,00	1	S32C1	2,00-2,50
	12	S12	20,00	1	S12C1	4,00-4,50
				2	S12C2	8,00-8,50
				3	S12C3	14,00-14,50
	13	S13	15,00	1	S13C1	4,50-5,00
				2	S13C2	10,00-10,50
				3	S13C3	14,50-15,00

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 9 di 49

PROGETTO ESECUTIVO

Tratta/Sottotratta denominazione progressiva	N°	Sondaggio	Profondità (m)	Campioni		
				N°	Denominazione	Profondità (m)
	14	S15	25,00	1	S15C1	3,50-4,00
				2	S15C2	7,00-7,50
				3	S15C3	11,00-11,50
				4	S15C4	19,00-19,50
	15	S09	20,00	1	S09C1	5,00-5,50
				2	S09C2	17,50-18,00
1/C Seconda variante Progr 9.500 ÷ 12.140	16	S16	25,00	1	S16C1	8,00-8,50
				2	S16C2	16,00-16,50
				3	S16C3	24,00-24,50
	17	S17	30,00	1	S17C1	3,50-4,00
				2	S17C2	10,00-10,50
				3	S17C3	20,40-20,90
	18	S18	30,00	1	S18C1	3,00-3,50
				2	S18C2	8,00-8,50
				3	S18C3	15,50-16,00
				4	S18C4	25,00-25,50
	19	S44	50,00	1	S44C1	33,00-33,50
				2	S44C2	40,00-40,50
				3	S44C3	45,50-46,00
	20	S19	40,00	1	S19C1	20,50-21,00
				2	S19C2	28,50-29,00
				3	S19C3	32,00-32,50
	21	S20	40,00	1	S20C1	25,00-25,50
				2	S20C2	31,50-32,00
				3	S20C3	35,00-35,50
	22	S14	40,00	1	S14C1	28,00-28,50
				2	S14C2	33,00-33,50
				3	S14C3	38,00-38,50
	23	S21	30,00	1	S21C1	4,30-4,80
				2	S21C2	10,00-10,50
				3	S21C3	20,00-20,50
	24	S22	25,00	1	S22C1	9,90-10,40
				2	S22C2	15,00-15,50
				3	S22C3	24,80-25,30
	25	S46	30,00	1	S46C1	16,00-16,50
				2	S46C2	21,00-21,50
	25	S23	25,00	1	S23C1	20,70-21,20
				2	S23C2	24,00-24,50
2 Caltanissetta Progr 12.140 ÷ 17.640	27	S24	25,00	1	S24C1	11,80-12,30
				2	S24C2	19,50-20,00
	28	S47	25,00	1	S47C1	12,20-12,70
	29	S48	25,00	1	S48C1	6,00-6,50
				2	S48C2	17,50-18,00
	30	S49	25,00	1	S49C1	5,60-6,10
				2	S49C2	18,00-18,50
31	S26	80,00 (di cui 50,00 a distr.)	1	S26C1	66,00-66,50	
			2	S26C2	70,00-70,50	
			3	S26C3	78,00-78,50	
32	S50	140,00 (di	1	S50C1	120,00-120,50	

PROGETTO ESECUTIVO

Tratta/Sottotratta denominazione progressiva	N°	Sondaggio	Profondità (m)	Campioni			
				N°	Denominazione	Profondità (m)	
			cui 110,00 a distr.)	2	S50C2	125,00-125,50	
				3	S50C3	130,00-130,50	
				1	S25C1	114,00-114,50	
	33	S25	130,00 (di cui 60,00 a distr.)	2	S25C2	119,00-119,50	
				3	S25C3	127,00-127,50	
				1	S51C1	115,00-115,50	
	34	S51	130,00 (di cui 110,00 a distr.)	2	S51C2	120,00-120,50	
				3	S51C3	125,00-125,50	
				1	S27C1	115,00-115,50	
	35	S27	130,00 (di cui 60,00 a distr.)	2	S27C2	120,00-120,50	
				3	S27C3	125,00-125,50	
				-	-	-	
	36	S28	50,00 (di cui 50,00 a distr.)	-	-	-	
	37	S52	80,00 (di cui 50,00 a distr.)	1	S52C1	55,00-55,50	
				2	S52C2	65,00-65,50	
				3	S52C3	75,00-75,50	
	38	S29	55,00 (di cui 30,00 a distr.)	1	S29C1	42,00-42,50	
				2	S29C2	49,50-50,00	
3				S29C3	54,50-55,00		
39	S53	30,00	1	S53C1	8,00-8,50		
			2	S53C2	18,00-18,50		
			3	S53C3	24,00-24,50		
40	S30	30,00	1	S30C1	10,00-10,50		
			2	S30C2	17,00-17,50		
			3	S30C3	25,00-25,50		
41	S31	35,00	1	S31C1	20,00-20,50		
			2	S31C2	25,00-25,50		
			3	S31C3	30,00-30,50		
3/A Busita Progr. 17.640 ÷ 19.500	42	S33	25,00	1	S33C1	15,00-15,50	
				2	S33C2	20,00-20,50	
	43	S34	30,00	1	S34C1	8,20-8,70	
				2	S34C2	16,00-16,50	
				3	S34C3	26,00-26,50	
	44	S35	130,00	1	S35C1	3,60-4,10	
				2	S35C2	9,80-10,30	
				3	S35C3	22,00-22,50	
	45	S36	25,00	1	S36C1	7,80-8,30	
				2	S36C2	18,80-19,30	
	46	S54	25,00	1	S54C1	8,30-8,80	
				2	S54C2	16,10-16,60	
				3	S54C3	20,00-20,50	
	47	S55	25,00	1	S55C1	3,50-4,00	
				2	S55C2	10,00-10,50	
	48	S37	30,00	1	S37C1	9,00-9,50	
				2	S37C2	18,00-18,50	
				3	S37C3	28,00-28,50	
	3/B	49	S38	25,00	1	S38C1	9,00-9,50

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 11 di 49

PROGETTO ESECUTIVO

Tratta/Sottotratta denominazione progressiva	N°	Sondaggio	Profondità (m)	Campioni			
				N°	Denominazione	Profondità (m)	
Abbazia - Arenella Progr. 19.500 ÷ 26.600	50	S56	30,00	2	S38C2	18,00-18,50	
				1	S56C1	8,00-8,50	
				2	S56C2	15,80-16,30	
	51	S39	30,00	3	S56C3	26,30-26,80	
				1	S39C1	3,60-4,10	
				2	S39C2	12,00-12,50	
	52	S40	30,00	3	S39C3	25,00-25,50	
				1	S40C1	8,80-9,30	
				2	S40C2	14,80-15,30	
	53	S41	30,00	3	S40C3	25,00-25,50	
				1	S41C1	8,00-8,50	
				2	S41C2	18,00-18,50	
	54	S57	25,00	3	S41C3	25,50-26,00	
				1	S57C1	3,00-3,50	
				2	S57C2	10,00-10,50	
	55	S42	25,00	1	S42C1	4,00-4,50	
				2	S42C2	12,00-12,50	
				3	S42C3	25,00-25,50	
	56	S58	30,00	1	S42C3	25,00-25,50	
				1	S58C1	8,10-8,60	
				2	S58C2	16,00-16,50	
	57	S43	30,00	3	S58C3	26,00-26,50	
				1	S43C1	4,50-5,00	
				2	S43C2	12,00-12,50	
	3/C Imera Progr. 26.600 – 28.080	58	S45	30,00	3	S43C3	25,00-25,50
					1	S45C1	6,30-6,80
					2	S45C2	15,00-15,50
59		S59	30,00	3	S45C3	22,50-23,00	
				1	S59C1	10,00-10,50	
				2	S59C2	16,00-16,50	
				3	S59C3	26,00-26,50	

Sono state eseguite **n.19** prove con pressimetro tipo "Menard" nei fori di sondaggio in prossimità delle gallerie "Caltanissetta e Papazzo" così suddivise:

- I FASE: n. 9 in corrispondenza della galleria Caltanissetta (sondaggi S25 – S26 – S27- S29);
- II FASE: n. 10 in corrispondenza della galleria Papazzo (sondaggi S44 – S14) e galleria Caltanissetta (S50 – S51 – S52);

Sono state eseguite prove penetrometriche del tipo SPT in foro, statiche e dinamiche, secondo la litologia ricostruita, ad infittimento dei sondaggi geognostici, al fine di estendere la caratterizzazione geognostica all'intero sviluppo dell'area indagata.

Complessivamente sono state eseguite **n. 9** SPT in foro, **n. 2** penetrometrie statiche e **n. 40** dinamiche per un complessivo di 379 metri lineari così suddivisi

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 12 di 49

- I FASE:
 - n°9 SPT nei sondaggi S19 e S 20 (Galleria Papazzo);
 - n°12 dinamiche, per metri 100
 - n°2 statiche, per metri 10
- II FASE:
 - n°28 dinamiche, per metri 269

Sono state inoltre eseguite delle prospezioni sismiche a rifrazione con stendimento di circa 80 m tali da indagare circa 30 metri di profondità del sottosuolo e così suddivise:

- I FASE: n°0
- II FASE: n°24 per complessivi 1920 metri di stendimento

In occasione della seconda fase della campagna indagini, sono stati eseguiti **n. 28** pozzetti esplorativi spinti ad una profondità variabile da 1,5 a 2,0 metri che hanno consentito di investigare il sottosuolo in prossimità dei rilevati stradali da eseguire nonché di eseguire all'interno degli stessi **n. 14** prove di carico su piastra.

Tab. 2.3 – Campagna di indagine eseguita nel 2006 - Altre indagini

Tratta/Sottotratta denominazione progressiva	Tipologia	Sigla	Dimensione
1/A Grottarossa prog. 0.000÷4.500	Penetrometriche dinamiche	P1	Prof= 9,80 m
		P2	Prof= 9,80 m
		P3	Prof= 9,80 m
		P4	Prof= 9,80 m
		P5	Prof= 9,80 m
	Prospezioni sismiche a rifrazione	SS1	L= 78,00 m
		SS2	L= 78,00 m
		SS3	L= 78,00 m
		SS4	L= 78,00 m
		SS13	L= 78,00 m
		SS12	L= 78,00 m
		SS11	L= 78,00 m
		SS14	L= 78,00 m
	Pozzetti esplorativi	SS24	L= 78,00 m
		PZ1	Prof.= 2.0 m
		PZ2	Prof.= 2.0 m
		PZ3	Prof.= 2.0 m
		PZ4	Prof.= 2.0 m
	1/B	Penetrometriche dinamiche	PZ5
P6			Prof= 9,80 m

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: <i>RELAZIONI GEOLOGICHE</i>	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 13 di 49

PROGETTO ESECUTIVO

Grotta d'Acqua – Favarella Progr 4.500 ÷ 9.500		P7	Prof= 9,80 m
		P8	Prof= 2,60 m
		P9	Prof= 9,80 m
		P10	Prof= 9,80 m
		CPT1	Prof= 4,60 m
		CPT2	Prof= 9,60 m
	Prospezioni sismiche a rifrazione	SS05	L= 78,00 m
		SS23	L= 78,00 m
		SS21	L= 78,00 m
		SS22	L= 78,00 m
		SS20	L= 78,00 m
	Pozzetti esplorativi	PZ6	Prof.= 2.0 m
		PZ7	Prof.= 2.0 m
PZ8		Prof.= 2.0 m	
PZ9		Prof.= 2.0 m	
PZ10		Prof.= 2.0 m	
PZ11		Prof.= 2.0 m	
PZ12		Prof.= 2.0 m	
1/C Seconda variante Progr 9.500 ÷ 12.140	Penetrometriche dinamiche	P11	Prof= m 8,60
		P12	Prof= m 8,50
		P13	Prof= m 9,80
Prospezioni sismiche a rifrazione	SS19	L= 78,00 m	
	SS06	L= 78,00 m	
Pozzetti esplorativi	PZ14	Prof.= 2.0 m	
2 Caltanissetta Progr 12.140 ÷ 17.640	Penetrometriche dinamiche	P14	Prof= 7,70 m
		P03 F1	Prof= 8,70 m
	Pozzetti esplorativi	PZ15	Prof.= 2.0 m
		PZ16	Prof.= 2.0 m
		PZ17	Prof.= 2.0 m
3/A Busita Progr. 17.640 ÷ 19.500	Penetrometriche dinamiche	P04 F1	Prof= 9,80 m
		P15	Prof= 9,80 m
		P16	Prof= 6,10 m
		P17	Prof= 9,80 m
		P18	Prof= 9,80 m
	P05 F1	Prof= 9,80 m	
Pozzetti esplorativi	PZ18	Prof.= 2.0 m	
3/B Abbazia - Arenella Progr. 19.500 ÷ 26.600	Penetrometriche dinamiche	P19	Prof= 9,80 m
		P20	Prof= 9,40 m
		P21	Prof= 9,80 m
		P22	Prof= 8,50 m
		P23	Prof= 7,30 m
		P24	Prof= 9,80 m
		P06 F1	Prof= 9,80 m
		P25	Prof= 9,50 m
		P26	Prof= 9,80 m
		P07 F1	Prof= 9,80 m

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc		Pagina 14 di 49

PROGETTO ESECUTIVO

		P08 F1	Prof= 4,30 m
		P27	Prof= 8,90 m
		P09 F1	Prof= 6,50 m
		P10 F1	Prof= 9,80 m
		P28	Prof= 5,40 m
	Prospezioni sismiche a rifrazione	SS18	L= 78,00 m
		SS16	L= 78,00 m
		SS17	L= 78,00 m
		SS15	L= 78,00 m
		SS10	L= 78,00 m
		SS07	L= 78,00 m
		SS08	L= 78,00 m
	Pozzetti esplorativi	SS09	L= 78,00 m
		PZ19	Prof.= 2.0 m
		PZ20	Prof.= 2.0 m
		PZ21	Prof.= 2.0 m
		PZ22	Prof.= 2.0 m
		PZ23	Prof.= 2.0 m
		PZ24	Prof.= 2.0 m
PZ25		Prof.= 2.0 m	
PZ26		Prof.= 2.0 m	
PZ27	Prof.= 2.0 m		
3/A Busita Progr. 17.640 ÷ 19.500	Penetrometriche dinamiche	PZ28	Prof.= 2.0 m
		P11 F1	Prof= 4,20 m
		P12 F1	Prof= 4,40 m

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 15 di 49

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE IN SITU ESEGUITE

Sulla base dei dati disponibili, e delle problematiche di carattere geologico, geomorfologico e geotecnico emerse in fase di progettazione preliminare e definitiva ed in occasione delle prime attività di campagna effettuate, è stato predisposto un Piano delle Indagini (dirette ed indirette), prodotto nel luglio 2010 ed attuato tra il mese di luglio ed inizio settembre 2010. Tale piano è stato finalizzato ad un approfondimento del quadro di conoscenze già acquisite nella fase preliminare e definitiva ed alla definizione puntuale di un modello geologico e geotecnico di riferimento dei terreni direttamente interessati dalle opere d'arte in progetto, in coerenza con il vigente quadro normativo di riferimento (N.T.C. 2008).

Nelle tabelle che seguono si riporta la suddivisione in tratte del tracciato in esame con riferimento alle nuove progressive chilometriche di progetto:

Tabella 3.1 – Suddivisione tracciato

Tratto	Sottotratto	Denominazione	Progressive
1	A	Grottarossa	0+000 ÷ 4+500
1	B	Grotta d'Acqua - Favarella	4+500 ÷ 9+500
1	C	Seconda variante	9+500 ÷ 12+140
2		Caltanissetta	12+140 ÷ 17+640
3	A	Busita	17+640 ÷ 19+500
3	B	Abbazia - Arenella	19+500 ÷ 26+600
3	C	Imera	26+600 – 28+080

Nella tabella sottostante si riportano le principali opere d'arte previste per ogni singola sottotratta di progetto:

Tabella 3.2 – Opere d'arte principali

Tratta e sottotratta	Opera d'arte	Sezioni		Lunghezza (m)
		Iniz.	Fine	
1/A Grottarossa prog. 0.000÷4.500	Svincolo Serradifalco (Sv01)	1.350	1.5250	
	Viadotto "Giulfo" (VI01)	127	159	795 (SX) 800 (DX)
1/B	Svincolo "Delia Sommatino" (Sv 02)	306	320	

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 16 di 49

PROGETTO ESECUTIVO

Tratta e sottotratta	Opera d'arte	Sezioni		Lunghezza (m)
		Iniz.	Fine	
Grotta d'Acqua – Favarella Progr 4.500 ÷ 9.500	Ponte (P0 01)	329	330	40
1/C Seconda variante Progr 9.500 ÷ 12.140	Galleria artificiale GA 02	390	402	285 (SX) 238 (DX)
	Viadotto "Favarella" VI 02	405	410	122
	Galleria naturale "Papazzo" GN 01	415	440	741 (SX) 743 (DX)
	Viadotto "Mumia" - VI 03	445	462	423 (SX) 430 (DX)
	Galleria "S. Cataldo" - GA 03	462	472	187
2 Caltanissetta Progr 12.140 ÷ 17.640	Cavalcaferrovia "Grotticelle"	493	495	45
	Svincolo "Caltanissetta Sud" - SV03	500	505	
	Galleria naturale "Caltanissetta" GN 02	517	677	4.036 (SX) 4.022 (DX)
	Ponte "San Giuliano" PO 03	680	681	40 (SX) 31 (DX)
	Viadotto "San Filippo Neri" VI 04	689	697	188 (SX) 170 (DX)
	Galleria Naturale "S. Filippo" GN 03	697	707	178 (SX) 194 (DX)
3/A Busita Progr. 17.640 ÷ 19.500	Viadotto "Busita 1" VI 05	707	717	247 (SX) 229 (DX)
	Galleria artificiale "S. Filippo" GA 04	717	724	- (SX) 120 (DX)
	Viadotto "Busita 2" VI06	724	737	285 (SX) 251 (DX)
	Galleria artificiale "Bersaglio" GA05	737	754	305.8 (SX) 300(DX)
	Viadotto "Busita 3" VI07	754	769	350 (SX) 347.9 (DX)
	Svincolo Caltanissetta SV04	769	779	
3/B Abbazia - Arenella Progr. 19.500 ÷ 26.600	Viadotto "Santuzza 1" VI08	793	800	184 (SX) 184 (DX)
	Viadotto "Santuzza 2" VI09	814	831	425 (SX) 430 (DX)
	Viadotto "Santuzza 3" VI10	833	842	220 (SX) 218.3 (DX)
	Viadotto "Arenella 1" VI11	906	914	184.8 (SX) 184 (DX)
	Ponte P04	940	941	20 (SX) 20 (DX)
	Viadotto "Arenella 2" VI12	982	988	122 (SX) 122 (DX)
	Viadotto "Arenella 3" VI13	1007	1034	587 (SX) 618 (DX)
	Galleria "Garlatti" GN04	1034	1041	183 (SX) 156 (DX)
	Svincolo "S.S. 626" SV05	1050	1065	

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 17 di 49

Tratta e sottotratta	Opera d'arte	Sezioni		Lunghezza (m)
		Iniz.	Fine	
3/C Imera Progr. 26.600 – 28.080	Viadotto "Salso" VI14	1065	1125	1.484 (SX) 1.487 (DX)

Nella stesura del suddetto piano d'indagine, si è tenuto conto delle peculiarità geologico/geotecniche dei terreni interessati dal tracciato, nonché delle singole tipologie di opere d'arte previste in progetto (viadotti, gallerie e tratte stradali in linea con trincee e rilevati), in particolare:

Viadotti: in corrispondenza di alcuni di essi sono stati eseguiti sondaggi a carotaggio continuo in corrispondenza di spalle e pile, con prelievo di campioni.

In alcuni casi, si è provveduto all'esecuzione di indagini sismiche di superficie con risoluzione tomografica, al fine di ottenere delle sismostratigrafie laddove le condizioni dei versanti hanno richiesto l'approfondimento della conoscenza sulla situazione di stabilità. In un caso (Viadotto Salso) è stata eseguita anche una prova sismica in foro (down-hole).

È stata inoltre eseguita una campagna di prove penetrometriche dinamiche ad integrazione di quelle già eseguite nelle precedenti fasi progettuali, con ubicazione dei punti di prova soprattutto in corrispondenza delle pile e delle spalle delle opere.

Gallerie artificiali: in testa alle gallerie sono stati realizzati sondaggi a carotaggio continuo, con prelievo di campioni indisturbati in numero adeguato alla caratterizzazione geomeccanica dell'intera colonna stratigrafica. Nei fori di sondaggio sono state eseguite delle prove sismiche in foro (down-hole).

In un caso (Galleria "Favarella") si è ritenuto opportuno eseguire anche una prova penetrometrica dinamica.

Gallerie naturali: sono stati previsti sondaggi a carotaggio continuo in testa alle gallerie, con prelievo di campioni indisturbati in numero adeguato alla caratterizzazione geomeccanica dell'intera colonna stratigrafica. Nei fori di sondaggio delle maggiori gallerie "Papazzo e Caltanissetta" sono state effettuate delle prove pressiometriche ed installati dei piezometri con celle di Casagrande per il monitoraggio della falda. In considerazione della situazione tettonico-strutturale evidenziata durante la fase propedeutica (studi preliminari ed attività di campagna), nel caso della galleria "Caltanissetta", sono stati previsti n. 3 sondaggi profondi spinti sino a circa di 150 metri dal p.c., con esecuzione della perforazione a carotaggio continuo al fine di ricostruire per

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 18 di 49

intero la colonna stratigrafica. In un sondaggio previsto nella zona terminale della galleria "Caltanissetta" (lato A/19) si è provveduto ad installare un inclinometro al fine di monitorare la stabilità del versante su cui insisterà l'opera. In tale inclinometro, inoltre, è stata eseguita una prova simica di tipo down-hole.

I percorsi delle maggiori gallerie sono stati coperti da indagini geofisiche/geoelettriche di tipo elettromagnetico (TDEM), finalizzate alla ricostruzione dei profili di resistività da tarare e correlare con le stratigrafie ottenute dai sondaggi geognostici. Nel caso della galleria "Garlatti", invece, vista la situazione morfologica e stratigrafica, con prevalenza della formazione calcarenitica della Terravecchia, si è preferito integrare i sondaggi con indagini sismiche tomografiche.

Imbocchi delle gallerie naturali: le indagini hanno previsto sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati in numero adeguato alla caratterizzazione geomeccanica dell'intera colonna stratigrafica. In un caso (galleria "S. Filippo" lato AG) si è provveduto all'installazione di un inclinometro. Nello stesso inclinometro e in un altro foro di sondaggio in corrispondenza della galleria "Garlatti" (lato AG) sono state inoltre eseguite prove sismiche di tipo down-hole.

In corrispondenza dell'imbocco della galleria "Caltanissetta" (lato A/19) sono state eseguite delle prove sismiche a risoluzione tomografica al fine di ricostruire sezioni sismo-stratigrafiche in corrispondenza di zone potenzialmente soggette a dissesti.

Tratte stradali in linea: tali tratte sono state sufficientemente indagate con sondaggi geognostici nelle precedenti campagne indagini, si è pertanto preferito prevedere l'esecuzione di prove penetrometriche dinamiche e pozzetti esplorativi finalizzati alla conoscenza del substrato di posa dei rilevati ed alla esecuzione di opportune prove di carico su piastra per verificare portanza e cedimenti dei terreni.

È stato previsto solo un sondaggio, profondo 20 m, a completamento della copertura di quelli già eseguiti.

3.2 ESECUZIONE DELLE INDAGINI

La campagna di indagini geognostiche e geofisiche è stata eseguita dalla società GEOLAB s.r.l. di Carini (PA), che ha svolto le attività affidatele secondo quanto previsto nelle specifiche tecniche del Capitolato Speciale di Appalto di cui agli allegati 1b "Norme tecniche per l'esecuzione di indagini geotecniche e geofisiche" e 1c "Norme tecniche per l'esecuzione delle prove di laboratorio", nonché a quanto prescritto al par. 1.3 "Indagini geotecniche" del capitolato d'onori NG 15.

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 19 di 49

La predetta campagna indagini, realizzata nel periodo compreso tra luglio e settembre 2010, è consistita pertanto in una serie di sondaggi geognostici a carotaggio continuo, prove geotecniche in situ ed indagini geofisiche, articolate come appresso meglio specificato.

3.2.1 Sondaggi geognostici

In totale sono stati eseguiti **n.22** sondaggi geognostici a carotaggio continuo, condotti a profondità variabili tra i 20 e i 150 m da p.c., per un totale di **1101 metri lineari** di perforazione, localizzati opportunamente lungo il tracciato in progetto. Le profondità sono state scelte in funzione dell'opera d'arte interessata, pertanto, nel caso delle gallerie si è provveduto al raggiungimento di una quota sufficiente al superamento della quota d'imposta dell'arco rovescio (Galleria naturale Caltanissetta eseguiti **n.3** sondaggi spinti sino a 150 m dal p.c).

In particolare, **n.4** fori di sondaggio sono stati condizionati con **n.2** celle di Casagrande ciascuno (S4, S8, S9, S10), **n.2** sono stati condizionati con inclinometro (S11 e S14) e **n.9** con tubazione per l'esecuzione di prova sismica in foro di tipo down-hole, effettuata nei sondaggi a c.c., opportunamente attrezzati (S1, S3, S7, S16, S17, S19, S22), oltre che in **n.2** fori sondaggio attrezzati con tubi inclinometri (S11 e S14). Nel corso di ogni sondaggio geognostico, ai fini delle determinazioni delle caratteristiche fisiche e meccaniche, sono stati prelevati campioni indisturbati e rimaneggiati. In linea di massima si è provveduto mediamente al prelievo di n°5 campioni per ciascun sondaggio (nei fori di sondaggio profondi sono stati prelevati un numero superiore), per un totale di **n.135** campioni indisturbati.

Per l'esecuzione dell'intera campagna d'indagini sono state utilizzate le seguenti sonde oleodinamiche:

Per i sondaggi S7, S8, S9 e S10:

- ✓ Perforatrice idraulica MK 600 D; Costruttore: Geomeccanica s.r.l. Venafro (Is); Anno di Costruzione: 2000;
- ✓ Perforatrice idraulica EGT VD 710; Costruttore: EGTechnology via Berna 1 – Zona Interporto di Parma 43010 loc. Bianconese Fontevivo (PR) Italy; Anno di Costruzione 2006;
- ✓ sonda cingolata modello Beretta T41;
- ✓ sonda cingolata modello Beretta T51.

Per i sondaggi da S1 a S6 e da S11 a S22:

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 20 di 49

- ✓ una sonda a rotazione modello CMV MK 1400 TR2000 con coppia massima di 2200 kgm e con velocità di rotazione massima di 700 rpm;
- ✓ una sonda a rotazione modello CMV MK 600 D con coppia massima di 600 kgm e con velocità di rotazione massima di 500 rpm;

Il carotaggio è stato eseguito impiegando utensili di perforazione del diametro minimo di \varnothing 101 mm (carotiere semplice con corona Widia) e per il sostegno delle pareti dei fori, sono stati utilizzati tubi di rivestimento provvisori, con diametro \varnothing 127 mm.

La loro ubicazione viene riportata in dettaglio nell'apposito elaborato Allegato n. 4 "*Planimetria con ubicazione delle indagini*".

Le stratigrafie particolareggiate dei sondaggi, la relativa documentazione fotografica, le quote di prelievo dei campioni, il tipo di condizionamento del foro di sondaggio, sono riportate nelle allegate risultanze delle indagini geognostiche redatte dalla Ditta esecutrice dei lavori (cfr. Allegato n. 1 "*Rapporto di prova delle indagini geognostiche - Prove in situ*" e Allegato n. 2 "*Rapporto di prova delle indagini geognostiche - Prove geofisiche*". Le cassette catalogatrici, singolarmente fotografate, sono state riposte, su indicazioni della committenza, presso la sede di Racalmuto della società "*Empedocle 2 SCPA*".

Al fine di avere un quadro completo delle indagini e prove in situ eseguite, vengono di seguito schematizzate nelle seguenti tabelle, distinte per tratta.

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 21 di 49

PROGETTO ESECUTIVO

Tabella 3.3 – Sondaggi geognostici

Tratta/Sottotratta denominazione progressiva	N°	Sondaggio	Tipologia	Note	Profondità (m)	Campioni		
						N°	Denominazione	Profondità (m)
1/A Grottarossa prog. 0.000÷4.500	1	S1	Down Hole	-	30,00	1	C1	6,00-6,40
						2	C2	11,50-12,00
						3	C3	17,50-18,00
						4	C4	24,50-25,00
						5	C5	29,50-30,00
	2	S2	-	-	30,00	1	C1	6,00-6,40
						2	C2	14,00-14,50
						3	C3	17,50-18,00
						4	C4	24,00-24,50
						5	C5	29,50-30,00
1/C Seconda variante Progr 9.500 ÷ 12.140	3	S3	Down Hole	-	30,00	1	C1	6,00-6,50
						2	C2	12,00-12,50
						3	C3	18,00-18,50
						4	C4	24,00-24,50
						5	C5	29,50-30,00
	4	S4	Piez. di Cas. (prof. m. 20 e m. 50)	Eseguite n. 4 prove pressiometriche (prof. m. 15.00 -35.00 45.00 -55.00)	60,00	1	C1	6,50-7,00
						2	C2	13,70-14,20
						3	C3	30,00-30,50
						4	C4	40,00-40,0
						5	C5	45,00-45,50
						6	C6	50,00-50,50
	5	S5	-	-	30,00	1	C1	5,00-5,50
						2	C2	10,00-10,50
						3	C3	15,00-15,50
						4	C4	20,00-20,50
						5	C5	25,00-25,50
	6	S6	-	-	25,00	1	C1	5,00-5,50
						2	C2	20,00-20,5
3						C3	24,50-25,00	
2 Caltanissetta Progr 12.140 ÷ 17.640	7	S7	Down Hole	Eseguite n. 4 prove pressiometriche (prof.m. 10; 20; 30; 40)	40,00	1	C1	5,00-5,40
						2	C2	10,00-10,50
						3	C3	15,00-15,40
						4	C4	20,00-20,50
						5	C5	25,00-25,50
						6	C6	35,00-35,50
	8	S8	Piez. di Cas. (prof. m. 15 e m.130)	Eseguite n. 5 prove pressiometriche (prof. m. 10; 20; 60; 100; 130)	150,00	1	C1	25,00-25,30
						2	C2	50,00-50,40
						3	C3	75,30-75,70
						4	C4	99,30-99,60
						5	C5	110,00-110,30
						6	C6	119,00-119,30
						7	C7	130,00-130,30
						8	C8	139,80-140,10
9	S9		Eseguite	150,00	1	C1	6,00-6,50	

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 22 di 49

PROGETTO ESECUTIVO

Tratta/Sottotratta denominazione progressiva	N°	Sondaggio	Tipologia	Note	Profondità (m)	Campioni		
						N°	Denominazione	Profondità (m)
Caltanissetta Progr 12.140 ÷ 17.640			Piez. di Cas. (prof. m. 15 e m.130)	n. 7 prove pressiometriche (prof. m. 10 ;30; 50; 70; 90; 110; 130)		2	C2	12,00-12,50
						3	C3	18,00-18,50
						4	C4	24,00-24,50
						5	C5	29,50-30,00
						6	C6	36,00-36,50
						7	C7	43,00-43,50
						8	C8	48,00-48,40
						9	C9	54,00-54,40
						10	C10	60,00-60,50
						11	C11	66,00-66,50
						12	C12	72,00-72,50
						13	C13	85,00-85,35
						14	C14	100,00-100,50
						15	C15	110,00-110,50
						16	C16	120,30-120,50
						17	C17	130,00-130,50
						18	C18	139,80-140,20
						19	C19	149,50-150,00
						10	S10	Piez. di Cas. (prof. m. 15 e m.130)
2	C2	50,00-50,40						
3	C3	88,50-89,00						
4	C4	99,20-99,60						
5	C5	109,40-109,70						
6	C6	120,70-121,00						
7	C7	129,60-130,00						
8	C8	139,50-139,80						
9	C9	150,00-150,30						
11	S11	Inclinometro/ Down Hole	Eseguite n. 4 prove pressiometriche (prof. m. 10; 20; 30; 40)	40,00	1	C1	5,00-5,40	
					2	C2	10,00-10,50	
					3	C3	15,00-15,40	
					4	C4	20,00-20,50	
					5	C5	25,00-25,50	
12	S12bis	-	-	63,00	1	C1	35,00-35,50	
					2	C2	40,00-40,50	
					3	C3	45,00-45,50	
					4	C4	54,00-54,40	
					5	C5	55,60-66,00	
					6	C6	62,60-63,00	
13	S13	-	-	20,00	1	C1	5,80-6,20	
					2	C2	10,00-10,40	
					3	C3	15,00-15,40	
					4	C4	20,20,40	
14	S14	Inclinometro/ Down Hole	-	35,00	1	C1	5,50-6,00	
					2	C2	11,50-12,00	
					3	C3	17,50-18,00	
					4	C4	23,50-24,00	
					5	C5	29,50-30,00	
					6	C6	34,50-35,00	
2 Caltanissetta	15	S15	-	30,00	1	C1	6,00-6,50	
					2	C2	11,50-12,00	

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 23 di 49

PROGETTO ESECUTIVO

Tratta/Sottotratta denominazione progressiva	N°	Sondaggio	Tipologia	Note	Profondità (m)	Campioni		
						N°	Denominazione	Profondità (m)
Progr 12.140 ÷ 17.640						3	C3	17,50-18,00
						4	C4	23,50-24,00
						5	C5	29,50-30,00
3/A Busita Progr. 17.640 ÷ 19.500	16	SD16	Down Hole	-	40,00	1	C1	5,50-6,00
						2	C2	11,25-11,75
						3	C3	18,00-18,40
						4	C4	25,00-25,50
						5	C5	30,40-30,70
						6	C6	40,00-40,30
	17	S17	Down Hole	-	30,00	1	C1	5,50-6,00
						2	C2	11,50-12,00
						3	C3	17,50-18,00
						4	C4	25,50-26,00
3/B Abbazia - Arenella Progr. 19.500 ÷ 26.600	18	S18	-	-	30,00	1	C1	5,50-6,00
						2	C2	11,50-12,00
						3	C3	17,50-18,00
						4	C4	23,50-24,00
						5	C5	29,50-30,00
	19	S19	Down Hole	-	30,00	1	C1	5,50-6,00
						2	C2	12,00-12,30
						3	C3	17,50-18,00
						4	C4	23,50-24,00
						5	C5	29,50-30,00
	20	S20	-	-	25,00	1	C1	5,50-6,00
						2	C2	12,50-12,80
						3	C3	17,50-18,00
						4	C4	18,00-18,50
						5	C5	25,00-25,50
3/C Imera Progr. 26.600 – 28.080	21	S21	-	-	30,00	1	C1	7,00-7,50
						2	C2	11,50-12,00
						3	C3	18,00-18,50
						4	C4	24,00-24,50
						5	C5	30,00-30,60
	22	S22	Down Hole	-	33,00	1	C1	6,70-7,00
						2	C2	12,30-12,70
						3	C3	17,60-18,00
						4	C4	20,00-20,40
						5	C5	26,00-26,40
						6	C6	32,60-33,00

3.2.2 Condizionamento dei fori di sondaggio

Nell'ambito della campagna d'indagini è stato previsto di condizionare i singoli fori di sondaggio per consentire l'utilizzo di strumentazione geotecnica e geofisica. L'installazione di tale strumentazione ha permesso di avviare un'attività di monitoraggio delle escursioni della superficie piezometrica,

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 24 di 49

delle aree interessate da dissesti gravitativi, nonché di acquisire tutti quei parametri geofisici richiesti dalla vigente normativa di settore (V_{s30} etc.).

In particolare le attività di condizionamento possono essere così sintetizzate:

- ⇒ Condizionamento del foro per prove sismiche;
- ⇒ Condizionamento del foro per prove pressiometriche tipo "Menard"
- ⇒ Condizionamento del foro per misure del livello di falda;
- ⇒ Condizionamento del foro per misure inclinometriche.

Condizionamento del foro per prove sismiche

Al fine di consentire l'esecuzione di prove di sismica in foro (Down-Hole), in **n.9** fori di sondaggio è stato eseguito un rivestimento definitivo del foro mediante tubazione in PVC da 80 mm. La tubazione in PVC, opportunamente giuntata e chiusa al fondo, è stata resa solidale al terreno circostante mediante cementazione con miscela di cemento e sabbia. In superficie è stato realizzato un pozzetto di protezione.

Condizionamento del foro per prove pressiometriche

Su **n.6** fori di sondaggio (S4-S7-S8-S9-S10-S11), le cui i verticali hanno interessato le gallerie "Papazzo" e "Caltanissetta", è stato eseguito il condizionamento, alla profondità indicata, al fine di consentire l'esecuzione di prove pressiometriche, con pressiometro tipo "Menard" (MPM).

La realizzazione del preforo, nel quale sono state eseguite le prove, è stata eseguita con tutti i possibili accorgimenti necessari per evitare disturbi delle pareti e del terreno circostante.

Il tratto di foro da sottoporre a prova è stato reso uniforme, liscio, privo di gradini e scavarnamenti utilizzando un utensile molto tagliente, senza riprese, in assenza, ove possibile, o con un minimo di fluido di circolazione.

Il diametro del foro è stato calibrato con il minimo eccesso possibile rispetto alla sonda, per consentire la massima dilatazione della cavità a parità di volume del fluido iniettato.

Condizionamento del foro per misure del livello di falda;

Ai fini della definizione della superficie piezometrica relativa alla falda profonda o alla individuazione e ricostruzione di falde superficiali, eventualmente presenti, sono state installate **n.8** celle di Casagrande, due per ciascun foro di sondaggio.

I piezometri installati, del tipo "celle di Casagrande", sono costituiti da un elemento filtrante, rappresentato da un cilindro in pietra porosa ad alta densità del diametro di 30-50mm e della

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 25 di 49

lunghezza di 200-300mm. L'estremità superiore della pietra porosa è stata collegata ai due tubi in PVC, con diametro interno di 12.5mm, per il raccordo in superficie.

Le operazioni d'installazione possono essere così sinteticamente di seguito descritte:

1. formazione di un tappo di fondo con malta di cemento, bentonite e acqua (con parti in peso rispettivamente pari al 50%-10%-100%), fino a circa 150 cm al di sotto della quota prevista per l'installazione del piezometro;
2. esecuzione di un tappo impermeabile, costituito da palline di bentonite, per uno spessore di 0.5 m
3. formazione di uno strato filtrante dello spessore di 50 cm e diametro delle particelle di 1.4mm posto in opera, ritirando man mano il rivestimento;
4. posa in opera della cella, collegata ai tubi di risalita;
5. realizzazione intorno e sopra il piezometro di un filtro di sabbia pulita di spessore di 50 cm, con ritiro graduale del rivestimento;
6. esecuzione di un tappo impermeabile, costituito da palline di bentonite, per uno spessore di 0.5 m;
7. riempimento della restante parte di foro, con malta di cemento, bentonite, acqua.

Sulla sommità è stato realizzato un pozzetto di protezione.

Ad ultimazione dell'installazione di ogni piezometro è stata effettuata una prima misura del livello di falda.

Condizionamento del foro per misure inclinometriche.

Per poter misurare l'entità degli spostamenti del terreno lungo le verticali investigate, in **n. 2** fori di sondaggio, sono stati installati appositi tubi inclinometrici.

La suddetta strumentazione è costituita da un tubo in alluminio a sezione circolare, con diametro interno ϕ 81mm, con quattro scanalature ortogonali che fanno da guida per il movimento della sonda inclinometrica utilizzata per il rilevamento delle inclinazioni rispetto alla verticale.

I tubi inclinometrici inseriti nei fori sono stati resi solidali al terreno circostante mediante sigillatura con miscela di cemento-bentonite-acqua (in ragione di 30-60-100 parti in peso) iniettata nell'intercapedine tra le pareti del foro e la tubazione inclinometrica; successivamente la tubazione è stata accuratamente lavata al fine di assicurare la funzionalità delle guide per la successiva esecuzione delle misure.

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 26 di 49

In superficie, la parte terminale del tubo inclinometrico è stato protetto mediante un pozzetto metallico.

3.2.2 Prove pressiometriche

In totale l'ungo l'intero tracciato, in corrispondenza delle principali gallerie naturali in progetto (GN Palazzo e GN Caltanissetta), sono state realizzate **n.29** prove pressiometriche eseguite all'interno di sondaggi appositamente attrezzati con preforo da ϕ 66 mm.

Le prove, eseguite con pressimetro tipo "Menard", sono state eseguite secondo gli standard ASTM – D 4719 – 87 utilizzando però incrementi di carico variabili per migliorare il dettaglio di prova nelle fasi di transizione tra i diversi rami della curva pressiometrica (fase pseudo-elastica, fase plastica).

I gradini di pressione sono stati dati secondo l'andamento della singola prova in modo da adattarsi al comportamento del materiale indagato.

Nella tabella seguente vengono elencati i sondaggi interessati dalle suddette prove e le rispettive profondità, mentre si rimanda al relativo allegato n.1 "Rapporto di prova delle indagini geognostiche - Prove in situ" per la consultazione dei parametri calcolati per ogni singola verticale eseguita.

Tabella 3.4 - Prove pressiometriche

Tratta/Sottotratta denominazione progressiva	Sondaggio	N° prove	Profondità (m)
1/C Seconda variante Progr 9.500 ÷ 12.140	S4	n. 4 prove pressiometriche	15.00 - 35.00 - 45.00 - 55.00
	S7	n. 4 prove pressiometriche	10.00 - 20.00 - 30.00 - 40.00
2 Caltanissetta Progr 12.140 ÷ 17.640	S8	n. 5 prove pressiometriche	10.00 - 20.00 - 60.00 - 100.00 - 130.00
	S9	n. 7 prove pressiometriche	10.00 - 30.00 - 50.00 - 70.00 - 90.00 - 110.00 - 130.00
	S10	n. 5 prove pressiometriche	10.00 - 30.00 - 60.00 - 100.00 - 130.00
	S11	n. 4 prove pressiometriche	10.00 - 20.00 - 30.00 - 40.00

3.2.2 Prove penetrometriche dinamiche DPSH

La caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione dell'opera in progetto, è stata conseguita anche grazie alla risultanza di un numero sufficiente di prove penetrometriche dinamiche continue DPSH Dinamic Probing Super Heavy (rif. norma DIN 4094).

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 27 di 49

Nel corso della campagna di indagini geognostiche, si è provveduto all'esecuzione di **n°69** prove penetrometriche dinamiche. Le prove DPSH, sono state eseguite in avanzamento con attrezzatura standard (Penetrometro DPSH modello THOR 200 prodotto dalla FONDECO dal peso complessivo di 2200 kg, semovente su cingoli, S.N. 0002), le cui caratteristiche strumentali, fornite dalla ditta esecutrice dei lavori, possono essere così riassunte:

- Peso Massa battente 63.5 Kg
- Altezza di caduta libera 0.75 m
- Peso sistema di battuta 8 Kg
- Diametro punta conica 50.46 mm
- Area di base punta 20 cm²
- Lunghezza delle aste 1 m
- Peso aste a metro 6.3 Kg/m
- Profondità giunzione prima asta 0.80 m
- Avanzamento punta 0.20 m
- Numero colpi per punta N(20)
- Coeff. Correlazione 1.504
- Rivestimento/fanghi No
- Angolo di apertura punta 90

Per ciascuna prova sono state effettuate elaborazioni statistiche dei dati numerici acquisiti ed una stima dei parametri ottenuta mediante correlazioni geotecniche rapportate alla specifica natura dei litotipi incontrati in fase di esecuzione della prova. Nelle tabelle seguenti viene riportata l'ubicazione delle prove per singola tratta del tracciato in progetto. Si rimanda al relativo allegato n.1 "Rapporto di prova delle indagini geognostiche - Prove in situ" per la consultazione dei parametri stimati.

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 28 di 49

Tabella 3.5 - Prove penetrometriche dinamiche DPSH

Tratta/Sottotratta denominazione progressiva	N°Prova	Profondità (m)	Tratta/Sottotratta denominazione progressiva	N°Prova	Profondità (m)	Tratta/Sottotratta denominazione progressiva	N°Prova	Profondità (m)
1/A Grottarossa prog. 0.000 ÷ 4.500	PD1	6.60	3/A Busita Progr. 17.640 ÷ 19.500	PD30	9.80	3/C Imera Progr. 26.600 – 28.080	PD59	7.60
	PD2	3.00		PD31	7.40		PD60	2.40
	PD3	9.40		PD32	7.20		PD61	6.00
	PD4	3.40		PD33	9.60		PD62	8.20
	PD5	7.0		PD34	7.60		PD63	7.20
	PD6	8.60		PD35	6.80		PD64	8.00
	PD7	8.20		PD36	7.80		PD65	8.80
	PD8	7.40		PD37	10.00		PD66	4.00
	PD9	5.40		PD38	8.20		PD67	7.60
	PD10	6.60		PD39	8.60		PD68	7.00
	PD11	8.20		PD40	6.00		PD69	6.40
1/B Grotta d'Acqua – Favarella Progr 4.500 ÷ 9.500	PD12	8.80	3/B Abbazia - Arenella Progr. 19.500 ÷ 26.600	PD41	5.60			
	PD13	4.00		PD42	6.80			
	PD14	8.40		PD43	3.40			
	PD15	7.00		PD44	7.20			
	PD16	9.60		PD45	3.80			
	PD17	9.60		PD46	7.00			
	PD18	8.40		PD47	7.40			
	PD19	3.80		PD48	8.40			
	PD20	5.40		PD49	7.60			
	PD21	7.20		PD50	7.00			
1/C Seconda variante Progr 9.500 ÷ 12.140	PD22	6.20		PD51	8.80			
	PD23	7.60		PD52	7.80			
	PD24	8.60		PD53	7.20			
	PD25	2.20		PD54	6.40			
	PD26	6.20		PD55	5.60			
	PD27	7.60		PD56	6.60			
	PD28	9.20		PD57	7.40			
2 Caltanissetta Progr 12.140 ÷ 17.640	PD29	6.60		PD58	7.20			

3.2.4 Saggi superficiali – prove di carico su piastra

Lungo l'intero tracciato, in corrispondenza delle principali nuove viabilità complementari, e per i tratti sui quali verranno realizzati i nuovi rilevati di raddoppio nel tronco di adeguamento in progetto, sono stati realizzati in totale **n.14** saggi esplorativi con escavatore a benna rovescia, spinti sino ad una profondità massima di circa 1.0 m.; tali saggi hanno permesso di indagare lo strato superficiale da bonificare.

Per la parametrizzazione del terreno di fondazione (determinazione del Modulo di deformazione Md) sono state eseguite **n.14** prove con piastra circolare da 30 cm.

I controlli sono stati eseguiti in conformità alla Norma del C.N.R. – Bollettino Ufficiale (Norme Tecniche) – A. XXVI – N. 146 - 1992 "Determinazione dei Moduli di deformazione Md. e M'd. mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare", ed i risultati così ottenuti e le relative elaborazioni sono sintetizzati nella tabella seguente e riportati nell'allegato n. 1 "Rapporto di prova delle indagini geognostiche - Prove in situ".

Tabella 3.6 - Prove di carico su piastra

Tratta/Sottotratta denominazione progressiva	N° pozzetto	N° prova	Profondità (cm)	Modulo di deformazione (N/mm ²)
1/A Grottarossa prog. 0.000÷4.500	1	Pe1	70	38.8
	2	Pe2	80	22.3
	3	Pe3	70	40.5
	4	Pe 4	90	23.6
	5	Pe 5	80	29.8
1/B Grotta d'Acqua – Favarella Progr 4.500 ÷ 9.500	6	Pe 6	70	28.9
	7	Pe 7	70	64.3
	8	Pe 8	80	41.3
	9	Pe9	90	34.7
2 Caltanissetta Progr 12.140 ÷ 17.64	10	Pe10	80	17.1
3/A Busita Progr. 17.640 ÷ 19.500	11	Pe11	80	16.9
3/B Abbazia - Arenella Progr. 19.500 ÷ 26.600	12	Pe12	100	30.5
	13	Pe 13	80	5.3
	14	Pe 14	70	7.2

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 30 di 49

3.2.3 Indagini sismiche

Ai fini di una migliore definizione dell'azione sismica di progetto, dell'attribuzione del suolo tipo di fondazione, della determinazione del parametro V_{S30} , nel rispetto della vigente normativa di settore (DM 14/01/2008), nell'ambito delle indagini a corredo del progetto definitivo in riferimento, è stata data particolare attenzione alle indagini di tipo geofisico. L'esecuzione di tali indagini ha avuto pertanto lo scopo di fornire le seguenti indicazioni qualitative e quantitative:

- ⇒ determinazione delle velocità sismiche longitudinali e trasversali e valutazione degli spessori dei sismostrati;
- ⇒ calcolo dei parametri elastici dei sismostrati individuati;
- ⇒ distribuzione 2D delle velocità longitudinali relativamente all'aerato ed ai rifrattori individuati;
- ⇒ ottimizzazione della copertura d'indagini di superficie per la definizione dei sismostrati d'interesse e la costruzione delle relative sismosezioni.

In particolare, in funzione delle specifiche finalità d'indagine, sono state individuate le tipologie di prova più adeguate.

- Sismica in foro: sono state realizzate in totale **n.9** prove tipo down-hole (S1-S3-S7-S16-S17-S19-S22 per un totale di 308 metri lineari), di cui **n.7** effettuate nei fori di sondaggio opportunamente attrezzati con tubo in PVC e **n.2** invece sono state effettuate in fori di sondaggio già attrezzati con tubo inclinometrico (S11 e S14) che ha causato un minore rapporto segnale/rumore nelle misure eseguite.
- Sismica di superficie: sono state realizzate **n.9** sezioni sismiche ottenute con l'acquisizione di **n.27** traverse sismiche a rifrazione, effettuate con risoluzione tomografica, opportunamente localizzate lungo il tracciato, con lunghezze per ognuna di esse pari a 81 m per un totale di circa 2187 m;

L'indagine sismica a rifrazione è stata effettuata con l'impiego di un sismografo PASI 16SG24 con 24 canali ad alta precisione, ad incremento di segnale, con registrazione analogica dell'oscillogramma; il terreno è stato energizzato tramite una massa battente da 10 Kg; la polarizzazione dell'energia per le onde S è stata ottenuta utilizzando un normale martello da sismica battuto su una piastra metallica orientata. Per ogni traversa sismica è stata adottata una stesa geofonica a profilo continuo con 24 geofoni equidistanziati, effettuando tre punti di scoppio.

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 31 di 49

L'esecuzione delle misure della sismica in foro down hole è stata effettuata con l'impiego di un geofono triassiale DHTG 50/100 della PASI. L'energizzazione del terreno è avvenuta mediante una piastra metallica posta ad 1 m di distanza dalla bocca-foro, colpita da una mazza di 08 Kg. Le misure sono state eseguite utilizzando il sismografo precedentemente descritto, in grado di consentire la registrazione analogica e la successiva conversione digitale delle misure di campagna.

L'elaborazioni dei dati sono riportate nelle allegare risultanze delle indagini geofisiche redatte dalla ditta esecutrice dei lavori (cfr. Allegato n.2 "Rapporto di prova delle indagini geognostiche").

L'ubicazione delle traverse eseguite, viene riportata nell'apposito elaborato allegato n.4 "Planimetria con ubicazione delle indagini".

Tabella 3.7 – Stendimenti sismici

Tratta/Sottotratta denominazione progressiva	stendimento	N° traverse	stendimento (m)
1/C Seconda variante Progr 9.500 ÷ 12.140	SS1	5	390
2 Caltanissetta Progr 12.140 ÷ 17.640	SS3	1	78
	SS4	1	78
	SS5	3	234
3/A Busita Progr. 17.640 ÷ 19.500	SS6	3	234
3/B Abbazia - Arenella Progr. 19.500 ÷ 26.600	SS7	6	468
	SS10	2	120
	SS11	1	60
3/C Imera Progr. 26.600 – 28.080	SS12	8	624

3.3 INDAGINI GEOELETTRICHE

Tali indagini sono state finalizzate all'ottenimento dei profili di resistività del terreno, utili alla definizione dell'andamento degli orizzonti litostratigrafici. In corrispondenza del tracciato progettuale, laddove prevista la realizzazione delle gallerie di maggiore lunghezza sono stati realizzati **n.19** sondaggi elettromagnetici con metodologia ad alta risoluzione nel dominio del tempo (TDEM), con configurazioni di lato pari a 100 m e possibilità di ottenere profondità di

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 32 di 49

indagine pari a circa 200 m; I sondaggi sono stati ubicati seguendo una direzione preferenziale NE-SO, in modo da consentire la costruzione di due sezioni elettrostratigrafiche.

L'elaborazioni dei dati sono sintetizzati nella tabella seguente e riportati nell'allegato n.2 "*Rapporto di prova delle indagini geognostiche*".

L'ubicazione delle prove eseguite, viene riportata nell'apposito elaborato allegato n.4 "*Planimetria con ubicazione delle indagini*".

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: <i>RELAZIONI GEOLOGICHE</i>	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	<i>Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1</i>	Pagina 33 di 49

Tabella 3.8 – sondaggi elettromagnetici - TDEM

Tratta/Sottotratta denominazione progressiva	Sondaggio elettromagnetico	n. strato	Resistività (ohm x m)	Spessore (m)
<p style="text-align: center;">2 Caltanissetta Progr 12.140 ÷ 17.640</p>	TM1	1	4.99	5.04
		2	3.25	20.30
		3	1.63	50.50
		4	0.91	45.50
		5	0.10	-
	TM2	1	0.13	0.30
		2	0.75	3.10
		3	0.13	6.60
		4	28.67	81.40
		5	0.1.00	-
	TM3	1	12.00	18.00
		2	0.10	5.00
		3	30.00	80.00
		4	0.10	-
	TM4	1	7.32	6.50
		2	2.41	20.9
		3	0.61	60.0
		4	10.00	30.0
		5	0.10	-
	TM5	1	7.32	6.50
		2	2.41	20.90
		3	0.61	60.00
		4	10.00	30.00
		5	0.10	-
	TM6	1	21.35	9.10
		2	10.16	28.50
		3	1.49	59.30
		4	0.10	-
	TM7	1	14.22	9.80
		2	10.23	51.60
		3	2.13	2.6
		4	1.22	26.40
		5	0.10	-
TM8	1	15.45	6.50	
	2	10.79	64.80	
	3	2.30	41.00	
	4	0.10	-	
TM9	1	0.15	2.50	
	2	10.21	122.60	
	3	0.10	-	
TM10	1	0.04	6.00	
	2	10.00	100.0	
	3	0.02	-	
TM11	1	3.74	6.70	
	2	0.22	6.70	
	3	0.18	5.0	

PROGETTO ESECUTIVO

Tratta/Sottotratta denominazione progressiva	Sondaggio elettromagnetico	n. strato	Resistività (ohm x m)	Spessore (m)
		4	15.0	100.00
		5	0.10	-
	TM12	1	13.40	15.50
		2	4.27	24.80
		3	1.05	44.5
		4	0.10	-
	TM13	1	37.00	10.0
		2	9.82	21.4
		3	1.00	17.8
		4	40.00	90.0
		5	0.10	-
	TM14	1	16.20	18.80
		2	44.50	33.50
		3	3.00	10.00
		4	5.00	40.00
		5	10.00	10.00
		6	01.0	-
	TM15	1	21.70	41.30
		2	2.28	31.10
		3	0.20	50.00
		4	0.10	-
	TM16	1	12.81	8.20
		2	3.84	28.20
		3	2.80	34.90
		4	0.63	22.30
		5	0.10	-
	TM17	1	20.00	2.00
		2	16.00	70.30
3		1.33	50.10	
4		11.60	3.50	
5		0.10	-	
1/C Seconda variante Progr 9.500 ÷ 12.140	TM18	1	13.40	12.10
		2	5.83	23.20
		3	1.10	34.10
		4	0.10	7.80
		5	5.83	-
	TM19	1	19.80	29.00
		2	7.07	31.80
		3	1.59	18.00
		4	10.00	16.00
		5	1.00	10.00
		6	0.50	-

3.4 NOMENCLATURA DEI PUNTI DI INDAGINE

Ciascuna indagine è stata identificata attraverso una sigla costituita da una prima parte, indicativa della diversa tipologia d'indagine (sondaggio geognostico, prova di carico su piastra etc.), ed una

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 35 di 49

seconda parte, dal numero progressivo. Le sigle delle diverse tipologie di indagine vengono di seguito elencate:

- ⇒ S00 = Sondaggio geognostico;
- ⇒ PE00 = Prova di carico su piastra
- ⇒ PD00 = Prova penetrometrica dinamica DPSH
- ⇒ TM00 = Sondaggi elettromagnetici TDEM
- ⇒ SS00 = Sismica a rifrazione con tecnica tomografica

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: <i>RELAZIONI GEOLOGICHE</i>	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 36 di 49

4. PROVE DI LABORATORIO ESEGUITE

4.1 PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Le prove geotecniche sono state realizzate dal laboratorio ufficiale Sidercem s.r.l con sede a Caltanissetta (CL). I risultati ottenuti dalle prove geotecniche di laboratorio sono sintetizzati nelle tabelle seguenti e le relative elaborazioni sono riportate nell'allegato n.3 "Rapporti di prova delle determinazioni di laboratorio".

Tabella 4.1 – Prove geotecniche di laboratorio – Caratteristiche fisiche

Campione		Wn %	kg/m ³	γ kg/m ³	γ _d kg/m ³	e	n	s%	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Wl %	Wp %	* Ip %	* Ic	* I _l	A
Sigla	Profondità [m]																	
S1 C1	06,00 - 06,40	34,7	2685	1830	1359	0,976	0,494	95	1,13	41,42	44,42	13,02	84	38	46	1,1	-0,07	3,53
S1 C3	17,50 - 18,00	25,6	2723	1960	1560	0,746	0,427	94	0,00	1,58	47,06	51,36	115	38	77	1,2	-0,16	1,50
S1 C4	24,50 - 25,00	24,9	2735	1978	1583	0,728	0,421	94	0,01	0,57	38,03	61,39	104	35	69	1,1	-0,15	1,12
S1 C5	29,50 - 30,00	22,7	2707	1965	1602	0,690	0,408	89	0,00	8,94	37,56	53,5	112	43	69	1,3	-0,29	1,29
S1bis - C1	12,00 - 12,40	24,6	2700	1960	1573	0,716	0,417	93	0,48	31,05	32,47	36,01	119	37	82	1,2	-0,15	2,28
S2 C1	06,00 - 06,40	27,3	2701	1903	1495	0,806	0,446	92	2,70	41,49	29,64	26,18	79	36	43	1,2	-0,20	1,64
S2 C2	14,00 - 14,50	26,0	2722	1991	1580	0,723	0,420	98	0,00	2,62	43,94	53,44	100	32	68	1,1	-0,09	1,27
S2 C3	17,50 - 18,00	27,4	2723	1972	1547	0,760	0,432	98	0,00	1,82	36,57	61,6	126	40	86	1,1	-0,15	1,40
S2 C4	24,00 - 24,50	25,8	2724	1999	1589	0,714	0,417	98	0,07	0,70	36,89	62,35	108	38	70	1,2	-0,17	1,12
S2 C5	29,50 - 30,00	22,8	2716	1896	1544	0,758	0,431	82	0,00	3,55	34,38	62,07	101	32	69	1,1	-0,13	1,11
S3 C1	06,00 - 06,50	19,5	2719	2105	1762	0,544	0,352	98	0,00	8,16	53,18	38,66	34	19	15	1,0	0,03	0,39
S3 C2	12,00 - 12,50	19,0	2711	2105	1769	0,533	0,348	97	0,00	4,97	54,45	40,58	32	19	13	1,0	0,00	0,32
S3 C5	29,50 - 30,00	20,3	2711	2100	1745	0,553	0,356	100	0,07	6,91	58,40	34,62	39	22	17	1,1	-0,10	0,49
S3bis - C1	18,00 - 18,50	22,7	2711	2020	1647	0,646	0,392	95	0,55	7,23	47,75	44,47	52	30	22	1,3	-0,33	0,49
S3bis - C2	23,50 - 24,00	20,9	2710	2078	1718	0,577	0,366	98	0,01	6,81	59,45	33,73	46	27	19	1,3	-0,32	0,56
S4 C1	06,50 - 07,00	19,3	2688	2106	1766	0,522	0,343	99	0,18	4,12	62,71	32,99	42	18	24	0,9	0,05	0,73
S4 C2	13,70 - 14,20	17,3	2664	2125	1811	0,471	0,320	98	5,40	61,04	25,06	8,5	N.P.	N.P.	N.P.	-	-	-
S4 C3	30,00 - 30,50	19,3	2712	2122	1780	0,524	0,344	100	0,06	4,87	66,26	28,8	36	16	20	0,8	0,17	0,69
S4 C4	40,00 - 40,50	20,8	2705	2061	1706	0,586	0,369	96	0,03	24,67	47,05	28,26	34	17	17	0,8	0,22	0,60
S4 C5	45,00 - 45,50	22,2	2700	2022	1655	0,631	0,387	95	0,25	11,83	53,95	33,97	40	21	19	0,9	0,06	0,56
S4 C6	50,00 - 50,50	23,4	2710	2034	1648	0,644	0,392	99	0,14	6,63	54,88	38,35	47	23	24	1,0	0,02	0,63
S5 C1	05,00 - 05,50	21,4	2706	2058	1695	0,596	0,374	97	0,15	4,65	56,49	38,7	40	20	20	0,9	0,07	0,52
S5 C2	10,00 - 10,50	18,8	2687	1940	1633	0,646	0,392	78	3,25	45,85	36,43	14,47	N.P.	N.P.	N.P.	-	-	-
S5 C3	15,00 - 15,50	-	2698	-	-	-	-	-	0,37	14,40	57,44	27,80	30	19	11	-	-	0,40
S5 C4	20,00 - 20,50	27,6	2728	1981	1553	0,757	0,431	100	0,09	4,13	39,12	56,66	61	28	33	1,0	-0,01	0,58
S5 C5	25,00 - 25,50	23,5	2718	2018	1634	0,664	0,399	97	0,06	7,64	51,25	41,06	40	24	16	1,0	-0,03	0,39
S5bis - C1	5,50 - 6,50	21,8	2700	2052	1685	0,603	0,376	98	0,11	11,84	57,45	30,59	41	22	19	1,0	-0,01	0,62
S5bis - C2	11,50 - 12,00	20,5	2708	2040	1693	0,600	0,375	93	0,09	13,67	56,90	29,33	40	24	16	1,2	-0,22	0,55
S5bis - C3	17,60 - 18,00	24,2	2722	2036	1639	0,661	0,398	100	0,00	7,82	60,03	32,15	48	33	15	1,6	-0,59	0,47

PROGETTO ESECUTIVO

Campione		Wn %	kg/m ³	γ kg/m ³	γd kg/m ³	e	n	s%	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Wl %	Wp %	* Ip %	* Ic	* I _l	A
Sigla	Profondità [m]																	
S5bis - C4	23,50 - 24,00	20,1	2697	2083	1734	0,555	0,357	98	0,50	23,11	53,48	22,91	31	12	19	0,6	0,43	0,83
S5bis - C5	30,00 - 30,50	23,3	2725	2028	1644	0,657	0,397	97	0,12	3,73	50,93	45,21	63	34	29	1,4	-0,37	0,64
S6 C1	05,00 - 05,50	21,0	2722	2084	1722	0,581	0,367	99	0,00	2,94	48,52	48,54	45	24	21	1,1	-0,14	0,43
S6 C2	20,00 - 20,50	22,3	2701	2032	1661	0,626	0,385	96	0,41	10,80	58,01	30,77	43	23	20	1,0	-0,04	0,65
S6 C3	24,50 - 25,00	18,7	2718	2118	1785	0,523	0,343	97	0,02	1,94	59,28	38,76	38	20	18	1,1	-0,07	0,46
S6bis - C2	15,00 - 15,50	28,5	2675	1867	1452	0,842	0,457	91	0,07	75,07	19,27	5,59	N.P.	N.P.	N.P.	-	-	-
S7 - C1	6,00 - 6,50	26,1	2714	1953	1549	0,753	0,429	94	0,22	5,14	41,32	53,31	62	28	34	1,1	-0,06	0,64
S7 - C2	11,80 - 12,20	32,7	2719	1884	1420	0,915	0,478	97	0,09	5,53	40,02	54,35	69	26	43	0,8	0,16	0,79
S7 - C3	18,00 - 18,50	23,8	2709	2010	1623	0,669	0,401	97	0,96	19,10	44,19	35,75	39	17	22	0,7	0,31	0,62
S7 - C4	23,00 - 23,50	19,8	2711	2063	1723	0,574	0,365	94	0,20	6,72	53,50	39,58	43	21	22	1,1	-0,05	0,56
S7 - C5	11,50 - 12,00	16,8	2708	2107	1803	0,502	0,334	91	0,04	5,39	64,54	30,03	40	27	13	1,8	-0,78	0,43
S7 - C6	35,00 - 35,50	17,8	2691	2137	1814	0,483	0,326	99	0,00	3,62	61,23	35,14	41	14	27	0,9	0,14	0,77
S8 - C1	25,00 - 25,40	20,8	2706	2063	1707	0,585	0,369	97	0,03	10,47	58,52	30,98	44	24	20	1,2	-0,16	0,65
S8 - C2	50,00 - 50,40	26,7	2707	1913	1510	0,792	0,442	91	0,18	5,58	45,24	49,01	44	23	21	0,8	0,18	0,43
S8 - C3	75,30 - 75,60	20,0	2692	2006	1671	0,611	0,379	88	0,21	6,98	31,56	61,26	51	23	28	1,1	-0,11	0,46
S8 - C4	99,30 - 99,60	20,7	2696	2053	1701	0,585	0,369	95	0,37	5,80	32,84	60,99	68	25	43	1,1	-0,10	0,71
S8 - C5	110,00 - 110,30	25,3	2704	2003	1598	0,692	0,409	99	0,20	5,50	30,65	63,55	66	27	39	1,0	-0,04	0,61
S8 - C6	119,00 - 119,30	17,3	2700	2135	1820	0,484	0,326	96	0,17	5,29	30,73	63,81	68	25	43	1,2	-0,18	0,67
S8 - C7	130,00 - 130,30	18,7	2695	2100	1769	0,523	0,343	96	0,19	4,10	43,07	52,64	61	25	36	1,2	-0,18	0,68
S8 - C8	139,80 - 140,10	16,8	2695	2066	1769	0,524	0,344	87	0,36	6,11	42,09	51,45	65	27	38	1,3	-0,27	0,74
S8 - C9	149,90 - 150,10	16,8	2683	2102	1800	0,491	0,329	92	0,26	5,55	30,61	63,58	65	25	40	1,2	-0,21	0,63
S9 - C4	24,00 - 24,40	25,1	2728	1965	1571	0,737	0,424	93	0,05	6,46	38,09	55,4	44	28	16	1,2	-0,18	0,29
S9 - C8	48,00 - 48,40	23,8	2703	1917	1549	0,745	0,427	86	5,76	9,42	39,20	45,63	41	27	14	1,2	-0,23	0,31
S9 - C13	85,00 - 85,35	20,9	2636	1963	1624	0,623	0,384	88	0,00	4,20	32,60	63,2	59	28	31	1,2	-0,23	0,49
S9 - C14	100,00 - 100,50	16,7	2642	2107	1806	0,463	0,317	95	0,00	3,30	34,80	61,9	76	27	49	1,2	-0,21	0,79
S9 - C15	110,00 - 110,50	18,2	2627	2097	1774	0,481	0,325	100	0,00	2,90	36,90	60,2	80	23	57	1,1	-0,08	0,95
S9 - C16	120,30 - 120,50	16,9	2644	2101	1797	0,471	0,320	95	0,52	2,17	36,98	60,33	77	27	50	1,2	-0,20	0,83
S9 - C17	130,00 - 130,50	18,7	2642	1997	1682	0,571	0,363	86	0,00	3,40	34,70	61,7	73	28	45	1,2	-0,21	0,73
S9 - C18	139,80 - 140,20	15,7	2620	2148	1856	0,412	0,292	100	1,20	3,70	40,90	54,2	70	23	47	1,2	-0,16	0,87
S10 - C1	30,90 - 31,30	34,9	2711	1866	1383	0,961	0,490	99	1,20	8,59	44,85	45,36	58	26	32	0,7	0,28	0,71
S10 - C2	50,00 - 50,40	34,6	2682	1825	1356	0,978	0,494	95	0,14	7,33	39,32	53,2	48	25	23	0,6	0,42	0,43
S10 - C3	88,50 - 89,00	26,6	2703	1987	1569	0,722	0,419	100	1,38	6,24	38,11	54,27	38	20	18	0,6	0,37	0,33
S10 - C4	99,20 - 99,60	20,1	2673	1963	1634	0,636	0,389	84	3,65	3,39	37,62	55,33	36	21	15	1,1	-0,06	0,27
S10 - C5	109,40 - 109,70	19,3	2691	2055	1722	0,562	0,360	92	9,25	12,84	42,43	35,48	34	20	14	1,1	-0,05	0,39
S10 - C6	120,70 - 121,00	18,9	2712	2043	1718	0,578	0,366	89	0,49	5,80	39,90	53,81	46	22	24	1,1	-0,13	0,45
S10 - C7	129,60 - 130,00	20,1	2677	2066	1720	0,556	0,357	97	10,38	5,96	39,76	43,89	39	22	17	1,1	-0,11	0,39
S10 - C8	139,50 - 139,80	20,0	2693	2049	1708	0,577	0,366	93	2,46	7,73	33,79	56,01	37	18	19	0,9	0,11	0,34
S10 - C9	150,00 - 150,30	17,4	2732	2063	1757	0,555	0,357	86	0,15	5,14	40,33	54,38	41	22	19	1,2	-0,24	0,35
S11 C3	15,00 - 15,40	25,8	2720	1989	1581	0,720	0,419	98	0,64	6,46	43,10	49,80	67	31	36	1,1	-0,14	0,72
S11 C5	25,00 - 25,50	19,5	2715	2087	1747	0,554	0,357	96	3,35	9,60	45,70	41,35	54	25	29	1,2	-0,19	0,70
S11bis - C3	36,00 - 36,40	26,2	2719	1299 8	1583	0,718	0,418	99	0,31	7,17	45,68	46,84	69	31	38	1,1	-0,13	0,81

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A

Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE

Data: 29/10/10

Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc

Relazione tecnica conclusiva indagini
 integrative Fase 1

Pagina 38 di 49

PROGETTO ESECUTIVO

Campione		Wn %	kg/m ³	γ kg/m ³	γd kg/m ³	e	n	s%	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Wl %	Wp %	* Ip %	* Ic	* I _L	A
Sigla	Profondità [m]																	
S11bis - C5	30,00 - 30,40	21,4	2716	2079	1712	0,586	0,370	99	0,25	7,31	45,69	46,75	55	23	32	1,1	-0,05	0,68
S12bis - C1	36,00 - 36,40	16,9	2705	2168	1854	0,459	0,315	100	2,81	20,53	54,78	21,88	46	24	22	1,3	-0,32	1,01
S12bis - C2	40,00 - 40,50	17,9	2716	2099	1780	0,525	0,344	93	5,41	8,14	46,60	39,85	46	23	23	1,2	-0,22	0,58
S12bis - C3	42,00 - 42,40	18,5	2705	2130	1798	0,505	0,336	99	1,68	15,10	49,66	33,56	57	25	32	1,2	-0,20	0,95
S12bis - C4	54,00 - 54,40	19,3	2700	2084	1747	0,546	0,353	96	4,32	20,15	49,16	26,37	46	26	20	1,3	-0,34	0,76
S13bis - C1	06,00 - 06,45	17,8	2706	2149	1824	0,483	0,326	100	2,02	21,02	39,82	37,14	46	24	22	1,3	-0,28	0,59
S13bis - C2	12,00 - 12,40	14,0	2705	1955	1714	0,578	0,366	66	4,08	31,04	33,24	31,64	53	28	25	1,6	-0,56	0,79
S14 C3	17,50 - 18,00	19,8	2729	2101	1754	0,555	0,357	97	2,90	6,54	49,08	41,48	51	23	28	1,1	-0,11	0,68
S14 C6	34,50 - 35,00	-	2688	-	-	-	-	-	3,01	7,51	48,49	40,99	50	25	25	-	-	0,61
S14bis - C3	23,50 - 23,85	15,8	2708	2185	1888	0,435	0,303	98	1,46	10,85	49,41	39,28	54	23	31	1,2	-0,23	0,79
S14bis - C4	30,00 - 30,50	15,4	2709	2182	1891	0,433	0,302	97	7,32	11,68	41,87	39,13	47	25	22	1,4	-0,44	0,56
S14bis - C5	35,00 - 35,50	15,9	2710	2191	1891	0,433	0,302	99	0,65	7,07	60,79	31,49	51	24	27	1,3	-0,30	0,86
S15 C2	11,50 - 12,00	17,1	2721	2126	1815	0,500	0,333	93	2,93	7,94	45,40	43,72	48	25	23	1,3	-0,34	0,53
S15bis - C2	23,60 - 24,00	15,9	2707	2125	1832	0,477	0,323	91	1,45	10,96	60,09	27,5	50	25	25	1,4	-0,36	0,91
S15bis - C3	29,60 - 30,00	26,4	2710	1964	1553	0,745	0,427	96	7,54	6,60	58,12	27,75	63	35	28	1,3	-0,31	1,01
S16 - C1	5,50 - 6,00	22,6	2717	1994	1627	0,670	0,401	92	3,23	10,76	44,13	41,88	57	36	21	1,6	-0,64	0,50
S16 - C2	11,25 - 11,75	20,7	2713	2084	1726	0,572	0,364	98	2,06	6,46	45,41	46,06	52	28	24	1,3	-0,30	0,52
S16 - C4	25,00 - 25,50	16,5	2711	2173	1865	0,453	0,312	99	0,59	8,81	52,58	38,01	53	26	27	1,4	-0,35	0,71
S16 - C5	30,40 - 30,70	17,2	2708	2127	1815	0,492	0,330	95	1,10	10,68	47,83	40,39	58	24	34	1,2	-0,20	0,84
S17 - C2	11,50 - 12,00	-	2721	-	-	-	-	-	0,18	3,78	40,38	55,66	81	30	51	-	-	0,92
S17 - C5	30,00 - 30,60	16,9	2721	2121	1814	0,500	0,333	92	0,38	9,06	37,49	53,07	71	24	47	1,2	-0,15	0,89
S18bis - C1	06,00 - 06,50	21,5	2723	2064	1698	0,603	0,376	97	0,00	5,43	48,99	45,58	60	39	21	1,8	-0,83	0,46
S18bis - C3	18,00 - 18,50	15,6	2717	2176	1881	0,444	0,308	96	3,99	8,41	43,24	44,37	56	17	39	1,0	-0,04	0,88
S18bis - C5	29,80 - 30,20	18,7	2712	2116	1783	0,521	0,343	97	0,35	2,94	45,13	51,58	61	28	33	1,3	-0,28	0,64
S19 - C1	5,50 - 6,00	22,9	2691	2008	1634	0,647	0,393	95	0,00	8,32	43,18	48,5	68	21	47	1,0	0,04	0,97
S19 - C2	12,00 - 12,30	15,5	2724	1936	1677	0,625	0,384	68	0,37	5,80	60,92	32,91	52	31	21	1,7	-0,74	0,64
S20 - C1	5,50 - 6,00	10,9	2651	1997	1800	0,472	0,321	61	5,51	75,93	17,30	1,25	N.P.	N.P.	N.P.	-	-	-
S20 - C2	12,50 - 12,80	15,8	2652	1965	1696	0,564	0,360	75	11,56	64,79	14,91	8,75	29	11	18	0,7	0,27	2,06
S20 - C3	18,00 - 18,50	9,1	2656	2052	1881	0,412	0	59	5,57	82,76	10,18	1,49	N.P.	N.P.	N.P.	-	-	-
S20 - C4	25,00 - 25,50	13,9	2697	2074	1820	0,482	0,325	78	0,19	36,45	39,85	23,51	34	19	15	1,3	-0,34	0,64
S21 - C1	7,00 - 7,50	17,4	2717	2126	1812	0,500	0,333	94	0,25	4,93	59,99	34,84	65	27	38	1,3	-0,25	1,09
S21 - C2	11,50 - 12,00	15,6	2720	2163	1871	0,454	0,312	94	0,00	4,74	51,10	44,15	89	34	55	1,3	-0,33	1,25
S21 - C3	18,00 - 18,50	13,7	2713	2117	1861	0,457	0,314	82	0,00	8,40	55,11	36,49	77	27	50	1,3	-0,27	1,37
S21 - C4	24,00 - 24,50	12,2	2710	2129	1897	0,429	0,300	77	0,04	12,19	50,51	37,26	63	27	36	1,4	-0,41	0,97
S22 - C4	20,00 - 20,40	16,0	2715	2146	1850	0,468	0,319	93	0,00	9,52	51,15	39,32	54	23	31	1,2	-0,23	0,79

Tabella 4.2 – Prove geotecniche di laboratorio – Caratteristiche meccaniche delle terre

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 39 di 49

PROGETTO ESECUTIVO

Campione		Prova di taglio diretto C.D.		Prova Triassiale UU		ELL	Prova di compressione triassiale CIU		ISP	Pocket	
Sigla	Profondità [m]	Attrito e coesione		Attrito e coesione		Coesione	Attrito	coesione		kPa	
		C' kPa	φ' °	Cu kPa	φu °	Cu kPa					C' kPa
S1 C1	06,00 - 06,40	7,9	25,0			21,7				175	
S1 C3	17,50 - 18,00	16,8	18,1							742	
S1 C4	24,50 - 25,00			397,8	0					1017	
S1 C5	29,50 - 30,00					290,6				800	
S1bis - C1	12,00 - 12,40	15,0	21,2			93,8				517	
S2 C1	06,00 - 06,40	22,1	22,6							650	
S2 C2	14,00 - 14,50			331,4	0	277,1				1200	
S2 C3	17,50 - 18,00			284,6	0					750	
S2 C4	24,00 - 24,50	58,7	11,2	390,0	0					842	
S2 C5	29,50 - 30,00					254,4				842	
S3 C1	06,00 - 06,50	35,0	21,8			82,6				492	
S3 C2	12,00 - 12,50	10,6	29,1	218,8	0					508	
S3 C5	29,50 - 30,00					338,3				658	
S3bis - C1	18,00 - 18,50	25,0	26,0	331,8	0,00					842	
S3bis - C2	23,50 - 24,00			428,2	0,00					925	
S4 C1	06,50 - 07,00	18,2	21,7			184,8				458	
S4 C2	13,70 - 14,20	Campione non idoneo									-
S4 C3	30,00 - 30,50	10,8	26,5			138,3				425	
S4 C4	40,00 - 40,50	40,0	24,0	175,3	0					592	
S4 C5	45,00 - 45,50			194,7	0					508	
S4 C6	50,00 - 50,50			248,7	0		40,0	22,0		508	
S5 C1	05,00 - 05,50	taglio diretto		180,7	0					425	
		30,0	22,5								
		taglio residuo									
		17,0	21,2								
S5 C2	10,00 - 10,50	24,0	32,5							442	
S5 C3	15,00 - 15,50	Campione non idoneo									208
S5 C4	20,00 - 20,50	25,0	18,8	189,0	0					375	
S5 C5	25,00 - 25,50			219,1	0					417	
S5bis - C1	5,50 - 6,50	taglio diretto		259,9	0,0					425	
		37,5	24,2								
		taglio residuo									
		29,5	20,3								
S5bis - C2	11,50 - 12,00	31,2	25,2							633	
S5bis - C3	17,60 - 18,00	Campione non idoneo									608
S5bis - C4	23,50 - 24,00	21,3	33,8	387,3	0,00					550	
S5bis - C5	30,00 - 30,50			264,0	0,00					567	
S6 C1	05,00 - 05,50	taglio diretto								447	
		16,0	24,5								
		taglio residuo									
		15,0	19,7								
S6 C2	20,00 - 20,50			213,7	0	193,5	65,0	20,5		525	
S6 C3	24,50 - 25,00	29,2	24,1	297,3	0					667	

PROGETTO ESECUTIVO

Campione		Prova di taglio diretto C.D.		Prova Triassiale UU		ELL	Prova di compressione triassiale CIU		ISP	Pocket
Sigla	Profondità [m]	Attrito e coesione		Attrito e coesione		Coesione	Attrito	coesione		kPa
		C' kPa	φ' °	Cu kPa	φu °	Cu kPa				
S6bis - C2	15,00 - 15,50	2,2	31,2							92
S7 - C1	6,00 - 6,50	Taglio diretto								542
		33,1	17,2							
		Taglio residuo								
	28,0	11,5								
S7 - C2	11,80 - 12,20			54,0	0,0		24,0	17,0		183
S7 - C3	18,00 - 18,50	8,6	23,1	142,2	0,0					400
S7 - C4	23,00 - 23,50			344,9	0,0		20,0	25,0		833
S7 - C5	11,50 - 12,00			351,4	0,0		30,0	27,0		858
S7 - C6	35,00 - 35,50	31,9	21,6	404,6	0,0					458
S8 - C1	25,00 - 25,40	37,2	28,7	649,0	0,00					1150
S8 - C2	50,00 - 50,40	23,9	28,9	476,0	0,00					300
S8 - C3	75,30 - 75,60			521,4	0,00					350
S8 - C4	99,30 - 99,60			336,9	0,00					433
S8 - C5	110,00 - 110,30						11,3	19,8		183
S8 - C6	119,00 - 119,30			506,5	0,00					433
S8 - C7	130,00-130,30						13,5	1,4		
S8 - C8	139,80 - 140,10			594,7	0,00					800
S8 - C9	149,90 -150,10			469,2	0,00					600
S9 - C4	24,00 - 24,40	22,1	26,6	445,5	0,0					492
S9 - C8	48,00 - 48,40	32,5	26,4	368,2	0,0					792
S9 - C13	85,00 - 85,35						10,0	27,0		833
S9 - C14	100,00 - 100,50			371,3	0,0					733
S9 - C15	110,00 - 110,50						14,0	24,5		767
S9 - C16	120,30 - 120,50								428,62	
S9 - C17	130,00 - 130,50						16,26	25,9		733
S9 - C18	139,80 - 140,20						10,23	21,1		800
S10 - C1	30,90 - 31,30	31,8	28,2	236,7	0,00					317
S10 - C2	50,00 - 50,40	83,8	22,1	216,2	0,00					317
S10 - C3	88,50 - 89,00			315,9	0,00					350
S10 - C4	99,20 - 99,60			523,5	0,00					350
S10 - C5	109,40 - 109,70					173,3				850
S10 - C6	120,70 - 121,00			330,9	0,00					617
S10 - C7	129,60 - 130,00	Campione non idoneo								867
S10 - C8	139,50 -139,80						53,0	25,0		850
S10 - C9	150,00 - 150,30						100,0	27,5		767
S11 C3	15,00 - 15,40	9,0	19,6				12,0	19,5		258
S11 C5	25,00 - 25,50	Campione non idoneo								742
S11bis - C3	36,00 - 36,40	21,9	20,4				15,0	17,0		508
S11bis - C5	30,00 - 30,40						27,0	19,5		733
S12bis - C1	36,00 - 36,40					300,6				850
S12bis - C3	42,00 - 42,40						25,0	19,5		283

PROGETTO ESECUTIVO

Campione		Prova di taglio diretto C.D.		Prova Triassiale UU		ELL	Prova di compressione triassiale CIU		ISP	Pocket
Sigla	Profondità [m]	Attrito e coesione		Attrito e coesione		Coesione Cu kPa	Attrito C' kPa	coesione ϕ' °		kPa
		C'	ϕ'	Cu	ϕ_u					
S12bis - C4	54,00 - 54,40						25,0	22,0		208
S12bis C2	40,00 - 40,50						35,0	20,3		1083
S13bis - C1	06,00 - 06,45					238,5				900
S13bis - C2	12,00 - 12,40	taglio diretto								1383
		22,6	20,3							
		taglio residuo								
		17,2	19,3							
S14 C3	17,50 - 18,00						25,0	19,0		1100
S14 C6	34,50 - 35,00									-
S14bis - C3	23,50 - 23,85						25,0	21,0		817
S14bis - C4	30,00 - 30,50						25,0	19,0		1317
S14bis - C5	35,00 - 35,50						22,0	23,0		1350
S15 C2	11,50 - 12,00	taglio diretto								1058
		24,0	18,5							
		taglio residuo								
		15,6	10,9							
S15bis - C2	23,60 - 24,00	28,5	26,2							1308
S15bis - C3	29,60 - 30,00						15,0	22,2		350
S16 - C1	5,50 - 6,00									308
S16 - C2	11,25 - 11,75	29,1	21,8	311,0	0,0					558
S16 - C4	25,00 - 25,50	24,1	22,0							442
S16 - C5	30,40 - 30,70	37,6	28,2							442
S17 - C2	11,50 - 12,00									-
S17 - C5	30,00 - 30,60	30,9	18,6	638,3	0,00					1250
S18bis - C1	06,00 - 06,50	taglio diretto								750
		43,5	21,0							
		taglio residuo								
		15,9	10,5							
S18bis - C3	18,00 - 18,50	Campione non idoneo								733
S18bis - C5	29,80 - 30,20	Campione non idoneo								1367
S19 - C1	5,50 - 6,00	11,8	19,0			71,2				608
S19 - C2	12,00 - 12,30	10,0	16,5							-
S20 - C1	5,50 - 6,00	9,0	31,1							-
S20 - C2	12,50 - 12,80	Campione non idoneo								117
S20 - C3	18,00 - 18,50	8,2	31,6							-
S20 - C4	25,00 - 25,50	9,7	29,0							367
S21 - C1	7,00 - 7,50						10,0	23,0		708
S21 - C2	11,50 - 12,00	33,1	23,2							550
S21 - C3	18,00 - 18,50	15,3	28,0							1400

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 42 di 49

PROGETTO ESECUTIVO

Campione		Prova di taglio diretto C.D.		Prova Triassiale UU		ELL	Prova di compressione triassiale CIU		ISP	Pocket
Sigla	Profondità [m]	Attrito e coesione		Attrito e coesione		Coesione	Attrito	coesione		kPa
		C' kPa	ϕ' °	Cu kPa	ϕ_u °	Cu kPa	C' kPa	ϕ' °		
S21 - C4	24,00 - 24,50	28,0	24,8							942
S22 - C4	20,00 - 20,40						15,0	22,0		567

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A

Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE

Data: 29/10/10

Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc

Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1

Pagina 43 di 49

Tabella 4.2.1 – Prove geotecniche di laboratorio – Prove Edometriche

Campione		Edometria				Campione		Edometria			
Sigla	Prof. [m]	Pressione σ	Cv	E	K	Sigla	Prof. [m]	Pressione σ	Cv	E	K
		kPa	mm ² /s	kPa	mm/s			kPa	mm ² /s	kPa	mm/s
S1 C1	06,00 - 06,40	24,52	-	-	-	S1 C3	17,50 - 18,00	24,52	-	-	-
		49,04	-	-	-			49,04	-	-	-
		98,07	1,14E-01	4173	2,72E-07			98,07	-	-	-
		196,14	3,28E-02	4891	6,70E-08			196,14	-	-	-
		392,28	1,82E-02	6787	2,74E-08			392,28	-	25808	-
		784,56	1,00E-02	11555	9,12E-09			784,56	1,04E-01	26065	4,05E-08
		1569,12	5,07E-03	14583	3,79E-09			1569,1	6,42E-03	27384	2,36E-09
		3138,24	4,85E-03	29831	1,88E-09			3138,2	2,63E-03	36406	7,51E-10
S1bis - C1	12,00 - 12,40	24,52				S2 C1	06,00 - 06,40	24,52	-	-	-
		49,04						49,04	-	-	-
		98,07						98,07	-	10545	-
		196,14						196,14	2,51E-01	12493	2,06E-07
		392,28						392,28	1,77E-01	12221	1,44E-07
		784,56	6,34E-02	18769	3,41E-08			784,56	8,53E-02	16800	5,14E-08
		1569,12	2,82E-02	30409	9,58E-09			1569,1	4,05E-02	26108	1,60E-08
		3138,24	1,28E-02	49035	2,73E-09			3138,2	1,69E-02	41899	4,32E-09
S3 C1	06,00 - 06,50	24,52	-	-	-	S3 C2	12,00 - 12,50	24,52	-	-	-
		49,04	-	-	-			49,04	-	3123	-
		98,07	6,76E-02	5004	1,33E-07			98,07	4,88E-02	4855	1,00E-07
		196,14	6,13E-02	7515	8,13E-08			196,14	5,12E-02	5980	8,63E-08
		392,28	6,40E-02	10777	6,00E-08			392,28	4,56E-02	9318	5,02E-08
		784,56	6,13E-02	17631	3,58E-08			784,56	4,69E-02	15536	3,16E-08
		1569,12	6,58E-02	27772	2,49E-08			1569,1	4,62E-02	26108	1,90E-08
		3138,24	4,87E-02	46355	1,14E-08			3138,2	4,63E-02	46355	1,11E-08
S3bis - C1	18,00 - 18,50	24,52				S4 C1	06,50 - 07,00	24,52	-	-	-
		49,04						49,04	-	-	-
		98,07		6671				98,07	-	11019	
		196,14		11816				196,14	9,91E-02	11470	8,53E-08
		392,28		13253				392,28	7,13E-02	15384	4,62E-08
		784,56	6,87E-02	21034	3,32E-08			784,56	3,21E-02	18288	1,77E-08
		1569,12	7,42E-02	31320	2,48E-08			1569,1	2,93E-02	26239	1,15E-08
		3138,24	4,74E-02	45948	1,10E-08			3138,2	2,57E-02	43466	6,32E-09
S4 C2	13,70 - 14,20	24,52	-	-	-	S4 C3	30,00 - 30,50	24,52	-	-	-
		49,04	-	-	-			49,04	3,36E-01	3659	9,04E-07
		98,07	-	8756	-			98,07	6,20E-02	4036	1,52E-07
		196,14	2,40E-01	9758	2,47E-07			196,14	6,52E-02	7515	8,70E-08
		392,28	2,33E-01	13574	1,74E-07			392,28	5,85E-02	11272	5,28E-08
		784,56	2,63E-01	23920	1,13E-07			784,56	5,20E-02	17243	3,12E-08
		1569,12	2,11E-01	35662	6,22E-08			1569,1	4,40E-02	26461	1,76E-08
		3138,24	2,01E-01	63017	3,39E-08			3138,2	4,09E-02	44896	9,99E-09
S4 C4	40,00 -	24,52	-	-	-	S4 C5	45,00 -	24,52	-	-	-

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 44 di 49

PROGETTO ESECUTIVO

Campione		Edometria				Campione		Edometria			
Sigla	Prof. [m]	Pressione σ	Cv	E	K	Sigla	Prof. [m]	Pressione σ	Cv	E	K
		kPa	mm ² /s	kPa	mm/s			kPa	mm ² /s	kPa	mm/s
	40,50	49,04	-	-	-		45,50	49,04	-	-	-
		98,07	-	7055	-			98,07	1,99E-02	4583	4,33E-08
		196,14	1,41E-01	9123	1,55E-07			196,14	2,64E-02	7846	3,36E-08
		392,28	1,13E-01	13861	8,05E-08			392,28	1,88E-02	8454	2,24E-08
		784,56	8,51E-02	18680	4,70E-08			784,56	3,04E-02	14529	2,16E-08
		1569,12	6,73E-02	28120	2,49E-08			1569,1	2,36E-02	26640	9,45E-09
		3138,24	7,32E-02	41843	1,87E-08			3138,2	3,24E-02	45948	7,76E-09
S4 C6	50,00 - 50,50	24,52	-	-	-	S5 C4	20,00 - 20,50	24,52	-	-	-
		49,04	-	-	-			49,04	-	-	-
		98,07	-	-	-			98,07	-	-	-
		196,14	1,35E-01	12989	1,02E-07			196,14	4,50E-02	13253	3,34E-08
		392,28	9,40E-02	12947	7,19E-08			392,28	1,69E-02	12107	1,38E-08
		784,56	4,69E-02	14136	3,34E-08			784,56	1,38E-02	13434	1,03E-08
		1569,12	3,37E-02	21495	1,62E-08			1569,1	1,44E-02	21176	6,81E-09
3138,24	3,34E-02	35541	1,01E-08	3138,2	2,02E-02	38085	5,74E-09				
S5bis - C4	23,50 - 24,00	24,52				S6 C1	05,00 - 05,50	24,52	-	-	-
		49,04		5769				49,04	-	-	-
		98,07		6129				98,07	-	-	-
		196,14		10269				196,14	-	10110	-
		392,28		14010				392,28	7,16E-02	11996	5,96E-08
		784,56		19372				784,56	4,61E-02	13788	3,39E-08
		1569,12	2,01E-01	21733	9,64E-08			1569,1	2,81E-02	20674	1,42E-08
3138,24	1,79E-01	42990	4,53E-08	3138,2	2,03E-02	33279	6,65E-09				
S6 C3	24,50 - 25,00	24,52	-	-	-	S6bis - C2	15,00 - 15,50	24,52			
		49,04	-	-	-			49,04		8915	
		98,07	-	-	-			98,07		9340	
		196,14	8,44E-02	10718	7,88E-08			196,14		10660	
		392,28	6,08E-02	14369	4,23E-08			392,28		15754	
		784,56	6,34E-02	20065	3,20E-08			784,56		22545	
		1569,12	4,65E-02	31133	1,54E-08			1569,1		40441	
3138,24	3,75E-02	48655	8,20E-09	3138,2		61294					
S7 - C1	6,00 - 6,50	24,52				S7 - C2	11,80 - 12,20	24,52			
		49,04						49,04			
		98,07						98,07			
		196,14						196,14		6266	
		392,28	4,14E-02	13813	3,01E-08			392,28		7119	
		784,56	2,76E-02	18246	1,52E-08			784,56	4,81E-02	11097	4,51E-08
		1569,12	1,92E-02	23920	8,29E-09			1569,1	1,05E-02	18974	6,03E-09
3138,24	1,25E-02	36406	3,67E-09	3138,2	9,99E-03	33600	3,36E-09				
S7 -	18,00 - 18,50	24,52				S7 - C4	23,00 - 23,50	24,52			
		49,04		2901				49,04			

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 45 di 49

PROGETTO ESECUTIVO

Campione		Edometria				Campione		Edometria			
Sigla	Prof. [m]	Pressione σ	Cv	E	K	Sigla	Prof. [m]	Pressione σ	Cv	E	K
		kPa	mm ² /s	kPa	mm/s			kPa	mm ² /s	kPa	mm/s
C3		98,07		5301				98,07			
		196,14		5685				196,14		8207	
		392,28	4,23E-02	8815	4,91E-08			392,28	5,14E-02	11572	4,46E-08
		784,56	4,02E-02	15117	2,79E-08			784,56	5,74E-02	16243	3,61E-08
		1569,12	4,09E-02	26196	1,68E-08			1569,1	5,42E-02	26152	2,17E-09
		3138,24	4,62E-02	43466	1,18E-08			3138,2	4,01E-02	45350	9,58E-09
S7 - C6	35,00 - 35,50	24,52				S8 - C5	110,00 - 110,30	24,52			
		49,04						49,04			
		98,07						98,07			
		196,14		7458				196,14			
		392,28	3,49E-02	9060	3,76E-08			392,28	1,20E-02	10583	1,10E-08
		784,56	3,32E-02	14291	2,38E-08			784,56	4,30E-03	11974	3,50E-09
S8 - C6	119,00 - 119,30	1569,12	3,10E-02	23560	1,39E-08	S8 - C8	139,80 - 140,10	1569,1	4,20E-03	21202	2,00E-09
		3138,24	3,10E-02	43708	6,25E-09			3138,2	5,90E-03	38273	1,50E-09
		24,52						24,52			
		49,04						49,04			
		98,07						98,07			
		196,14						196,14			
S9 - C14	100,00 - 100,50	392,28				S9 - C15	110,00 - 110,50	392,28			
		784,56	7,70E-02	31359	2,40E-08			784,56	1,80E-01	25967	6,60E-08
		1569,12	3,00E-01	29833	9,90E-08			1569,1	2,10E-01	29987	6,80E-08
		3138,24	7,70E-03	41654	1,80E-09			3138,2	8,70E-03	50808	1,70E-09
		24,52						24,52			
		49,04						49,04			
S9 - C17	130,00 - 130,50	98,07				S10 - C4	99,20 - 99,60	98,07			
		196,14						196,14		15919	
		392,28	9,30E-02	21459	4,30E-08			392,28		27551	
		784,56	2,70E-02	23218	1,10E-08			784,56		55101	
		1569,12	9,20E-03	28326	3,20E-09			1569,1		79607	
		3138,24	5,60E-01	42917	1,30E-07			3138,2		139781	
S10 - C5	109,40 - 109,70	24,52				S10 - C7	129,60 - 130,00	24,52			
		49,04						49,04			
		98,07						98,07			
		196,14		13857				196,14		17164	
		392,28		21286			392,28		16721		

PROGETTO ESECUTIVO

Campione		Edometria				Campione		Edometria			
Sigla	Prof. [m]	Pressione σ	Cv	E	K	Sigla	Prof. [m]	Pressione σ	Cv	E	K
		kPa	mm ² /s	kPa	mm/s			kPa	mm ² /s	kPa	mm/s
		784,56		39168						784,56	
		1569,12		56495				1569,1		43261	
		3138,24		73434				3138,2		76704	
S11 C5	25,00 - 25,50	24,52	-	-	-	S11bis - C5	30,00 - 30,40	24,52			
		49,04	-	-	-			49,04			
		98,07	-	-	-			98,07			
		196,14	-	-	-			196,14			
		392,28	4,80E-02	12778	3,76E-08			392,28		17056	
		784,56	2,51E-02	17093	1,48E-08			784,56	3,27E-02	20325	1,61E-08
		1569,12	1,50E-02	25893	6,04E-09			1569,1	1,69E-02	26505	6,51E-09
3138,24	1,05E-02	40234	2,82E-09	3138,2	1,39E-02	40756	3,60E-09				
S12bis C2	40,00 - 40,50	24,52	-	-	-	S12Bis C3	42,00 - 42,40	24,52			
		49,04	-	-	-			49,04			
		98,07	-	-	-			98,07		3280	
		196,14	-	10323	-			196,14		6307	
		392,28	9,50E-02	12453	7,72E-08			392,28	2,44E-02	9018	2,79E-08
		784,56	3,94E-02	17872	2,24E-08			784,56	2,57E-02	15536	1,74E-08
		1569,12	2,20E-02	30409	7,55E-09			1569,1	2,03E-02	27821	7,51E-09
3138,24	1,58E-02	51447	3,29E-09	3138,2	1,82E-02	46980	4,34E-09				
S13bis C2	12,00 - 12,40	24,52				S14 C3	17,50 - 18,00	24,52	-	-	-
		49,04						49,04	-	-	-
		98,07						98,07	-	-	-
		196,14						196,14	-	-	-
		392,28	8,82E-02	17591	4,99E-08			392,28	-	7388	-
		784,56	4,42E-02	29495	1,50E-08			784,56	1,32E-02	12107	1,12E-08
		1569,12	4,15E-02	52510	1,13E-08			1569,1	1,14E-02	23525	5,17E-09
3138,24	3,70E-02	75771	5,66E-09	3138,2	1,01E-02	44832	2,49E-09				
S14bis C3	23,50 - 23,85	24,52				S14bis C5	35,00 - 35,50	24,52			
		49,04						49,04			
		98,07						98,07			
		196,14						196,14			
		392,28		21090				392,28		20117	
		784,56	6,87E-02	24518	3,32E-08			784,56	3,82E-02	28120	1,37E-08
		1569,12	7,42E-02	31133	2,48E-08			1569,1	2,52E-02	40756	6,29E-09
3138,24	4,74E-02	48655	1,10E-08	3138,2	2,14E-02	64308	3,48E-09				
S15 C2	11,50 - 12,00	24,52	-	-	-	S16 - C1	5,50 - 6,00	24,52			
		49,04	-	-	-			49,04			
		98,07	-	-	-			98,07		6246	
		196,14	-	8072	-			196,14		7973	
		392,28	-	10660	-			392,28	1,61E-02	8382	1,94E-08
		784,56	3,87E-02	15146	2,61E-08			784,56	1,04E-02	11675	9,21E-09
		1569,12	2,14E-02	26372	8,56E-09			1569,1	7,08E-03	20838	3,64E-09
3138,24	1,78E-02	45025	4,30E-09	3138,2	7,79E-03	37405	2,33E-09				

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 47 di 49

PROGETTO ESECUTIVO

Campione		Edometria				Campione		Edometria			
Sigla	Prof. [m]	Pressione σ	Cv	E	K	Sigla	Prof. [m]	Pressione σ	Cv	E	K
		kPa	mm ² /s	kPa	mm/s			kPa	mm ² /s	kPa	mm/s
S17 - C5	30,00 - 30,60	24,52				S18bis - C3	18,00 - 18,50	24,52			
		49,04						49,04			
		98,07						98,07			
		196,14						196,14			
		392,28		17670				392,28		18161	
		784,56		21673				784,56	1,09E-01	21495	5,12E-08
		1569,12	1,51E-02	30468	5,04E-09			1569,1	1,38E-02	31072	4,55E-09
		3138,24	8,25E-03	46492	1,64E-09			3138,2	8,88E-03	52655	1,77E-09
S21 - C2	11,50 - 12,00	24,52				S21 - C4	24,00 - 24,50	24,52			
		49,04						49,04			
		98,07						98,07			
		196,14						196,14			
		392,28		15567				392,28	1,18E-01	10058	1,18E-07
		784,56	1,83E-02	16693	1,14E-08			784,56	6,63E-02	16764	4,06E-08
		1569,12	9,27E-03	24986	3,82E-09			1569,1	6,44E-02	29384	2,30E-08
		3138,24	8,79E-03	45285	2,06E-09			3138,2	6,00E-02	46492	1,39E-08
S22 - C4	20,00 - 20,40	24,52									
		49,04									
		98,07									
		196,14		6671							
		392,28	7,77E-02	9856	7,78E-08						
		784,56	7,55E-02	17513	4,48E-08						
		1569,12	7,50E-02	29775	2,68E-08						
		3138,24	6,70E-02	51362	1,43E-08						

4.2 PROVE CHIMICHE DI LABORATORIO

In alcuni campioni prelevati in corrispondenza dei sondaggi effettuati sulla prevista Galleria Caltanissetta sono state effettuate alcune determinazioni chimiche finalizzate a caratterizzare i terreni per un eventuale riutilizzo con stabilizzazione a calce, secondo le norme tecniche CNR di cui al B.U. CNR n. 36.

I risultati ottenuti dalle prove chimiche di laboratorio sono sintetizzati nella tabella seguente e le relative elaborazioni sono riportate nell'allegato n. 3 "Rapporti di prova delle determinazioni di laboratorio" all'interno dei relativi certificati emessi per ogni campione prelevato.

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 48 di 49

Tabella 4.3 – Prove chimiche di laboratorio

Campione		Sostanza organica	Solfati SO4	Solfuri H2S	Nitrati NO3	V.B.
		%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	g/kg
Valori di riferimento		< 2,00	2500		1000	-
Sigla	Profondità [m]					
S7 - C4	23,00 - 23,50	3,87	1173	<100	<50	>4
S7 - C6	35,00 - 35,50	3,41	926	<100	<50	>4
S9 - C15	110,00 - 110,50	5,03	124	<100	<50	>4
S9 - C17	130,00 - 130,50	4,41	623	<100	<50	>4
S8 - C6	119,00 - 119,30	4,44	125	<100	<50	>4
S8 - C8	139,80 - 140,10	4,62	125	<100	<50	>4
S10 - C6	120,70 - 121,00	0,96	82	<100	<50	>4
S10 - C8	139,50 - 139,80	1,72	1847	<100	<50	>4

I risultati ottenuti, confrontati con i valori di riferimento riportati (da "Specifica Tecnica –Trattamento delle terre con calce" Norma Interna FS - 1999), permettono di definire che, solo nel caso del contenuto di sostanza organica, in 6 campioni su 8 si riscontrano valori associabili a terreni con limitazioni d'uso per la stabilizzazione a calce.

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-004_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 29/10/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-004_A.doc	Relazione tecnica conclusiva indagini integrative Fase 1	Pagina 49 di 49