PROVINCIA DI CAGLIARI

COMUNE DI VILLA S. PIETRO

P.U.C.

PIANO URBANISTICO COMUNALE
in adeguamento al P.P.R. e P.A.I.

IL SINDACO: Dott. M. Muntoni

All. alla delibera del C.C. N. del

STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOLOGICA E GEOTECNICA
(Art. 8 c.2 e artt. 24 e 25 delle NA del PAI)

TITOLO DELLA TAVOLA:

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

I Professionisti incaricati

Dott. Geol. Andrea Carcangiu

Dott. Ing. Alessandro Salis

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 544 Dott. Geol. ANDREA CARCANGIU

ORDINE INGEGNERI
PROVINCIA CAGLIARI
N. 3349 Dr. Ing. ALESSANDRO SALIS

Dott.Geol. Andrea Carcangiu - Via Cimarosa 22 - 09010 Villa S. Pietro (CA) - Tel.070907429 - 3474032606
Dott. Ing. Alessandro Salis - Via Paoli 85 - 09128 Cagliari - Tel. 3466759914

DATA: Settembre 2011

AGG.:

AGG.:

TAV. N°: RG01

SCALA: 1/10.000

UFFICIO DEL PIANO URBANISTICO COMUNALE

progettista dell'UPUC	R.Spina
responsabile dell'UPUC	A.Gessa
coordinatore dell'UPUC	G.P.Gamberini
assetto ambientale	A.Carcangiu P.Callioni
V.A.S.	F.Pani
assetto storico-culturale	F.Nieddu
assetto insediativo	M.Lampis
studio compatibilità idrogeologica	A.Carcangiu-F.Pani-A.Salis
cartografia	M.Barrago F.Spada

SOMMARIO

1 PREMESSA 2

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO E DOCUMENTAZIONE CONSULTATA 2

3 METODOLOGIA APPLICATA ED ELENCO CARTOGRAFIA REALIZZATA 2

4 LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA 4

5 IL PAI VIGENTE 5

6 ANALISI STORICA 5

7 CARTA LITOLOGICA - TAVOLA PG01 5

7.1 METODOLOGIA DI INDAGINE 5
7.2 STRATIGRAFIA E DESCRIZIONE DELLE FORMAZIONI 5
7.3 PALEOZOICO 6
7.3.1 Complesso metamorfico della Sardegna centro-meridionale - zona esterna dell'Iglesiente Sulcis 6
7.3.2 Complesso intrusivo e filoniano tardo paleozoico 6
7.4 CENOZOICO (TERZIARIO) 7
7.4.1 Successione sedimentaria paleogenica della Sardegna sud-occidentale - Formazione del Cixerri (CIX) 7
7.4.2 Successione vulcanica del distretto di Sarroch (MAB) 8
7.5 QUATERNARIO 9
7.5.1 Alluvioni antiche (PVM2a) - Litofacies nel Subsintema di Portoscuso (Sintema di Portovesme) – Pleistocene sup. 10
7.5.2 Depositi di versante (PVM2c) - Litofacies nel Subsintema di Portoscuso (Sintema di Portovesme) – Pleistocene sup. 10
7.5.3 Depositi alluvionali terrazzati (bna) - Olocene 10
7.5.4 Deposti alluvioni attuali (ba) - Olocene 10
7.5.5 Coltri eluvio-colluviali (b2) - Olocene 10
7.5.6 Depositi costieri 10
7.6 ATTIVITÀ DI ADEGUAMENTO DEL PUC AL PPR 10
7.6.1 Quadro di riferimento tecnico 10
7.6.2 Modello dei dati 11
7.6.3 Contenuti della carta 11

8 CARTA GEOLOGICO-TECNICA - TAVOLA PG02 12

8.1 QUADRO DI RIFERIMENTO TECNICO 12
8.2 MODELLO DEI DATI 13
8.3 CONTENUTI DELLA CARTA 13

9 ATTRIBUZIONE DEI PESI ALLE CLASSI LITOLOGICHE 14

10 CARTA DELL'USO DEL SUOLO -TAVOLA PG03 14

11 CARTA DELLE CLASSI DI PENDENZA DEI VERSANTI – TAVOLA PG04 15

12 CARTA DELLA INSTABILITA' POTENZIALE DEI VERSANTI – TAVOLA PG05 16

13 CARTA GEOMORFOLOGICA E DEI FENOMENI FRANOSI - TAVOLA PG05 17

13.1 DESCRIZIONE GEOMORFOLOGICA GENERALE 17
13.1.1 A) Unità fiosiografica montuosa 17
13.1.2 B) Unità fiosiografica pedemontana 18
13.1.3 C) Unità fiosiografica pianeggiante 19
13.1.4 Idrografia 19
13.2 ATTIVITÀ DI ADEGUAMENTO DEL PUC AL PPR E PAI 20
13.2.1 Quadro di riferimento tecnico 20
13.2.2 Modello dei dati 20
13.2.3 Contenuti della carta 21

14 IDROGEOLOGIA E CARTA IDROGEOLOGICA – TAVOLA PG07 24

14.1 VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI 25
14.2 ATTIVITÀ DI ADEGUAMENTO DEL PUC AL PPR 26
14.2.1 Quadro di riferimento tecnico 26
14.2.2 Modello dei dati 26
14.2.3 Contenuti della carta 26

15 CARATTERISTICHE METEO-CLIMATICHE DEL BACINO DI APPARTENENZA 28

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

16 CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA FRANA – TAVOLA PG08/ PG09A/ PG09/B 32
16.1 DESCRIZIONE DELLE AREE PERIMETRATE A PERICOLOSITÀ DA FRANA 32
16.1.1 Settori a pericolosità moderata Hg1 32
16.1.2 Settori a pericolosità media Hg2 33
16.1.3 Settori a pericolosità elevata Hg3 33
16.1.4 Settori a pericolosità molto elevata Hg4 34
16.1.5 Precisazioni 34
17 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA 35
18 BIBLIOGRAFIA 38

1 PREMESSA

Su incarico conferito dall'Amministrazione Comunale di Villa San Pietro ai sottoscritti si redige la Relazione Illustrativa lo Studio di Compatibilià Geologico – Geotecnico relativamente all'adeguamento del PUC al PAI ai sensi dell'art 8 comma 2 e artt. 24 e 25 delle NA del PAI.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO E DOCUMENTAZIONE CONSULTATA

- Linee guida per l'adeguamento dei Piani Urbanistici Comunali al PPR e al PAI – R.A.S., Assessorato degli Enti Locali, Finanze ed Urbanistica - 2008
- Linee guida per l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia - R.A.S., Assessorato ai Lavori Pubblici;
- Norme di Attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI);
- Carta dell'Uso del Suolo in scala 1:25.000 - Edizione 2008 (fonte sito internet Sardegna Territorio della RAS).

3 METODOLOGIA APPLICATA ED ELENCO CARTOGRAFIA REALIZZATA

La metodologia utilizzata per la valutazione del grado di pericolosità geomorfologico dei settori in esame è quella indicata dalle *"Linee guida del P.A.I della RAS".* Tale procedura è semplice nella sua impostazione generale, ma ciò nonostante esauriente in quanto tiene conto dei principali fattori che influenzano direttamente e/o indirettamente lo stato di equilibrio del sistema considerato.

In particolare ad una generale caratterizzazione delle aree di intervento dal punto di vista geo-litologico e geotecnico segue un'analisi dei singoli fattori predisponenti il potenziale evento franoso ed un'opera di verifica dello stato di rischio esistente, attraverso l'incrocio e la sovrapposizione (overlay) di tutti gli elementi indagati e opportunamente interpretati.

Per il territorio in esame sono stati presi in esame i seguenti fattori:

- Pendenze dei versanti
- Litologia
- Uso del suolo

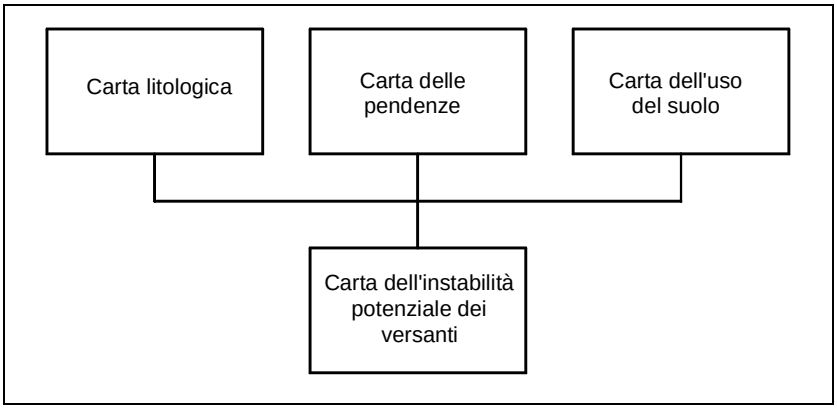
Attraverso la sovrapposizione di tali fattori si definiscono le classi di instabilità potenziale dei versanti a cui corrispondono intervalli di valori (pesi) derivati dalle operazioni di sovrapposizione previste.

La Carta della Pericolosità deriva dalla verifica dei risultati dell'analisi delle condizioni di potenziale instabilità e dell'analisi geomorfologica di terreno eseguita grazie ad una serie di rilievi in campo. Essa fornisce pertanto il quadro delle condizioni di stabilità del territorio indagato limitandosi alla rappresentazione dei fenomeni di dissesto in atto e dei fattori che determinano la suscettibilità dei versanti al verificarsi di movimenti gravitativi e di massa.

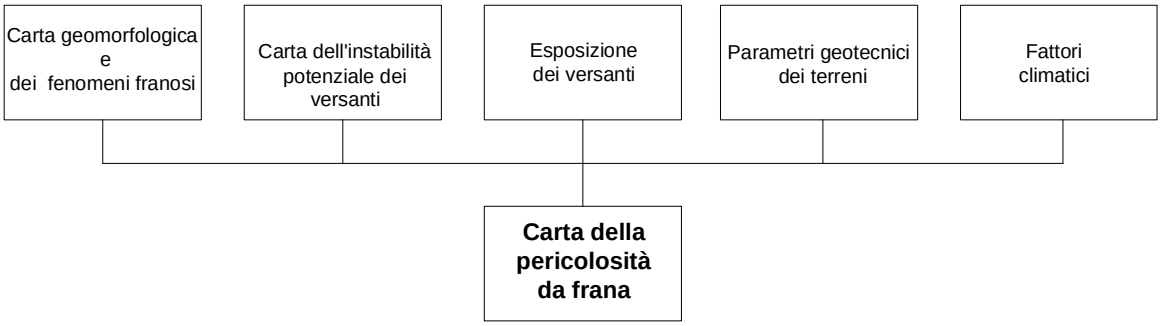
Nei Prospetti 1 e 2 si riportano gli schemi con la metodologia utilizzata per la redazione della carta dell'instabilità potenziale e della carta di pericolosità da frana.

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

Prospetto 1. Schema metodologico per la redazione della carta dell'instabilità potenziale dei versanti



Prospetto 2. Schema metodologico per la redazione della carta della pericolosità da frana



La "Carta di pericolosità da frana", rappresenta quindi la condizione di pericolosità del territorio, indicata attraverso il parametro Hg, secondo quattro livelli indicati nel Prospetto 3.

L'attribuzione del livello di pericolosità ad un'area discenderà dal confronto tra lo stato di fatto attuale dei fenomeni franosi e le condizioni generali di instabilità potenziale sulla base di alcuni criteri generali quali:

- prevalenza di classe di instabilità potenziale
- presenza di indizi geomorfologici
- presenza di fenomeni di dissesto in atto e di indizi di movimento
- presenza di fattori tettonici (presenza di faglie o lineazioni riconosciute)
- caratteristiche geotecniche dei terreni
- presenza di copertura boschiva
- orientazione del versante.

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

Prospetto 3. Classi di pericolosità da frana (Hg) e quantificazione lineare nell'intervallo [0,1]

Simbolo	Sigla	Intensità	Valore	Descrizione
	Hg1	Moderata	0,25	I fenomeni franosi presenti o potenziali sono marginali
	Hg2	Media	0,50	Zone in cui sono presenti solo frane stabilizzate non più riattivabili nelle condizioni climatiche attuali a meno di interventi antropici ; zone in cui esistono condizioni geologiche e morfologiche sfavorevoli alla stabilità dei versanti ma prive al momento di indicazioni morfologiche di movimenti gravitativi
	Hg3	Elevata	0,75	Zone in cui sono presenti frane quiescenti per la cui riattivazione ci si aspettano presumibilmente tempi pluriennali o pluridecennali; zone di possibile espansione areale delle frane attualmente quiescenti; zone in cui sono presenti indizi geomorfologici di instabilità dei versanti e in cui si possono verificare frane di neoformazione presumibilmente in un intervallo di tempo pluriennale o pluridecennali.
	Hg4	Molto elevata	1,00	Zone in cui sono presenti frane attive, continue o stagionali; zone in cui è prevista l'espansione areale di una frana attiva; zone in cui sono presenti evidenze geomorfologiche di movimenti incipienti.

Tutte le cartografie, così come indicato nelle Linee Guida del PAI sono state realizzate per l'intero territorio comunale alla scala del 10.000 utilizzando come base topografica la Carta Tecnica Regionale Numerica (C.T.R.N.), mentre in corrispondenza del centro urbano si è adottata la scala pari a 1:2.000.

Per l'analisi del territorio nel centro urbano ci si è serviti della restituzione aerofotogrammetrica, realizzata in scala 1:2.000.

Elenco cartografia realizzata:

1. TAVOLA PG01. CARTA LITOLOGICA
2. TAVOLA PG02. CARTA GEOLOGICO-TECNICA
3. TAVOLA PG03. CARTA DELL'USO DEL SUOLO
4. TAVOLA PG04. CARTA DELLE PENDENZE
5. TAVOLA PG05. CARTA DELL'INSTABILITÀ POTENZIALE DEI VERSANTI
6. TAVOLA PG06. CARTA GEOMORFOLOGICA E DEI FENOMENI FRANOSI
7. TAVOLA PG07. CARTA IDROGEOLOGICA
8. TAVOLA PG08. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA
9. TAVOLA PG09A. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA – A) Dettaglio centro abitato
10. TAVOLA PG09B. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA – B) Dettaglio zona Is Fossus (Crabileddu)

Si elencano i tematismi cartografici utilizzati ma non riprodotti nel presente studio facenti parte degli elaborati di adeguamento del PUC al PPR:

1. CARTA PEDOLOGICA
2. CARTA DELLA COPERTURA VEGETALE

4 LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA

L'area nella quale è compreso il territorio comunale è situata nella Sardegna Sud occidentale, nella sub-regione del Sulcis e precisamente ricade nelle seguenti sezioni della Carta Tecnica Regionale Numerica in scala 1:10.000: N°565160, N°566130, N°565120 , N°565110, N°565070.

Il territorio presenta una superficie totale di circa 40 Kmq.

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

5 IL PAI VIGENTE

All'interno del territorio comunale di Villa San Pietro non sono state perimetrate aree a pericolosità da frana.

6 ANALISI STORICA

Per l'individuazione delle aree a pericolo di frana si è proceduto primariamente all'esame della bibliografia presente che può permettere di individuare delle aree storicamente soggette a dissesto idrogeologico di varia natura.

Si riporta nel seguito l'elenco della principale documentazione consultata:

- Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche del CNR (GNDCICNR), Progetto Aree vulnerate Italiane (AVI): si tratta di una raccolta di dati storici di piene e frane messe a disposizione per la consultazione al sito internet www.gndci.cnr.it;
- Servizio Geologico Nazionale (SGN) in collaborazione con le Regioni e le Provincie Autonome, Progetto IFFI, Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia, messo a disposizione nel sito dell'APAT;
- Eventuali censimenti e catalogazioni effettuati da Province, Comunità Montane, Comuni limitrofi;
- Memorie e testimonianze storiche di particolari eventi di piena e di frana storica.

L'esame della suddetta documentazione ha messo non ha portato ad individuare fenomeni di dissesto idrogeologico nel territorio in esame.

7 CARTA LITOLOGICA - TAVOLA PG01

7.1 Metodologia di indagine

Il tematismo geologico è stato redatto in scala 1:10.000, utilizzando la cartografia tecnica regionale come base topografica. Per la redazione della Carta Geologica si è provveduto ad una accurata ricerca del materiale bibliografico disponibile, tra cui gli elaborati geologici del PUC vigente, e ad un successivo controllo in campagna tramite rilievo geologico dei dati acquisiti.

Le formazioni ed i vari tipi litologici sono stati distinti con il maggior dettaglio possibile, con particolare riguardo per i sedimenti incoerenti e pseudocoerenti.

Nelle formazioni ad assetto stratificato sono state rilevate misure di direzione ed immersione degli strati per la primaria importanza che questi dati rivestono nella valutazione del grado di stabilità dei versanti.

Infine, numerose sono state le interpolazioni effettuate, specialmente in corrispondenza delle aree coperte da terreno agrario, da superfici boscate e da insediamenti urbani addensati.

7.2 Stratigrafia e descrizione delle formazioni

Il territorio è costituito, dal punto di vista geologico, da un basamento Paleozoico composto da un complesso metamorfico-scistoso e da uno intrusivo granitoide, affioranti con continuità ed elevata estensione nel settore montano della zona in esame.

Sul basamento poggiano, in discordanza, le coperture terrigene incoerenti o pseudocoerenti, rappresentate dai depositi Oligocenici della Formazione del Cixerri e le vulcaniti del ciclo magmatico calco-alcalino dell'Oligo–Miocenice. I depositi e le alluvioni quaternari chiudono la successione stratigrafica.

Tra i suddetti terreni esiste una netta distribuzione spaziale che si riflette nella forma e nell'andamento del rilievo.

E' possibile infatti distinguere una zona montuosa, dove affiorano le rocce paleozoiche del basamento della Sardegna meridionale e una zona semi-pianeggiante dove si rinvengono le alluvioni del quaternario. La zona di raccordo tra questi due domini è rappresentata dalla fascia pedemontana che, con direzione NE-SO, risulta impostata su una faglia di importanza regionale (Master-Fault del Campidano occidentale), nascosta da coltri detritiche di notevole spessore.

In seguito verranno descritte le litologie presenti dai termini più antichi a quelli più recenti, visualizzabili nella carta litologica annessa al lavoro. Tra parentesi il simbolo riportato sulla relativa cartografia.

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

7.3 Paleozoico

7.3.1 Complesso metamorfico della Sardegna centro-meridionale - zona esterna dell'Iglesiente Sulcis

Tale complesso affiora nel settore montano del territorio in esame, è costituito da rocce sedimentarie più o meno metamorfosate, di età compresa tra l'ordonviciano e il Devoniano rappresentate da rocce politico-arenacee, spesso metamorfosate, cornubianiti, quarziti e liditi (Ordoviciano) e rocce carbonatiche e scisti (Siluriano-Devoniano).

I terreni del Siluriano sono rappresentati da scisti neri carboniosi a cui si intercalano, nella parte più alta della successione, calcari (sempre neri) entrambi contenenti una ricca fauna fossile. La bibliografia li distingue come "*scisti neri a Graptoliti*" e "*calcari nei ad Orthoceras*" . Molto spesso risultano tettonizzati, argillificato nelle parti maggiormente esposte e intensamente metamorfosati. Seguono i sedimenti devoniani, rappresentati da calcari marnosi, dall'aspetto nodulare, e calcari massicci di colore generalmente grigio scuro.

Si riportano in ordine cronologico dai più recenti ai più antichi le successioni e la relativa sigla del complesso metamorfico indicate nella cartografia prodotta:

DEPOSITI SINTETTONICI TIPO "CULM"

1. **PMN** - FORMAZIONE DI PALA MANNA. Alternanza di metarenarie e metasiltiti con laminazioni incrociate e piano-parallele; localmente metaconglomerati ad elementi di liditi e rare metavulcaniti basiche cloritizzate e metavulcanoclastiti. CARBONIFERO ?INF.

SUCCESSIONE SEDIMENTARIA POST "DISCORDANZA SARDA"

2. **MPSa** - Litofacies nella FORMAZIONE DI MASON PORCUS. Metacalcari nodulari e subordinati metacalcari massivi fossiliferi (conodonti, tentaculiti, cefalopodi, crinoidi, coralli, frammenti di trilobiti), metacalcari massivi silicizzati e/o trasformati in skarn. DEVONIANO INF.
3. **MUX** - FORMAZIONE DI GENNA MUXERRU. Metapeliti e metasiltiti nere carboniose con intercalazioni di liditi e metarenarie nere, con graptoliti. SILURIANO INF. (LLANDOVERY)
4. **RSM** - FORMAZIONE DI RIO SAN MARCO. Metasiltiti e metargilliti con rare laminazioni piano-parallele, metarenarie e metapeliti, grigio-scure, con rari granuli di quarzo, rari livelli di metaepiclastiti e metavulcaniti a chimismo acido-intermedio. ORDOVICIANO SUP. (ASHGILL SUP.)
5. **DMV2** - Membro di Punta S'Argiola (FORMAZIONE DI DOMUSNOVAS). Metasiltiti e metapeliti massive, spesso carbonatiche, di colore rosso-violaceo con frequenti livelli fossiliferi (brachiopodi, briozoi, crinoidi); la parte alta del membro è caratterizzato da noduli e livelli centimetrici di Fe e Mn. ORDOVICIANO SUP (ASHGILL INF)

SUCCESSIONE SEDIMENTARIA PRE "DISCORDANZA SARDA"

6. **CAB** - FORMAZIONE DI CABITZA. Alternanza ritmica di lamine centimetriche metasiltitiche e metargillitiche di colore rosso-violaceo e verde di origine tidale, lamine metasiltitiche gradate grigio-verdi e metarenarie quarzoso feldspatiche grigie con laminazioni piano parallele, incrociate e gibbose. (CAMBRIANO MEDIO-ORDOVICIANO INF. (MAYAIANO-TREMADOC)

I contatti tra il complesso metamorfico e le atre formazioni avvengono essenzialemente per faglia e spesso, come accade con i graniti, sono marcate da ripide scarpate di origine tettonica e profonde incisioni dove si sono impostati alcuni corsi d'acqua.

Benché si possano rinvenire localmente tettonizzati e piegati, si presentano in genere come rocce estremamente dure e resistenti all'erosione.

7.3.2 Complesso intrusivo e filoniano tardo paleozoico

Il complesso intrusivo, è caratterizzato da pluotoniti granitiche, porfidi e filoni incassate nel complesso metamorfico. Affiorano in maniera estesa nel settore estremo NW del territorio comunale, dove si distinguono i rilievi di *Monte Mannu, su Perdaxiu, Serra Lumbrosa etc*... (v. carta)

Il **complesso granitico** rappresenta la parte superficiale di un esteso corpo intrusivo (Batolite Sardo) la cui messa in posto, ascrivibile alle fasi terminali dell'Orogenesi ercinica (carbonifero sup – Permiano inf.), è responsabile del metamorfismo termico di contatto che ha interessato le rocce incassanti.

Dal punto di vista mineralogico si tratta di leucograntiti biotitici rosati, con una grana da fine a media e una struttura da equigranulare ad inequigranulare porfirica per fenocristalli di K-feldspato nella massa di fondo, la

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

tessitura è isotropa. La roccia ha una tendenza leucocrata generalmente di colore rosato, spesso assume una colorazione rossastra in prossimità dei contatti con la roccia incassante.

Associato a tale complesso sono presenti una serie di filoni di natura quarzosa riscontrabili nelle rocce metamorfiche paleozoiche. Tipica è la fessurazione dovuta alla contrazione per raffreddamento che produce una divisione a banchi e, conseguentemente una dislocazione della massa granitica. Questa è inoltre interessata da un reticolo di fratture che si esplicano secondo le direzioni NW-SE e NE-SW concordanti con le faglie terziarie del sistema campidanese.

La formazione granitica é attraversata in tutte le direzioni da vene e filoni quarzosi, di porfido e diabase: tale circostanza, favorevole assai alla circolazione interna delle acque, fa sì che talvolta l'alterazione della roccia si estenda dalla superficie fino a ragguardevoli profondità.

L'alterazione del granito si manifesta più o meno efficacemente a seconda che derivi da processi di degradazione meteorica, dall'azione chimica e termica dei magmi, o ancora da sollecitazioni tettoniche: mentre nel primo caso é limitata alla sola parte superficiale, negli ultimi interessa anche le parti più profonde dell'ammasso roccioso. Si può dunque originare una coltre di terreno semicoerente, friabile, talora argillificato che può essere asportato con estrema facilità ("graniti arenizzati"). A tal proposito in corrispondenza di fratture e faglie si possono osservare vere e proprie fasce in cui la roccia eè stata frantumata e polverizzata, originando brecce di frizione e miloniti.

Nel settore in esame é quindi frequente osservare l'alternarsi di aree in cui il granito é profondamente arenizzato e di altre dove é ancora allo stato lapideo: le prime corrispondono normalmente a depressioni morfologiche e zone pianeggianti, dove tali coltri, dello spessore di qualche metro, derivano dall'alterazione in sito degli stessi graniti dando luogo a suoli eluviali arenosi.

Associato al complesso dei graniti, si distinguono i **porfidi**. Si tratta di rocce massive, di colore rosa e frattura scagliosa, contenenti essenzialmente quarzo, K- feldaspato e biotite. Si rinvengono in giacitura filoniana entro il complesso metamorfico. Gli affioranti di porfidi sono frequenti nel settore centrale dell'area, presso *s'Arcu Mangianu, sa Guardia de Sa Nuxedda, Monte Ninnixeddu , Perda Aippia e su Zinnibiri.*

I **filoni** sono prevalentemente di quarzo e in subordine di diabasi. Tali rocce derivano dall'attività tardo e post-magmatica connessa all'Orogenesi Ercinica e sono allineate secondo la direzione delle fratture principali. La distribuzione nel territorio è notevolmente superiore a quanto riportato nella cartografia, sia per il limitato dettaglio consentito dalla scala della carta, sia perché nelle zone inaccessibili non è stato possibile riconoscerli in altro modo. I filoni di quarzo , molto duri e quasi inalterabili, caratterizzano le forme più aspre del paesaggio. Si ritrovano un po' dappertutto nel settore montuoso, dove attraversano sia glia ammassi granitoidi che le metamorfici. Al contrario i diabase sono alterabili per argillificazione.

Si riportano le facies e la relativa sigla facenti parte del complesso intrusivo indicati nella cartografia prodotta:

7. **fp** - Porfidi granitici, di colore prevalentemente rosa e rosso, a fenocristalli di Qtz e Kfs, a giacitura prevalentemente filoniana, talvolta in ammassi. CARBONIFERO SUP. – PERMIANO

Lo spessore di tali terreni è strettamete correlata con l'andamento planimetrico dei terreni, massim

8. **VLDb** - Facies Punta de Peis de Pruna (UNITA INTRUSIVA DI VILLACIDRO). Leucomonzograniti a biotite a grana media o medio-fine, rosati, da equigranulari a moderatamente inequigranulari, tessitura isotropa. Litofacies di bordo da porfiriche a microgranulari con frequenti lenti aplo-pegmatitiche metriche. CARBONIFERO SUP. – PERMIANO
9. **VLDa** - Facies Punta Mandaresus (UNITÀ INTRUSIVA DI VILLACIDRO). Micromonzograniti a biotite e anfibolo a grana da media a minuta, grigio-rosati, inequigranulari, struttura porfirica, tessitura isotropa talora orientata per flusso magmatico. Presenza di inclusi microgranulari magmatici e subordinati xenoliti metamorfici. CARBONIFERO SUP. – PERMIANO

7.4 Cenozoico (Terziario)

I terreni terziari affiorano esclusivamente nei settori pedemontano e pianeggiante, in corrispondenza delle quali vanno a formare emergenze morfologiche, come modesti promontori rocciosi o bassi rilievi spesso allungati.

7.4.1 Successione sedimentaria paleogenica della Sardegna sud-occidentale - Formazione del Cixerri (CIX)

La formazione del Cixerri *(Commissione Italiana di Stratigrafia della Società Geologica Italiana - Catalogo delle Formazioni Geologiche Italiane, Scheda 2126 data 10/2006)* appartiene all'Oligocene, databile

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

Luteziano medio-Oligocene la cui deposizione é da mettere in relazione con l'apertura del rift oligo-miocenico del Mediterraneo Occidentale. In particolare i sedimenti della Formazione del Cixerri hanno anticipato la suddetta apertura e sono quindi pre-rift *(Cherchi & Montadert, 1984).*

Risulta formata da un'alternanza di arenarie quarzose grigio-verdastre, arenarie siltose rosso-violacee o grigiastre a cemento carbonatico, ed argille marnoso –siltosoe giallastre o violacee, variegate. Frequenti sono i livelli, le lenti ed i banchi di conglomerati poligenici, eterometrici, a matrice arenaceo-siltosa o carbonatico. Alla base, soprattutto in appoggio sulle formazioni paleozoiche, è possibile rinvenire rari livelletti calcarei di ambiente lacustre. La giacitura è sub-orizzontale e la potenza variabile da pochi metri ad diverse centinaia. Le analisi granulometriche indicano un trasporto fluviale in clima probabilmente temprato caldo e deposizione in ambiente di piana alluvionale ad energia decrescente verso est.

Gli ambienti deposizionali variano da piana alluvionale prossimale con banchi conglomeratici grossolani alternati a banchi di arenarie grossolane e siltose prevalenti nelle aree più occidentali della Sardegna, mentre nelle aree meridionali (area in esame) prevalgono le facies di piana alluvionale più distale con banchi arenacei e arenaceo siltosi grigi alternati a livelli marnosi o marnoso –argillosi rossastri.

All'interno dell'unità litostratigrafia, quindi si possono distinguere le seguenti facies:

- Arenarie quarzose grigio-verdastre a cemento carbonatico
- Arenarie siltose rosso violacee o grigiastre a cemento carbonatico
- Argille marnoso-siltose giallastre o violacee variegate
- Frequenti sono i livelli o lenti psefitici (caratterizzati da elementi di grosse dimensioni come le ghiaie, ciottoli, conglomerati, puddinghe, brecce,) poligenici, eterometrici, a matrice arenaceo - siltosa o carbonatica
- Alla base soprattutto in corrispondenza dell'appoggio con le formazione paleozoiche è possibile rinvenire livelletti calcarei

Le facies marnoso-argillose si presentano in genere poco o meno coerenti rispetto a quelle arenacee (sempre assai compatte) mentre per quanto riguarda la colorazione le prime sono in genere rosso –violacee mentre le seconde grigio-verdastre.

Gli affioramenti sono facilmente visibili lungo le incisioni fluviali del *Riu Mannu* , mentre lungo la fascia pedemontana (*loc. Campu sa Mendula*) i sondaggi in pozzo hanno permesso di individuarla pochi metri sotto le coperture detritiche del quaternario.

Sono terreni discordanti sul paleozoico il cui contatto avviene quasi esclusivamente per faglia. In prossimità dell'abitato di Pula e verso la costa le vulcaniti sovrastano i depositi della Cixerri ed entrambe si immergono in mare.

7.4.2 Successione vulcanica del distretto di Sarroch (MAB)

Le manifestazioni vulcaniche presenti entro l'area in studio rivestono particolare importanza, esse sono da attribuire al ciclo magmatico calco-alcalino oligocenico (*Ulzega & Hearty, 1986*), quindi correlabili con l'apertura del rift di cui si é precedentemente parlato.

Sono delle manifestazioni vulcaniche a carattere prevalentemente fissurale, come testimoniano le dorsali ed i rilievi isolati allineati in direzione NW-SE .

Sono distinguibili due facies principali: una di **lave andesitiche** a giacitura massiva, l'altra **conglomeratica**, o piroclastica, con elementi vulcanici di varie dimensioni e forma generalmente arrotondata. Ai due tipi litologici corrispondono due diversi aspetti morfologici: le rocce conglomeratiche, aventi evidentemente un grado di erodibilità elevato, presentano una morfologia caratterizzata da fianchi scoscesi ed abbondante detrito, mentre le lave massive hanno generalmente forme più dolci, a volte quasi rotondeggianti, con minore formazione di materiale detritico (Massoni Novelli,1966).

Dal punto di vista stratigrafico le lave andesitiche e massive giacciono sotto i conglomerati lavici. In particolare questi ultimi rappresentano la parte terminale delle manifestazioni eruttive di questo distretto vulcanico.

Le lave sono costituite da fenocristalli di plagioclasio, orneblenda e pirosseno augitico, il tutto immerso in una pasta di fondo formata quasi interamente da microliti di plagioclasio. Il colore della roccia sana è variabile dal grigio fino al nero.

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

L'alterazione tende a modificare il colore originario della roccia che assume tonalità di verde o di grigio chiaro in funzione del tipo di alterazione (cloritica e argillosa). L'alterazione comporta anche una più facile disgregazione della roccia stessa.

Come detto precedentemente tale litologia é costituita da elementi più o meno arrotondati di lave andesitiche ma anche di elementi granitici. La genesi di un simile deposito vulcanico è da mettere in relazione con una o più manifestazioni eruttive che hanno preso in carico, nel loro fluire, elementi preesistenti molti dei quali di elaborazione fluviale sia di natura granitica sia lavica. Gli elementi granitici a spigoli vivi possono essere stati strappati dall'interno della crosta e portati in superficie dalla fuoriuscita della lava. Gli inclusi andesitici assumono colorazioni diverse che denotano alterazioni differenti attribuibili alla "storia" di ogni singolo elemento.

Le vulcaniti sono distribuite in tutta la piana che da Sarroch si estende verso Pula fino al promontorio omonimo, e vanno a costituirne gli alti morfologici (Monte Mereu, Guardia Santu Miali) .

Le stratigrafie dei pozzi realizzati nella zona pianeggiante mettono in luce che le vulcaniti sono presenti a partire da circa 8-10 metri sotto il p.c. sino a profondità maggiori di 200 mt.

Nella cartografia prodotta non si è fatta distinzione tra le due facies.

7.5 Quaternario

Nell'area in studio il Quaternario è presente prevalentemente in facies continentale e in subordine lungo la costa in facies marina. I relativi depositi sono il riflesso di condizioni climatiche e quindi di sistemi morfoclimatici e processi morfogenetici differenti da quelli attuali. Tali processi hanno potuto agire per tempi relativamente lunghi ed in maniera ciclica, e produrre la gran parte delle attuali forme del paesaggio. A forme e depositi tipici di un sistema morfoclimatico caldo-umido, presente in Sardegna durante le fasi interglaciali quaternarie, si associano forme e depositi di ambiente periglaciale le cui origini sono ricollegate alle fasi fredde della stessa Era.

Per quanto riguarda le forme ed i processi che si instaurarono in ambiente continentale, durante gli interglaciali le condizioni di biostasia favorivano l'alterazione chimica della roccia con conseguente formazione di argille, mentre era limitata la produzione ed il trasporto di materiale detritico in quanto la folta vegetazione ostacolava i processi erosivi.

Le condizioni di resistasia tipiche dei climi aridi che, al contrario, vigevano durante le fasi fredde e l'importante azione dei processi di disgregazione meccanica (specie il crioclastismo), determinarono la produzione di notevoli quantità di materiale detritico che la scarsa energia dei corsi d'acqua non riusciva ad allontanare. Le forme tipiche di un simile ambiente sono i glacìs, ovvero superfici debolmente inclinate che fungono da raccordo tra la piana alluvionale vera e propria ed i rilievi. Ciò premesso la successione stratigrafica dei depositi continentali quaternari del settore pedemontano-costiero, é dunque un'alternanza di depositi alluvionali e glacìs d'accumulo.

Sul basamento pre-quaternario costituito dalle vulcaniti oligoceniche, poggiano i depositi colluvio-alluvionali pleistocenici distribuiti in tutto il settore pianeggiante. Questi depositi sono terrazzati e, data la vicinanza col livello di base, possono essere considerati dei terrazzi eustatici, cioè la deposizione del materiale alluvionale é avvenuta durante le fasi caldo-umide con livello del mare più alto di qualche metro rispetto al livello attuale (fino a 10-12 metri), mentre l'incisione, che ha generato il terrazzamento, é avvenuta durante in un momento regressivo (glaciale Wurm) durante il quale l'abbassamento del livello di base determinava un'accentuazione dell'erosione lineare dei corsi d'acqua alla ricerca del nuovo profilo d'equilibrio.

I *glacìs* prevalgono nel settore pedemontano. Anch'essi si presentano terrazzati ma in questo caso l'incisione é avvenuta in conseguenza della maggiore portata, e dunque maggiore energia, che i corsi d'acqua avevano durante gli interglaciali. In conseguenza di ciò i corsi d'acqua riuscirono ad allontanare parte del materiale accumulato e mai evacuato prodotto durante le fasi fredde.

* * * *

I terreni quaternari sono quindi costituiti da alluvioni antiche, recenti ed attuali, da depositi eluvio-detritici di pendio, e da depositi argillosi eluviali. La loro successione stratigrafica viene di seguito schematizzata.

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

7.5.1 Alluvioni antiche (PVM2a) - Litofacies nel Subsintema di Portoscuso (Sintema di Portovesme) – Pleistocene sup.

Sono costituite da elementi eterometrici di natura granitica e subordinatamente quarzitica e scistosa, caratterizzati da un elevato grado di elaborazione, immersi in una matrice arenaceo-argillosa ferrettizzata, in giacitura caotica, più o meno cementati e addensati.

In corrispondenza di tali depositi, incisi più volte dai corsi d'acqua, si sono impostati i ripiani più alti dei terrazzi fluviali.

Nel settore in esame sono ben visibili lungo la sponda sinistra del *Rio Mannu* sino alla confluenza con il *Canale su Molenti*, nonché lungo la fascia pedemontana in località *Bardini, Ardia e Baustella*. Nel settore montuoso sono state individuate lungo il *Riu Lilloni (Punta su Casteddu e s'Acqua Vitania)* e nel versante meridionale del *Canale is Canargius* all'altezza di *Punta sa Calanza*.

La potenza media valutata attraverso i dati stratigrafici delle trivellazioni dei pozzi si attesta intorno a 6-7 mt.

7.5.2 Depositi di versante (PVM2c) - Litofacies nel Subsintema di Portoscuso (Sintema di Portovesme) – Pleistocene sup.

Presenti lungo tutta la fascia pedemontana ad ovest dell'abitato, sono costituiti da clasti eterometrici a spigoli vivi talora arrotondati di natura granitica , quarzitica e scistosa, caratterizzati da un debole grado di elaborazione, immersi in una matrice arenaceo-argillosa arrossata da ossidi di ferro. Vengono indicati con il termine geomorfologico di *"glacìs".*

7.5.3 Depositi alluvionali terrazzati (bna) - Olocene

Sono presenti nelle valli e nelle piane di esondazione dei corsi d'acqua che costituiscono l'idrografia del territorio, alcuni dei quali attualmente inattivi. Si tratta di materiali eterometrici e poligenici in coltri di modesta potenza. Il grado di cementazione e di ferrettizzazione é inferiore a quello delle alluvioni antiche da cui si distinguono per la colorazione rossiccia meno intensa. Sono ben osservabili ai margini della *Strada Com.le de Monti* (strada che dal centro urbano porta alla località Is Fossus-Lilloni).

7.5.4 Deposti alluvioni attuali (ba) - Olocene

Si tratta di depositi legati all'azione degli attuali corsi d'acqua il cui regime, essenzialmente torrentizio, è funzione della stagionalità delle precipitazioni. Formano coltri di esigua potenza, costituite da materiali elaborati, sciolti e con distribuzione granulometrica compresa tra silt-argille e blocchi. Queste alluvioni caratterizzano gli alvei dei corsi d'acqua attivi che a partire dal settore settentrionale sono: il *Canale is Canargius, il Riu Lilloni e il Riu Mannu*.

7.5.5 Coltri eluvio-colluviali (b2) - Olocene

Nelle valli e nelle piane associate ai rilievi vulcanici sono spesso presenti coltri eluviali costituite dai prodotti di alterazione delle vulcaniti formate da depositi limo-argillosi di colore scuro talora arricchite in frazioni organiche. Nell'area in esame costituiscono la porzione superficiale degli affioramenti di vulcaniti per spessori non superiori ai due metri.

7.5.6 Depositi costieri

Lungo la costa si distingue la presenza di depositi di spiaggia arenacei e conglomeratici a stratificazione incrociata, conglomerati grossolani di spiaggia fossilifero eterometrici, per chiudere con le beach rocks.

7.6 Attività di adeguamento del PUC al PPR

7.6.1 Quadro di riferimento tecnico

L'adeguamento della base geo-litologica del Piano Urbanistico Comunale al PPR e PAI è stato eseguito seguendo le linee guida per il rilevamento geologico e geotematico del *Progetto CARG del Servizio Geologico Nazionale* cui si rimanda per maggiori approfondimenti e secondo la metodologia indicata nelle *Linee Guida per l'adeguamento dei P.U.C. al P.P.R. e al P.A.I.* aggiornate in data luglio 2008

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

7.6.2 Modello dei dati

Il modello dei dati utilizzato è di tipo GIS, in cui le litologie e gli elementi stratigrafici, strutturali e geologici di tipo puntuale e lineare sono rappresentati da elementi geometrici georiferiti relazionati ad elementi descrittivi alfanumerici.

Per tutte le forme sono stati previsti gli attributi della tabella sotto riportata.

TIPO	SIGLA	COD_COL	UNITA	GERAR	ETA'	NOTE

7.6.3 Contenuti della carta

7.6.3.1 Unità litologiche

Il rilevamento e la rappresentazione cartografica dei depositi continentali plio-quaternari rispetto alle formazioni più antiche sono di notevole rilevanza nelle attività di adeguamento dei PUC al PPR e costituiscono un importante passo conoscitivo in relazione ai processi geomorfologici in atto e potenziali, che regolano l'evoluzione del paesaggio.

L'analisi ha permesso di distinguere le unità litologiche riportate nella seguente tabella.

TIPO	SIGLA	UNITA
AMBIENTE CONTINENTALE - SEDIMENTI LEGATI ALLA GRAVITA'		
AA1_001	b2	Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE
AMBIENTE CONTINENTALE - SEDIMENTI ALLUVIONALI		
AA2_002	ba	Depositi alluvionali. Ghiaie da grossolane a medie. OLOCENE
AA2_006	bna	Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie. OLOCENE
AMBIENTE CONTINENTALE - SEDIMENTI EOLICI		
AA5_001	g2	Depositi di spiaggia. Sabbie e ghiaie, talvolta con molluschi, etc. OLOCENE
DEPOSITI PLEISTOCENICI DELL'AREA CONTINENTALE		
AB0_005	PVM2c	Litofacies nel Subsintema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Detriti di versante e brecce con subordinati depositi eolici e alluvionali. PLEISTOCENE SUP.
AB0_007	PVM2a	Litofacies nel Subsintema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUP.
SUCCESSIONI VULCANO-SEDIMENTARIE TERZIARIE		
DISTRETTO VULCANICO DI SARROCH		
CD5_001	MAB	ANDESITI DI MONTE ARRUBIU. Lave andesitiche, talora autobrecciate, da grigie a violacee, porfiriche per fenocristalli di plagioclasio, anfibolo e pirosseno in massa di fondo microcristallina. Intercalazioni di livelli epiclastici, di conglomerati vulcanici caotici e, localmente, di brecce di esplosione. Locali fenomeni di alterazione idrotermale di tipo "propilitico". OLIGOCENE SUP. (CHATTIANO)
SUCCESSIONE SEDIMENTARIA PALEOGENICA DELLA SARDEGNA SUD-OCCIDENTALE		
DA0_001	CIX	FORMAZIONE DEL CIXERRI. Argille siltose di colore rossastro, arenarie quarzoso-feldspatiche in bancate con frequenti tracce di bioturbazione, conglomerati eterometrici e poligenici debolmente cementati. EOCENE MEDIO - ?OLIGOCENE
TIPO	**SIGLA**	**UNITA**
COMPLESSO INTRUSIVO E FILONIANO TARDO PALEOZOICO		
CORTEO FILONIANO		

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

H00_012	fp	Porfidi granitici, di colore prevalentemente rosa e rosso, a fenocristalli di Qtz e Kfs, a giacitura prevalentemente filoniana, talvolta in ammassi. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
COMPLESSO GRANITOIDE DEL SULCIS-ARBURESE		
ID1_004	VLDc	Facies Monte Lattias (UNITÀ INTRUSIVA DI VILLACIDRO). Leucosienograniti a biotite a grana grossa, da equigranulari a moderatamente inequigranulari, di colore bianco-rosato, a tessitura isotropa. Litofacies di bordo da porfiriche a microgranulari con abbondanti differenziati aplo-pegmatitici. Presenza di inclusi microgranulari di tipo tonalitico-granodioritico di origine magmatica. CARBONIFERO SUP. – PERMIANO
ID1_005	VLDb	Facies Punta de Peis de Pruna (UNITA INTRUSIVA DI VILLACIDRO). Leucomonzograniti a biotite a grana media o medio-fine, rosati, da equigranulari a moderatamente inequigranulari, tessitura isotropa. Litofacies di bordo da porfiriche a microgranulari con frequenti lenti aplo-pegmatitiche metriche. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
ID1_006	VLDa	Facies Punta Mandaresus (UNITÀ INTRUSIVA DI VILLACIDRO). Micromonzograniti a biotite e anfibolo a grana da media a minuta, grigio-rosati, inequigranulari, struttura porfirica, tessitura isotropa talora orientata per flusso magmatico. Presenza di inclusi microgranulari magmatici e subordinati xenoliti metamorfici. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
TIPO	**SIGLA**	**UNITA**
BASAMENTO METAMORFICO PALEOZOICO		
COMPLESSO METAMORFICO DELLA SARDEGNA CENTRO-MERIDIONALE		
ZONA ESTERNA DELL'IGLESIENTE SULCIS		
DEPOSITI SINTETTONICI TIPO "CULM"		
LC1_001	PMN	FORMAZIONE DI PALA MANNA. Alternanza di metarenarie e metasiltiti con laminazioni incrociate e piano-parallele; localmente metaconglomerati ad elementi di liditi e rare metavulcaniti basiche cloritizzate e metavulcanoclastiti. CARBONIFERO ?INF.
SUCCESSIONE SEDIMENTARIA POST "DISCORDANZA SARDA"		
LC2_003	MPSa	Litofacies nella FORMAZIONE DI MASON PORCUS. Metacalcari nodulari e subordinati metacalcari massivi fossiliferi (conodonti, tentaculiti, cefalopodi, crinoidi, coralli, frammenti di trilobiti), metacalcari massivi silicizzati e/o trasformati in skarn. DEVONIANO INF.
LC2_005	MUX	FORMAZIONE DI GENNA MUXERRU. Metapeliti e metasiltiti nere carboniose con intercalazioni di liditi e metarenarie nere, con graptoliti. SILURIANO INF. (LLANDOVERY)
LC2_006	RSM	FORMAZIONE DI RIO SAN MARCO. Metasiltiti e metargilliti con rare laminazioni piano-parallele, metarenarie e metapeliti, grigio-scure, con rari granuli di quarzo, rari livelli di metaepiclastiti e metavulcaniti a chimismo acido-intermedio. ORDOVICIANO SUP. (ASHGILL SUP.)
LC2_012	DMV2	Membro di Punta S'Argiola (FORMAZIONE DI DOMUSNOVAS). Metasiltiti e metapeliti massive, spesso carbonatiche, di colore rosso-violaceo con frequenti livelli fossiliferi (brachiopodi, briozoi, crinoidi); la parte alta del membro è caratterizzato da noduli e livelli centimetrici di Fe e Mn. ORDOVICIANO SUP (ASHGILL INF)
SUCCESSIONE SEDIMENTARIA PRE "DISCORDANZA SARDA"		
LC3_001	CAB	FORMAZIONE DI CABITZA. Alternanza ritmica di lamine centimetriche metasiltitiche e metargillitiche di colore rosso-violaceo e verde di origine tidale, lamine metasiltitiche gradate grigio-verdi e metarenarie quarzoso feldspatiche grigie con laminazioni piano parallele, incrociate e gibbose. (CAMBRIANO MEDIO-ORDOVICIANO INF. (MAYAIANO-TREMADOC)

8 CARTA GEOLOGICO-TECNICA - TAVOLA PG02

8.1 Quadro di riferimento tecnico

La Carta geologico-tecnica costituisce un elaborato derivato dalla Carta geolitologica in quanto le voci di legenda vengono estratte secondo una riclassificazione delle litologie ed una valutazione dello stato di

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

aggregazione, del grado di alterazione e del conseguente comportamento meccanico che le singole unità assumono nei confronti dei possibili interventi insediativi e infrastrutturali che lo strumento urbanistico introduce.

Per quanto riguarda i materiali delle coperture, il riferimento fondamentale è quello che richiama il processo di messa in posto del deposito o dell'accumulo, lo stato di addensamento, la tessitura dei materiali costituenti.

8.2 Modello dei dati

Il modello dei dati utilizzato è di tipo GIS, in cui le singole unità lito-tecniche sono rappresentate da elementi geometrici georiferiti relazionati ad elementi descrittivi alfanumerici.

Per tutte le forme sono stati previsti gli attributi della tabella sotto riportata.

Codice identificativo	Descrizione

8.3 Contenuti della carta

L'analisi ha permesso di distinguere le unità litotecniche riportate nella seguente tabella. Nell'ultima colonna si riporta per facilità di consultazione l'equivalente indicato nella carta geo-litologica.

Unità Geologico - tecniche		**Equivalente della Carta geo-litologica**	
Codice identificativo	**Descrizione**	**Unità**	**Codice identificativo**
LITOTIPI COERENTI			
LC2	Granito monolitologico non stratificato fratturato	Complesso intrusivo e filoniano tardo paleozoico	VLDa,b,c
LC4	Andesite monolitologico stratificato fratturato	Andesiti di Monte Arrubiu	MAB
LC6	Rocce metamorfiche, plurilitologico stratificato fratturato	Complesso metamorfico paleozoico	Da PMN a CAB
LITOTIPI INCOERENTI			
LI1	Materiale detritico eterogeneo ed eterometrico	Detriti di versante	PVM2c
LI2	Materiale granulare sciolto o poco addensato a granulometria non definita	Depositi alluvionali attuali dei corsi d'acqua	ba
LI3	Materiale granulare sciolto o poco addensato a prevalenza grossolana	Depositi alluvionali terrazzati	bna
LI5	Materiale granulare sciolto o poco addensato a prevalenza fine	Depositi di spiaggia	g2
LITOTIPI PSEUDO-COERENTI			
LP1	Materiale coesivo normalconsolidato (argille con limi)	Depositi eluviali	011D
LITOTIPI SEMI-COERENTI			
LS1	Materiale granulare cementato o molto addensato a grana prevalentemente grossolana	Depositi alluvionali antichi terrazzati	022B

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

LS2	Materiale granulare cementato o molto addensato a grana medio fine	Formazione del Cixerri	CIX

9 ATTRIBUZIONE DEI PESI ALLE CLASSI LITOLOGICHE

Per litologia, non si intendono unicamente le caratteristiche della natura dei terreni (sedimentari, vulcanici, metamorfici) ma anche le caratteristiche fisico-meccaniche ad essi relative (compattezza, grado di cementazione, stratificazione, scistosità).

Per l'attribuzione dei pesi si fa riferimento alle principali esperienze metodologiche riportate in bibliografia e alla conoscenza diretta delle caratteristiche dei litotipi affioranti nel territorio di studio desunte dalle indagini geognostiche. La scala dei valori da applicare va da 1 e 10; i valori più alti corrispondono ai termini litologici più resistenti, compatti, poco alterati, mentre quelli più bassi ai termini più fragili e sciolti. In tabella sono indicati, i pesi relativi alle classi litologiche individuabili nel territorio esaminato raggruppate sulla base della carta geologica-tecnica.

Tabella 1. Attribuzione dei pesi alle classi litologiche

Codice Unità geologico tecnica	Codice unità litologica	Descrizione	Peso
LP1	011D	Materiale coesivo normalconsolidato (argille con limi)	2
LI1	PVM2c	Materiale detritico eterogeneo ed eterometrico	3
LI2	ba	Materiale granulare sciolto o poco addensato a granulometria non definita	3
LC6	Da PMN a CAB	Rocce metamorfiche, plurilitologico stratificato fratturato	7
LC4	MAB	Andesite monolitologico stratificato fratturato	7
LS2	CIX	Materiale granulare cementato o molto addensato a grana medio fine	5
LI3	bna	Materiale granulare sciolto o poco addensato a prevalenza grossolana	5
LS1	022B	Materiale granulare cementato o molto addensato a grana prevalentemente grossolana	6
LI3	bna	Materiale granulare sciolto o poco addensato a prevalenza grossolana	5
LC2	VLDa,b,c	Granito monolitologico non stratificato fratturato	8

10 CARTA DELL'USO DEL SUOLO -TAVOLA PG03

La cartografia realizzata si basa sui dati estratti dal documento "Aggiornamento della cartografia dell'uso del suolo nel territorio della regione Sardegna – R.A.S. - anno 2006".

Nella carta dell'uso del suolo è stata elaborata la suddivisione del territorio nelle varie classi disponibili secondo il 3°, 4°e 5°livello della Corinne Land Cover.

La presenza di una copertura vegetale costituisce una protezione della superficie del terreno dall'azione degli agenti atmosferici e un'azione di consolidamento esercitata dall'apparato radicale. Un bosco ad alto fusto è, generalmente, un impedimento al dissesto idrogeologico (massima impedenza), mentre un terreno lavorato stagionalmente, arato con sistemazione ad esempio a "rittochino" è uno scarso impedimento all'erosione e all'instabilità del pendio (impedenza minima o nulla).

Nell'elenco che segue si riportano, le classi di uso del suolo che sono state riconosciute nel settore in studio; ad ogni classe è stato attribuito un peso, secondo le principali esperienze metodologiche riportate in bibliografia. Al termine della descrizione principale tra parentesi sono indicati rispettivamente i valori di impedenza e i pesi ad esse corrispondenti.

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

ELENCO CLASSI DI USO DEL SUOLO, IMPEDENZA AL DISSESTO E PESO ATTRIBUITO

n°	Sigla USD	Classi di uso del suolo	Impedenza	Peso
1	1111	TESSUTO RESIDENZIALE COMPATTO E DENSO	mediocre	0
2	1112	TESSUTO RESIDENZIALE RADO	mediocre	0
3	1121	TESSUTO RESIDENZIALE RADO E NUCLEIFORME	mediocre	0
4	1122	FABBRICATI RURALI	mediocre	0
5	2111	SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	nulla	-2
6	2112	PRATI ARTIFICIALI	mediocre	0
7	2124	COLTURA IN SERRA	nulla	-2
8	221	VIGNETI	nulla	-2
9	222	FRUTTETI E FRUTTI MINORI	mediocre	0
10	223	OLIVETTI	mediocre	0
11	241	COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE A COLTURE PERMANENTI	mediocre	0
12	2411	COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE ALL'OLIVO	mediocre	0
13	2413	COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AD ALTRE COLTURE PERMANENTI	mediocre	0
14	242	SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	mediocre	0
15	244	AREE AGROFORESTALI	buona	1
16	3111	BOSCO DI LATIFOGLIE	massima	2
17	31121	PIOPPETI, SALICETI, EUCALITTETI ECC. ANCHE IN FORMAZIONI MISTE	buona	1
18	31122	SUGHERETE	buona	1
19	3121	BOSCO DI CONIFERE	massima	2
20	321	AREE A PASCOLO NATURALE	mediocre	0
21	3222	FORMAZIONI DI RIPA NON ARBOREE	buona	1
22	3231	MACCHIA MEDITERRANEA	buona	1
23	3232	GARIGA	buona	1
24	3241	AREE A RICOLONIZZAZIONE NATURALE	buona	1
25	3242	AREE A RICOLONIZZAZIONE ARTIFICIALE	mediocre	0
26	333	AREE CON VEGETAZIONE RADA <5%E>40%	minima	-1
27	5122	BACINI ARTIFICIALI	nulla	-2

11 CARTA DELLE CLASSI DI PENDENZA DEI VERSANTI – TAVOLA PG04

La pendenza dei versanti è un fattore molto importante in quanto maggiore è l'inclinazione di un pendio, maggiore è la tendenza al dissesto per effetto della gravità, dell'azione degli agenti atmosferici, senza la protezione della vegetazione che non riesce a insediarsi.

La carta è stata allestita mediante apposito software con base cartografica costituita dal modello digitale del terreno (DTM-SAR10) fornito dalla R.A.S. che permette di calcolare la pendenza percentuale con una maglia quadrata di lato pari a 10 metri.

La scelta delle classi non è ovviamente casuale, ma deriva dal riconoscimento sperimentale di alcuni valori limite in funzione di specifiche finalità operative.

In particolare, sulla base delle linee guida di adeguamento dei PUC al PAI e al PPR si definiscono le soglie indicate in Tabella 2.

Si precisa che nella cartografia di cui alla Tavola PG04 si rappresentano le classi previste dal PPR.

Da tutto ciò si deduce che la carta delle pendenze rappresenta uno strumento di primaria importanza per la realizzazione della carta della pericolosità, anche perché con il progressivo aumento delle pendenze, a parità di condizioni litotecniche e giaciturali, si ha un aumento del grado di instabilità di un versante.

Una maggiore inclinazione del versante favorisce inoltre l'erosione superficiale, con trasporto a valle del materiale detritico asportato da parte delle acque di corrivazione; per contro una inclinazione minore del

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

pendio favorisce i processi chimico-fisici di alterazione del substrato roccioso con formazione di suolo, data la maggiore permanenza delle acque di ristagno.

Tabella 2. Classi di pendenza e relativo peso attribuito

Classe di pendenza	Descrizione	Peso
0 -10%	Non si hanno in genere controindicazioni in termini di stabilità dei versanti	+2
10 -20%	Si possono verificare stati di instabilità dinamica in litologie costituite da sabbie sciolte, argille e limi soffici e detriti, se in presenza di falda superficiale	+1
20 – 35 %	Possono verificarsi dissesti nelle litologie sopra elencate anche non in presenza di acqua;	0
35 – 50 %	Possono verificarsi crolli o distacchi se in presenza di rocce poco cementate, alterate o fessurate sia per fenomeni fisici (gelo-disgelo), che tettonici	-1
>50	Possono verificarsi dissesti nelle litologie sopra elencate anche per terreni e rocce maggiormente cementate e meno alterate.	-2

12 CARTA DELLA INSTABILITA' POTENZIALE DEI VERSANTI – TAVOLA PG05

Sulla base della considerazione dei fattori descritti precedentemente e delle esperienze metodologiche, si definiscono le classi di instabilità potenziale dei versanti a cui corrispondono intervalli di valori (pesi) derivati dalle operazioni di sovrapposizione previste.

La metodologia di riferimento, è quella delle Linee guida del PAI, si fonda sull'individuazione dei principali elementi descrittivi che giocano un ruolo fondamentale nella propensione al dissesto dei versanti; si tratta dei caratteri morfologici (pendenza), della composizione litologica e delle condizioni di utilizzo del suolo.

Come descritto precedentemente, gli elementi dei singoli tematismi sono raggruppati in classi, per ottenere una rappresentazione aggregata del territorio; ad ogni classe viene attribuito un valore (peso) in funzione del ruolo esercitato nella produzione di un dissesto. Nelle successive operazioni di sovrapposizione, si effettua una combinazione (somma algebrica) dei valori assegnati, fino ad ottenere un punteggio finale, che rappresenta l'influenza complessiva che i fattori considerati hanno sulla stabilità del versante.

Questo valore ricade in un intervallo definito cui corrisponde una classe di instabilità potenziale.

La prima operazione avviene effettuando l'incrocio tra due elementi naturali che possono essere ritenuti costanti e non modificabili in tempi brevi, cioè la pendenza dei versanti e la litologia. La seconda operazione prevede l'incrocio tra il risultato della prima (somma algebrica dei pesi) e un elemento che invece può essere variato e può variare nel breve periodo sia dal punto di vista della copertura vegetale che dell'intervento antropico: l'uso del suolo.

Si propongono 5 classi di instabilità potenziale, con valore decrescente di gravità; la classe di maggiore instabilità è quella corrispondente a valori più bassi dei pesi (ridotte quindi sono le qualità dei fattori considerati) mentre un pendio stabile è rappresentato dai valori più alti (i fattori che contribuiscono hanno buone caratteristiche di tenuta).

Tabella 3 Classi di instabilità potenziale

Classe di instabilità	Descrizione	Pesi da - a
1	Situazione potenzialmente stabile	10 ÷12
2	Instabilità potenziale limitata	7÷9
3	Instabilità potenziale media	4÷6
4	Instabilità potenziale forte	1÷3
5	Instabilità potenziale massima	-3÷0

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

L'analisi dettagliata e puntuale di tutti i parametri relativi ai fattori considerati consente di inserire questi ultimi in opportune classi di appartenenza, e di attribuire ad essi un peso che andrà ad incidere percentualmente sullo stato di stabilità globale.

Effettuata la somma dei pesi relativi ai tre fattori considerati con la procedura precedentemente descritta, possiamo attribuire alle aree in esame la relativa "Classe di instabilità potenziale".

Dalla cartografia prodotta si evince che le aree pianeggianti e quelle debolmente acclivi caratterizzate da terreni dalle caratteristiche geotecniche da medie a buone e buon copertura vegetale rientrano nelle classi di instabilità 1 e 2, mentre quelle a più elevata pendenza ricadenti in terreni semilitoidi sono classificabili ad "instabilità potenziale da media a forte sino a massima".

13 CARTA GEOMORFOLOGICA E DEI FENOMENI FRANOSI - TAVOLA PG05

L'indagine geomorfologica si propone, attraverso un'analisi delle forme del paesaggio, di individuare i processi morfogenetici che agiscono nell'area e che nel loro insieme costituiscono la dinamica morfologica.

Sulla carta, il cui scopo è quello di consentire una visione sistematica di tutte le forme del terreno e di evidenziare sia i rapporti esistenti tra la forma ed il processo che l'ha determinata sia la disposizione geometrica della stessa, sono stati riportati tutti quei fenomeni geomorfologici che possono avere una particolare importanza ai fini dell'analisi della stabilità delle aree in esame.

In sintesi la carta geomorfologica fornisce informazioni che consentono di delineare un quadro completo dello stato della dinamica morfologica del territorio studiato in un determinato momento.

Tale tematismo è stato sviluppato per l'intera estensione del territorio in esame usando come base topografica la Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 e le foto aeree della regione Sardegna.

Le notazioni ricavate dalla foto-interpretazione sono state verificate in campagna ed integrate a mezzo rilevamento geomorfologico.

Con la cartografia geomorfologica sono state rappresentate le caratteristiche del paesaggio in riferimento ai fenomeni geologici e strutturali, geomorfologici e litologici; a queste unità vengono associate nel PPR norme di indirizzo e direttiva, ma anche di tutela e salvaguardia dei valori geologici (geositi e geomorfositi).

Lo schema di legenda adottato fa riferimento alla "Linee guida" proposte dal Servizio geologico Nazionale (Quaderno serie III, n. 4) e secondo la metodologia indicata nelle Linee Guida per l'adeguamento dei P.U.C. al P.P.R. e al P.A.I.

La redazione della carta ha previsto la raffigurazione dei caratteri morfografici e morfometrici, l'interpretazione della loro origine in funzione dei caratteri geomorfici (endogeni ed esogeni), passati e presenti, individuando la sequenza cronologica con la distinzione fra forme attive e forme non attive.

13.1 Descrizione geomorfologica generale

Da un esame delle carte topografiche e delle foto aeree della regione, è possibile osservare diverse formazioni geologiche con litotipi vari ed appartenenti a periodi geologici differenti. Essi conferiscono un aspetto variabile al territorio anche in funzione della risposta offerta dalle diverse litologie all'azione modellatrice degli agenti esogeni.

Il territorio in esame può essere schematicamente distinto in tre unità fiosiografiche principali:

A. l'unità fiosiografica montuosa
B. l'unità fiosiografica pedemontana
C. l'unità fiosiografica pianeggiante

13.1.1 A) Unità fiosiografica montuosa

La zona montuosa si distingue per la presenza di rilievi dalla forma aspra e articolata e in subordine collinare a seconda della loro composizione litologica. In genere le rocce le rocce metamorfiche danno luogo a forme morbide e declivi, mentre i graniti e le metarenarie formano versanti scoscesi e pietrosi e cime a rocciosità accentuata. Quarziti e calcari determinano sempre notevoli asperità emergendo in risalto con dirupi, propaggini rocciose e rotture di pendio.

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

Gli aspetti dominanti del paesaggio granitico sono essenzialmente due. Da un lato colpiscono le forme arrotondate degli inselberg, dei tor, delle strutture alveolari o delle lisce superfici affioranti del regolite, forme tipiche dei paesaggi sardi della Gallura e del Sarrabus, legate a processi di alterazione chimica di tipo idrolitico. D'altro lato esistono altresì forme apre e seghettate, a costituire creste rocciose, campanili, torrioni con notevoli accumuli detritici a valle di questi, dovute sempre a fenomeni di disgregazione meteorica in cui però gioca un ruolo fondamentale l'intensa fratturazione che interessa la roccia.

La corografia mette in luca un progressivo aumento delle quote verso il settore nord-occidentale del territorio, dove si distingue la cima di Punta Matta Sola (992 m slm) al confine con il Comune di Pula, lungo il quale si rilevano le maggiori altitudini.

I rilievi sono frequentemente solcati da canaloni, spesso disposti parallelamente fra loro, a testimonianza del fatto che la tettonica ha un ruolo fondamentale nei processi erosivi. I canali di erosione e le valli secondarie conferiscono nelle depressioni vallive principali dando luogo a conoidi alluvionali, come nel *Canale is Canargius e sul Rio Lilloni*.

Altre forme strutturali interessanti sono i **dicchi** (in genere quarziferi) che in seguito all'erosione selettiva delle rocce incassanti, si elevano come muraglioni per lunghi tratti seppure con sempre in modo continuo. Da nord verso sud si distinguono: *Sa Caxia de su Sermentu, Sa Murta e Monte Simboneddu*

Molto spesso le intrusioni quarzitiche danno luogo a creste nette e frastagliate (**creste rocciose**), da N a S si rilevano: *Perda Medau Aingiu, Punta sa Galanza, Su Stivalese, Punta sa Caxia, Punta de s'Ollasteddu, Guardiedda de is Scalittas e Andria Pastori,* e a forme isolate e residuali quali i **picchi rocciosi**, quali riconoscibili nelle località *Monti Mannu, Serra Lumbrosa, S'Acqua e Ferru*.

Nel settore di affioramento del complesso metamorfico si distingue la presenza di vaste aree caratterizzate da **roccia affiorante**, più o meno fratturate e con blocchi isolati di varie dimensioni. Da nord verso sud si distinguono: *Su Perdaxiu, Serra Lumbrosa, Sa Mitza Maureddu, Punta sa Calanza, , S'Acqua e Ferru, Andria Pastori, e Punt'e sa Stria.*

I complessi rocciosi sono altresì caratterizzati dalla presenza di **orli di scarpate ripide** che danno luogo a fenomeni di crollo di blocchi di varie dimensioni.

Nelle vallecole, lungo le linee di displuvio e a valle delle scarpate ripide del settore centrale del territorio montuoso si distingue la presenza di vaste aree occupate da **falde e coni detritici**, **crolli di massi e detriti** rocciosi che danno luogo a condizioni di instabilità molto elevata.

Le **valli fluviali** per la gran parte del loro corso sono modellate secondo il tipico "profilo a V" con versanti particolarmente ripidi, mentre solo localmente si aprono in forma di valli piatte. In genere sono incassate e in particolare gli affluenti dei corsi da'cqua principali presentano un reticolo condizionato dalla tettonica e dalle discontinuità litologiche. In alcuni tratti, si distinguono delle vere e proprie **forre**, quali il *Riu Andria Pastori* tra l'omonimo *Medau e la Dispensa Narboni Buceddo*, e poco più a valle prima della confluenza con il *Riu Lilloni*, dove formano delle bellezze naturali estremamente suggestive.

In corrispondenza delle "Arenarie della F. del Cixerri" si formano delle strutture rocciose mammelonari legate alla dinamica fluviale. Si tratta di concavità semisferiche più o meno grandi a forma di ciotola rovesciata meglio note con il nome di "**marmitte**". Sono bene visibili nell'alveo del Riu Mannu a valle del ponte omonimo nella periferia ovest del centro abitato e presso il ponte che dalla frazione de "Is Fossus" porta a Sarroch.

13.1.2 B) Unità fiosiografica pedemontana

Il settore pedemontano comprende le località *Campu sa Menudula, is Benazzeddu, su Guventeddu, Medau Suergiu, is Fossus, su Zinnibiri e Is Crabileddu* ed è caratterizzatola una coltre detritica disposta lungo un piano con debole pendenza che degrada con continuità verso la piana costiera, meglio noto con il nome di "**glacìs**". L'origine di queste coltri è legata a fenomeni di ruscellamento diffuso e conseguente erosione areale, verificatesi durante periodi climatici più freddi e umidi (Pleistocene) rispetto all'attuale.

Verso la piana i glacìs passano ad alluvioni quaternarie che in parte hanno rimaneggiato i suddetti depositi. Entrambi hanno una matrice bruno-rossastra, ma i primi si contraddistinguono per la presenza dei clasti a spigoli vivi, avendo subito un brevissimo o nessun trasporto.

In località *Is Crabileddu, Su Guventu, Is Bennazzedus e Campu sa Mendula* pur non essendo in atto particolari fenomeni erosivi, la zona, per la presenza di un vasta area occupata da un detrito di versante, richiede un monitoraggio nel tempo, visto che la natura non lapidea dei terreni di imposta risulta

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

particolarmente vulnerabile a fenomeni di erosione da parte delle acque incanalate, che hanno costituito l'attuale assetto morfologico.

13.1.3 C) Unità fiosiografica pianeggiante

Il *settore pianeggiante* è occupato da alluvioni di varia età costituite da materiali litici più o meno cementati e addensati. L'assetto morfologico è il risultato di episodi alterni di sedimentazione ed erosione fluviale: durante le fasi di erosione i corsi d'acqua hanno inciso profonde valli nei sedimenti prima deposti. Le valli sono state successivamente colmate da nuovi apporti solidi che hanno originato dei terrazzi fluviali ben visibili lungo il *Riu Mannu, il Riu Baustella ed il Canale is Molentis*, a dimostrazione che in passato dovevano certamente avere portate superiori alle attuali.

In particolare, sulla sponda destra del *Riu Mannu*, i terrazzi sono disposti in più ordini secondo una sequenza a gradonata (*Medau Suergiu e Crabileddu*). D'altra parte questo è anche il più importante corso d'acqua dell'area in esame che riceve gli apporti della zona montuosa attraverso il *Riu Lilloni, il riu Monti Nieddu* e di modesti affluenti laterali.

L'uniformità del settore pianeggiante è interrotta frequentemente da cupole o coni di origine vulcanica. I coni vulcanici rappresentano le forme relitte del disfacimento di un complesso andesitico ad affinità calcoalcalina, non molto esteso ed affiorante a Nord ed Est dell'area indagata in questo studio. Le vulcaniti formano piccoli rilievi le cui quote non superano i 262 m s.l.m. (*Monte Arrubiu*), hanno delle dorsali allungate in direzione NO – SE e i fianchi, spesso ripidi, con forme aspre derivate dall'erosione differenziale.

In questo settore si distinguono anche delle **forme artificiali** di origine antropica che per l'elevato impatto sul paesaggio sono state identificate e cartografate. Si tratta degli **argini lungo il Rio Mannu** ad ovest del centro abitato e di un area di cava posta sempre lungo il Rio Mannu a valle del paese in località *su Parargiu*.

Il settore adiacente al centro urbano è perimetrato in area PAI con rischio idraulico sino a Ri4. Tale situazione ha portato ad eseguire un intervento di risagomatura e sistemazione spondale suddiviso in due stralci funzionali. I progetti hanno previsto il rafforzamento degli argini esistenti attraverso la messa in opera di gabbioni, materassi reno e scogliera in massi alla rinfusa. I suddetti interventi, indispensabili per la messa in sicurezza delle aree soggette a rischio idraulico, hanno determinato la perdita delle valenze paesaggistiche originarie.

Relativamente **all'area di cava**, dalle notizie storiche raccolte si evince che negli anni '80 tale porzione di territorio è stata oggetto di ingenti operazioni di scavo che hanno asportato notevoli quantitativi di materiale sciolto alluvionale.

13.1.4 Idrografia

L'idrografia superficiale dell'area in esame risulta articolata in un corso d'acqua principale rappresentato appunto dal *Riu Mannu* e dai suoi affluenti *Riu di Monte Nieddu, il Riu Baustella e il Riu su Molenti* .

Il Riu Mannu trae origine dai rilievi paleozoici di is Cannoneris con un bacino di circa 67,5 Kmq; in località Crabileddu si aggiungono gli apporti del suo affluente principale, il Riu di Monte Nieddu. Quest'ultimo raccoglie le acque dei rilievi del Monte Mannu e si sviluppa, ad eccezione del tratto iniziale, a NE del limite comunale di Villa San Pietro. Gli altri affluenti importanti sono il Riu Baustella e il Riu su Molenti; il primo nasce ad Ovest del territorio in esame in corrispondenza del Monte Calcinaio, mentre il secondo occupa un bacino di modeste dimensioni situato nella parte settentrionale del centro abitato.

I bacini idrografici di questi corsi d'acqua si estendono ben oltre i limiti amministrativi del territorio comunale. Nella seguente tabella sono indicate le rispettive superfici di ciascun sub-bacino idrografico e la superficie totale del bacino idrografico:

BACINO IDROGRAFICO PRINCIPALE ***RIO MANNU***		
SUB-BACINI	**NOME**	**Superficie [Km^2]**
SUB-BACINO **A**	*Riu Mannu*	67,5
SUB-BACINO **B**	*Riu di Monte Nieddu*	46,8
SUB-BACINO **C**	*Riu Baustella e Riu su Molenti*	13,5
AREA TOTALE DEL BACINO A+B+C		127,8*

** Calcolata a valle dell'abitato in corrispondenza dell'intersezione tra corso d'acqua e limite amministrativo.*

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

Le portate dei corsi d'acqua, stante l'impostazione dei bacini prevalentemente su litologie a permeabilità molto bassa, risultano legate all'andamento stagionale delle precipitazioni.

Episodio di piena del 5 aprile 2005

In occasione di precipitazioni eccezionali il Riu Mannu ha sicuramente una capacità erosiva e di trasporto maggiore ed il flusso impegna completamente l'alveo di piena. Durante le ultime stagioni invernali e in particolare in occasione dell'evento di piena eccezionale avvenuto in data 5 aprile 2005 (v. foto) si è registrato un forte incremento dei deflussi superficiali, che hanno prodotto il trasporto di rilevanti quantitativi di materiale medio - grossolano e lo spostamento locale di blocchi di notevoli dimensioni (diametro circa 1 m).

13.2 Attività di adeguamento del PUC al PPR e PAI

13.2.1 Quadro di riferimento tecnico

Con la cartografia geomorfologica sono state rappresentate le caratteristiche del paesaggio in riferimento ai fenomeni geologici e strutturali, geomorfologici e litologici; a queste unità vengono associate nel PPR norme di indirizzo e direttiva, ma anche di tutela e salvaguardia dei valori geologici (geositi e geomorfositi).

Lo schema di legenda adottato fa riferimento alla "Linee guida" proposte dal Servizio geologico Nazionale (Quaderno serie III, n. 4) e secondo la metodologia indicata nelle Linee Guida per l'adeguamento dei P.U.C. al P.P.R. e al P.A.I.

La redazione della carta fa previsto la raffigurazione dei caratteri morfografici e morfometrici, l'interpretazione della loro origine in funzione dei caratteri geomorfici (endogeni ed esogeni), passati e presenti, individuando la sequenza cronologica con la distinzione fra forme attive e forme non attive.

13.2.2 Modello dei dati

Il modello dei dati utilizzato è di tipo GIS, in cui le forme e i processi sono rappresentati da elementi geometrici georiferiti relazionati ad elementi descrittivi alfanumerici. Nel modello gli elementi geometrici che rappresentano le forme/voci di legenda sono stati registrati in tre tabelle distinte di attributi: elementi puntuali, elementi lineari, elementi areali; la corrispondenza con la forma/voce di legenda è assicurata dal codice Geomorfologia e dalla descrizione.

Per tutte le forme sono stati previsti gli attributi della tabella sotto riportata.

Codice identificativo	Codice geomorfologia	Descrizione	Cronologia delle forme	Stato di evoluzione

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

13.2.3 Contenuti della carta

13.2.3.1 Dati idrografici

La base idrografica è stata estratta dallo strato informativo del GeoDB 10k e confrontata con la base idrografica della CTRN.

13.2.3.2 Dati litologici

Sono stati distinti il "substrato" dalle formazioni superficiali, intendendo per queste ultime i materiali detritici direttamente collegati con l'evoluzione del rilievo attualmente osservabile, indipendentemente dal loro grado di cementazione e dalla loro età. Questa distinzione consente di separare a grandi linee le aree prevalentemente sottoposte ai processi di erosione, da quelle dominate dai processi di deposizione legati all'attuale assetto morfologico.

Le formazioni del substrato, rielaborate dalla Carta geo-litologica corrispondente, sono ripartite con criteri geomorfologici in categorie litologiche fondamentali, in base al loro grado di resistenza ai processi di degradazione ed erosione, o ad altri fattori che possono assumere importanza nella morfogenesi.

Per il "substrato" sono state utilizzate campiture, con tonalità molto basse e limiti in nero.

L'analisi ha permesso di distinguere le classi di litotipi riportate nella seguente tabella. Nell'ultima colonna si è indicato il litotipo equivalente indicato nella carta geologica.

Materiali delle copertura detritica colluviale ed eluviale		
Codice geomorfologia	**Descrizione**	**Equivalente della Carta geo-litologica**
LD01	Materiali della copertura detritica eluviale e/o colluviale poco addensati e costituiti da elementi granulari sabbioso-ghiaiosi in limitata matrice limo-sabbiosa	Detriti di versante
LD03	materiali della copertura detritica colluviale poco consolidati e costituiti da frazione limo-argillosa prevalente con subordinate inclusioni sabbioso-ghiaiose e/o di blocchi lapidei	Depositi eluviali

Materiali alluvionali, morenici, lacustri, palustri e litorali		
Codice geomorfologia	**Descrizione**	**Equivalente della Carta geo-litologica**
LA01	materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi fluviali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa	Depositi alluvionali antichi terrazzati
LA03	materiali sciolti di alveo fluviale recente stabilizzati dalla vegetazione	Depositi alluvionali attuali dei corsi d'acqua
LA04	materiali sciolti di deposito recente ed attuale dell'alveo mobile e delle aree di esondazione recente	Depositi alluvionali recenti terrazzati

Forme di origine marina		
Codice geomorfologia	**Descrizione**	**Equivalente della Carta geo-litologica**
ML01	Lido rilevato	Depositi di spiaggia

Litologia del substrato		
Codice geomorfologia	**Descrizione**	**Equivalente della**

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

		Carta geo-litologica
LS04	Rocce costituite da alternanze di marne e arenarie	Formazione del Cixerri
LS07	Rocce effusive e vulcanoclastiche	Andesiti di Monte Arrubiu
LS08	Rocce intrusive	Complesso intrusivo
LS09	Rocce metamorfiche scistose	Complesso metamorfico

13.2.3.3 Dati morfogenetici

Prima di passare all'analisi dei processi morfogenetici ed alle relative forme, è opportuno specificare la distinzione che generalmente si adotta tra le forme in evoluzione e le forme non più in evoluzione:

- Per forme in evoluzione si intendono quelle in continua evoluzione, le cui dinamiche e modificazioni possono essere registrate in un breve intervallo temporale; si tratta quindi di fenomeni che non hanno raggiunto condizioni di equilibrio. Questi possono alternare periodi di massima dinamica a periodi di inattività temporanea, generalmente legati al ciclo stagionale. Si citano ad esempio l'azione erosiva delle acque incanalate, oppure fenomeni legati alla dinamica gravitativa sui versanti.
- Le forme "non più in evoluzione e non più riattivabili" nelle condizioni morfoclimatiche attuali: comprendono quelle fenomenologie che hanno raggiunto uno stato di equilibrio tale da far ritenere improbabili nuove evoluzioni in senso dinamico. Per tali forme non è quindi più attivo il processo morfogenetico che le ha innescate, né esistono indizi tali da far prevedere una successiva dinamica evolutiva, se non in seguito all'insorgere di nuovi fattori scatenanti.

I processi che operano il modellamento e l'evoluzione del rilievo sono suddivisi in più insiemi, contraddistinti mediante i colori: il colore dei simboli delle forme, dunque, ne indica la genesi.

Sono stati individuati e distinti cinque principali gruppi di forme e dei corrispondenti processi morfogenetici che le hanno generate. Nei prospetti che seguono si riportano le principali caratteristiche estratte dal database di supporto al GIS. Le sigle adottate per la cronologia delle forme sono le seguenti: Pl=pliocene; Pi= Pleistocene inf; Pm= Pleistocene medio; Ps= Pleistocene sup; Ol= Olocene; A= Attuale.

13.2.3.3.1 Forme strutturali e vulcaniche

Codice	**Descrizione**	**Cronologia delle forme**	**Stato di evoluzione**
GS02	Faglia certa		Non più in evoluzione
GS13	Orlo di scarpata ripida influenzata dalla struttura		In evoluzione
GS14	Cresta rocciosa		In evoluzione
GS15	Picco roccioso		In evoluzione
GS18	Dicco		Non più in evoluzione
GS19	Affioramenti di ammassi rocciosi più o meno fratturati e con blocchi isolati		In evoluzione

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

13.2.3.3.2 Forme di versante dovute alla gravità

Codice	Descrizione	Cronologia delle forme	Stato di evoluzione
VG15	Cono di detrito	Pl+A	In evoluzione
VG16	Falda detritica	Pl+A	In evoluzione

13.2.3.3.3 Forme fluviali e di versante dovute al dilavamento

Codice	Descrizione	Cronologia delle forme	Stato di evoluzione
FD01	Forra	Pl-A	In evoluzione
FD02	Marmitta	Pl-A	In evoluzione
FD15	Orlo di scarpata di erosione fluviale o di terrazzo:altezza inferiore a 5 metri	Pl-Ps	Non più in evoluzione
FD19	Alveo con recente tendenza all'erosione laterale	A	In evoluzione
FD28	Cono alluvionale con pendenza fra il 2% e il 10%	Pl+A	In evoluzione

13.2.3.3.4 Forme ed elementi di origine marina, lagunare e lacustre

Codice	Descrizione	Cronologia delle forme	Stato di evoluzione
ML01	Cordone litoraneo o Lido rilevato	Ol-A	In evoluzione

13.2.3.3.5 Forme artificiali

Codice	Descrizione	Cronologia delle forme	Stato di evoluzione
AN07	Orlo di scarpata di cava abbandonata o dimessa	A	Non più in evoluzione
AN22	orlo di scarpata di sbancamento	A	Non più in evoluzione
AN33	Argini principali	A	- -

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

14 IDROGEOLOGIA E CARTA IDROGEOLOGICA – TAVOLA PG07

Da un esame ad ampia scala si desume che buona parte del territorio in considerazione, è rappresentato da litologie caratterizzate da bassa conducibilità idraulica, in relazione alla presenza prevalente di rocce paleozoiche granitiche e scistose e da terreni terziari costituiti da arenarie-marne e vulcaniti, mentre solo subordinatamente da terreni quaternari a permeabilità media per porosità interstiziale.

Per quanto riguarda il complesso scistoso del paleozoico la permeabilità può ritenersi complessivamente bassa per fessurazione; localmente, in corrispondenza delle lenti carbonatiche, medio alta per fessurazione e carsismo.

Le formazioni del complesso granitico sono caratterizzate nel complesso da una bassa permeabilità mentre localmente in maniera proporzionale alla fratturazione la permeabilità cresce. La parte superficiale della formazione intrusiva ("graniti arenizzati") presenta un buon grado di permeabilità e durante il periodo umido può essere sede di una modesta falda superficiale.

A profondità differenti si ritrovano limitati affioramenti di rocce paleogeniche della Formazione del Cixerri, le quali si comportano da impermeabile relativo rispetto ai sedimenti quaternari sovrastanti, andando a costituire il substrato ideale per l'impostazione di bacini di raccolta delle acque piovane. Nel complesso la permeabilità è media, in particolare è media per porosità nei termini arenacei e conglomeratici, medioalta per fessurazione e carsismo nei termini cartonatici e bassa per porosità nei termini argillosi.

Le vulcaniti possiedono una permeabilità per fessurazione complessivamente medio-bassa, più alta nei termini con sistemi di fratturazione marcati (espandimenti ignimbritici e lavici) e più bassa in quelli meno fratturati (cupole di ristagno) e nei livelli epiclastici. Anche tale litotipo costituisce il substrato impermeabile delle alluvioni quaternarie.

I sedimenti quaternari costituiti da accumuli detritici risultano, nel loro complesso, a permeabilità media per porosità interstiziale, localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana, sede di falda freatica di medio-bassa produttività, alimentata dagli apporti pluviometrici diretti e dalle acque dei rii che parzialmente s'infiltrano nel sottosuolo in corrispondenza della fascia pedemontana e della piana.

Si differenziano da tali litologie i sedimenti argillosi sempre quaternari, prodotti di alterazione delle vulcaniti, caratterizzati da bassi valori di permeabilità.

Sulla base dei rilievi eseguiti nel territorio è possibile constatare che nelle aree costituite da sedimenti quaternari, sono concentrate numerose opere di captazione superficiali a largo diametro con una profondità media di 6-7 m che sfruttano le potenzialità della falda freatica. Di tali opere solo 2 risultano censite presso il Servizio del Genio Civile di Cagliari mentre per la gran parte si registra un utilizzo improprio della risorsa idrica.

L'utilizzo produttivo di questa risorsa rimane ancora problematico in quanto sempre più soggetto alle variazioni degli apporti pluviometrici nonché a quelli legati alle opere di sbarramento previste lungo i due principali corsi d'acqua (Diga sa Stria).

Per ciò che riguarda le opere di captazione profonda, sono stati individuati più di 50 pozzi (di cui solo circa 35 dotati delle relative autorizzazioni) per una profondità media di 81,0 m, ed una portata media di 1,0 L/s. Il maggior numero è concentrato nella zona pianeggiante nelle località di Crabileddu, Musciurida e Bardini, ad Ovest dell'abitato di Villa San Pietro. Tali pozzi intercettano, presumibilmente, le vulcaniti sottostanti e drenano sia le acque contenute nelle fratture di tali litologie, sia quelle degli acquiferi superficiali impostati nelle alluvioni.

Meno incerto appare l'utilizzo produttivo delle falde profonde che risentono in minore misura delle problematiche a cui sono soggetti i pozzi superficiali, in quanti i circuiti di ricarica hanno cicli pluristagionali e riserve regolatrici in genere maggiori.

Dal punto di vista idrogeologico lo schema della circolazione idrica sotterranea è quindi caratterizzato dalla presenza di due acquiferi distinti, separati da corpi geologici impermeabili o semi-impermeabili:

A. Acquifero superficiale (freatico): si tratta di un acquifero non protetto impostato sulle alluvioni quaternarie caratterizzate da una media-discreta conducibilità idraulica, portate medie e spessori della roccia serbatoio non superiori a 10-12 m;

B. Acquiferi profondi (in pressione): si tratta di più acquiferi impostati sui conglomerati vulcanici, sui graniti fratturati e/o alterati, sul complesso metamorfico e sulle litologie della Formazione del Cixerri.

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

I differenti acquiferi, ed in particolare quello superficiale dagli altri sono separati da strati di terreni con caratteristiche di conducibilità idraulica nel complesso tali da impedirne una interconnessione tra i due sistemi idrogeologici.

Allo scopo di valutare le risorse idriche aventi carattere idoneo di sfruttamento, si è proceduto ad applicare i risultati dello studio "Bilancio idrologico del Bacino del Rio Tintioni" situato nel confinante territorio comunale di Pula. La vicinanza dei due settori e l'analogia delle caratteristiche dei bacini ci permette di estendere i risultati dello studio al territorio in esame con un grado di approssimazione accettabile rispetto allo scopo dello studio.

La gran parte dei pozzi sono situati risultati nelle località di Crabileddu, Musciurida e Bardini, ricadenti nei bacini idrografici del Rio Baustella e nel Rio su Guventeddu, caratterizzati da un bacino idrografico totale di circa 11 Kmq. Pertanto il bilancio è stato effettuato limitatamente a tale settore.

Una volta note le grandezze del bilancio idrologico espresse in mm di colonna d'acqua, sulla base delle dimensioni del bacino idrografico (A=11,0 Kmq) e adottando la semplificazione che bacino idrogeologico e bacino idrografico siano coincidenti si è proceduto alla valutazione dei volumi idrici delle risorse idriche disponibili.

Bilancio idrologico Rii Baustella e Guventeddu e calcolo volumi

Grandezza	**Simbolo**	**Altezze**		**Volumi**	
		mm	m	mc/anno	%
Precipitazioni	P	594	0,594	6.531.000	100%
Deflusso superficiale	Qs	80	0,142	1.562.000	24%
Evapotraspirazione reale	ET	349	0,349	3.844.000	59%
Infiltrazione sotterranea	Ie	150	0,088	968.000	15%

Le quantità di acque in volume che si infiltrano mediamente ogni anno (968.000 mc) costituiscono la risorsa idrica sotterranea rinnovabile del bacino o ricarica utile, che può essere utilizzata senza che ciò possa provocare eccessivi squilibri al ciclo idrologico naturale. La loro completa utilizzabilità è ovviamente teorica perché esistono volumi idrici non sfruttabili in quanto necessari per mantenere alcuni equilibri idrogeologici indispensabili per la salvaguardia degli aspetti qualitativi delle risorse stesse (per esempio, l'equilibrio tra acqua di falda ed acqua marina).

Il totale dei prelievi, calcolato sulla base dei pozzi autorizzati, si attesta circa 25% della ricarica utile, per cui si può ammettere che con il quadro a disposizione lo sfruttamento delle risorse sotterranee non andrà mai ad intaccare le riserve idriche risultando ambientalmente sostenibile senza che ciò possa provocare squilibri al ciclo idrogeologico naturale. In tale bilancio restano ovviamente esclusi i pozzi privi di autorizzazione che vanno ad incrementare in maniera significativi il totale dei prelievi.

14.1 VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI

La definizione delle condizioni di vulnerabilità della falda si basa su valutazioni quantitative che tengono conto della permeabilità e tipologia dell'acquifero e dello spessore della sua copertura; la attribuzione delle classi di vulnerabilità ha adottato il seguente schema:

Unita idrogeologica	**Classe di permeabilità**	**Vulnerabilità delle falde superficiali**	**Vulnerabilità delle falde profonde**
Alluvioni	Permeabilità medio alta per porosità interstiziale	**Elevata**	Bassa
Depositi di versante	Permeabilità media per porosità interstiziale	Media	Bassa
Arenarie e argille marnose (F. Cixerri)	Permeabilità bassa per porosità interstiziale	Bassa	Bassa
Complesso vulcanico delle andesiti	Permeabilità bassa per fessurazione	Bassa	Bassa
Complesso intrusivo dei graniti e metamorfico	Permeabilità bassa per fessurazione	Bassa (in funzione del grado di fratturazione)	Bassa

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

La vulnerabilità della falda superficiale attestata in corrispondenza del materasso alluvionale dei vari corsi d'acqua, è stata confermata come elevata: siamo di fronte infatti ad un acquifero libero in materiali alluvionali a granulometria da grossolana a media, con buone caratteristiche idrogeologiche e di emungimento.

La protezione è modesta ed è costituta da depositi da fini a medi (limi sabbiosi prevalenti sovrastanti sabbie) di spessore limitato, max 1 mt. La superficie della falda è in stretta relazione con le acque dei rii e con il regime delle precipitazioni.

Risulta evidente l'estrema sensibilità dell'area rispetto ad un inquinante idroveicolato proveniente dalla superficie. Le permeabilità sia verticali che orizzontali sono medie ed il tempo di arrivo di un inquinante ad un eventuale pozzo sarebbe modesto.

Per quanto riguarda gli acquiferi profondi, si può ritenere che la vulnerabilità delle falde in pressione sia sempre bassa-bassissima, infatti i dati stratigrafici relativi alle trivellazioni dei pozzi hanno messo in luce che tutti gli acquiferi sono protetti da ammassi rocciosi praticamente impermeabili tali da impedire qualsiasi interconnessione con la soprastante falda superficiale.

14.2 Attività di adeguamento del PUC al PPR

14.2.1 Quadro di riferimento tecnico

Con la cartografia idrogeologica si è proceduto alla rappresentazione delle informazioni raccolte sul territorio in esame rappresentabili in elementi puntuali, lineari e areali. In particolare, sono stati individuati e distinti i pozzi superficiali da quelli profondi, l'idrografia, gli spartiacque ed infine è stata eseguita la classificazione delle diverse unità Idrogeologiche.

14.2.2 Modello dei dati

Il modello dei dati utilizzato è di tipo GIS, in cui le forme e i processi sono rappresentati da elementi geometrici georiferiti relazionati ad elementi descrittivi alfanumerici. Nel modello gli elementi geometrici che rappresentano le forme/voci di legenda sono stati registrati in tre tabelle distinte di attributi: elementi puntuali, elementi lineari, elementi areali; la corrispondenza con la forma/voce di legenda è assicurata dal codice Idrogeologia e dalla descrizione.

Per tutte le forme sono stati previsti gli attributi della tabella sotto riportata.

Codice identificativo	Codice idrogeologia	Nome Unità Idrogeologica	Litologia	Descrizione permeabilità

14.2.3 Contenuti della carta

14.2.3.1 Dati idrografici e pozzi

La base idrografica è stata estratta dallo strato informativo del GeoDB 10k e confrontata con la base idrografica della CTRN. Oltre ai corsi d'acqua sono stati rappresentati anche i laghi naturali e/o artificiali. Per quanto riguarda le opere di captazione si proceduto a individuare e distinguere i pozzi superficiali da quelli profondi. Nella tabella che segue si riporta la codifica indicata nel GIS

Codice idrogeologia	Descrizione
IS01	Corso d'acqua permanente
IS02	Corso d'acqua temporaneo
IS04	Lago naturale o artificiale
IS06	Area soggetta a inondazioni periodiche
IS10	Spartiacque superficiali principali
IP01	sorgente (Q<1 L/s)
IP08	Pozzo freatico
IP09	Pozzo con falda in pressione

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

14.2.3.2 Unità idrogeologiche e classi di permeabilità

Per la definizione delle classi di permeabilità si utilizzeranno le informazioni ricavabili dalla cartografia geo-litologica, riclassificandole in unità litologiche omogenee, aventi oltre che una comprovata unità spaziale e giaciturale, anche un tipo di permeabilità prevalente in comune e un grado di permeabilità relativa che si mantiene in un campo di variazione piuttosto ristretto. La valutazione, che in questo ambito sarà principalmente di tipo qualitativo, si riferisce a valori di permeabilità classificati nei quattro intervalli definiti nella seguente tabella.

Grado di permeabilità relativa	Coefficiente di permeabilità [m/s]
Alto	$K>10^{-2}$
Medio alto	$10^{-4}<K<10^{-2}$
Medio basso	$10^{-9}<K<10^{-4}$
Basso	$K<10^{-9}$

Di seguito si riporta la legenda con cui sono state rappresentate le classi di permeabilità descritte secondo i parametri geo-litologici (ossia la corrispondenza tra unità geo-litologiche e unità idrogeologiche), la descrizione qualitativa della permeabilità e l'appartenenza all'Unità idrogeologica regionale.

Come si evince dalla tabella molte unità lito-stratigrafiche sono accorpate e riunite in un'unica Unità Idrogeologica aventi caratteristiche idrauliche simili.

Unità lito-stratigrafica	**Codice idrogeologia**	**Nome Unità Idrogeologica**	**Litologia**	**Descrizione permeabilità**
Depositi alluvionali attuali dei corsi d'acqua	2	Unità delle Alluvioni Plio-Quaternarie	Depositi alluvionali conglomeratici, arenacei, argillosi	Permeabilità per porosità complessivamente medio bassa; localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana
Depositi di spiaggia	1	Unità Detritico-Carbonatica Quaternaria	Sabbie marine, di spiaggia e dunari	Permeabilità alta per porosità e, nelle facies carbonatiche, anche per fessurazione
Depositi eluviali	2	Unità delle Alluvioni Plio-Quaternarie	Depositi alluvionali conglomeratici, arenacei, argillosi	Permeabilità per porosità complessivamente medio bassa; localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana
Depositi alluvionali recenti terrazzati	2	Unità delle Alluvioni Plio-Quaternarie	Depositi alluvionali conglomeratici, arenacei, argillosi	Permeabilità per porosità complessivamente medio bassa; localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana
Depositi alluvionali antichi terrazzati	2	Unità delle Alluvioni Plio-Quaternarie	Depositi alluvionali conglomeratici, arenacei, argillosi	Permeabilità per porosità complessivamente medio bassa; localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana
Detriti di versante	*2*	*Unità delle Alluvioni Plio-Quaternarie*	*Depositi alluvionali conglomeratici, arenacei, argillosi*	*Permeabilità per porosità complessivamente medio bassa; localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana*

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

Andesiti di Monte Arrubiu	7	Unità delle vulcaniti Oligo-Mioceniche	Andesiti, andesiti basaltiche, basalti andesitici e rari basalti, talora brecciati, in cupole di ristagno e colate, con associati prodotti piroclastici; filoni associati	Permeabilità per fessurazione complessivamente medio-bassa, più alta nei termini con sistemi di fratturazione marcati (espandimenti ignimbritici e lavici) e più bassa in quelli meno fratturati (cupole di ristagno) e nei livelli epiclastici
Formazione del Cixerri	8b	Unità Detritico-Carbonatica Eocenica	Calcari marnosi, marne argillose, argille arenarie e conglomerati	Permeabilità complessiva media; media per porosità nei termini arenacei e conglomeratici; medioalta per fessurazione e carsismo nei termini carbonatici; bassa per porosità nei termini argillosi
Leucograniti a biotite	11	Unità Magmatica paleozoica	Complesso intrusivo ercinico: leucograniti, monzograniti, granodioriti, tonaliti, gabbri, gabbro-tonaliti, granitoidi, filoni di porfidi riolitici, aplitici, pegmatitici, di quarzo e basaltici, ammassi di micro-graniti;	Permeabilità complessiva bassa per fessurazione; localmente media in corrispondenza delle aree con sistemi di fratturazione sviluppati
Complesso metamorfico paleozoico non meglio distinto	12	Unità Metamorfica Superiore Paleozoica	Argilloscisti, metarenarie, metasiltiti, metavulcaniti, metatufi, metatufiti, quarziti, metapeliti, metaconglomerati, metarcosi, metagrovacche, filladi, marmi, metacalcari nodulari, subordinati metacalcari	Permeabilità complessiva bassa per fessurazione; localmente, in corrispondenza delle lenti carbonatiche, medioalta per fessurazione e carsismo

15 CARATTERISTICHE METEO-CLIMATICHE DEL BACINO DI APPARTENENZA

L'analisi climatica finalizzata alla caratterizzazione del regime pluviometrico dell'area in esame è stata condotta attraverso l'elaborazione dei dati di pioggia registrati nelle stazioni più prossime al territorio in esame, ossia Pula, Domus de Maria, Pantaleo e Is Cannoneris. Relativamente alle temperature sono disponibili solo idati della stazione di Cagliari-Elmas.

I dati di pioggia media mensile si riferiscono al settantennio 1922 - 1992.

Nella seguente tabella e nel grafico si riportano i dati medi mensili di pioggia relativi al periodo 1922-1992 per ciascuna stazione, nonché i valori di temperatura.

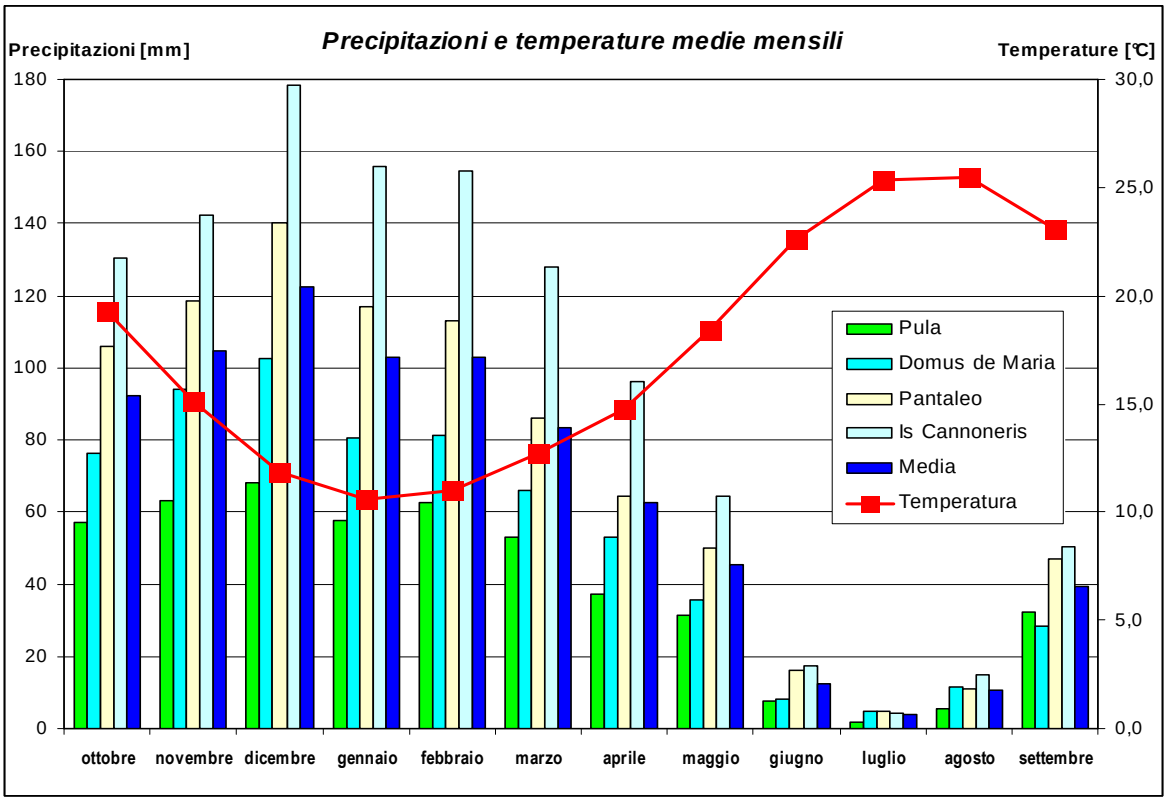
Dall'analisi della tabella si evince che le precipitazioni non sono uniformemente distribuite nel territorio comunale, ma sono, come prevedibile, strettamente correlate all'altitudine della regione (v. stazioni di Pantaleo e Is Cannoneris). La piovosità media annua è pari a 782,4 mm/a con i valori più elevati compresi tra ottobre e febbraio.

Attualmente gli apporti pluviometrici di carattere stagionale provocano, nei corsi d'acqua, fenomeni di piena in occasione delle prime piogge autunnali e dei massimi di portata durante i mesi di febbraio-marzo. Successivamente le portate decrescono in maniera pressoché continua poiché alimentate quasi esclusivamente dalle falde freatiche. Durante la stagione secca (maggio-settembre) i tratti a monte dei corsi d'acqua risultano in parte o del tutto privi di deflusso superficiale pur mantenendolo parzialmente nei tratti a valle.

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

Tabella 4. Dati pluviometrici medi mensili – Fonte Servizio Idrografico e S.A.R.

Mesi	Precipitazioni Stazione Pula (quota 240 m slm) [mm]	Precipitazioni Stazione Domus de Maria (quota 84 m slm) [mm]	Precipitazioni Stazione Pantaleo (quota 240 m slm) [mm]	Precipitazioni Stazione Is Cannoneris (quota 716 m slm) [mm]	Precipitazioni medie [mm]	Temperatura Media Stazione di Cagliari - Elmas [℃]
ottobre	57	76,1	106,1	130,5	92,4	19,3
novembre	63	93,9	118,7	142,5	104,5	15,1
dicembre	68,1	102,5	140,2	178,5	122,3	11,9
gennaio	57,8	80,6	117,0	156,0	102,8	10,6
febbraio	62,5	81,3	112,9	154,7	102,9	11,0
marzo	53	66,1	86,1	128,0	83,3	12,7
aprile	37,1	52,9	64,3	96,2	62,6	14,8
Totale stagione umida	***398,5***	***553,4***	***745,3***	***986,4***	***670,9***	*//*
maggio	31,4	35,7	49,8	64,3	45,3	18,4
giugno	7,5	7,9	16,2	17,2	12,2	22,6
luglio	1,6	4,7	4,8	4,3	3,9	25,3
agosto	5,4	11,5	11,1	14,9	10,7	25,5
settembre	32,1	28,5	46,9	50,3	39,5	23,1
Totale stagione umida	***78,0***	***88,3***	***128,8***	***151,1***	***111,5***	*//*
Media annuale	**476,5**	**641,7**	**874,1**	**1137,5**	**782,4**	17,5



Relativamente ai dati di pioggia media annuale, sono disponibili solo per le stazioni di Pula/Villa San Pietro[1] e per Domus de Maria anche i dati dal 1992 al 2001.

[1] *La stazione di Pula dal 1992 è stata spostata chiusa e trasferita a Villa San Pietro*

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

Nella seguente tabella e nel grafico si riportano i valori medi, massimi e minimi nel periodo temporale considerato. Le variazioni sono considerevoli, così come rappresentato nei grafici delle successive pagine, nei quali si raffigura l'andamento annuale delle precipitazioni medie dal 1922 al 1992/2001 e la relativa media mobile.

Analisi dei dati di precipitazione annuale

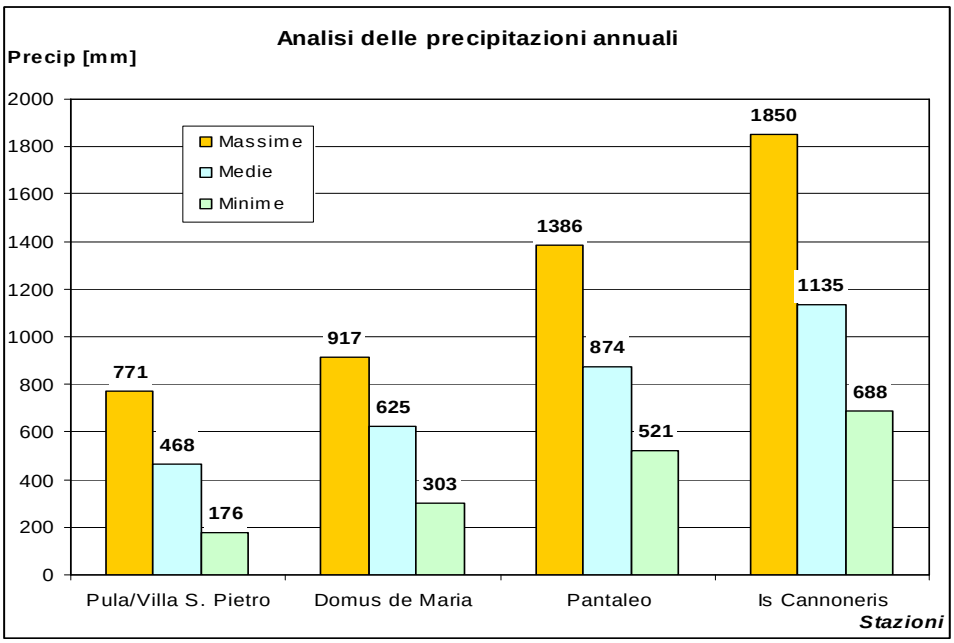
Stazione	***Precipitazione media [mm] 1922-1992/2001***	***Precipitazione massima [mm] 1922-1992/2001***	***Precipitazione minima [mm] 1922-1992/2001***
Pula/Villa S. Pietro [1]	467,9	771,3	176,0
Domus de Maria	625,2	917,2	303,2
Pantaleo	874,1	1385,5	520,9
Is Cannoneris	1134,7	1850,2	688,0

Le variazioni climatiche, gli effetti della temperatura combinata alle precipitazioni, provocano il degrado e il disfacimento delle rocce e la conseguente produzioni di detriti sciolti e instabili. Dati bibliografici (Linee Guida PAI), indicano la piovosità media annua come fattore predisponente al dissesto, secondo la **Tabella 7**.

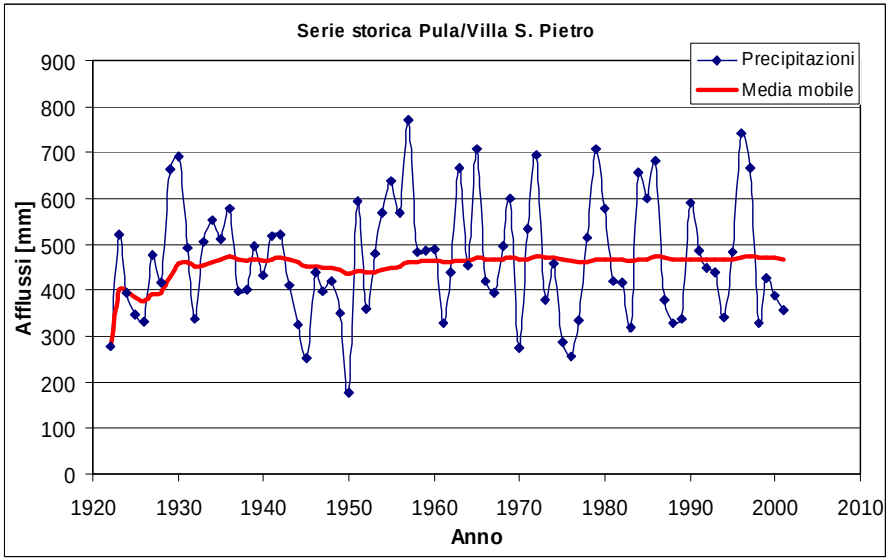
Tabella 5. Influenza della piovosità media annua sulla propensione al dissesto.

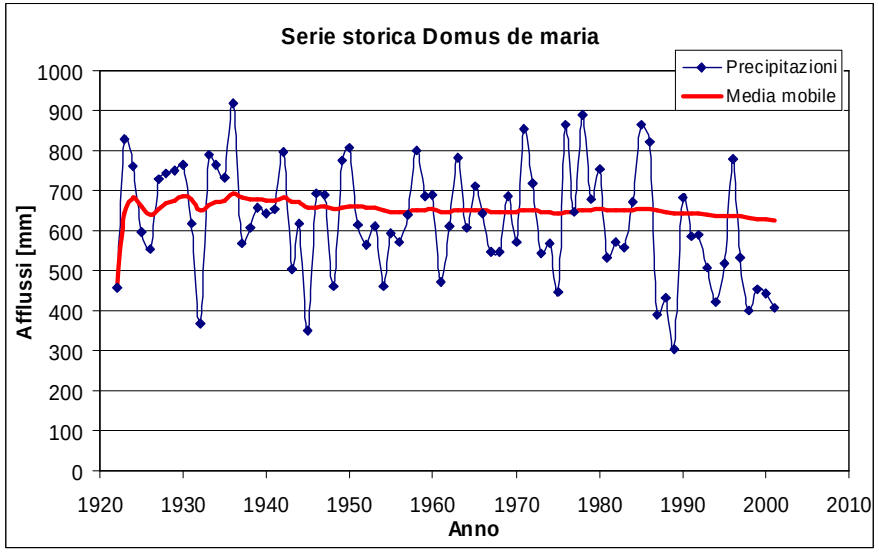
Precipitazioni (mm/anno)	*Zona*
> 1600	*sicuramente franosa*
1600 - 1300	*probabilmente franosa*
1300 – 1000	*mediamente franosa*
1000 – 700	*raramente franosa*
<700	*non franosa*

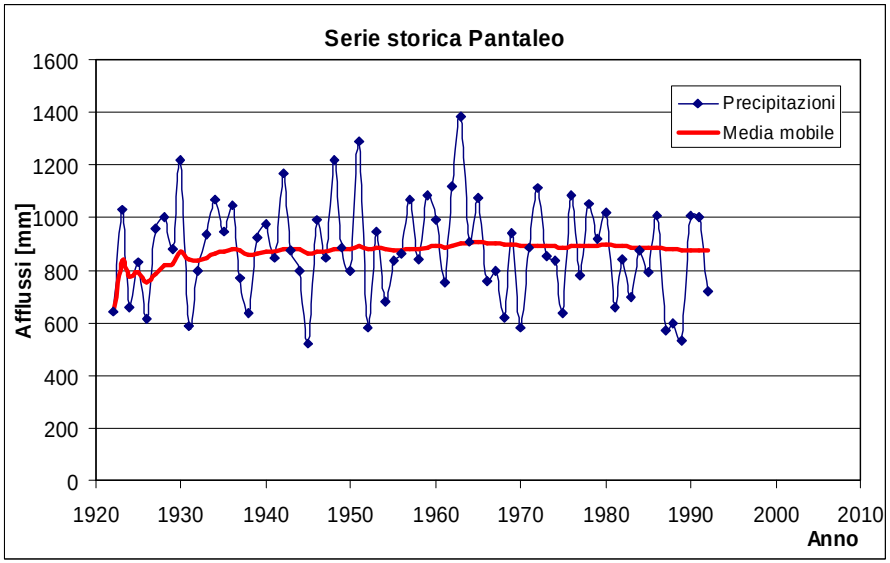
Secondo tale classificazione l'area in esame, con una precipitazione media di circa 800 mm/anno) rientra nelle zone raramente franose la cui predisposizione è legata al fattore piovosità.

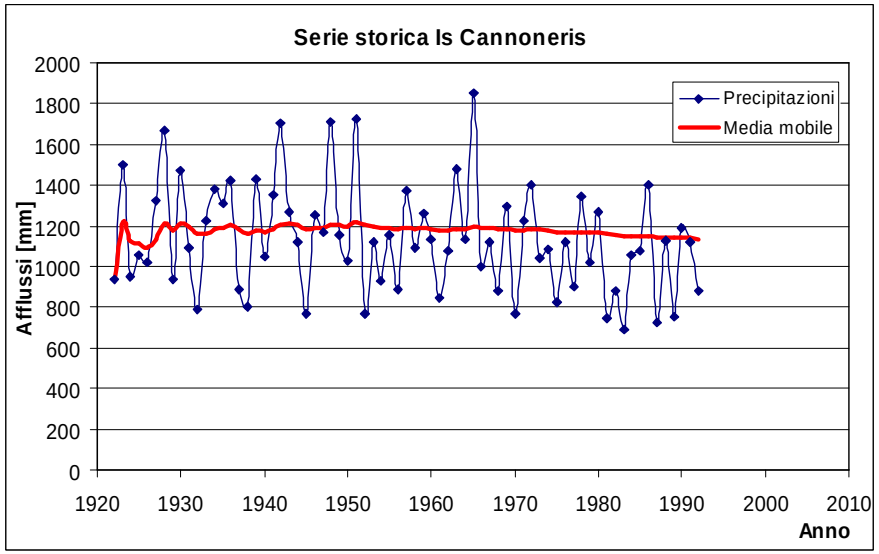


DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it









DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

16 CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA FRANA – TAVOLA PG08/ PG09A/ PG09/B

L'analisi e la cartografia della pericolosità rappresenta la sintesi di tutti gli elaborati cartografici redatti e di tutte le conoscenze geologiche, geomorfologiche, idrauliche, idrogeologiche, litotecniche e di vincoli ambientali acquisiti sul territorio investigato. Lo scopo fondamentale dell'analisi è quello di indicare sia l'ubicazione e l'intensità dei fenomeni presenti, sia il livello di indagine di approfondimento da attuare nel caso di interventi in aree da essi interessate.

E' chiaro che il grado di pericolosità attribuito ad ogni porzione territoriale deriva dalla interazione di numerosi fattori ambientali. Tali fattori, che dipendono essenzialmente dai caratteri fisici del territorio, possono causare sia un danno diretto che una potenziale minaccia ad intere aree. Di conseguenza nella carta della pericolosità si prevede non solo l'individuazione dei settori interessati da fenomeni ancora attivi ma anche la delimitazione di aree potenzialmente vulnerabili al verificarsi di elementi critici.

La metodologia applicata per la valutazione del grado di pericolosità è stata ampliamente illustrata nel **paragrafo 3** a cui si rimanda per gli approfondimenti del caso.

Nel **paragrafo 12** , è stata valutata la classe di instabilità potenziale delle varie porzioni del territorio in esame che costituisce il fattore di partenza per la determinazione della pericolosità da frana.

La "Carta di pericolosità da frana", rappresenta quindi la condizione di pericolosità del territorio, indicata attraverso il parametro Hg, secondo i quattro livelli indicati nel **paragrafo 3**.

L'attribuzione del livello di pericolosità ad un'area discenderà dal confronto tra lo stato di fatto attuale dei fenomeni franosi e le condizioni generali di instabilità potenziale sulla base di alcuni criteri generali quali:

- prevalenza di classe di instabilità potenziale
- presenza di indizi geomorfologici
- presenza di fenomeni di dissesto in atto e di indizi di movimento
- presenza di fattori tettonici (presenza di faglie o lineazioni riconosciute)
- caratteristiche geotecniche dei terreni
- presenza di copertura boschiva
- orientazione del versante.

L'appartenenza ad una determinata classe di pericolosità è data dalla coesistenza simultanea di più fattori.

16.1 Descrizione delle aree perimetrate a pericolosità da frana

L'analisi della pericolosità è stata effettuata per l'intero territorio comunale, ponendo particolare attenzione ad alcune zone di seguito indicate:

- le porzioni di territorio ricadenti nel centro abitato ed intorno ad esso con particolare attenzione alla fascia pedemontana dove sorge l'insediamento di "is Fossus";
- i fronti di scavo e i versanti adiacenti alle principali vie di comunicazione; tra queste compare anche la strada di penetrazione alla zona montuosa che porta alle località Lilloni – Is Cannargius;

Per i settori montuosi inaccessibili si è fatto ricorso all'utilizzo delle fotografie aeree.

Sono stati individuati i seguenti settori con grado di pericolosità crescente.

16.1.1 Settori a pericolosità moderata Hg1

La vallecola e una porzione di versante ubicati nel settore più orientale del territorio comunale, in località Terramaini, dove la presenza dei terreni eluviali limo-argillosi, unitamente ad un uso del suolo a seminativi (impedenza=nulla) e a valori medi di pendenza portano a classificare le aree a pericolosità moderata.

Anche lungo le pendici della fascia pedemontana a ovest del centro abitato sono stati individuati una serie di settori a pericolosità Hg1.

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

16.1.2 Settori a pericolosità media Hg2

Si distinguono:

- nelle località "Is Crabileddu", "Su Guventeddu" e "Campu sa Mendula", a nord ovest del centro abitato, lungo la fascia pedemontana, la presenza di un deposito colluviale mediamente addensato solcato e inciso dai corsi d'acqua, unitamente a valori medi di pendenza e un uso del suolo che genera un impedenza da minima a mediocre, costituisce una zona in cui esistono condizioni geologiche e morfologiche sfavorevoli alla stabilità dei versanti ma prive al momento di indicazioni morfologiche di movimenti gravitativi, richiedendo comunque un monitoraggio nel tempo (**foto 1**);
- in località "Punt'e Sa Stria – Sa Tuppa - Sisca" a monte della strada comunale "Monte Nieddu-Sarroch" a nord ovest del centro abitato (**foto 2**), la presenza di un deposito costituito da detriti di versante e brecce con subordinati depositi alluvionali che si estende sino alle pendici del monte "Punt'e sa Stria" costituisce una zona in cui esistono condizioni geologiche e morfologiche sfavorevoli alla stabilità dei versanti;
- in corrispondenza dell'ingresso della strada sterrata che porta alla località Santu Miali, è presente una scarpata di origine antropica con indizi geomorfologici sfavorevoli alla stabilità (**foto 3 e 4**);
- nei pressi della suddetta scarpata, circa 80 metri ad est, si riconosce un orlo di scarpata con fenomeni di dilavamento diffuso che potrebbero movimentare i grossi blocchi rocciosi per fenomeni di crollo e rotolamento (**foto 5**);
- rientrano in aree Hg2 tutte le zone a cavallo del corso d'acqua principale (Rio Mannu) dove le scarpate fluviali costituiscono delle vere e proprie frane di crollo per erosione al piede attualmente non attive/stabilizzate;
- il versante ovest del rilievo in cui è stato realizzato il serbatoio dell'acqua potabile ubicato a est del punto di confluenza tra il Rio Mannu e il Rio su Molenti;
- lungo la strada statale 195 in località podere Santa Maria si rileva la presenza di una scarpata per una lunghezza di circa 50 m, dove sono state riscontrate condizioni geologiche e morfologiche sfavorevoli alla stabilità dei versanti (**foto 6**);
- Lungo la strada statale 195 in località Guardia Santu Miali (**foto 7**) si rileva la presenza di una scarpata di sbancamento di origine antropica dove sono state riscontrate condizioni geologiche e morfologiche sfavorevoli alla stabilità dei versanti caratterizzata da una lunghezza di circa 80 metri, altezza sino a 4 metri e angolo di scarpa di circa 50°;
- nel settore centrale dell'area montuosa, in corrispondenza delle zone di affioramento degli amassi rocciosi più meno fratturati, dove si riconoscono fenomeni di dilavamento diffuso e frane di crollo non attive e o stabilizzate (località *Perda Aippia, Guardiedda de is Scalittas, P.ta Sa Caxia, sa Murta, S'Arcu de sa Pranza).*

16.1.3 Settori a pericolosità elevata Hg3

Si distinguono:

- lungo la strada statale 195 in località Guardia Santu Miali (**foto 8**) si rileva la presenza di una scarpata di sbancamento di origine antropica con indizi geomorfologici di instabilità per fenomeni di dilavamento e crollo di modeste porzioni di terreno e frammenti di roccia, caratterizzata da una lunghezza di circa 120 metri, altezza sino a 6 metri e angolo di scarpa di circa 50°;
- lungo la "strada comunale de Monti" (**foto 9**) che dal centro urbano conduce alla frazione della località "Is Crabileddu", è stata rilevata la presenza di un orlo di scarpata di sbancamento di origine antropica con indizi geomorfologici di instabilità, caratterizzato da una lunghezza di circa 250 metri, altezza sino a 6 metri e angolo di scarpa di circa 50°;
- in corrispondenza del fronte di scavo della strada comunale *"Monte Nieddu-Sarroch"* in località *"Sa Tuppa"* (**foto 10**) che conduce a Sarroch a cavallo del confine comunale, sono state rilevate condizioni di instabilità con presenza di piccole frane su materiali di origine detritica attualmente quiescenti per la cui riattivazione si aspettano presumibilmente tempi pluriennali e condizioni di eventi meteorici di natura straordinaria;

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

- lungo la sponda sinistra e in subordine su quella destra del Rio Mannu fenomeni di erosione fluviale al piede del deposito alluvionale provocano in occasione dei fenomeni alluvionali fenomeni di crollo per scalzamento della base delle scarpate fluviali
- in località *S'Antonio* lungo la strada sono stati rilevati due fronti di scavo instabili che danno luogo a piccola nicchie di frana di scorrimento attualmente quiescenti (**foto 11 e 12**);
- in località *S'Arcu de sa Prenza* lungo la strada di penetrazione al settore montuoso è stato rilevato un fronte di scavo instabile che ha dato luogo ad una piccola nicchia di frana di scorrimento attualmente quiescente (**foto 13**);
- in località *Campu sa Mendula* lungo la fascia pedemontana all'interno di una vasta zona Hg2, si distinguono due settori Hg3 in corrispondenza di una zona completamente priva di vegetazione e lungo un impluvio caratterizzato da pendenze elevate;
- nel settore centrale dell'area montuosa, in corrispondenza delle zone di affioramento degli ammassi rocciosi più meno fratturati con presenza di blocchi, nelle creste rocciose, lungo gli orli di scarpata ripida in roccia, con presenza di frane quiescenti, dove si riconoscono fenomeni di crollo quiescenti e falde di detrito non attive e o stabilizzate (località *Sa Perda Manna, Diego Casu,* Sa *Guardiedda de sa Nuxedda, Andria Pastori, s'Acqua e Ferru,* lungo il confine del territorio comunale di Sarroch nel versante ovest di Monte *p.ta Sa Stria,* e le creste di *P.ta is Spadas,* le scarpate e gli affioramenti rocciosi di *P.ta Su Casteddu de Mesu Serra, Su Lilloni, Su Stivalese e Medau Aingiu* (**foto 14**);

16.1.4 Settori a pericolosità molto elevata Hg4

Possono essere distinti i fenomeni naturali da quelli antropici:

- sono classificate aree a pericolosità elevata le falde e coni di detrito attivi costituiti da clasti di materiale litoide in continua evoluzione ricadenti nel settore centrale della zona montuosa, dove i versante presentano pendenze elevate (60 -80 %); in particolare nelle località: a sud ed a ovest del *M.te Simboneddu, Pala Umbrosa*, *s'Acqua e Ferru*, *s'Arcu su Lillu*, (**foto 15**);
- In corrispondenza della sede di imposta della diga nel Canale Is Cannargius, i lavori di scavo per l'allestimento dello sbarramento della spalla sinistra mai stati portati a termine hanno messo a giorno una superficie in roccia fratturata, che col passare del tempo si è trasformata in una zona di frana di crollo attiva per la presenza di elementi litoidi di dimensioni anche pluridecimetrici che per gravità possono dare luogo a rimbalzi e rotolamenti verso il basso (**foto 16**); ;

16.1.5 Precisazioni

Per quanto riguarda il **resto del territorio comunale** si possono fare due distinzioni:

- il settore presente intorno al centro abitato non presenta problematiche legate alla instabilità dei versanti e può quindi essere classificato come definito dalla "Relazione Generale del PAI" a pericolosità irrilevante **Hg0**, definibile come aree non soggette a fenomeni franosi con pericolosità assente e con pendenze < 20% (aree bianche);
- il settore montuoso , fatto salvo le zone descritte nei precedenti punti, presenta substrati litoidi poco alterati e coperture boschive diffuse che danno luogo ad una impedenza massima al dissesto idrogeologico; tali caratteristiche sono tali da escluderle dalle aree a pericolosità da frane nonostante l'appartenenza ad un grado di instabilità potenziale da "medio a forte " (v. Tavola PG05).

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

17 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Foto 1. Loc Crabileddu

Foto 2. Località Punt'e sa Stria – Sa Tuppa -Sisca

Foto 3. Scarpata di origine antropica in loc. Santu Miali

Foto 4. Particolare di cui alla foto 2a

Foto 5. Fenomeni di dilavamento diffuso e blocchi isolati di roccia sulla scarpata

Foto 6. Scarpata lungo la ss 195 in loc. podere Santa Maria

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

Foto 7. Scarpata lungo la ss 195 in loc. Guardia Santu Miali

Foto 8. Scarpata lungo la ss 195 in loc. Guardia Santu Miali

Foto 9. Orlo di sbancamento lungo la strada comunale de Monti in loc Is Fossus

Foto 10. Fronte di scavo strada Monte Nieddu-Sarroch"

Foto 11. Fronte di scavo n.1 in loc. S'Antonio

Foto 12. Fronte di scavo n.2 in loc. S'Antonio

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

Foto 13. Fronte di scavo in loc. S'Arcu de sa Praenza

Foto 14. Ammassi rocciosi e scarpate ripide in loc. *Su Lilloni*

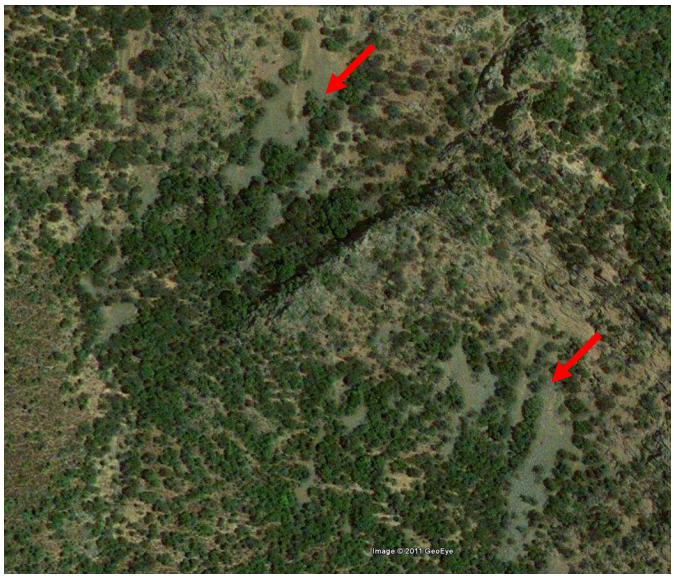


Foto 15. Falde detritiche in loc. S'Arcu su Lillu

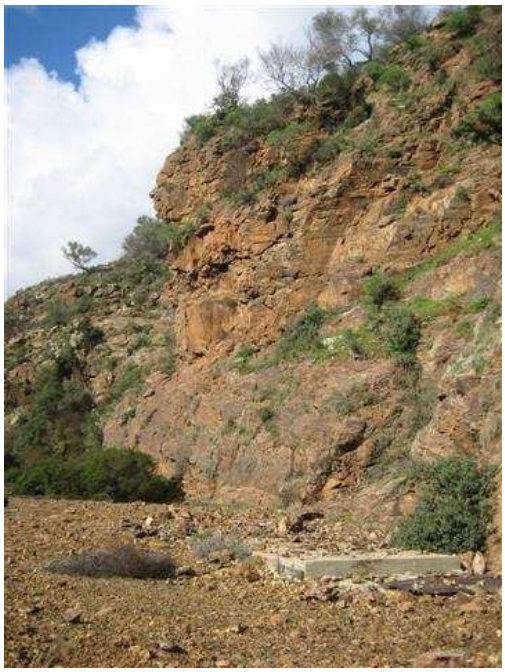


Foto 16. Fronte di scavo della sede di imposta della diga

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it

18 BIBLIOGRAFIA E DOCUMENTAZIONE CONSULTATA

Barca, Maxia, Palmerini, 1973. Sintesi sulle attuali conoscenze relative alla Formazione del Cixerri (Sardegna Sud-Occidentale). Boll. Soc. geol. It. Vol.XCIV – II, pp.307-318

Cherchi & Montadert, 1984.Il sistema di rifting oligo-miocenico del Mediterraneo occidentale e sue conseguenze paleogeografiche sul Terziario sardo. Mem. Soc. Geol. It. , 24, pp. 387-400

Massoni Novelli,1966: Studio geopetrografico dell'area vulcanica di Sarroch – Nota 2: I conglomerati vulcanici. La Ricerca scientifica.

Pecorini & Pomesano Cherchi, 1969. Ricerche Geologiche e biostratigrafiche sul Campidano meridionale (Sardegna). Bol. Soc. geol. It. Vol. 8 (1969)

Seuffert O., 1970.: L'evoluzione del rilievo nel Campidano e nel Bacino del Cixerri

Ulzega & Hearty, 1986: Geomorphology, stratigraphy and geochronology of Late Quaternary marine Deposits in Sardinia. Z. Geomorph. N.F.; suppl. - Bd. 62; pp. 119-129.

Relazione Geologica e cartografie tematiche del PUC del Comune di Villa San Pietro

Relazione Generale del Piano Stralcio dell'Assetto Idrogeologico della regione Sardegna

Linee guida per l'adeguamento dei Piani Urbanistici Comunali al PPR e al PAI – R.A.S., Assessorato degli Enti Locali, Finanze ed Urbanistica - 2008

Linee guida per l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia - R.A.S., Assessorato ai Lavori Pubblici;

Norme di Attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI);

Carta dell'Uso del Suolo in scala 1:25.000 - Edizione 2008 (fonte sito internet Sardegna Territorio della RAS).

Foto aeree di Google Earth

DOTT. GEOL. A. CARCANGIU, Via Cimarosa n° 22, 09010 Villa San Pietro (CA) ☏ 070907429 -3474032606 ✉ carcangiu@tiscali.it