



COMUNE DI TEMPIO PAUSANIA

Lavori di realizzazione strada di collegamento Tempio - strada provinciale per Aglientu - PIA SS 17-19 "Alta Gallura"

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE : R.T.I.



Ing. Angelo Binaghi

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

INTEGRAZIONE PRESTAZIONI
E PROGETTAZIONE STRADALE

Ing. F. P. Bocchetto (Bonifica)

PROGETTAZIONE STRUTTURALE
Ing. A. Leonori – G. Fornari
(Bonifica)

ASPETTI AMBIENTALI
Ing. A. Addis – Ing. M. Magazzeni
(Bonifica)

PROGETTAZIONE IDRAULICA
Ing. F. Galli Ing. U. Galli
(SGI studio Galli ingegneria)

IL RESPONSABILE DEL
PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Giuseppe Pinna

IL GEOLOGO

Dott. Geol. M. Crescenzi

CONSULENZA SPECIALISTICA

Dott. Geol. A. Melis

SICUREZZA IN FASE
DI PROGETTAZIONE

Ing. A. Binaghi

Ing. A. Binaghi

GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA E GEOTECNICA
RELAZIONE GEOLOGICA-MORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA

CODICE ELABORATO

PD GEO RO - 01 REV. A

SCALA

-

DATA CONSEGNA

ottobre 2006

D					
C					
B					
A	EMISSIONE	30.09.2006		A. Addis	F.P. Bocchetto
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE

COMUNE DI TEMPPIO

Lavori di realizzazione strada di collegamento

Tempio - Strada Provinciale per Aglientu

PIA SS 17-19"Alta Gallura"

Progetto definitivo

RELAZIONE GEOLOGICA

Premessa

Il presente lavoro si inquadra nell'ambito della progettazione definitiva della strada di collegamento Tempio - Strada Provinciale per Aglientu.

Nel presente studio sono illustrate le caratteristiche geologiche e tecniche dei terreni, ponendo particolare attenzione alle problematiche di natura geologica indotte dalla realizzazione dell'intervento in oggetto.

Lo studio è stato svolto in ottemperanza a quanto prescritto dalle vigenti normative e principalmente il Decreto Ministeriale 11.03.88 (Circ. Min. LL.PP. N.30483 del 24 Settembre 1988) "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

Nelle pagine seguenti si susseguiranno i paragrafi relativi all'inquadramento geologico dell'area esaminata, alla descrizione dell'indagine realizzata e dei risultati ottenuti dalla campagna geognostica.

Lo studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico generale dell'area interessata dal tracciato in progetto, esteso ad una fascia di ampiezza pari a circa 1 km, è stato condotto attraverso un rilievo diretto di terreno in scala 1:2000, preceduto dall'esame della letteratura geologica di base disponibile e da uno studio fotointerpretativo consistito in un esame stereoscopico di fotogrammi aerei.

Nella stesura della planimetria geologica e del profilo longitudinale in asse al tracciato si sono inoltre considerati i risultati della campagna di indagini geognostiche eseguite nel periodo luglio-agosto 2006.

Sondaggi geognostici

Sono stati eseguiti complessivamente N.18 sondaggi geognostici a rotazione con carotaggio continuo del diam.101 mm per un totale di 262.3 m, sino a diverse profondità dal piano campagna.

L'ubicazione dei sondaggi è riportata nelle allegate planimetrie.

I sondaggi sono stati realizzati sino alle seguenti profondità dal p.c. :

Sondaggio	Profondità (m)
S1	10.0
S2	15.0

Sondaggio	Profondità (m)
S3	15.0
S4	15.0
S5	15.0
S6	15.0
S7	15.0
S8	15.0
S9	15.0
S10	15.0
S11	15.0
S12	15.0
S13	15.0
S14	12.3
S15	15.0
S16	15.0
S17	15.0
S18	15.0

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state eseguite delle prove penetrometriche in foro (Standard Penetration Test) i cui risultati sono riportati nella tabella che segue:

Sondaggio	Profondità (m da p.c.)	Numero dei colpi	N SPT
S1	2.50	27-45-Rifiuto	Rifiuto
S2	2.50	14-39-Rifiuto	Rifiuto
S7	2.50	27-41-Rifiuto	Rifiuto
S14	2.00	4-3-4	7
S14	5.00	3-5-5	10
S13	2.50	24-40-Rifiuto	Rifiuto
S15	2.50	12-38-Rifiuto	Rifiuto
S17	2.50	18-37-Rifiuto	Rifiuto
S16	2.50	15-43-Rifiuto	Rifiuto
S10	2.50	25-45-Rifiuto	Rifiuto

Pozzetti geognostici

Lungo il tracciato stradale sono stati eseguiti N.47 pozzetti geognostici con l'ausilio di un escavatore meccanico, secondo l'ubicazione riportata nelle allegate planimetrie.

Nella seguente tabella si riepilogano le profondità raggiunte dai pozzetti geognostici :

Pozzetto	Profondità (m dal p.c.)
P1	1.9
P2	0.5
P3	1.0
P4	1.5
P5	1.7
P6	1.6
P7	1.5
P8	1.5
P9	2.1
P10	1.9
P11	1.6
P12	1.8
P13	2.2
P14	2.5
P15	2.6
P16	1.4
P17	2.6
P18	2.2
P19	3.1
P20	2.7
P21	2.6
P22	2.5
P23	2.5
P24	1.1
P25	2.2
P26	1.9
P27	1.4
P28	2.4
P29	2.9
P30	1.4
P31	2.9

Pozzetto	Profondità (m dal p.c.)
P32	2.5
P33	1.5
P34	3.2
P35	3.1
P36	1.0
P37	1.0
P38	2.3
P39	3.3
P40	2.1
P41	2.5
P42	2.5
P43	2.1
P44	2.3
P45	1.7
P46	2.5
P47	2.6

Campioni rimaneggiati

Durante la realizzazione dei pozzetti geognostici, sono stati prelevati N.40 campioni rimaneggiati per le analisi di laboratorio.

Sono stati inoltre prelevati N.20 spezzoni di carota per le determinazioni meccaniche di laboratorio (prove point load).

Nelle tabelle seguenti si riepiloga il campionamento :

Campioni rimaneggiati prelevati nei pozzetti

Pozzetto	Profondità (m dal p.c.)	Profondità di campionamento (m dal p.c.)
P1	1.9	1.7
P4	1.5	1.5
P5	1.7	1.7
P6	1.6	1.5
P7	1.5	1.5
P8	1.5	1.5
P9	2.1	2.1

Pozzetto	Profondità (m dal p.c.)	Profondità di campionamento (m dal p.c.)
P10	1.9	1.9
P11	1.6	1.6
P12	1.8	1.4
P13	2.2	2.0
P14	2.5	1.2
P14	2.5	2.5
P15	2.6	1.5
P15	2.6	2.6
P16	1.4	1.4
P17	2.6	2.5
P18	2.2	2.2
P19	3.1	3.0
P20	2.7	2.7
P21	2.6	2.6
P22	2.5	1.2
P22	2.5	2.5
P23	2.5	2.4
P24	1.1	0.8
P34	3.2	1.1
P35	3,1	2.5
P35	3.1	3.1
P38	2.3	2.3
P39	3.3	3.3
P40	2.1	2.0
P41	2.5	2.5
P42	2.5	1.5
P42	2.5	2.5
P43	2.1	2.1
P44	2.3	1.2
P45	1.7	1.7
P46	2.5	1.0
P46	2.5	2.5
P47	2.6	1.7

Campioni (spezzoni di carota) prelevati nei sondaggi

Sondaggio	Profondità di campionamento (m)
S1	3.7
S1	8.0
S2	10.0
S3	13.0
S5	7.3
S5	11.0
S6	9.0
S7	7.3
S8	11.0
S9	6.7
S9	12.0
S10	12.0
S11	11.4
S12	14.5
S13	11.0
S15	5.4
S15	11.0
S16	13.0
S17	4.0
S18	13.8

Prove di laboratorio

Per la determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni investigati, sono state eseguite delle analisi di laboratorio.

Le analisi sono state eseguite su campioni rimaneggiati prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi e dei pozzetti.

Più in dettaglio sono state eseguite analisi del tipo :

- Granulometriche per setacciatura, Classificazioni CNR UNI e Proprietà indice
- Prove Point Load su spezzoni di carota
- Prove C.B.R.

Pozzetto	Profondità campione (m)	Classificazione CNR UNI	Umidità (%)	Peso di volume (g/cmc)	Peso specifico dei grani (g/cmc)	Passante al setaccio 2.0 mm (%)	Passante al setaccio 0.4 mm (%)	Passante al setaccio 0.075 mm (%)	Limite di liquidità	Limite di plasticità	Indice di plasticità	Indice di gruppo	Indice di portanza C.B.R.
P1	1.7	A1b	4.6	1.63	2.71	65.0	25.8	17.5	N.D.	N.D.	N.D.	0	53
P4	1.5	A2-4				52.0	28.2	15.0	18	11	7	0	
P5	1.7	A1b				62.7	13.9	7.1	N.D.	N.D.	N.D.	0	
P6	1.5	A2-4				41.3	19.4	12.0	21	14	7	0	
P7	1.5	A1a				44.6	23.7	14.1	18	12	6	0	49
P8	1.5	A2-4				39.3	23.7	19.0	22	14	8	0	
P9	2.1	A2-4	7.8	1.59	2.69	37.7	25.0	21.4	24	15	9	0	
P10	1.9	A2-4	6.9	1.61	2.72	40.2	26.3	19.5	21	14	7	0	
P11	1.6	A1b				73.8	21.4	7.1	21	14	7	0	51
P12	1.4	A1a				43.7	16.7	8.7	18	14	4	0	
P13	2.0	A1b				55.2	32.1	10.3	N.D.	N.D.	N.D.	0	64
P14	1.2	A1b				61.2	30.0	16.7	N.D.	N.D.	N.D.	0	
P14	2.5	A2-4				61.2	42.4	23.8	19	15	4	0	
P15	1.5	A1b				62.3	33.7	23.0	N.D.	N.D.	N.D.	0	
P15	2.6	A2-6	5.9	1.65	2.69	68.3	46.0	32.4	26	14	12	0	
P16	1.4	A1a				35.6	19.6	5.7	N.D.	N.D.	N.D.	0	
P17	2.5	A1b				48.4	30.6	20.6	18	14	4	0	
P18	2.2	A2-6	5.1	1.71	2.68	56.3	44.4	30.1	31	19	12	0	
P19	3.0	A2-6	6.4	1.69	2.70	78.6	59.5	29.8	N.D.	N.D.	N.D.	0	
P20	2.7	A1b				73.0	53.2	21.8	N.D.	N.D.	N.D.	0	52
P21	2.6	A2-4				76.2	44.0	24.6	20	12	8	0	
P22	1.2	A1b	3.2	1.65	2.67	69.1	26.6	10.7	22	16	6	0	54
P22	2.5	A1b				52.0	23.4	14.3	N.D.	N.D.	N.D.	0	
P23	2.4	A1b				59.1	31.0	16.8	N.D.	N.D.	N.D.	0	56
P24	0.8	A1a				30.1	20.9	12.3	N.D.	N.D.	N.D.	0	
P34	1.1	A4				72.7	50.3	40	24	15	9	1	
P35	2.5	A6	11.4	1.77	2.75	70.3	52.3	39.7	26	14	12	2	
P35	3.1	A1b				66.9	27.3	13.6	N.D.	N.D.	N.D.	0	
P38	2.3	A1b				58.8	35.0	16.9	19	14	5	0	59
P39	2.3	A1a				49.4	29.2	12.7	21	16	5	0	
P40	2.0	A1a				43.2	25.4	13.2	N.D.	N.D.	N.D.	0	
P41	2.5	A1b				59.4	38.3	24.3	16	11	5	0	56
P42	1.5	A6				64.6	47.1	39.6	29	16	3	2	

Pozzetto	Profondità campione (m)	Classificazione CNR UNI	Umidità (%)	Peso di volume (g/cmc)	Peso specifico dei grani (g/cmc)	Passante al setaccio 2..0 mm (%)	Passante al setaccio 0.4 mm (%)	Passante al setaccio 0.075 mm (%)	Limite di liquidità	Limite di plasticità	Indice di plasticità	Indice di gruppo	Indice di portanza C.B.R.
P42	2.5	A1b				56.8	34.7	22.4	N.D.	N.D.	N.D.	0	
P43	2.1	A1a				42.5	22.7	10.9	18	12	6	0	
P44	1.2	A1b				75.6	38.6	22.1	N.D.	N.D.	N.D.	0	46
P45	1.7	A1b				61.7	23.7	13.3	N.D.	N.D.	N.D.	0	
P46	1.0	A6				90.0	54.7	43.2	37	22	15	4	
P46	2.5	A1b				72.7	38.3	14.3	N.D.	N.D.	N.D.	0	
P47	1.7	A16				92.2	68.8	39.1	25	14	11	2	

Sui campioni granitici lapidei e semilapidei sono state eseguite delle prove diametrali di schiacciamento (point load test).

Nella tabella di seguito riportata si riepilogano i risultati ottenuti

Provino	Sondaggio	Quota prelievo	P (KN)	IS (=P/D2) Kg/cm2
N.		m dal p.c.		
1	1	3,7	9,0	13,7
2	1	8,0	30,0	44,4
3	2	10,0	35,0	51,8
4	3	13,0	28,0	42,5
5	5	7,3	32,0	48,5
6	5	11,0	28,0	41,5
7	6	9,0	14,0	21,2
8	7	7,3	17,0	25,2
9	8	11,0	31,0	47,0
10	9	6,7	29,0	42,9
11	9	12,0	38,0	56,3
12	10	12,0	16,0	24,3
13	11	11,4	29,0	44,0
14	12	14,5	11,0	16,3
15	13	11,0	33,0	48,9
16	15	5,4	13,0	19,2
17	15	11,0	28,0	41,5
18	16	13,0	12,0	18,2
19	17	4,0	25,0	37,9
20	18	13,8	11,0	16,3

Prove di carico su piastra

Sono state eseguite N.10 prove di carico su piastra in corrispondenza di altrettanti pozzetti geognostici.

Le prove sono state eseguite previo scotico superficiale (20-50 cm), utilizzando come contrasto l'escavatore meccanico.

Scopo delle prove è stato quello di determinare il modulo di deformazione Md in relazione alla caratterizzazione dei piani di posa del rilevato stradale.

I moduli ricavati nell'intervallo compreso tra 0.05 e 0.15 N/mm² sono di seguito riportati :

Prova	Modulo di deformazione Md (N/mm ²)
P10	24.0
P13	37.5
P14	39.2
P16	38.0
P23	23.4
P33	31.3
P35	16.8
P39	18.5
P44	21.1
P45	26.5

Prove penetrometriche dinamiche

Sono state eseguite N.8 prove penetrometriche dinamiche nella seguente tabella sono riportate le profondità di rifiuto strumentale, l'ubicazione del punto di prova è riportata nella planimetria allegata.

Prova	Profondità di rifiuto (m da p.c.)
PN1	0.7

Prova	Profondità di rifiuto (m da p.c.)
PN2	2.4
PN3	2.0
PN4	1.2
PN5	0.8
PN6	1.6
PN7	1.0
PN8	1.2

Inquadramento geografico

L'area interessata dal progetto stradale ricade all'interno dei confini amministrativi di Tempio Pausania.

Nella Cartografia ufficiale dell'IGM ricade nel Foglio N.443 Sez.IV, mentre nella Carta Tecnica della Sardegna in scala 1 : 10.000 ricade nei Fogli 443 020, 443 060 e 443 100.

Contesto geologico stratigrafico

L'area è geologicamente costituita in prevalenza da formazioni granitoidi Paleozoiche di età Permo – Carbonifera (Paleozoico Sup.), che costituiscono il basamento cristallino.

Sono inoltre diffuse coperture colluviali ed eluviali, depositi clastici ai piedi dei versanti più elevati e sedimenti clastici lungo gli alvei dei corsi d'acqua.

Il complesso granitoide è costituito in prevalenza da Monzograniti inequigranulari di colore generalmente grigiastro, frequentemente interessati da un corteo filoniano di porfidi e micrograniti, nonché filoni aplitici e pegmatitici.

Si tratta di un complesso intrusivo tardo Paleozoico legato al magmatismo tardo ercinico datato circa 310-280 Ma affiorando largamente nel settore orientale della Sardegna dalla Gallura al Sarrabus.

Il batolite è interessato da un corteo filoniano da acido a basico in prevalenza orientato NE-SW.

Nel suo complesso, l'ammasso roccioso sopra descritto, presenta frequenti sistemi di fratturazione variamente orientati e frequentemente condizionato dalla frequenza e posizione di fasce irregolari, talvolta parzialmente alterate.

La stessa natura intrusiva delle formazioni di cui sopra ha dato origine a fitti sistemi filoniani variamente orientati, intrusioni lentiformi e piccoli ammassi.

La formazione granitica quando non lapidea si presenta da mediamente a intensamente alterata con arenizzazione e nei casi più spinti caolinizzazione dei feldspati.

A rendere ulteriormente complessa la situazione si aggiungono inoltre discreti fenomeni di tettonizzazione con piccole faglie, zone brecciate e milonitizzate.

Al di sopra delle formazioni fin qui esposte si rinvencono delle formazioni Quaternarie, rappresentate soprattutto da coltri detritico-terrose, con frequenti trovanti lapidei anche di grosse dimensioni, in abbondante matrice sabbioso-limosa.

Si tratta di depositi colluviali ed eluviali e detriti di versante, che costituiscono una copertura di modesto spessore (massimo 1.5-2.0 m), e derivano dall'alterazione in situ o con modesto trasporto dei litotipi granitici.

Sono inoltre presenti limitatamente ai fondo valle e lungo i corsi d'acqua, dei depositi alluvionali, anch'essi Quaternari, costituiti da sedimenti clastici grossolani misti a sabbia, poco o nulla cementati, di spessore modesto, (raramente superiore al metro).

Assetto strutturale

Sebbene le fasi tettoniche dell'orogenesi ercinica, legate appunto alla messa in posto delle formazioni granitiche, siano quelle che più profondamente hanno determinato la geologia dell'area (per metamorfismo regionale, formazione di scistosità penetrativa, processi di migmatizzazione e messa in posto dei graniti), per quanto riguarda gli scopi del lavoro, l'assetto strutturale dell'area è principalmente caratterizzato da un sistema di faglie a direzione prevalente NE-SW e da sistemi di faglie minori ad esse correlate.

Si tratta di lineamenti strutturali già presenti nell'evoluzione tardo ercinica, come dimostrato tra l'altro, dall'orientazione di molti filoni.

La maggior parte delle fratture che interessano gli ammassi rocciosi sono legate alla deformazione fragile di cui sopra.

Geomorfologia

Dal punto di vista morfologico, l'area interessata dal tracciato stradale, rispecchia la natura delle formazioni presenti.

Tipica infatti è la morfologia dei rilievi granitici, con quote mediamente collinari, 400-500 m s.l.m. e forme generalmente arrotondate.

Nelle aree dove i litotipi granitici lapidei affiorano, la fratturazione che li interessa, provoca una alterazione spinta, che determina la formazione di inselberg.

La morfologia per lo più dolce è caratterizzata da un frequente susseguirsi di colline e depressioni. Numerose sono le vallecole a volte discretamente incise.

I filoni appaiono talora in rilievo sulle rocce circostanti in conseguenza della loro maggior resistenza alla degradazione.

Caratteristica è l'erosione a "tafoni" del granito, il quale presenta anche la tipica suddivisione in grossi blocchi arrotondati e localmente una profonda arenizzazione.

Per il resto si rilevano forme poco acclivi e addolcite dalla copertura detritica superficiale.

Le basse vallecicole dei corsi d'acqua appaiono debolmente alluvionate ed in taluni casi sono possibili delle modeste esondazioni con ristagni d'acqua.

Idrogeologia

La rete idrografica superficiale è caratterizzata da pochi corsi d'acqua, in genere a carattere stagionale.

Solo il Rio Valdidonna, che attualmente attraversa la S.S. 133, tra il Km 4.0 e il Km 5.0, evidenzia portate più rilevanti durante i massimi pluviometrici.

In genere si tratta di impluvi attivi durante la stagione piovosa, con caratteristiche di ruscellamento diffuso, favorito dall'impermeabilità del substrato granitico e dall'assenza di una copertura pedologica rilevante.

L'acquifero è scarso se non assente e può essere suddiviso in due tipi.

Nei litotipi granitici è caratterizzato da una permeabilità per fessurazione, variabile da media a bassa, presentando una falda superficiale discontinua, strettamente legata agli eventi piovosi.

Per quanto concerne le sorgenti, si è in presenza di manifestazioni con portate decisamente legate al regime pluviometrico.

Si tratta di modeste emergenze di fessura, con circuito di approfondimento abbastanza limitato.

Le sorgenti si accentuano numericamente in corrispondenza degli affioramenti filoniano, che impedendo la circolazione idrica suborizzontale, suddivide il corpo roccioso granitico in tante piccole unità idrogeologiche.

L'acquifero superficiale legato ai depositi Quaternari è sostenuto dai graniti inalterati e compatti ma presenta ancor più un carattere effimero.

L'area in esame è compresa all'interno del bacino idrografico del Fiume Liscia, il più importante tra quelli della Gallura, con un bacino idrografico di 562 Km².

Su tutta l'orografia della zona è evidente l'influenza delle direttrici tettoniche e del sistema filoniano, che condizionano lo sviluppo e l'andamento della rete idrografica.

Per quanto riguarda la soggiacenza della superficie piezometrica, dalle perforazione dei sondaggi è stato possibile ricostruire l'andamento dello specchio freatico, riepilogato nella seguente tabella :

Sondaggio	Profondità della falda (m dal p.c.)
S1	5.8
S2	4.3
S3	5.9
S4	6.8
S5	4.4
S6	6.6
S7	3.2
S8	4.5
S9	2.3
S10	3.2
S11	6.6
S12	8.1
S13	9.5
S14	5.0
S15	1.5
S16	5.5
S17	3.2
S18	6.4

CONSIDERAZIONI DI CARATTERE APPLICATIVO

Le tematiche da affrontare nella progettazione del nuovo asse stradale in progetto sono legate alle caratteristiche geotecniche dei terreni attraversati, al

contesto idrogeologico locale e all'assetto geomorfologico. Di seguito si descrivono le principali problematiche tecniche connesse alla realizzazione dell'opera emerse dallo studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico condotto.

La realizzazione dell'arteria stradale implica la necessità di reperimento di sufficienti quantitativi di materiale provenienti da cave di prestito e/o dal riutilizzo, previa riqualificazione, del materiale inerte proveniente dalla demolizione del materiale in posto.

Nel tratto in oggetto le caratteristiche dei tratti in trincea e le litologie interessate dai lavori possono contribuire ad un riequilibrio almeno parziale nel computo dei costi di approvvigionamento.

Come è stato descritto precedentemente i tratti in trincea interesseranno litotipi granitici da arenizzati a lapidei, che consentono di programmare un loro riutilizzo prevalentemente per la formazione dei rilevati stradali.

Altro aspetto da non trascurare nelle valutazioni economiche è che l'alta tenacità del Granito produce quasi sempre, anche nel caso di escavazione con esplosivi, blocchi di dimensioni anche metriche, con le difficoltà conseguenti.

Descrizione dei terreni interessati dal tracciato

Il tracciato stradale in argomento della lunghezza complessiva pari a Km 5+197 si sviluppa con direzione prevalente N-S e ricade per la massima parte in coincidenza del tracciato stradale esistente della S.S.133.

Solo il primo tratto infatti e sino alla Progr. 0+650 circa si sviluppa in variante mentre la restante parte, ad esclusione dei tratti in viadotto e della rettifica di alcuni tratti in curva, ricade sostanzialmente sul tracciato esistente.

Progr. 0-150

In questo tratto la strada si sviluppa in trincea, con altezza massima circa 5.0 m, ed interesserà i litotipi granitici che affiorano generalmente lapidei

e ricoperti da una esiguo spessore di terreni di marcata derivazione granitica (20-50 cm).

L'abbattimento di tali materiali dovrà essere previsto con l'impiego di demolitore idraulico (martellone) non escludendo l'ausilio di esplosivi.

Progr.150-700

In questo tratto il tracciato stradale in progetto si svilupperà prevalentemente in rilevato stradale, interessando terreni di derivazione granitica con la tipica facies in granito arenizzato.

Trattandosi di una zona destinata ad attività agricola, con frequenti terrazzamenti artificiali, potranno rinvenirsi spessori variabili di copertura di terreno vegetale.

Anche la presenza di un modesto corso d'acqua potrà influire soprattutto nel tratto compreso tra le Progr. 520-620 in coincidenza della zona con quote topografiche più depresse.

Assai frequenti risultano, principalmente durante la stagione piovosa, le esondazioni ed i ristagni d'acqua.

Nella fascia di pertinenza del corso d'acqua si rinvencono inoltre depositi limoso-sabbiosi di apporto recente, poco o nulla addensati, per spessori generalmente compresi tra 1.0-1.5 m

Progr.700-1200

In questo tratto stradale il progetto prevede la rettifica di quello esistente con l'eliminazione di alcune curve.

E' generalmente previsto un modesto rilevato ad esclusione delle rettifiche di curva che andranno in modesta trincea.

Tra la Progr.700 e la Progr.900 il basamento granitico ancorché debolmente arenizzato si rinviene superficialmente, mentre tra la Progr.900 e

la Progr.1000 si rinvenivano terreni limoso sabbiosi verosimilmente di accumulo detritico eluviale. (Pozzetti P34 e P35)

Il tratto compreso tra le Progr.1000-1200 vede la presenza subaffiorante del granito anche lapideo (Pozzetti P36 e P37)

Progr.1200-1950

Tra la Progr.1200 e la Progr.1350 è prevista la realizzazione di un rilevato stradale di altezza sino a 6.5 m che interessera terreni mediamente scadenti in termini di portanza.

Si rilevano infatti limi e limi sabbiosi saturi, di colore scuro, legati agli apporti sedimentari del modesto corso d'acqua presente in questo tratto. (Pozzetti P42,P46,P47). La prova penetrometrica Pn2, con rifiuto strumentale a 2.4 m, testimonia con il basso numero di colpi per avanzamento, il grado di addensamento mediamente scarso di questi terreni almeno sino a 1.5 m dal p.c.

Successivamente e sino alla Progr.1950 la strada in progetto si prevede in rilevato che interesserà prevalentemente la formazione granitica arenizzata, con rari affioramenti litoidi in forma di speroni e ammassi litici.

Progr.1950-2220

In questo settore la strada in progetto si sviluppa prevalentemente in trincea e solo nel primo tratto avrà un'altezza di circa 5 m.

I terreni saranno prevalentemente granitici e di consistenza lapidea, come confermato dai frequenti affioramenti.

Potrà rinvenirsi localmente una sottile copertura (20-40 cm) di terreno vegetale mista a prodotti di alterazione del granito sottostante.

Progr.2220-2400

Il tracciato in progetto, in questo tratto, è previsto in rilevato stradale con altezza massima pari a circa 5.0 m, prima dell'attacco con il viadotto Abba.

I terreni di imposta del rilevato sono costituiti da un substrato granitico subaffiorante generalmente ricoperto da un esiguo spessore di terreno vegetale e/o da una fascia di alterazione granitica (granito arenizzato) con spessori complessivi raramente superiori a 50 cm.

Progr.2400-2600

In questo tratto è prevista la realizzazione del Viadotto Valdidonna di lunghezza pari a ml 184.80

Per la caratterizzazione dei terreni presenti in corrispondenza del Viadotto Valdidonna sono state eseguite le seguenti indagini geognostiche:

- Sondaggio 2
- Sondaggio 3
- Pozzetto 4
- Pozzetto5
- Prova Penetrometrica Pn1

Le indagini di cui sopra sono state concentrate unicamente nel Versante Nord, in quanto la fitta vegetazione, l'asperità del sito e difficoltà nel permesso di accesso, non hanno consentito l'esecuzione di indagini in corrispondenza del versante Sud.

Le indagini eseguite in corrispondenza del versante nord confermano la presenza di un substrato lapideo granitico localizzato tra 7.6 e 10.7 m dal p.c., sormontato da una fascia di alterazione del granito stesso, con la tipica facies di arenizzazione gradatamente più sana e compatta con l'aumentare della profondità.

La prova penetrometrica Pn1 (rifiuto strumentale a 0.7 m) ed i pozzetti P4 e P5 confermano quanto sopra descritto.

In corrispondenza del versante Sud è stato tuttavia eseguito un rilievo superficiale ed alcuni saggi a mano che confermano la presenza del granito arenizzato immediatamente al di sotto di una sottile copertura di terreno vegetale.

Progr.2600-2800

In questo tratto è prevista la realizzazione di una trincea stradale con altezza massima non superiore a 5.0 m.

In corrispondenza di questo tratto sono state eseguite le seguenti indagini :

Sondaggio S4
Pozzetto P6
Pozzetto P7
Pozzetto P8

Lo scavo della trincea interesserà oltre alla copertura vegetale, la fascia di alterazione granitica per i primi metri mentre in profondità potrà rinvenirsi lo zoccolo granitico.

Progr.2800-3000

In questo tratto è prevista la realizzazione di un rilevato stradale con altezza massima pari a circa 7.7 m.

In corrispondenza di questo tratto sono state eseguite le seguenti indagini :

Sondaggio S5
Sondaggio S6
Pozzetto P9
Pozzetto P10
Pozzetto P11
Prova su piastra P10

Il rilevato insisterà su terreni di derivazione granitica (granito arenizzato) e localmente su intrusi filoniani (P10) caratterizzati da un buon grado di addensamento (Md 24 N/mm² a 0.4 m da p.c)

Progr.3000-3300

In questo tratto il tracciato in progetto coincide con quello esistente.

Sono state eseguite le seguenti indagini :

Pozzetto P21
Pozzetto P22
Pozzetto P23
Pozzetto P24
Prova su piastra P23
Prova Penetrometrica Pn6

Dalle indagini emerge che il corpo stradale da realizzare insisterà su terreni granitici con la tipica facies arenizzata, dotati di buona consistenza.

Localmente potranno rinvenirsi affioramenti lapidei.

Progr.3300-4200

In corrispondenza di questo tratto stradale si prevede la realizzazione di due Viadotti della seguente lunghezza :

Viadotto Abba ml 227.20

Viadotto Tuortu ml 338.80

Per la caratterizzazione dei terreni presenti in corrispondenza del Viadotto Abba sono state eseguite le seguenti indagini geognostiche:

Sondaggio 17
Sondaggio 18
Pozzetto 27
Pozzetto26
Pozzetto 25
Pozzetto 28
Pozzetto 29
Prova Penetrometrica Pn3

Il sondaggio S17 e il sondaggio S18 eseguiti in prossimità delle due spalle del viadotto, rispettivamente Sud e Nord, confermano la presenza del substrato granitico.

Il granito si presenterà lapideo già dalla profondità di 2.7 m in corrispondenza della Spalla Sud (S17), mentre la Spalla Nord (S18) insisterà su granito arenizzato che in questo settore manifesta una discreta fascia di alterazione (13.5 m).

Il ritardo nei permessi di accesso unitamente all'acclività dei versanti ed alla vegetazione boschiva assai sviluppata, non ha permesso la realizzazione di altri sondaggi geognostici.

Tuttavia dai pozzetti P25, P26, P27, P28, P29 e dalla prova penetrometrica Pn3 (rifiuto strumentale a - 2.0 m dal p.c.) si rileva la presenza del granito arenizzato spesso interessato da intrusioni filoniane anch'esse parzialmente alterate, immediatamente al disotto della modesta copertura vegetale.

Per la caratterizzazione dei terreni presenti in corrispondenza del viadotto Tuortu sono state eseguite le seguenti indagini geognostiche:

- Sondaggio 7
- Sondaggio 8
- Sondaggio 9
- Sondaggio 10
- Sondaggio 11
- Sondaggio 12
- Sondaggio 13 (Rilevato per spalla nord)
- Pozzetto 18 (Rilevato per spalla nord)
- Pozzetto 19
- Pozzetto 20
- Pozzetto 32
- Pozzetto 31
- Prova Penetrometrica Pn4

Anche in questo caso si rileva la presenza del granito arenizzato in superficie (S7,S8,S9,S10,S11,S12 e S13 talvolta oblitterato da modesti spessori di terreno vegetale (mediamente 30-50 cm).

Lo spessore della fascia di arenizzazione del granito risulta variabile da un minimo di 3.0 m sino ad un massimo di circa 10.0 m e risulta inoltre influenzata dalla presenza di intrusioni filoniane tardive, anch'esse parzialmente alterate.

Anche i pozzetti P18,P19,P20,P31,P32 e la prova penetrometrica Pn4 (rifiuto strumentale a 1.2 m dal p.c.) confermano quanto sopra.

Tra le due opere d'arte un breve tratto in rilevato stradale rettificherà la curva attualmente esistente. In corrispondenza di tale tratto è stato eseguito il Pozzetto 30 che evidenzia la presenza di una copertura di 40 cm costituita da terreno vegetale prevalentemente sabbioso e successivamente la presenza del substrato granitico arenizzato compatto.

Progr. 4200-4500

In questo tratto la livelletta stradale in progetto coincide sostanzialmente con la superficie topografica, trattandosi di una zona pianeggiante e ricalcando la strada esistente.

I pozzetti P15, P16 e P17 confermano anche in questo caso una copertura di terreno vegetale rimaneggiato di marcata derivazione granitica, sabbioso, con frammenti lapidei e di spessore medio intorno a 40-50 cm.

Al di sotto è presente il substrato granitico arenizzato generalmente compatto.

La prova su piastra P16, con modulo di deformazione pari a $Md = 38$ N/mm², evidenzia la presenza di un buon appoggio del rilevato stradale.

Progr.4500-4740

In questo tratto è prevista la realizzazione di un Rilevato stradale con altezza massima di 5.5 m.

Sono state eseguite le seguenti indagini :

Sondaggio 14

Sondaggio 15

Sondaggio 16

Pozzetto 14

Pozzetto13

Prova Penetrometrica Pn5

Prova su piastra 14

Prova su piastra 15

Lo zoccolo granitico lapideo è localizzato tra 4.6 e 6.4 m dal p.c. (S15 e S16), anche se interessato da intrusioni tardive in ammasso o filoniane (S14).

Anche in questo settore è presente superficialmente una fascia di alterazione del granito (granito arenizzato) obliterata talvolta da una modesta copertura di terreno vegetale.

In corrispondenza del Sondaggio S14, si rinviene la presenza di terreni derivanti dall'alterazione di un filone o di un ammasso intruso nel granito (filone tadivo).

Anche la prova penetrometrica Pn5, con rifiuto strumentale a 0.8 m dal p.c. e le prove su piastra 14 e 15, confermano la presenza di terreni dotati di buone caratteristiche di portanza per il rilevato in argomento.

Progr. 4740-fine lotto

Lungo questo tratto pianeggiante, che verrà realizzato in sovrapposizione all'esistente, sono stati eseguiti i pozzetti P12 e P33 e la prova di carico su piastra P33.

Anche in questo tratto il substrato granitico ancorché arenizzato è localizzato immediatamente al di sotto di una esigua copertura di terreno vegetale (20-40 cm).

La prova su piastra ha fornito come modulo di deformazione Md il valore di 33 N/mmq.

Le indagini confermano pertanto la presenza di un buon terreno di fondazione per il corpo stradale.

Conclusioni

L'obiettivo e lo scopo del presente lavoro è stato quello di fornire i dati geologici-idrogeologici e geomorfologici raccolti ed elaborati a seguito della

campagna di indagini geognostiche eseguita lungo il tracciato stradale in progetto.

La parte di campagna geognostica ha di fatto fornito una serie di dati (stratigrafici, idrogeologici e geotecnici) che consentono di formulare un motivato parere positivo circa la fase definitiva di progettazione.

Cagliari, Ottobre 2006