

Comune di Tratalias

Provincia di Carbonia Iglesias

INTERVENTI URGENTI PER IL COMPLETAMENTO
DELLA RICOSTRUZIONE DELL'ABITATO DI TRATALIAS

PROGETTO DEFINITIVO

Elaborato:

ALLEGATO
A5

Descrizione:

RELAZIONE GEOLOGICA

Committente:

COMUNE DI TRATALIAS - ASSESSORATO AI LAVORI PUBBLICI

IL SINDACO

Dott. Agr. Marco Antonio Piras

L'ASSESSORE AI LL.PP.

Dott. Gianluca Locci

IL RESPONSABILE LL.PP.

Dott. Agr. Marco Antonio Piras

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Alessandro Girei

Scala:

Progettista:

Dott. Geol. Stefano Guaita

Data:

OTT. 2014

DOTT. GEOL. STEFANO GUAITA

via Roma, 25 - 09016 Iglesias (CI) Tel. e Fax: 0781- 41.062 - email: studiogeo@tiscali.it - PEC: stefano.guaita@epap.sicurezza postale.it

Elaborato di proprietà Dott. Geol. Stefano Guaita, protetto dalle vigenti norme di legge (art. 2043 C.C. e 623 C.P.) che ne vietano la riproduzione parziale o totale

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO - UBICAZIONE DEL SITO	4
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	6
4. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO.....	14
5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	15
6. ANALISI VINCOLISTICA DELL'AREA DI INTERVENTO	16
7. INDAGINE GEOGNOSTICA.....	17
8. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SUOLO	26
9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	35

1. PREMESSA

Lo scrivente Dott. Geol. Stefano Guaita, iscritto all'albo dei Geologi della Sardegna n. 399, redige la presente relazione, ad espletamento dell'incarico conferitomi dal Comune di Tratalias per la redazione di uno studio Geologico, Geotecnico e Idrologico a supporto del progetto inerente i lavori di "INTERVENTI URGENTI PER IL COMPLETAMENTO DELLA RICOSTRUZIONE DELL'ABITATO DI TRATALIAS".

In particolare la relazione geologica ha lo scopo di descrivere ed evidenziare le eventuali problematiche dal punto di vista geologico e geomorfologico dell'area interessata dal progetto e definire le caratteristiche stratigrafiche, i parametri geotecnici e sismici dei litotipi presenti necessari alla costruzione del modello geologico.

La relazione geologica è conforme a quanto prescritto dalla seguente normativa di riferimento:

- *D.M. 14.01.2008, Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni;*
- *Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.*

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO - UBICAZIONE DEL SITO

Gli interventi in progetto, che prevedono opere basate sulle tecniche di difesa del suolo, ricadono nell'abitato di Tratalias e più precisamente sono ubicati in tre diverse aree del centro urbano (evidenziate in rosso nell'immagine seguente).



In particolare le tre zone si distinguono in:

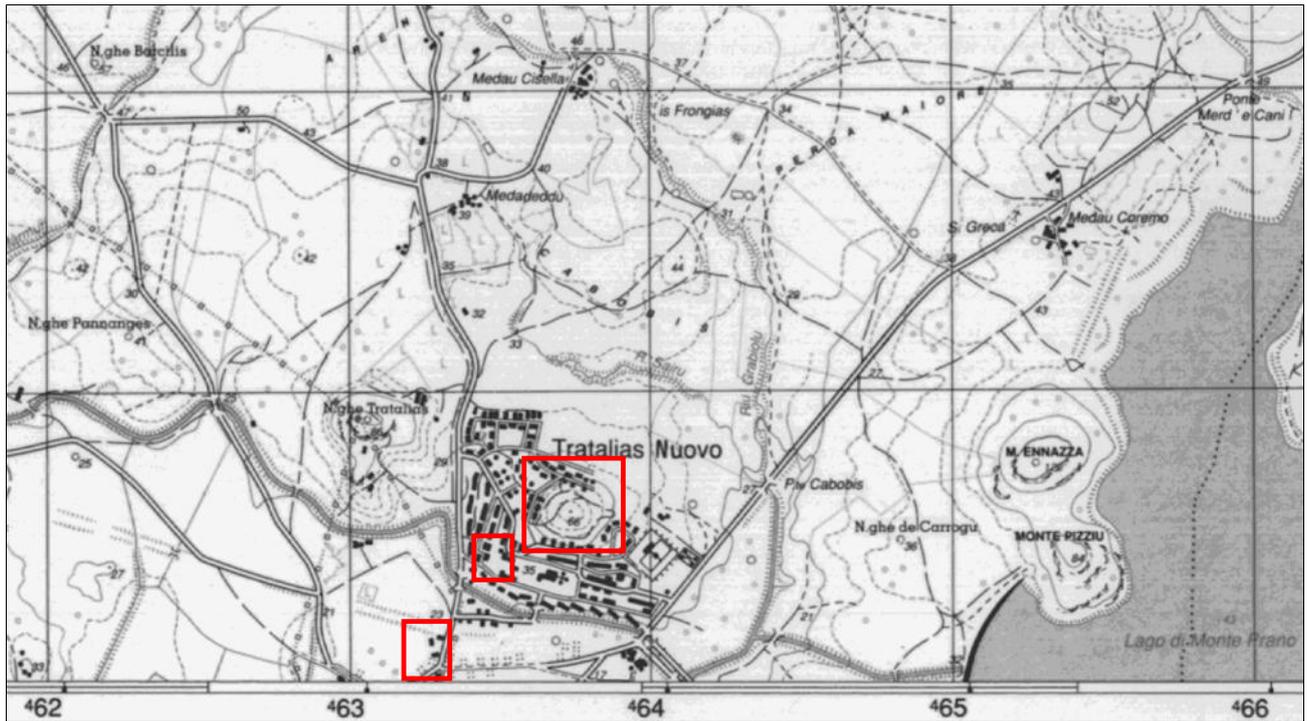
- Zona A di Monte Nigali;
- Zona B Piazzetta in Via Aldo Moro;
- Zona C Centro Sportivo (palestra comunale, campo di calcetto e di tennis).

Rispetto alla progettazione preliminare, è variata l'ubicazione della Piazza nella zona B che è stata posizionata in un'area urbana limitrofa ad W della precedente, a circa 90 m, in prossimità della Piazzetta di Via Aldo Moro.

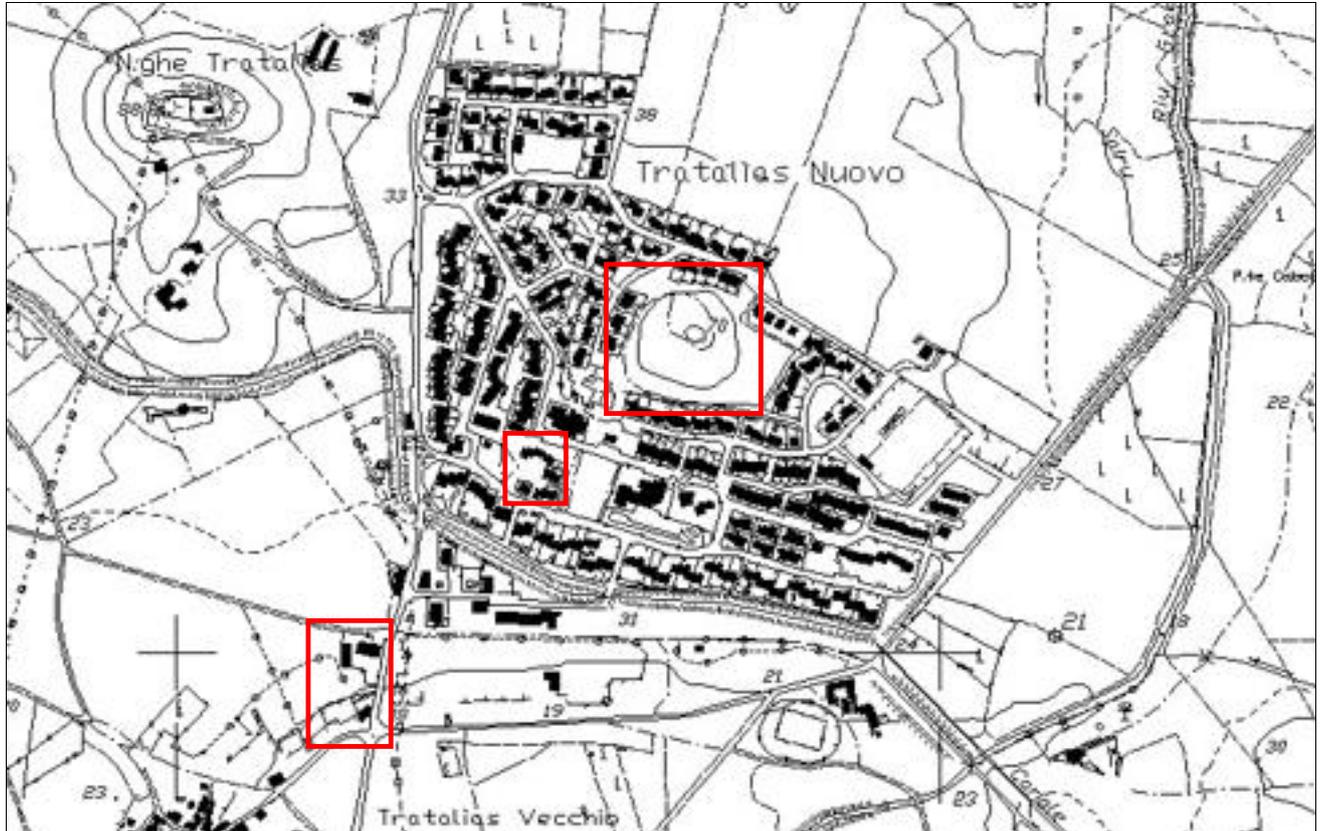
L'inquadramento cartografico è il seguente:

- Foglio n° 564 sez. I "Carbonia" dell'I.G.M. in scala 1:25.000;
- Foglio n° 564 sez. 070 "San Giovanni Suergiu" della C.T.R. in scala 1:10.000.

Stralcio Foglio n° 564 sez. I "Carbonia" dell'I.G.M. in scala 1:25.000



Stralcio Foglio n° 564 sez. 070 "San Giovanni Suergiu" della C.T.R. Numerica scala 1:10.000



3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il settore di Tratalias, s'inserisce in un contesto geologico caratterizzato dalla presenza di un basamento roccioso di natura vulcanica polifasica, di età Terziaria - Cenozoica (A. Assorgia et Al., '92) e da una successione quasi continua di depositi prevalentemente Plio-quadernari di origine alluvionale, lagunare ed eolica, che si raccordano e poggiano in discordanza sulle sottostanti formazioni vulcaniche mioceniche.

Dal punto di vista geomorfologico l'area è influenzata dai caratteri litologici, giaciture e strutturali delle rocce vulcaniche affioranti e dalla pianure e conoidi alluvionali terrazzate tipiche di una morfologia fluviale di raccordo con i rilievi costituiti dalle rocce terziarie.

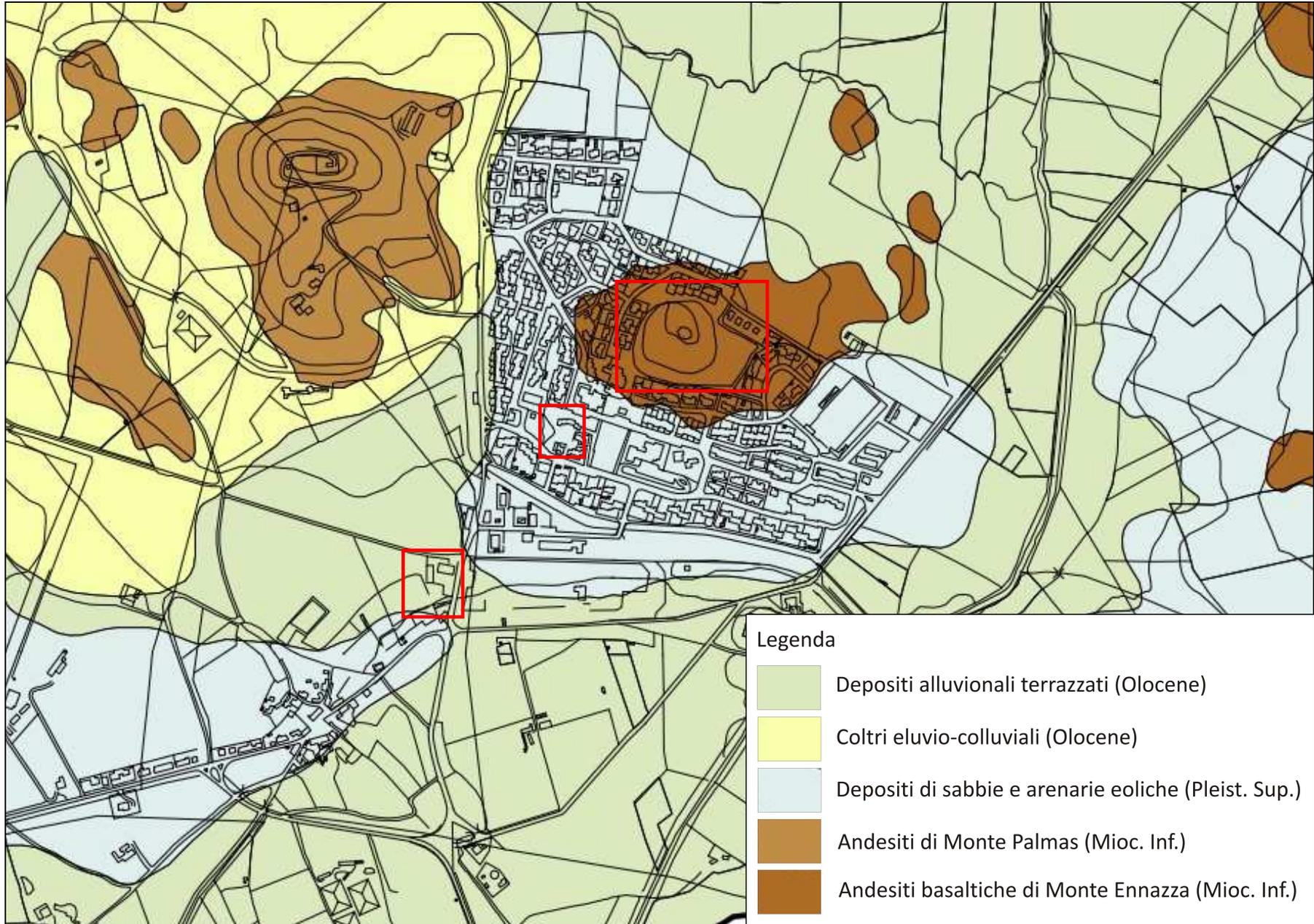
Più in generale il modellamento del paesaggio è determinato dall'erosione selettiva tra le rocce poco resistenti all'erosione e quelle più resistenti di origine vulcanica come le andesiti che costituiscono i principali rilievi dell'area (Monte Nigali).

Le quote topografiche degradano da Nord-Est verso Sud-Ovest passando da 70 a 50 m.s.l.m nel rilievo di Monte Nigali che sormonta l'abitato di Tratalias, da 34 a 32 nella piazzetta di Via Aldo Moro e da 22 a 19 m.s.l.m nell'area del Centro Sportivo.



Dal punto di vista geologico le tre aree, oggetto dei lavori di completamento per la ricostruzione dell'abitato di Tratalias, evidenziano la presenza di tre distinti litotipi (vedi carta geologica):

- le Andesiti basaltiche Mioceniche che affiorano nella Zona A di Monte Nigali;
- i Depositi sabbiosi Quaternari che affiorano nella Zona B della Piazzetta in Via Aldo Moro;
- le Alluvioni terrazzate Quaternarie affiorano nella Zona C del Centro Sportivo.



3.1 Andesiti basaltiche di Monte Ennazza (Mioceniche).

Questa formazione caratterizza l'area in studio di Monte Nigali (Zona A) dove affiora con continuità dalla sommità e lungo tutti i versanti, costituendo il substrato roccioso sul quale è edificato il centro urbano di Tratalias. Tale formazione si estende anche nell'area esterna compresa tra M. Pistai Sai e il Lago di M. Prano.

Il rilievo di Monte Nigali è costituito prevalentemente da vulcaniti che possiedono un chimismo sub-alcalino generalmente basico e sono rappresentate da prodotti andesitici ed andesitico-basaltici.

Per quanto riguarda i caratteri macroscopici, queste rocce effusive si presentano di colore variabile da grigio chiaro se poco alterate a grigiastre con domini rosso mattone se in avanzato stato di alterazione. La struttura è isotropa con una tessitura porfirica per fenocristalli di Plagioclasio, Pirosseno ed Olivina, immersi in una pasta di fondo vetrosa. I Plagioclasti sono quasi indistinguibili a livello macroscopico, per via della loro piccola dimensione che raramente raggiunge il mm. Le Olivine si presentano alterate con dimensioni massime intorno ai 2-3 mm.

I Pirosseni sono i minerali più visibili (anche nelle superfici di alterazione) in quanto raggiungono dimensioni anche di 5 mm; si presentano singoli, in alcuni casi con il loro habitus euedrale ed in aggregati.



Dall'analisi dei numerosi affioramenti rocciosi presenti nell'area, si è potuto verificare il diverso grado di alterazione e soprattutto l'estrema variabilità della fratturazione con spaziature generalmente comprese tra i 6 cm e i 20 cm.

La spaziatura e l'interferenza delle varie famiglie di discontinuità determina la suddivisione dell'affioramento in blocchi più o meno regolari con dimensioni variabili dai 25 cm sino ai 10 cm.

In genere queste fratture, nelle porzioni più superficiali si presentano aperte e riempite di materiali d'alterazione lisciviato mentre in profondità essendo chiuse permettono solamente la circolazione dell'acqua.



Superficialmente le andesiti basaltiche sono ricoperte da un debole spessore non continuo (in media variabile da 20-40 cm) di suolo rosso-bruno ricco di frazione fine e inglobante vari elementi grossolani andesitici.

3.2 Detrito di Versante costituito da breccie andesitiche

Al piede dei versanti meridionali ed occidentali del rilievo collinare vulcanico di Monte Nibali e di quelli limitrofi, sono stati rilevati dei depositi superficiali di raccordo con le aree pianeggianti. Sono costituiti da detrito di versante in piccole falde e coni prodotti dall'erosione degli alti morfologici e trasportati a valle dalla gravità o dalle acque di ruscellamento superficiale.

Questi depositi si distinguono dai colluvi più a valle, per la presenza quasi esclusiva di elementi andesitici grossolani con un grado di elaborazione superficiale del tutto assente.

I clasti andesitici sono a spigoli vivi e la matrice nella quale sono immersi è generalmente sabbiosa con buona componente limo-argillosa e di colore rossastro.

3.3 Depositi sabbiosi quaternari (Pleistocenici).

Questi depositi caratterizzano tutta la fascia costiera del settore meridionale del Sulcis e sono riscontrabili con continuità nell'area in studio ubicata al centro dell'abitato di Tratalias nella Piazzetta in Via Aldo Moro (Zona B).

Sono costituiti da sabbie prevalentemente di natura eolica, medio-fini con subordinati livelli limo-argillosi.



In particolare la successione stratigrafica, tipica dell'area in esame, evidenzia uno spessore di 3m (vedi stratigrafie) costituito da sabbie di colore variabile dal grigio al nocciola, con subordinati livelli limo sabbiosi. Le sabbie si presentano medio fini, compatte e debolmente coerenti per la presenza di matrice limosa e localmente con livelli cementati.



Nella zona la successione sabbiosa può superare i 10m di spessore e comprendere dei subordinati livelli argillosi e limo argillosi (non intercettati nello scavo) a geometria lentiforme e spessori variabili dai pochi decimetri a 3 – 4 metri.

3.4 Alluvioni terrazzate (Oloceniche).

La successione alluvionale affiora con continuità circondando esternamente tutto l'abitato di Tratalias e comprendendo anche l'area in studio appartenente alla Zona del Centro Sportivo (costituito da una palestra comunale, un campo di calcetto e uno di tennis).

Questi depositi incoerenti di origine alluvionale, che ricoprono la successione vulcanica Cenozoica, costituiscono le alluvioni antiche terrazzate (visibili oltre che nell'area in esame anche a valle della diga di Monte Prano) formate da depositi incoerenti composti da ciottoli, ghiaie ciottolose alternate a livelli lentiformi di argille e arenarie di colore rossastro.

Questi depositi alluvionali, possono raggiungere spessori fino a 20 m con una giacitura delle stratificazioni lenticolari e con eteropie di facies laterali e verticali, generalmente sub-orizzontale o debolmente inclinata; nello specifico l'area in esame è stata indagata sino ai 2,5 m (vedi stratigrafie).

In varie aree sono presenti i resti dei terrazzamenti, mentre più a valle dell'area in esame (verso SE) si rinvencono le alluvioni recenti di colore rosso bruno con numerosi clasti di dimensioni variabili appartenenti prevalentemente alle vulcaniti Terziarie.

Le alluvioni sono ben visibili lungo il fronte di sbancamento posto fra il campo di calcetto e la palestra, dove affiora una parte molto rappresentativa della sequenza alluvionale.



È ben visibile la facies conglomeratica eterometrica e poligenica con matrice arrossata; dove la componente clastica risulta mal stratificata e deriva prevalentemente dai litotipi paleozoici e vulcanici miocenici.

L'origine del deposito è riconducibile ad una sequenza di episodi alluvionali con differente energia che hanno depositato dei corpi sedimentari a geometria prevalentemente lenticolare.

Dal punto di vista granulometrico risulta mal classato con un grado di elaborazione abbastanza evoluto, si presentano arrotondati o sub-arrotondati, con dimensioni variabili fino a vari centimetri (la dimensione media degli elementi è di circa 5 cm mentre quella massima di circa 20 cm).



La matrice varia da un microconglomerato con sabbia e limo ad una sabbia mediofine limosa con buona concentrazione di ossidi ferrosi che le conferiscono una buona compattezza.

Sono inoltre presenti nella successione alluvionale vari livelli argillosi e limo argillosi (intercettati alla base dello scavo) che presentano geometria lentiforme e spessori variabili di alcuni metri.



A



B



C



E



D



F

- Legenda**
- A= Andesite basaltica**
 - B= Andesiti con evidenti piani di discontinuità**
 - C= Contatto suolo-andesiti**
 - D= Andesite basaltica**
 - E= Successione detritica sabbiosa**
 - F= Depositi alluvionali terrazzati**

4. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

Le aree in studio dal punto di vista idrologico appartengono all'Unità idrografica Omogenea del Riu Palmas (che si sviluppa con un'estensione pari a circa 1300 mq) e ricadono in due distinti bacini suddivisi da uno spartiacque passante per il rilievo di Monte Nigali.

Nel dettaglio i due bacini sono quello del Bacino del Riu Palmas che si sviluppa ad Est del centro di Tratalias e quello del Bacino del Riu Sassu che si sviluppa ad Ovest dell'abitato in esame.

Nel successivo elaborato grafico sono evidenziati i due bacini precedentemente citati (suddivisi, in giallo, dallo spartiacque passante per l'abitato di Tratalias) e i vari rii.



Il Bacino principale è rappresentato dal Riu Palmas (corso d'acqua di I Ordine) avente una superficie di 482,75 km² e una lunghezza pari a 22,6 km; uno dei suoi tributari di destra il Riu Grabiolu, lambisce l'abito orientale di Tratalias senza però interferire con le aree in esame.

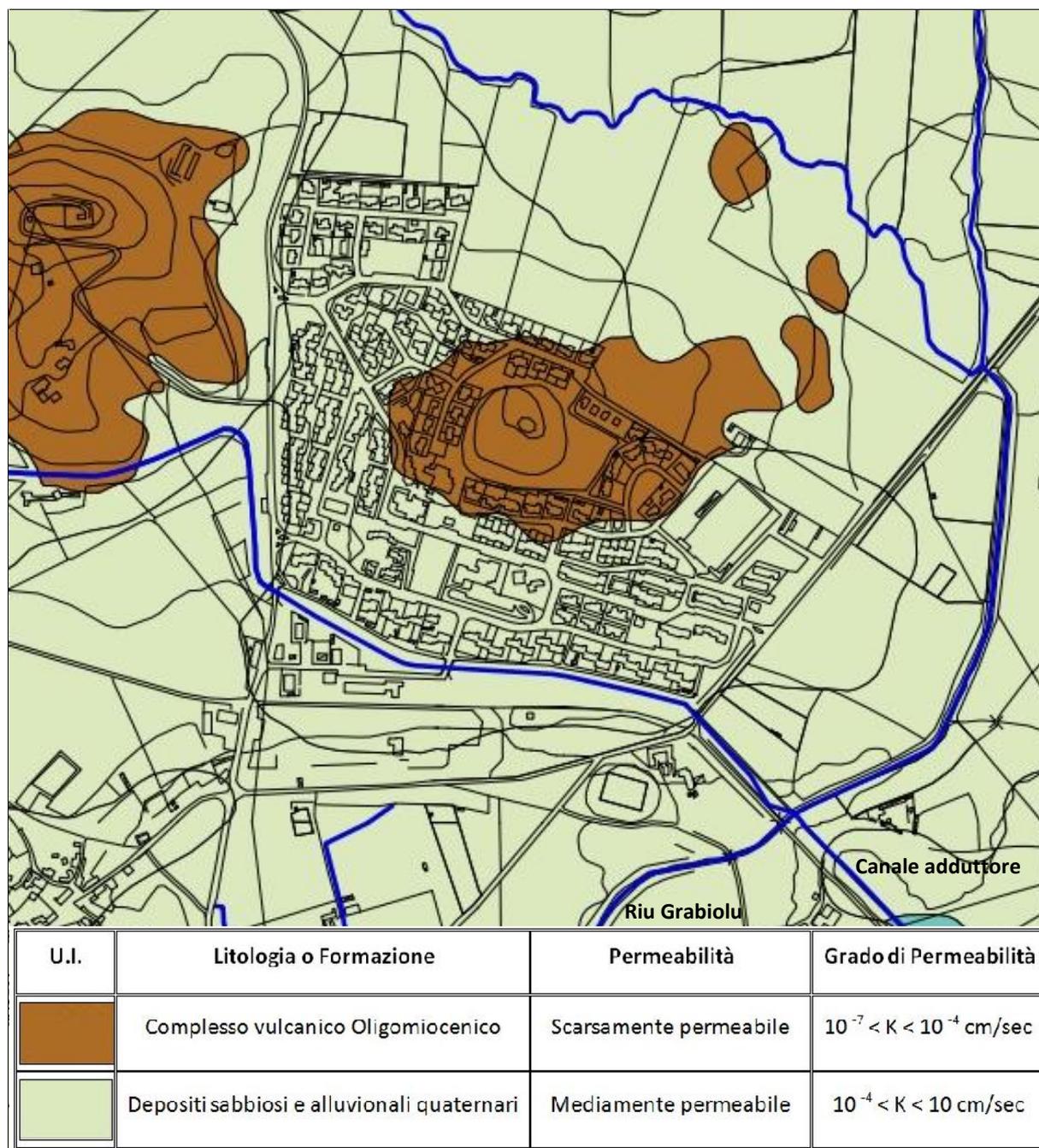
Il reticolo idrografico superficiale del bacino di Riu Palmas risulta chiaramente influenzato dalla presenza del lago artificiale di Monte Pranu; l'invaso ha una capacità utile di circa 50 milioni di m³ ed è stato realizzato nel 1951 allo scopo di regolare le piene del Rio Palmas.

I corsi d'acqua presenti nell'area non possiedono flussi di rilievo, essendo influenzati dalle variazioni delle condizioni climatiche che ne determinano un regime di tipo torrentizio a carattere stagionale ed incostante con portate variabili. Le portate e le velocità delle acque di ruscellamento possono essere occasionalmente rilevanti, a causa di un regime delle precipitazioni estremamente irregolare, sia come distribuzione temporale che come volumi degli apporti meteorici.

5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'assetto idrogeologico, ben caratterizzato in funzione dei suoi aspetti morfologici e geologici del territorio, è fondamentalmente costituito da tre formazioni litologiche che sono state identificate in base alla loro permeabilità.

Nella zona di interesse sono state individuate due unità idrogeologiche principali che accorpano la prima, le litologie a bassa permeabilità e la seconda, le litologie aventi permeabilità medio-alta.



Nello specifico l'assetto idrogeologico dell'area vasta di Tratalias è caratterizzato dalla presenza di un acquifero superficiale costituito dalla formazione detritico sabbioso - alluvionale quaternario e da un acquifero profondo rappresentato dalla successione vulcanica Oligomiocenica.

In particolare:

- L'acquifero superficiale detritico sabbioso-alluvionale Quaternario presenta nel complesso una buona permeabilità per porosità; localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana caratterizzati da una presenza di lenti conglomeratiche e/o sabbiose normalmente di limitata estensione. Lo spessore massimo di tale acquifero non supera i 20 metri, in generale gli spessori sono abbastanza ridotti e non permettono la formazione di acquiferi rilevanti e favoriscono fenomeni di immagazzinamento solo in prossimità di aree sub-pianeggianti dove i livelli freatici sono fortemente influenzati dalla piovosità;
- L'acquifero profondo vulcanico Oligomiocenico rappresentato da una potente successione di andesiti – basaltiche che nel complesso sono da considerarsi come rocce scarsamente permeabili; la cui permeabilità è legata al chimismo e allo stato di fratturazione e di alterazione della roccia. Generalmente la mobilità delle acque è limitata (prevalentemente per fessurazione) e con bassa capacità di immagazzinamento.

6. ANALISI VINCOLISTICA DELL'AREA DI INTERVENTO

A seguito di accertamenti e verifiche sul P.A.I. (Piano di assetto idrogeologico. Individuazione e perimetrazione delle aree a Rischio idraulico e geomorfologico e delle Relative misure di salvaguardia. Legge 267 del 3-08-1998) e sul P.F.A.R. (Piano Forestale Ambientale Regionale) si può affermare che l'area vasta in studio, ed in particolare i lotti d'intervento, non sono aree a pericolosità idrogeologica (L.267/98) o soggette a Fenomeni franosi e a vincolo idrogeologico secondo il R.D. 3267/23.

Per ciò che riguarda la presenza di ulteriori vincoli, dall'analisi della cartografia del P.P.R. (Piano Paesaggistico Regionale), Foglio 564 sez.II, le aree di intervento ricadono all'interno dell'abitato di Tratalias in prossimità della diga di Monti Pranu e di Aree costituite da praterie e in subordine da aree occupate da colture agrarie. Non sono indicati vincoli relativi alla tutela di Beni paesaggistici, ambientali e/o storico culturali (D.Lgs 42/04).

7. INDAGINE GEOGNOSTICA

Dall'analisi della carta geologica e dai sopralluoghi in situ si evince che le aree in studio, comprendenti una superficie sub-pianeggiante e un alto morfologico, sono contraddistinte dalla presenza di materiale detritico di origine alluvionale ed eolica e da affioramenti andesitici.

Per conoscere e caratterizzare con maggior precisione gli strati superficiali del terreno, si è proceduto effettuando alcune indagini geognostiche dirette.

Nello specifico si optato, come primo approccio conoscitivo dell'area in oggetto, per una fase di esplorazione attraverso la realizzazione di una serie di pozzetti geognostici (due per zona), distribuiti sulla superficie del terreno in maniera opportuna al fine di poter definire alternanze e estensioni stratigrafiche.

I pozzetti geognostici hanno permesso di ricostruire il modello geologico e di escludere, entro la profondità di 3 metri dal p.c., l'interferenza tra la falda acquifera con le opere in progetto (falda superficiale mai intercettata nelle fasi di scavo).

In particolare sono stati realizzati n.6 pozzetti esplorativi (denominati P1, P2, P3, P4, P5 e P6), così ubicati:

- il P5 e il P6 nella Zona A;
- il P3 e il P4 nella Zona B;
- il P1 e il P2 nella Zona C.



Si riportano a seguire le risultanze dei pozzetti esplorativi:

Pozzetto P1 (Zona C - Centro Sportivo)

Il pozzetto P1 è stato approfondito sino alla profondità di m 2,50.

Per il primo metro circa, esplorato a partire dal piano di campagna, si osserva una debole copertura di suolo (0,30 cm) e la presenza di materiale alluvionale costituito da ciottoli ben arrotondati di varia dimensione (decimetrica e centimetrica).

Successivamente nelle alluvioni sino alla quota di 2 m si rileva una buona presenza di frazione fine con vari livelli limo-argillosi.

Lo scavo termina con altri 50 cm di materiale alluvionale con clasti grossolani di differente natura (prevalentemente scisti e vulcaniti).

Campionamento effettuato alla profondità di 1,20 m dal p.c..

Pozzetto P2 (Zona C - Centro Sportivo)

Il pozzetto P2 è stato approfondito sino alla profondità di m 2,4 dal p.c.

Per il primo metro e mezzo circa, esplorato a partire dal piano di campagna, si osserva una debole copertura di suolo (0,50 cm) e la presenza di materiale alluvionale costituito da ciottoli ben arrotondati di varia dimensione (decimetrica e centimetrica) con buona presenza di frazione fine con vari livelli limo-argillosi.

Successivamente sino a fondo scavo (quota di 2,4 m) nelle alluvioni si rilevano clasti grossolani di differente natura (prevalentemente scisti e vulcaniti).

Campionamento effettuato alla profondità di 1,20 m dal p.c..

Pozzetto P3 (Zona B - Piazzetta in Via Aldo Moro)

Il pozzetto P3 è stato approfondito sino alla profondità di m 3,0 dal p.c.

La stratigrafia osservata dopo circa 50 cm di suolo, mostra una presenza continua sino a fondo scavo di sabbie di colore variabile dal grigio al nocciola. Le sabbie sono medio fini, compatte e debolmente coerenti per la presenza di una matrice limosa.

Campionamento effettuato alla profondità di 1,20 m dal p.c..

Pozzetto P4 (Zona B - Piazzetta in Via Aldo Moro)

Il pozzetto P3 è stato approfondito sino alla profondità di m 3,0 dal p.c.

La stratigrafia osservata conferma quanto determinato con il pozzetto P3, ovvero una presenza continua di sabbie medio –fini prevalentemente di color nocciola a buona componente limosa.

Pozzetto P5 (Zona C - Monte Nigali)

Il pozzetto P5 è stato approfondito sino alla profondità di m 1,0 dal p.c.

Dopo circa 20 cm di suolo rosso-bruno, ricco di frazione fine e inglobante vari elementi grossolani andesitici, è stato rinvenuto il basamento roccioso costituito da andesite basaltica altamente fratturata.

Campioni vari prelevati a diverse profondità lungo lo scavo sino alla profondità di 1,00 m dal p.c..

Pozzetto P6 (Zona C -Monte Nigali)

Il pozzetto P6 è stato approfondito sino alla profondità di m 0,80 dal p.c.

Dopo circa 20 cm di suolo rosso-bruno, ricco di frazione fine e inglobante vari elementi grossolani andesitici, è stato rinvenuto il basamento roccioso costituito da andesite basaltica altamente fratturata.

Campioni vari prelevati a diverse profondità lungo lo scavo sino alla profondità di 0,80 m dal p.c..

INTERVENTI URGENTI PER IL COMPLETAMENTO DELLA RICOSTRUZIONE DELL'ABITATO DI TRATALIAS

Località: Comune di Tratalias (CI)		Scala ----	Pozzetto: P3	
Rilevatore: dott. geol. S. Guaita		Metodo di realizzazione: escavatore		Data: Luglio 2014
Profondità da p.c. (m)	DESCRIZIONE LITOSTRATIGRAFICA	Profondità falda da p.c. (m)	Campione (interv. m)	Prove
0.0	Suolo			
0.5				
1.0	Successione sabbiosa di colore nocciola.		/ / / / /	G-T
2.0				
3.0				
FONDO SCAVO				



Note: la falda acquifera non è stata intercettata

Prove Geotecniche: G = analisi granulometrica, classificazione e limiti di Atterberg. T = prova di taglio

INTERVENTI URGENTI PER IL COMPLETAMENTO DELLA RICOSTRUZIONE DELL'ABITATO DI TRATALIAS

Località: Comune di Tratalias (CI)		Scala ----	Pozzetto: P4	
Rilevatore: dott. geol. S. Guaita		Metodo di realizzazione: escavatore		Data: Luglio 2014
Profondità da p.c. (m)	DESCRIZIONE LITOSTRATIGRAFICA	Profondità falda da p.c. (m)	Campione (interv. m)	Prove
0.0	Suolo			
0.5				
1.0	Successione sabbiosa di colore nocciola.			
2.0				
3.0				
FONDO SCAVO				



Note: la falda acquifera non è stata intercettata
 Prove Geotecniche: non eseguite

INTERVENTI URGENTI PER IL COMPLETAMENTO DELLA RICOSTRUZIONE DELL'ABITATO DI TRATALIAS

Località: Comune di Tratalias (CI)		Scala ---	Pozzetto: P5	
Rilevatore: dott. geol. S. Guaita		Metodo di realizzazione: escavatore		Data: Luglio 2014
Profondità da p.c. (m)	DESCRIZIONE LITOSTRATIGRAFICA	Profondità falda da p.c. (m)	Campione (interv. m)	Prove
0.2	Suolo			
1.0	Roccia vulcanica altamente fratturata		/ / / / /	PL
FONDO SCAVO				



Note: la falda acquifera non è stata intercettata
 Prove Geotecniche: PL = point load

INTERVENTI URGENTI PER IL COMPLETAMENTO DELLA RICOSTRUZIONE DELL'ABITATO DI TRATALIAS

Località: Comune di Tratalias (CI)		Scala ---	Pozzetto: P6	
Rilevatore: dott. geol. S. Guaita		Metodo di realizzazione: escavatore		Data: Luglio 2014
Profondità da p.c. (m)	DESCRIZIONE LITOSTRATIGRAFICA	Profondità falda da p.c. (m)	Campione (interv. m)	Prove
0.2	Suolo			
0.8	Roccia vulcanica altamente fratturata			PL
FONDO SCAVO				



Note: la falda acquifera non è stata intercettata
 Prove Geotecniche: PL = point load

8. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SUOLO

Nel rispetto degli indirizzi e criteri stabiliti a livello nazionale (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003), la Regione Sardegna, attraverso la delibera della giunta regionale 15/31 del 30 marzo 2004, ha classificato il territorio nella classe "4". Delle quattro zone proposte, definite in termini di pericolosità, la zona 4 viene dunque considerata come area a sismicità irrilevante; i comuni presenti in questa zona sono a basso rischio di terremoto, ma gli edifici pubblici, come scuole, ospedali e caserme devono essere costruiti con criteri antisismici e devono essere ammessi a norma quelli già esistenti.

A partire dal 1 luglio 2009, con l'entrata in vigore, delle Nuove Norme Tecniche D.M. 14 Gennaio 2008 (NTC), non è mutata la classificazione sismica del territorio nazionale in Zone 1, 2, 3 e 4, mentre dal punto di vista prettamente geografico la pericolosità sismica si svincola dai limiti amministrativi comunali e pertanto al valore di pericolosità attribuito a ogni singolo comune viene sostituita una determinazione per ogni punto facente parte di un reticolo di riferimento costituito da una serie di nodi distribuiti arealmente sul territorio nazionale. Il reticolo è composto da 10751 punti che sono riportati nella Tabella A1 delle N.T.C., presentano un passo di circa 10 km e sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine.

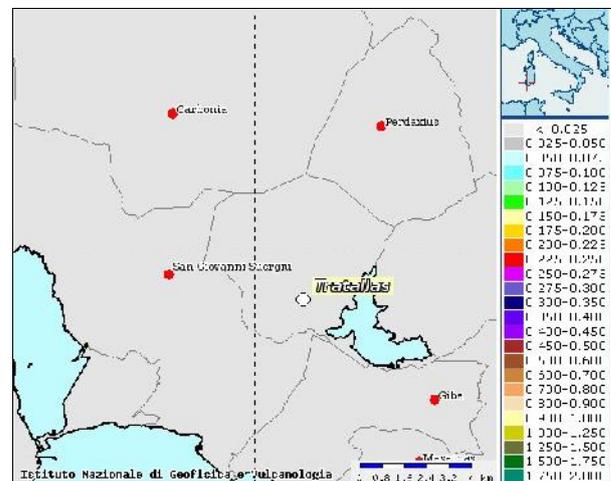
Le N.T.C. 2008 nell' Allegato B forniscono inoltre, per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno T_r considerati dalla pericolosità sismica, tre parametri:

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

F_0 = 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.

La zona in esame è stata riportata nella Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano secondo le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) – I Punti della griglia sono riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni del 10%; percentile del 50.



Per tutte le isole, con l'esclusione della Sicilia, Ischia, Procida, Capri gli spettri di risposta sono definiti in base a valori di a_g , F_0 , T_c^* uniformi su tutto il territorio di ciascuna isola. I valori di tali dati sono riportati nella tabella a destra (Tabella A2 delle N.T.C).

a_g	F_0	T_c^*
TR=30		
0,186	2,61	0,273
TR=50		
0,235	2,67	0,296
TR=72		
0,274	2,70	0,303
TR=101		
0,314	2,73	0,307
TR=140		
0,351	2,78	0,313
TR=201		
0,393	2,82	0,322
TR=475		
0,500	2,88	0,340
TR=975		
0,603	2,98	0,372
TR=2475		
0,747	3,09	0,401

8.1 Caratteristiche dell'opera

8.1.1 Classi d'uso e relativo coefficiente d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite nella *Tabella 3.2.II delle NTC*:

Classe	Descrizione
Classe I	Costruzione 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 che e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III 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.

La classe d'uso identificata per le opere in esame è la Classe II "Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali".

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito nella seguente *Tabella 2.4.II delle NTC*., al variare della classe d'uso:

Classe d'uso	I	II	III	IV
Coefficiente C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

a cui corrisponde un valore di C_U pari a 1,0.

8.1.2 Vita nominale, Periodo di riferimento e Probabilità di superamento

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un Periodo di riferimento (V_R) che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la Vita nominale (V_N) per il Coefficiente d'uso (C_U):

$$V_R = V_N * C_U$$

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. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella sotto riportata nella Tabella 2.4.I delle NTC:

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale VN (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali -Strutture in fase costruttiva	≤ 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

Le opere in progetto appartengono alle opere ordinarie e quindi con $V_N \geq 50$.

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la Vita Nominale per il coefficiente d'uso C_U (che nel nostro caso sono pari rispettivamente a 50 e a 1,0, per cui :

$$\underline{V_R = V_N * C_U = 50 * 1 = 50 \text{ anni}}$$

8.2 Azione sismica

L'azione sismica, per il sito di edificazione e per la tipologia di costruzione definita (vita nominale e coefficiente d'uso), deve essere valutata relativamente allo Stato Limite da considerare.

8.2.1 Stati limite e relative probabilità di superamento

Gli stati limite, sia ultimi che di esercizio, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti. Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella Tab.3.2.I NTC:

STATI LIMITE		PVr
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Noti C_u e V_n e applicando la seguente formula si ottiene il periodo di riferimento:

$$T_R = -V_R / (1 - \ln(1 - P_{VR})) = -C_u V_n / \ln(1 - P_{VR})$$

In relazione ai diversi stati limite si ottengono i tempi di ritorno T_R per i diversi stati limite calcolati per $V_R \geq 50$:

Stati limite d'esercizio SLE	SLO	$T_R = 30$ anni
	SLD	$T_R = 50$ anni
Stati limite ultimi SLU	SLV	$T_R = 475$ anni
	SLC	$T_R = 975$ anni

Nella successiva tabella, per i vari stati limite, sono indicati i valori dei parametri ag/g , F_0 e T^*_c , per la Sardegna estrapolati dalla Tabella A2 delle N.T.C. (riportata a pag. 27):

Stati limite		Tr	ag/g	F ₀	TC*
SLE	SLO	30	0,0186	2,61	0,273
	SLD	50	0,0235	2,67	0,296
SLU	SLV	475	0,0500	2,88	0,340
	SLC	975	0,0603	2,98	0,372

8.3 Aspetti caratteristici del sito

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 delle N.T.C.) e sulle categorie topografiche (Tabella 3.2.IV delle N.T.C.).

8.3.1 Categoria di sottosuolo di riferimento

Le NTC del 2008 tengono conto degli effetti stratigrafici definendo lo spettro di risposta elastico e di progetto in maniera differente al variare delle caratteristiche del suolo di fondazione. Vengono distinte, in particolare, cinque categorie di sottosuolo (A, B, C, D, E), caratterizzate da rigidità decrescente (Tabella 3.2.II del D.M. 14.01.2008).

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> 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).
C	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).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D</i> per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Sulla base dei dati geognostici e geotecnici in possesso, il sottosuolo di riferimento dei terreni costituenti il versante e quelli di sedime delle opere in progetto ricade nella categoria C per le zone del Centro sportivo e della Piazzetta di Via Aldo Moro e nella categoria A per la zona di Monte Nigali.

8.3.2 Condizioni topografiche

In relazione all'andamento morfologico locale, con riferimento alla seguente tabella (Tabella 3.2.IV del D.M. 14.01.2008), è possibile classificare le zone in studio come categoria T1.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
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 $i > 30^\circ$

8.4 Accelerazione massima attesa in superficie e Coefficienti sismici

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

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

dove:

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.

8.4.1 Coefficiente di amplificazione topografica

Categoria Topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_t
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Espressioni di S_t (Tabella 3.2.VI D.M. 14.01.2008)

8.4.2 Coefficiente di amplificazione stratigrafica

Categoria sottosuolo	S _s
A	1.00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$

Espressioni di S_s (Tabella 3.2.V D.M. 14.01.2008)

Nel caso in esame, cautelativamente, potrà essere assunto:

- Zona di Monte Nigali:

S _S	1.00	Categoria sottosuolo A
S _T	1.00	Categoria topografica T1

- Zona Centro Sportivo e Zona piazza in via Aldo Moro:

S _S	1.50	Categoria sottosuolo C
S _T	1.00	Categoria topografica T1

8.4.3 Coefficienti sismici orizzontale e verticale

Quando si esegue un'analisi pseudostatica l'azione sismica viene equiparata ad una forza di intensità costante nel tempo, calcolata usualmente come frazione del peso dell'opera. I coefficienti che definiscono l'aliquota di peso eccitato dal sisma vengono detti coefficienti sismici:

- **il coefficiente sismico orizzontale è dato da:**

$$K_h = \beta_s \cdot a_{max} / g \quad \text{dove:}$$

β_s è un coefficiente riduttivo β_s dell'accelerazione massima attesa al sito (7.11.I delle NTC), che risulta essere sempre minore di 0,30.

- **il coefficiente sismico verticale è dato da:**

$$K_v = 0,5 K_h$$

8.4 Riassunto dei parametri sismici utilizzati

Le norme NTC introducono la stima della pericolosità sismica che è basata su una griglia, estesa per tutto il territorio nazionale, di 10751 punti, in cui vengono forniti per ogni nodo situato ai vertici di ogni maglia elementare, i valori di a_g , F_0 , T^*C per nove periodi di ritorno T_r . Solo per alcune aree insulari con bassa sismicità (tra cui la Sardegna) tali valori sono unici per tutta l'isola (Vedasi TABELLA 2 – NTC 2008).

8.4.1 Andesiti basaltiche (Zona A)

Parametri sismici utilizzati nei calcoli:

- Zona sismica: 4;
- Classe suolo: A - Ammassi rocciosi affioranti;
- Tipo d'opera: ordinaria;
- Classe d'uso: II;
- Vita nominale: 50 anni;
- Categoria topografica: T1.

Stato limite	a_{max} (m/secq)	s_1	khk	kvk
SLO	0,19	0,2	0,0039	0,0019
SLD	0,24	0,2	0,0049	0,0024
SLV	0,5	0,2	0,0102	0,0051
SLC	0,6	0,2	0,0122	0,0061

8.4.2 Successione detritica alluvionale e sabbiosa (Zona B e C)

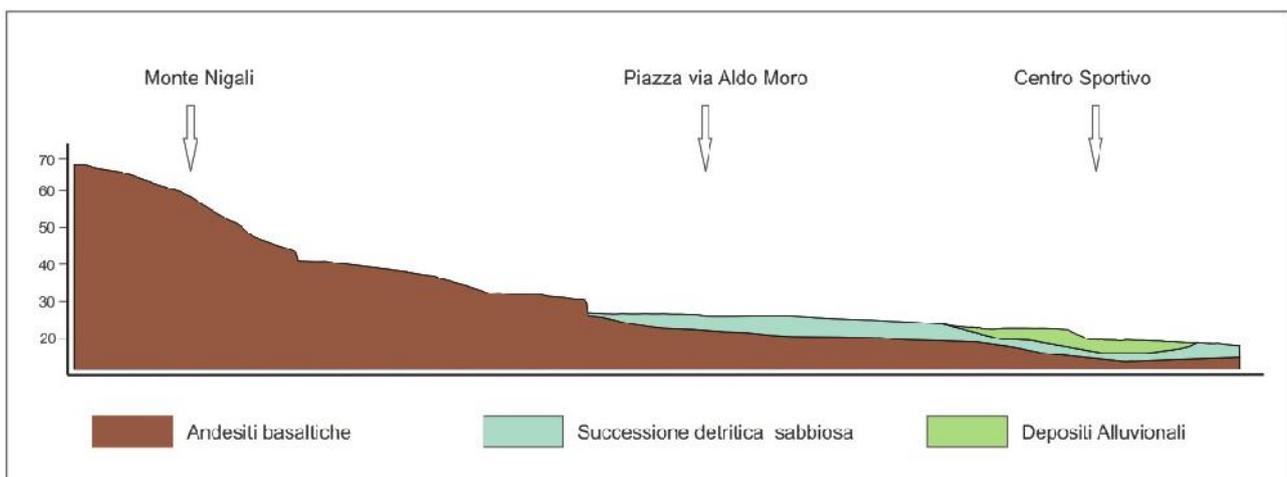
Parametri sismici utilizzati nei calcoli:

- Zona sismica: 4;
- Classe suolo: C terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti;
- Tipo d'opera: ordinaria;
- Classe d'uso: II;
- Vita nominale: 50 anni;
- Categoria topografica: T1.

Stato limite	amax (m/secq)	s1	khk	kvk
SLO	0,285	0,18	0,0052	0,0026
SLD	0,36	0,18	0,0066	0,0033
SLV	0,75	0,18	0,0138	0,0069
SLC	0,9	0,18	0,0165	0,0083

9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il presente studio, di supporto al progetto “interventi urgenti per il completamento della ricostruzione dell’abitato di Tratalias”, riguarda la caratterizzazione geologica e geotecnica delle aree oggetto dei lavori. Lo studio geologico, eseguito sulle litologie presenti presso le aree identificate in sede progettuale (denominate Zona A - Monte Nigali, Zona B -Piazza nei pressi di via Aldo Moro e Zona C – Centro Sportivo), ha permesso di identificare e localizzare la successione dei principali litotipi presenti negli strati superficiali, generalmente caratterizzati dalla presenza di una copertura quaternaria rappresentata dai depositi sabbiosi con buona componente limosa e dalla successione alluvionale di spessore superiore ai 3 m. Al di sotto di tale una copertura, si rinviene il basamento roccioso costituito da andesiti basaltiche, affioranti nell’area di Monte Nigali che superiormente si presentano alterate e fratturate.



Verificato lo stato dei luoghi attraverso un sopralluogo nei diversi siti in esame, è stata scelta come primo approccio conoscitivo dell’area in oggetto una fase di esplorazione attraverso la realizzazione di una serie di pozzetti geognostici, distribuiti sulla superficie del terreno in maniera opportuna al fine di poter definire alternanze e estensioni stratigrafiche.

I pozzetti geognostici hanno permesso di escludere, entro la profondità di 3 metri dal pc, l’interferenza tra la falda acquifera con le opere in progetto (falda superficiale mai intercettata nelle fasi di scavo).

I pozzetti geognostici, le analisi in laboratorio sui campioni prelevati dai pozzetti e le prove in situ hanno permesso la ricostruzione del modello geologico e geotecnico del sottosuolo dell’area studiata. Di seguito si riportano le tabelle con la parametrizzazione di tutte le determinazioni geotecniche acquisite per le aree in esame:

Andesiti basaltiche (Zona A)		
Parametro	Unità di misura	Valore
Peso specifico (γ)=	(kN/m ³)	27
Coesione drenata (c')	(kPa)	265
Angolo di attrito interno (ϕ')	(°)	31,5
Modulo di deformazione (E)	(GPa)	11,885
Indice di resistenza a rottura (IS ₅₀)	(MPa)	4,92
Rottura a compressione	(MPa)	104
R:Q.D.	%	24
Bieniawski indice BMR		53
Bieniawski indice BMR _{corretto}		46
Qualità dell'ammasso		Discreta

Depositi sabbiosi (Zona B)		
Parametro	Unità di misura	Valore
Peso specifico (γ)=	(kN/m ³)	14,71
Coesione drenata (c')	(kPa)	0,1
Angolo di attrito interno (ϕ')	(°)	29,21
Resistenza al taglio drenata	(kPa)	31,3 (Tens. Vert. applicata pari a 53 KPa) 56,3 (Tens. Vert. applicata pari a 102 KPa) 109,0 (Tens. Vert. applicata pari a 198 KPa) 170,2 (Tens. Vert. applicata pari a 302 KPa)
Limite di liquidità (LL)	%	N.D.
Limite di plasticità (LP)	%	N.D.
Indice di plasticità (IP)	%	Non plastico
Umidità (W)	%	15,7

Depositi alluvionali (Zona C)		
Parametro	Unità di misura	Valore
Peso specifico (γ)=	(kN/m ³)	16,96
Coesione drenata (c')	(kPa)	4,7
Angolo di attrito interno (ϕ')	(°)	26,86
Resistenza al taglio drenata	(kPa)	33,1 (Tens. Vert. applicata pari a 53 KPa) 55,1 (Tens. Vert. applicata pari a 102 KPa) 104,2 (Tens. Vert. applicata pari a 198 KPa) 158,4 (Tens. Vert. applicata pari a 302 KPa)
Limite di liquidità (LL)	%	56
Limite di plasticità (LP)	%	22
Indice di plasticità (IP)	%	34
Umidità (W)	%	12
Indice di consistenza		1,3

Gli strumenti pianificatori che regolano la disciplina edificatoria nelle aree indagate non pongono limiti o restrizioni alla realizzazione degli interventi, le litologie presenti si possono considerare funzionali alle attività progettuali, non presentando situazioni morfodinamiche e idrogeologiche tali che possano condizionare negativamente la stabilità delle opere in progetto.

Si raccomanda una particolare attenzione agli aspetti relativi alla regimazione delle acque meteoriche mediante cunette e tombini al fine di intercettare le stesse ed allontanarle dalla sede stradale e dalla scarpata sottostante.

Gli scavi interesseranno sia terreni costituiti da depositi detritici sabbiosi e alluvionali (di consistenza variabile da sciolti a compatti) che affioramenti rocciosi di andesiti basaltiche altamente fratturate, che potranno essere movimentati con gli usuali mezzi meccanici (escavatore e/o terna).

Durante lo scavo, per salvaguardare le strutture, l'edificato e la viabilità esistenti nell'immediato intorno delle aree d'intervento, si dovranno proteggere i fronti di scavo, vista la modesta coesione e lo scarso grado di addensamento dei terreni dello strato superficiale, secondo i riferimenti normativi del D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81.

Qualora si presentassero condizioni differenti e non previste in tale contesto o comunque sorgessero dubbi circa le caratteristiche geomeccaniche dei terreni di posa, si raccomanda la tempestiva ispezione dello scavo da parte del geologo.