

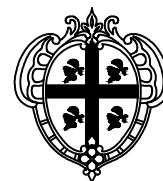


# REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Assessorato dei Lavori Pubblici

**Ente acque della Sardegna**

Servizio Progetti e Costruzioni



## COMPLETAMENTO FUNZIONALE DELLE OPERE DI DERIVAZIONE DELLE RISORSE DEL BASSO FLUMENDOSA AL SERBATOIO DEL MULARGIA

**INTERVENTI COMPENSATIVI PER IL COMUNE DI ARMUNGIA**

**COMPLETAMENTO DELLA VIA SAN SEBASTIANO**

### PROGETTO ESECUTIVO

#### RAPPORTO GEOLOGICO

#### Relazione Geologica

Allegato:

**G.1**

scala:

G1-Relazione Geologica Strada.doc

Progetto redatto dallo **Studio Progetti Integrati**

**Progettista**  
ing. Sandro Catta

**Collaboratori**  
ing. Valentina Amorino  
ing. Michela Carta  
ing. Carla Marcis  
ing. Irene Pili

#### RAPPORTO GEOLOGICO a cura del Servizio Progetti e Costruzioni

**Il Geologo**  
Dott. Geol. Maria Rita Lai

**Collaboratori**  
Geom. Luigi Usala

**Il Direttore Generale**  
Ing. Giorgio Sanna

**Il Direttore f.f. del Servizio**  
Ing. Bruno Loffredo

**Gennaio 2011**

# RELAZIONE GEOLOGICA

## E DI CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

### INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
1.1	Descrizione del progetto	2
1.2	Riferimenti normativi e tecnici	2
1.2.1	Normativa tecnica	2
1.2.2	Documenti di progetto	3
<b>2</b>	<b>CONSUNTIVO DELLE INDAGINI GEOLOGICHE</b>	<b>6</b>
2.1.1	Studi consultati	6
2.1.2	Bibliografia	7
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO</b>	<b>8</b>
3.1	Caratteri geologico-strutturali generali	8
3.1.1	Litostratigrafia e composizione dei terreni	8
3.1.1.1	Terreni del basamento paleozoico	9
3.1.1.2	Terreni di copertura quaternari e recenti	9
3.1.1.3	Terreni e materiali di origine antropica	9
3.2	Caratteri e processi geomorfologici	10
3.3	Caratteri Idrogeologici	11
<b>4</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA</b>	<b>12</b>
4.1	Caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni	12
4.2	Caratteristiche dei terreni lungo il tracciato stradale	14
4.2.1	Via San Sebastiano	14
4.2.2	Via Guglielmo Marconi	15
4.3	Tipologie e Precauzioni di Scavo	15
4.3.1	Tipologie di scavo	15
4.3.2	Accorgimenti e precauzioni da adottare in fase di scavo	16
4.4	Sismicità	17
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>ALLEGATO FOTOGRAFICO</b>	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>ANNESI</b>	<b>24</b>
7.1	Tavola A - Carta Geologica Schematica	24

## 1 PREMESSA

Nella presente relazione viene illustrato il risultato degli studi geologici eseguiti per il Progetto esecutivo *“Completamento della Via S. Sebastiano”*, in comune di Armungia.

Le opere sono ubicate nella cartografia IGMI in scala 1.25.000: Ballao F° 549 Sez. IV (edizione 1992) e nella nuova Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 sezione 549050.

### 1.1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Nell'ambito delle disposizioni urgenti volte a fronteggiare l'emergenza idrica nella Regione Autonoma della Sardegna l'amministrazione regionale sarda finanziò la realizzazione del progetto di *“Derivazione e utilizzazione delle risorse del Basso Flumendosa - Collegamento con il serbatoio sul Mulargia a Monte Su Rei”*.

Nel 2003 veniva approvata la convenzione per la concessione all'Enas (allora Ente Autonomo del Flumendosa) dell'intervento di *“Completamento funzionale delle opere di derivazione delle risorse del Basso Flumendosa al serbatoio del Mulargia”* con la quale veniva ripristinata la dotazione finanziaria dell'intervento principale e prevista la realizzazione, tra gli altri, degli interventi compensativi per il Comune di Armungia.

Nel 2008 l'Amministrazione comunale di Armungia ha indicato all'Enas gli interventi compensativi da realizzare utilizzando lo stanziamento previsto per tali scopi, tra cui è compreso l'intervento denominato *“Completamento della Via S. Sebastiano”*.

La presente relazione si riferisce pertanto all'intervento relativo alla sistemazione della Via S. Sebastiano e di un tratto della Via Guglielmo Marconi, ubicate nella periferia sud del centro abitato di Armungia.

### 1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI E TECNICI

#### 1.2.1 Normativa tecnica

La presente relazione viene redatta ai sensi delle seguenti norme:

- Legge 2 febbraio 1964 n. 74 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche (art. 1).
- D.M. LL.PP. 11 marzo 1988 – Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, sulla 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.
- Circolare LL.PP. 24 settembre 1988 n. 30483 – Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, sulla 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.
- Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163 – Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE.
- D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 – Regolamento di esecuzione ed attuazione del Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163,
- D.M. 14 gennaio 2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Legge 28 febbraio 2008, n. 31, art. 20.
- Ordinanza Presidente Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale (Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007)

- Delibera Giunta Regionale 30 marzo 2004, n. 15/31 - Disposizioni preliminari in attuazione dell'O.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- PAI - Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) – Norme di attuazione approvate con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 35 del 21/03/2008.

### **1.2.2 Documenti di progetto**

Gli elaborati di progetto facenti parte del Rapporto geologico cui si farà riferimento nel seguito sono i seguenti:

- |               |   |                             |
|---------------|---|-----------------------------|
| – Tavola A    | Carta geologica schematica<br>presente Relazione geologica) | scala 1:5.000 (annessa alla |
| – Allegato G2 | Carta geologica   | scala 1:200                 |
| – Allegato G3 | Profilo e sezioni geologiche                                | scala varie                 |



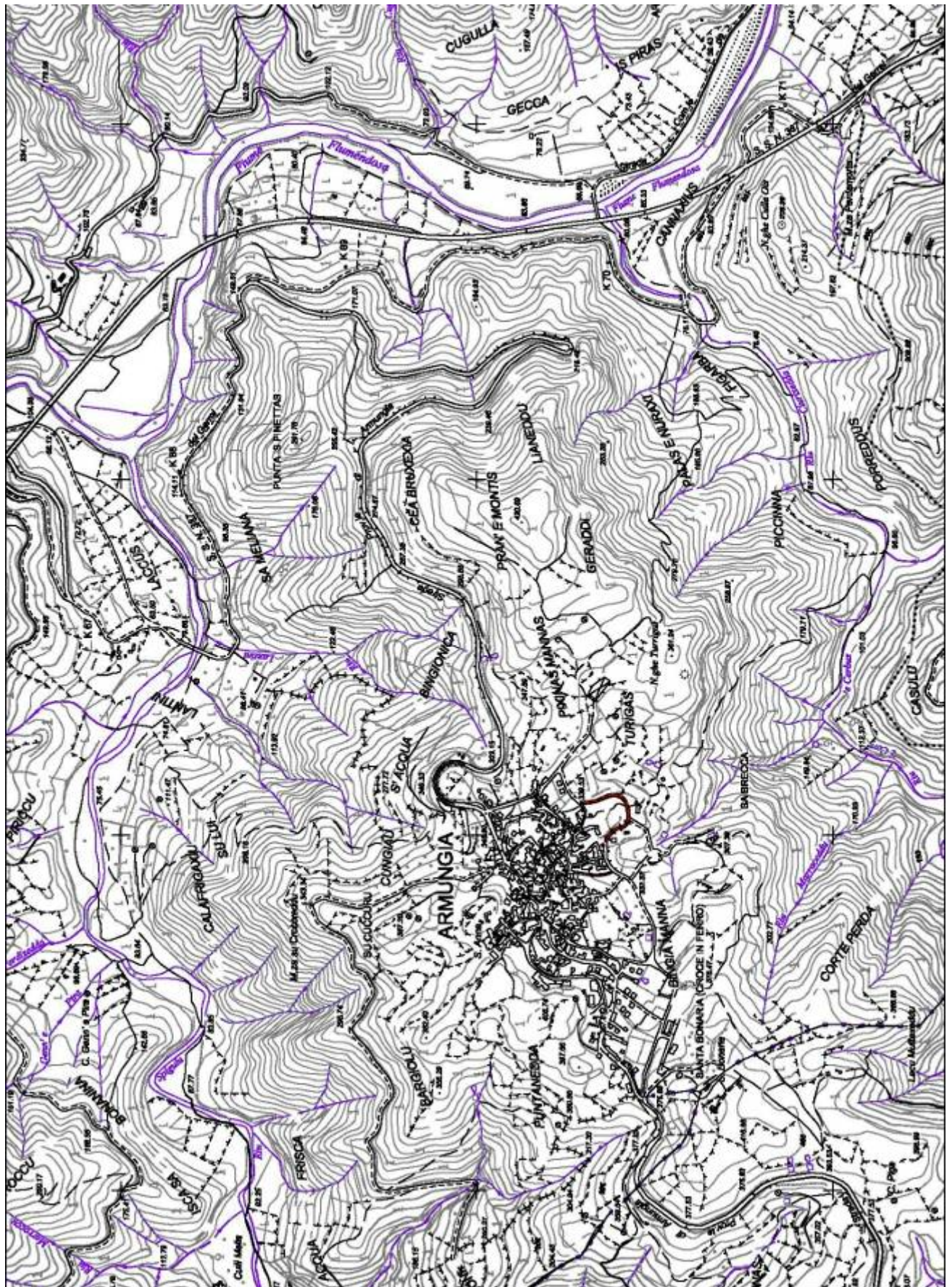


Figura 1 – Corografia del territorio in cui ricadono gli interventi  
(Cartografia CTR scala 1:15.000)



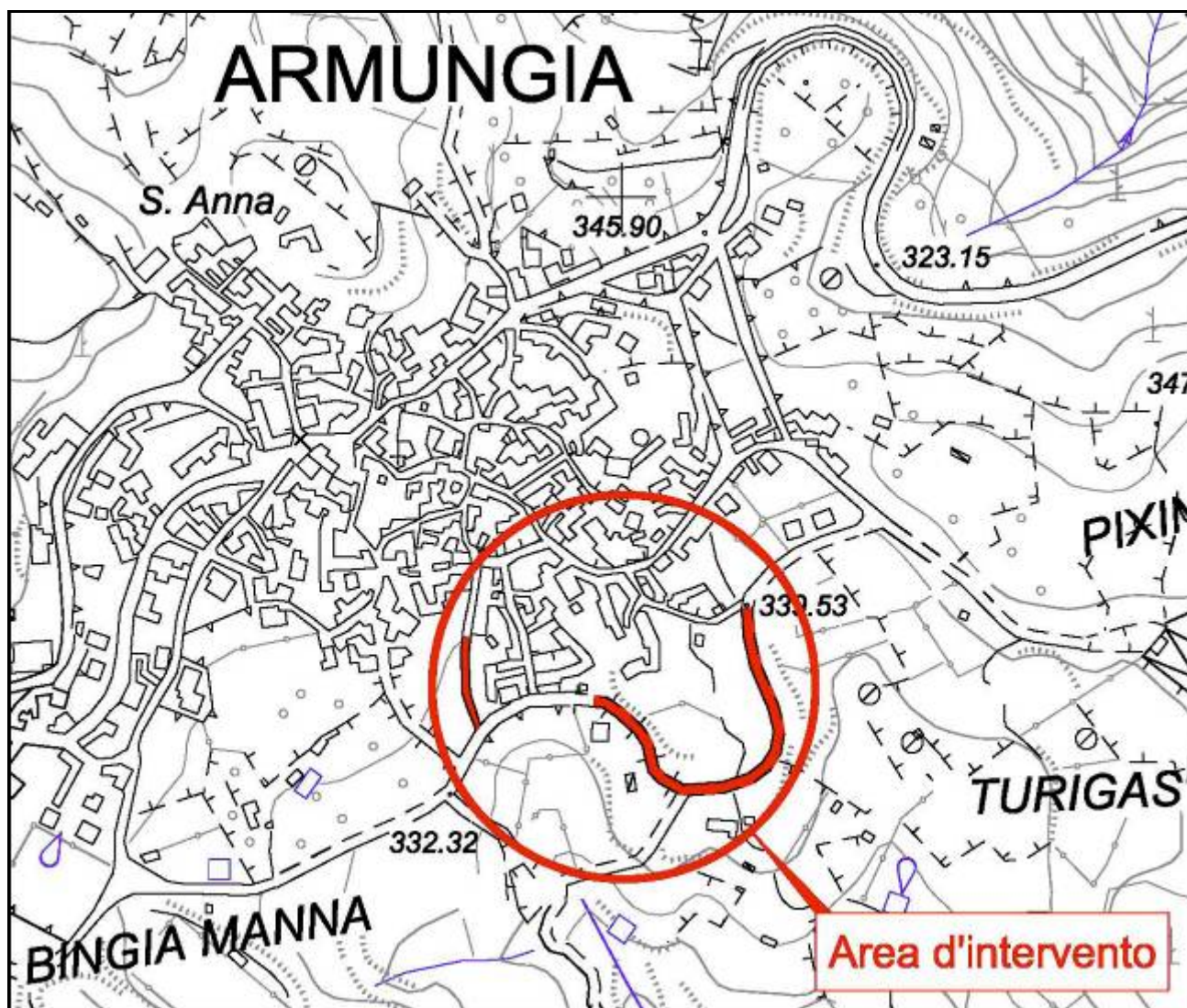


Figura 2 – Inquadramento dell'area d'intervento nella Cartografia CTR (scala 1:5.000)

## 2 CONSUNTIVO DELLE INDAGINI GEOLOGICHE

### 2.1.1 Studi consultati

Per lo studio geologico relativo al territorio nel quale si svilupperanno le opere in progetto, sono state utilizzate informazioni dedotte dalla bibliografia esistente, oltre ai risultati di diverse campagne di indagini geologiche e geognostiche realizzate in occasione di studi precedenti effettuati dall'Ente in zone limitrofe al centro abitato del comune di Armungia.

Questi studi vengono elencati e descritti brevemente nel seguito.

#### Campagna di studi ed indagini per il Progetto di Derivazione e Utilizzazione delle risorse del Basso Flumendosa

A - Fonte: EAF - "Progetto di Derivazione e Utilizzazione delle risorse del Basso Flumendosa – Collegamento con il serbatoio sul Mulargia a Monte Su Rei" - Progetto Definitivo 1° Lotto – Traversa di Derivazione - Rapporto geologico e geotecnico – Allegato 3 (Maggio 1996).

Nell'ambito degli studi per la redazione del progetto citato, sono stati condotti rilievi geologici di superficie i cui risultati sono illustrati nella Corografia geologica, in scala 1:4000, allegata al progetto e nella Relazione Geologica e Geotecnica. Inoltre, nel 1995, furono realizzate, per conto dell'Ente, apposite indagini geognostiche consistite in sondaggi a rotazione e carotaggio continuo; trincee, a varie profondità, ubicate in corrispondenza della zona di imposta della futura traversa. Le ubicazioni delle indagini in sito figurano nella Planimetria geologica della zona d'imposta della traversa, in scala 1:500 ed i risultati delle prove di laboratorio eseguite sulle carote di sondaggio sono contenuti negli elaborati allegati al Progetto definitivo.

B - Fonte: EAF - "Progetto di Derivazione e Utilizzazione delle risorse del Basso Flumendosa – Collegamento con il serbatoio sul Mulargia a Monte Su Rei" - Progetto Definitivo 2° Lotto – Impianto di sollevamento - Rapporto geologico e geotecnico – Allegato C (Gennaio 1997);

Nell'ambito degli studi per la redazione del progetto citato, sono stati condotti rilievi geologici di superficie i cui risultati sono illustrati nella Carta Geologica, in scala 1:500, allegata al progetto e nella Relazione Geologica e Geotecnica. Inoltre, nel 1996, sono stati realizzati, per conto dell'Ente apposite indagini geognostiche consistite in sondaggi a rotazione e carotaggio continuo; perforazioni a rotopercussione e trincee. Le ubicazioni di tali indagini figurano nella Carta Geologica citata e i risultati delle prove di laboratorio eseguite sono contenuti negli elaborati allegati al Progetto Definitivo dell'Impianto di Sollevamento.

C - Fonte: EAF - "Progetto di Derivazione e Utilizzazione delle risorse del Basso Flumendosa – Collegamento con il serbatoio sul Mulargia a Monte Su Rei" - Progetto Definitivo 3° Lotto – Condotta di Collegamento - Rapporto geologico e geotecnico – Allegato B (Maggio 1997).

Nell'ambito degli studi per la redazione del progetto citato, sono stati condotti rilievi geologici di superficie i cui risultati sono illustrati nella Carta Geologica, in scala 1:10.000, allegata al progetto e nelle Relazioni Geologica e Geotecnica. Inoltre, nel 1996, sono stati realizzate apposite indagini geognostiche consistite in sondaggi a rotazione e carotaggio continuo. Le ubicazioni di tali indagini figurano nella Carta Geologica citata e i risultati sono contenuti negli elaborati allegati al Progetto Definitivo della Condotta di Collegamento.

Ad integrazione di quanto ricavabile dagli studi e dalle indagini sopracitati sono state eseguite le seguenti attività:

- inquadramento del sito nel contesto geologico regionale e locale;

- rilevamento geologico-tecnico di superficie, supportato dalla fotointerpretazione, cui ha fatto seguito la restituzione cartografica delle caratteristiche geologiche del sito;
- redazione della carta geologica;
- redazione della presente relazione geologica corredata dalla caratterizzazione geotecnica dei materiali.

### **2.1.2 Bibliografia**

- Servizio Geologico d'Italia – *Foglio Geologico Muravera* – Note illustrative della Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato. Roma 2001
- Assessorato degli Enti Locali Finanze ed Urbanistica - Direzione Generale della Pianificazione Urbanistica, Territoriale e della Vigilanza Edilizia, Assessorato dell'industria Servizio Partecipazioni Industriali, PROGEMISA SPA - *Carta geologica di base della Sardegna, scala 1:25.000* - RAPPORTO FINALE. (Febbraio 2009).



### 3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO

#### 3.1 CARATTERI GEOLOGICO-STRUTTURALI GENERALI

La zona oggetto dello studio, ubicata nell'area del Gerrei, è costituita prevalentemente da terreni del basamento paleozoico, comprendenti litologie appartenenti alla successione tettonico-stratigrafica della catena ercinica sarda e, solo localmente, da terreni di copertura riconducibili all'evoluzione geomorfologica avvenuta dal Quaternario antico fino al periodo attuale.

Come è noto, la catena ercinica sarda è costituita da diverse falde di ricoprimento che si sono messe in posto, con movimento da NE verso SW, durante il Carbonifero inferiore.

Nella zona in esame affiorano le formazioni metamorfiche appartenenti all'Unità tettonica del Gerrei costituita dalle originarie formazioni terrigene, carbonatiche e vulcaniche di età compresa tra il Cambriano e il Carbonifero inferiore. L'Unità del Gerrei, per effetto delle azioni deformative legate all'orogenesi ercinica, attualmente ricopre l'Unità del Rio Grappa, a sua volta è sormontata dall'Unità tettonica di Meana Sardo e dall'Unità tettonica del Sarrabus. Questa quattro unità sono caratterizzate da differenze nella successione stratigrafica vulcanica e vulcano-clastica ordoviciana.

Solo durante il Carbonifero superiore ed il Permiano un'importante tettonica distensiva post-orogenesi portò alla messa a giorno delle metamorfiti, con lo sviluppo di alti strutturali delimitati da faglie che consentirono l'affioramento delle unità più profonde dell'edificio a falde, nonché la messa in posto del complesso magmatico tardoercinico calcoalcalino (complesso granitoide sardo). A breve distanza dalla zona in studio, infatti, affiorano leucograniti, ed il basamento metamorfico ed intrusivo è iniettato da filoni a varia composizione, che nell'area del Gerrei sono rappresentati da termini a composizione acida, costituiti prevalentemente da impregnazioni e filoni di quarzo, talvolta anche accompagnati da mineralizzazioni di varia natura.

Successivamente all'esumazione dei rilievi paleozoici, iniziarono i processi di modellamento per effetto degli agenti esogeni, che portarono alla formazione del vasto pianepiano ercinico del Gerrei, ossia ad una superficie di spianamento sub-orizzontale e ondulata, su cui si ebbero nelle ere successive diverse trasgressioni marine.

Nella zona in studio non affiorano litologie appartenenti al Mesozoico ed al Terziario, che si rinvengono solo più a nord e a nord-est (Monte Cardiga).

Le principali lineazioni tettoniche sono di età paleozoica, hanno influenzato notevolmente l'attuale conformazione della zona, determinando dislocazioni e fratture nel complesso metamorfico paleozoico, presentano direzioni WNW-ESE, NE-SW, E-W e N-S. La maggior parte di tali lineazioni sono state riprese e riattivate durante la tettonica alpina terziaria e durante i più recenti movimenti tettonici quaternari, causando un ringiovanimento del rilievo, con un'ulteriore erosione ed un approfondimento delle valli fluviali nei settori montani, la sedimentazione e la formazione dei depositi superficiali nelle zone pedemontane e pianeggianti.

In sintesi si può affermare che la zona in cui sorge l'abitato di Armungia è costituita dalle rocce del "basamento metamorfico paleozoico", assai intensamente piegate e metamorfosate, mentre i "terreni di copertura quaternari", costituiti da detriti di pendio, di spessore assai limitato, occupano i compluvi e parte dei versanti.

##### 3.1.1 Litostratigrafia e composizione dei terreni

Nella **Carta Geologica** in scala 1:200 sono illustrati i rapporti reciproci tra i terreni costituenti la specifica zona oggetto degli interventi.

La serie stratigrafica dei terreni, dai più antichi ai più recenti, è la seguente:

### 3.1.1.1 Terreni del basamento paleozoico

Le rocce affioranti nell'area appartengono alla formazione degli *Scisti a Graptoliti* (Auct. – SGA nel Foglio Geologico Muravera) che affiora diffusamente in questa zona del Gerrei tra Villasalto e Ballao; la formazione è costituita da argilloscisti carboniosi neri alternati a livelli di metasiltiti grigie, nella parte medio-alta è costituita da due litofacies, la prima formata da lenti discontinue di metacalcari scuri (SGAa – *Metacalcari*), la seconda da una successione di metapeliti carbonatiche e metacalcari grigi (SGAb - *Scisti a Tentaculiti*. Auct.). I primi costituiscono la maggior parte della zona sommitale del rilievo su cui sorge il centro abitato e tutta la zona ad est verso la valle del Flumendosa (Pran'e Montis), i secondi formano i versanti sottostanti, a sud e a nord del centro abitato stesso, costituenti rispettivamente le vallate del Rio de Corr'e Cerbus-Rio Ciurixedda e del Rio Su Spigulu.

Nel seguito si descrivono le caratteristiche litologiche principali di queste due litofacies.

**SGAa Metacalcari scuri e metacalcari nodulari:** si tratta di una litofacies formata da metacalcari di colore grigio scuro e da metacalcari nodulari chiari o di colore nocciola, fossiliferi, finemente stratificati. Si presentano in bancate massicce o in strati decimetrici più o meno inclinati, da suborizzontali a subverticali, con la scistosità generalmente concordante con la stratificazione. Localmente possono essere attraversati da vene e filoncelli di quarzo, associati a diaclasi variamente orientate. I metacalcari formano degli affioramenti generalmente sotto forma di lenti e banchi, il cui spessore complessivo varia da 1-2 m fino a 15 m.

**SGAb Metapeliti carbonatiche e metacalcari grigi:** successione caratterizzata da un'alternanza regolare e centimetrica di livelli con metapeliti carbonatiche e metacalcari grigi, in giacitura da suborizzontale a subverticale, con la scistosità generalmente concordante con la stratificazione, spesso appaiono intensamente piegati e tettonizzati. Anch'essi sono attraversati da vene e filoncelli di quarzo, associati a diaclasi variamente orientate. Lo spessore apparente è di alcune centinaia di metri, ma è difficile da valutare a causa degli intensi piegamenti subiti a causa dei movimenti tettonici.

Queste due litofacies sono attribuite al Siluriano – Devoniano medio.

I due litotipi sono ben visibili in affioramento lungo le due strade, oggetto degli interventi compensativi, di cui formano alcuni tratti delle scarpate esistenti.

### 3.1.1.2 Terreni di copertura quaternari e recenti

**dp Detriti di pendio e suoli:** sono formati da accumuli detritici eterogenei, messi in posto per gravità, a frammenti e clasti di metacalcari e metasiltiti, prevalentemente spigolosi, spesso alterati e ossidati, del diametro da pochi cm a 15–20 cm, con frequenti trovanti e grossi blocchi di metamorfiti di dimensioni anche metriche; inglobati in una matrice terrosa, per lo più limosa o limoso-sabbiosa, bruna o bruno-nocciola, derivante prevalentemente da alterazione in situ delle rocce sottostanti, costituita anche da suoli organici superficiali, derivanti dai processi di pedogenesi. Questi materiali affiorano in modo diffuso sopra i terreni del basamento paleozoico e li ricoprono con spessori assai variabili da una zona all'altra. Inoltre formano la coltre di copertura delle due ampie vallate sottostanti la Via S. Sebastiano.

Età: Quaternario - Attuale.

### 3.1.1.3 Terreni e materiali di origine antropica

Nella Carta Geologica sono state inserite anche altre unità riferite a terreni o materiali di origine antropica rappresentati da:

**Massicciata stradale:** materiale di riporto formato da ghiaia e sabbia costituente il fondo stradale attuale, da scarsamente a mediamente addensato, con spessore variabile,

piuttosto discontinuo, intercalato a zone con affioramento di roccia in posto, visibile in alcuni tratti della Via S. Sebastiano e della Via Marconi.

**Pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso:** tratto già bitumato della Via S. Sebastiano

**Pavimentazione stradale in riporto di bitume a debole spessore:** breve tratto tra le sezioni 29 e 31 della Via S. Sebastiano.

**Pavimentazione stradale in conglomerato cementizio:** visibile su alcune strade limitrofe e nella parte alta della Via Marconi.

### 3.2 CARATTERI E PROCESSI GEOMORFOLOGICI

Come detto in premessa l'area interessata dalle opere in progetto è ubicata in corrispondenza della parte medio-alta del rilievo su cui sorge l'abitato di Armungia. Le quote dell'area variano complessivamente dai 420 m del Pran'e Montis ad oriente ai 350 m circa del centro abitato, fino ad arrivare ai 70-80 m delle zone di fondovalle a sud e nord dell'abitato (Rio de Corr'e Cerbus-Rio Ciurixedda e Rio Su Spigulu).

Il tratto di strada in progetto presenta quote comprese tra i 330 m e i 342 m circa.

L'area è caratterizzata da due unità geomorfologiche, o unità fisiografiche, che contraddistinguono il vasto altopiano paleozoico.

#### Superfici di spianamento - Forme semitabulari

Questa unità geomorfologica è contraddistinta da un altopiano caratterizzato da superfici sub-pianeggianti o lievemente ondulate, collocate in posizione sommitale o rilevata, con pendenze ridotte e una stabilità complessiva generalmente elevata.

La sua conformazione attuale è riconducibile ad una complessa evoluzione geomorfologica del rilievo iniziata subito dopo l'emersione delle unità tettoniche paleozoiche sopra citate, proseguita nelle successive ere geologiche con la riesumazione dell'antica superficie di erosione, coincidente con il penepiano permo-triassico, a seguito della tettonica oligo-miocenica e plio-pleistocenica e al conseguente smantellamento, quasi completo della copertura sedimentaria di età eocenica, presente attualmente solo in piccoli lembi residui a nord di Armungia (Monte Cardiga).

Questa superficie sub pianeggiante si presenta attualmente allungata in direzione circa E-W, incisa da corsi d'acqua minori e con piccoli rilievi isolati di forma subcircolare o ellittica, separati da selle o da superfici sub-pianeggianti o debolmente concave. la superficie dell'altopiano generalmente sfuma nel versante sottostante con un progressivo cambiamento di pendenza, senza rotture di pendio o scarpate evidenti.

In altri casi il bordo dell'altopiano è caratterizzato da una modesta rottura di pendio generalmente non particolarmente netta o ripida, delimitata da cornici rocciose di scarsa altezza (intorno a 2-3 m), lungo le quali si osservano talvolta crolli occasionali di blocchi per effetto del distacco favorito dalle diaclasi che attraversano la roccia metamorfica (metacalcari e metapeliti).

Nella zona oggetto dello studio, tali scarpate sono attualmente scarsamente visibili, se si esclude qualche breve tratto, in prossimità della strada in progetto, perché quasi completamente inglobate e obliterate dall'abitato, pertanto anche il loro riconoscimento e la loro individuazione risulta piuttosto difficoltosa, a causa delle modificazioni antropiche.

Dall'esame del PAI, l'area di indagine non risulta inclusa all'interno di aree a rischio idraulico o idrogeologico, tuttavia in aree limitrofe a quella in studio il PAI ha evidenziato la presenza di zone con frane non più riattivabili nelle condizioni climatiche attuali a meno di interventi antropici, e altre zone, per lo più ubicate lungo i bordi delle cornici rocciose dell'altopiano, in cui esistono condizioni geologiche e morfologiche sfavorevoli alla stabilità dei versanti, ma prive di evidenze di movimenti gravitativi in atto. Queste aree sono segnalate nella Scheda B7fr019 e nella scheda B7fr020 (Tavola B7hg058-69 del PAI), che appunto si

riferiscono ad una zona ubicata ad est dell'abitato, verso la valle del Flumendosa.

Nella zona vasta e nell'area oggetto dello studio (Via S. Sebastiano), i processi in atto sono quindi riconducibili al ruscellamento areale diffuso e a fenomeni gravitativi di modesta entità lungo le scarpate. Gli eventuali e localizzati fenomeni di distacco di blocchi non destano comunque particolare preoccupazione, anche in considerazione delle modeste altezze delle scarpate presenti lungo il tracciato.

Infine si segnala che le litologie carbonatiche possono essere interessate da fenomeni di carsismo, pertanto possono ospitare delle cavità che in alcuni casi sono riempite da terre di origine residuale, fortemente argillose e ricche in ossidi di ferro (terre rosse)

#### Sistemi orografici di versante – Forme di versante

Questa unità geomorfologica è contraddistinta dai versanti convessi più o meno incisi e più o meno ripidi, costituenti i fianchi vallivi delle due vallate fluviali ubicate a sud e a nord dell'abitato di Armungia (Rio de Corr'e Cerbus-Rio Ciurixedda e del Rio Su Spigulu). Lungo tali versanti si sviluppano gli impluvi minori che vanno a confluire nelle valli fluviali sottostanti, queste ultime orientate grosso modo in direzione W-E.

Nella parte sommitale questi versanti presentano pendenze modeste e sono frequentemente occupati da depositi recenti per lo più formati da terreni di origine colluviale o da depositi di pendio, costituenti le aree intensamente coltivate in passato con orti e piccoli frutteti o vigneti, caratterizzate dai tipici terrazzamenti con muri a secco.

Verso il basso le pendenze si fanno più accentuate ed anche i solchi degli impluvi sono più evidenti ed incisi. In corrispondenza dei tratti più acclivi, intersecati dalla viabilità rurale si possono osservare modesti e localizzati scoscendimenti anche in relazione alla giacitura a franapoggio dei piani di scistosità delle rocce affioranti (metasiltiti e metapeliti).

In complesso le due vallate sub-parallele presentano la tipica forma a V, con fianchi ripidi ed incisi dai corsi d'acqua occasionali o dalle acque dilavanti.

### **3.3 CARATTERI IDROGEOLOGICI**

L'idrografia superficiale, se si escludono i principali corsi d'acqua che scorrono alla base dei rilievi formanti il penepiano ercinico, è assai scarsa, e nella zona oggetto dell'intervento non vengono intersecati corsi d'acqua superficiali.

Nei riguardi della circolazione idrica sotterranea la formazione scistoso-metamorfica, essendo costituita da rocce a grana fina o finissima, presenta una permeabilità per porosità pressoché nulla, risultando pertanto sfavorevole alla ritenzione idrica e determinando elevati coefficienti di deflusso superficiale.

Una assai modesta ricettività idrica per fratturazione si può verificare solo nella porzione più superficiale dell'ammasso roccioso dove, per effetto dei fenomeni di alterazione e di decompressione, le diaclasi possono essere più o meno aperte, seppure per profondità modeste.

Nella zona di intervento non sono presenti affioramenti di falde freatiche sotterranee sotto forma di manifestazioni sorgentizie, se non a discreta distanza dal sito indagato e localizzate per lo più lungo il bordo dell'altopiano. Alcune di queste emergenze sono ubicate lungo la Via S. Sebastiano, nella parte più occidentale, vicino all'incrocio con la Via Funtanedda, quindi esternamente all'area oggetto delle presenti opere. Altre modeste emergenze idriche si osservano a sud del tracciato stradale, in vicinanza delle località Turigas e Sa Brecca.

L'origine delle manifestazioni sorgentizie può essere messa in relazione a effetti di sbarramento per la presenza di filoni o per la presenza di fasce cataclastiche.



## 4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA

### 4.1 CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEI TERRENI

Per lo studio delle caratteristiche geotecniche delle litologie interessate dalle opere di fondazione sono state seguite le indicazioni contenute nel D.M. LL.PP. 11 marzo 1988 e nella Circolare LL.PP. 24 settembre 1988 n. 30483, nonché la recente normativa sulle costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008).

La normativa prevede che debba essere valutata globalmente la stabilità dell'insieme manufatto-sottosuolo nelle varie fasi costruttive, pertanto è indispensabile definire la stratigrafia, la litologia, le proprietà fisico meccaniche dei terreni di fondazione e le caratteristiche di eventuali falde idriche; inoltre devono essere note le proprietà geotecniche/geomeccaniche dei terreni e le condizioni al contorno dell'opera.

Considerando la relativa semplicità delle opere in progetto non si è ritenuto necessario eseguire una specifica campagna di indagini geognostiche al fine di ottenere le informazioni di natura geotecnica/geomeccanica relative ai terreni direttamente interessati dalle opere. Per essi si sono utilizzati dati ricavati da altri studi realizzati dall'Ente Acque della Sardegna in zone limitrofe su litologie analoghe.

Lo studio eseguito, attraverso la diretta osservazione dei terreni affioranti e la ricostruzione lito-stratigrafica, hanno consentito di definire il modello geologico e il modello geotecnico del sottosuolo. I dati elaborati sono rappresentati oltre che nella Carta geologica, anche nel profilo geologico e nelle sezioni geologiche allegate.

Nella zona interessata dalle opere in progetto sono presenti i litotipi descritti nel capitolo precedente, di seguito caratterizzati dal punto di vista fisico-meccanico, con particolare riferimento ai caratteri litologici, strutturali e geotecnici/geomeccanici di specifico interesse nei riguardi dei problemi connessi alla realizzazione delle opere in progetto.

#### **Metacalcari scuri e metacalcari nodulari - SGaA**

Si tratta di originarie litologie di tipo sedimentario marino, sottoposte durante l'evoluzione geologica ai fenomeni metamorfici. Dal punto di vista tecnico si tratta di litologie metamorfiche a consistenza lapidea e semilapidea, assai dure e compatte, suddivise in bancate a spessore variabile da pochi metri fino anche a 15 m.

Le intense deformazioni tettoniche subite, hanno determinato la presenza di numerosi disturbi evidenziati da pieghe coricate separate da piani di taglio suborizzontali, giunti di taglio e piani di faglia subverticali, che sbloccano gli affioramenti in vari blocchi ribassati.

Le bancate sono soggette ad allentamento superficiale, con distacchi di elementi lapidei di dimensioni assai variabili, fino a grossi blocchi. Inoltre, soprattutto nel caso dei metacalcari nodulari, possono osservarsi fasce di alterazione superficiale con argillificazione e disgregazione della roccia. Poiché queste litologie possono essere interessate anche da fenomeni di carsismo, possono ospitare delle cavità che in alcuni casi sono riempite da accumuli di terreni fortemente argillosi (terre rosse) in sacche e lenti.

Le loro caratteristiche di durezza e compattezza rendono tali litologie notevolmente resistenti sia nei confronti delle operazioni di scavo, sia come substrati di fondazione. Qualche problema di stabilità può nascere solo nel caso della esecuzione di scavi con pareti artificiali di notevole altezza, a causa della presenza delle diaclasi, che come già detto, provocano la suddivisione della roccia in blocchi e trovanti, favorendo l'instabilità di porzioni di roccia più o meno grandi.

Su tali formazioni sono disponibili dati bibliografici da cui si possono ricavare i seguenti parametri geotecnici relativi alla roccia sana e lapidea: resistenza a compressione uniassiale variabile tra 80–100 MPa, angolo di attrito 35°- 40°, peso di volume 2,5-2,6 t/mc.

Dal punto di vista idraulico la formazione presenta una certa permeabilità per fratturazione.

### **Metapeliti carbonatiche e metacalcari grigi - SGAb**

Oltre ai calcari sono presenti anche le metapeliti e le metasiltiti derivanti da originarie rocce sedimentarie a grana fina (siltiti e peliti), interessate da un debole e medio grado di metamorfismo, intersecate da filoni ed impregnazioni di quarzo.

Si tratta di un ammasso roccioso per lo più di consistenza lapidea, generalmente contraddistinto da un gran numero di discontinuità che determinano una certa suddivisibilità in lastre e scaglie e che conferiscono alla roccia un aspetto scistoso. Le lamine e le scaglie sono piuttosto appiattite ed allungate e presentano spessori variabili da alcuni millimetri fino a pochi centimetri. Possono osservarsi diffuse fasce di alterazione superficiale con argillificazione e disgregazione della roccia, e lungo le superfici di discontinuità si possono osservare patine di alterazione con ossidi di ferro e manganese. Le giaciture sono molto variabili da suborizzontali a subverticali, con evidenza dei fenomeni compressivi e metamorfici subiti.

Nei sondaggi realizzati per il progetto definitivo dell'Impianto di Sollevamento ubicato nell'alveo del Flumendosa, in cui sono state incontrate tali litologie, i valori di RQD dei livelli più profondi sono risultati sempre piuttosto elevati (>50%), anche per effetto della presenza dei filoncelli e delle impregnazioni di quarzo, che contribuiscono a rendere la roccia assai dura e compatta.

Nei livelli più superficiali, raramente per profondità maggiori di 2 m, le metapeliti risentono degli effetti della degradazione e della presenza di diaclasi e piani di scistosità allentati ed infiltrati da argilla e ossidi di ferro. In questi casi si ottengono valori di RQD anche < 30% e talvolta assai prossimi allo 0%. In genere è appunto la scistosità, più che la presenza di diaclasi, a creare piani di debolezza e quindi direzioni preferenziali di rottura delle carote.

L'effetto dell'alterazione e dell'argillificazione causa un peggioramento delle qualità meccaniche delle rocce e influenza l'autosostegno delle pareti di scavo; pertanto lo stato di consistenza delle metapeliti nei livelli superficiali, più degradati ed argillificati, può essere anche piuttosto scarso; mentre in profondità le medesime litologie più sane rappresentano dei substrati di fondazione sufficientemente stabili.

Su tali formazioni sono disponibili i risultati di prove di laboratorio realizzate su carote di litotipi assai simili a quelli in esame, prelevate dai sondaggi eseguiti nelle vicinanze, da cui si possono ricavare valori di resistenza a compressione uniassiale abbastanza dispersi da un minimo di 1 MPa, fino ad un massimo di 10-15 MPa.

Nel caso della roccia sana il peso di volume può essere valutato intorno a 2,4 – 2,5 t/mc; l'angolo di attrito intorno a 30°- 35°. Nel caso della roccia alterata e degradata superficialmente si possono assumere i seguenti valori: peso di volume 1,8-1,9 t/mc, angolo di attrito 28°-30°.

### **Detriti di pendio e suoli - dp**

I detriti di pendio ricoprono, con spessori assai differenti, da pochi centimetri a qualche decimetro, le litologie del substrato paleozoico. Si tratta di terreni che hanno avuto origine per effetto dei processi di alterazione ed erosione delle rocce del substrato e che hanno subito un modesto trasporto sia per gravità sia per effetto delle acque di ruscellamento superficiale.

Sono costituiti da frammenti litoidi spigolosi e da clasti di rocce di varia natura, con dimensioni comprese tra pochi centimetri fino a 10 – 20 cm, ma non sono esclusi i blocchi e i trovanti di notevoli dimensioni, anche metriche; la presenza di una frazione limoso-sabbiosa conferisce loro una debole coesione e una media o scarsa resistenza nei confronti dello scavo; si possono ritenere da poco a mediamente addensati e piuttosto teneri.

Dal punto di vista tecnico si tratta di terreni granulari a grana medio-fine e solo talvolta grossolana, con frazione interstiziale fine, in genere poco addensata, più o meno coesiva. Sono

soggetti a stabilità precaria all'aumentare della pendenza degli scavi e/o delle scarpate, soprattutto in presenza di acqua.

Sulla base di dati bibliografici si possono fornire i seguenti valori dei parametri geotecnici: peso di volume (non saturo) 1,8 t/mc, angolo di attrito 26°-28°, la coesione è valutabile circa 0,1-0,2 kg/cmq.

Dal punto di vista idraulico presentano una certa permeabilità per porosità, che può stimarsi dell'ordine di  $10^{-3}$  cm/s.

## 4.2 CARATTERISTICHE DEI TERRENI LUNGO IL TRACCIATO STRADALE

### 4.2.1 Via San Sebastiano

Il tracciato stradale attuale si sviluppa a mezza costa, è caratterizzato quasi ovunque da scarpate di modesta altezza sul lato di monte, mentre sul lato verso valle il pendio degrada con una leggera pendenza. L'andamento planimetrico del tracciato di progetto mostra un dislivello massimo tra la zona centrale (sez. 34) e la zona iniziale (sez 28) di circa 7,0 m. E' caratterizzato da alcuni restringimenti, in parte in roccia, che ostacolano la circolazione e da un fondo seminaturale in parte in massicciata stradale, costituita da materiale di riporto scarsamente addensato e con spessore variabile e piuttosto discontinuo, che lascia intravedere in alcuni tratti gli affioramenti rocciosi; inoltre dove la massicciata ha uno spessore limitato si osservano avallamenti causati anche dal dilavamento operato dalle acque meteoriche, attualmente non regimate.

La strada in progetto, della lunghezza di circa 285 m, ha inizio poco prima della sezione 28 e termina alla sezione 49 (vedasi le tavole di progetto).

Nel tratto iniziale tra la sezione 28 e la sezione 30, lungo il bordo di valle della strada, è presente una scarpata in roccia (all'interno del lotto privato con la casa, vedi Foto 1) con altezza variabile da 1,0 m fino a circa 2-2,5 m.

In corrispondenza di questo tratto è stata prevista la realizzazione di un muro di sostegno della sede stradale, a sbalzo e di altezza variabile, con lunghezza di circa 24 m. Considerate le profondità di scavo previste si può ipotizzare che la fondazione del muro interesserà quasi completamente la roccia, qui costituita dai metacalcari nodulari (**SGAa**), intensamente piegati e tettonizzati, ben visibili in affioramento sia in corrispondenza della parete rocciosa che delimita la strada verso monte, sia nella parete di valle entro il terreno privato in cui il muro stesso dovrà essere realizzato.

Sempre in questo tratto lungo la parete di monte, dalla sezione 30 (circa) fino a poco oltre la sezione 32, la scarpata è costituita dai metacalcari (**SGAa**): inizialmente è piuttosto alta (circa 3 m) ed attraversata da diaclasi che isolano alcuni blocchi rocciosi, tra i quali si incunea anche una grossa radice di quercia (Foto 2 e Foto 3). La scarpata, quindi, degrada progressivamente fino a raggiungere la sezione 33, in cui si riduce ad un'altezza generalmente inferiore ad 1,0 m

Poco oltre, in corrispondenza circa della curvatura della strada (sezione 33) i metacalcari lasciano il posto alle metapeliti (**SGAb**) che formano tutta la zona del restringimento principale del tracciato (Foto 4 e Foto 5).

Il tratto compreso tra la sezione 33 e la sezione 39 presenta la parte sommitale della scarpata ricoperta, quasi ovunque, dai detriti di pendio (**dp**) sopra descritti, che qui si presentano sia sciolti e di aspetto terroso, sia inglobanti grossi trovanti di metacalcari provenienti dalla parte sommitale del versante, visibili sulla superficie del lotto recintato, sulla sinistra della strada. (Foto 6). In alcuni brevi tratti, sempre lungo la scarpata di monte, è presente anche un muretto a secco. Sul piano viabile sono visibili locali affioramenti di roccia dura e lapidea, non ricoperta dalla massicciata stradale.

Proseguendo in direzione della sezione 40, e anche oltre fino alla sezione 44 circa, la situazione resta analoga alla precedente, come si può ben vedere anche lungo la scarpata in corrispondenza dello stradello che sale verso la parte alta del paese: le metapeliti e le metasiltiti

(**SGAb**) sono ricoperte dai depositi di pendio nei quali sono riconoscibili anche grossi blocchi e trovanti di metacalcari, provenienti dalla parte sommitale del versante.

Dalla sezione 44 circa fino alla fine della strada (sezione 49) la situazione appare molto omogenea con la scarpata lato monte ovunque costituita dai depositi di pendio che ricoprono le metamorfite, le quali affiorano solo in esigui lembi alla base della scarpata. (Foto 7).

#### **4.2.2 Via Guglielmo Marconi**

Il tratto di strada in progetto, della lunghezza di circa 70 m, è compreso tra la Via S. Sebastiano e il retro della casa Lussu andando a raccordare al tratto sommitale con pavimentazione in conglomerato cementizio, l'andamento planimetrico mostra un dislivello di circa 7,30 m. Anche questo tracciato, di larghezza piuttosto esigua e con evidenti restringimenti, è caratterizzato da un fondo seminaturale in parte in roccia e in parte in massicciata stradale, costituita da materiale di riporto scarsamente addensato e con spessore variabile e piuttosto discontinuo, soprattutto nella parte prossima all'innesto con la Via S. Sebastiano; anche in questa strada sono frequenti gli avallamenti causati dal dilavamento operato dalle acque meteoriche, attualmente non regimate.

Il tracciato è caratterizzato sul lato di monte, quasi ovunque, da scarpate di modesta altezza, formate da depositi di pendio a grossi blocchi di metacalcari, ben visibili anche nei lotti retrostanti (Foto 8). Tali scarpate sono quasi per intero delimitate da muretti a secco che delimitano la proprietà.

Sul lato verso valle la sede stradale è delimitata da muri a secco alti fino a circa 3-5 m, che separano la strada da un'ampia vallata di forma concava, riempita dai depositi di pendio, costituiti essenzialmente da materiali terrosi (Foto 9). A causa della presenza quasi continua dei muri di sostegno è risultato piuttosto difficoltoso effettuare una ricostruzione dell'assetto geologico, ma si può presumere che i muri siano fondati sulla roccia calcarea.

In corrispondenza dell'ultimo tratto all'incrocio con la Via S. Sebastiano, infine, sono visibili i metacalcari in affioramento. (Foto 10).

### **4.3 TIPOLOGIE E PRECAUZIONI DI SCAVO**

#### **4.3.1 Tipologie di scavo**

Il grado di consistenza e la resistenza allo scavo dei litotipi interessati dai lavori è variabile tra valori medio-alti per le rocce calcaree (metacalcari scuri e metacalcari nodulari) dure e lapidee, a valori medio-bassi per le rocce metamorfiche alterate ed argillificate (metapeliti carbonatiche) di tipo semilapideo, a valori bassi per i depositi di copertura quaternari e recenti.

In considerazione delle caratteristiche litologiche e geotecniche dei litotipi presenti nelle varie zone di intervento, del loro stato di aggregazione, compattezza e durezza, ed in considerazione delle tipologie di opere e scavi previsti, pertanto, si possono individuare le seguenti tipologie di scavo:

- Scavi in terra: ossia scavi in terreni sciolti o in roccia molto alterata e degradata, in rilevati e suoli. Riguardano materiali da sciolti a più o meno compatti, anche associati a plaghe di roccia assai degradata, di consistenza praticamente terrosa, scavabili con escavatore o ripper. Le litologie di riferimento sono le seguenti: **dp**;
- Scavi in roccia semilapidea: ossia scavi in litologie di origine metamorfica (metapeliti e metasiltiti). Riguardano litotipi in parte alterati ed argillificati da poco costipati a fortemente alterati, in genere teneri, scavabili con escavatori di adeguate dimensioni, e comunque con i comuni mezzi di cantiere. Le litologie di riferimento sono le seguenti: **SGAb** alterate.
- Scavi in roccia lapidea: ossia scavi in litologie di origine metamorfica (metacalcari scuri e metacalcari nodulari duri e lapidei) e marginalmente rocce metamorfiche non alterate



(metapeliti e metasiltiti). Riguardano litotipi molto duri e compatti, scavabili esclusivamente con martellone o con l'uso di esplosivi (se consentito). Le litologie di riferimento sono le seguenti: **SGAa**, **SGAb** (sane).

Come evidenziato nei paragrafi precedenti e nella Carta Geologica, gran parte degli scavi andranno realizzati su substrati formati da litologie paleozoiche sane (lapidee) o al più alterate superficialmente (semilapidee); queste litologie saranno incontrate dagli scavi previsti sotto il piano stradale attuale per il posizionamento delle reti di sottoservizi (rete idrica, rete acque bianche, illuminazione pubblica) e per il basamento di fondazione dei pali dell'illuminazione pubblica, oltre che per la realizzazione dei pozzetti di ispezione della rete acque bianche, per questi ultimi infatti sono previste altezze massime di scavo fino a circa 2 m.

Inoltre le stesse litologie potranno essere incontrate dagli scavi previsti per l'allargamento della strada, tra le sezioni 33 e 37, dove la roccia potrà essere in parte dura e lapidea e in parte alterata ed argillificata.

Per il muro di sostegno, in considerazione degli approfondimenti previsti per la realizzazione della fondazione, si può ipotizzare che gran parte del materiale soggetto agli scavi di sbancamento, sarà costituito da roccia dura e lapidea e, secondariamente, da roccia semilapidea o alterata e da depositi di pendio.

Nei tratti in cui si dovrà effettuare l'allargamento della sede stradale (sezioni 33 e 37) la scarpata di monte dovrà essere opportunamente sagomata, evitando di creare scarpate verticali, al fine di evitare che il materiale terroso-detritico, sovrastante gli affioramenti rocciosi, possa subire fenomeni erosivi ad opera delle acque meteoriche dilavanti, andando ad invadere la sede stradale e la cunetta.

Alla luce di quanto sopra e della parametrizzazione dei litotipi illustrata in precedenza, si ritiene che occorrerà preventivare di incontrare roccia dura e lapidea per almeno il 30-35% dei volumi di scavo complessivi, previsti per tutte le opere in progetto.

Il detrito di pendio e i materiali di risulta provenienti dalle demolizioni delle rocce metamorfiche, formato da elementi a piccola pezzatura, possono essere riutilizzati per realizzare i rinterri a tergo del muro di sostegno, previa completa eliminazione della frazione organica e vegetale.

#### **4.3.2 Accorgimenti e precauzioni da adottare in fase di scavo**

I lavori previsti, nel loro complesso, non comportano eccessivi movimentazioni e scavi dei terreni affioranti.

La stabilità delle pareti e del fondo dello scavo è assicurata nella massima parte del tracciato dalle buone caratteristiche geotecniche-geomecniche intrinseche delle rocce più o meno lapidee del substrato. In linea generale si può ritenere che tali caratteristiche e la modesta altezza prevista per gli scavi (che non dovrebbe superare in nessun caso 5 m dalla base della fondazione, non dovrebbero costituire particolari problemi in fase esecutiva, anche con scarpate praticamente verticali.

In ogni caso, per buona pratica costruttiva, durante i lavori per la realizzazione della fondazione del muro di sostegno e per l'allargamento del tratto tra le sezioni 33 e 37, non si esclude l'eventualità che le giaciture delle litologie scistose metamorfiche, possano presentarsi anche verticali o a franapoggio, implicando una potenziale interferenza con le pareti di scavo, pertanto dovranno essere adottati tutti i necessari accorgimenti di messa in sicurezza e opportuno sostegno delle scarpate, nonché il loro attento e continuo monitoraggio effettuato da professionista esperto, soprattutto in condizioni umide o bagnate. Sono pertanto da prevedersi tutte le opportune misure di sostegno temporaneo delle pareti di scavo da eseguirsi con mezzi e materiali idonei.

Inoltre, in occasione di precipitazioni o eventi meteorici rilevanti, o nel caso di eventuali infiltrazioni di acque piovane e/o ruscellanti lungo le pareti di scavo o nel fondo degli scavi per le

fondazioni si dovrà disporre un'adeguata protezione degli scavi, nonché l'immediato e continuo aggotamento delle acque.

Per la regolarizzazione delle scarpate formate dai depositi di pendio qualche problema può essere costituito dai blocchi e trovanti in roccia che si potranno incontrare intercalati entro la matrice terrosa. Infatti l'asportazione di tali blocchi (che possono raggiungere anche dimensioni di qualche metro cubo) potrebbe causare la formazione di cavità più o meno ampie entro la parete di scavo. In questi casi si dovrà valutare la possibilità di ridurre le dimensioni mediante la loro demolizione con martellone e si dovrà prevedere eventualmente un preventivo disaggio di eventuali blocchi e massi posti immediatamente a ridosso delle scarpate.

Inoltre, particolare attenzione dovrà porsi nella definizione della pendenza finale delle nuove scarpate in depositi di pendio poiché, in condizioni di saturazione o a causa del ruscellamento superficiale operato dalle acque meteoriche, tali materiali possono essere facilmente erosi, andando a depositarsi nella sottostante cunetta o nella sede stradale. Pertanto si ritiene opportuno che l'inclinazione delle scarpate venga adeguata in funzione dei parametri geotecnici di questi terreni, per i quali si consiglia di adottare profilature con scarpe al massimo di 1:1.

#### 4.4 SISMICITÀ

L'art. 1 dell'Ordinanza PCM n. 3274 del 20 marzo 2003, nelle more dell'espletamento degli adempimenti di cui all'art. 93 del D.Lgs. n. 112/1998 che mantiene in capo allo Stato l'individuazione dei criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e delle norme tecniche per le costruzioni nelle medesime zone, ferme restando le competenze delle Regioni e degli Enti Locali di cui all'art. 94 del succitato D.Lgs. n. 112/1998, contiene l'approvazione di 4 allegati tecnici, tra cui l'allegato A): Criteri per l'individuazione delle zone sismiche - individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi delle medesime zone contenenti in particolare la classificazione sismica dei Comuni italiani (allegato A);

Sulla base dei contenuti di cui al succitato allegato A della Ordinanza, tutti i Comuni della Regione Sardegna sono classificati in Zona 4 che, nella classificazione sismica dei territori, rappresenta quella a rischio sismico molto basso (cioè a rischio quasi inesistente).

Per i territori comunali classificati in Zona 4 la medesima ordinanza (art. 2 - punto 1) lascia facoltà alle singole Regioni di introdurre o meno l'obbligo della progettazione antisismica.

Secondo quanto previsto dalle NTC, e sulla base delle descrizioni dei litotipi affioranti, si può affermare che gli interventi in progetto ed in particolare il muro di contenimento, si inseriscono nella Categoria A – *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori  $V_{s30} > 800$  m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.*

Con riferimento alle condizioni topografiche del sito si può affermare che le condizioni siano riconducibili alla categoria T1 – *Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $\leq 15^\circ$ .*

## 5 CONCLUSIONI

Riassumendo i risultati delle indagini, dei rilievi geognostici e delle osservazioni svolte nei paragrafi precedenti sulle caratteristiche morfologiche, geologiche e geotecniche dei terreni affioranti nell'area oggetto del presente studio, si possono stilare le seguenti considerazioni conclusive.

1. Dal punto di vista geologico-strutturale: l'area oggetto dello studio è formata in gran parte da rocce metamorfiche del Paleozoico, rappresentate essenzialmente da rocce lapidee e semilapidee, costituite da metacalcari e metapeliti, di notevole spessore, e solo in parte da terreni quaternari, rappresentati da coltri detritiche superficiali per lo più poco coerenti o sciolte, e di debole spessore.
2. Dal punto di vista morfologico: prevalgono le forme ondulate, rappresentate dalla superficie strutturale del penepiano ercinico, contraddistinte da forme sub-pianeggianti o lievemente ondulate con piccoli rilievi isolati e piccole conche, delimitate da scarpate con orli più o meno evidenti. Lungo le scarpate sono talvolta visibili fenomeni di arretramento della cornice calcarea, sempre di altezza limitata, dovuti ad una instabilità gravitativa propria dell'ammasso roccioso, con crolli localizzati di porzioni di masse rocciose di per sé molto fratturate e diaclasate.
3. Dal punto di vista idrogeologico: le litologie formano un complesso per lo più impermeabile, anche se la fessurazione e la disgiunzione superficiale della roccia possono dar luogo localmente ad una certa infiltrazione sotterranea. Nella zona di intervento non è stata evidenziata la presenza di falde freatiche o di emergenze idriche sotterranee che possano interferire con i lavori previsti.
4. Dal punto di vista geotecnico-geomeccanico: i litotipi rocciosi affioranti sono generalmente dotati di buona consistenza lapidea e di una notevole durezza, pertanto si possono ritenere adeguati a sostenere i carichi e le sollecitazioni indotte dalle infrastrutture stradali in progetto e dalle opere previste, oltre a non costituire particolari problemi nella stabilità delle scarpate previste in progetto, sempre di modesta altezza. Per quanto concerne lo scavo per il muro di sostegno, anch'esso in roccia, si dovrà contenere l'altezza massima dello scavo entro i 5 m e comunque in fase esecutiva dovrà essere eseguito un attento e continuo monitoraggio, soprattutto in condizioni umide o bagnate, e dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti di messa in sicurezza e opportuno sostegno delle scarpate. Le coperture detritiche superficiali, per quanto scarsamente coerenti e poco addensate, non dovrebbero indurre problemi di stabilità, semmai particolare attenzione dovrà essere posta nell'esecuzione degli scavi in condizioni idriche di saturazione, per la possibilità che si verifichino smottamenti localizzati delle scarpate di scavo in corrispondenza del tratto soggetto all'allargamento (sezioni 33-37) e in quello successivo, oltre al fatto che sarà necessario scegliere una adeguata profilatura della sagoma delle nuove scarpate in progetto, coerente con le caratteristiche geotecniche di questi materiali.

Gennaio 2011

Dott. Geol. Maria Rita Lai

## **6 ALLEGATO FOTOGRAFICO**

### Intervento Via San Sebastiano



**Foto 1 – Parete rocciosa sotto la sede stradale attuale – Sezione 29-30**



**Foto 2 – Parete rocciosa in metacalcari – Sezione 30**





**Foto 3 – Parete rocciosa in metacalcari diaclasati: particolare della foto precedente**



**Foto 4 – Scarpata rocciosa in metapeliti – Sezione 34**



**Foto 5 – Scarpata rocciosa in metapeliti: particolare della foto precedente – Sezione 34**



**Foto 6 – Scarpata in depositi di versante con grossi blocchi di metacalcari grigiastri inglobati nella matrice terrosa – Sezione 37-38**





**Foto 7 – Scarpata in depositi di versante prevalentemente terroso-detritici –  
Sezione 45-46**

Intervento Via Guglielmo Marconi



**Foto 8 – Versante con blocchi e affioramenti in roccia (metacalcari) – Sezione A6-A7**





**Foto 9 – Uno dei muri di sostegno in pietrame lungo la Via Marconi**



**Foto 10 – Affioramento di metacalcari all'incrocio tra la Via Marconi e la Via San Sebastiano**

## **7 ANNESSI**

### **7.1 TAVOLA A - CARTA GEOLOGICA SCHEMATICA**

# LEGENDA

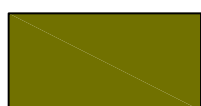
## TERRENI DI COPERTURA QUATERNARI



**dp**

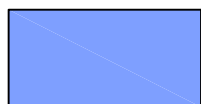
**Detriti di pendio e suoli:** formati da accumuli detritici eterogenei, messi in posto per gravità, a frammenti e clasti di metacalcari e metasiltiti, prevalentemente spigolosi, spesso alterati e ossidati, del diametro da pochi cm a 15–20 cm, con frequenti trovanti e grossi blocchi di metamorfiti di dimensioni anche metriche; inglobati in una matrice terrosa, per lo più limosa o limoso-sabbiosa, bruna o bruno-nocciola, derivante prevalentemente da alterazione in situ delle rocce sottostanti; misti a suoli organici superficiali, derivanti dai processi di pedogenesi  
Quaternario - Attuale

## ROCCE DEL BASAMENTO PALEOZOICO



**PMN**

**Formazione di Pala Manna:** metasiltiti talvolta alternate a metarenarie micacee, metaquarzoareniti  
Carbonifero inf.?



**SGAa**

**Metacalcari scuri e metacalcari nodulari:** litofacies formata da metacalcari di colore grigio scuro e da metacalcari nodulari chiari o di colore nocciola, fossiliferi, finemente stratificati; in bancate massicce o in strati decimetrici più o meno inclinati, da suborizzontali a subverticali, con la scistosità generalmente concordante con la stratificazione. Localmente attraversati da vene e filoncelli di quarzo, associati a diaclasi variamente orientate. I metacalcari formano degli affioramenti generalmente sotto forma di lenti e banchi, il cui spessore complessivo varia da 1-2 m fino a 15 m.  
Siluriano – Devoniano medio



**SGAb**

**Metapeliti carbonatiche e metacalcari grigi:** successione caratterizzata da un'alternanza regolare e centimetrica di livelli con metapeliti carbonatiche e metacalcari grigi, in giacitura da suborizzontale a subverticale, con la scistosità generalmente concordante con la stratificazione, spesso appaiono intensamente piegati e tettonizzati. Sono attraversati da vene e filoncelli di quarzo, associati a diaclasi variamente orientate. Spessore apparente di alcune centinaia di metri.  
Siluriano – Devoniano medio



