

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 I

Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa
Programma delle indagini di prima 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 1 A

Scala:

-

F																			
E																			
D																			
C																			
B																			
A	Aprile 2011	EMISSIONE				M. D'ANGELO	A. TURSO	M. LITI	P. PAGLINI										
REV.	DATA	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

PREMESSA.....	3
1 FASE PROPEDEUTICA.....	4
2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	5
2.1 TRACCIATO DI PROGETTO	6
2.2 QUADRO GEOLOGICO E GEOTECNICO GENERALE.....	9
2.2.1. Successione stratigrafia	10
2.2.2. Tettonica.....	18
2.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO GENERALE	20
2.4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE	23
2.5 QUADRO DI SINTESI DELLA GEOLOGIA LUNGO IL TRACCIATO	25
3 INDAGINI PREGRESSE.....	29
3.1 CRITERI DI PROGRAMMAZIONE E TIPOLOGIA DELLE INDAGINI	30
3.2 DESCRIZIONE CAMPAGNA DI INDAGINE ESEGUITA NEL 2006.....	31
3.3 CAMPAGNA DI INDAGINE ANAS ESEGUITA NEL 1988.....	35
4 PROGRAMMA DELLE INDAGINI	36
4.1 CRITERI DI SCELTA DELLA TIPOLOGIA DELLE INDAGINI	36
4.2 RIEPILOGO DELLE INDAGINI DA ESEGUIRE	38

ELENCO DEGLI ALLEGATI

ALLEGATO 1. TABELLE RIEPILOGATIVE

ALLEGATO 2. CARTOGRAFIA

000GE209GT03ZP6001A - Planimetria con ubicazione delle indagini

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001_A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 2 di 43

PREMESSA

La presente nota illustra il programma di indagine che sarà eseguito ad integrazione di quanto già eseguito nell'ambito del Progetto definitivo, secondo quanto previsto dal par. 1.3 "Indagini geotecniche" delle NG 15 e relativi allegati 1b "Norme tecniche per l'esecuzione di indagini geognostiche", 1c "Norme tecniche per l'esecuzione di indagini geotecniche e geofisiche", 1d "Norme tecniche per l'esecuzione di prove di laboratorio".

La campagna indagini così definita sarà condotta in modo tale da approfondire il quadro delle conoscenze già disponibili ed acquisire ulteriori elementi necessari ai fini progettuali e coerenti con il nuovo quadro normativo di riferimento (N.T.C. 2008).

Nell'ambito dei sopralluoghi preliminari, si è 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) con l'ambiente superficiale circostante (fossi, attraversamenti di corsi d'acqua, coltivazioni, immobili etc.), o con il sottosuolo (sottoservizi, gasdotti, oleodotti etc.). Tali rilievi rappresenteranno il presupposto indispensabile per l'eventuale richiesta di autorizzazione di accesso ai fondi.

In questa sede si propone il programma delle indagini basato sulle informazioni disponibili, sulla documentazione fornita (studio geologico del progetto definitivo), sugli assetti e sulle problematiche geologiche riscontrate in fase di sopralluogo. Il programma qui riportato è da intendere come necessario per il raggiungimento di una conoscenza adeguata e finalizzata alla definizione di un modello concettuale geologico di riferimento.

A tal fine il presente elaborato è suddiviso nei seguenti capitoli:

1. Fase propedeutica
2. Inquadramento territoriale
3. Indagini pregresse
4. Programma delle indagini con descrizione del tracciato

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001_A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 3 di 43

1 FASE PROPEDEUTICA

Si è proceduto con l'avvio di una fase propedeutica, in cui è stata effettuata un'analisi critica delle fonti informative esistenti. Il tutto finalizzato a favorire una prima presa di contatto con le problematiche con cui ci si dovrà confrontare e a potere programmare ed indirizzare correttamente l'ulteriore svolgimento della prestazione. In tale ottica lo studio preliminare costituisce il dato di partenza dell'attività progettuale che dovrà configurarsi come sviluppo logico di una serie di attività finalizzate ad ottenere il miglior prodotto finale, coerente con la soluzione progettuale individuata, e conforme alle richieste della committenza.

A latere di tale prima fase sono state svolte accurate ricognizioni dei luoghi, nell'ottica di acquisire le peculiarità dell'infrastruttura esistente e del territorio in cui essa si inserisce. Al tempo stesso sono state effettuate e sono tutt'ora in corso le attività di foto interpretazione.

A conclusione di questa fase propedeutica sono state elaborate le strategie da seguire per l'impostazione del programma delle indagini, tenendo conto delle eventuali modifiche da apportare a seguito di ulteriori conoscenze che verranno acquisite attraverso il completamento delle attività di foto interpretazione ed in fase di esecuzione delle indagini.

La campagna indagini, pertanto, sarà condotta in modo tale da approfondire il quadro delle conoscenze già disponibili ed acquisire tutti gli elementi necessari ai fini della caratterizzazione geologica e geotecnica delle aree interessate dall'intervento in modo da ottenere i dati di base necessari alla corretta progettazione delle opere e coerenti con il nuovo quadro normativo di riferimento (N.T.C. 2008). La nuova normativa di riferimento, ai fini di un'adeguata caratterizzazione dei terreni e quindi della soluzione progettuale più opportuna, impone indagini di dettaglio rapportate all'importanza dell'opera, che interessino il volume significativo dei terreni di sedime e capaci di poter consentire la definizione dei "valori caratteristici" delle grandezze fisiche e meccaniche da attribuire a tali terreni.

Non si esclude, e anzi si auspica, in questa fase, un'ulteriore campagna di indagini finalizzata a definire in maniera univoca e chiara tutti quegli elementi e situazioni geologiche emersi nelle indagini oggetto del presente programma, che necessitano di maggiori approfondimenti. Si rimanda, in tal caso, ad un successivo documento di programmazione da condividere con l'Alta Sorveglianza.

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001 _A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 4 di 43

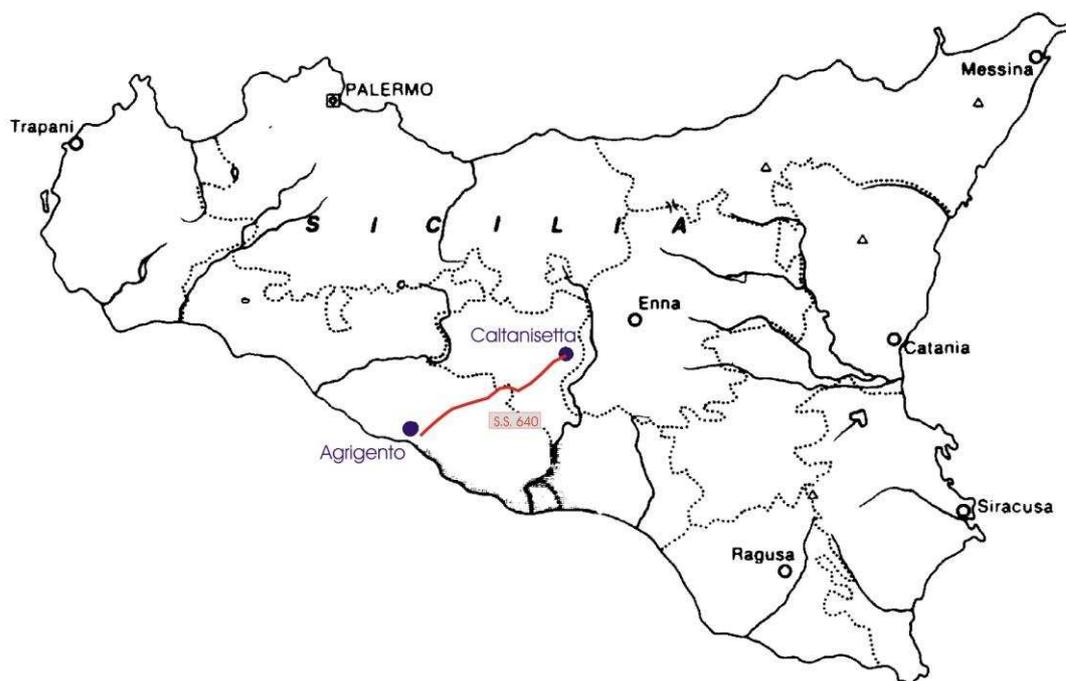
2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La S.S. 640 è un'importante asse stradale di collegamento tra la provincia di Agrigento e Caltanissetta, e rappresenta l'itinerario preferenziale tra la Sicilia Sud- occidentale ed il settore Centro – Orientale dell'isola (province di Enna, Catania e Messina).

L'infrastruttura inoltre, congiunge i principali assi autostradali della Sicilia: l'autostrada A19 Palermo- Catania, la S.S. 189 Agrigento- Palermo, la S.S. 123 Canicatti - Licata, la S.S. 626 Caltanissetta- Gela ed indirettamente la S.S. 115 Sud Occidentale Sicula.

Il tratto della SS 640 oggetto del presente progetto di ammodernamento e raddoppio, ha inizio dal km 44 +100 in territorio comunale di Serradifalco (CL) in prossimità di Contrada Grotta Rossa e termina con lo svincolo per l'autostrada A19 Palermo – Catania.

Il tracciato presenta uno sviluppo da SW verso NE, attraversando i comuni di Serradifalco (CL), San Cataldo (CL) e Caltanissetta.



Cartograficamente, il tracciato ricade nelle seguenti tavolette della Carta d'Italia redatta dall'I.G.M.I., nella sequenza progressiva del tracciato da SW verso NE :

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001_A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 5 di 43

- F° 267 II S.E. "Canicattì"
- F° 267 II N.E. "Serradifalco"
- F° 268 III N.O. "Caltanissetta"
- F° 268 IV S.O. "Xirbi"
- F° 268 IV S.E. "Stazione Imera"



2.1 TRACCIATO DI PROGETTO

Così come è stato effettuato negli studi specialistici del Progetto definitivo, nella presente relazione il tracciato in progetto, complessivamente esteso Km 28.08, viene suddiviso in tratti omogenei per caratteristiche geologiche ed opere da realizzare; per ogni singolo tratto verranno nel seguito esposte, a grandi linee, le componenti geologiche, idrogeomorfologiche e geotecniche nello studio di dettaglio.

Di seguito si riporta la suddivisione riferita alle nuove progressive chilometriche di progetto:

Tratta	Sottotratta	Denominazione	Progressive
I	1	C.da Grottarossa	0 - 2.400
I	2	Prima variante	2.400 - 4.400

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001_A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 6 di 43

Tratta	Sottotratta	Denominazione	Progressive
I	3	C.da Grotta d'Acqua	4.400 - 8.600
II	1	Seconda variante - Tratto iniziale	8.600 – 10.350
II	2	Galleria Papazzo	10.350 – 10.975
II	3	Seconda variante - Tratto finale	10.975 – 12.900
II	4	Galleria Caltanissetta	12.900 – 16.890
II	5	C.da San Filippo Neri	16.890 – 18.100
III	1	C.da Busita	18.100 – 19.400
III	2	C.da Abbazia	19.400 – 22.300
III	3	Arenella	22.300 – 25.200
III	4	Cozzo Garlatti	25.200 – 26.600
III	5	Imera	26.600 – 28.080

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

Tratta e sottotratta	Opera d'arte	Sezioni		Lunghezza (m)
		Iniz.	Fine	
I-1	Svincolo Serradifalco (Sv01)	1.350	1.5250	
I-2	Galleria artificiale "Rovetello" (GA 01)	109	120	283
	Viadotto "Giulfo" (VI01)	127	159	795 (SX) 800 (DX)
I-3	Svincolo "Delia Sommatino" (Sv 02)	306	320	
	Ponte (P0 01)	329	330	40
II-1	Galleria artificiale GA 02	390	402	285 (SX) 238 (DX)
	Viadotto "Favarella" VI 02	405	410	122
II-2	Galleria naturale "Papazzo" GN 01	415	440	741 (SX) 743 (DX)
II-3	Viadotto "Mumia" - VI 03	445	462	422.92 (SX) 430 (DX)

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001_A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 7 di 43

PROGETTO ESECUTIVO

Tratta e sottotratta	Opera d'arte	Sezioni		Lunghezza (m)
		Iniz.	Fine	
II-3	Galleria "S. Cataldo" - GA 03	462	472	187
	Ponte PO 02	493	495	45
	Svincolo "Caltanissetta Sud" - SV03	500	505	
II-4	Galleria naturale "Caltanissetta" GN 02	517	677	4.036 (SX) 4.022 (DX)
II-5	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 GN 03	697	707	178 (SX) 194 (DX)
	Viadotto "Busita 1" VI 05	707	717	247 (SX) 229 (DX)
	Galleria artificiale "S. Filippo" GA 04	717	724	- (SX) 120 (DX)
III-1	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	
III-2	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)
III-3	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)
III-4	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	
III-5	Viadotto "Salso" VI14	1065	1125	1.484 (SX) 1.487 (DX)

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001_A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 8 di 43

2.2 QUADRO GEOLOGICO E GEOTECNICO GENERALE

Quanto riportato nel seguito, in relazione all'inquadramento geologico generale dell'area, è stato estratto dallo studio geologico effettuato a corredo del Progetto Definitivo.

Il territorio in esame ricade nel settore centrale siciliano che geologicamente rappresenta un ampio bacino subsidente durante il plio-pleistocene, definito Avanfossa di Caltanissetta; tale struttura è caratterizzata alla base dal complesso plastico argilloso su cui poggia la serie Evaporitica Messiniana che precede stratigraficamente, i depositi pelagici trasgressivi, per un arco temporale che va dal Miocene al Pleistocene.

Schematicamente abbiamo le seguenti unità stratigrafico deposizionali:

Formazioni pre-evaporitiche:

- Unità delle calciruditi e calcareniti (Tortoniano)
- Unità delle sabbie e argille sabbiose (Tortoniano)
- Unità delle argille e marne argillose (Tortoniano)

Successione Evaporitica :

- Unità delle marne silicee "Tripoli" (Messiniano)
- Unità del Calcere di Base (Messiniano sup.)
- Unità dei Gessi (Messiniano sup.)

Formazioni post-evaporitiche:

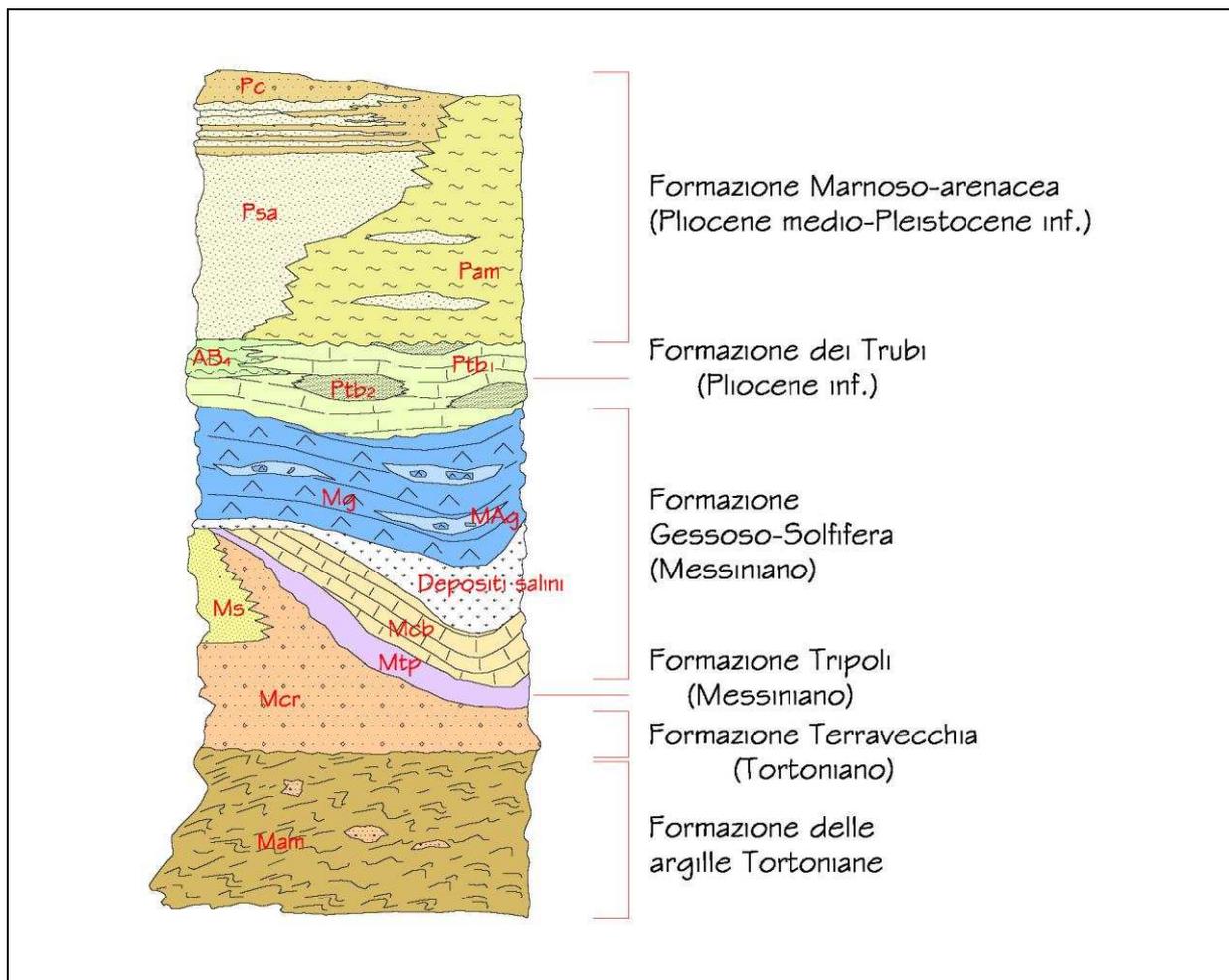
- Unità dei calcari marnosi e marne "Trubi" (Pliocene inf.);
- Unità delle argille marnose - "F.ne Marnoso Arenacea" (Pliocene medio sup.);
- Unità delle sabbie e calcarenite - "F.ne Marnoso Arenacea" (Pliocene sup. -Pleistocene inf).

Nel settore inoltre particolare importanza rivestono le coperture superficiali quaternarie che spesso interagiscono direttamente con il tracciato stradale rappresentando il terreno di imposta:

Formazioni Quaternarie:

- Alluvioni di fondo valle (Recente);
- Detrito di Falda (Recente);
- Depositi elu-colluviali (Recente).

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001 _A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 9 di 43



Colonna stratigrafica tipo dell'area

(Mam): Argille grigio azzurre e marne argillose – **(Mcr):** Calciruditi e calcareniti stratificate in grossi banchi – **(Ms):** Sabbie giallastre disposte a lenti – **(Mtp):** Marne e diatomiti sottilmente laminate, "Tripoli" – **(Mcb):** Calcarea di base – **(Mg):** Gessi – **(Mag):** Argille gessose intercalate ai gessi – **(Ptp1):** Calcari marnosi e marne calcaree "Trubi" - **(Ptp2):** Marne e marne calcaree risedimentate – **(Ab4):** Argille brecciate intercalate ai Trubi - **(Pam):** Argille e argille marnose – **(Psa):** Sabbie e sabbie argillose debolmente cementate – **(Pc):** Calcareniti giallastre fossilifere -

2.2.1. Successione stratigrafia

Di seguito si riporta la descrizione della successione stratigrafica ricostruita attraverso il rilevamento geologico di campagna, i sondaggi geologici ed i dati bibliografici presenti per il settore.

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001_A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 10 di 43

2.2.1.1. Formazione delle argille e marne argillose - (Tortoniano)

Affiorano diffusamente sia nel settore iniziale del tracciato (*Carta Geologica Tav 1-2*) che nel tratto finale (*Tav. 8-9-10*); litologicamente l'unità è costituita prevalentemente da argille ed argille marnose grigio azzurre, con passaggi sia laterali che verticali, senza alcuna regolarità, di argille sabbiose e porzioni di conglomerati.

Spesso le argille presentano in superficie uno strato di copertura alterato dello spessore variabile da 1 a 5 m (vedere lo studio di dettaglio per gli approfondimenti puntuali), costituito da limi argillosi, di colore marrone scuro caratterizzati da una discreta plasticità, decrescente con la profondità.

Oltre tale livello si passa alla formazione argillosa inalterata, costituita da argille marnose e/o sabbiose, di colore grigio-azzurro, mediamente consistenti e plastiche, con generale miglioramento delle caratteristiche geomeccaniche.

Il complesso argilloso ingloba modesti lembi di terreni marnosi più antichi, ed olistoliti di varie dimensioni, natura ed età. Le argille presentano varia tessitura: scagliettata, brecciata, puddingoide; solitamente gli elementi stratimetrici sono molto poveri, raramente è possibile riconoscere la stratificazione essendo le giaciture caotiche.

La datazione di quest'unità può essere eseguita sia considerando il contenuto paleontologico dei sedimenti ritenuti normali, sia constatando che sul complesso poggia, in apparente continuità di sedimentazione, la Fm. Terra Vecchia.

L'ambiente di deposizione del complesso argilloso è stato ritenuto in passato, trasgressivo sulle serie più differenti, attualmente è ritenuto regressivo. Probabilmente si tratta di una progradazione di delta fluviali, interessati da fenomeni gravitativi come flussi olistostromici legati a frane sottomarine.

Lo spessore dell'unità è indeterminabile, poiché non affiora il letto dello strato, e poiché i numerosi sondaggi eseguiti non danno indicazioni valide circa lo spessore.

2.2.1.2. Unità delle Sabbie e marne sabbiose

L'unità è stata rilevata in modesti affioramenti, inglobati e circoscritti dalle argille tortoniane, in prossimità di Contrada Appennati e Contrada Cuti, mentre affiora in continuità e consistenza in Contrada Garlatti in destra idraulica al Fiume Salso.

L'unità delle sabbie e marne sabbiose appartiene alla Formazione Terravecchia; si tratta di sedimenti sabbiosi disposti a lenti di estensione variabile, di colore grigio - giallastro, stratificate in livelli di spessore decimetrico, a cementazione variabile.

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001 _A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 11 di 43

A luoghi l'unità è caratterizzata da intercalazioni di livelli di conglomerati poligenici in matrice terrosa dello spessore di 20÷30 centimetri, mentre in altre sezioni naturali presenta grossi corpi di argille sabbiose a struttura brecciata, caotiche a stratificazione indistinta.

Un esempio di tale facies con predominanza della componente marnosa ed argillosa, è visibile in contrada Garlatti dove sono presenti delle collinette argillo- sabbiose interessate da fenomeni di erosione accelerata che possono evolvere a calanchi.

Complessivamente l'unità è riferibile ad ambienti sedimentari di transizione fluvio-deltizio connessi al disfacimento dei rilievi emersi a seguito della fase tettonica compressiva inframiocenica.

2.2.1.3. Unità delle calciruditi e calcareniti

Un affioramento notevole dell'unità si ha in Contrada Garlatti in prossimità del tratto finale della SS 640 prossimo al raccordo con la A19; si tratta di un potente banco di calciruditi ben stratificate in grossi banchi passanti verso l'alto a calcareniti visibilmente stratificate.

I livelli di calcarenite presentano stratificazione incrociata prodotta da correnti trattive che confermano un ambiente di deposizione fluvio deltizio.

Tale condizione di sedimentazione determina frequenti variazioni di facies con disomogeneità delle granulometrie del pacco arenario, nonché frequenti intercalati tra i livelli di calcare, di modesti lembi di conglomerati con ciottoli quarzarenitici, e livelli decimetrici di argille sabbiose.

Il tracciato in progetto intercetta in minima parte la formazione in esame; ciò avviene in prossimità della galleria di *Cozzo Garlatti* alla prog. 25.975, che taglia un affioramento di calcareniti giallastre ben stratificate che emergono nell'ambito di un rilievo di sabbie e sabbie marnose sempre della F.ne Terravecchia.

2.2.1.4. Tripoli – (Messiniano)

È l'unità di base della serie Gessoso Solfifera, e segna l'inizio di facies di bacino chiuso evaporitico.

È presente con modesti affioramenti a ridosso dei calcari in Contrada Abbazia Santuzza presso case Pozzanghero e in prossimità di Monte Stretto in Contrada Cuti.

Generalmente gli spessori sono modesti così come limitata è la continuità laterale del Tripoli, anche se si può presumere una certa continuità del litotipo non riscontrabile a causa degli intensi processi erosivi (naturali ed antropici), che tendono a mascherarlo con spesse coltri eluviali.

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001 _A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 12 di 43

Il Tripoli è costituito da un'alternanza di strati diatomitici e marnoso-calcarei, con spicole di Radiolari e gusci di Diatomee.

Si presenta agevolmente fissile, friabile, terroso con perfetta sfaldatura lungo i piani di laminazione, in cui si possono rinvenire resti di pesce; presenta un caratteristico basso peso specifico, che lo rende molto leggero e facilmente riconoscibile.

Verso l'alto il Tripoli presenta le stratificazioni marnoso-calcaree più spesse, ed intercalazioni di sottili straterelli di pochi centimetri di calcare rossastro, che testimonia il graduale passaggio ad un ambiente sempre più evaporitico.

L'ambiente di deposizione del Tripoli doveva possedere caratteristiche lagunari, con acque poco profonde e tranquille, con qualche zona di emersione o di secca.

Questa situazione ha determinato la laminazione ritmica e l'andamento discontinuo e lagunare dei depositi. La presenza del Tripoli segna il passaggio ad un ambiente abbastanza particolare caratterizzato da una concentrazione salina via via crescente ed una mancanza di ossigenazione testimoniata dall'assenza di forme bentoniche; queste situazioni mettono in netta evidenza una separazione più o meno completa del bacino del Mediterraneo rispetto agli oceani.

L'età può essere ricavata sia dallo studio della ittofauna, sia considerando i rapporti stratigrafici con le unità a letto e tetto del Tripoli.

La letteratura in proposito indica un'età risalente al Messiniano.

Lo spessore riscontrabile nei nostri affioramenti è di pochi metri (10-15), valore che sembra seguire la tendenza di tutto il bacino evaporitico.

2.2.1.5. Calcare di base – (Messiniano sup.)

Affiora con una buona continuità nel tratto iniziale del settore investigato, in prossimità di Contrada Grottarossa, dove sono ubicate numerose attività estrattive proprio sulla litologia in esame.

Si presenta in grossi banchi in cui è difficile riconoscere l'originaria stratificazione, il colore è grigio-biancastro in superficie tendente al grigio scuro in profondità.

I banchi di calcare sono separati da intercalazioni marnose di pochi decimetri chiamate "partimenti", che contengono a loro volta straterelli calcarei di pochi centimetri. Tali livelli segnano la temporanea variazione delle condizioni di sedimentazione, che ritornano di mare più profondo per poi ridivenire prettamente evaporitiche.

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001 _A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 13 di 43

I grossi banchi di calcare sono dati da breccia risedimentata di frammenti di ritmite calcarea che in alcune zone conserva ancora indisturbata la sua struttura.

Nel settore di Grotta Rossa il calcare mostra forme di erosione carsica superficiale dovuti alla dissoluzione della roccia carbonatica; le superfici si presentano con microcarsismi quali scannellature, microsolchi e in generale una spetto cariato.

Gli spessori della formazione dei calcari sono assai variabili mostrano valori medi intorno ai 50-70 m.

Il passaggio inferiore dal Tripoli al calcare non avviene in maniera netta ma gradualmente con qualche livello calcareo (10 – 20 centimetri) intercalato alle marne diatomitiche.

Il passaggio stratigrafico superiore con i Gessi di Pasquasia è in discordanza, coincidendo con la tettonica intramessiniana che divide il primo ciclo evaporitico dal secondo.

2.2.1.6. Gessi – (Messiniano sup.)

I gessi non intercettano direttamente il tacciato in progetto, ma affiorano lateralmente all'infrastruttura o in tratti dismessi del vecchio tracciato della S.S. 640.

La formazione si presenta sia come banchi litoidi di gessi macrocristallini stratificati sia come intercalazioni di argille gessose a contenuto sabbioso. Complessivamente i gessi presenti nella zona, sono quelli del secondo ciclo "Gessi di Pasquasia" con i quali inizia il complesso evaporitico superiore.

Sono costituiti dall'alternanza di potenti banconi di gesso macrocristallino, da livelli di gesso "balatino" e gesso selenitico, separati da intercalazioni marnose.

Le sequenze iniziano con una zona inferiore caratterizzata da sottili strati di Gesso Balatino cui segue una zona di Gesso Selenitico. Il primo presenta un fitto numero di veli di gesso spessi poco più di qualche millimetro, di colore bianco-grigio, di probabile deposito primario; l'attuale stratificazione è disturbata da fenomeni tettonici.

I banconi di gesso selenitico si presentano con macrocristalli geminati a coda di rondine, di dimensioni comprese fra i 2-3 cm fino ai 15-20 cm.

I gessi in molti casi sono nettamente separati dalle formazioni sottostanti da livelli gessarenitici e da una formazione torbiditica, caotica, inglobante al suo interno oltre che conglomerati a matrice gessosa anche livelli diatomitici e marnosi bituminosi.

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001 _A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 14 di 43

In molti casi questa formazione gessosa è presente accompagnata da sedimenti tipicamente argillosi sotto forma di intercalazioni che determinano nella morfologia di superficie degli addolcimenti del rilievo;

A volte i gessi appaiono di spessore molto ridotto o talora assenti; in tal caso i Trubi poggiano direttamente sui calcari.

Lo spessore della formazione è assai variabile, assumendo spesso una conformazione a lente con massimi di 70 - 90 m, e parti dove è totalmente assente. I dati stratigrafici bibliografici, indicano un valore medio di 50 - 60 m.

I Gessi sono tagliati al tetto dalla deposizione in discordanza delle marne a Globigerine o Trubi.

2.2.1.7. Trubi – (Pliocene Inferiore)

La formazione affiora in molti settori sia come terreni lapidei di calcare marnoso e marne calcaree biancastre (Ptb1), che come brecce argillose e argille marnose intercalate ai calcari (Ab4).

Inoltre in perforazione i Trubi si presentano sotto forma di marne e marne calcaree (Ptb2) provenienti dell'erosione e risedimentazione dei calcari marnosi litoidi (sondaggi prossimità della Galleria Sant'Elia: S25 – S50 – S 51 - S 27 ed altri).

Nella tipica espressione i Trubi sono dei calcari marnosi più o meno cementati passanti a marne calcaree di colore bianco crema fino a grigio chiaro; hanno frattura concoide e contengono tracce di idrossidi di ferro e noduli pirritici dispersi uniformemente nella roccia e facilmente visibile ad occhio nudo. Associate ai trubi a tratti intercalate e frammiste, si rinvencono brecce argillose a struttura caotica con intercalazioni di marna calcarea (Galleria Caltanissetta).

In affioramento si presentano ben stratificati, con strati aventi uno spessore di circa 10 - 20 cm e con delle fratture ortogonali alla stratificazione stessa, talvolta così regolari da potersi confondere con i piani di stratificazione. A volte gli affioramenti sono mascherati da estese coltivazioni e seminativi; la loro presenza è provata dal colore biancastro che assume il terreno in corrispondenza di questo litotipo.

I Trubi si possono considerare a coesione variabile ed aventi una permeabilità complessa. Nella parte alta per spessori di pochi metri sono permeabili per fratturazione ed alterazione, mentre in profondità, essendo delle rocce insolubili in cui non interviene il fenomeno della dissoluzione chimica ad allargare le fessure, sono impermeabili.

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001 _A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 15 di 43

2.2.1.8. Formazione marnoso – arenacea – (Pliocene medio - Pleistocene inf)

La formazione è da far risalire ad una deposizione terrigena torbiditica che ha colmato in più fasi il bacino prossimo alla linea di costa. Il prevalere della sedimentazione sui fenomeni erosivi, ha determinato un avanzamento della terra emersa con conseguente spostamento della linea di costa in più riprese. Tale meccanismo ha determinato il susseguirsi di più cicli sedimentari ognuno dei quali costituito da argille, argille sabbiose passanti sia lateralmente che verticalmente a sabbie e calcareniti di tipico ambiente deltizio.

Schematicamente possiamo suddividere la formazione, dal basso verso l'alto, in tre differenti unità fra loro intercalate ed alternate, e complessivamente discordanti sui sottostanti Trubi:

- Unità delle argille ed argille marnose (*Pam*);
- Unità delle sabbie e sabbie argillose (*Psa*);
- Unità delle calcareniti e sabbie (*Pc*).

Unità delle argille ed argille marnose - (Pam);

Affiorano nel settore centrale dell'infrastruttura in progetto (C.da Grotta d'Acqua, C.da Favarella, Cda Mumia – Papazzo, C.da Giuliano); l'unità poggia in discordanza sui Trubi ed è costituita da argille ed argille marnose generalmente di colore grigio-azzurro, omogenee a struttura scagliosa, con resti di fossili e a luoghi, minuti cristalli di gesso.

In perforazione si presentano di colore grigio-verde con livelli argillosi alternati ad argille sabbiose e veli di sabbia grigia con minuti resti fossili.

L'unità verso l'alto passa gradualmente a sedimenti sempre più limosi e sabbiosi, pertanto il passaggio all'unità successiva non è mai netto sia in affioramento che in perforazione.

Unità delle sabbie e sabbie argillose – (Psa)

L'unità è costituita da sabbie giallastre con livelli limosi e talora argillosi generalmente poco cementati; si riscontrano inoltre modesti livelli di ghiaia e conglomerati, costituiti da calcareniti e quarzareniti in matrice sabbiosa e nella parte alta della sequenza veli di calcarenite.

Affiorano in continuità con le Argille Marnose (Pam) in concomitanza di collinette ed alti strutturali (Cozzo Giudica, Corno d'Oro, Serra della Destra, C.da Papazzo, Borgata Favarella), inoltre le sabbie affiorano estesamente in tutta la contrada Sant'Elia- Scalazza, anche se non intersecano l'infrastruttura in progetto che nel settore è in galleria.

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001 _A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 16 di 43

Si tratta di un tipico deposito di mare basso con una facies eteropica passante dalle argille-sabbiose grigie alle sabbie sciolte o debolmente cementate, per poi passare a calcareniti cementate molto ricche in fossili.

Il passaggio alle calcareniti avviene gradatamente prima passando ad argille sabbiose quindi a calcareniti vere e proprie con intercalazioni irregolari di argille sabbiose.

Unità delle calcareniti e sabbie – (Pc)

Il termine classico di questa unità è rappresentato da una biocalcarenite bruno-giallastra a stratificazione piano-parallela e laminazione incrociata, generalmente cementata e ricca di resti fossili (macrofauna ad ostreidi, pectinidi e molluschi in genere).

Nel settore in esame l'unità mostra numerosi passaggi, sia laterali che verticali, dei banchi decimetrici di biocalcarenite con livelli sabbiosi totalmente sciolti o scarsamente cementati, che risultano fortemente incisi da fenomeni di erosione selettiva.

Le calcareniti rappresentano una litologia di facies deltizia così come dimostrato dalle tipiche strutture di sedimentazione di questo ambiente (laminazione incrociata). Inoltre è ipotizzabile una sedimentazione sul fondo subacqueo debolmente inclinato, con avanzamento dello stesso in avanti facendo così progredire la terra emersa e spostare la linea di costa.

2.2.1.9. Depositi elu-colluviali – (Recente)

Si tratta di depositi continentali che hanno subito un certo trasporto per opera delle acque dilavanti e di ruscellamento accumulandosi nelle aree pianeggianti o depresse.

La natura è prevalentemente limosa ed argillo - sabbiosa, con matrice terrosa e frammenti rocciosi di varia dimensione e natura compositiva, che provengono dallo smantellamento delle formazioni topograficamente sovrastanti, costituendo un mantello di detrito eluviale che ricopre le formazioni in posto.

Il deposito inoltre presenta abbondanti resti vegetali sia decomposti (Humus), che parzialmente decomposti.

Sono caratterizzate da fenomeni di compressibilità e variazioni di volume in relazione al contenuto d'acqua che possono interagire negativamente con le opere stradali da realizzare.

2.2.1.10. Detrito di falda - (Recente)

Si tratta di una coltre di copertura delle formazioni in posto con spessori variabili da pochi decimetri a 3-4 m, è presente in svariati settori ed intercetta più volte il tracciato; una buona continuità della

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001 _A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 17 di 43

formazione è stata riscontrata nel settore iniziale C.da Grotta Rossa, dove maschera e ricopre il Calcarea di base e in c.da Passo Babbaurra dove il tracciato in realtà non interseca l'affioramento essendo in galleria.

Generalmente è costituito da ghiaie, brecce, variamente cementate a luoghi misti a matrice terrosa o sabbioso-argillosa. I frammenti sono generalmente di natura calcarea, calcarea - marnosa e gessosa, provengono dallo smantellamento delle formazioni topograficamente sovrastanti.

2.2.1.11. Alluvioni e depositi terrazzati – (Recente)

Le alluvioni sono presenti con modeste coperture in corrispondenza dei corsi d'acqua e valloni in tutto il territorio, ma il maggiore affioramento è in prossimità del tratto finale dell'infrastruttura dove l'asse stradale si sviluppa in viadotto sul fondo valle del Vallone Arenella e del Fiume Imera.

Nella Contrada Imera la particolare morfologia pianeggiante e la significativa presenza del Fiume Imera e relativi affluenti, hanno consentito un'importante sedimentazione di tipo continentale con la formazione di un vasto deposito alluvionale. Trattasi di depositi continentali costituiti da un insieme sciolto o scarsamente cementato di limi argillosi frammisti a ghiaia, sabbia e ciottoli; talora si rinvencono blocchi e livelli conglomeratici grossolani che si ricollegano all'azione di trasporto della rete idrografica a regime torrentizio che sfiora sulle zone di pianura.

I depositi presentano inoltre abbondanti resti vegetali sia decomposti (Humus), che parzialmente decomposti; ciò determina fenomeni di compressibilità e variazioni di volume in relazione al contenuto d'acqua che possono interagire negativamente con le opere stradali da realizzare.

La variabilità di questi depositi è notevole anche su spazi molto brevi, sia in senso orizzontale che verticale.

Le alluvioni in esame presentano scarsa permeabilità essendo molto abbondante la frazione limosa e argillosa; non di rado sono frequenti fenomeni di ristagno superficiale delle acque meteoriche.

2.2.2. Tettonica

La "storia" geologica dell'area in esame è caratterizzata da ripetute fasi tettoniche che hanno fortemente dislocato e smembrato le unità litologiche, determinato forti variazioni degli ambienti deposizionali e delle relative facies, passando da situazioni di mare aperto a bacini chiusi evaporitici, con ripetute fasi di ingressioni e regressioni marine.

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001 _A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 18 di 43

L'area in studio (cfr. Tav. 4 in Allegato 8) ricade nell'ampia depressione strutturale nota in letteratura come "Bacino di Caltanissetta", descritta fino a qualche decennio fa come una fossa che aveva una sua "risalita" verso la Catena Nebrodi-Madonie e riempita da circa 7 chilometri di olistostromi; in realtà si tratta di un'avanfossa creata dallo sprofondamento dell'Avampaese e sulla quale si accavalla il complicato sistema di falde formato dalle unità della Catena.

Allo stato attuale delle conoscenze il territorio in studio ricade negli schemi della tettonica plicativa-gravitativa che caratterizza la Formazione Solfifera. La tettonica plicativa è evidente nelle bancate calcareo-gessose con una serie di pieghe e ondulazioni anche di piccola ampiezza o addirittura in grandi pieghe rovesciate su se stesse e fagliate in cerniera, con sovrascorrimento su terreni più recenti. La tettonica per gravità, invece, si manifesta all'interno dei bacini evaporitici per la presenza sia di importanti olistostromi (argille di colata gravitativa), sia di pieghe da scivolamento e costipazione all'interno delle lenti saline. Ai bordi dei bacini evaporitici si osservano generalmente forti raddrizzamenti delle bancate rocciose, accompagnati spesso da un loro progressivo assottigliamento lenticolare.

La fase tettonica verificatasi nel Tortoniano inferiore provocò le deformazioni maggiori di questo promontorio; si ebbe, infatti, un sollevamento ed un'erosione dell'area della Sicilia tirrenica con conseguente deposizione dei prodotti di smantellamento all'interno della avanfossa (Fm. Terravecchia).

Questo stesso evento tettonico causa l'istaurarsi di condizioni euxiniche con diminuzione della profondità del bacino che progredirà a bacino chiuso evaporitico. Si vengono così a deporre le marne a diatomee della Fm. Tripoli, cui segue il primo ciclo evaporitico.

Nel Messiniano si verificò un'altra crisi tettonica testimoniata dalla discordanza angolare che separa l'unità evaporitica inferiore da quella superiore.

Con l'inizio della deposizione dei gessi del secondo ciclo, si interruppero definitivamente le comunicazioni tra l'Oceano Atlantico ed il Mediterraneo, comunicazioni che si sarebbero ristabilite poi nel Pliocene inferiore, con la deposizione dei Trubi trasgressivi sui gessi.

La tettonica Pliocenica portò alla deformazione del fondo dell'avanfossa con la formazione di pieghe con assi in direzione NE-SW.

Il Pliocene superiore ed il Pleistocene vedono l'inversione dello stile tettonico, abbiamo infatti faglie normali ad alto angolo che dislocano i terreni in un'evidente dinamica distensiva.

Nella cartografia ufficiale (Carta geologica d'Italia in scala 1:100.000) lungo il tracciato non sono evidenti strutture tettoniche di rilevante interesse. Nella cartografia a corredo del Progetto

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001_A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 19 di 43

Definitivo alcune faglie contornano il tracciato in esame senza mai intersecarlo e, soprattutto in corrispondenza della zona di Caltanissetta, laddove è prevista l'omonima galleria (lunga oltre 4 Km), alcune faglie dirette lambiscono il tracciato senza interessarlo in maniera diretta.

Dall'esame di studi effettuati da geologi locali risulta evidente, invece, che il sistema cui appartengono queste ultime strutture, di età pliocenica e orientato NE-SO, si prolunghi anche in corrispondenza del tracciato, intersecando la prevista galleria, interessata anche da altri sistemi di una successiva fase tettonica (post-pliocenica), orientati Est-Ovest.

Dai primi rilievi in campo eseguiti, risulta, inoltre, che nella zona terminale del tracciato, in corrispondenza della Galleria Garlatti, altri sistemi di discontinuità tettoniche originati da fasi plicative, potrebbero interessare le Formazione Terravecchia e la sottostante formazione delle argille grigio-azzurre.

2.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO GENERALE

Complessivamente il territorio può essere suddiviso secondo tre modelli morfogenetici generali strettamente legati alla natura e al comportamento delle litologie presenti:

- Il primo tratto, in corrispondenza delle contrade *Grotta Rossa, Grotta d'Acqua e Favarella* (Carta geomorfologica del PD, Tav 1 – 2 -3 -4), si caratterizza per la presenza del complesso argilloso tortoniano e della formazione Evaporitica, interessata a più riprese da una vivace tettonica compressiva che ha dislocato le unità litologiche. Ciò ha comportato la presenza di rilievi, serre e cozzi di natura calcareo-gessosa, variamente piegati e fagliati, alternati a morfologie dolci e modellate. Le unità morfologiche conseguenti sono modesti crolli e caduta di detrito nelle pareti rocciose, piccoli colamenti nei versanti argillosi ed una blanda morfologia fluviale.
- Il tratto centrale in corrispondenza delle contrade *Papazzo, Niscima, Scalazza, S. Elia* (Carta geomorfologica del PD, Tav 5 – 6) mostra la prevalenza della formazione marnoso arenacea del Plio-pleistocene, caratterizzata da argille-sabbie e calcareniti, depositatasi a copertura dei terreni sottostanti e scarsamente interessata da fenomeni tettonici. Pertanto il settore morfologicamente si caratterizza per un'ampia superficie pianeggiante o debolmente pendente, complessivamente stabile e scarsamente interessata da fenomeni morfogenetici rilevanti. Le aree in esame risultano interessate da una recente ed intensa espansione urbana (zona di sviluppo industriale di San Cataldo e periferia urbana di Caltanissetta) che ha orientato le scelte progettuali all'attraversamento in galleria del

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001_A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 20 di 43

settore.

- Il tratto finale del territorio investigato, contrade *San Filippo Neri, Busiti, Abbazia Santuzza, Anghillà, Imera*, (Carta geomorfologica Tav 7 – 8 -9 -10), si caratterizza per l'affioramento di litologie a comportamento plastico con assoluta prevalenza di argille e argille sabbiose. Tale assetto geologico comporta un sistema di collinette e mammelloni dolci e modellate, inciso dalla rete fluviale minore e dai corsi d'acqua principali (*Torrente Anghillà, Arenella, Fiume Salso*). Le unità morfologiche prevalenti pertanto sono interessate da frane, colamenti e creep nei versanti argillosi più critici, oltre a ruscellamento diffuso con denudazione che può evolvere a calanchi. Anche la morfologia fluviale è evidente, con incisione di fondo alveo, erosione di sponda e fenomeni di esondazione (*Torrente S. Filippo Neri, S. Giuliana, Busita, Arenella, Fiume Salso*).

Il quadro geomorfologico di dettaglio e la costruzione delle specifiche carte tematiche, è stato preceduto dalla definizione dei complessi morfologici, cioè quelle unità di base caratterizzati da aspetti geo-litologici e geotecnici assimilabili, che hanno un comportamento simile in relazione agli agenti esogeni (vedi allegato Carta Geomorfologica).

Nello specifico le formazioni presenti sono state accorpate nei seguenti complessi morfologici:

- Complesso dei materiali di riporto eterogenei ed eterogranulari assimilabili a terreni incoerenti;
- Complesso dei depositi continentali di copertura colluviali ed eluviali assimilabili a terreni prevalentemente incoerenti o debolmente coesivi comprimibili, con elevata plasticità in corrispondenza della frazione limosa; (Alluvioni, depositi elu-colluviali).
- Complesso delle rocce prevalentemente lapidee, tenere, stratificate e talora fratturate; (calcarei marnosi della formazione dei Trubi e Tripoli).
- Complesso delle formazioni lapidee massive o stratificate in grossi banchi, scomposte in blocchi di grosse dimensioni, con intervalli teneri e friabili; (calcarei, gessi, calcareniti e Calciruditi tortoniane).
- Complesso dei depositi sabbiosi a cementazione variabile, terreni prevalentemente incoerenti; (sabbie e calcareniti pleistoceniche e sabbie della Fm. Terravecchia).
- Complesso dei terreni argillosi coesivi (unità argillose tortoniane e plioceniche).

Per ogni complesso morfologico sono stati evidenziati i processi morfogenetici e le conseguenti forme che caratterizzano lo stato ed il trend evolutivo del territorio.

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001 _A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 21 di 43

Gli aspetti principali per ogni complesso emersi vengono di seguito sintetizzati:

Fenomeni gravitativi

Lungo il settore di San Filippo Neri, Busiti, Abbazia Santuzza, sono state rilevate in corrispondenza dei versanti argillosi, diverse aree con presenza di nicchie di distacco, contropendenze ed avvallamenti che hanno conferito un aspetto irregolare ai pendii, denotando processi morfogenetici in atto. Diverse zone, infatti, si caratterizzano per denudazione dei versanti per ruscellamento diffuso, evoluzione gravitativa negativa, che hanno determinato frane di colamento più o meno diffuse, creep, forme di erosione accelerata e calanchi.

Le forme rilevate risultano prevalentemente attive e riattivate, e sebbene non mobilitino elevati spessori di roccia, in vari settori la loro diffusione è così estesa da determinare una condizione di dissesto elevato.

Tali criticità geomorfologiche in relazione con l'infrastruttura in progetto, sono state di volta in volta evidenziate e verificate dallo staff di progettazione, variando dove necessario il tracciato e le relative opere d'arte di corredo.

Altri fenomeni gravitativi di secondaria importanza sono il potenziale distacco di detrito e modesti crolli che caratterizzano le scarpate rocciose; questa situazione è stata evidenziata nel tratto iniziale in Contrada Grotta Rossa e Grotta d'Acqua.

Forme fluviali

Le principali forme fluviali sono state rilevate nel settore centrale Contrade S. Filippo Neri, Busita, e nelle tavoli finali del comprensorio (Tav 9 -10), in relazione alla rete idrografica del Bacino del Fiume Imera, che presenta un esteso bacino ed un regime permanente, mentre i restanti corsi d'acqua sono a regime temporaneo strettamente legati ai cicli stagionali piovosi.

Le principali forme rilevate riguardano l'erosione fluviale di fondo e l'erosione spondale dei corsi d'acqua, che a luoghi può comportare fenomeni di richiamo a monte innescando dissesti e colamenti superficiali.

In prossimità delle contrade Arenella ed Imera evidenti sono le morfologie legate alle esondazioni degli omonimi corsi d'acqua, che hanno determinato un'importante sedimentazione di tipo alluvionale che contraddistingue il settore.

Per tali corsi d'acqua in prossimità della sezione di interferenza con il tracciato stradale, si è verificato il rischio di esondazione del torrente e la conseguente interazione con i manufatti da realizzare. Lo studio idrologico mette in relazione la morfologia del territorio con le portate di

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001 _A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 22 di 43

calcolo elaborate dalla base dei valori di pioggia riportati negli annali idrologici del servizio idrografico. In particolare per le elaborazioni sono stati adottati tempi di ritorno di 50 – 100 e 200 anni che consentono di definire la probabilità statistica che si verifichi il fenomeno di piena e la relativa geometria del piano di esondazione.

Forme antropiche

Il modellamento antropico contribuisce notevolmente, sia in modo diretto che indiretto, nel cambiamento dell'assetto naturale del territorio. Nell'ambito della finalità del progetto stradale si è proceduto al rilevamento dei laghetti artificiali diffusi nelle zone argillose, nelle aree di cava localizzate in corrispondenza di alcuni affioramenti calcarei e negli accumuli di materiale di riporto in grado di alterare in misura più o meno marcata la naturalità del paesaggio.

2.4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE

Le caratteristiche di permeabilità dei terreni affioranti insieme al loro assetto strutturale determinano le condizioni favorevoli o meno alla formazione di idrostrutture in cui si instaurano falde freatiche significative. Al fine di definire il modello idrogeologico del settore interessato alla costruzione dell'infrastruttura sono stati definiti, n° 6 complessi idrogeologici, intendendo con tale denominazione l'insieme dei termini litologici simili, aventi una comprovata unità spaziale e giaciturale, un tipo e grado di permeabilità omogenea.

In tal senso è stata eseguita un'interpretazione idrostrutturale, combinando le informazioni derivanti dal rilievo geologico di superficie, dai dati piezometrici misurati in corrispondenza dei fori di sondaggio, dal censimento dei punti di emergenza idrica e dalla permeabilità dei litotipi.

I complessi individuati sono stati così distinti:

- **Complesso idrogeologico delle sabbie e delle calcareniti:** terreni a permeabilità molto elevata per porosità, tendente a diminuire in concomitanza di livelli argillo-limosi. Coefficiente di permeabilità: $K > 10^{-2}$ m/s.

Il complesso si localizza principalmente nelle sabbie e calcareniti della formazione marnoso arenacea affiorante con continuità nel settore centrale del settore (*Contrada papazzo, Contrada Sant'Elia*). E' sede di un modesto acquifero, sostenuto alla base dalle argille plioceniche; la geometria dell'acquifero è variabile sia in senso orizzontale che verticale; spesso si tratta di modeste idrostrutture sovrapposte ed isolate lateralmente, localizzate nei livelli sabbiosi. Ne consegue un livello piezometrico non uniforme ed un'oscillazione eterogenea. Mediamente i sondaggi e le letture piezometriche presentano una falda intorno ai 24 metri per contrada *Papazzo*

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001 _A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 23 di 43

e circa 40 m dal p.c. per il settore della galleria Caltanissetta (C.da Sant'Elia).

- **Complesso idrogeologico dei detriti di falda e degli accumuli di riporto:** terreni ad elevata permeabilità per porosità. Coefficiente di permeabilità: $10^{-3} < K > 10^{-2}$ m/s.

Sono sede di limitate falde superficiali, generalmente poco importanti.

- **Complesso idrogeologico dei depositi elu-colluviali ed alluvioni:** terreni a media permeabilità per porosità. Coefficiente di permeabilità: $10^{-4} < K > 10^{-3}$ m/s..

Trattasi dei livelli di depositi continentali costituiti da limi argillosi frammisti a ghiaia, sabbia e ciottoli; la permeabilità può variare in relazione all'abbondanza della frazione limo-argillosa.

In contrada Favarella dove il deposito assume una certa consistenza sono presenti delle modeste falde superficiali direttamente alimentate alle piogge e dai ristagni d'acqua.

Nel settore terminale del progetto, in Contrada Salso, il complesso è presente con buona continuità e spessore (mediamente 10 metri), sostenuto in profondità dalle argille tortoniane. Il complesso ospita un modesto acquifero strettamente legato all'alimentazione diretta esercitata dal corso d'acqua.

- **Complesso idrogeologico dei Trubi e del Tripoli:** terreni a permeabilità modesta per porosità, tendente ad aumentare in funzione della fratturazione del litotipo. Coefficiente di permeabilità: $10^{-6} < K > 10^{-5}$ m/s.

Possono ospitare modeste falde freatiche localizzate nei livelli fratturati ed alterati dei trubi, a volta può esserci continuità con il complesso dei calcari e gessi sottostanti ai Trubi.

Nel settore in studio non sono emerse falde significative in tale complesso.

- **Complesso idrogeologico dei Calcari e Gessi:** Rocce a permeabilità molto elevata per fessurazione e carsismo. Coefficiente di permeabilità: $K > 10^{-2}$ m/s.

Il complesso si localizza principalmente nel settore iniziale dell'area di progetto nelle contrade Grotta Rossa e Grotta d'Acqua. Si tratta di vasti affioramenti di calcari e gessi evaporitici che possono ospitare falde relativamente profonde (superiore ai 30 m dal p.c.) ed importanti.

Il rilevamento ed il censimento dei pozzi, tuttavia ha mostrato un depauperamento della falda per l'intenso sfruttamento degli ultimi decenni, che ha determinato un approfondimento del livello piezometrico e la formazione di singoli bacini profondi in discontinuità idraulica con l'idrostruttura complessiva.

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001 _A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 24 di 43

- **Complesso idrogeologico delle argille:** terreni praticamente impermeabili. Coefficiente di permeabilità: $K < 10^{-9}$ m/s.

Il livello corticale alterato può assumere una modesta permeabilità capace di favorire una circolazione idrica sub-superficiale. Costituiscono la soglia di permeabilità più diffusa degli acquiferi esistenti.

L'analisi di tutte le informazioni acquisite ha permesso di identificare le idrostrutture principali che sono interessate dal percorso stradale; questi possono essere suddivisi in tre grandi categorie:

- Acquiferi pleistocenici: falde presenti nel complesso delle sabbie e argille sabbiose (roccia serbatoi) e sostenute dalla argille sottostanti (soglia impermeabile).
- Acquiferi evaporitici: falde contenute nei calcari e gessi messiniani e sostenute dalle argille tortoniane.
- Acquiferi continentali: falde nell'ambito dei depositi superficiali elucolluviali e delle alluvioni.

Nello studio di dettaglio del PD sono stati esaminati zona per zona, gli acquiferi presenti la loro geometria e l'interazione con l'infrastruttura in progetto.

2.5 QUADRO DI SINTESI DELLA GEOLOGIA LUNGO IL TRACCIATO

In tale contesto, la natura dei terreni interessati dal tracciato si presenta particolarmente variegata, con passaggi discontinui sia in senso laterale che orizzontale.

Sulla scorta delle informazioni disponibili ed acquisite nell'ambito del Progetto Definitivo, è possibile fornire una prima schematizzazione geologica distinta per tratte nei due lotti di progetto, e nel seguito elencate:

Tratta	Sottotratta	Denominazione tratta	Progressive	Situazione geologica
I	1	C.da Grottarossa	0 - 2.400	- dalla prog. 0 alla 1.420 il tracciato ricade sull'unità dei calcari evaporitici messiniani ricoperti da un ampio mantello detritico eluviale; - dalla prog. 1.420 alla 2.400 si passa al complesso plastico delle argille ed argille marnose tortoniane.

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001_A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 25 di 43

PROGETTO ESECUTIVO

Tratta	Sottotratta	Denominazione tratta	Progressive	Situazione geologica
I	2	Prima variante	2.400 - 4.400	complesso plastico delle argille ed argille marnose tortoniane.
I	3	C.da Grotta d'Acqua	4.400 - 8.600	- dalla prog 4.400 alla prog 5.250 sono presenti depositi elucolluviali a copertura del complesso argilloso tortoniano - dalla prog. 5.250 alla 5.400 i depositi elucolluviali ricoprono la formazione delle marne e calcari marnosi del pliocene inf. (Trubi nell'espressione prettamente marnosi); - dalla prog. 5.400 alla 5.800 affiora l'unità delle argille e argille marnose plioceniche con uno spesso livello sommitale costituito da limi sabbiosi alterati.
II	1	Seconda variante - Tratto iniziale	8.600 – 10.350	- dalla prog. 8.600 alla 9.400, si riscontrano depositi elucolluviali; - dalla prog. 9.400 alla 10.080 (galleria artificiale GA02) argille e argille sabbiose del pliocene (Pam); - dalla prog. 10.080 alla 10.200, in corrispondenza del viadotto Favarella, affiorano depositi alluvionali a copertura delle argille sabbiose (Pam)
II	2	Galleria Papazzo	10.350 – 10.975	la stratigrafia tipo dell'area interessata dalla galleria prevede, dall'alto verso il basso, l'Unità delle sabbie e sabbie argillose (Psa) e l'unità delle argille ed argille marnose (Pam)
II	3	Seconda variante - Tratto finale	10.975 – 12.900	formazione marnoso-arenacea del Pliocene medio – Pleistocene inf., localmente ricoperta da depositi continentali di tipo alluvionale (Vallone Mumia)

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001_A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 26 di 43

PROGETTO ESECUTIVO

Tratta	Sottotratta	Denominazione tratta	Progressive	Situazione geologica
II	4	Galleria Caltanissetta	12.900 – 16.890	in affioramento la formazione della sabbie e argille sabbiose della marnoso arenacea che hanno ricoperto, tagliandole al tetto, i sedimenti marnosi e argillo-marnosi del Pliocene inf. (marne argillose della F.ne dei Trubi).
II	5	C.da San Filippo Neri	16.890 – 18.100	affiorano esclusivamente le argille brecciate del Pliocene Inferiore (AB4) a meno di una stretta fascia di alluvioni recenti presenti lungo l'incisione fluviale che interseca il tracciato alla progressiva 17+325.00
III	1	C.da Busita	18.100 – 19.400	litologie dominanti nel settore sono le argille brecciate del Pliocene inf. (AB4) afferenti alla formazione dei Trubi e le argille grigio azzurre del complesso argilloso tortoniano (Mam)
III	2	C.da Abbazia	19.400 – 22.300	complesso argilloso tortoniano che affiora diffusamente in tutto il settore di Contrada Abbazia Santuzza e Appennati
III	3	Arenella	22.300 – 25.200	estesi affioramenti di argille tortoniane ricoperte da alluvioni recenti e/o terrazzate in prossimità dell'alveo del vallone Arenella
III	4	Cozzo Garlatti	25.200 – 26.600	il primo tratto (viadotto Arenella VI 13) e il segmento finale (svincolo sulla SS 626 – SV 05) ricadono sui depositi continentali di tipo alluvionale; il tratto centrale (Galleria Garlatti GN04) interseca la formazione Terravecchia
III	5	Imera	26.600 – 28.080	sono stati rilevati sia alluvioni recenti in prossimità dell'attuale alveo del fiume, sia depositi terrazzati di alluvioni in prossimità delle aree più distali, con spessore variabile da 5 a 9 metri, al di sotto dei quali si riscontra la formazione delle argille tortoniane

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001 _A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 27 di 43

I terreni sopra evidenziati, di origine esclusivamente sedimentaria, si presentano per la maggior parte a comportamento tenero con prevalenza dei litotipi sabbioso-argillosi.

L'attuale quadro conoscitivo della geologia locale, così come evidenziato nella relazione geologica definitiva, si presenta, però, dal punto di vista tettonico-strutturale, particolarmente lacunoso e spesso incerto a causa dell'assenza di una cartografia ufficiale, che abbraccia in modo organico le formazioni interessate ed i reciproci rapporti spazio-temporali e geostrutturali.

Per quanto riguarda l'assetto geomorfologico l'area in studio è caratterizzata da terreni di litologia diversa interessati da una evoluzione tettonica diversificata che ha determinato l'estrema variabilità di morfosculture presenti nel paesaggio.

La morfologia dell'area interessata dal tracciato è identificabile come zona a carattere basso-collinare, tipica delle aree con prevalenza di affioramenti argillosi.

La tipologia dei dissesti gravitativi individuati è da ricollegarsi con la litologia presente: in terreni di natura argillosa e argilloso-sabbiosa si rilevano per lo più frane del tipo colata, scorrimento rotazionale o traslativo e frane complesse. Tali dissesti sono spesso di difficile identificazione perché le loro tracce sono facilmente cancellabili dall'azione antropica, soprattutto nelle aree intensamente coltivate.

I dissesti gravitativi individuati sono correlati alla situazione morfologica summenzionata, individuandosi prevalentemente nella zona terminale della seconda tratta e nella terza tratta, e, allo stato attuale delle conoscenze, non sembra che ci si trovi in situazioni correlabili a macro-dissesti. Si tratta, pertanto, prevalentemente di dissesti che interessano solo gli strati più superficiali del terreno. In alcuni casi la situazione è ancora dubbia e sarà sottoposta alle opportune indagini (dirette e indirette).

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001 _A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 28 di 43

3 INDAGINI PREGRESSE

Si riporta una sintesi delle indagini svolte durante le precedenti fasi progettuali, le scelte ed i criteri di programmazione delle indagini, mentre il piano dettagliato in tutti gli aspetti tecnici, (ubicazione delle prove in situ, prove di laboratorio, ecc.) con i relativi risultati è riportato nello Studio Geotecnico a corredo del Progetto Definitivo, suddiviso come nel seguito riportato.

ELENCO DEGLI ELABORATI

RISULTATI INDAGINI GEOGNOSTICHE – FASE I

INDAGINI IN SITO:
(tomo unico)

CODICE ELABORATO:
GE02-GET-RF I 1

Sondaggi geognostici:
 S1-S2-S3-S5-S6-S11-S12-S13-S15-S16-S17-S18
 S19-S20-S21-S22-S23-S24-S25-S26-S27-S28-S29
 S31-S36-S37-S38-S39-S40-S42-S43-S45
Prove pressiometriche:
 S25-S26-S27-S29
Prove penetrometriche:
 CPT1, CPT2, P3,P4,P5,P6,P7,P8,P9,P10,P11,P12
Piezometri:
 S12, S13, S19, S20, S22, S27, S29, S42, S45
Prove di permeabilità:
 S25

PROVE DI LABORATORIO:

CODICE	TOMO	CAMPIONI	VERBALE ACCETTAZIONE
GE02-GET-RF I 2	<u>TRATTO I - TOMO A</u>	S1-S2-S3 S11-S13(c2)-S15	verbali 177 - 178
GE02-GET-RF I 2	<u>TRATTO I - TOMO B</u>	S5-S12-S6	verbali 180 - 181
GE02-GET-RF I 3	<u>TRATTO II - TOMO A</u>	S17-S18 S24-S20(c2,c3)-S22	verbali 182 - 184
GE02-GET-RF I 3	<u>TRATTO II - TOMO B</u>	S19(c1,c2)-S21-S16-S23-S25(c2,c3) S27(c2)-S31(c2,c3)-S26(c2)-S29(c2)	verbali 185-186 - 191 192 - 195
GE02-GET-RF I 4	<u>TRATTO III</u>	S36-S37-S38(c2)-S3-S40(c2,c3) S42-S43(c2,c3)-S45(c1, c3) (Documentazione fotografica campioni Fase I)	verbali 194-196-198

RISULTATI INDAGINI GEOGNOSTICHE – FASE II

INDAGINI IN SITO:
(4 tomi)

CODICE ELABORATO:
GE02-GET-RF II 1

Sondaggi geognostici:
 S4-S7-S8-S9-S10-S14-S30-S32-S33-S34-S35
 S41-S44-S46-S47-S48-S49-S50- S51- S52- S53
 S54- S55- S56- S57- S58- S59
Prove pressiometriche:
 S14-S44-S50-S51-S52
Prove penetrometriche:
 DA PD1 A PD28
Piezometri:
 S9, S47

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001_A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 29 di 43

CODICE ELABORATO: GE02-GET-RF II 2	┌ Sismica a rifrazione, down hole (S14 – S46)
CODICE ELABORATO: GE02-GET-RF II 2bis	┌ Letture inclinometriche (S53)
CODICE ELABORATO: GE02-GET-RF II 3	┌ Pozzetti esplorativi e Prove su piastra (Documentazione fotografica)

PROVE DI LABORATORIO:

CODICE	TOMO	CAMPIONE	VERBALE ACCETTAZIONE
GE02-GET-RF II 4	<u>TOMO I A</u>	S4 - S9 - S47 - S48 - S8 - S14 - S49	verbali 204 - 205
GE02-GET-RF II 4	<u>TOMO I B</u>	S19 (c3) - S20 (c1) - S25 (c1) - S26 (c1, c3) S27 (c1, c3) – S29 (c1, c3)	verbali 207
GE02-GET-RF II 4	<u>TOMO II A</u>	S33 - S34 - S51 - S7 - S50 - S56	verbali 208 - 211
GE02-GET-RF II 4	<u>TOMO II B</u>	S35 - S41 - S53	verbali 215
GE02-GET-RF II 4	<u>TOMO III A</u>	S54 - S55 - S57 - S46 - S58 - S59	verbali 216 - 221
GE02-GET-RF II 4	<u>TOMO III B</u>	S10(c1) - S30 - S32 - S44 - S52 (Document. fotografica campioni Fase 2)	verbali 222 - 224
GE02-GET-RF II 4	<u>TOMO IV</u>	campioni riman. da pozzetti su terreno e su rilevato e da galleria "Cozzo Garlatti"	verbali 232 – 233-234 235-246

3.1 CRITERI DI PROGRAMMAZIONE E TIPOLOGIA DELLE INDAGINI

Le indagini e prove geotecniche sono state programmate e suddivise in due distinte fasi con obiettivi e tempi d'esecuzione differenti.

Una **Prima Fase**, eseguita nel periodo Febbraio÷Aprile 2006, finalizzata a ricostruire il modello geologico generale del territorio, al fine di verificare le criticità progettuali, l'impatto dell'infrastruttura con l'assetto stratigrafico e geomorfologico, ed individuare eventuali soluzioni alternative di tracciato e/o scelte tecnico progettuali.

La **Seconda Fase**, eseguita in Maggio 2006, ad infittimento delle indagini di prima fase, ha consentito di definire il modello geologico -tecnico del sottosuolo per il corretto dimensionamento di tutte le opere ed i manufatti interagenti con il terreno (viadotti, gallerie, rilevati opere di corredo, ecc.).

La scelta della tipologia d'indagine geognostica più idonea è stata effettuata in relazione alla natura litologica dei terreni, alle condizioni geomorfologiche dell'area, all'entità delle opere d'arte da realizzare.

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001 _A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 30 di 43

Il piano di indagine è stato articolato in funzione della specifica opera d'arte da realizzare che sono state suddivise in quattro tipologie principali: gallerie, viadotti, trincee e rilevati.

Gallerie: le indagini hanno previsto sondaggi a carotaggio continuo in testa alla galleria, con prelievo di campioni indisturbati in numero adeguato alla caratterizzazione geomeccanica dell'intera colonna stratigrafica. Nei fori di sondaggio sono state eseguite prove pressiometriche e sondaggi sismici down holl.

Inoltre si è provveduto al monitoraggio della falda tramite l'inserimento di piezometri.

Viadotti: le indagini hanno previsto sondaggi a carotaggio continuo in corrispondenza di spalle e pile dei viadotti, con prelievo mediamente di n° 3 campioni.

Dove i sondaggi hanno evidenziato la presenza di falda si è provveduto all'installazione di piezometri.

Trincee: per le trincee più profonde, sono stati eseguiti sondaggi a carotaggio continuo lungo lo sviluppo del tracciato, estesi ad una profondità tale da comprendere l'attraversamento del tratto in scavo e la sottostante parte interessata dalle fondazioni indirette dell'opera d'arte.

Per le trincee meno profonde i sondaggi sono stati spinti ad una profondità minore (15 m), al fine di dimensionare i muri di controripa.

Prove penetrometriche e pozzetti esplorativi hanno integrato e completato la campagna.

Rilevati: per questa tipologia di opere sono stati eseguiti sondaggi a carotaggio continuo nei tratti individuati nella prima fase come più problematici, per possibili diverse soluzioni progettuali, come ad esempio l'inserimento di muri di sostegno al piè di scarpa o la sostituzione dei tratti più alti di rilevato con attraversamenti su viadotto.

Inoltre sono state realizzate prove di carico su piastra per testare portanza e cedimenti dei terreni; prove penetrometriche e pozzetti esplorativi hanno integrato e completato la campagna.

3.2 DESCRIZIONE CAMPAGNA DI INDAGINE ESEGUITA NEL 2006

Complessivamente le indagini eseguite possono così riassumersi:

Tipo indagine	I FASE	II FASE	Complessivo
Perforazioni a rotazione	32	27	59
Piezometri	9	2	11
Campioni indisturbati	87	71	158

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001 _A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 31 di 43

Tipo indagine	I FASE	II FASE	Complessivo
Prove pressiometriche	9	10	19
Sondaggi sismici superficiali	0	24	24
Sondaggi sismici Down Hole	0	2	2
Inclinometri	0	1	1
Prove di permeabilità Lefranc	1	2	3
Pozzetti esplorativi	0	28	28
Prove di carico su piastra	0	14	14

Tab. 3.1 *Tabella riepilogativa campagna indagini in Situ 2006 - S.S. 640.*

Sondaggi meccanici:

Perforazioni a rotazione con carotaggio continuo e in parte a distruzione di nucleo, finalizzate alla determinazione dei profili stratigrafici e delle caratteristiche meccaniche dei vari livelli litologici. Le carote estratte nel corso delle perforazioni sono state raccolte, catalogate e fotografate nelle apposite cassette, per eseguire la ricostruzione delle stratigrafie.

Complessivamente sono stati eseguiti n° 59 sondaggi pari 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).

Prelievo campioni indisturbati:

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-001 _A	Titolo: <i>RELAZIONI GEOLOGICHE</i>	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001 _A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 32 di 43

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

- I FASE: n° 87
- II FASE: n° 71

Prove pressiometriche

Sono state eseguite 19 prove con pressimetro tipo "Menard" nei fori di sondaggio in prossimità delle gallerie Caltanissetta e Papazzo. La prova è consistita nel dilatare una sonda di forma cilindrica calata in foro, e rilevare la corrispondente curva pressione – volume.

La prova è stata realizzata per definire in corrispondenza delle gallerie il modello geotecnico del sottosuolo, ricavando il comportamento deformativo dei terreni, la valutazione del modulo pressiometrico e attraverso correlazioni sperimentali, la coesione non drenata, l'angolo di attrito, la tensione orizzontale in sito, ecc.

Complessivamente sono state eseguite n° 19 prove 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);

Prove penetrometriche:

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

- 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

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001 _A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 33 di 43

Sondaggi sismici superficiali:

Prospezioni sismiche a rifrazione con stendimento di 80 m tali da indagare circa 30 metri di profondità del sottosuolo. Le prospezioni sono state finalizzate a cogliere eventuali anomalie o discontinuità strutturali nei complessi calcarei, nonché gli spessori degli orizzonti sismici da correlare con le stratigrafie acquisite. Inoltre ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, consentono di definire il profilo stratigrafico del suolo di fondazione ai sensi dell'art. 3.1 "categorie di suolo di fondazione" dell'allora esistente OPCM n° 3274 (costruzione in zona sismica), attualmente integrata e sostituita dal vigente NTC 2008.

Le prospezioni eseguite sono state così suddivise:

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

Sondaggi sismici Down Hole:

In corrispondenza dei sondaggi S14 (galleria Papazzo) e S46 (sbocco) sono stati eseguiti dei sondaggi sismici Down Hole con sorgente energizzante in superficie, e geofono da foro calato a diverse profondità di stazionamento. Anche questo tipo di indagini sono state finalizzate a cogliere eventuali cavità o discontinuità strutturali, nonché a verificare per una maggiore ampiezza e continuità laterale, la stratigrafia acquisita con il singolo sondaggio. Inoltre sono fondamentali per la definizione delle "categorie di suolo di fondazione" dell'allora esistente OPCM n° 3274 (costruzione in zona sismica), attualmente integrata e sostituita dal vigente NTC 2008.

- I FASE: n° 0
- II FASE: n° 2

Pozzetti esplorativi

In II FASE, 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 per verificare direttamente in situ le litologie, i livelli di alterato da bonificare, la presenza di eventuale falda superficiale.

Inoltre su n° 3 rilevati esistenti si è verificata la densità in situ e i valori di costipazione.

Prove di carico su piastra

In II FASE in prossimità dei pozzetti esplorativi sono stati eseguiti n° 14 prove di carico su piastra sul fondo del pozzetto (a circa 1.5 m di profondità) che hanno consentito di verificare in situ la

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001_A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 34 di 43

capacità portante dei terreni, il modulo elastico, la deformabilità ed i cedimenti dei terreni che saranno interessati dai carichi del rilevato stradale e dell'infrastruttura.

Analisi geotecniche di laboratorio

Le analisi e prove di laboratorio sono finalizzate al riconoscimento dei litotipi, alla determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche degli orizzonti stratigrafici; in particolare sono state eseguite:

Determinazione caratteristiche fisiche: contenuto d'acqua, peso dell'unità di volume, peso specifico dei granuli, analisi granulometrica, limiti di Atterberg, indice di porosità, grado di saturazione, indici di consistenza, attività, plasticità, etc.

Prove di resistenza meccanica: prove di taglio diretto in condizioni drenate, con velocità di rottura di almeno 0.01 mm/sec; prove di compressione semplice in condizioni di espansione laterale libera; prove triassiali di tipo UU.

Per la ripartizione delle indagini in riferimento alle tratte di progetto e alle principali opere d'arte, si rimanda alle tabelle in allegato.

Le indagini eseguite sono state altresì integrate con quelle della campagna geognostica effettuata direttamente dall'ANAS in fase di redazione del progetto preliminare, nel seguito descritte sinteticamente.

3.3 CAMPAGNA DI INDAGINE ANAS ESEGUITA NEL 1988

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

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 programma delle indagini. Dai sondaggi sono stati prelevati in totale 27 campioni indisturbati sottoposti a specifiche prove di laboratorio.

In allegato sono riportate i sondaggi considerati suddivisi per tratte e per singole opere d'arte.

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001 _A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 35 di 43

4 PROGRAMMA DELLE INDAGINI

Ai fini di una ottimale rappresentazione del programma delle indagini si è proceduto alla distinzione dell'intero itinerario di progetto sia nelle tratte di cui al § 2.1 sia in funzione delle opere d'arte da realizzare, così come evidenziato nelle tabelle riassuntive delle indagini, in cui sono riportate sia le indagini svolte in fase di progetto definitivo sia quelle integrative oggetto della presente nota, coerenti con il nuovo quadro normativo di riferimento (N.T.C. 2008) e necessarie per la definizione di un modello concettuale geologico di riferimento ai fini progettuali, che potrà essere affinato con l'esecuzione di ulteriori indagini.

4.1 CRITERI DI SCELTA DELLA TIPOLOGIA DELLE INDAGINI

Il piano di indagine è stato articolato in funzione della specifica opera d'arte da realizzare per cui si è ritenuto opportuno approfondire la conoscenza tramite ulteriori indagini, sulla base delle risultanze delle indagini e degli studi precedentemente svolti. Le opere oggetto di questa campagna d'indagine integrativa sono state suddivise in quattro tipologie principali: viadotti, gallerie artificiali, gallerie naturali, imbocchi delle gallerie e tratte stradali in linea (trincee e rilevati).

Viadotti: le indagini per alcuni di essi (cfr. Tab. 1A) hanno previsto sondaggi a carotaggio continuo in corrispondenza di spalle e pile dei viadotti, con prelievo di campioni ogni 6 m.

Per alcuni di essi è stata prevista l'esecuzione di indagini sismiche di superficie con risoluzione tomografica, al fine di ottenere delle sismostratigrafie laddove le situazioni di versante danno adito all'approfondimento della conoscenza sulla situazione di stabilità. In un caso (Viadotto Salso) è prevista anche una prova sismica in foro (down-hole).

È stata inoltre prevista una vasta campagna di prove penetrometriche dinamiche che vanno a integrare quelle già eseguite precedentemente, soprattutto in corrispondenza delle pile e delle spalle.

Gallerie artificiali: le indagini hanno previsto sondaggi a carotaggio continuo in testa alla galleria, con prelievo di campioni indisturbati in numero adeguato alla caratterizzazione geomeccanica dell'intera colonna stratigrafica. Nei fori di sondaggio saranno eseguite prove sismiche in foro (down-hole).

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

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001 _A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 36 di 43

Gallerie naturali: le indagini hanno previsto sondaggi a carotaggio continuo in testa alla galleria, 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) saranno effettuate delle prove pressiometriche e installati dei piezometri con celle di Casagrande per il monitoraggio della falda. Nel caso della galleria Caltanissetta le profondità di n. 3 sondaggi arriveranno a 150 da p.c. e saranno eseguiti a carotaggio continuo al fine di ricostruire per intero la colonna stratigrafica, considerata anche la situazione tettonico-strutturale evidenziata in § 2.2.2. In un sondaggio previsto nella zona terminale della galleria Caltanissetta (lato A19) si installerà un inclinometro al fine di monitorare la stabilità del versante su cui insisterà l'opera. In tale inclinometro, inoltre, sarà eseguita una prova simica di tipo down-hole.

I percorsi delle maggiori gallerie saranno coperti da indagini geofisiche di tipo elettromagnetico (TDEM), finalizzati alla ricostruzioni dei profili di resistività da tarare e correlare con le stratigrafie ottenute dai sondaggi. Nel caso della 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.

In considerazione della situazione tettonico-strutturale evidenziata nel § 2.2 in corrispondenza del settore lato AG della Galleria Caltanissetta, si propone indagare tale settore, oltre che con i sondaggi a cc, anche con indagini geofisiche indirette che possano ottenere delle ricostruzioni affidabili dei profili stratigrafici, in cui sia possibile riconoscere eventuali situazioni associabili a discontinuità tettoniche. Vista la stratigrafia riscontrata e le litologie presenti in affioramento e profondità, l'indagine di tipo geoelettrico a risoluzione tomografica è stata ritenuta la più adatta, soprattutto con stendimenti di lunghezza sufficiente al raggiungimento di profondità superiori ai 150 m.

Imbocchi delle gallerie naturali: le indagini hanno previsto sondaggi a carotaggio continuo in corrispondenza di tali opere, con prelievo di campioni indisturbati in numero adeguato alla caratterizzazione geomeccanica dell'intera colonna stratigrafica. In un caso (S. Filippo lato AG) è prevista anche l'installazione di inclinometro, vista la morfologia della zona. Nello stesso inclinometro e in un altro foro (Garlatti lato AG) sono previste prove sismiche down-hole.

Nell'imbocco della Caltanissetta lato A19 sono previste delle sismica tomografiche al fine di ricostruire delle sezioni sismo stratigrafiche in corrispondenza di zone che, data la loro morfologia e litologia, potrebbero essere potenzialmente soggette a dissesti.

Tratte stradali in linea: dato che già nelle precedenti indagini tali tratte sono state abbastanza indagate con sondaggi si è preferito prevedere l'esecuzione di prove penetrometriche dinamiche e

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001 _A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 37 di 43

pozzetti esplorativi finalizzati alla conoscenza del substrato di posa dei rilevati e alla esecuzione di opportune prove di carico su piastra per testare portanza e cedimenti dei terreni.

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

4.2 RIEPILOGO DELLE INDAGINI DA ESEGUIRE

Le indagini integrative in oggetto saranno costituite da:

- Perforazione di sondaggi
 - Sondaggi geognostici: si prevede di realizzare di n. 22 perforazioni a carotaggio continuo da condurre con profondità comprese tra 20 e 150 m di prof. da p.c., localizzati opportunamente lungo il tracciato in progetto. Le profondità dipendono dall'opera d'arte interessata, pertanto, nel caso delle gallerie si procederà al raggiungimento di una quota sufficiente al superamento dell'opera intera, così come per la Galleria naturale Caltanissetta i 3 sondaggi relativi saranno spinti sino a 150 m dal p.c., a carotaggio continuo per l'intero sondaggio.
- Prove geotecniche in situ
 - Prove penetrometriche CPT: circa n. 69 prove spinte sino a 10 m di profondità o a rifiuto, opportunamente localizzate lungo il tracciato in progetto, in corrispondenza dei viadotti e dei rilevati;
 - Prelievo di campioni indisturbati, durante l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo, da sottoporre a prove di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei litotipi riscontrati, con n° 1 campione indisturbato ogni 6 di sondaggio, nel caso dei sondaggi con profondità compresa tra 20 e 60 m da p.c.. Nel caso dei sondaggi profondi 150 m i campioni saranno prelevati 1 ogni 25 m per i primi 100 m e 1 ogni 10 m nei successivi 50 m.
- Posa in opera di strumentazione geotecnica
 - Inclinometri: n° 2 inclinometri da installare per l'intera lunghezza di altrettanti sondaggi profondi 30 m (S11) e 40 m (S14), in corrispondenza di opere d'arte ubicate in zone di versante particolarmente critiche, con esecuzione di relativa campagna di monitoraggio nel tempo da programmare;

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001_A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 38 di 43

- Piezometri con celle di Casagrande: n° 4 piezometri (S4, S8, S9, S10) costituiti da 2 celle di casagrande per ogni sondaggio, da attrezzare in altrettanti sondaggi a c.c. (compresi tra i 22 previsti), con esecuzione di relativa campagna di monitoraggio nel tempo da programmare.
- Prospezioni geofisiche
 - Sismica in foro: n° 9 prove tipo down-hole da effettuare nei sondaggi a c.c., opportunamente attrezzati (n° 7), oltre che nei 2 inclinometri, finalizzati alla determinazione del parametro V_{S30} per la caratterizzazione sismica dei litotipi di imposta delle fondazioni ai sensi del DM 14/01/2008.
 - Sismica di superficie: n° 22 traverse di sismica a rifrazione con risoluzione tomografica, lunghe 80 m ciascuna, ubicate laddove è prevista la realizzazione di opere particolari (viadotti, gallerie) corrispondenti alle zone ove necessita una maggiore definizione (ad es. corpi in frana); le traverse saranno utilizzate per la caratterizzazione dei sismostrati utili alla definizione del parametro V_{S30} in aggiunta alle prove down-hole in foro; in particolare, con riferimento alle planimetrie in allegato, le traverse saranno così suddivise:
 - SS1: n. 2 x 80 m
 - SS3: n. 1 x 80m
 - SS4: n. 1 x 80 m
 - SS5: n. 2 x 80 m
 - SS6: n. 2 x 80 m
 - SS7: n. 5 x 80 m
 - SS10: n. 1 x 80 m
 - SS11: n. 1 x 80 m
 - Ss12: n. 7 x 80 m
 - Prospezioni elettromagnetiche: 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 indagine apri a circa 200 m; tali indagini sono finalizzate all'ottenimento dei profili di resistività del terreno, utili alla definizione dell'andamento degli orizzonti litostratigrafici, in corrispondenza del

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001_A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 39 di 43

tracciato progettuale, laddove prevista la realizzazione delle gallerie di maggiore lunghezza; in particolare, con riferimento alle planimetrie in allegato, le indagini saranno così suddivise:

- ET1: n. 2 sondaggi TDEM
- ET2: n. 8 sondaggi TDEM
- ET3: n. 3 sondaggi TDEM
- ET4: n. 3 sondaggi TDEM
- ET5: n. 1 sondaggio TDEM
- ET6: n. 1 sondaggio TDEM
- ET7: n. 1 sondaggio TDEM

Le ubicazioni precise saranno determinate sulla base della disponibilità di accesso alle aree (aree residenziali e commerciali).

- Geoelettrica: n° 2 stese con risoluzione tomografica in corrispondenza della prima metà della Galleria Caltanissetta (lato AG); al fine di raggiungere un giusto compromesso tra profondità d'investigazione e risoluzione latero-verticale della sezione di sottosuolo da investigare, si utilizzerà uno spazio inter-elettrodico pari a 100 metri x 10 = 1000 m di lunghezza per ognuna di esse. Ciò permetterà di investigare il sottosuolo fino alla profondità di circa 150 dal p.c. le stese saranno ubicate in corrispondenza del primo tratto di 1000 m dell'indagine indicata come ET1 nelle planimetrie in allegato e saranno parallele tra di loro.
- Saggi superficiali
 - Saggi superficiali con escavatore: n° 15 saggi eseguiti per una profondità fino a circa 0,5 m da effettuare in corrispondenza delle nuove viabilità complementari per il tronco di adeguamento alla categoria C1 DM 2001 (da progr. 0+000 a progr. 25+000) e per i tratti sui quali verranno realizzati i nuovi rilevati di raddoppio alla categoria tipo B del DM 2001; tali saggi sono previsti per indagare lo strato superficiale da bonificare per la parametrizzazione del terreno di fondazione, tramite l'esecuzione di prove di carico con piastra da 30 cm ed eseguite con doppio ciclo di carico, sul fondo scavo.
- Prove di laboratorio

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001_A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 40 di 43

- Sui campioni prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo, verranno sottoposti a prove di laboratorio, finalizzate alla definizione delle caratteristiche fisiche e meccaniche e chimiche dei litotipi riscontrati, in numero e tipologia da stabilire in relazione alla natura e qualità dei campioni prelevati.
 - Classificazione della terra mediante: Analisi granulometrica e classificazione secondo la CNR-UNI 10006;
 - Determinazione dei Limiti di Atterberg: consistenza liquido, plastico ed indice plastico;
 - Peso specifico dei grani, peso specifico secco del contenuto in acqua ;
 - Prove di taglio diretto
 - Prove triassiali
 - Prove edometriche ed determinazione del coefficiente Cv

Si prevede inoltre, su alcuni campioni prelevati durante i sondaggi a diverse altezze, di effettuare apposite determinazioni chimiche atte a verificare se i terreni risultano idonei al trattamento di bonifica a calce:

- Contenuto di Sostanze Organiche;
- Determinazione del valore di Blu di metilene VB;
- Contenuto di solfati, solfuri e nitrati;

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001 _A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 41 di 43

ALLEGATI

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001 _A	Titolo: <i>RELAZIONI GEOLOGICHE</i>	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001 _A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 42 di 43

ALLEGATO 1

TABELLE RIEPILOGATIVE

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-001 _A	Titolo: <i>RELAZIONI GEOLOGICHE</i>	Data: 30/07/10
Nome file: GE208-GI01ZRD-001 _A.doc	Relazione tecnica campagna Geognostica integrativa - Programma delle indagini di prima fase	Pagina 43 di 43

ALLEGATO N. 1

ID	Nome attività	Durata	Inizio	Fine	agosto 2010																														
					sab 03	dom 04	lun 05	mar 06	mer 07	gio 08	ven 09	sab 10	dom 11	lun 12	mar 13	mer 14	gio 15	ven 16	sab 17	dom 18	lun 19	mar 20	mer 21	gio 22	ven 23	sab 24	dom 25	lun 26	mar 27	mer 28	gio 29	ven 30	sab 31	dom 01	lun 02
1	CAMPAGNA GEOGNOSTICA INTEGRATIVA	28 g	lun 05/07/10	ven 06/08/10	[Barra nera con frecce ai capi]																														
2	SONDAGGI	28 g	lun 05/07/10	ven 06/08/10	[Barra nera con frecce ai capi]																														
3	Sondaggio S1	3 g	lun 05/07/10	mer 07/07/10	[Barra blu]																														
4	Sondaggio S2	2 g	mar 06/07/10	mer 07/07/10	[Barra blu]																														
5	Sondaggio S3	2 g	mar 13/07/10	mer 14/07/10	[Barra blu]																														
6	Sondaggio S4	1 g	gio 08/07/10	gio 08/07/10	[Barra blu]																														
7	Sondaggio S5	2 g	mar 13/07/10	mer 14/07/10	[Barra blu]																														
8	Sondaggio S6	2 g	gio 15/07/10	ven 16/07/10	[Barra blu]																														
9	Sondaggio S7	1 g	mar 27/07/10	mar 27/07/10	[Barra blu]																														
10	Sondaggio S8	4 g	mer 28/07/10	sab 31/07/10	[Barra blu]																														
11	Sondaggio S9	5 g	mar 27/07/10	sab 31/07/10	[Barra blu]																														
12	Sondaggio S10	5 g	lun 02/08/10	ven 06/08/10	[Barra blu]																														
13	Sondaggio S11	1 g	lun 19/07/10	lun 19/07/10	[Barra blu]																														
14	Sondaggio S12	3 g	mar 20/07/10	gio 22/07/10	[Barra blu]																														
15	Sondaggio S13	1 g	gio 22/07/10	gio 22/07/10	[Barra blu]																														
16	Sondaggio S14	2 g	lun 19/07/10	mar 20/07/10	[Barra blu]																														
17	Sondaggio S15	1 g	mer 21/07/10	mer 21/07/10	[Barra blu]																														
18	Sondaggio S16	1 g	lun 02/08/10	lun 02/08/10	[Barra blu]																														
19	Sondaggio S17	1 g	ven 30/07/10	ven 30/07/10	[Barra blu]																														
20	Sondaggio S18	2 g	gio 22/07/10	ven 23/07/10	[Barra blu]																														
21	Sondaggio S19	1 g	gio 29/07/10	gio 29/07/10	[Barra blu]																														
22	Sondaggio S20	1 g	mer 28/07/10	mer 28/07/10	[Barra blu]																														
23	Sondaggio S21	2 g	lun 26/07/10	mar 27/07/10	[Barra blu]																														
24	Sondaggio S22	1 g	mar 27/07/10	mar 27/07/10	[Barra blu]																														
25	SISMICHE TOMOGRAFICHE	5 g	mar 27/07/10	sab 31/07/10	[Barra nera con frecce ai capi]																														
26	Tomografiche sismiche	4 g	mar 27/07/10	ven 30/07/10	[Barra rossa]																														
27	Sismiche SEV	1 g	sab 31/07/10	sab 31/07/10	[Barra rossa]																														
28	Sismiche verticali Down Hole	1 g	ven 30/07/10	ven 30/07/10	[Barra rossa]																														
29	PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE	5 g	lun 02/08/10	ven 06/08/10	[Barra nera con frecce ai capi]																														
30	Penetrometriche Dinamiche	5 g	lun 02/08/10	ven 06/08/10	[Barra verde]																														
31	POZZETTI ESPLORATIVI CON PROVE SU PIASTRE	2 g	lun 02/08/10	mar 03/08/10	[Barra nera con frecce ai capi]																														
32	Prove	2 g	lun 02/08/10	mar 03/08/10	[Barra magenta]																														

Progetto: Campagna geognostica int
 Data: gio 29/07/10

Attività Avanzamento Riepilogo Attività esterne Scadenza
 Divisione Cardine Riepilogo progetto Cardine esterno

