

COMUNE DI NURRI (CA)

Ufficio Tecnico
Responsabile del Procedimento Ing. Daniela Usai



Nurri lì, Dicembre 2015

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

LAVORI DI RACCOLTA ACQUE BIANCHE VIA GRAMSCI - VIA FONTANA CAMPO E VIA GARIBALDI

Elab. 02.01 - RELAZIONE GEOLOGICA, IDROLOGICA E GEOTECNICA

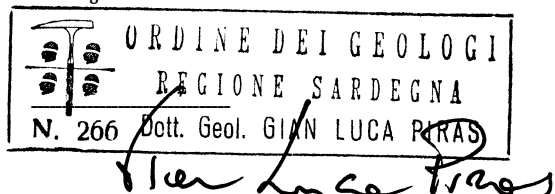
Progettista:

STUDIO TECNICO Ing. Paolo Latti, Vico I° Flumendosa n. 2 – 08035 NURRI (CA)
Tel. e Fax 0782 849547 – E-mail studiollatti@tiscali.it

Geologo consulente

Dr. Geol. Gian Luca PIRAS, Via Asfodelo, 10 - 09030 - ELMAS (CA)
Tel. 070-215140 – Email gianlucapiras@tiscali.it

Il Geologo



Il Progettista:

Rif. N. 0802 - 12/15

STUDIO TECNICO ING. PAOLO LATTI, Vico I° Flumendosa n. 2 – 08035 NURRI (CA) - Tel. e Fax 0782 849547 – E-mail studiollatti@tiscali.it

INDICE

1 - PREMessa GENERALE.....	pag. 3
1.1 - CLASSIFICAZIONE DELLE OPERE: VITA NOMINALE, CLASSI D'USO, PERIODO DI RIFERIMENTO.....	pag. 3
1.2 - QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO (GEOLOGIA E GEOTECNICA).....	pag. 4
1.3 - UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO.....	pag. 5
2 - RELAZIONE GEOLOGICA.....	pag. 6
2.1 - PREMessa DELLA RELAZIONE GEOLOGICA.....	pag. 6
2.2 - CARATTERI GEOLOGICI.....	pag. 6
2.3 - CARATTERI GEOMORFOLOGICI.....	pag. 8
2.4 - CARATTERI IDROGEOLOGICI.....	pag. 8
2.5 - CLASSIFICAZIONE SISMICA.....	pag. 8
2.5.1- AZIONI SISMICHE.....	pag. 9
2.5.2 - VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE.....	pag. 10
2.6 - PERICOLOSITÀ GEOLOGICA.....	pag. 11
2.7 - CONCLUSIONI	pag. 11
3 - RELAZIONE IDROLOGICA.....	pag. 12
3.1 - VERIFICA DELLA PORTATA MASSIMA DEL BACINO.....	pag. 12
4 - RELAZIONE GEOTECNICA.....	pag. 15
4.1 - PREMessa DELLA RELAZIONE GEOTECNICA.....	pag. 15
4.2 - SINTESI DEI DATI RELATIVI AL MODELLO GEOLOGICO.....	pag. 15
4.3 - INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO.....	PAG. 15
4.4 - PROBLEMI GEOLOGICI ED ASPETTI GEOTECNICI LOCALI.....	PAG. 15
4.4.1 - ASPETTI CONNESSI ALL'INTERAZIONE CON LA FALDA.....	pag. 15
4.5 - CARATTERIZZAZIONE FISICA E MECCANICA DEI TERRENI E DELLE ROCCE.....	
MODELLO GEOTECNICO/GEOMECCANICO.....	pag. 16
4.5.1 - CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA E GEOTECNICA.....	pag. 16
4.6 - DATI DI PROGETTO.....	pag. 19
4.7 - VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI.....	pag. 19
4.7.1 - CAPACITÀ PORTANTE SECONDO LO STATO LIMITE ULTIMO SLU GEOTECNICO.....	pag. 19
4.7.2 - CARATTERISTICHE DI AGGRESSIVITÀ DEI TERRENI.....	PAG. 20
4.7.3 - STABILITÀ DEI FRONTI DI SCAVO.....	PAG. 20
4.7.4 - SCAVABILITÀ.....	PAG. 20
4.7.5 - RIUTILIZZO DELLE TERRE DI SCAVO.....	PAG. 20
4.8 - LE SCELTE PROGETTUALI IN RAPPORTO ALLA STABILITÀ GLOBALE DELL'INSIEME.....	
"OPERA-TERRENO"	pag. 21
4.9 - PRESCRIZIONI GEOTECNICHE AI SENSI DEL D.M. 12 DICEMBRE 1985 ("NORME TECNICHE RELATIVE ALLE TUBAZIONI").....	pag. 21
4.10 - CONCLUSIONI DELLA RELAZIONE GEOTECNICA E PRESCRIZIONI.....	pag. 22

1 – PREMESSA GENERALE

Il presente studio geologico e geotecnico si riferisce al progetto per i lavori di raccolta acque bianche delle via Gramsci, via Fontana Campo e via Garibadi in Comune di Nurri.

1.1 - CLASSIFICAZIONE DELLE OPERE:

VITA NOMINALE, CLASSI D'USO, PERIODO DI RIFERIMENTO.

VITA NOMINALE (Numero di anni di uso della struttura)		
<i>La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.</i>		
	TIPO DI COSTRUZIONE	Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva (Le verifiche sismiche di opere provvisorie o strutture in fase costruttiva possono omettersi quando le relative durate previste in progetto siano inferiori a 2 anni)	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

CLASSI D'USO	
<i>In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso</i>	
Classe I	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
Classe II	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
Classe III	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
Classe IV	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA (anni)				
$V_R = V_N \times C_U$ Periodo di riferimento Vita nominale Coefficiente d'uso				
CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0
Vita Nominale V_N (anni)	VALORI DI V_R			
	Classe D'uso			
	I	II	III	IV
≤ 10	35	35	35	35
≥ 50	≥ 35	≥ 50	≥ 75	≥ 100
≥ 100	≥ 70	≥ 100	≥ 150	≥ 200

(Se $V_R \leq 35$ anni, si pone comunque $V_R = 35$ anni).

1.2 - QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO (GEOLOGIA E GEOTECNICA)

Il presente studio è redatto in conformità con:

NORMATIVA NAZIONALE

- **Circolare n. 617 del 02-02-2009** - Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, *“Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”*.
- **D. M. 14 gennaio 2008**, *“Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”* (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, GU n. 29 del 4-2-2008- Suppl. Ordinario n.30) e succ. mod. e integr.
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007** - *Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale*.
- **D.Lgs. n. 163 del 12.04.2006** - *“Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture, in attuazione delle Direttive 2004/CE e 2004/18/CE”*.
- **Eurocodice 7.2 (2002)** - *Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI*
- **Eurocodice 7.3 (2002)** - *Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito(2002). UNI*
- **Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 6/6/2001** (e successive modifiche ed integrazioni) - *Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia*.
- **Decreto del Presidente della Repubblica 21.12.1998, n. 554** – *“Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici, ai sensi dell'art. 13 della Legge 11.02.1994, n° 109 e successive modificazioni”*.
- **Eurocodice 8 (1998)** - *Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)*
- **Eurocodice 7.1 (1997)** - *Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali . - UNI*
- **Circolare del Ministero dei LL.PP. n. 218/24/3 del 09.01.1996** - *«Istruzioni applicative per la redazione della Relazione Geologica e della Relazione Geotecnica»*
- **D. M. 11 marzo 1988** - Ministero dei Lavori Pubblici, *“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 e delle opere di fondazione”*, pubblicato nel suppl.ord. della G.U. 10 giugno 1988.
- **D.M. 12 dicembre 1985**, *“Norme tecniche relative alle tubazioni”*, pubb. nella G.U. 14 marzo 1986, n.61.
- **Legge n. 64 del 02.02.1974** *«Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche»*, che prevede l'obbligatorietà dell'applicazione per tutte le opere, pubbliche e private, delle norme tecniche che saranno fissate con successivi decreti del Ministero per il Lavori Pubblici.

NORMATIVA DELLA REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

- **Decreto del Presidente della Regione n. 82 del 7 Settembre 2006** - *“Piano Paesaggistico Regionale - Primo Ambito Omogeneo” e “Norme Tecniche di Attuazione”*, e succ. mod. e integr.
- **Delib.G.R. 30-3-2004 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”*. Pubblicata nel B.U. Sardegna 21 agosto 2004, n. 23.
- **Norme di Attuazione del P.A.I.** - (Aggiornamento al Decreto del Presidente della R.A.S. n. 35 del 21.03.2008)
- **Decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10 luglio 2006**, pubblicato nel B.U.R.A.S. (parti I e II) n. 25 del 29 luglio 2006, - *Approvazione in via definitiva del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del bacino unico della Regione Sardegna*.
- **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)** adottato dalla Giunta Regionale con D.G.R. n. 54/33 del 30.12.2004 e reso esecutivo con Decreto Assessoriale n. 3 del 21.02.2005 con pubblicazione nel BURAS n. 8 dell'11.03.2005.

1.3 - UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO

Nella cartografia tecnica regionale numerica (CTRN), l'area in questione ricade nella sezione 540070 "Nurri", in scala 1:10.000.

Dal punto di vista geologico, la regione è cartografata nel F° 218 "Isili" in scala 1:100.000 della Carta Geologica d'Italia; nella topografia I.G.M. in scala 1:25.000, ricade nella sezione I "Nurri" del Foglio 540 "Mandas" (Fig. 1)

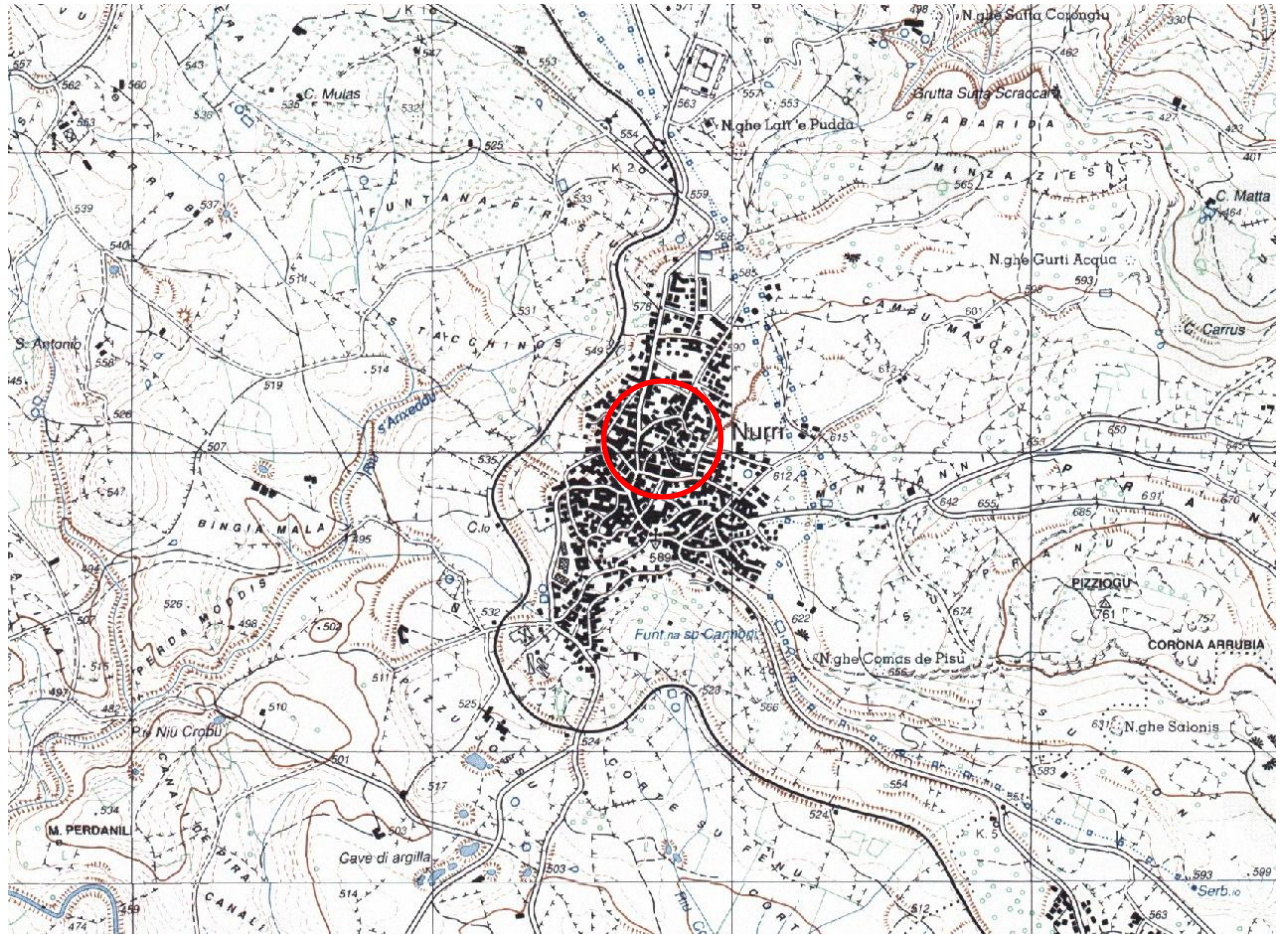


Fig. 1 – Inquadramento cartografico sulla base dell'IGM . L'area di intervento è individuata dal cerchio rosso.

2 - RELAZIONE GEOLOGICA

2.1 - PREMESSA DELLA RELAZIONE GEOLOGICA

La relazione geologica:

- esamina i caratteri geologici generali del territorio e del sito di costruzione;
- definisce la programmazione delle indagini geognostiche ritenute necessarie in funzione degli obiettivi del progetto;
- contiene la relazione “specialistica” geologica sui risultati sperimentali delle indagini;
- definisce gli scenari di pericolosità geologica del sito di intervento e di un intorno territoriale significativo
- illustra la caratterizzazione e modellazione geologica del sito;

2.2 - CARATTERI GEOLOGICI

Le litologie rilevate sono ascrivibili ai sedimenti carbonatici del Giurassico, al complesso sedimentario conglomeratico oligo-miocenico e al ciclo vulcanico del Pliocene medio-inferiore.

Localmente si rilevano depositi superficiali di tipo detritico-colluviale, di debole spessore.

La carta di dettaglio evidenzia che il tracciato delle condotte ricade sulle litologie basaltiche plioceniche.

Sono state individuate le seguenti classi o unità litologiche, con le rispettive sigle (dall'alto le più antiche, in ordine cronostratigrafico), sulla base di quanto presente nella letteratura scientifico-tecnica (REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA, 2013) ed aggiornando ove necessario alcuni limiti litologici e altri aspetti descrittivi con dati derivanti dal rilevamento e dalla conoscenza diretta dei luoghi:

Unità 1 – Dolomie e calcari del Giurassico

- **DOR** - FORMAZIONE DI DORGALI. Dolomie, dolomie arenacee, calcari dolomitici, da litorali a circalitorali, con foraminiferi e alghe calcaree. DOGGER-MALM

Unità 2 – Depositi sedimentari Terziari

- **NLL1** - Conglomerato di Duidduro (FORMAZIONE DI NURALLAO). Conglomerati poligenici eterometrici e sabbie con locali livelli di biocalcareni, talvolta con componente vulcanica. OLIGOCENE SUP. - BURDIGALIANO?
- **NLL2** - Arenarie di Serra Longa (FORMAZIONE DI NURALLAO). Arenarie da grossolane a micro-conglomeratiche, con intercalazioni di arenarie siltose. OLIGOCENE SUP. - BURDIGALIANO?

Unità 3 – Basalti pliocenici

- **BGR** - BASALTI DELLE GIARE. Basalti da alcalini a sub-alcalini, in espandimenti e colate. PLIOCENE MEDIO-SUP.

Pur non essendo indicati nella carta lungo il tracciato delle condotte possono essere rilevati spessori variabili da pochi centimetri a massimo 1,5 m, di suoli limoso sabbiosi e argillosi e colluvi, che ricoprono le litologie in posto. Considerate le possibili implicazioni sull'opera anche tale copertura è stata classificata come di seguito descritto.

- **Unità 4 – Suoli e colluvi** – Limi sabbiosi e argillosi di spessore massimo poco superiore al metro ricco di frazione organica, pietrosità variabile da scarsa a media.

Le opere in progetto insistono sulle unità 3 e 4.

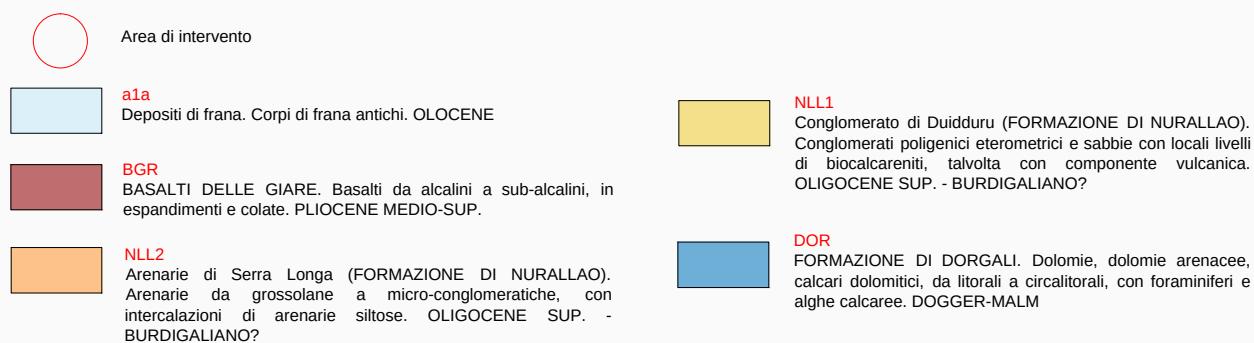
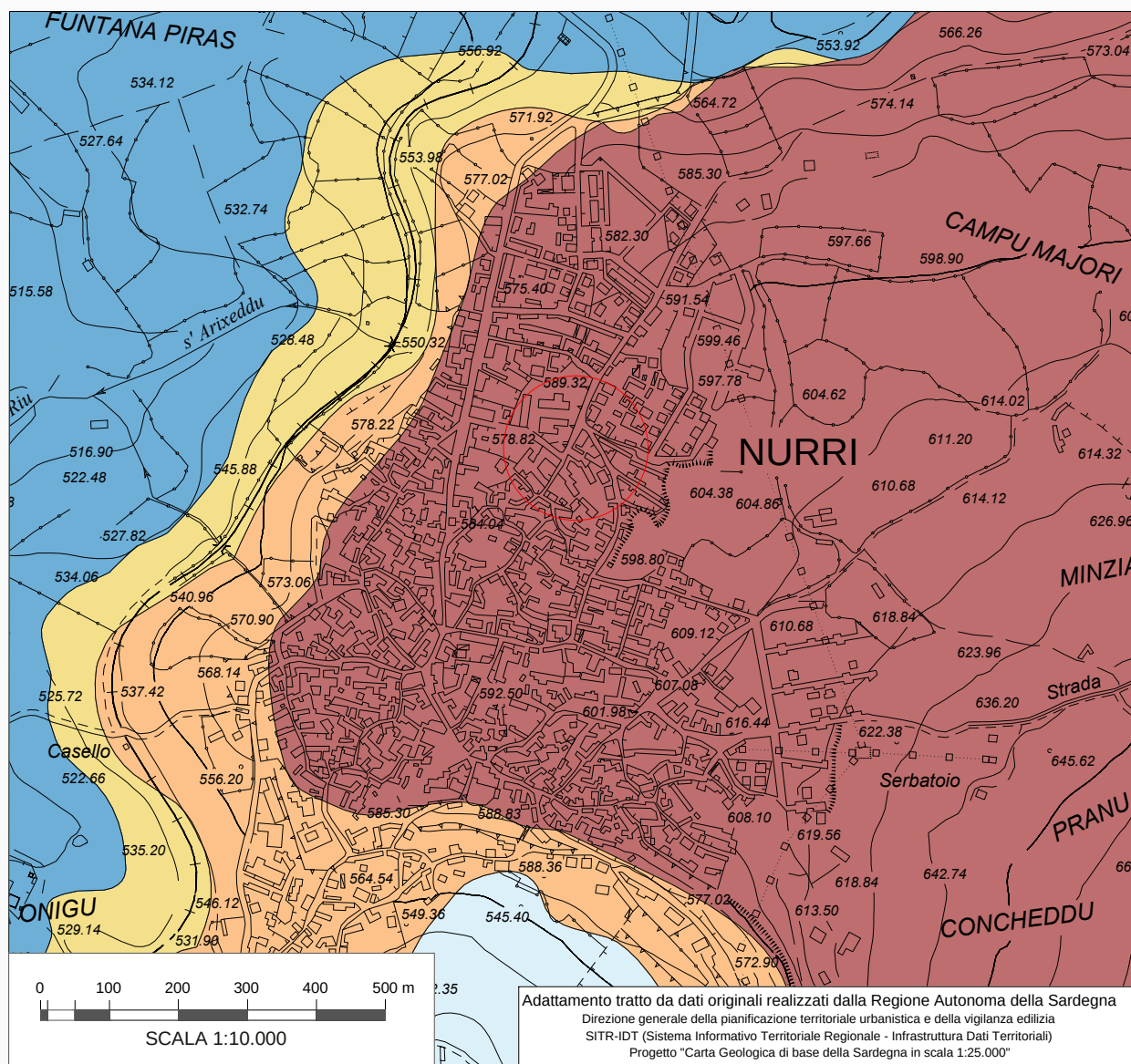


Fig. 2 Carta Geolitologica

2.3 - CARATTERI GEOMORFOLOGICI

Il tracciato delle condotte segue le strade impostate lungo il versante leggermente acclive completamente antropizzato. I versanti sono in equilibrio, dal punto di vista dei fenomeni di degradazione gravitativa.

L'idrografia superficiale originaria è stata completamente sostituita dal sistema di drenaggio artificiale impostato lungo le strade.

2.4 - CARATTERI IDROGEOLOGICI

Il versante oggetto dal presente studio è interessato da modesta circolazione idrica sotterranea, nelle vulcaniti la circolazione idrica è legata direttamente alla fessurazione della roccia, mentre nei sedimenti miocenici, la circolazione è estremamente limitata per il contenuto in argilla delle stesse.

Alcune venute d'acqua, in forma di piccole sorgenti, sono presenti al contatto tra le vulcaniti e i sottostanti sedimenti miocenici, che agiscono da strato impermeabile.

Il corpo idrico, presente nei basalti, è alimentato dagli apporti meteorici e dall'emergenza a monte di altre sorgenti, impostate sempre nelle vulcaniti, e può essere considerato di modesta entità con spessori che solo localmente possono raggiungere i 2 metri. Il livello di tale falda è mediamente posto a 1,5 - 2 metri di profondità.

2.5 - CLASSIFICAZIONE SISMICA

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 vengono individuate le zone sismiche sul territorio nazionale e fornite le relative normative tecniche da adottare per le nuove costruzioni. Tale Ordinanza è entrata in vigore, per gli aspetti inerenti la classificazione sismica, dal 23 ottobre 2005.

Tutti i comuni della Sardegna rientrano nella zona a più bassa sismicità a livello nazionale (Zona Sismica 4, *"rischio sismico basso"* dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, Allegato 1, Tab. A). La zonizzazione nazionale è stata recepita in via transitoria dalla Regione Autonoma della Sardegna, la quale ha emesso la Delibera Giunta Regionale 30 marzo 2004, n. 15/31 (Pubblicata nel B.U. Sardegna 21 agosto 2004, n. 23) (*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"*). Detta zonizzazione è stata successivamente riconfermata dalla mappa di rischio sismico nazionale contenuta nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28/04/2006 (*Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone, G.U. n.108 del 11/05/2006*).

Il territorio del Comune di Nurri, come per tutti i comuni della Sardegna sono caratterizzati da un valore del parametro **ag** (accelerazione orizzontale massima rilevata su un suolo di categoria A), espresso come frazione dell'accelerazione di gravità *g* e riferito ad una probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni inferiore a **0.025 g**.

2.5.1- AZIONI SISMICHE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, in assenza della valutazione dell'effetto della risposta sismica locale sulla base di analisi specifiche è possibile fare riferimento ad una metodologia semplificata basata sulle categorie di sottosuolo di riferimento (Tabella 3.2.II del D.M. 14/01/2008) e sulle categorie topografiche (Tabella 3.2.IV del D.M. 14/01/2008).

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Il profilo stratigrafico del suolo di fondazione delle opere in progetto, costituito da rocce tenere e terreni a grana grossa, può cautelativamente essere compreso, nelle prime decine di metri, nella **Categoria B:**

CATEGORIE DI SOTTOSUOLO (Tabella 3.2.II del D.M. 14/01/2008)	
CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	<u>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{S,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</u>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{S,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{S,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{S,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_S > 800$ m/s).</i>

CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

In relazione all'assetto morfologico rilevato è possibile classificare il sito di interesse utilizzando la Tabella 3.2.IV delle NTC come **Categoria T1:**

CATEGORIE TOPOGRAFICHE (Tabella 3.2.IV del D.M. 14/01/2008)	
CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T1	<u>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$</u>
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

CALCOLO DEI COEFFICIENTI SISMICI

La Sardegna, come già in precedenza riportato, è classificata come zona a più bassa sismicità a livello nazionale (Zona Sismica 4, "rischio sismico basso").

Per tutta l'Isola di Sardegna i parametri spettrali di risposta sismica per i diversi stati limite e relativo tempo di ritorno, per edifici di classe II, Vn 50.

Sono i seguenti:

Stato Limite	T_r [anni]	a_g [g]	F_o	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0,019	2,610	0,273
Danno (SLD)	50	0,024	2,670	0,296
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,050	2,880	0,340
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,060	2,980	0,372

a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno (espressa in g/10);

F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

ACCELERAZIONE MASSIMA ATTESA IN SUPERFICIE

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale è possibile valutare l'accelerazione massima attesa al sito mediante la relazione:

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

in cui:

S_S = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione stratigrafica

S_T = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione topografica

a_g = accelerazione orizzontale massima sul suolo di categoria A

Nel caso in esame, assumendo cautelativamente i valori massimi, ricavati dalle Tabella 3.2.V e 3.2.VI delle NTC D.M. 14/01/2008 sarà:

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss * Amplificazione stratigrafica	1,00	1,00	1,00	1,00
St * Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Sulla base dei dati sopra riportati l'accelerazione massima attesa in superficie è:

	SLO	SLD	SLV	SLC
$a_{\max}$ (g)	0.019	0.024	0,05	0,060

2.5.2 - VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

La verifica a liquefazione può essere omessa in quanto come previsto al punto 7.11.3.4.2 delle NTC per il sito in esame si verificano le prime due circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;

2.6 - PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

Sulla base dello studio realizzato, sono riscontrabili in questa fase le condizioni di pericolosità geologica (lato sensu) rilevate, comprendenti la pericolosità geomorfologica, idrogeologica, idraulica e sismica.

- Il sito di intervento non ricade in alcuna perimetrazione di pericolosità e di rischio del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico" (P.A.I.) della Regione Autonoma della Sardegna.
- Non sono rilevabili processi geomorfologici in atto e potenziali che possono avere effetti significativi, sulle opere,
- La condizione di pericolosità sismica per il sito risulta essere la più bassa a livello nazionale (Zona Sismica 4).

2.7 - CONCLUSIONI

E' stato eseguito uno studio geologico-geotecnico relativo al progetto per i lavori di raccolta acque bianche nelle via Gramsci, via Fontana Campo e via Garibadi in Comune di Nurri.

I litotipi presenti in affioramento sono costituiti da suoli, depositi di versante e colluviali, e da basalti in colata.

I versanti sono risultati in equilibrio, dal punto di vista dei fenomeni di degradazione gravitativa, la morfologia superficiale è totalmente controllata dalle infrastrutture viarie e dall'edificato urbano.

Non vi sono tracce di ruscellamento diffuso o concentrato, in quanto anche la circolazione idrica è totalmente governata dalle opere antropiche e gli stessi lavori in progetto contribuiranno ad una migliore gestione delle acque superficiali.

Nel quadro complessivo di valutazione dell'idoneità del sito alla realizzazione delle opere in progetto, non ci saranno modifiche di particolare rilevanza al sistema geoambientale, né conseguenze negative sulla stabilità di insieme dei pendii interessati dal tracciato.

Allo stato attuale delle conoscenze, non si evidenziano quindi limitazioni geoambientali alla fattibilità dei lavori.

Dicembre 2015

Dr. Geol. Gian Luca PIRAS

3 - RELAZIONE IDROLOGICA

Nel settore di intervento, intensamente urbanizzato, il reticolo idrografico è stato totalmente sostituito dalle opere di drenaggio artificiali, le acque meteoriche sono canalizzate prevalentemente lungo le strade e drenate dal sistema di scolo

Cautelativamente può essere delimitato un bacino idrografico relativo al settore drenato dalle opere in progetto esteso per $0,5 \text{ km}^2$,

3.1 - VERIFICA DELLA PORTATA MASSIMA DEL BACINO

La portata di piena va considerata come variabile casuale, di conseguenza dovrà essere stimata in relazione ad un livello di probabilità che non può essere superato, vale a dire facendo riferimento ad un periodo di tempo (**Tempo di ritorno**) che intercorre mediamente tra due eventi in cui il valore di tale portata viene superato.

Basandosi sulle informazioni di cui si dispone, sarà effettuata la stima della portata di piena di progetto attraverso l'analisi probabilistica preliminare delle precipitazioni nel bacino idrografico interessato e la simulazione conseguente del progetto della loro trasformazione in deflussi.

Si farà riferimento ad un bacino idrografico non monitorato di superficie data in km^2 . La portata verrà stimata servendosi di un modello matematico appositamente adattato. I calcoli saranno realizzati attraverso l'analisi probabilistica delle precipitazioni con particolare riferimento alle cosiddette curve di possibilità pluviometrica.

I parametri da considerare sono riportati di seguito.

-*Tempo di corrivazione t_c* : S'intende come tempo di corrivazione t_c , rispetto ad una determinata sezione di un corso d'acqua, il tempo necessario affinché una particella possa giungere dai punti più lontani del bacino fino alla sezione di chiusura.

-*Altezza media del bacino; H_m*

-*Pendenza media del bacino; J_m*

-*Coefficiente di deflusso areale, ϕ*

-*Lunghezza dell'asta principale; L*

Metodo della curva di possibilità pluviometrica.

H = Altezza di precipitazione max. annua

$$H = a \cdot t^h$$

La probabilità che non si verifichi una piena è data dalla formula:

$$p = 1 - 1/T_r$$

dove: T_r è il tempo di ritorno,

Il tempo di ritorno viene scelto in base alla tipologia dell'opera da costruire, nel nostro caso si considera una fognatura urbana per cui si sceglie dunque un tempo di ritorno di 10 anni;

Inserendo tale valore nella formula otteniamo:

$$p = 1 - 1/T_c$$

ossia:

$$1 - 1/10 = 0.9$$

Ciò significa che nell'arco di 10 anni la probabilità che non si verifichi un evento di piena è del 90%.

Questo valore inserito nella tabella della distribuzione normale relativa alla regione geografica di riferimento ci permette di trovare il cosiddetto frattile ricavabile da tabella;

Nel nostro caso il valore del frattile sarà: **u = 1.3**

Tramite la curva di possibilità pluviometrica si calcola l'altezza di pioggia di progetto in base alla formula seguente:

$$h = 10^{(A+uB)} \cdot T_c^{(C+uD)}$$

Per sapere che valori attribuire ad A-B-C-D è necessario inserire l'area in esame all'interno di un gruppo che fa sempre riferimento all'areale geografico, le stazioni pluviografiche della Sardegna sono state suddivise in 4 gruppi, nel nostro caso si considera un'area del centro Sardegna appartenente al I gruppo la tabulazione fornisce i seguenti valori:

$$A=1.273175$$

$$B=0.179731$$

$$C=0.305043$$

$$D=-0.017146$$

In questa formula l'incognita è T_c tempo di corivazione, che calcoliamo tramite le formule di Ventura e Pasini.

Un'altra incognita è la pendenza dell'asta principale data da:

Jm = dislivello/distanze

La distanza è data dal punto più distante dalla sezione di chiusura

Considerando un dislivello di 70 m. ed una distanza di 120 m avremo:

$$Jm = 70 / 120 = 0.58$$

Formula di Ventura

$$T_c = 0.127 \cdot (A/Jm)^{0.5}$$

$$T_c = 0.127 \cdot (0.5 \text{Km}^2 / 0.58)^{0.5} = 0.11$$

Il tempo è dato in ore e corrisponde a 6,6 minuti

Formula di Pasini

$$T_c = 0.108 \cdot (A \cdot L)^{1/3} / J_m$$

$$T_c = 0.108 \cdot (0.5 \cdot 0.12)^{1/3} / 0.58 = 0.073 \text{ ore in minuti } 4,4$$

Il T_c medio è dunque 0.09 ore, in minuti 5,5.

Ora tramite la curva di possibilità pluviometrica si può calcolare l'altezza massima.

$$H = 10^{(A+uB)} \cdot T_c^{(C+uD)}$$

$$H = 10^{(1.273175+1.3 \cdot 0.179731)} \cdot 0.09^{(0.305043+1.3 \cdot -0.017146)}$$

$$H = 16 \text{ mm}$$

Tale valore esprime l'altezza di pioggia di progetto calcolata per un tempo di ritorno di 10 anni e un tempo di corivazione di 0.09 ore uguale a minuti 5.5

Ora possiamo calcolare la pioggia netta che è data da:

$$H_n = H^* \cdot \Phi$$

Φ = coefficiente di deflusso areale

Il valore di Φ può essere considerato pari a 0,8

$$H_n = 16 \text{ mm} \cdot 0.8 = 13 \text{ mm}$$

La portata massima calcolata col metodo razionale sarà la seguente:

$$Q_{\max} = [(S \cdot \Phi \cdot 0.93 \cdot 10^{(A+uB)}) \cdot T_c^{(C+uD)}] / 3.6$$

$$Q_{\max} = ((0.5 \cdot 0.8 \cdot 0.93 \cdot 10^{(1.273175 + 1.3 \cdot 0.179731)}) \cdot 0.09^{(0.305043 + 1.3 \cdot -0.017146)}) / 3.6 = 1.03 \text{ mc/s}$$

Ciò significa che la portata massima alla sezione di chiusura del bacino è 1.03 mc/s d'acqua.

Dicembre 2015

Dr. Geol. Gian Luca PIRAS

4 - RELAZIONE GEOTECNICA

4.1 - PREMESSA DELLA RELAZIONE GEOTECNICA

La relazione geotecnica:

- contiene la relazione “specialistica” geotecnica sui risultati sperimentali delle indagini, la caratterizzazione e la modellazione del volume significativo di terreno;
- illustra i criteri che hanno orientato la programmazione delle indagini geotecniche, con riferimento al volume significativo, l'interpretazione dei risultati ottenuti e l'elaborazione del modello geotecnico del sottosuolo in riferimento alla tipologia di intervento, alla tecnologia ed alle modalità costruttive;
- contiene le verifiche di sicurezza e l'analisi delle prestazioni nelle condizioni di esercizio del sistema opera-terreno (analisi prestazionale).

4.2 - SINTESI DEI DATI RELATIVI AL MODELLO GEOLOGICO

Dalla RELAZIONE GEOLOGICA si ricava che le unità litologiche rilevate nel settore di stretto interesse sono riconducibili alle seguenti tipologie (Fig. 2 - Carta geolitologica):

Unità litotecnica 3 - BASALTI DELLE GIARE. Basalti da alcalini a sub-alcalini, in espandimenti e colate. PLIOCENE MEDIO-SUP.

- **Unità litotecnica 4 – Suoli e colluvi** – Limi sabbiosi e argillosi di spessore massimo poco superiore al metro ricco di frazione organica, pietrosità variabile da scarsa a media.

4.3 - INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO

Il rilievo della stratigrafia, viste la conformazione del versante e la tipologia delle opere, è stato ricavato dalle osservazioni dirette, ritenendo superflua l'esecuzione di indagini profonde, soprattutto alla luce della tipologia dell'intervento. La classificazione geotecnica delle litologie è stata effettuata sulla base di analisi e indagini in possesso del relatore riferite alle stesse litologie in settori limitrofi.

4.4 - PROBLEMI GEOLOGICI ED ASPETTI GEOTECNICI LOCALI

Dalla RELAZIONE GEOLOGICA non sono emersi problemi geologici di rilievo.

4.4.1 - ASPETTI CONNESSI ALL'INTERAZIONE CON LA FALDA

Sulla base del quadro idrogeologico, non si riscontrano possibili interferenze negative delle opere con le falde idriche presenti.

4.5. CARATTERIZZAZIONE FISICA E MECCANICA DEI TERRENI E DELLE ROCCE - MODELLO GEOTECNICO/GEOMECCANICO

I valori caratteristici delle grandezze fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni sono stati ottenuti attraverso valutazioni in sito dei fronti esposti e sulla base di dati statistici riferiti alle litologie interessate. Nel modello geotecnico è stato rappresentato uno schema indicativo delle condizioni stratigrafiche e della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni comprese nel volume significativo considerato e finalizzato all'analisi quantitativa dello specifico problema geotecnico. In questo ambito, il valore caratteristico di ciascun parametro geotecnico è costituito da una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato.

4.5.1 - CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA E GEOTECNICA

Sulla base di quanto emerso nel presente studio e da studi effettuati nelle vicinanze, la successione litotecnica in corrispondenza delle aree di intervento, a partire dal piano di campagna, può essere schematizzata come di seguito illustrato attraverso la determinazione dei parametri di progetto caratteristici di ciascuna unità litotecnica, utili per effettuare i calcoli di verifica geotecnica

Unità litotecnica 3 – Può essere classificata, utilizzando la Classificazione geomeccanica ("Rock Mass Rating System") di Z. T. Bieniawski (1989-1993) (Fig. 3). Per queste litologie sono stati considerati numerosi affioramenti rocciosi nell'area d'indagine, valutando le caratteristiche mediamente rilevate e confrontandole con dati statistici tabulati derivati da analisi di laboratorio.

La classificazione di Bieniawski si basa sui seguenti 6 parametri caratteristici della roccia:

- R1 - Resistenza della roccia intatta
- R2 - R.Q.D. % (Rock Quality Designation).
- R3 - Spaziatura delle discontinuità
- R4 - Condizioni delle discontinuità
- R5 - Condizioni idrauliche
- R6 - Compensazione per l'orientamento delle discontinuità

L'Indice generale di classificazione (RMR) è dato da:

$$(RMR_{base}) + R6 = R1 + R2 + R3 + R4 + R5 + R6$$

The Rock Mass Rating System (Geomechanics Classification of Rock Masses) *

A. Classification parameters and their ratings

Parameter			Ranges of values						
R1	Strength of intact rock material	Point-load strength index (MPa)	> 10	4 - 10	2 - 4	1 - 2	For this low range, uniaxial compressive test is preferred		
		Uniaxial compressive strength (MPa)	> 250	100 - 250	50 - 100	25 - 50	5 - 25	1 - 5	< 1
	Rating		15	12	7	4	2	1	0
	Drill core quality RQD (%)		90 - 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50	< 25		
R2	Rating		20	17	13	8	3		
	Spacing of discontinuities		> 2 m	0.6 - 2 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		
R3	Rating		20	15	10	8	5		
	Condition of discontinuities		Very rough surfaces Not continuous No separation Unweathered wall rock	Slightly rough surfaces Separation < 1 mm Slightly weathered walls	Slightly rough surfaces Separation < 1 mm Highly weathered walls	Slickensided surfaces or Gouge < 5 mm thick or Separation 1 - 5 mm Continuous	Soft gouge > 5 mm thick or Separation > 5 mm Continuous		
R4	Rating		30	25	20	10	0		
	Groundwater	Inflow for 10 m tunnel length (L/min)	None	< 10	10 - 25	25 - 125	> 125		
Ratio $\frac{\text{Joint water pressure}}{\text{Major principal stress}}$		0	< 0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5			
R5	General conditions		Completely dry	Damp	Wet	Dripping	Flowing		
	Rating		15	10	7	4	0		

B. Rating adjustment for discontinuity orientation

Strike and dip orientations of discontinuities		Very favorable	Favorable	Fair	Unfavorable	Very unfavorable
Ratings	Tunnels and mines	0	-2	-5	-10	-12
	Foundations	0	-2	-7	-15	-25
	Slopes	0	-5	-25	-50	-60

C. Rock mass classes determined from total ratings

Rating	100 ← 81	80 ← 61	60 ← 41	40 ← 21	< 20
Class no.	I	II	III	IV	V
Description	Very Good Rock	Good Rock	Fair Rock	Poor Rock	Very Poor Rock

D. Meaning of rock mass classes

Class no.	I	II	III	IV	V
Average stand-up time	20 yr for 15 m span	1 yr for 10 m span	1 wk for 5 m span	10 h for 2.5 m span	30 min for 1 m span
Cohesion of the rock mass (kPa)	> 400	300 - 400	200 - 300	100 - 200	< 100
Friction angle of the rock mass (deg)	> 45	35 - 40	25 - 35	15 - 25	< 15

* After Bieniawski (1979)

Fig. 3 - Classificazione geomeccanica ("Rock Mass Rating System") di Z. T. Bieniawski (1989-1993)

Classificazione di Bieniawski per le rocce riolitiche ignimbriche.

R1 - Resistenza roccia intatta

(in base a statistiche su prove di carico puntuale e compressione uniassiale)

resistenza al carico puntuale: compresa tra 4 e 10 MPa

resistenza alla compressione uniassiale: compresa tra 100 e 250 MPa

si ricava R1 = 12

R2 - Indice R.Q.D. (Rock Quality Designation),

dove è $RQD = 100 e^{-0.1 n} (0.1 n + 1)$

con n = numero medio di giunti per metro lineare

è compreso tra 25 e 50

si ricava R2 = 8

R3 - Spaziatura delle discontinuità

Tra 60 e 200 mm

si ricava R3 = 8

R4 - Condizioni delle discontinuità

superfici scabre, apertura < 1 mm, pareti roccia dura

si ricava R4 = 20

R5 - Condizioni idrauliche

Solo umidità (Damp)

si ricava R5 = 10

sarà quindi:

$$(RMR)_{base} = 58$$

R6 - Compensazione per l'orientamento delle discontinuità

Il parametro è riferito alla buona stabilità dei fronti di scavo (Favorable)

si ricava R6 = - 5

Da cui risulta

$$(RMR) = 53$$

Agli ammassi rocciosi in questione corrispondono quindi le seguenti caratteristiche:

Classe di appartenenza (Bieniawski): II;

Qualità dell'ammasso: buona (good rock);

Giudizio sulla difficoltà di scavo: media difficoltà

Dai valori ottenuti utilizzando questi parametri della roccia e con l'uso di formule empiriche cautelative si ha:

$$c = \text{coesione} = 5 (RMR)_{base} \text{ (KPa)} = 290 \text{ KPa} = 2,95 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\phi = \text{angolo di attrito interno} = [5 + (RMR)_{base}] / 2 = 31,5^\circ$$

Unità litotecnica 4

A tali terreni sono attribuibili i seguenti parametri geotecnici:

Classificazione UNI-CNR 10006	A3
Peso di volume γ (g/cm ³)	1,80
Angolo di attrito interno (ϕ)	18°
Coesione (KPa)	40
Limite plastico %	33
Limite liquido %	16
Indice plastico	17
Indice di gruppo	7
Umidità ottima %	13

4.6 - DATI DI PROGETTO

Come risulta dai dati progettuali, a cui si rimanda integralmente, l'intervento prevede il rifacimento e la realizzazione ex novo delle condotte di raccolta delle acque bianche. Si renderà necessario lo scavo a profondità adeguata con eventuale asportazione delle vecchie tubature e sostituzione con le nuove.

Le sezioni di scavo interesseranno prevalentemente i terreni precedentemente mobilizzati e i materiali di riempimento utilizzati per colmare le trincee, e parzialmente terreni in posto.

4.7 - VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI**4.7.1 CAPACITÀ PORTANTE SECONDO LO STATO LIMITE ULTIMO SLU GEOTECNICO**

In base DM 14/01/2008 Nuove Norme Tecniche per le costruzioni, le opere e le componenti strutturali devono essere progettate, eseguite, collaudate e soggette a manutenzione in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione, in forma economicamente sostenibile e con il livello di sicurezza previsto. La sicurezza e le prestazioni di un'opera o di una parte di essa devono essere valutate in relazione agli *stati limite* che si possono verificare durante la vita nominale. Stato limite è la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata.

In particolare, secondo quanto stabilito nei capitoli specifici, le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere il requisito di sicurezza nei confronti di **stati limite ultimi SLU**, cioè la capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera.

Il superamento di uno stato limite ultimo ha carattere irreversibile e si definisce collasso.

In particolare, secondo quanto stabilito nei capitoli specifici delle Norme Tecniche, le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere requisiti di sicurezza nei confronti dello stato SLU di tipo geotecnico in relazione al carico limite dell'insieme fondazione-terreno.

La verifica nei riguardi degli stati limite ultimi si effettua con il "metodo dei coefficienti parziali" di sicurezza espresso dalla equazione formale:

$$R_d \geq E_d$$

dove:

- R_d è la resistenza di progetto, valutata in modo analitico, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno; il valore di progetto della resistenza R_d deve essere diviso per il valore del coefficiente parziale relativo a ciascun parametro geotecnico e tenendo conto, se necessario, dei coefficienti parziali relativi a ciascun tipo di opera;
- E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni.

E_d è ricavato secondo la **combinazione fondamentale statica**

$$E_d = \gamma G_1 \times G_1 + \gamma G_2 \times G_2 + \gamma P \times P + \gamma Q_1 \times Q_{k1} + \gamma Q_2 \times \psi_{02} \times Q_{k2} + \gamma Q_3 \times \psi_{03} \times Q_{k3} + \dots$$

Le opere in progetto prevedono carichi permanenti assolutamente trascurabili, in quanto non saranno realizzate strutture in elevazione, e anche i carichi temporanei si possono considerare di modesta entità, per cui si può assumere il valore delle azioni E_d sempre inferiore alle resistenze R_d , e la relazione $R_d \geq E_d$ è sempre verificata.

4.7.2 - CARATTERISTICHE DI AGGRESSIVITÀ DEI TERRENI

Non si è ritenuto necessario eseguire misure di resistività dei terreni per la stima del potenziale fenomeno di corrosione elettrochimica sui metalli delle condotte interrate, viste le prevedibili caratteristiche di scarsa aggressività dei terreni del caso.

Molteplici sono i fattori che influenzano la corrosione sotterranea, strettamente correlati tra loro e quasi tutti riconducibili alle caratteristiche chimico-fisiche del terreno: *conducibilità, areazione e permeabilità, acidità, umidità (contenuto d'acqua), presenza di solfati e cloruri, presenza di specie biologiche, presenza di correnti vaganti.*

Nel caso in questione, visto il tipo di terreni attraversati, si ritengono più che sufficienti i sistemi di rivestimento e protezione dalla corrosione ordinariamente adottati per le tubazioni.

4.7.3 - STABILITÀ DEI FRONTI DI SCAVO

Le pareti degli scavi, per le profondità previste risulteranno impostate su terreni in grado di autosostenersi per pendenze prossime alla verticale senza dar luogo a importanti dissesti gravitativi.

4.7.4 - SCAVABILITÀ

Per scavabilità s'intende la facilità con cui un terreno o una roccia possono essere scavati meccanicamente e dipende, secondo la letteratura tecnica, da diversi fattori quali il carico di rottura monoassiale, il grado di erosione, l'abrasività e la spaziatura delle discontinuità, il grado di addensamento e cementazione etc.

Gli scavi previsti richiederanno l'utilizzo di mezzi meccanici ordinari di media potenza.

4.7.5 - RIUTILIZZO DELLE TERRE DI SCAVO

La realizzazione degli interventi produrrà una quantità ridotta di terre di scavo che potranno avere differenti impieghi in cantiere, tal quali o attraverso correzioni granulometriche e l'eliminazione delle

pezzature più grandi ($\varnothing \geq 100\div 200$ mm), in funzione delle loro caratteristiche intrinseche e secondo i dettami della normativa vigente in materia (D.M. Ambiente del 10 agosto 2012 n. 161 e ss.mm.ii.). I possibili riutilizzi dei materiali provenienti dallo sbancamento consisteranno in: reinterri, rilevati e sistemazioni planoaltimetriche.

4.8 - LE SCELTE PROGETTUALI IN RAPPORTO ALLA STABILITÀ GLOBALE DELL'INSIEME "OPERA-TERRENO"

Sulla base delle caratteristiche geotecniche rilevate e della tipologia delle opere si ritiene che le scelte progettuali adottate siano perfettamente idonee e abbondantemente cautelative in rapporto alla stabilità globale dell'insieme "opera-terreno".

4.9 - PRESCRIZIONI GEOTECNICHE AI SENSI DEL D.M. 12 DICEMBRE 1985 ("NORME TECNICHE RELATIVE ALLE TUBAZIONI").

Con particolare riguardo agli aspetti di competenza del geologo, sulla base dello studio geologico e geotecnico eseguito, è stata data risposta alle prescrizioni normative, come di seguito riepilogate.

Rif. punto 1.1-PROGETTO

- E' stata eseguita la caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni interessati dal tracciato delle tubazioni, documentata dai risultati di indagini condotte nel rispetto della vigente normativa riguardante le indagini sui terreni e sulle rocce ed i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- E' stata effettuata l'analisi delle situazioni ambientali, in quanto elementi vincolanti nello studio del tracciato e del profilo delle tubazioni.

Rif. punto 1.2-COSTRUZIONE

- Nel corso della costruzione, dovranno essere disposte e fatte osservare prescrizioni confacenti con le effettive condizioni geologiche e geotecniche, urbanistiche ed ambientali, di volta in volta accertate nello sviluppo dei lavori, per la loro possibile influenza sul comportamento delle tubazioni nel tempo.

Rif. punto 2.1.2-INTERAZIONI TUBAZIONE-TERRENI DI POSA

- I terreni interessati dal tracciato delle tubazioni sono costituiti da materiali sciolti o disaggregabili mediante escavazione, ritenuti idonei per caratteristiche composizionali e geotecniche.
- I terreni attraversati dalle tubazioni non presentano particolari caratteristiche di aggressività nei confronti delle tipologie di tubazioni utilizzate, in relazione alle tecniche di posa in opera previste in progetto, anche per quanto attiene le correnti vaganti.
- Le tubazioni non interferiranno con le falde idriche sotterranee.
- Nei riguardi della difesa dalle azioni conseguenti alla presenza di acque superficiali, il progetto prevede adeguate misure atte a garantire la stabilità e la conservazione delle sedi di appoggio delle tubazioni e delle opere nel tempo.

Rif. punto 3.6-LA POSA IN OPERA

- I terreni presenti nel sito attraversato dalle tubazioni sono idonei alle operazioni di scavo, livellamento e posa in opera previste, senza particolari prescrizioni.

Rif. punto 3.9-IL RINTERRO PARZIALE

- Il rinterro parziale potrà essere effettuato con materiale proveniente dagli scavi in posto, anche miscelando diverse litologie provenienti da diverse profondità, con l'esclusione di eventuali livelli o adunamenti argillosi rinvenuti. Il sottofondo di posa, il rinfiango e il primo ricoprimento delle tubazioni sarà effettuato con idoneo materiale granulare drenante (sabbia o pietrischetto), come da specifiche progettuali.

Rif. punto 3.11-IL RINTERRO DEFINITIVO

- Il rinterro definitivo potrà essere effettuato con lo stesso materiale proveniente da scavi in posto utilizzati per il rinterro parziale, anche miscelando diverse litologie provenienti da diverse profondità, con l'esclusione di eventuali livelli o adunamenti argillosi rinvenuti. A rinterro ultimato, si avrà cura di effettuare gli opportuni ricarichi laddove si potessero manifestare assestamenti.

4.10 - CONCLUSIONI DELLA RELAZIONE GEOTECNICA E PRESCRIZIONI

È stato ricostruito il modello geotecnico dei terreni interessati dal progetto per i lavori di raccolta acque bianche nelle via Gramsci, via Fontana Campo e via Garibaldi in Comune di Nurri.

In osservanza della vigente normativa riguardante le indagini sui terreni e sulle rocce, il progetto è stato correlato con le caratteristiche geotecniche riscontrate.

L'area è stata investigata mediante rilevamento diretto, interpretazione di fotografie aeree e cartografia tematica, al fine di ricostruirne l'assetto geologico-stratigrafico, geomorfologico e le condizioni idrogeologiche e geotecniche.

I rilievi hanno accertato che le opere in progetto interagiranno con litologie costituite dalle seguenti unità litotecniche:

Unità litotecnica 3 - BASALTI DELLE GIARE. Basalti da alcalini a sub-alcalini, in espandimenti e colate. PLIOCENE MEDIO-SUP.

- **Unità litotecnica 4** – SUOLI E COLLUVI – Limi sabbiosi e argillosi di spessore massimo poco superiore al metro ricco di frazione organica, pietrosità variabile da scarsa a media.

In termini di fattibilità geotecnica, si ritiene che le scelte progettuali adottate siano idonee e abbondantemente cautelative in rapporto alla stabilità globale dell'insieme "opera-terreno".

I versanti fortemente antropizzati sono risultati in equilibrio, dal punto di vista dei fenomeni di degradazione gravitativa.

Non vi sono tracce di ruscellamento diffuso o concentrato e il drenaggio delle acque superficiali è totalmente controllato dalle opere idrauliche.

Le caratteristiche geotecniche dei terreni attraversati dalle condotte, sono state valutate mediante metodi di classificazione degli ammassi rocciosi e delle terre, e correlate con le risultanze geomorfologiche.

Nel quadro complessivo di valutazione dell'idoneità del sito alla realizzazione delle opere in progetto, non ci saranno modifiche di particolare rilevanza al sistema geoambientale, né conseguenze negative sulla stabilità di insieme dei pendii interessati dal tracciato delle condotte.

Allo stato attuale delle conoscenze, non si evidenziano quindi limitazioni geotecniche alla fattibilità dei lavori.

Dicembre 2015

Il Geologo incaricato

Dr. Geol. Gian Luca PIRAS