



# Comune di Burcei

## Provincia del Sud Sardegna



### **STUDIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO PER LA PERICOLOSITÀ E IL RISCHIO DA FRANA**

Il Sindaco  
Simone Monni

Il Responsabile Unico del Procedimento  
Geom. Antonio Corda

#### ***Responsabili dello studio***

##### **Aspetti geomorfologici**

Geol. Angelo Vigo  
Geol. Barbara Mascia

##### **Aspetti idraulici**

Ing. Fabrizio Staffa

**ALLEGATO A  
RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA**

Ottobre 2022



## INDICE

PREMESSA E RIFERIMENTI NORMATIVI .....	2
1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E VINCOLISTICO .....	3
1.1.1 <i>Basi topografiche e tematiche</i> .....	4
1.2 <i>Inquadramento nel PAI vigente (Tav.2)</i> .....	4
2 ANALISI DEI FATTORI PREDISponentI AL DISSESTO .....	6
2.1 <i>Sintesi del contesto geologico-litologico, strutturale e geomorfologico a scala regionale</i> .....	6
2.1.1 <i>Complesso metamorfico della Sardegna Centro meridionale (basamento metamorfico paleozoico): zona delle falde esterne</i> .....	6
2.1.2 <i>Complesso intrusivo del Sarrabus e corteo filoniano tardo-paleozoico</i> .....	8
2.1.3 <i>Successioni sedimentarie terziarie</i> .....	9
2.1.4 <i>Quaternario</i> .....	9
2.2 <i>Cenni alla fisiografia del paesaggio</i> .....	10
2.3 <i>Contesto pedologico ed uso del suolo</i> .....	12
3 ASSETTO MICROCLIMATICO .....	15
3.1 <i>Climatologia a scala regionale</i> .....	15
3.2 <i>Studio meteoclimatico dell'area vasta</i> .....	15
3.2.1 <i>Analisi della distribuzione delle temperature medie diurne</i> .....	19
3.2.2 <i>Elaborazione umbrotermica di Walter e Lieth</i> .....	19
4 DISSESTI IN ATTO E POTENZIALI: ANALISI STORICA, STATO DI ATTIVITÀ E TENDENZA EVOLUTIVA .....	21
4.1 <i>Cronologia dei dissesti</i> .....	21
4.2 <i>Ricognizione sul territorio: fenomeni di instabilità e stato di attività (Tav.7)</i> .....	22
4.2.1 <i>Area urbana e periurbana di Burcei</i> .....	22
4.3 <i>Aree extraurbane</i> .....	29
4.3.1 <i>Frane di crollo/ribaltamento (Rockfalls/Toppling) e rimobilizzazioni secondarie di blocchi isolati</i> .....	29
4.3.2 <i>Scorrimenti traslativi in roccia (Rock Slides) e relative nicchie di distacco</i> .....	32
4.3.3 <i>Canaloni in roccia con scariche di detrito</i> .....	34
4.3.4 <i>Forme di dilavamento: ruscellamento e debris flow</i> .....	36
5 ANALISI E ZONIZZAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ POTENZIALE DA FRANA .....	38
5.1 <i>Tematismi di base: descrizione ed attribuzione dei fattori ponderali</i> .....	38
5.1.1 <i>Carta Litologica (Tav.2)</i> .....	38
5.1.2 <i>Attribuzione dei pesi: fattori correttivi locali</i> .....	40
5.1.3 <i>Carta dell'Uso del suolo (Tav.5)</i> .....	45
5.1.4 <i>Carta delle Pendenze (Tav.3)</i> .....	46
5.2 <i>Carta della instabilità potenziale (Tav.6)</i> .....	46
5.3 <i>Ulteriori tematismi di verifica e relativi fattori ponderali</i> .....	47
5.3.1 <i>Altri parametri non cartografati</i> .....	47
6 CARTE DI SINTESI: PERICOLOSITÀ E RISCHIO DA FRANA .....	49
6.1 <i>Carta della pericolosità da frana (Tav.8a-d)</i> .....	49
APPENDICE FOTOGRAFICA .....	66



## PREMESSA E RIFERIMENTI NORMATIVI

Nell'ambito della procedura di Adeguamento del PUC al PAI il Comune di Burcei i sottoscritti dott.ssa geol. Barbara Mascia<sup>1</sup>, dott. geol. Angelo Vigo<sup>2</sup> e dott. ing. Fabrizio Staffa<sup>3</sup>, hanno ricevuto l'incarico di redigere lo Studio comunale di assetto idrogeologico ai sensi dell'art.8. c2 delle N.A. del PAI.

Il presente documento e gli allegati individuano le aree di pericolosità da frana secondo la procedura prevista dal DPCM 29/09/98 (Cap.6 della Linee Guida del PAI), avvalendosi degli elementi territoriali contenuti nei database storico-geografici e di quelli rilevati *in situ*, dai quali sono state ricavate le carte di sintesi e le definitive perimetrazioni delle aree di pericolosità da frana.

Detta procedura si è articolata come segue:

1. reperimento, presso l'Amministrazione Comunale, Enti ed Istituti di ricerca, di dati storico-cronologici relativi a dissesti verificatisi sull'area in studio o su aree limitrofe ad essa omogenee per contesto territoriale;
2. redazione degli elaborati cartografici di base, tratti da database geografici in formato vettoriale e da rilevamento sul territorio;
3. elaborazione dei tematismi in ambiente GIS, sino alla definizione delle carte di sintesi del territorio comunale;
4. verifica, correzione ed implementazione degli ulteriori dati territoriali sino alla perimetrazione delle aree di pericolosità da frana su tutto il territorio comunale ed in particolare sulle aree già urbanizzate o oggetto di pianificazione;
5. definizione delle aree di rischio da frana mediante overlay delle aree di pericolosità da frana e degli elementi a rischio contenuti nella Carta del danno potenziale (RAS);

I risultati dello studio sono quindi riassunti negli elaborati di sintesi nei quali sono state individuate le aree di pericolosità da frana, gli elementi a rischio e le aree a rischio da frana.

---

<sup>1</sup> Ordine dei Geologi della Sardegna n.599

<sup>2</sup> Ordine dei Geologi della Sardegna n.604

<sup>3</sup> Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cagliari n.5423



## 1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E VINCOLISTICO

Il territorio comunale di Burcei (Fig.1) ricade nella regione del Sarrabus, nel quadrante orientale della Provincia di Cagliari, su un territorio collinare esteso per un'area di circa 94,93 kmq. Nonostante l'estensione ragguardevole sotto il profilo amministrativo confina con soli tre comuni, elencati di seguito:

- ❑ **Villasalto**: nel solo limite dell'estremità settentrionale, da Monte Arrubiu a Br.cu Casargius;
- ❑ **San Vito**: per tutto il settore orientale, sino all'estremità meridionale segnata da Br.cu Poni Fogu;
- ❑ **Sinnai**: per tutto il restante confine meridionale e occidentale;

I limiti amministrativi, come accade di frequente, sono in gran parte tracciati sulle principali direttrici morfologiche, allineandosi su crinali, corsi d'acqua e orli di scarpate naturali. Tuttavia, per le finalità del presente lavoro, si è reso necessario estendere l'area di studio oltre i limiti amministrativi per includere quelle porzioni di territorio la cui morfologia ed i relativi processi evolutivi presentano ricadute entro il Comune di Burcei. L'area così ampliata, riportata in Fig.1, costituisce l'Unità Fisiografica posta a base del presente studio.

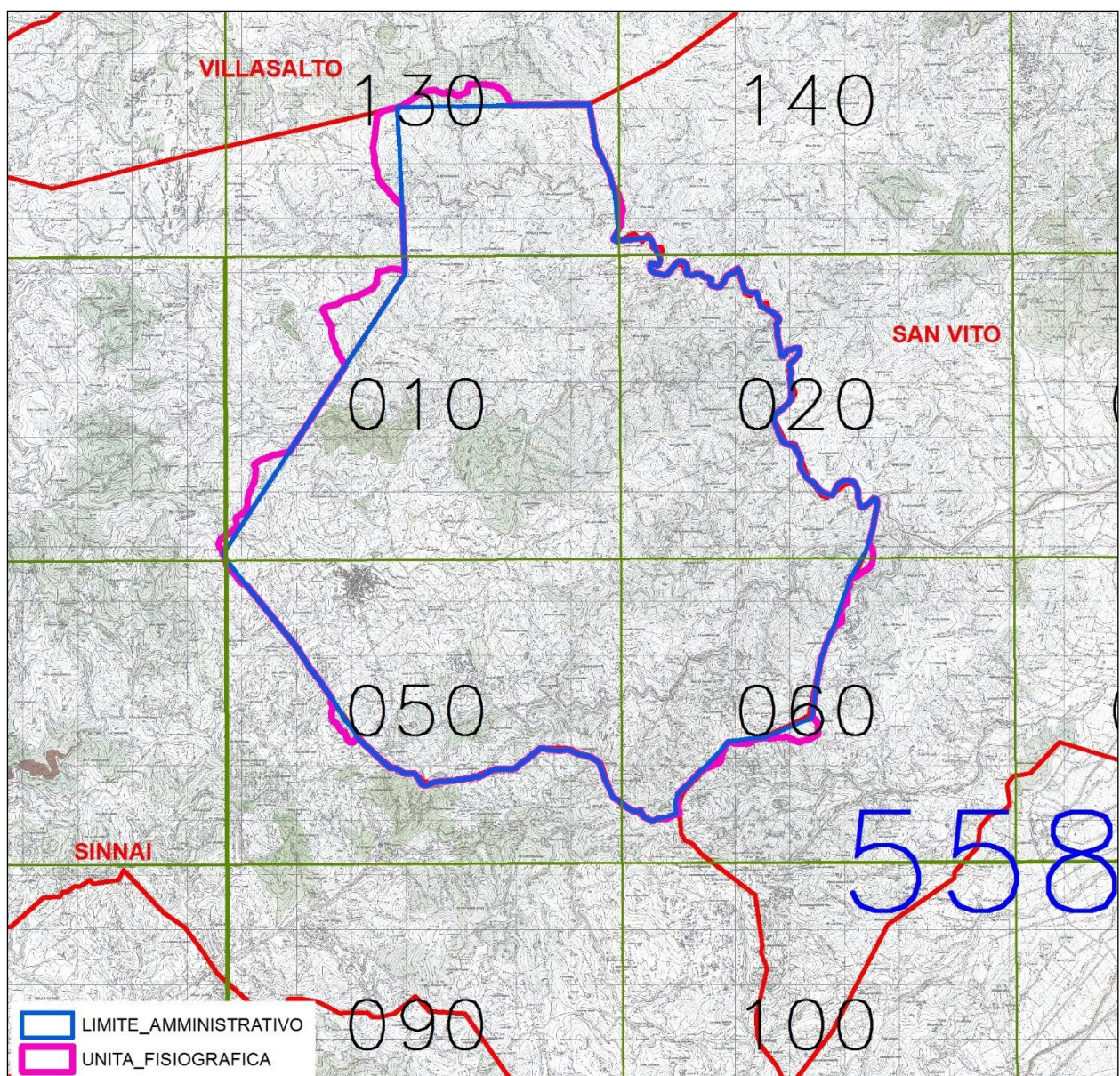


Figura 1. Inquadramento territoriale dell'area in studio: in blu i confini comunali, in magenta l'unità fisiografica ed in rosso i limiti dei comuni confinanti. E' riportato, inoltre, il quadro di unione dei Fogli CTR in scala 1:10.000.





### 1.1.1 Basi topografiche e tematiche

Come prescritto dalle Linee Guida per l'adeguamento dei Piani Urbanistici Comunali al PPR e al PAI, la base topografica utilizzata nella definizione dell'assetto ambientale, cui afferisce la cartografia tematica in scala 1:10.000 descritta nella presente relazione, è stata ottenuta dall'unione dei fogli C.T.R. in formato vettoriale georeferenziato (Datum Roma 40). Nella gestione dei dati vettoriali si è ricorsi alle estensioni *dwg* (2004) e *shp*, assai diffuse e facilmente interfacciabili con i principali software Gis e Cad, sia commerciali che *open-source*.

Nell'ambito della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 il territorio comunale ricade nelle sezioni 130-140 del Foglio 549, 040 e 080 del Foglio 557 e 010-020-050-060 del Foglio 558, il cui quadro d'unione è evidenziato nella precedente Fig.1.

Per quanto attiene la cartografia di dettaglio del centro abitato di Burcei sono stati acquisiti i vettoriali dello strumento urbanistico in scala 1:1.000, risalente al 2012, dai quali è stata ricavata la nuvola di punti necessaria a ricostruire la fisiografia urbana.

Nella elaborazione dei dati territoriali finalizzata alla valutazione della pericolosità geologica si è fatto ricorso alle carte tematiche di base cui si rimanda.

Gli elaborati cartografici utilizzati nelle procedure di *overlay*, che saranno dettagliatamente illustrate in seguito, sono quelli previsti dalle Linee Guida del PAI:

1. DTM a copertura regionale con risoluzione a 10 metri;
2. Carta geologica di base in scala 1:25.000;
3. Carta dell'uso del suolo, da database Corine Land Cover 2008;

### 1.2 Inquadramento nel PAI vigente (Tav.2)

L'approccio all'intero territorio comunale, così come previsto dalle N.A è stato condotto a scala delle carte tecniche regionali. Contrariamente al centro urbano, parte dell'agro di Burcei, alla data della presente, risulta già incluso nelle aree a pericolosità da frana perimetrate nel PAI vigente, con Codici frana B7FR55 e 56, ricadenti entrambi nella Tav.9 (Fig.2).

L'area interessata è ubicata nel settore centro-orientale del territorio comunale, in corrispondenza della valle del Rio Picocca, delimitato dalle cime di Br.cu S'Ollioni, Br.cu Perdaxiuolu e dal Rio S'ollastu. Le aree perimetrate ricadono prevalentemente in classe di pericolosità media (Hg2), con numerosi versanti in sinistra idraulica del Rio Picocca inseriti in classe di pericolosità Hg4 per la presenza di frane pregresse. La classe di pericolosità elevata Hg3 si ritrova nel settore più orientale, a ridosso del limite dell'unità fisiografica, sulla propaggine rocciosa di Br.cu Bentu Estu.

Non sono state redatte schede di intervento relative alle frane censite nell'ambito del PAI.



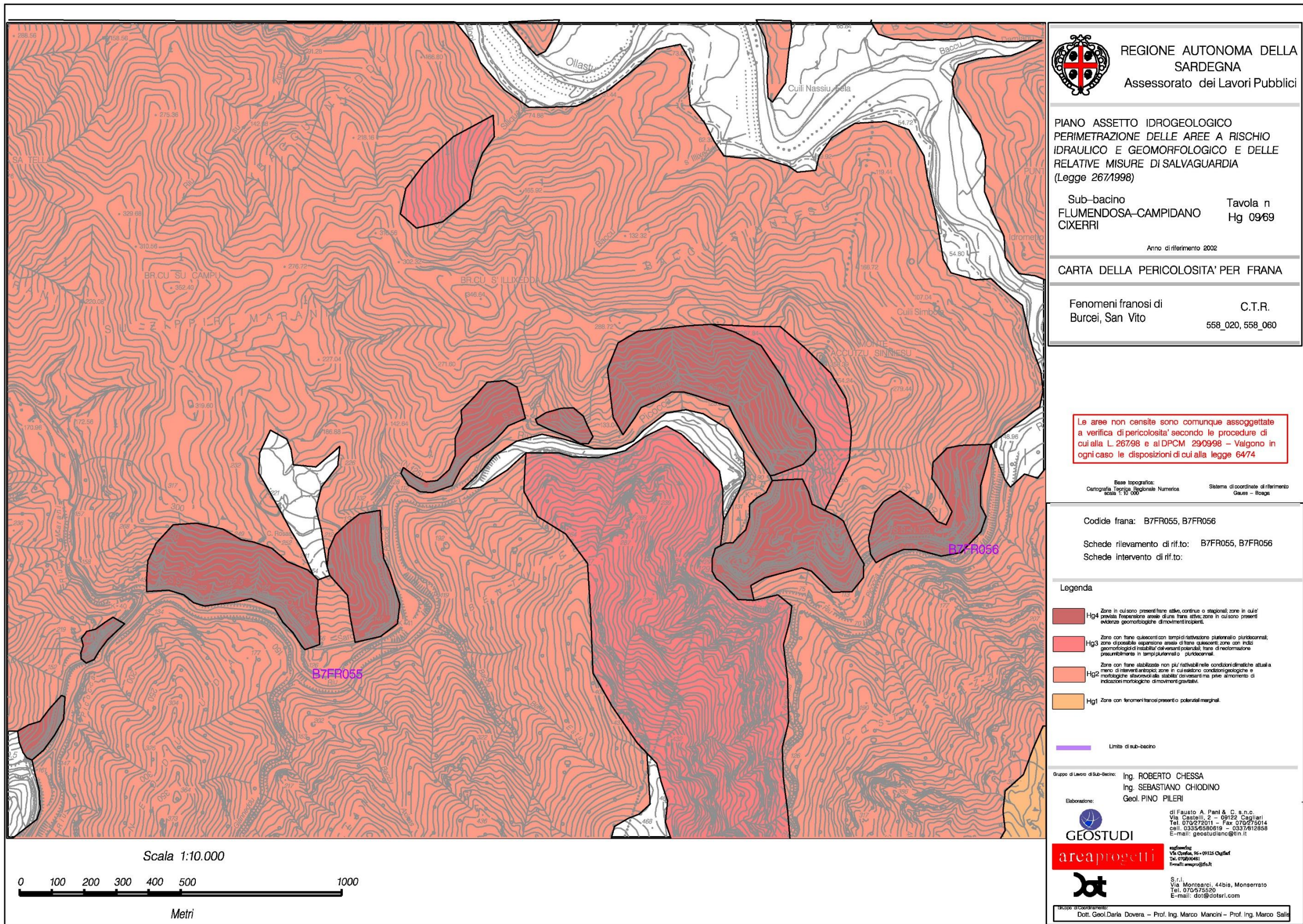


Figura 2. PAI: Sub bacino 7 - Flumendosa-Campidano-Cixerri Tavola Hg 09.



## 2 ANALISI DEI FATTORI PREDISPONENTI AL DISSESTO

I caratteri fisiografici del territorio sono condizionati da fattori di carattere litologico-strutturale, geomorfologico, pedologico e climatico che governano la geometria del reticolo idrografico ed i processi morfogenetici attivi e quiescenti. Ad essi si aggiungono quelle interferenze di carattere antropico, in prevalenza dedicate allo sfruttamento del territorio, che generano forme e ambiti di paesaggio talora scarsamente in equilibrio col contesto naturale.

Come previsto dalle Linee Guida per la redazione del PAI, la sintesi dei suddetti fattori culmina nella *Carta della pericolosità potenziale da frana* che quantifica il grado di *suscettività* al dissesto da frana del territorio considerato: essa è ottenuta dalla sovrapposizione in ambiente gis (*overlay*) dei tematismi di base derivati dalla cartografia tematica acquisita/redatta in fase di riordino delle conoscenze e, in particolare, dalle seguenti carte (allegate allo studio): Carta geo-litologica, Carta dell'uso del suolo e Carta dell'acclività. Di seguito si riporta la descrizione sintetica degli assetti naturali illustrati nelle suddette carte.

### 2.1 Sintesi del contesto geologico-litologico, strutturale e geomorfologico a scala regionale

A grande scala il territorio di Burcei ricade in parte su metamorfiti paleozoiche ed in parte su granitoidi tardo ercinici.

Le prime, interamente comprese entro l'unità tettonica del Sarrabus, sono riferibili all'edificio a falde di ricoprimento (Fig.4) che caratterizza la zona a Falde Esterne (*Carmignani et Alii, 1987*), dal cui impilamento si origina l'Antiforme del Flumendosa, orientata NW-SE, dalla bassa valle del Flumendosa al M.te Grighini. Tale struttura è ormai universalmente ricondotta all'Orogenesi Ercinica, durante la quale le Falde interne costituiscono il Complesso di medio e basso grado metamorfico.

Nell'area in studio affiora esclusivamente

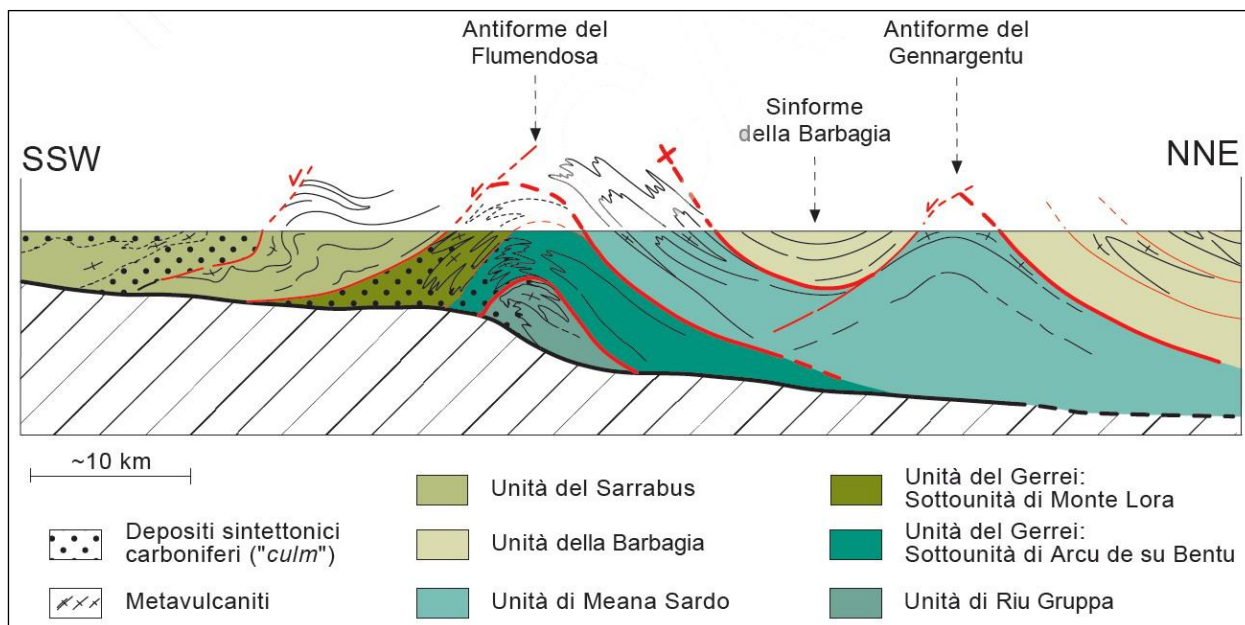


Figura 3. Sezione schematica delle falde di ricoprimento della Sardegna sud-orientale (Da: Progetto CARG, Foglio 548 - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, 2010 – Modificato).

Esaurita la fase di corrugamento, a partire dal Carbonifero sup. segue una prevalente tettonica distensiva "post collisionale", con riattivazione di numerosi *Thrust* come faglie dirette ("Accavallamento di Villasalto") a basso angolo e, in generale con stile deformativo che varia da duttile a fragile. Ciò indica il contemporaneo sollevamento del basamento, che si caratterizza per un metamorfismo di alta temperatura e bassa pressione associato alla messa in posto di granitoidi *sin-cinematici* (*Carmignani et Al., 2001*).

Quest'ultimo occupa tutto il settore meridionale, segnando il contatto con le metamorfiti all'incirca lungo l'allineamento dei rilievi di Cuc.ru Perdu Carrada - Cuncu Serreli - Br.cu Is Abiois.

#### 2.1.1 Complesso metamorfico della Sardegna Centro meridionale (basamento metamorfico paleozoico):

*zona delle falde esterne***UNITA' TETTONICA DEL SARRABUS**

Costituisce l'unità di ricoprimento dell'intero edificio a falde, e si caratterizza per la scarsa deformazione interna e il basso grado metamorfico, con una polarità del trasporto orientata E-W, che la differenziano dalle altre falde, in cui la direzione di trasporto prevalente è NE-SW. La successiva riattivazione del sovrascorrimento con faglie dirette, forse trascorrenti (Carmignani et Al.), può aver localmente modificato i rapporti tettonici rendendo problematica la sicura correlazione tra questa Unità e quelle a NE dell'Anticlinale del Flumendosa. Sotto il profilo litologico, gran parte dell'unità, in quest'area, è rappresentata dalla Formazione di Palamanna e dalle Arenarie di San Vito, che nel settore in studio si differenziano leggermente da quelle incluse nell'Unità del Gerrei, avendosi una lieve prevalenza delle facies pelitiche e metarenacee, ben selezionate.

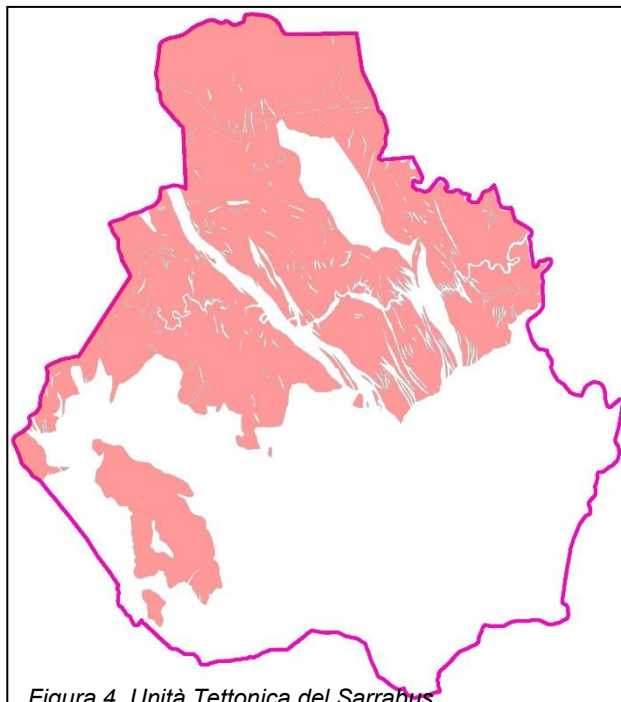


Figura 4. Unità Tettonica del Sarrabus

- ❑ **FORMAZIONE DI PALA MANNA.** E' rappresentata da un'alternanza monotona di metarenarie micacee, metasiltiti e metaquarzoareniti, spesso in bancate metriche con frequenti olistostromi (soprattutto lidity, diaspri neri e calcari). In affioramento (Fig.6) appaiono spesso allentate e talora alterate, con scistosità netta nelle facies a grana minuta. Oltre ai precedenti olistoliti ed olistotromi sul territorio si rinvencono sporadicamente, e sempre in (forte) subordine, litofacies costituite da metaconglomerati, metavulcaniti basiche e **CARBONIFERO ?INF.**

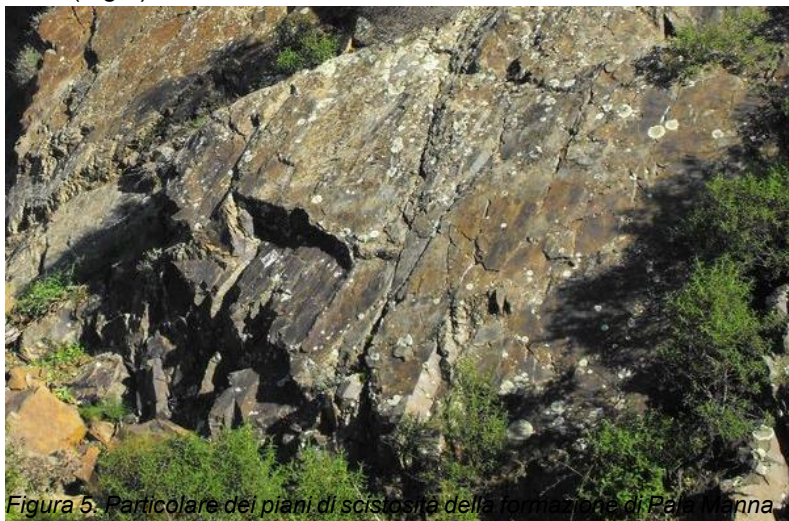


Figura 5. Particolare dei piani di scistosità della formazione di Pala Manna.

- ❑ **CALCARI DI VILLASALTO AUCT.** Si tratta di una successione di metacalcari grigiastri, a luoghi nodulari, generalmente assai massivi o in stratificazioni con potenze da pochi centimetri fino ad oltre un metro, talora con intercalazioni di sottili livelli di metargilliti. Lo spessore apparente è stimato in alcune centinaia di metri (M.Te Lora) e le frequenti ripetizioni tettoniche non consentono stime più precise. Si registra un modestissimo affioramento soltanto nel settore centrale, alle pendici di *Bruncu Coxinadroxiu*: l'esigua superficie la rende pressoché ininfluenza per le finalità e la scala dello studio. **DEVONIANO MEDIO – CARBONIFERO INF.**
- ❑ **FORMAZIONE DI PUNTA SERPEDDÌ.** Metarcose, metarenarie e metaconglomerati poligenici; al tetto quarziti, metarenarie a grana fine e metasiltiti con livelli fossiliferi, trasgressive sulle metavulcaniti ordoviciane. Anche tale formazione affiora in piccoli lembi, concentrati esclusivamente sul settore nord-orientale, di scarso rilievo per estensione e differenziazione in termini geomeccanici e strutturali. **ORDOVICIANO SUP. (CARADOC-ASHGILL).**
- ❑ **FORMAZIONE DI TUVIOIS.** Metarenarie fini e finissime, quarzoso micacee, talora intervallate a livelli metrici di metarenarie più grossolane e massive. Affiora unicamente in un lembo a nord-ovest, in contatto stratigrafico con la formazione di Punta Serpeddì. Date le dimensioni dell'affioramento,



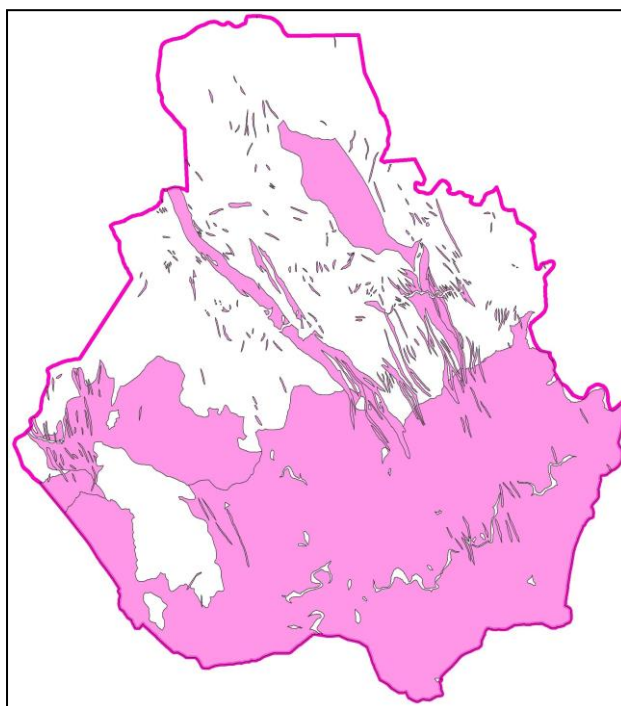
valgono le medesime considerazioni fatte per la Formazione di P.ta Serpeddi. *ORDOVICIANO SUP. (ASHGILL)*;

- ❑ **PORFIDI GRIGI DEL SARRABUS.** Affiorano in prevalenza sul versante in sinistra della valle del Rio Ollastu e, in maniera più limitata, nei settori centro-orientale e centro-occidentale. Si tratta in prevalenza di Metarioliti e metariodaciti grigio-scure porfiriche, metatufi e metaepiclastiti con vario grado di alterazione, originariamente messe in posto in colate e domi. Hanno un aspetto generalmente massivo, compatto, sebbene a luoghi alterati in arcose grossolane e sciolte. *ORDOVICIANO MEDIO*;
- ❑ **METACONGLOMERATI DI MURAUVERA.** Si ritrovano esclusivamente in due modesti lembi alle pendici dei rilievi nord-occidentali. Si tratta di metaconglomerati eterometrici poligenici, grossolani, con clasti arrotondati di quarzoareniti e di arenarie listate, in matrice filladica, alternati a metasiltiti e metarenarie di colore verde, talora grigio scuro. *ORDOVICIANO INF-MEDIO*.
- ❑ **ARENARIE DI SAN VITO.** Dominano quasi interamente la propaggine settentrionale dell'unità fisiografica. È una formazione terrigena costituita, nella facies affiorante, prevalentemente da alternanze irregolari di metaquarzoareniti, metarenarie micacee e metapeliti, con livelli di metaconglomerati minuti quarzosi e rari livelli carbonatici intercalati nella parte sommitale. La scistosità fitta e pervasiva, oltre a trasporre le originarie strutture sedimentarie che sono quindi difficilmente leggibili, favorisce l'innescio di fenomeni di scivolamento traslativo ed in generale rende l'ammasso particolarmente alterabile in affioramento. *CAMBRIANO MEDIO – ORDOVICIANO INF.*

### 2.1.2 Complesso intrusivo del Sarrabus e corteo filoniano tardo-paleozoico

Affiora sulla maggior parte del territorio comunale (Fig.7), sia in facies granitoidi connesse alla messa in posto del batolite tardo-ercinico, sia in forme filoniane che intrudono il basamento metamorfico e lo stesso batolite nella tardiva del ciclo magmatico.

La messa in posto del batolite e del corteo filoniano segna la fase terminale del processo orogenetico, caratterizzata da una spiccata tettonica distensiva, ben evidenziata dalla marcata orientazione dei filoni.



- ❑ **PORFIDI GRANITICI**, di colore prevalentemente rosato e rossastro, a struttura da afirica a porfirica per fenocristalli di Qtz, Fsp e Bt e tessitura isotropa; in giacitura prevalentemente filoniana, talvolta in ammassi. *CARBONIFERO SUP. – PERMIANO*;
- ❑ **FILONI BASALTICI** a serialità transizionale, di composizione basaltica olivinica e trachibasaltica, a struttura porfirica per fenocristalli di Pl, Ol, Cpx, tessitura intersertale-ofitica. *CARBONIFERO SUP. – PERMIANO*
- ❑ **UNITÀ INTRUSIVA DI BURCEI.** Gabbro-tonaliti (da quarzo-gabbri a tonaliti) grigio-verdi, a grana media, talora inequigranulari per fenocristalli di Pl, Opx, Bt; tessitura isotropa. In genere affiorano in ammassi lapidei e sani, intensamente fratturati ed allentati, a luoghi fortemente degradati in coltri sabbioso-limose. Si ritrovano nel settore compreso tra il limite settentrionale del centro abitato e i rilievi di Br.cu Cappai. Br.cu Fraili e Su Nuraxi. *CARBONIFERO SUP. - PERMIANO*
- ❑ **UNITÀ INTRUSIVA DI SAN GREGORIO.** Leucograniti e leucosienograniti biotitici bianchi, a grana medio-grossa, equigranulari, a tessitura isotropa, con locali porzioni subdecimetriche pegmatoidi; localmente facies microporfiriche; scarsi inclusi microgranitici (*Facies di San Gregorio*). Monzograniti biotitici grigi, a grana media, equigranulari, localmente microporfirici, a tessitura isotropa; frequenti inclusi ellissoidali microgranulari pluridecimetrici granodioritico-tonalitici (*Facies Baccu Scardu*). Generalmente affiorano in ammassi fittamente scomposti ed allentati in blocchi e prismi da famiglie di diaclasi assai pervasive, e talora (soprattutto nel caso dei monzograniti) in facies da debolmente alterate a completamente arenizzate, costituenti un litotipo residuale di neoformazione.

**CARBONIFERO SUP. - PERMIANO****2.1.3 Successioni sedimentarie terziarie**

Vi sono incluse litofacies di formazioni sedimentarie clastiche, depositate dall'Eocene inferiore all'Oligocene superiore, durante il quale la Sardegna si caratterizza per una fase di continentalità interrotta da una breve trasgressione nell'Eocene Inferiore

La *Formazione di Monte Cardiga*, datata appunto all'Eocene inferiore, è distinta in tre litofacies delle quali, nel settore in studio, si registra un modesto affioramento soltanto della basale (FMCa), in corrispondenza del rilievo di Sedda de Planu. Si tratta di depositi arenaceo-conglomeratici in giacitura tabulari, poggianti in contatto discordante direttamente sul basamento cristallino/metamorfico paleozoico. I sedimenti, fortemente gradati e ben cementati in legante siliceo, evidenziano la fase transizionale della trasgressione.

- ❑ Litofacies nella FORMAZIONE DI MONTE CARDIGA. Arenarie e puddinghe: arenarie grossolane e conglomerati poligenici con prevalenti clasti del basamento cristallino paleozoico, raramente argilliti con resti di piante con ostree e cerizi. EOCENE INF.

**2.1.4 Quaternario**

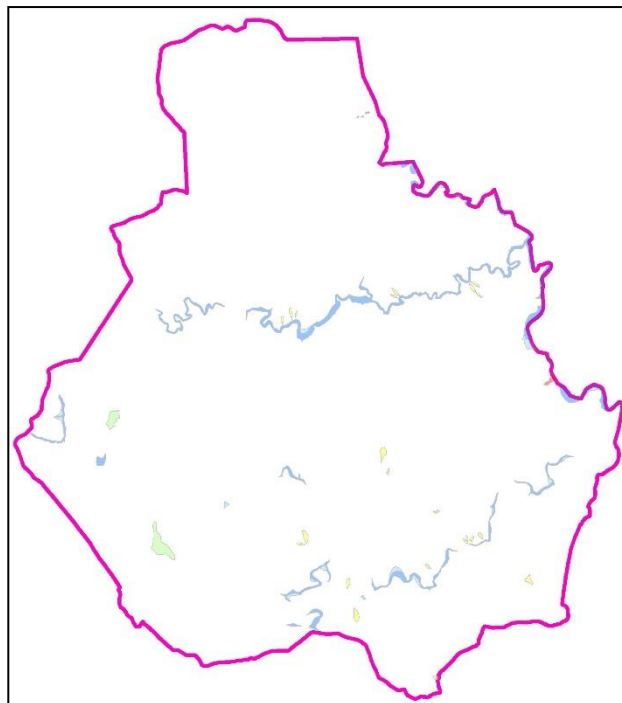
I depositi sedimentari del Quaternario sono perlopiù di natura alluvionale e si concentrano, naturalmente, nelle aree golenali dei corsi d'acqua principali (Fig.7).

Le alluvioni oloceniche, si presentano fortemente eterometriche, tuttavia le ghiaie prevalgono nettamente ad indicare un ambiente comunque di energia elevata, soprattutto in corrispondenza delle aste minori la cui elevata pendenza favorisce il rapido trasporto degli elementi più grossolani.

La presenza di meandri ed anse pronunciate favorisce la deposizione di ampie barre ghiaioso sabbiose sulle sponde interne, spesso rimobilizzate durante le piene più intense.

I depositi alluvionali terrazzati si ritrovano assai più di rado, in piccoli lembi relitti, lungo le sponde dei principali corsi d'acqua, rispetto ai quali risultano incisi per alcuni metri (Fig.7)

I sedimenti legati a gravità, detriti eterometrici poco elaborati e talvolta cementati, si ritrovano alle pendici dei versanti della valle del Riu Brabaisu, spesso in corrispondenza di modeste incisioni che vengono ricoperte da scariche detritiche grossolane, sciolte e assai "mobili".



territorio





Figura 8. Terrazzo alluvionale in sponda destra del Riu Brabaisu, ai piedi del versante di Su Niu de S'Acquila

#### Sedimenti olocenici

- ☐ Depositi alluvionali. Ghiaie da grossolane a medie. OLOCENE
- ☐ Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie. OLOCENE
- ☐ Depositi di versante. Detriti con clasti angolosi, assai grossolani, prevalentemente raccolti in canali o tasche alle pendici dei versanti più acclivi. OLOCENE
- ☐ Depositi di frana, prevalentemente in ghiaia, clasti e massi eterometrici e caotici. OLOCENE

## 2.2 Cenni alla fisiografia del paesaggio

Come descritto nell'inquadramento geologico, sono presenti diverse litologie metamorfiche riferibili al paleozoico (dall'Ordoviciano al Carbonifero), che spaziano da marmi e metacalcari a metaquarzoareniti, metasiltiti e scisti. I rapporti stratigrafici e la tettonica sono stati condizionati dagli intensi fenomeni plicativi (Carmignani et Alti – 1978) riferibili alla Orogenesi Ercinica (Cambriano – Carbonifero) della cui omonima catena la Sardegna rappresenta un segmento assai rappresentativo.

L'area in studio costituisce un alto strutturale (*horst*) connesso alla tettonica plio-quadernaria, e pertanto evidenzia tutta una serie di forme legate al recente sollevamento e al conseguente ringiovanimento del reticolo idrografico e, in ultima istanza, dello stesso paesaggio, come si evidenzia chiaramente nella sovrapposizione sul modello digitale del terreno tratto dal database RAS (Fig.9). Le quote variano da un minimo di circa 50 m s.l.m., sul fondovalle sud-orientale del Riu Picocca, ad oltre 890 m s.l.m. in corrispondenza di Bruncu Coxinadroxiu, all'estremità meridionale dell'unità fisiografica.

Predominano le morfologie erosive caratterizzate da valli profonde ed incise, con le aste principali (Riu Picocca, Riu Brabaisu e Riu Ollastu) che presentano frequenti meandri incassati (Fig.9). Tale tendenza trova conferma nella relativa esiguità dei depositi alluvionali, costretti unicamente entro modeste golene sul fondo valle e spesso soggetti ad energie di trasporto considerevoli (non è raro imbattersi in massi di cubatura metrica) in forza del regime esclusivamente torrentizio dei corsi d'acqua principali, caratterizzati da alvei in



roccia pressoché impermeabile e dall'elevata pendenza media dei bacini.

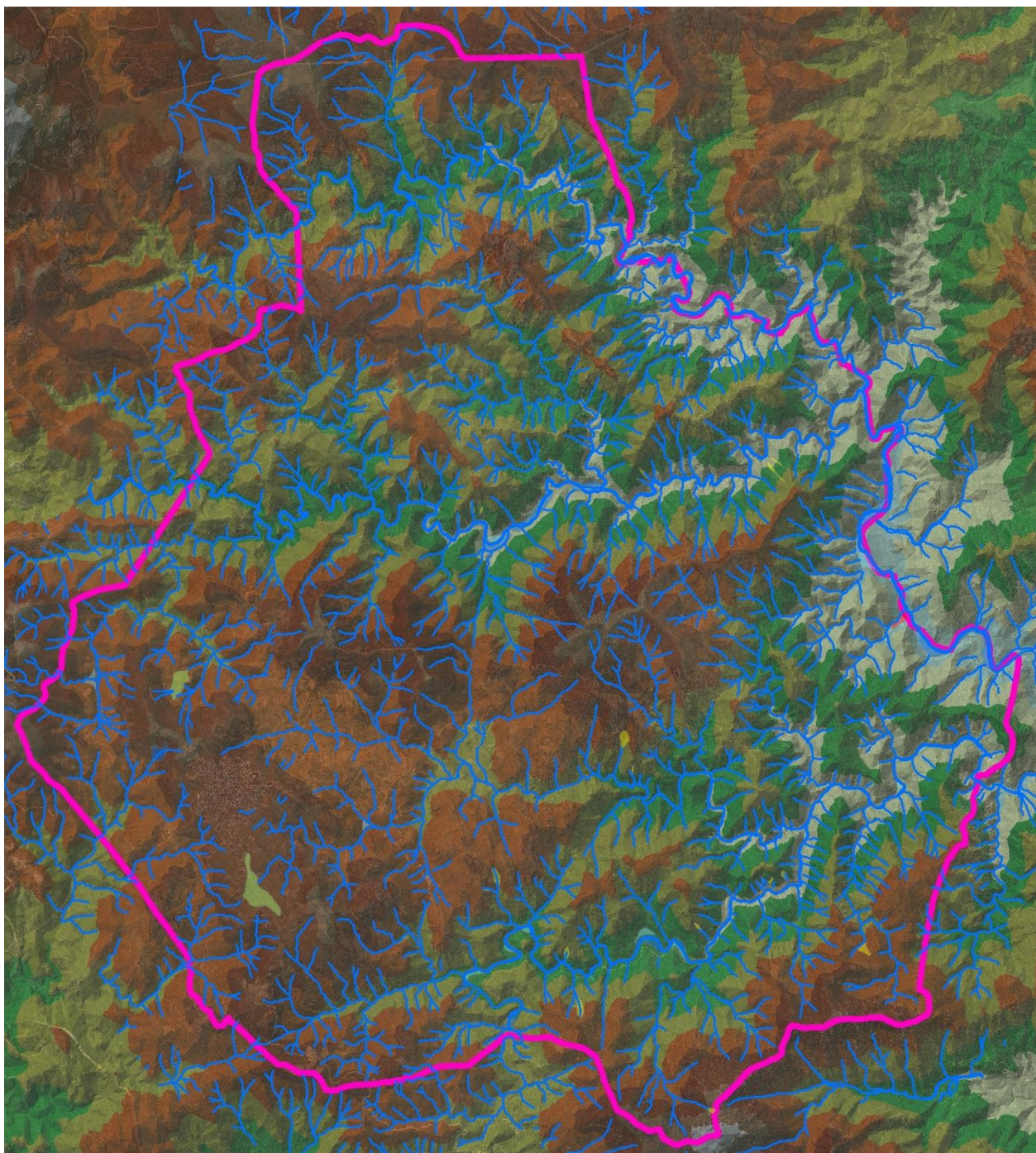


Figura 9. Il reticolo idrografico ricadente nel territorio comunale, sovrapposto al DTM 10 m RAS. In evidenza l'elevata densità di drenaggio che caratterizza i bacini sottesi al Rio Picocca e ai due affluenti maggiori, Rio Ollastu e Rio Brabaisu.

Le valli si presentano fortemente incassate con il caratteristico profilo a V, talora con versanti in roccia sub-verticali, specie in corrispondenza del substrato metamorfico nord-orientale, nei quali si possono individuare nicchie di distacco sugli affioramenti più massivi e qualche costone aggettante sulle sponde del rio.

L'assetto strutturale dell'area è caratterizzato dalla sovrapposizione di complessi sistemi di lineazioni tettoniche, frequentemente a carattere regionale, che spesso costituiscono vie preferenziali di incanalamento e/o infiltrazione delle acque superficiali. In tale contesto le numerose incisioni che solcano i versanti si presentano nella forma di vallecicole o semplici e deboli incisioni, frequentemente colmate, in





parte o completamente, da scariche detritiche riconducibili agli intensi processi di degradazione e trasporto che caratterizzano soprattutto il massiccio metamorfico.



Figura 10. Ampio meandro incastrato lungo il rio Brabaisu, ripreso dall'omonima strada Vicinale.

Il condizionamento strutturale si evidenzia anche nella geometria del reticolo idrografico, il quale, pur caratterizzato da un pattern prevalentemente dendritico, evidenzia spesso geometrie sub-angolari ed ortogonali, con frequenti gomiti e un generale allineamento delle aste secondo le principali direttrici tettoniche.

Il paesaggio assume un assetto tabulare in corrispondenza delle paleo-superfici di erosione (*centro abitato, Su Xilianu*) le quali si inquadrano come lembi del peneplano post ercinico, tipicamente spianate e tabulari.

### 2.3 Contesto pedologico ed uso del suolo

Prendendo a riferimento la Carta dei Suoli della Sardegna in scala 1:250.000 (Stralcio Fig.10), il territorio comunale di Burcei è caratterizzato dalle seguenti unità di paesaggio e dai relativi suoli ed utilizzi:



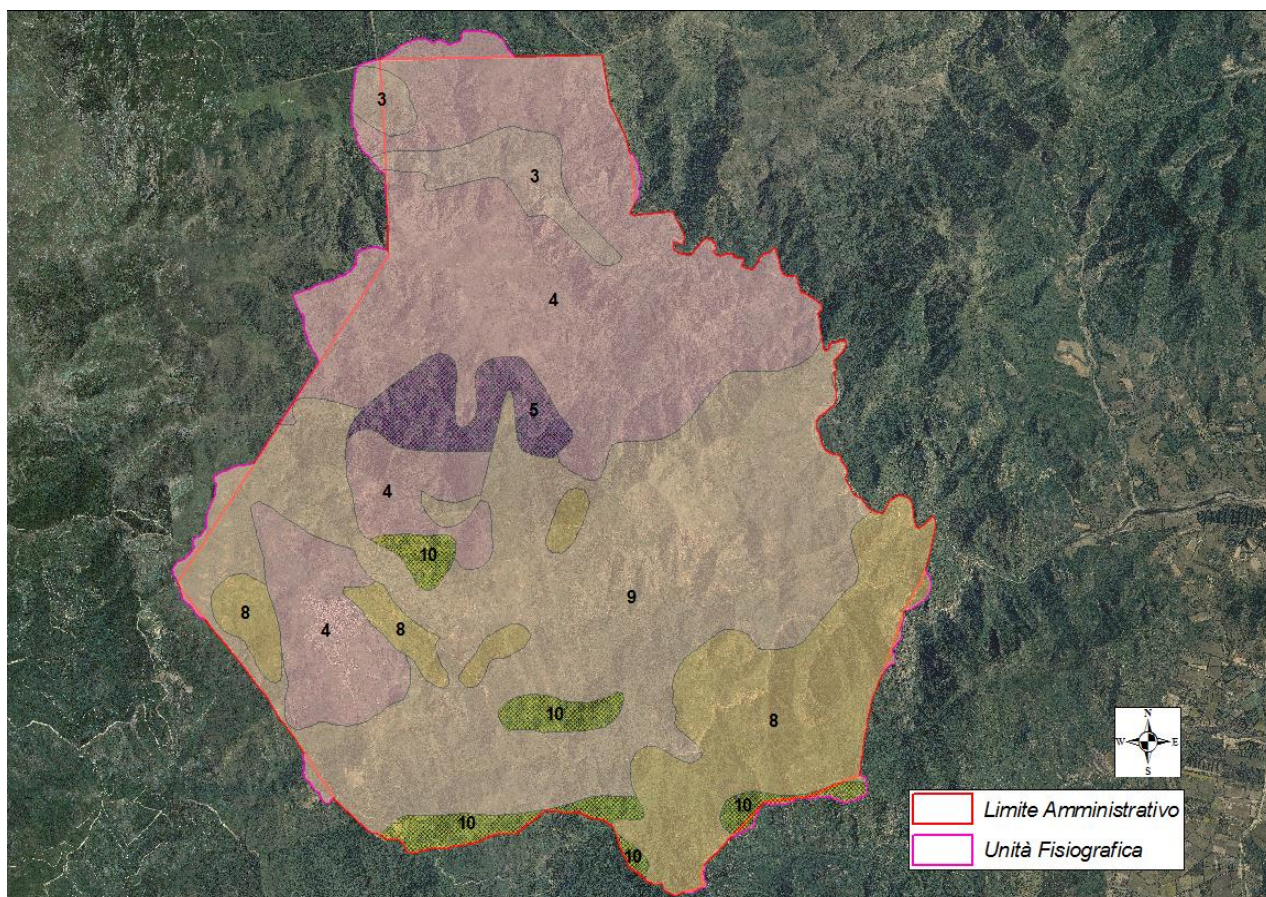


Figura 11: Assetto pedologico del comune di Burcei

UNITA' DI PAESAGGIO E SUBSTRATI	UNITA' CARTOGRAFICHE E SUBSTRATI	DESCRIZIONE DEI SUOLI	CLASSIFICAZIONE U.S.D.A. SOIL TAXONOMY 1998
Paesaggi su metamorfiti del Paleozoico e relativi depositi di versante.	<b>3</b> Aree con forme aspre e pendenze elevate, prevalentemente prive di copertura arbustiva e arborea.	Roccia affiorante, suoli a profilo A-C e subordinatamente A-Bw-C, poco profondi, da franco sabbiosi a franco argillosi, mediamente permeabili, subacidi, parzialmente desaturati.	Rock outcrop Lithic, Dystric e Typic Xerorthents
	<b>4</b> Aree con forme da aspre a subpianeggianti al di sotto di 800-1000 m, con scarsa copertura arbustiva e arborea.	Profili A-C, A-Bw-C e subordinatamente A-Bt-C e roccia affiorante, da poco a mediamente profondi, da franco sabbiosi a franco argillosi, da permeabili a mediamente permeabili, subacidi, parzialmente desaturati.	Typic, Dystric e Lithic Xerorthents; Typic, Dystric e Lithic Xerochrepts.
	<b>5</b> Aree con forme da aspre a subpianeggianti al di sotto di 800-1000 m, con scarsa copertura arbustiva ed arborea.	Profili A-Bw-C, A-Bt-C e subordinatamente A-C da poco profondi a profondi, da franco sabbiosi a franco argillosi, da permeabili a mediamente permeabili, subacidi, parzialmente desaturati.	Typic, Dystric e Lithic Xerochrepts; Typic Palexeralfs; Typic, Dystric e Lithic Xerorthents
Paesaggi su rocce intrusive (graniti, granodioriti, leucograniti, ecc) del Paleozoico e relativi depositi di versante.	<b>8</b> Aree con forme aspre e pendenze elevate, prevalentemente prive di copertura arbustiva ed arborea.	Roccia affiorante, suoli a profilo A-C e subordinatamente A-Bw-C, poco profondi, da sabbioso franchi a franco sabbiosi, permeabili, acidi, parzialmente desaturati.	Rock outcrop Lithic Xerorthents



	<b>9</b> Aree con forme da aspre e subpianeggianti, al di sotto di 800-1000 m, con scarsa copertura arbustiva ed arborea.	Profili A-C, A-Bw-C, roccia affiorante e subordinatamente suoli a profilo A-Bt-C, da poco a mediamente profondi, da sabbioso franchi a franco sabbioso argillosi, permeabili, da subacidi ad acidi, parzialmente desaturati.	Typc, Dystric e Lithic Xerorthents; Typc, Dystric e Lithic Xerohcrepts; Rock outcrop
	<b>10</b> Aree con forme da aspre a subpianeggianti, al di sotto di 800-1000 m, con prevalente copertura arbustiva e arborea.	Profili A-Bw-C, A-C, subordinatamente A-Bt-C e roccia affiorante, da poco profondi a profondi, da sabbioso franchi a franco sabbioso argillosi, permeabili, da subacidi ad acidi, parzialmente desaturati.	Typc, Dystric e Lithic Xerohcrepts; Typc, Dystric e Lithic Xerorthents;

*Tabella 1. Descrizione dei suoli compresi entro il territorio comunale.*

Unità	Descrizione
<b>3</b>	Diffusi in corrispondenza di aree ad elevate pendenze intensamente degradate, sono ricchi in scheletro, scarsamente profondi e mediamente permeabili. La tessitura varia da franco-sabbiosa a franco-argillosa, e l'erodibilità è elevata. La sostanza organica varia da media a scarsa e l'elevata rocciosità e pietrosità ne limitano drasticamente l'uso.
<b>4</b>	Si sviluppano, con profondità ridotte, in corrispondenza delle morfologie più acclivi ed aspre; la tessitura varia da sabbioso-franca a franco-sabbiosa e la sostanza organica è mediamente scarsa. Dotati di elevata permeabilità, hanno frequentemente un eccesso in scheletro e sono soggetti ad un forte pericolo di erosione.
<b>5</b>	Suoli da poco profondi a profondi che occupano superfici con forme aspre e subpianeggianti a quote comprese tra gli 800 -1000 m s.l.m. Da permeabili a mediamente permeabili hanno una tessitura variabile da franco-sabbiosa a franco-argillosa. La sostanza organica elevata in superficie e sotto macchia o bosco, si riduce a media nelle aree a pascolo e coltivate. Le limitazioni d'uso sono da ricondurre ad una locale elevata pietrosità ad un eccesso in scheletro ed ad un forte pericolo di erosione.
<b>8</b>	Comprendono suoli da poco a mediamente profondi, con tessitura da sabbioso-franca a franco-sabbioso-argillosa e complessivamente permeabili. Si presentano meno sviluppati in corrispondenza di morfologie accidentate e pendenze elevate mentre, all'approssimarsi della fascia pedemontana, le morfologie subpianeggianti, modellate sui depositi di versante, favoriscono la genesi di profili leggermente più evoluti talora ricchi in sostanza organica che localmente li predispone ad una utilizzazione agricola.
<b>9</b>	Suoli da poco a mediamente profondi, con tessitura da franco-sabbiosa a franco-argillosa mediamente ricchi in sostanza organica, da permeabili a mediamente permeabili. Come nelle unità precedenti i limiti allo sfruttamento agricolo sono posti da un eccesso in rocciosità e pietrosità e dall'elevata propensione all'erosione.
<b>10</b>	Si formano su morfologie da aspre a subpianeggianti, con profondità mediamente ridotte. La tessitura varia da sabbioso-franca a franco-sabbioso-argillosa e la permeabilità è alta. La sostanza organica è elevata in superficie e sotto macchia o bosco, media nelle aree a pascolo e coltivate. Localmente presenta elevata pietrosità, eccesso in scheletro e forte pericolo di erosione.

Nell'ambito della Carta dell'Uso del Suolo in scala 1:25.000 della (Corine Land Cover del 2008) (Tav. 3), il territorio comunale di Burcei, è caratterizzato dalla netta prevalenza di zone boscate e associazioni vegetali arbustive e/o arboree.

Nella fattispecie, se si esclude l'area prossima al centro abitato, particolarmente frazionata, sul resto del territorio sono diffusi i boschi di latifoglie e la macchia mediterranea, impostati indifferentemente sia sulle litologie metamorfiche diffuse dal centro al nord che sulle litologie granitiche estese al centro sud.

Seppur su estensioni molto inferiori alle specie a latifoglie, nell'ambito dei territori boscati, sono rappresentati i pioppeti, saliceti, eucalitteti ecc. anche in formazioni miste, le sugherete, i boschi di conifere ed i boschi misti di conifere e latifoglie.

Tra le formazioni arbustive si distinguono le aree a pascolo naturale, cespuglieti ed arbusteti, formazioni di ripa non arboree e la gariga.

In prossimità del centro abitato, com'è logico attendersi, si individuano appezzamenti di coltivazioni produttive, quali vigneti, frutteti e frutti minori e oliveti. Molto diffuse le aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti e subordinatamente i seminativi in aree non irrigue.



### 3 ASSETTO MICROCLIMATICO

La morfologia del territorio e la sua tendenza evolutiva sono governate dalla combinazione di fattori endogeni legati alla natura del substrato fisico (tipologia, competenza e giacitura della roccia, tettonica regionale e locale, ecc.) e da agenti esogeni costituiti principalmente da fenomeni atmosferici.

Lo studio del clima nell'area di riferimento, quindi, rappresenta la base di partenza per valutare la tipologia e l'entità dei processi morfogenetici, l'alimentazione dei corpi idrici superficiali e delle falde acquifere e, in generale, il grado evolutivo pregresso e potenziale del territorio studiato.

Nella fattispecie sono stati considerati quegli elementi, quali precipitazioni, temperature e venti che, nel loro insieme, concorrono a definire il micro-clima dell'area comunale, tralasciando il dettaglio della analisi idrologiche di bacino finalizzate ai calcoli di portata, più strettamente attinenti allo studio di compatibilità idraulica, al quale si rimanda.

#### 3.1 Climatologia a scala regionale

La posizione geografica, il carattere di insularità e l'orografia della Sardegna costituiscono i principali fattori che ne condizionano il clima (M. Pinna, 1954): occupando il centro del bacino occidentale del mediterraneo essa è esposta al dominio dei venti occidentali e delle masse d'aria calda tropicale. Nella classificazione di Köppen (1936) esso ricade nel novero dei climi temperati, corrispondente al tipo *C – Climi temperati delle medie latitudini* caratterizzato dal mese più freddo con temperature medie inferiori a 18°C ma superiore a -3°C e da almeno un mese avente temperatura media pari ad almeno 10°C. Si tratta quindi di un clima che esprime sia una stagione estiva che una invernale, ed è genericamente definito come clima Mediterraneo.

In ambito regionale la quasi totalità del territorio, ad eccezione delle zone interne e montuose, ricade nel sottotipo Csa della classificazione di Köppen, che si caratterizza per una temperatura media, nel mese più caldo, superiore ai 22°C e precipitazioni, nel mese più secco del semestre arido, inferiore a un terzo di quello del mese invernale più piovoso, e comunque non superiore a 30 mm.

Tale classificazione è stata ulteriormente dettagliata da Pinna nella Carta Climatica d'Italia (Fig.12) dove sono distinti quattro sottotipi del tipo C: *subtropicale* lungo tutta la costa meridionale e per un breve tratto della costa orientale (Siniscola-Orosei); *temperato caldo* nelle restanti zone costiere, in particolare quelle occidentali, e per tutto il Campidano e Logudoro-Marghine; le aree interne e montuose sono interessate prevalentemente dai climi *sublitoraneo* e, limitatamente ai rilievi più pronunciati, *subcontinentale*. Il comune di Burcei ricade a cavallo dei sottotipi intermedi.

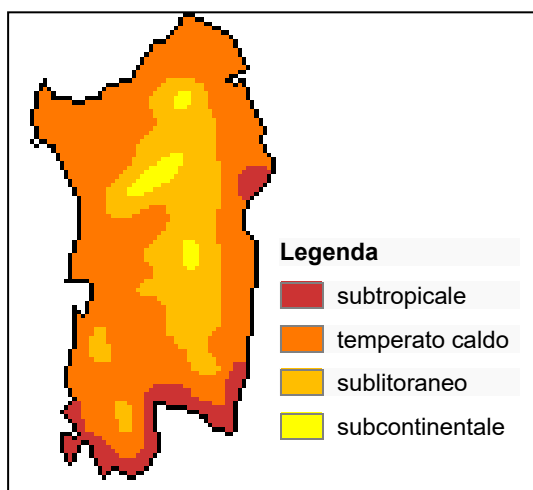


Figura 12. Climi temperati (tipo C di Köppen) caratteristici della Sardegna nella classificazione di Pinna (da Carta Climatica d'Italia - Modificata).

La peculiare differenziazione delle stagioni deriva principalmente dalla migrazione del limite settentrionale delle celle di alta pressione che insistono nelle fasce subtropicali (Peixoto, 1992): lo spostamento dell'alta pressione (*Anticiclone delle Azzorre*) raggiunge l'arco alpino nei mesi estivi, determinando un regime stabile talvolta tipico di climi subtropicali aridi, con temperature elevate e precipitazioni scarse o assenti lungo le coste.

A partire dall'autunno l'alta pressione rimane confinata al margine Nordafricano, favorendo la circolazione di aria umida atlantica che, scontrandosi con le masse d'aria calda ancora stazionanti sul mediterraneo, dà vita alla *ciclogenesi*<sup>4</sup> che interessa la Sardegna (Pinna, 1954) generando le perturbazioni cui si deve il più elevato apporto

in termini di precipitazioni, seguito dal meno abbondante massimo primaverile.

#### 3.2 Studio meteoclimatico dell'area vasta

La base dati di riferimento è stata ricavata dal nuovo Studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna (SISS) pubblicato nel 1998 per conto della R.A.S. dall'Ente Autonomo del Flumendosa (oggi ENAS), nel quale si considera un modulo di riferimento che va dal 1922 al 1992 per le pluviometrie e dal 1924 al 1992

<sup>4</sup> La regione mediterranea presenta la più alta frequenza e concentrazione di ciclogenesi del mondo (Landsberg, 1988).



per le termometrie. Dette misure sono state integrate con i dati resi disponibili dal *Servizio tutela e gestione delle risorse idriche* della RAS sul sito istituzionale, sino al 2011, per quanto riguarda le pluviometrie, il numero dei giorni piovosi e le temperature.

Per la valutazione della distribuzione delle precipitazioni è stato suddiviso il territorio in topoi, tracciati con il metodo di Thiessen: ogni stazione è stata inclusa in un poligono di riferimento, costruito sull'intersezione degli assi alle congiungenti delle stazioni circostanti, nel quale si suppone costante l'altezza di pioggia rilevata.

In Figura 13 è riportata la carta delle 5 stazioni pluviometriche e dei relativi topoi, con il confine comunale evidenziato in rosso: la particolare distribuzione delle stazioni termo-pluviometriche sul territorio circostante rende significativi soltanto i tre topoi costruiti sulle stazioni di Burcei, Campuomu e Monte Acuto, mentre quelli relativi alle stazioni di Cuile Seu e Villasalto, possono ritenersi marginali.

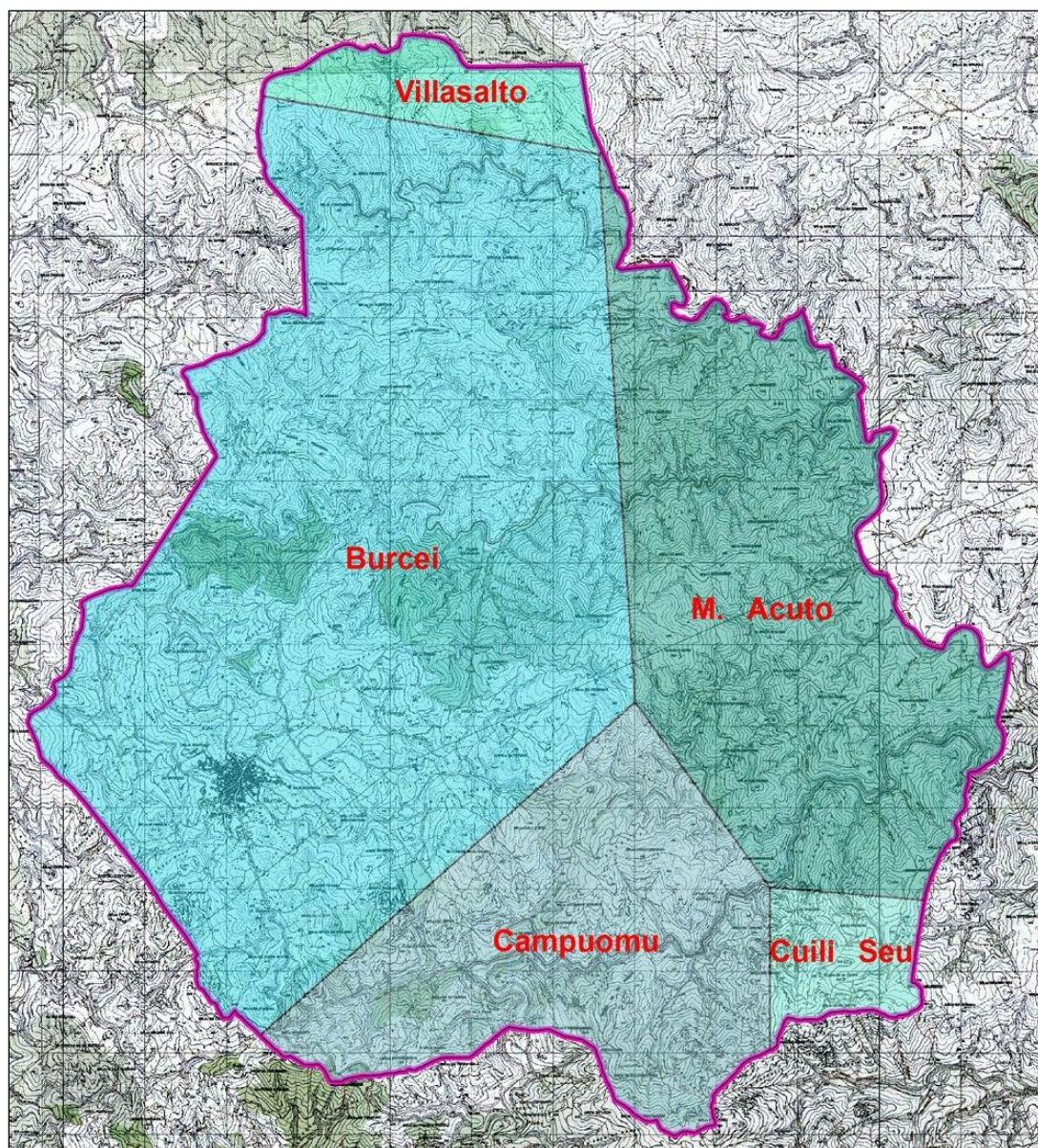


Figura 13. Topoi costruiti sulle stazioni pluviometriche utilizzate nella definizione dei caratteri climatici dell'area comunale.

Per le tre stazioni prese a riferimento (Tabella 2) sono disponibili i cumulati dal 1922 al 2011, mentre gli annali completi per temperature sono disponibili unicamente per la stazione di Campuomu. Nella tabella sottostante sono riportate le altezze di pioggia medie mensili per ciascun topoi e il relativo numero di giorni piovosi.

**Tabella 2. Cumulati medi mensili e annui per le tre stazioni pluviometriche di riferimento.**

STAZIONE	QUOTA (m s.l.m.)	AREA TOPOIETO (kmq)	H DI PIOGGIA (mm) / GG DI PIOGGIA												
			GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	MEDIA ANNUA
CAMPUOMU	664,00	23,73	109,5	100,8	96,1	74,0	53,4	16,9	8,9	16,0	60,7	99,1	119,1	140,3	<b>894,9</b>
			8,3	7,2	7,4	6,6	5,2	2,5	1,7	2,7	4,4	6,2	8,1	8,7	<b>59,8</b>
M. ACUTO	648,00	16,89	94,9	93,8	82,7	63,2	44,9	11,9	2,5	8,4	59,4	112,0	92,3	114,1	<b>780,2</b>
			8,4	7,3	7,4	6,7	5,2	2,5	1,7	2,7	4,4	6,3	7,9	8,7	<b>59,7</b>
BURCEI	55,00	51,61	98,7	91,3	87,4	63,9	42,8	13,7	5,5	12,1	53,0	93,1	105,1	124,5	<b>791,2</b>
			8,3	7,2	7,4	6,6	5,2	2,5	1,7	2,7	4,4	6,2	8,1	8,7	<b>59,8</b>

La serie di riferimento per l'intera area comunale è stata ottenuta mediante media pesata ( $\bar{h}$ ) avvalendosi delle relative ad ogni topoieta ( $h_i$ ), rapportandole all'area ( $A_i$ ) ricoperta da ciascuno di essi entro il perimetro comunale, mediante la formula:

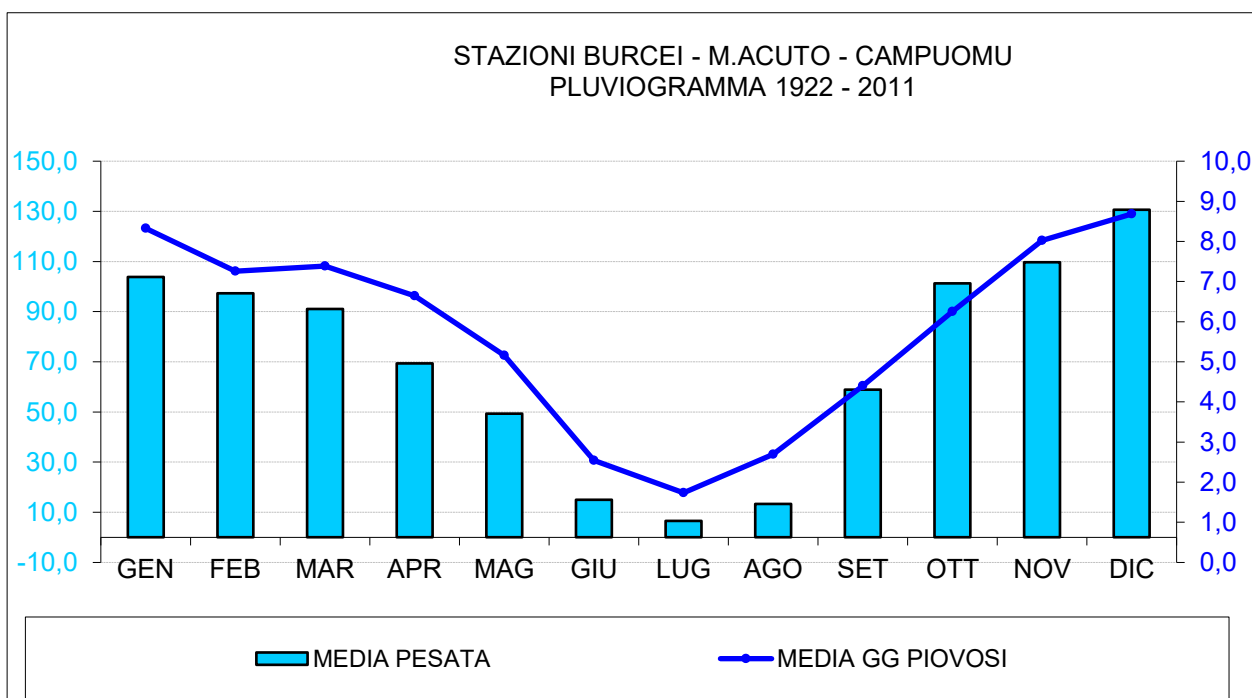
$$\bar{h} = \frac{\sum_i^n h_i \cdot A_i}{A_{tot}}$$

I risultati sono riportati in Tabella 3.

**Tabella 3. Media pesata dei cumulati medi mensili riferiti all'Unità Fisiografica in studio.**

MESE	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	MEDIA ANNUA
Media pesata	103,8	97,3	91,1	69,4	49,3	15,0	6,6	13,3	59,0	101,3	109,7	130,7	<b>846,4</b>

Per evidenziare il trend di entrambi i parametri, i dati in Tabella 3 sono stati inseriti in un diagramma a barre (Fig.14), nel quale è rappresentato l'andamento delle precipitazioni medie mensili nell'arco dell'anno solare, posto a confronto con la curva dei giorni piovosi.


**Figura 14. Diagramma delle pluviometrie medie mensili poste a confronto con le medie dei giorni piovosi, su un modulo di 83 anni.**

Il grafico evidenzia efficacemente l'andamento delle medie mensili tipo I.A.P.E., che mostrano un massimo nel periodo invernale, sensibilmente superiore a quello autunnale. Si registra quindi una rapida riduzione tardo-primaverile che precede il periodo estivo, tendenzialmente arido. L'oscillazione annuale è assai consistente, passando da un massimo di quasi 131 mm in dicembre ad un minimo inferiore a 7 mm in luglio: nel complesso, il trimestre invernale (Dic-Gen-Feb) apporta da solo oltre il 39% di tutte le precipitazioni, distribuiti in circa 24 gg piovosi, contro i 270 mm invernali distribuiti però in 19 gg. La media



annua cumulata si ubica oltre i 700 mm, con un valore di oltre 846 mm.

A differenza dei climi più costieri, le cui precipitazioni presentano un ulteriore picco in aprile che segue brevi periodi siccitosi invernali (Pinna, 1954), ad Burcei si registra un andamento regolare senza picchi o anomalie particolari.

Per quanto attiene la durata e l'intensità delle piogge, esse sono rappresentate a scala regionale nello studio *"Il clima in Sardegna"* predisposto a cura di P.A. Chessa e A. Delitala per il *Dipartimento Specialistico Regionale Idrometeorologico* dell'ARPA Sardegna (<http://www.sar.sardegna.it>).

Tale studio è stato realizzato su dati circoscritti al periodo 1951-1980 per temperature e precipitazioni, e al 1951-1993 per i restanti parametri. Nella fattispecie, è di notevole interesse la distribuzione del numero di giorni piovosi sul territorio regionale (Fig.15), che evidenzia un massimo di oltre 80 giorni in corrispondenza dell'altipiano di Campeda, e dei massicci del Gennargentu e del Limbara. Il comune di Burcei ricade tra quelle a minore piovosità, con valori medi annui compresi tra 60 e 70 giorni.

In termini di intensità giornaliera, espresse in numero medio di giorni per altezza di pioggia, è significativa la carta regionale del numero di giorni con valore di precipitazioni superiore a 50 mm (Fig.16), nella quale si evidenzia un netto gradiente W-E con oltre 3 giorni piovosi in corrispondenza dell'Ogliastra e oltre 1 giorno nel Comune di Burcei: i rovesci violenti ed intensi sono quindi nettamente localizzati lungo il settore orientale dell'isola, benché il numero dei giorni piovosi sia tra i più bassi.

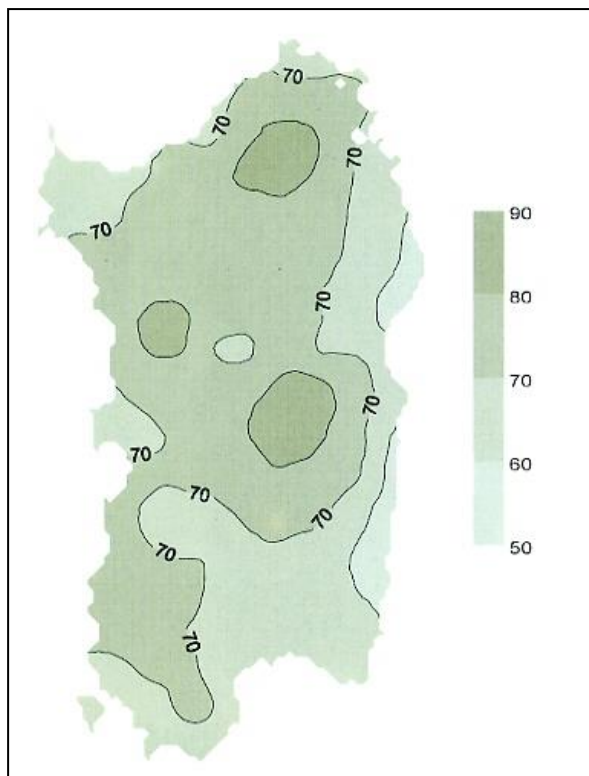


Figura 15. Distribuzione del numero medio annuo dei giorni piovosi.

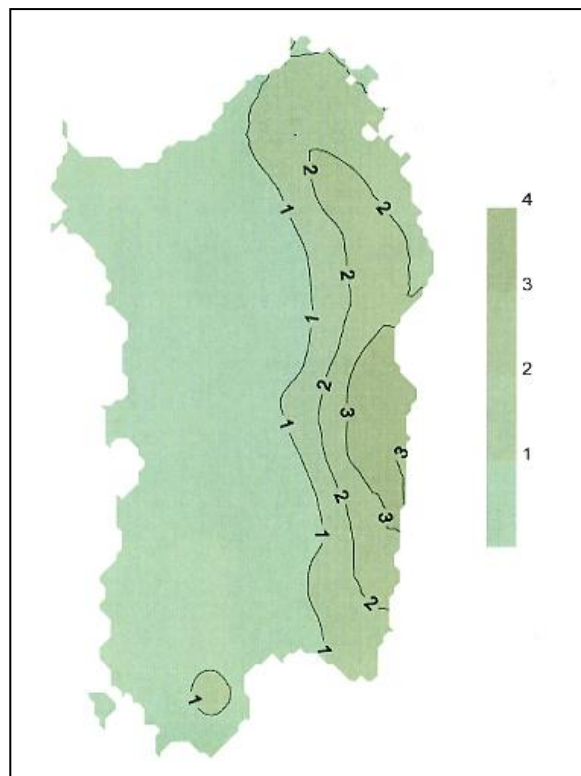


Figura 16. Distribuzione del numero medio annuo dei giorni con altezze di pioggia superiori a 50 mm.



### 3.2.1 Analisi della distribuzione delle temperature medie diurne

Come anticipato, la temperatura è riferita unicamente alla stazione di Campuomu, delle quale si riportano di seguito le medie diurne.

Tabella 4. Medie mensili diurne delle precipitazioni e temperature della stazione di Burcei.

STAZIONE	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	MEDIA ANNUA
CAMPUOMU	7,4	7,7	9,7	11,8	15,7	20,1	23,5	23,5	20,0	16,0	11,8	8,8	14,7

Il trend delle temperature in Fig.17 evidenzia il picco estivo ubicato nei mesi di luglio ed agosto, con medie coincidenti (rispettivamente 23,5°C), che sono in linea con quelli comunemente registrati nel settore meridionale della Sardegna, di norma entro l'isoterma dei 24°C (P.A. Chessa, A. Delitala, 1997). La stagione invernale rientra pienamente nei canoni descritti per il sottotipo climatico, con un minimo di 7,4°C collocato nel mese di gennaio, seguito da 7,7°C in febbraio.

La distribuzione delle temperature nell'arco dell'anno segue un andamento piuttosto progressivo con due soluzioni di continuità abbastanza nette tra maggio e giugno, dove si passa da 15,7°C a 20,1°C, e tra ottobre e novembre, con un salto termico di 4,2°C (da 16,0 a 11,8).

Tali valori sono tipici di un inverno tutto sommato mite, che si accompagna ad una escursione termica annua tutto sommato contenuta in relazione alla collocazione geografica, con un valore medio di 16,1°C, superiore a quello delle zone costiere ma comunque entro l'isodiafora dei 20°C (Pinna, 1954).

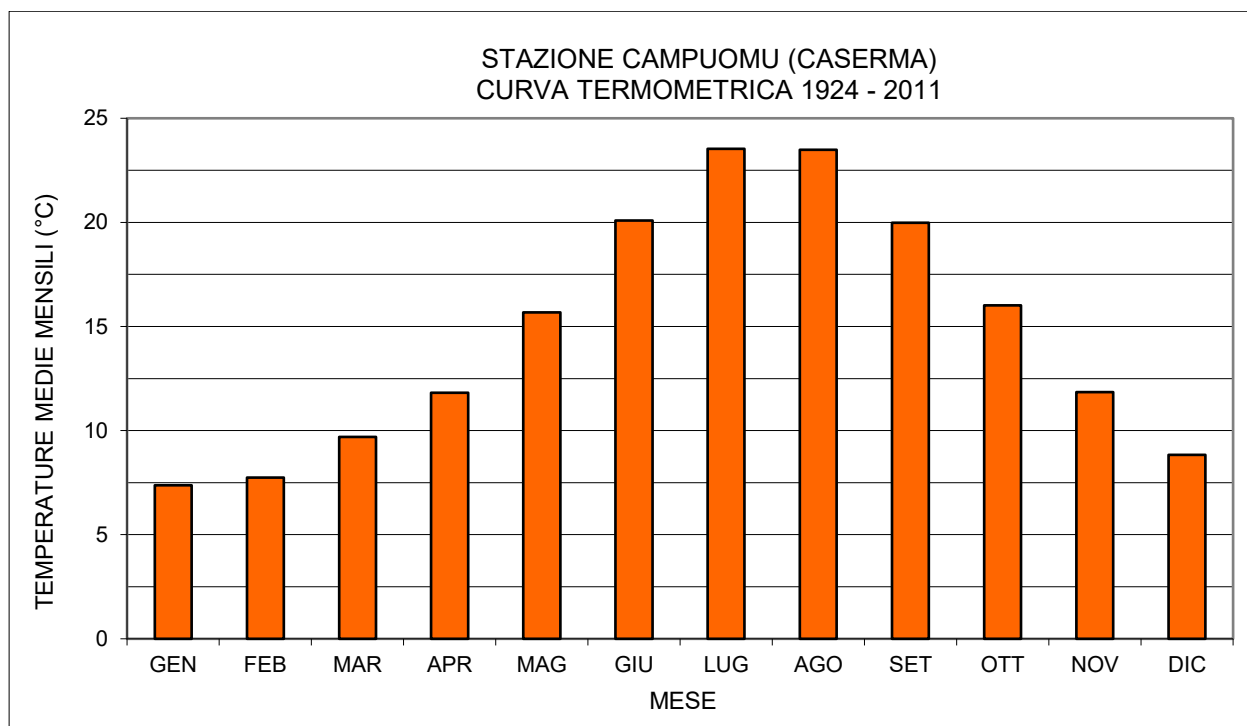


Figura 17. Diagramma delle temperature medie diurne dal 1922 al 2005.

In generale, si evidenzia una componente non trascurabile degli effetti orografici rispetto alla latitudine sulla distribuzione delle temperature, peculiarità che accomuna la maggioranza dei fenomeni meteorologici in Sardegna, che differenzia in modo netto le aree più interne, con climi più umidi e rigidi, da quelle costiere, con una spiccata influenza mitigatrice del mare sulle aree litoranee e sulle pianure aperte alle coste.

### 3.2.2 Elaborazione ombrotermica di Walter e Lieth

Nella definizione del regime microclimatico è di notevole utilità la correlazione tra la curva termometrica e quella pluviometrica, ottenuta mediante la costruzione del diagramma di Walter e Lieth (Fig.18) sulle medie dell'intero comune.

Il diagramma confronta in modo diretto l'andamento stagionale dei due parametri, posti convenzionalmente su scale fisse, con quella delle precipitazioni doppia rispetto a quella delle temperature, evidenziandone il trend stagionale e le reciproche interazioni nel corso dell'anno.

Nel caso in oggetto, si osserva una netta “sfasatura” tra le due curve, tipica del clima mediterraneo: la curva delle temperature subisce un netto incremento nella stagione estiva, con un massimo in luglio-agosto, mentre contemporaneamente le precipitazioni calano ai minimi annui; nella stagione autunno-invernale il processo si inverte, con una progressiva diminuzione delle temperature con un minimo tra dicembre e gennaio a fronte di un rapido incremento delle precipitazioni che culmina nei mesi di novembre-dicembre.

Si registrano quindi due punti di intersezione delle curve che delimitano sulle ascisse l'intervallo di aridità cui corrisponde un periodo di deficit idrico: esso è compreso, in questo caso, tra maggio e settembre, come di norma accade in Sardegna e si caratterizza per un tasso elevato di evapotraspirazione e una piovosità ridotta o nulla.

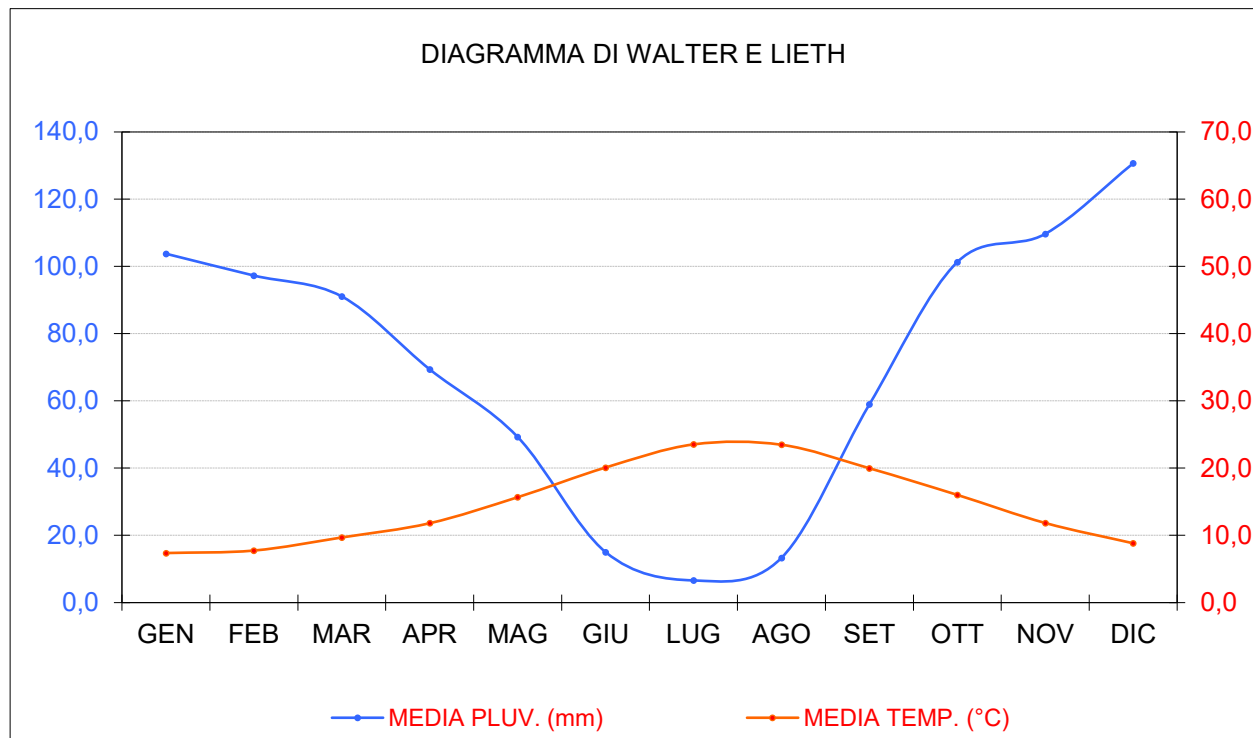


Figura 18. Diagramma umbrotermico di Walter-Lieth riferito alle medie dell'area comunale.

L'alternanza così netta di stagioni secche e stagioni umide riveste notevole importanza nella gestione del territorio sia sotto il profilo idrogeologico, in particolare nella salvaguardia delle falde superficiali nel periodo estivo e nella prevenzione dei fenomeni di dissesto durante l'apice autunnale delle precipitazioni, sia sotto il profilo dello sfruttamento dei suoli e della gestione delle colture.





## 4 DISSESTI IN ATTO E POTENZIALI: ANALISI STORICA, STATO DI ATTIVITÀ E TENDENZA EVOLUTIVA

### 4.1 Cronologia dei dissesti

Così come previsto dalle Linee Guida del PAI la ricognizione sui fenomeni franosi è partita dalla cronologia dei dissesti ricavata dai principali archivi nazionali, ed in particolare dall'*Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI)*, realizzato dall'*Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA)* e dalle Regioni e Province Autonome integrato dal *Sistema Informativo sulle Catastrofi Idrogeologiche (SICI)*, ideato dal *Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI)*: esso raccoglie e cataloga i dissesti idrogeologici reperendo le informazioni sia da archivi propri (*Aree Vulnerate Italiane – AVI*) sia da basi di dati esterne, rese disponibili da Enti di ricerca e quotidiani locali.

Le informazioni sono state completate con la raccolta di notizie presso l'Amministrazione Comunale e, laddove possibile, direttamente sul territorio. Il materiale fotografico riferito ad ogni frana censita presso i suddetti archivi, per questioni di spazio, è stato raccolto nell'*Appendice fotografica* posta a conclusione dello studio, a cui si rimanda per il presente capitolo.

La prima ricognizione ha evidenziato la presenza di una di frane documentate in tempi storici nel centro abitato del Comune di Burcei di cui si tratterà più estesamente nel prossimo paragrafo. I risultati della ricognizione sono riportati nelle tabelle sottostanti.

Tabella 5. Cronologia dei dissesti tratti dall'Archivio IFFI

EVENTI FRANOSI CENSITI NEL TERRITORIO DI BURCEI								
Id. Scheda censimento	Data Rilevamento	Toponimo	Evento	Tipologia	Causa innescante	Velocità	Stato	Id. foto appendice
920004500	01/02/2005	SS 125 Km 35,500	Crolli localizzati su strada	Crollo - Ribaltamento	Materiale fratturato	n.d.	Quiescente	1
920004400	01/02/2005	SS 125 Km 35	Crolli localizzati su strada	Crollo - Ribaltamento	Materiale fratturato	n.d.	Quiescente	2
920030800	18/03/2005	PONTE MALLILI	Crolli localizzati su strada	Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi	Precipitazioni eccezionali prolungate	Estremamente rapido (>5m/s)	Quiescente	3
920016400	11/03/2005	RIU PICOCCA	Crolli localizzati su strada	Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi	Materiale fratturato	Estremamente rapido (>5m/s)	Stabilizzato artificialmente	4
920030700	18/03/2005	BRUNCU PERDIAXIUS	Crolli localizzati su strada	Crollo - Ribaltamento	Scavo al piede del pendio	Estremamente rapido (>5m/s)	Quiescente	5
920030900	18/03/2005	RIU PICOCCA	Crolli localizzati su strada	Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi	Materiale fratturato	Estremamente rapido (>5m/s)	Quiescente	
920007300	23/02/2005	BENTU ESTU	Crolli localizzati su strada	Crollo - Ribaltamento	Materiale fratturato	n.d.	Quiescente	

I numerosi eventi censiti nel repertorio IFFI sono tutti ubicati lungo la SS 125. Tale concentrazione di eventi storici in realtà non stupisce dato che, comunemente a tutti quelli che interessano elementi a infrastrutturali di particolare rilievo, comportano disagi ed interventi ampiamente documentati e registrati. Inoltre, il tratto della SS 125 che attraversa il Comune di Burcei, si caratterizza per una forte propensione al dissesto derivante dalla presenza di ampi tagli stradali in roccia, spesso sub-verticali, ed in generale per la diffusa presenza di fattori predisponenti legati all'assetto geologico-strutturale e geomorfologico dei rilievi granitoidi.

Tutti i dissesti, in effetti, sono identificati come crolli e/o ribaltamenti localizzati sulla sede stradale, talvolta con evoluzione in colamenti o *rock avalanches* in presenza di forti precipitazioni. Purtroppo per nessuno degli eventi è riportata la data precisa, per cui non è possibile risalire all'intensità delle precipitazioni che li hanno preceduti e, presumibilmente, innescati.



#### 4.2 Ricognizione sul territorio: fenomeni di instabilità e stato di attività (Tav.7)

Sulla base delle indicazioni ricavate dalla cronologia dei dissesti, si è proceduto al rilievo in situ delle aree potenzialmente instabili, con particolare attenzione su quelle urbanizzate e/o oggetto di pianificazione. Il carattere necessariamente qualitativo delle osservazioni ha comunque consentito di riconoscere e delimitare le morfologie relative a frane potenziali o in atto.

Il rilevamento è stato condotto sull'intero territorio comunale, differenziando il dettaglio tra area urbana, indagata alla scala del rispettivo strumento di pianificazione, e area extra-urbana, per la quale il rilevamento è stato condotto su base CTR, avvalendosi di fotointerpretazione e modellazione del territorio in ambiente GIS.

I suddetti fenomeni sono stati quindi raccolti nella *Carta geomorfologica e dei fenomeni franosi* (suddivisa, in base al dettaglio, nelle Tavole 6 e 10) che costituisce uno dei tematismi fondamentali nella fase di perimetrazione sul territorio delle aree di pericolosità da frana.

##### 4.2.1 Area urbana e periurbana di Burcei

In ambito urbano la propensione al dissesto ed i fenomeni attivi si concentrano prevalentemente nelle porzioni periferiche del centro abitato, in corrispondenza dei margini nord-occidentali del modesto altipiano su cui esso si distende. Nella ricognizione in situ sono stati rilevati sia fenomeni attivi, talora di una certa gravità, sia un generale degrado idrogeologico, in parte di natura antropica, che affligge le scarpate e i versanti che marcano detto limite fisiografico.

##### 4.2.1.1 Morfologie gravitative: dissesti in atto e potenziali

##### Forme di versante dovute a gravità: frane di crollo/ribaltamento e scivolamento in roccia

Data la scarsa presenza di affioramenti lapidei entro l'area urbana, tali fenomeni sono rari e tendenzialmente circoscritti, pur presentando talora aspetti preoccupanti in termini di intensità<sup>5</sup>, attività e, conseguentemente, pericolosità.

Tra i fenomeni attivi si inquadra un'ampia frana di crollo a carico della scarpata artificiale retrostante un fabbricato civile ubicato nell'estrema periferia nord occidentale, lungo la via Sassari (Fig.XX). Tale dissesto, verificatosi a seguito delle intense precipitazioni del novembre 2013, presenta la tipica connotazione di un arretramento del margine della scarpata per distacco/ scivolamento di alcuni cunei dell'ammasso metamorfico (F. di Pala Manna) unitamente all'abbondante materiale detritico della coltre allentata e parzialmente alterata: la cinematica desumibile dal relativo corpo di frana, ancora presenta al piede, è quindi più simile ad una *rock-avalanche* che non ad un crollo vero e proprio, con parziale fluidificazione del detrito in conseguenza delle precipitazioni torrenziali.

<sup>5</sup> Criteri di definizione dell'intensità dei fenomeni franosi, secondo la classificazione proposta da H. Raetz & O. Lateltin & D. Bollinger & J.P. Tripet: "Hazard assessment in Switzerland – Codes of Practice for mass movements" – 2002.

Phenomenon	Low intensity	Medium intensity	High intensity
Landslide	$\lambda \leq 3$ cm/area	$\lambda: \text{quadrilateral} (>3 \text{ cm/area})$	$\text{shallow landslides: quadrilateral} > 1 \text{ m per area}$
Rock avalanche	$E < 30 \text{ kJ}$	$30 < E < 300 \text{ kJ}$	$\text{large quadrilateral movements: } \lambda > 0.1 \text{ m/area for}$
Rockfall			$E > 300 \text{ kJ}$
Phenomenon	Low intensity	Medium intensity	High intensity





*Figura 19. Fronte di scavo franato a seguito delle intense precipitazioni registrate nel novembre 2013. In evidenza nella circonferenza azzurra alcuni blocchi disarticolati e ancora in equilibrio precario. Alla base, il corpo di frana vegetato (tratteggio rosso).*

Si tratta di un fenomeno tipicamente retrogressivo con chiari indizi di attività, ricavabili dal forte allentamento, con parziale dislocazione, di alcuni blocchi metrici sospesi sul ciglio della scarpata.

Una situazione simile si ritrova anche nella periferia nord-orientale, su un vecchio fronte di cava posto tra la via Della Pineta e la via Dei Giardini (Fig.20). In questo caso si osservano indizi riconducibili a fenomeni di crollo in senso stretto, desunti da alcuni blocchi decimetrici dispersi al piede e dalla presenza di nicchie di distacco "fresche", probabilmente riferibili alla stagione in corso. Il fronte, che presenta uno sviluppo verticale massimo di circa 6-7 metri a ridosso della via della Pineta, evidenzia piani di discontinuità con debole giacitura a franapoggio che, insieme a famiglie di discontinuità ortogonali, delimitano blocchi con volumi di stimabili da pochi decimetri a 1-2 metri.





Figura 20. Fronte di cava abbandonata tra la via della Pineta e la via Dei Giardini. Al piede si osservano alcuni blocchi relativi a crolli recenti.

Forme di versante dovute al dilavamento: erosione diffusa e concentrata

Costituiscono i fenomeni e le relative morfologie più frequenti nell'ambito urbano, declinate in diversi gradi di intensità ed ampiezza. I settori maggiormente interessati sono quelli sud-occidentale e nord-orientale.

Nel primo caso (Fig.21) interessano la sponda in sinistra di un modesto impluvio secondario, nel tratto a valle della via G.B. Melis. Il dilavamento per ruscellamento diffuso è favorito dall'elevata pendenza della scarpata e dalla presenza di diffusa di riporto eterogeneo (terre di scavo e materiali di risulta), il cui spessore va a sommarsi a quello, decimetrico, della coltre eluvio-colluviale.



Figura 21. Impluvio a valle della via G.B. Melis: negli ovali in rosso sono evidenziate le aree di riporto e/o dilavamento lungo la sponda sinistra.

Più a monte, lungo lo stesso impluvio si ritrovano evidenti fenomeni di erosione a carico del rilevato su cui





è realizzata la recente via De Gasperi, all'altezza dell'intersezione con la via Passus: il tratto del rilevato che attraversa l'impluvio presenta evidenti segni di scoscendimento (Fig.22) e dilavamento causato dal deflusso incanalato che raccolto più a monte.



*Figura 22. Intersezione tra la via Passus e la recente via De Gasperi, poco a monte dell'area precedente: profondo solco sul rilevato stradale derivante da deflusso concentrato raccolto entro l'impluvio.*

Tali fenomeni si ritrovano, forse con maggiore diffusione, anche all'estrema periferia nord-orientale, alle pendici del rilievo di Sa Rocchiedda, sia sul versante settentrionale a monte della strada vicinale Ghirranu, sia, in misura minore, su quello meridionale immediatamente a valle della Via della Pineta.

Nel primo caso, sono documentati, anche in tempi recenti (marzo 2015), ampi smottamenti (Fig.23) per dilavamento della coltre alteritica del basamento intrusivo in seguito a precipitazioni copiose.



*Figura 23. Strada Vicinale Ghirranu, loc. Mitza Battista: smottamento risalente al marzo 2015, a seguito di precipitazioni copiose.*

La nicchia attuale rivela una sezione stratigrafica abbastanza tipica dell'area, caratterizzata da circa 1,50-2,00 metri di alteriti, talora includenti clasti relitti della roccia madre, che sfumano verso l'alto senza



apparente soluzione di continuità, sulle coltri alteritiche grossolane e debolmente coerenti, soggette a modesta pedogenesi (Fig.24).



Figura 24. Nicchia relativa allo smottamento in Fig.23: il tratteggio in rosso segna il contatto tra coltre eluvio-colluviale e ammasso roccioso alterato.

Il fenomeno censito, retrogressivo e facilmente riattivabile in presenza dei medesimi fattori innescanti, può a buon titolo ritenersi esemplificativo di tutta la scarpata realizzata ricavata con il taglio stradale che dall'imbocco della strada vicinale si spinge sino alla sorgente Mitza de Batista, dove versante e scarpata digradano rapidamente sul pianoro. Lungo il tratto più a monte, in particolare, si osserva un'inclinazione del taglio stradale prossima alla verticalità e la frequente alternanza di spuntori rocciosi fortemente fratturati e coltri di alterazione vegetate in modo discontinuo (Fig.25).



Figura 25. Taglio stradale sulla strada vicinale Ghirranu, nell'immediata periferia del paese: si nota l'alternanza tra roccia lapidea e coltre alteritica destrutturata, e fortemente dilavata.

A monte della scarpata, sino al centro abitato, il versante presenta una pendenza meno pronunciata ma comunque elevata, mitigata in parte dai frequenti terrazzamenti realizzati a beneficio dell'attività agricola: le modeste scarpatine, nude o protette al più da modesti muretti a secco, sono generalmente ricavate sbancando verso monte la coltre alteritica.

Non si evidenziano particolari indizi di dilavamento o dissesto superficiale di qualche rilievo, almeno sino all'approssimarsi della frangia periferica del centro abitato, posta in cima alla

propaggine di Sa Rocchedda: qui la roccia (in questo caso la formazione di Pala Manna) affiora con



maggiore frequenza e le coperture sono più simili ad un regolite grossolano impastato in sabbie e limi pedogenizzati, facilmente dilavabili e con frequenti aree prive di vegetazione (Fig.26).



*Figura 26. Sa rochedda, in prossimità della cresta: la coltre alteritica si riduce di spessore e aumentano gli affioramenti rocciosi ascrivibili alla Formazione di Pala Manna.*

Nelle immediate vicinanze dei fabbricati più recenti, inoltre, si osservano con frequenza terreni di scavo assai grossolani (Fig.27), sciolti ed abbancati caoticamente sul pendio, i quali mostrano evidenti i segni della parziale rimobilizzazione verso valle.



*Figura 27. Sa Rocchedda: rocce di scavo in clasti e blocchi, abbandonate caoticamente sul.*





Figura 28. Coltre alteritica della Formazione di Pala Manna e terreni di riporto abbandonati sul versante sud-occidentale di Sa Rocchedda

Sul versante opposto problematiche simili si ritrovano soprattutto sul settore occidentale, dove la pendenza è maggiore, tra via Della Pineta e via Curie. In questo ambito la facies alteritica impostata a spese del substrato di Pala Manna sembra essere più profonda e continua (Fig.28), e anche laddove affiora la roccia madre, presenta comunque un certo grado di alterazione e allentamento che spesso la rende facilmente sfaldabile con le mani. Le criticità di tale area sono riconducibili ad una generale trascuratezza del versante, privo di vegetazione e punteggiato di materiali di risulta abbandonati, e alla presenza di

fronti di scavo abbandonati.

Orli di scarpata di sbancamento: scarpate artificiali non protette in arretramento

La forte espansione urbana ai margini settentrionali del centro abitato, assai acclivi e spesso accidentati, ha imposto la regolarizzazione del sedime dei nuovi fabbricati ricorrendo alla realizzazione di sbancamenti, sia in roccia che su coltri eluvio-colluviali. Trascurando i due fronti di scavo in roccia trattati in precedenza nel paragrafo dedicato alle frane di crollo, un esempio di tale morfologia si ritrova in particolare all'estrema periferia settentrionale, a valle della via Cima (Fig.29): si tratta di un fronte di sbancamento con una pendenza media di oltre il 70% ed un'altezza di circa 8 metri, realizzato in gran parte a spese del substrato metamorfico ad eccezione degli ultimi 2 metri sino al ciglio, in parte su alteriti ed in parte su materiali di riporto derivanti dal rilevato stradale.



Figura 29. Via Cima: scarpata a valle della viabilità, con sviluppo verticale di circa 8 metri.

Proprio la porzione sommitale rivela indizi di dilavamento diffuso, con arretramento di tutto il fronte, che lambisce pericolosamente la carreggiata stradale.



### 4.3 Aree extraurbane

Anche in questo caso il rilievo in situ è stato preceduto dall'analisi dell'inventario dei fenomeni franosi, dalla fotointerpretazione e dalla predisposizione di alcuni tematismi in ambiente GIS, quali la carta delle giaciture della superfici di scistosità: in questo modo è stata data priorità alle zone potenzialmente più esposte al dissesto, senza tuttavia trascurare il resto del territorio. Quest'ultimo presenta un assetto fortemente condizionato da fattori litologici e strutturali che danno luogo ad un paesaggio accidentato e rupestre, fortemente inciso dall'azione del fitto reticolo idrografico.

Nelle fasi di ricognizione e rilevamento sono emerse le peculiarità dell'area, che vedono una netta prevalenza delle frane in roccia, le quali coinvolgono, sebbene con cinematismi spesso assai differenti, il basamento paleozoico, tanto nelle metamorfiti quanto, con fenomeni differenti, nelle plutoniti.

#### 4.3.1 Frane di crollo/ribaltamento (Rockfalls/Toppling) e rimobilizzazioni secondarie di blocchi isolati

Il paesaggio modellato sul basamento metamorfico-cristallino, profondamente inciso dal sistema Picocca - Brabaisu - Ollastu, si caratterizza per pendenze mediamente elevate, con ampie regioni ben oltre il 50%: è quindi frequente imbattersi in forme residuali (picchi, creste rocciose, cataste di blocchi, ecc) tipicamente predisponenti a fenomeni di crollo e ribaltamento.

Tali forme si ritrovano più di rado sul massiccio metamorfico, anche in presenza di pendenze elevate, in parte per la minore competenza e resistenza all'alterazione dei litotipi scistosi ed in parte per la maggiore influenza di fattori strutturali che, come si vedrà di seguito, inducono prevalentemente altre tipologie di dissesto. Tuttavia, anche nei termini massivi delle litofacies metamorfiche (soprattutto Porfiroidi e Pala Manna) si ritrovano con una certa frequenza forme residuali, prevalentemente creste e piccoli tor, da cui si possono originare crolli anche rilevanti.

Un tipico esempio di inselberg, affetto da franosità diffusa per crollo, è rappresentato dal rilievo di Sa Rocca de Forra, poco a ovest del centro abitato, dove si osservano ampi pinnacoli in roccia, talora visibilmente disarticolati (Fig.30). La diffusa presenza di discontinuità verticali beanti, in particolare, evidenzia la precarietà del collegamento all'ammasso delle porzioni di roccia disgiunte che franano con frequenza non trascurabile, come si evince dal volume della falda detritica al piede, recente e non colonizzata dalla vegetazione.



Figura 30. Inselberg modellato sull'Unità di San Gregorio, caratterizzato da fratturazione pervasiva che isola pinnacoli di dimensioni rilevanti. Al piede alcuni blocchi franati (ovale in rosso)

Nel caso delle metamorfiti, come anticipato, tali forme residuali sono pressoché assenti, mentre si

incontrano spesso crinali rocciosi sui termini massivi, come accade nell'immediata periferia occidentale del centro urbano, in località Su Moddizzi (Fig.31). Lo spuntone roccioso, modellato sulle metarenarie di Pala Manna, si presenta fittamente intersecato da numerose famiglie di diaclasi che isolano blocchi e cunei, generalmente decimetrici, il cui equilibrio è spesso precario, soprattutto in corrispondenza dei numerosi tratti subverticali, ai cui piedi non si ritrovano comunque massi di recente distacco.

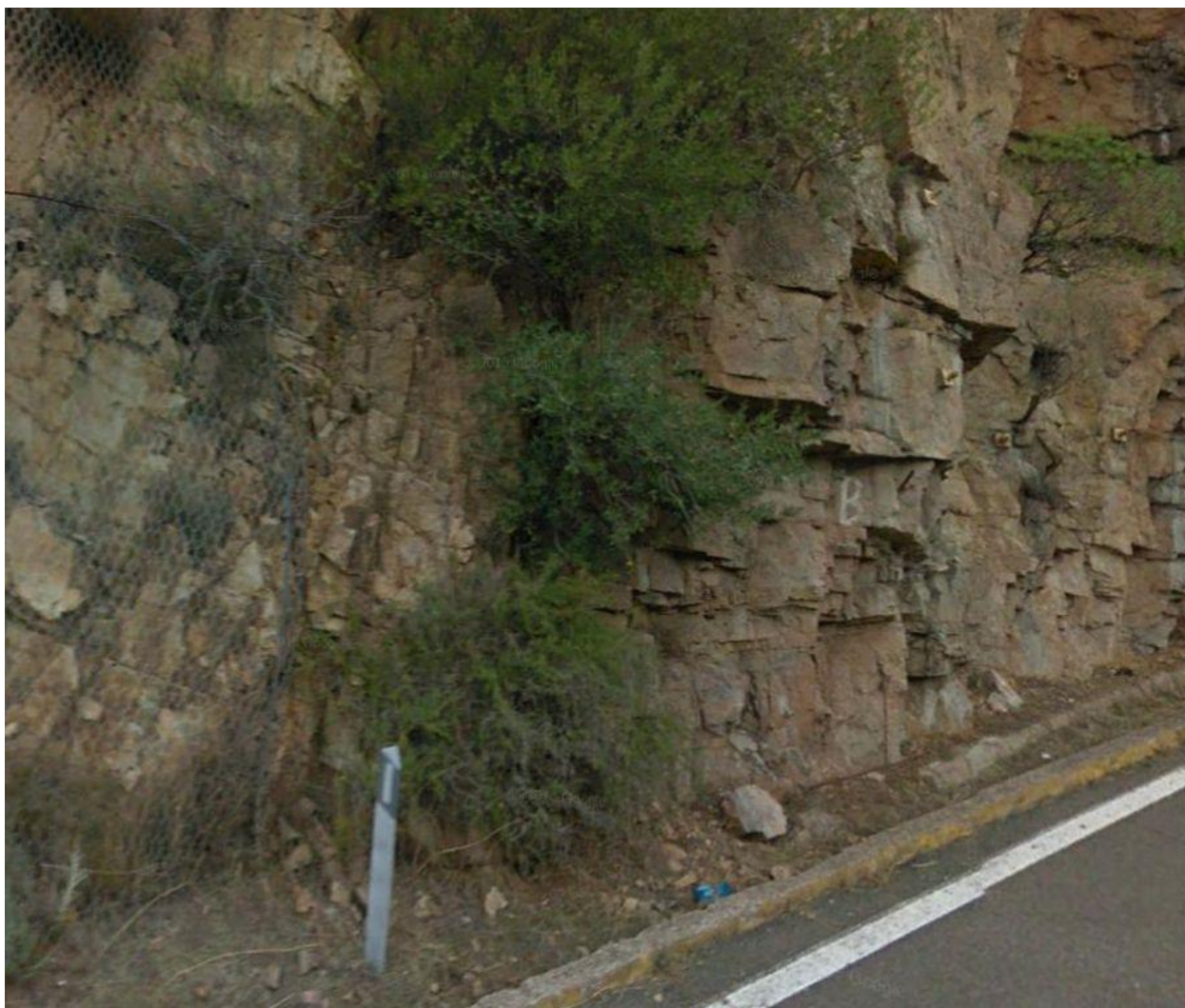


Figura 31. Spuntone roccioso sul versante occidentale di Serra Su Moddizzi.

Generalmente tali frane si concentrano sui tagli stradali lungo la viabilità principale e secondaria, laddove il profilo esageratamente acclive costituisce il principale fattore predisponente: una condizione simile si osserva nel tratto della SS 125 che attraversa l'unità fisiografica, dove non a caso si concentrano gran parte dei crolli inseriti nell'archivio IFFI. In particolare, si osservano nel tratto più orientale (Campuomu) della tracciato stradale, caratterizzato da un sensibile *inforramento* della valle del Rio Picocca, con ampi meandri incastrati che isolano suggestive propaggini rocciose con pendenze elevate: un simile paesaggio ha reso inevitabile la realizzazione di trincee con notevole elevazione, in granitoidi spesso fratturati ed allentati (Fig.32).

Gran parte delle aree in frana lungo la SS125, sono state oggetto di interventi di mitigazione della pericolosità, realizzati sia con opere passive (barriere paramassi elastiche presso Bruncu Perdaxius, barriera in muratura e metallo, Serra de Su Nuraxi) che con interventi di disgaggio e opere attive, quali chiodature e reti in aderenza. Queste ultime, in alcuni tratti presentano lacerazioni e/o rigonfiamenti per l'accumulo di detrito che ne riducono l'efficienza.





*Figura 32. Taglio stradale subverticale lungo la SS125 (Area ricadente nel repertorio IFFI - ID 920030900). Sono evidenti alcune misure di messa in sicurezza quali reti in aderenza e chiodature*

#### **4.3.1.1 Aree a diffusione, deposito e rimobilizzazione secondaria di blocchi**

Talora in forma di falde detritiche, ma più di frequente come veri e propri campi di massi isolati, sono circoscritte ai rilievi residuali dai cui crolli traggono alimentazione. Data la natura di tali depositi, si osservano ampi range di granulometria, da piccoli trovanti decimetrici a megablocchi nell'ordine di qualche metro cubo, generalmente in prismi o cunei scarsamente elaborati.

Sono presenti in particolare nel settore sud-occidentale (sulla bassa valle del Rio Picocca) e nell'estremo settore settentrionale, ben individuabili grazie alla vegetazione rada) mentre sono in misura assai più contenuta nel resto del territorio. Generalmente sono ubicate alla base degli affioramenti rocciosi su versanti di media acclività, dove la rottura di pendio, lo spessore della coltre detritica e, in parte, la presenza di folta vegetazione boschiva, contribuiscono allo smorzamento dell'energia cinetica acquisita nel tratto iniziale di crollo in caduta libera e/o successivo rotolamento in accelerazione.

Viste le finalità del presente studio, sono state perimetrare solo le aree che presentavano condizioni al contorno predisponenti all'eventuale rimobilizzazione dei blocchi, quali pendenza elevata, degrado della vegetazione ed erosione del substrato alteritico. Tali aspetti, in combinato disposto, ricorrono generalmente in ambiti antropizzati, dove lo sfruttamento del suolo eccede la capacità d'uso, spesso con l'aggravante del diradamento boschivo dovuto ad incendi.

La frequenza del fenomeno è difficilmente decifrabile, avendosi raramente indizi leggibili di riattivazione e rimobilizzazione dei blocchi, tuttavia in alcuni casi sono sufficientemente evidenti, come nel caso di Su Moddizzi (Fig.33).



Figura 33. Vista Aerea (Google Earth, 2015) dello spuntone roccioso che domina il versante a valle della viabilità comunale, in località Su Moddizzi: si osservano numerosi blocchi derivanti da distacchi, arrestatisi a mezza costa e potenzialmente rimobilizzabili.

#### 4.3.2 Scorrimenti traslativi in roccia (Rock Slides) e relative nicchie di distacco.

Sul substrato metamorfico, caratterizzato da frequenti litofacies scistose e fortemente fissili (Formazione di Pala Manna, ecc.), sono assai comuni gli *scorrimenti traslativi* del tipo *block-slides*. Tale tipologia di dissesto, che interessa tutto il comparto metamorfico dell'area in studio, è stata osservata con notevole frequenza lungo la strada vicinale *Brabaisu*, in corrispondenza sia di tagli stradali che di versanti particolarmente acclivi.

Nella maggior parte dei casi sono state osservate condizioni fortemente predisponenti (scistosità con giacitura a franapoggio, roccia particolarmente allentata e fratturata), mentre in località Su Fenu, su segnalazione dell'Amministrazione Comunale (18 gennaio 2013), è stato osservato il fenomeno attivo (Figg.34-35), di cui permangono ancora alcuni blocchi sgomberati dalla sede stradale: si tratta di uno spuntone roccioso tagliato dalla trincea stradale, in cui sono ben individuabili i piani di scistosità con giacitura marcatamente a franapoggio meno inclinata rispetto alla scarpata stradale.

Benché rilevato a distanza di tempo, è facile concludere che l'innescò di tale cinematismo sia da imputarsi all'infiltrazione delle acque meteoriche lungo il piano di scistosità su cui poggia la coltre rocciosa allentata: tale piano corrisponde alla facies metapelitica (come si evidenzia nella tipica lucentezza dei fillosilicati), saponosa e facilmente alterabile in argilla, con un angolo di resistenza al taglio presumibilmente mediocre (sia di picco che residuo). La resistenza offerta allo scivolamento, nella maggioranza dei casi, dipende esclusivamente dalla residua cementazione, il cui decadimento è imputabile alle stesse acque di infiltrazione superficiale.

Tale movimento è da ritenersi rapido, almeno nella fase conclusiva del dissesto, e soggetto a probabile riattivazione, lungo il taglio stradale e sulla porzione inferiore del versante, dove sussistono le medesime condizioni predisponenti, soprattutto in termini di giacitura della roccia e della scarpata/pendio.





Figura 34. Frana per scivolamento in roccia, in Località su Fenu lungo la strada Vicinale Brabaisu, rilevata il 18/01/2013 (foto di archivio dell'UT di Burcei). La dimensione del blocco maggiore supera il metro cubo.



Figura 35. Stesso punto della foto 34: stato attuale.. Sono ben visibili gli ampi piani di scistosità, che pervadono l'ammasso in profondità, con giacitura a franapoggio rispetto al taglio stradale.

Data la prevalenza di litofacies scistose e l'elevata pendenza media dei versanti, buona parte del territorio di Burcei risulta frequentemente esposto a tale tipologia di cinematismo, sebbene talvolta l'elevato grado



di disfacimento della roccia, ridotta a detrito caotico, le renda più simili a colamenti rapidi, come accade lungo i tagli stradali. Spesso l'elevata frammentazione della roccia, ridotta in scaglie e lamine tabulari lungo i piani di foliazione, restituisce dei rilasci detritici generalmente di entità e volumi modesti (Fig.36).



*Figura 36. Scarpata stradale sulla nuova Strada Provinciale in località S'accua Mala: la giacitura a franapoggio dei piani di scistosità della Formazione di Pala Manna, qui assai fratturata ed allentata, danno luogo a modesti rilasci detritici composti di clasti e scaglie di pochi centimetri.*

In corrispondenza delle scarpate stradali tali fenomeni sono quasi sempre attivi o, al limite, sospesi, e si caratterizzano per intensità da media ad elevata.

#### **4.3.3 Canalon in roccia con scariche di detrito**

Si tratta di un fenomeno piuttosto comune su tutto il territorio comunale, sia sul substrato cristallino che metamorfico. Si tratta tipicamente di ampi accumuli di detriti, generalmente ben classati, composti in prevalenza di clasti e piccoli blocchi decimetrici accuminati e privi di elaborazione, che si raccolgono entro piccole incisioni dei versanti rocciosi scarsamente vegetati, spesso al piede di creste e lame di roccia.

In larga maggioranza sono forme attive o al più sospese, raramente colonizzate dalla vegetazione, controllate da dinamiche prettamente gravitative, ma subiscono comunque gli effetti del ruscellamento superficiale, soprattutto concentrato, che può rimobilizzarle in fenomeni di trasporto in massa assimilabili a *debris-flow*, con magnitudo talora non trascurabili.

L'elevata frequenza di tali morfologie in ambito comunale è da ricondursi probabilmente alla frequente presenza di versanti spogli e, nel caso delle formazioni metamorfiche, nella fissilità ed alterabilità elevate della roccia che si allenta e disgrega in clasti e scaglie con estrema facilità.

Esempi particolarmente significativi si osservano lungo gran parte della strada vicinale Brabaisu, dove talora raggiungono volumi rilevanti in condizioni altamente instabili, come in località Cuile de Su Fenu (Fig.37), e nel versante a monte della SS 125, alle pendici del rilievo di Br.cu Perdiarius. In quest'ultimo caso, e più in generale nei versanti modellati su rocce granitoidi, le scariche si presentano con dimensioni e spessori generalmente più contenuti e un aspetto assai più caotico (Fig.38) che le rende più simili a falde di detrito in senso stretto.





*Figura 37. Loc. Cuila de Su Fenu: imponente scarica di detrito grossolano in corrispondenza dell'impluvio.*



*Figura 38. Colata detritica a monte della SS 125, in località Perdaxius.*



#### 4.3.4 Forme di dilavamento: ruscellamento e debris flow

L'elevata pendenza dei versanti delle valli principali, in presenza di precipitazioni di intensità anche non particolarmente elevata, favorisce l'innescio o la riattivazione di processi erosivi perlopiù a carico delle coltri colluviali e, al limite, degli orizzonti alteritici.

Durante la ricognizione sul territorio, tuttavia sono stati osservati alcuni casi in cui tale fenomeno ha assunto proporzioni inconsuete, coinvolgendo areali e volumi detritici rilevanti. In particolare, lungo la strada Brabaisu, in loc. Baccu Su fenu, lungo il taglio stradale, si osserva un'ampia nicchia di erosione che si sviluppa per un'altezza di oltre 15 metri (Fig.39).



Figura 39. Strada Brabaisu: imponente nicchia di erosione per ruscellamento diffuso.

L'ampiezza della nicchia, che si trova entro un impluvio scarsamente definito e comprende l'intera scarpata stradale, induce a ritenere che si tratti di un fenomeno complesso derivante dalla combinazione del

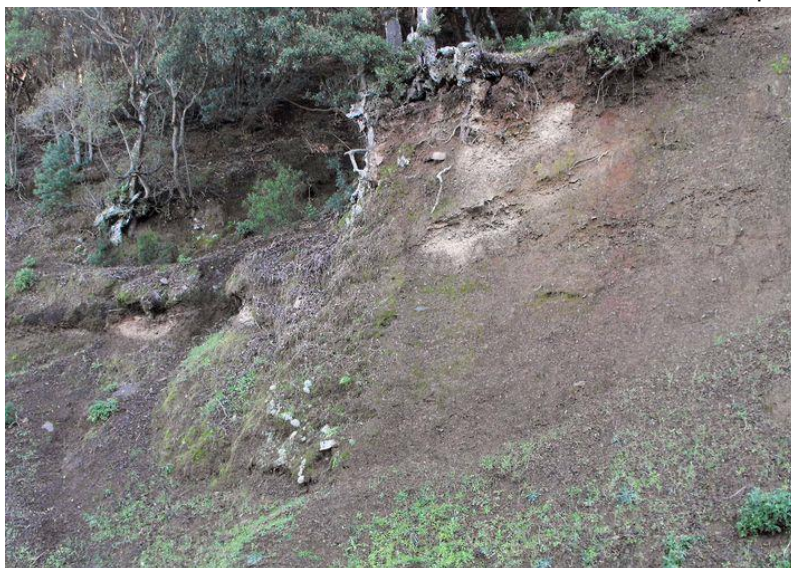


Figura 40. Steassa località in Fig.39: particolare dello spessore della coltre alteritica.

ruscellamento superficiale diffuso e dell'imbibizione della coltre superficiale (Fig.40) assai alterata e limoso-argillosa, che ne ha indotto, almeno in parte, il colamento.

Si tratta di un caso limite, ma la combinazione di elementi geomorfologici e litologici rilevata nel sito è abbastanza comune e quindi non è da escludere che fenomeni simili si possano manifestare anche in altre aree con geometria ed estensione simili. Inoltre, si tratta di fenomeni tipicamente retrogressivi che tendono ad arrestarsi una volta denudato il substrato lapideo sano (il quale a sua volta sarà oggetto di alterazione anche in tempi brevi) ed è quindi strettamente dipendente





dallo spessore delle coltri alteritiche, che nel caso in specie è stato stimato in circa 2-3 metri, ossia rilevante.

Un'ultima considerazione riguarda la copertura vegetale, in questo caso di tipo boschivo: benché la si ritenga universalmente un elemento stabilizzante, in alcune circostanze, soprattutto nel caso di pendenze elevate, il suo contributo può non essere sufficiente a garantire la stabilità di un pendio.

## 5 ANALISI E ZONIZZAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ POTENZIALE DA FRANA

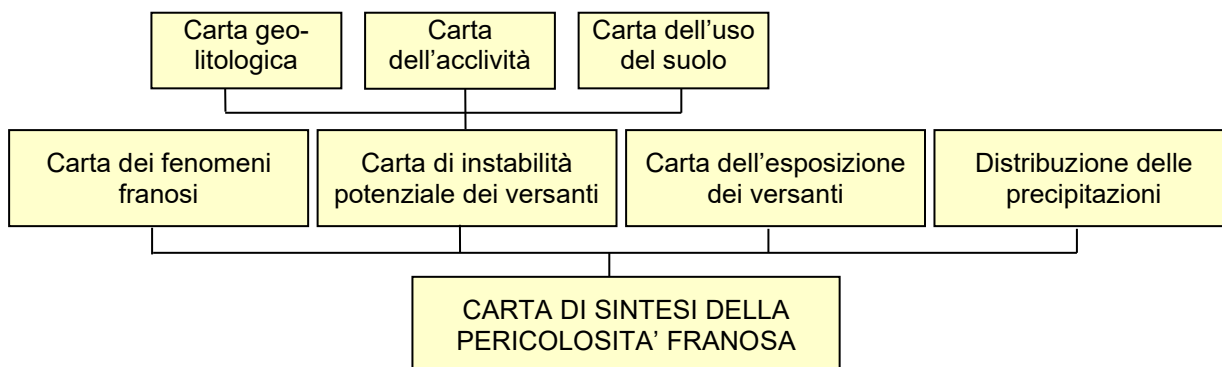
Nella perimetrazione delle aree soggette a pericolosità da frana, sono state applicate le indicazioni fornite dalla Linee Guida del PAI (*Linee Guida per l'individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia – D.L. 180 e Legge 267/1998*, di seguito Linee Guida), il cui prodotto finale è la *Carta della pericolosità da frana* e, in passaggi successivi, la *Carta degli elementi a rischio* e la *Carta del rischio da frana*.

La metodologia prevede l'analisi di basi di dati territoriali acquisite sia mediante l'indagine diretta sul territorio esposta in precedenza, sia mediante l'utilizzo dei modelli vettoriali resi disponibili dalla RAS ed integrati secondo le specificità reperibili in ambito locale. Nella dinamica dei processi gravitativi, infatti, assumono un ruolo determinante i fattori intrinsecamente connessi all'assetto geologico, geomorfologico e pedologico del territorio che vengono rappresentati nelle rispettive carte tematiche indicate in premessa, riproposte di seguito:

- ❑ *Carta geo-litologica*
- ❑ *Carta dell'uso del suolo*
- ❑ *Carta dell'acclività*

La propensione ai dissesti è quindi il risultato della fusione delle suddette basi cartografiche che, di norma, viene attuata in ambiente GIS, mediante *overlay mapping*: ogni tematismo, suddiviso in classi con pesi crescenti in funzione dell'azione stabilizzante, viene sovrapposto ottenendo come elaborato di sintesi la *Carta dell'instabilità potenziale dei versanti*.

L'analisi procede secondo la sequenza riportata nel seguente diagramma di flusso:



Il contributo di ogni componente del territorio viene espresso in forma di fattori ponderali attribuiti ai diversi tematismi, la cui somma, suddivisa in intervalli, esprime numericamente la propensione al dissesto dell'area in studio (*Carta di instabilità potenziale dei versanti*). La fase successiva (seconda riga del diagramma di flusso) implementa quei parametri che si rifanno all'osservazione diretta e indiretta a carattere qualitativo (carta dei fenomeni franosi) e quantitativo (esposizione dei versanti e distribuzione delle precipitazioni), sino ad ottenere la Carta di sintesi della pericolosità franosa che, come verrà illustrato in seguito, è articolata in quattro classi di pericolosità.

### 5.1 Tematismi di base: descrizione ed attribuzione dei fattori ponderali

#### 5.1.1 Carta Litologica (Tav.2)

L'assetto geologico-strutturale del territorio è riconosciuto come uno dei fattori che maggiormente incide sulla propensione al dissesto, essendo ampia ed assai diversificata la varietà di litotipi e la loro capacità di opporsi al fenomeno gravitativo. Per tale motivo, nell'ambito del PAI, il campo dei pesi ad essi attribuibili è il più vasto, comprendendo valori che vanno da un minimo di 1, per formazioni composte di litotipi scadenti e facilmente mobilizzabili, ad un massimo di 9 per complessi e formazioni spiccatamente lapidee, massive e scarsamente fratturate.

Nella Tabella 6, accanto alla descrizione sintetica dei litotipi affioranti nel territorio comunale, sono riportati i pesi attribuiti sulla base delle presumibili caratteristiche qualitative, prendendo a riferimento la tabella proposta nelle Linee Guida.





Tabella 6. Fattori ponderali attribuiti alle litologie.

SIGLA	UNITA' LITOLOGICA	PESO
BUI	UNITA' INTRUSIVA DI BURCEI. Gabbro-tonaliti (da quarzo-gabbri a tonaliti) grigio-verdi, a grana media, talora inequigranulari per fenocristalli di Pl, Opx, Bt; tessitura isotropa. Locali granodioriti grigio-chiare, a grana media, porfiriche per fenocrista	7
FMCa	Litofacies nella FORMAZIONE DI MONTE CARDIGA. Arenarie e puddinghe: arenarie grossolane e conglomerati poligenici con prevalenti clasti del basamento cristallino paleozoico, raramente argilliti con resti di piante con ostree e cerizi. EOCENE INF.	6
GGO	UNITA' INTRUSIVA DI SAN GREGORIO. Leucograniti. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO	8
GGOa	Facies Baccu Scardu (UNITA' INTRUSIVA DI SAN GREGORIO). Monzograniti biotitici grigi, a grana media, equigranulari, localmente microporfirici, a tessitura isotropa; frequenti inclusi ellissoidali microgranulari pluridecimetrici granodioritico-tonalitici. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO	7
GGOb	Facies S. Gregorio (UNITA' INTRUSIVA DI SAN GREGORIO). Leucosienograniti biotitici bianchi, a grana medio-grossa, equigranulari, a tessitura isotropa, con locali porzioni subdecimetriche pegmatoidi; localmente facies microporfiriche; scarsi inclusi micrograniti. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO	8
MRV	METACONGLOMERATI DI MURAUVERA. Metaconglomerati eterometrici poligenici, con ciottoli da arrotondati a subarrotondati di metarenarie listate, metaquarzoareniti e subordinatamente metavulcaniti; la matrice è generalmente filladica. ORDOVICIANO ?MEDIO	7
PGS	PORFIDI GRIGI DEL SARRABUS. Metarioliti e metariodaciti grigio-scuri porfiriche, metatufi e metaepiclastiti con vario grado di alterazione. ORDOVICIANO MEDIO	8
PMN	FORMAZIONE DI PALA MANNA. Metasiltiti talvolta alternate a metarenarie micacee, metaquarzoareniti; frequenti olistostromi. CARBONIFERO ?INF.	6
PMNa	Litofacies nella FORMAZIONE DI PALA MANNA. Metaconglomerati poligenici eterometrici grossolani. CARBONIFERO ?INF.	6
PMNc	Litofacies nella FORMAZIONE DI PALA MANNA. Metavulcaniti basiche. CARBONIFERO ?INF.	6
PSR	FORMAZIONE DI PUNTA SERPEDDIA. Metarosse, metarenarie e metaconglomerati poligenici; al tetto quarziti, metarenarie a grana fine e metasiltiti con livelli fossiliferi. ORDOVICIANO SUP. (CARADOC-ASHGILL)	8
SVI	ARENARIE DI SAN VITO. Alternanze irregolari, da decimetriche a metriche, di metarenarie micacee, quarziti e metasiltiti con laminazioni piano-parallele ed incrociate. CAMBRIANO MEDIO ò ORDOVICIANO INF.	6
TUV	FORMAZIONE DI TUVIOIS. Metarenarie micacee a grana fine, metasiltiti e metacalcari silicizzati. ORDOVICIANO SUP. (ASHGILL)	7
TUVa	Litofacies nella FORMAZIONE DI TUVIOIS. "Calcari silicizzati" Auct. Metacalcari grigio-scuri, generalmente silicizzati, fossiliferi ("Quarziti del Sarrabus" Auct.). ORDOVICIANO SUP. (ASHGILL)	7
VLL	CALCARI DI VILLASALTO AUCT. Metacalcari grigi spesso nodulari, fossiliferi, da massicci a stratificati, con sottili intercalazioni di metapeliti carboniose. DEVONIANO MEDIO ò CARBONIFERO INF.	8
a	Depositi di versante. Detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati. OLOCENE	4
a1	Depositi di frana. Corpi di frana. OLOCENE	4
b	Depositi alluvionali. OLOCENE	4
b2	Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli pi" o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE	3
ba	Depositi alluvionali. Ghiaie da grossolane a medie. OLOCENE	4
bn	Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie. OLOCENE	4
fb	Filoni basaltici a serialità transizionale, di composizione basaltica olivinica e trachibasaltica, a struttura porfirica per fenocristalli di Pl, Ol, Cpx, tessitura intersertale-ofitica. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO	7
fp	Porfidi granitici, di colore prevalentemente rosato e rossastro, a struttura da afirica a porfirica per fenocristalli di Qtz, Fsp e Bt e tessitura isotropa; in giacitura prevalentemente filoniana, talvolta in ammassi. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO	8



h1m	Depositi antropici. Discariche minerarie. OLOCENE	2
h1r	Depositi antropici. Materiali di riporto e aree bonificate. OLOCENE	2
sg	Litofacies nella FORMAZIONE DI PALA MANNA. Olistoliti di liditi e metapeliti carboniose. CARBONIFERO INF.	6
sgb	Litofacies nella FORMAZIONE DI PALA MANNA. Olistoliti costituiti da liditi, diaspri neri del Siluriano. CARBONIFERO INF.	7

Nel Comune di Burcei l'elevata eterogeneità delle formazioni geologiche e il complesso assetto strutturale, caratterizzato da giaciture fortemente orientate, complicano notevolmente l'attribuzione di tali fattori con un forte "scostamento" dalla casistica osservata durante il rilevamento e, in generale, comportano notevoli semplificazioni, non di rado a scapito della sicurezza.

Per tale motivo, gli scriventi hanno introdotto alcuni fattori correttivi differenziati tra scala urbana ed extraurbana, basati, rispettivamente sul rilievo strutturale e sulla giacitura delle superfici di scistosità. Di seguito si illustrano sinteticamente gli approcci ed i relativi pesi.

#### 5.1.2 Attribuzione dei pesi: fattori correttivi locali

Dal momento che il peso attribuito al fattore litologico condiziona fortemente la perimetrazione delle classi di instabilità potenziale sul territorio, gli scriventi hanno introdotto alcuni fattori correttivi, basati principalmente sullo studio strutturale degli ammassi metamorfici, differenziati tra aree urbane ed extraurbane. Sotto l'aspetto formale, tali integrazioni sono conformi a quanto previsto ed auspicato dalle citate Linee Guida del PAI, ed in particolare al testo riportato al *Capitolo 1.9 - Individuazione delle aree a rischio di frana (FASE 1) - Carta dell'instabilità potenziale dei versanti (pag.24)*:

- ❑ *la metodologia, alla scala di indagine del presente lavoro, è semplificata; non possono essere, infatti, considerati i fattori "scatenanti" (quale, ad esempio, la piovosità) né vengono presi in considerazione le condizioni idrogeologiche locali (circolazione idrica nel versante);*
- ❑ *i parametri geotecnici dei terreni e delle rocce che costituiscono il pendio;*
- ❑ *la giacitura degli strati;*
- ❑ *il grado di fratturazione e di alterazione delle rocce.*
- ❑ *ciò trova giustificazione da un lato nella scala delle approssimazioni e nei caratteri di speditezza delle analisi previste per la redazione dei PSB; dall'altro la mancanza di dati omogenei e affidabili, relativi a questi elementi, per un territorio vasto, quale quello di una intera regione, comporta una necessità di semplificazione dei fattori di valutazione, che, ovviamente, **ad una scala di maggior dettaglio, ad esempio comunale, dovrebbe essere evitata.***

Le integrazioni al metodo, come descritto di seguito, sono orientate a colmare una parte delle succitate lacune del metodo riguardanti la giacitura degli strati e, più in generale, l'assetto strutturale degli ammassi rocciosi.

#### 5.1.2.1 Correzioni in ambito extraurbano: fattori strutturali

Come illustrato in precedenza, nel territorio comunale le frane di scivolamento traslativo sono tra quelle più frequenti ed ampie. La causa predisponente risiede nella sfavorevole giacitura di strati fissili, spesso intervallati a bancate più massive: la giacitura a franapoggio con inclinazione inferiore a quella del pendio/scarpata con cui è modellato l'ammasso costituisce una delle cause predisponenti più influente.

In generale, l'assetto strutturale e i rapporti giaciturali tra i pendii naturali ed artificiali e le discontinuità degli ammassi rocciosi (specie laddove il territorio si caratterizza per l'esteso affioramento di ammassi metamorfici, come accade nella fattispecie) influisce in modo determinante sulla propensione al dissesto dell'ammasso. Nell'attribuzione dei pesi agli ammassi rocciosi proposta dalle Linee Guida del PAI tale problematica non viene contemplata, se non in misura assai generica, nonostante fosse un aspetto tenuto in forte considerazione nel modello originario proposto da E. Amadesi e G. Vianello<sup>6</sup> nel 1978, cui le Linee Guida del PAI fanno riferimento, probabilmente a causa della difficoltà di reperimento e rappresentazione cartografica dei rilievi strutturali all'epoca della prima stesura del PAI.

Tale lacuna è stata in parte colmata con l'introduzione del Geodatabase RAS che, raccogliendo un

<sup>6</sup> Amadesi E., Vianello G., 1978. Nuova guida alla *realizzazione* di una carta della stabilità dei versanti. Mem. Soc. Geol. It., 19, 53-60



considerevole numero di giaciture, ha consentito agli scriventi di applicare il metodo originario, pur se limitatamente ai litotipi metamorfici di cui fossero riportate le giaciture della scistosità.

I tempi e le modalità previsti per il presente studio non consentono, naturalmente, di predisporre stazioni strutturali su tutto il territorio extraurbano così come è stato fatto per quello urbano. Si è optato, quindi, per una via di compromesso, ricavando le giaciture dei piani di scistosità da quelle presenti nel database della Carta Geologica della Sardegna, e ponendole in relazione con il DTM 10m. Si è proceduto come segue.

Per tutte le giaciture presenti nel database, sono stati creati dei poligoni di Thiessen che definissero aree con immersioni omogenee. Tale definizione ha ovviamente senso nel caso di poligoni di estensioni assai ridotte, pena una considerevole perdita della rappresentatività del dato. In questo caso l'elevato numero di giaciture presenti nel DB RAS ha consentito di realizzare tale condizione, riducendo l'errore entro limiti ragionevoli per la scala di elaborazione. Sono state ovviamente escluse tutte le litologie prive di giaciture riferite a piani di stratificazione o scistosità (granitoidi, Arenarie di San Vito, litotipi quaternari, ecc) e sono stati corretti i poligoni ritenuti scarsamente rappresentativi: l'unica formazione rispondente a tali requisiti è quella di Pala Manna.

Il tematismo delle giaciture (Fig.41) è stato quindi combinato con il raster delle inclinazioni e quello dell'orientamento dei versanti (Fig.42), entrambi con angoli espressi in gradi sessagesimali, ottenendo una carta di sintesi dei rapporti giaciturali tra morfologia del territorio e piani di scistosità degli ammassi rocciosi. Il risultato finale (Fig.43) è rappresentato da una carta dei rapporti tra le giaciture dei pendii e quelle dei piani di scistosità.

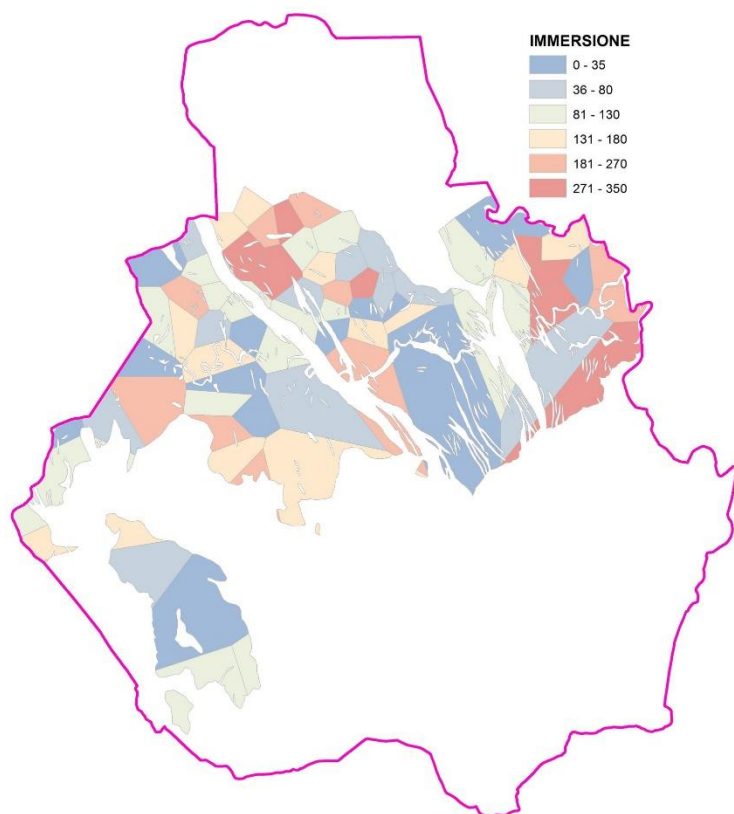


Figura 41. Carta dei poligoni di Thiessen delle giaciture dei piani di scistosità.



## COMUNE DI BURCEI

Adeguamento del PUC al PAI

Art.8 - c.2 N.A. del PAI – Studio comunale di assetto idrogeologico

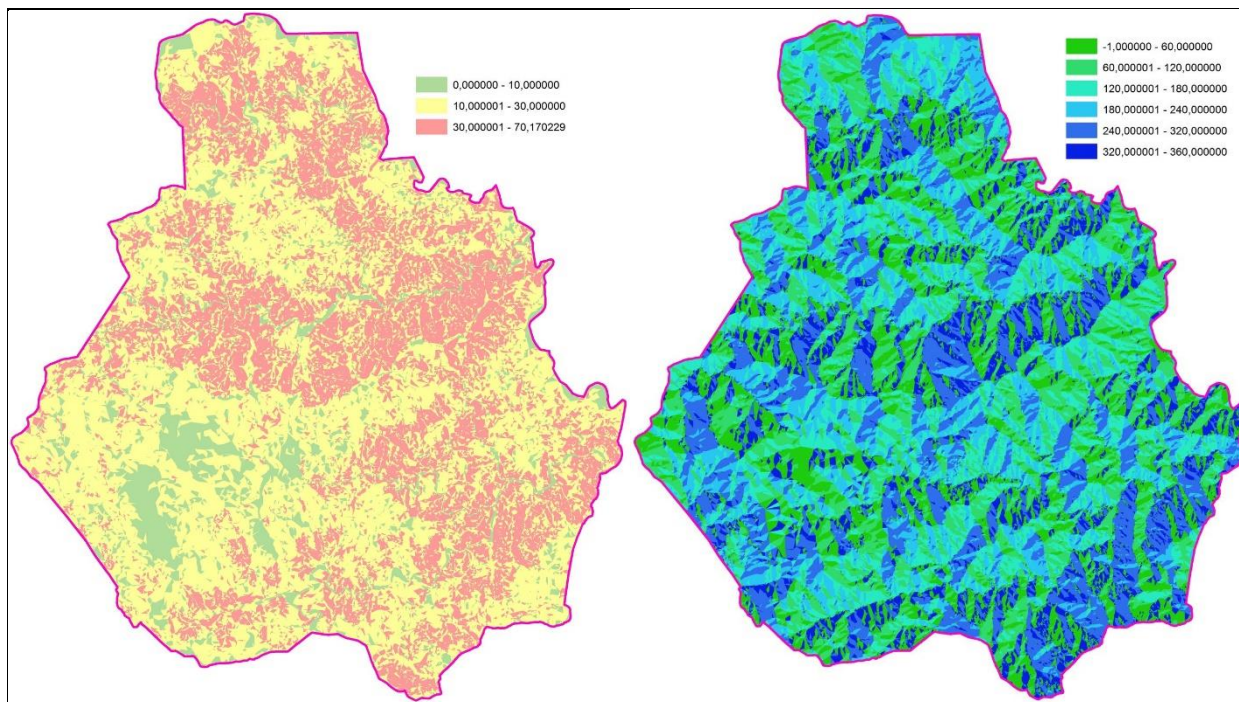


Figura 42. Carta delle inclinazioni e dell'orientamento dei versanti.

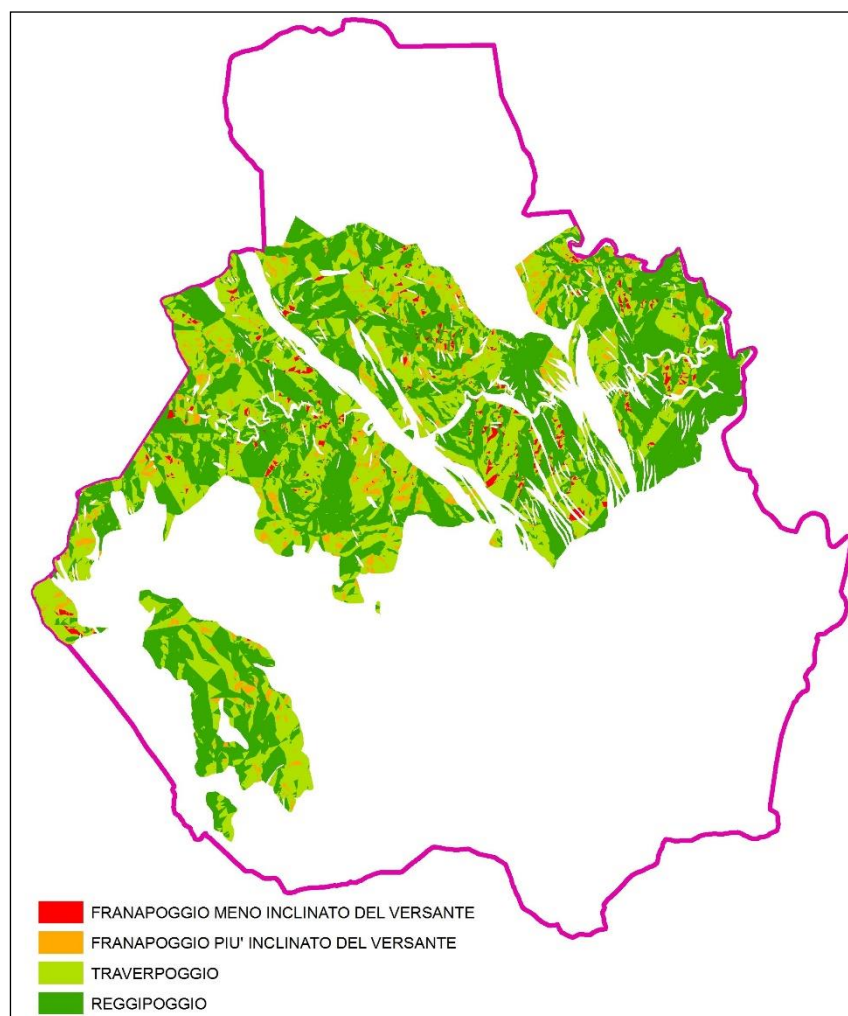


Figura 43. Carta dell'orientamento dei versanti.

Nell'attribuzione dei pesi alla Formazione di Pala Manna è stata presa a riferimento la tabella proposta da





# COMUNE DI BURCEI

Adeguamento del PUC al PAI

Art.8 - c.2 N.A. del PAI – Studio comunale di assetto idrogeologico

Amadesi e Vianello (Fig.44), normalizzando il range (Tab.7) dei valori originari (8-23) a quello proposto dalle Linee Guida del PAI (2-9), in modo da evitare squilibri con i litotipi pesati in modo convenzionale.

Giacitura degli strati rispetto al versante	Pendenza versanti	Caratteristiche litologiche									
		Terreno incoerente per indifferenziato caotico (Argille seggiole)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Unità litologiche prive di strutture ed in condizioni di massima caoticità ed eteroge- neità	> 50 %	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
	50 - 35 %	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	35 - 20 %	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	20 - 10 %	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
2. Strati fortemente piegati, fratturati, rovesciati e con giacitura caotica	> 50 %		2	3	4	5	6	7	8	9	
	50 - 35 %		3	4	5	6	7	8	9	10	
	35 - 20 %		4	5	6	7	8	9	10	11	
	20 - 10 %		5	6	7	8	9	10	11	12	
3. Strati a franapoggio (incli- nazione strati da 30° a 60°) Strati a traverpoggio ( $\varphi = 30^\circ - 60^\circ$ , $\alpha = 0^\circ - 10^\circ$ )	> 50 %		3	4	5	6	7	8	9	10	
	50 - 35 %		4	5	6	7	8	9	10	11	
	35 - 20 %		5	6	7	8	9	10	11	12	
	20 - 10 %		6	7	8	9	10	11	12	13	
4. Strati a reggipoggio con fessurazione a franapoggio	> 50 %		4	5	6	7	8	9	10	11	
	50 - 35 %		5	6	7	8	9	10	11	12	
	35 - 20 %		6	7	8	9	10	11	12	13	
	20 - 10 %		7	8	9	10	11	12	13	14	
5. Strati a franapoggio (incli- nazione strati da 5° a 30°) Strati a traverpoggio ( $\varphi = 5^\circ - 30^\circ$ , $\alpha = 0^\circ - 10^\circ$ )	> 50 %		5	6	7	8	9	10	11	12	
	50 - 35 %		6	7	8	9	10	11	12	13	
	35 - 20 %		7	8	9	10	11	12	13	14	
	20 - 10 %		8	9	10	11	12	13	14	15	
6. Strati a traverpoggio ( $\varphi = 30^\circ - 60^\circ$ , $\alpha = 10^\circ - 60^\circ$ )	> 50 %		6	7	8	9	10	11	12	13	
	50 - 35 %		7	8	9	10	11	12	13	14	
	35 - 20 %		8	9	10	11	12	13	14	15	
	20 - 10 %		9	10	11	12	13	14	15	16	
7. Strati a traverpoggio ( $\varphi = 5^\circ - 30^\circ$ , $\alpha = 10^\circ - 60^\circ$ )	> 50 %		7	8	9	10	11	12	13	14	
	50 - 35 %		8	9	10	11	12	13	14	15	
	35 - 20 %		9	10	11	12	13	14	15	16	
	20 - 10 %		10	11	12	13	14	15	16	17	
8. Strati verticali (inclinazio- ne strati tra 85° e 90°)	> 50 %		8	9	10	11	12	13	14	15	
	50 - 35 %		9	10	11	12	13	14	15	16	
	35 - 20 %		10	11	12	13	14	15	16	17	
	20 - 10 %		11	12	13	14	15	16	17	18	
9. Strati a franapoggio (incli- nazione strati da 60° a 85°) Strati a traverpoggio ( $\varphi = 30^\circ - 60^\circ$ , $\alpha = 60^\circ - 90^\circ$ )	> 50 %		9	10	11	12	13	14	15	16	
	50 - 35 %		10	11	12	13	14	15	16	17	
	35 - 20 %		11	12	13	14	15	16	17	18	
	20 - 10 %		12	13	14	15	16	17	18	19	
10. Strati orizzontali (incli- nazione strati tra 0° e 5°) Strati a traverpoggio ( $\varphi = 5^\circ - 30^\circ$ , $\alpha = 60^\circ - 90^\circ$ )	> 50 %		10	11	12	13	14	15	16	17	
	50 - 35 %		11	12	13	14	15	16	17	18	
	35 - 20 %		12	13	14	15	16	17	18	19	
	20 - 10 %		13	14	15	16	17	18	19	20	
11. Strati a reggipoggio e roc- ce massicce prive di strati- ficazione	> 50 %		11	12	13	14	15	16	17	18	19
	50 - 35 %		12	13	14	15	16	17	18	19	20
	35 - 20 %		13	14	15	16	17	18	19	20	21
	20 - 10 %		14	15	16	17	18	19	20	21	22
	< 10 %		15	16	17	18	19	20	21	22	23

Figura 44. Amadesi E., Vianello G., 1978. Nuova guida alla realizzazione di una carta della stabilità dei versanti: attribuzione dei pesi alle litologie in funzione della pendenza dei versanti e delle giaciture degli strati.

Tabella 7. Normalizzazione dei pesi attribuiti alla formazione di Palamanna in funzione della giacitura dei piani di



scistosità.

PESI ATTRIBUITI ALLA FORMAZIONE DI PALAMANNA			
INCLINAZIONE DEI PIANI DI SCISTOSITA' (deg)	ANGOLO TRA IMMERSIONE VERSANTE E PIANI DI SCISTOSITA' (deg)		
	0-10	10-60	60-90
0-5	7	7	7
5-30	4,5	5	7
30-70	2	3	6

Per i restanti litotipi lapidei l'attribuzione dei pesi è stata comunque correlata alla pendenza che, nelle frane di crollo, costituisce un fattore preponderante sulle caratteristiche dell'ammasso roccioso, adattando al territorio un modello basato su 6 classi di acclività, illustrato di seguito.

Tabella 8. Fattori correttivi applicati ai punteggi dei litotipi in funzione di acclività e uso del suolo.

ACCLIVITÀ	CONDIZIONE SUBORDINATA	COMBINAZIONE DEI PESI
Accl $\geq$ 275%		-3
50% $\leq$ Accl < 275%		$([P\_GEO]/2) + ([P\_UDS]-1) + P\_ACCL + P\_INCEND$
35% $\leq$ Accl < 50%	P_GEO < 6	$(P\_GEO/1,25) + ([P\_UDS]-1) + P\_INCEND$
35% $\leq$ Accl < 50%	P_GEO $\geq$ 6	$(P\_GEO*1,25) + ([P\_UDS]-1) + P\_INCEND$

La prima combinazione prende in considerazione le classi di acclività più elevate, cui corrispondono inclinazioni superiori a circa 70°: corrisponde alle inclinazioni medie delle scarpate in roccia affette da diffusi fenomeni di crollo. In questi ambiti la qualità della roccia, seppur elevata, ha scarsa rilevanza sulla stabilità del versante, dato che i dissesti più frequenti derivano da crolli e ribaltamenti lungo superfici di discontinuità che interessano l'ammasso, con giaciture spesso verticali o comunque a franapoggio. Con tali pendenze, inoltre, raramente si osservano suoli e coperture vegetali o comunque capaci di ridurre significativamente la suscettività da frana. Il punteggio assegnato, quindi, è quello corrispondente alla classe di instabilità massima.

La classe di acclività compresa tra 50% e 275% considera i parametri normalmente previsti nella valutazione di instabilità potenziale, ossia uso del suolo e qualità della roccia, ma ne riduce considerevolmente l'apporto in virtù di considerazioni simili alle precedenti: con pendenze così elevate, infatti, la copertura vegetale è spesso scarsa o comunque insufficiente ad una efficace azione di consolidamento, mentre la presenza di giaciture favorevoli a fenomeni di crollo e ribaltamento, soprattutto alle pendici dei rilievi nord-occidentali, sono ancora rilevanti. La combinazione corrispondente a tale condizione vede la riduzione del 50% del fattore ponderale attribuito alla roccia e la sottrazione di 1 punto a quello della somma dell'uso del suolo e delle aree percorse da incendio. Inoltre l'acclività ha una rilevanza determinante nell'innescare di fenomeni connessi al ruscellamento superficiale, pertanto se ne contempla il peso, in riduzione del punteggio complessivo.

Nella classe di pendenza intermedia, compresa tra 35% e 50%, viene posta una condizione subordinata, che distingue tra le rocce di maggiore qualità, generalmente in ammassi lapidei classificati con pesi pari o superiori a 6, dalle rocce più tenere o dai litotipi più o meno coerenti, classificati con punteggi inferiori. Nel primo caso, viene incrementato il peso del 25%, mentre nel secondo viene ridotto della stessa percentuale.

Le classi di pendenza comprese tra il 20% e il 35%, nell'area, caratterizzano soprattutto aree con fenomeni legati al regime delle acque superficiali, a loro volta fortemente regolati dall'impedenza dell'uso del suolo (Amadesi e Vianello, 1978). È stata quindi imposta una condizione subordinata che distingue i pesi dell'uso del suolo positivi da quelli negativi (comprese le riduzioni per le aree percorse da incendi): nel primo la combinazione corrispondente prevede la somma dei punteggi dell'uso del suolo maggiorato del 50% e del litotipo, mentre nel secondo caso la stessa somma viene eseguita con una maggiorazione del 25% del peso dell'uso del suolo.

Le ultime due combinazioni legano più strettamente l'attribuzione del fattore ponderale in overlay all'effetto congiunto di suolo e acclività, limitando una delle aberrazioni più tipiche nei contesti pianeggianti, ossia la presenza di classi di instabilità potenziale elevate in presenza di pendenze nulle o modeste, ma non trascurando al contempo i frequenti fenomeni di erosione e dilavamento dei suoli più a rischio (coltivazioni a tutto campo, aree frequentemente percorse da incendi, ecc.) in presenza di classi di pendenza intermedie, assai diffuse sui versanti modellati nei rilievi granitoidi del settore centro-meridionale.

Sulla base dei criteri esposti in precedenza sono stati quindi rimodulati i pesi attribuiti ai principali litotipi e, nel caso del centro urbano, alle stazioni strutturali rilevate, accorpate per omogeneità di punteggi. Sia in





ambito urbano che extraurbano si è evidenziata una netta riduzione di punteggi in quegli ammassi nei quali convergono i caratteri strutturali meno favorevoli, accompagnata da una discreta corrispondenza tra questi e i fenomeni franosi rilevati sul campo o acquisiti dalla cronologia.

### 5.1.3 Carta dell'Uso del suolo (Tav.5)

Tra i fattori predisponenti al dissesto, l'uso del suolo riveste un ruolo determinante: numerose tipologie di dissesto sono infatti legate a fenomeni erosivi e di degrado della copertura vegetale (sovrappascolamento, incendi, ecc.). Come illustrato nelle Linee Guida del PAI, quindi, nell'attribuzione dei fattori ponderali i punteggi maggiori sono destinati a quegli utilizzi che meglio conservano il substrato pedologico preservandolo dai fattori erosivi: l'intervallo di valori varia da -2 a 2. La base cartografica utilizzata è stata ricavata dal Corine Land Cover 2009 nella descrizione degli usi è stato utilizzato il III livello della legenda.

Anche in questo caso il territorio di Burcei evidenzia una netta differenziazione tra le aree golenali e quelle dei rilievi: nella prima, infatti, sussistono esclusivamente utilizzi agricoli con prevalenza di aree a seminativi irrigui e non irrigui e vigneti, mentre nella seconda, prevalgono macchia e boschi talora di grande pregio, con rari pascoli naturali, mentre le aree agricole sono perlopiù concentrate nelle golene dei corsi d'acqua principali. Di seguito si riporta la tabella dei fattori ponderali:

Tabella 9. Fattori ponderali attribuiti all'uso del suolo.

UDS	USO DEL SUOLO (III LIVELLO CLC)	PESO
133	CANTIERI	-2
141	AREE VERDI URBANE	0
143	CIMITERI	0
221	VIGNETI	-2
222	FRUTTETI E FRUTTI MINORI	0
223	OLIVETI	-1
242	SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	-2
243	AREE PREV. OCCUPATE DA COLTURA AGRARIE CON PRESENZA DI SPAZI NATURALI IMPORTANTI	0
244	AREE AGROFORESTALI	0
313	BOSCHI MISTI DI CONIFERE E LATIFOGIE	2
321	AREE A PASCOLO NATURALE	0
333	AREE CON VEGETAZIONE RADA <5%E>40%	-2
1111	TESSUTO RESIDENZIALE COMPATTO E DENSO	2
1112	TESSUTO RESIDENZIALE RADO	0
1121	TESSUTO RESIDENZIALE RADO E NUCLEIFORME	0
1122	FABBRICATI RURALI	0
1212	INSEDIAMENTO DI GRADI IMPIANTI DI SERVIZI	2
1421	AREE RICREATIVE E SPORTIVE	0
2111	SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	-2
2112	PRATI ARTIFICIALI	-2
3111	BOSCO DI LATIFOGIE	2
3121	BOSCO DI CONIFERE	1
3221	CESPUGLIETI ED ARBUSTETI	0
3222	FORMAZIONI DI RIPA NON ARBOREE	1
3231	MACCHIA MEDITERRANEA	2
3232	GARIGA	0
3241	AREE A RICOLONIZZAZIONE NATURALE	0
3242	AREE A RICOLONIZZAZIONE ARTIFICIALE	0
3315	LETTI DI TORRENTI DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	-2
31121	PIOPPETI, SALICETI, EUCALITTETI ECC. ANCHE IN FORMAZIONI MISTE	2
31122	SUGHERETE	0

Anche nel caso dell'uso del suolo sono stati introdotti ulteriori fattori correttivi basati, nella fattispecie, sulla pendenza.

Per il primo caso, sono state applicate le relazioni correttive in Tabella 10, applicate ai pesi dell'uso del suolo in funzione dell'acclività, come nel caso delle litologie. Le classi di acclività prese a particolare riferimento sono quelle medie, dato che le pendenze limite per coltivazioni con mezzi meccanici si aggirano su valori di 35%, mentre quelle intensive con mezzi meccanici sono limitate a pendenze del 20% (Amadesi e Vianello, 1978). In queste classi di acclività, inoltre, si collocano con più frequenza i fenomeni di dissesto connessi all'uso del suolo, in particolare di tipo erosivo/idraulico.

Tabella 10. Correzioni ai fattori ponderali attribuiti all'uso del suolo.

ACCLIVITÀ	CONDIZIONE SUBORDINATA	COMBINAZIONE DEI PESI
$20\% \leq \text{Accl} < 35\%$	$((P\_UDS) + [P\_INCEND\_1]) < 0$	$((P\_GEO) + ([P\_UDS] + P\_INCEND\_1) * 1,25$
$20\% \leq \text{Accl} < 35\%$	$((P\_UDS) + [P\_INCEND\_1]) \geq 0$	$((P\_GEO) + ([P\_UDS] + P\_INCEND\_1) * 1,50$
$0 \leq \text{Accl} < 20\%$	$((P\_UDS) + [P\_INCEND\_1]) \leq 0$	$[P\_GEO] + [P\_UDS] + [P\_ACCL] + [P\_INCEND\_1] + 4$
$0 < \text{Accl} < 20\%$	$((P\_UDS) + [P\_INCEND\_1]) > 0$	13

#### 5.1.4 Carta delle Pendenze (Tav.3)

La pendenza dei versanti costituisce uno dei fattori predisponenti più importanti nella frane per scorrimento (planare o rotazionale), soliflusso e colamento, e nella riattivazione (movimenti secondari) di frane in roccia quiescenti (tipico il caso di massi isolati poggianti su suolo soggetto ad erosione).

Nella determinazione dell'acclività del territorio, come anticipato in precedenza, si è ricorsi al modello digitale del terreno (DTM) reso disponibile dalla RAS, con dettaglio a 10 metri.

Come previsto dalle Linee Guida del PAI, sono stati assegnati fattori ponderali alle 6 classi di acclività espresse nella Carta delle Pendenze, con valore decrescente all'aumentare della pendenza, come riportato nella seguente Tabella 11. Rispetto a quanto proposto dalle linee Guida del PAI è stata quindi introdotta una nuova classe, che consentisse di evidenziare la presenza di scarpate sub-verticali (inclinazione superiore ai 70°), assai rilevanti nel definire la propensione alle frane di crollo, assai diffuse nel territorio.

Tabella 11. Fattori ponderali attribuiti all'acclività.

CLASSI DI PENDENZA (%)	PESO
> 275	-3
50 ÷ 275	-2
35 ÷ 50	-1
20 ÷ 35	0
10 ÷ 20	1
< 10	2

Come si osserva agevolmente nella Tavola G2, la zonazione dell'acclività in ambito comunale evidenzia i due aspetti predominanti nel paesaggio di Burcei, ossia l'alternarsi di rare morfologie sub-tabulari, ereditate dal Penepiano Ercinico, e aree vallive fortemente incise, con pendenze elevate talora culminanti in scarpate sub-verticali. La classe più frequente è quella delle pendenze superiori al 50%, con lembi pedemontani che presentano pendenze intermedie e i lembi del penepiano ricadenti, naturalmente, entro il 20%.

Senza dubbio l'acclività elevata si presenta come un tratto caratteristico di tutti i versanti compresi nel territorio di Burcei, costituendo uno dei fattori predisponenti più diffusi in assoluto.

In ambito urbano la pendenza è stata determinata sulla base del TIN ricavato dalla nuvola di punti dell'Aerofotogrammetrico comunale, con maglia da 1 metro. Il settore urbano evidenzia una sostanziale prevalenza di pendenze medie e moderate, con valori in media contenuti entro il 35% in gran parte del centro abitato. Un sostanziale incremento si ritrova invece nel settore settentrionale ed ai limiti orientali ed occidentali del centro abitato, caratterizzati da pendenze superiori anche al 50%. Anche in questo caso è stata utilizzata la medesima distribuzione dei pesi.

#### 5.2 Carta della instabilità potenziale (Tav.6)

La Carta dell'instabilità potenziale dei versanti si ottiene dal processo di *overlay* dei tre tematismi illustrati in precedenza, consistente nella combinazione (somma algebrica) in ambiente GIS dei pesi assegnati, fino ad ottenere un fattore ponderale finale che rappresenta l'influenza complessiva che detti fattori hanno sulla



stabilità del territorio.

In particolare, la prima operazione avviene effettuando l'incrocio tra due elementi naturali che possono essere ritenuti costanti e non modificabili a breve termine, ossia acclività e litologia. La seconda operazione viene ripetuta con la sovrapposizione dell'elaborato parziale ottenuto in precedenza con la Carta dell'Uso del Suolo, la quale rappresenta invece un elemento particolarmente soggetto a variazioni nel breve periodo, sia dal punto di vista della tipologia di copertura vegetale che, in particolare, dalla tipologia e destinazione d'uso per fini antropici.

I punteggi finali ottenuti dal processo di overlay ricadono in un intervallo definito di valori, compresi tra -3 e 14, entro cui sono articolate, come previsto dalla Linee Guida del PAI, le 5 classi di instabilità potenziale, riportate nella seguente tabella:

*Tabella 12. Classi di instabilità potenziale risultanti dall'overlay dei tre tematismi di base*

<b>CLASSI DI INSTABILITA' POTENZIALE</b>		
<b>Classe</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Intervallo ponderale</b>
1	Situazione potenzialmente stabile	10 ÷ 13
2	Instabilità potenziale limitata	7 ÷ 9
3	Instabilità potenziale media	4 ÷ 6
4	Instabilità potenziale forte	1 ÷ 3
5	Instabilità potenziale massima	-4,5 ÷ 0

Nel centro urbano prevalgono le classi di instabilità potenziale media e limitata, con aree sostanzialmente stabili grazie alla fisiografia sub-pianeggiante. Il modello identifica con buona approssimazione aree affette da instabilità potenziale forte poste ai limiti nord-orientali e nord-occidentali del centro abitato, mentre sovrastima il settore centro-orientale, attribuendogli la medesima classe: tale aberrazione deriva in parte dall'elevata acclività ed in parte dal basso valore attribuito a uso del suolo e litologia, la cui combinazione, come talvolta accade, non rispecchia la reale propensione al dissesto rilevata direttamente con approccio geomorfologico.

In ambito extraurbano si evidenzia la presenza di classi di instabilità potenziale forte e massima in gran parte del settore settentrionale, e la preponderanza di quella forte nel settore sud-orientale: nel primo caso si rileva un'apprezzabile corrispondenza con quanto rilevato sotto l'aspetto geomorfologico, mentre nel secondo si osserva, su alcune aree, una leggera sovrastima.

Il settore centrale, completamente impostato sulla Formazione di Pala Manna, appare invece leggermente sottostimato, ricadendo prevalentemente nella classe di instabilità media: si tratta di limiti derivanti dall'inevitabile generalizzazione di pochi parametri su ampi areali, difficilmente modulabili oltre quanto già proposto in questa sede, senza correre il rischio di stravolgere il modello stesso con esiti ancora meno verosimili.

Si tratta in fin dei conti di un tematismo di orientamento alla perimetrazione della pericolosità, cui si richiede la giusta aderenza alla scala dell'area vasta, rimandando all'approccio geomorfologico la definizione del dettaglio.

### **5.3 Ulteriori tematismi di verifica e relativi fattori ponderali**

Per completare l'analisi della suscettività da frana sono stati predisposti alcuni criteri integrativi, non previsti nell'iter delle Linee Guida, riportati in forma di elaborato cartografico, distinti per l'ambito urbano e per quello extraurbano.

#### **5.3.1 Altri parametri non cartografati**

L'esposizione influisce sui processi di trasformazione dei versanti, in quanto quelli orientati a nord sono più freddi e umidi (con cicli giornalieri e non solo stagionali), mentre quelli esposti a sud hanno condizioni più miti. Ciò è però più frequente in contesti ambientali e morfologici più estremi del nostro (rilievi con quote e latitudini elevate), nei quali la differente esposizione può influire pesantemente nell'azione dei cicli di gelo-disgelo e nell'eventuale ristagno delle precipitazioni.

Le variazioni climatiche, gli effetti della temperatura combinata alle precipitazioni, provocano il degrado e il disfacimento delle rocce e la conseguente produzione di detriti sciolti e instabili, mentre non vi è una correlazione diretta con i fenomeni di crollo.

In relazione a tali aspetti, le Linee Guida indicano la piovosità media annua come fattore predisponente al



dissesto, secondo la seguente Tabella 13.

*Tabella 13. Relazione empirica tra franosità e piovosità (da Linee Guida del PAI, modificata)*

<b><i>H di pioggia (mm/anno)</i></b>	<b><i>Propensione al dissesto della zona</i></b>
> 1600	sicuramente franosa
1600 - 1300	probabilmente franosa
1300 - 1000	mediamente franosa
1000 - 700	raramente franosa
< 700	non franosa

In base alla Tabella 13, tutto il territorio comunale ricade tra quelle raramente franose: tale classificazione non è stata considerata data la sua genericità e l'evidente contrasto con gli aspetti geomorfologici e climatici del paesaggio.



## 6 CARTE DI SINTESI: PERICOLOSITÀ E RISCHIO DA FRANA

### 6.1 Carta della pericolosità da frana (Tav.8a-d)

Gli elementi illustrati in precedenza, nella definitiva sintesi della *Carta di pericolosità da frana* (Tav.8), così come previsto nell'ambito della procedura prevista dall'Art.8 c.2 delle N.A. del PAI.

Tale classificazione scaturisce dal concetto di pericolosità intrinseca da frana, intesa come propensione (o suscettività) del territorio al dissesto gravitativo: la zonizzazione di pericolosità, quindi, esula dagli effetti e dipende unicamente dall'assetto e dalla fisiografia del territorio.

Tabella 14. Tavola sinottica delle classi di pericolosità da frana.

CLASSE	INTENSITÀ	FATTORE PONDERALE	DESCRIZIONE GENERALE
Hg 0	Nulla o scarsamente significativa	0,00	Aree non soggette a fenomeni franosi, con pericolosità assente o scarsamente significativa, e con pendenze inferiori al 20%.
Hg 1	Moderata	0,25	aree con pericolosità assente o moderata e con pendenze comprese tra il 20% e il 35% con copertura boschiva limitata o assente; aree con copertura boschiva con pendenze > 35%
Hg 2	Media	0,50	aree con pericolosità media con fenomeni di dilavamento diffusi, frane di crollo e/o scivolamento non attive e/o stabilizzate, con copertura boschiva rada o assente. e con pendenze comprese tra 35 e 50%, falesie lungo le coste
Hg 3	Elevata	0,75	Aree con pericolosità elevata con pendenze >50% ma con copertura boschiva rada o assente; frane di crollo e/o scorrimento quiescenti, fenomeni di erosione delle incisioni vallive. Fronti di scavo instabili lungo le strade; aree nelle quali sono inattività o sono state svolte in passato attività minerarie che hanno dato luogo a discariche di inerti, cave a cielo aperto, cavità sotterranee con rischio di collasso del terreno e/o subsidenza (i siti minerari dismessi inseriti nella Carta della pericolosità di frana); aree interessate in passato da eventi franosi nelle quali sono stati eseguiti interventi di messa in sicurezza
Hg 4	Molto elevata	1,00	Aree con pericolosità molto elevate con manifesti fenomeni di instabilità attivi o segnalati nel progetto AVI o dagli Enti Locali interpellati o rilevate direttamente dal Gruppo di lavoro.

Le aree classificate in Hg0, soprattutto grazie alla fisiografia favorevole, non sono affette da significativi fenomeni franosi, tuttavia sono soggette, specie sulla piana di Burcei, ad erosione e degrado del suolo per sovrappascolamento, colture a bassa impedenza, infrastrutture impermeabilizzanti, ecc.

Per quanto attiene le restanti classi di pericolosità, esse sono il frutto della sintesi della *Carta dell'instabilità potenziale* e della *Carta Geomorfologica e dei fenomeni franosi*. Nel caso di frane di crollo, tali aree sono state perimetrate tenendo conto, per quanto possibile e compatibile con studi sull'area vasta, anche del prolungamento alla fascia pedemontana dell'involuppo delle traiettorie dei blocchi desunto in back analysis. In particolare, l'attribuzione del livello di pericolosità è scaturita dal confronto tra lo stato attuale dei fenomeni franosi e le condizioni generali di instabilità potenziale sulla base dei seguenti criteri generali:

- ☐ 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);
- ☐ presenza di copertura boschiva;
- ☐ presenza di fattori altimetrici;
- ☐ esposizione del versante.

In ambito urbano (Tav.8d) prevale la classe Hg0, data la preponderanza di aree subpianeggianti con pendenze inferiori al 10%. Solo alle estremità, in corrispondenza dei bordi dell'altipiano, si ritrovano classi di pericolosità moderata (Hg1) e media (Hg2). Le classi di pericolosità più elevate (Hg3 e Hg4) interessano

il centro abitato in maniera marginale e limitatamente a criticità geomorfologiche locali, definite nell'ambito del rilevamento di dettaglio: in particolare si segnalano aree ricadenti in classe Hg3 all'estrema periferia meridionale, in corrispondenza di ampi abbancamenti di inerti sciolti (Fig.45).

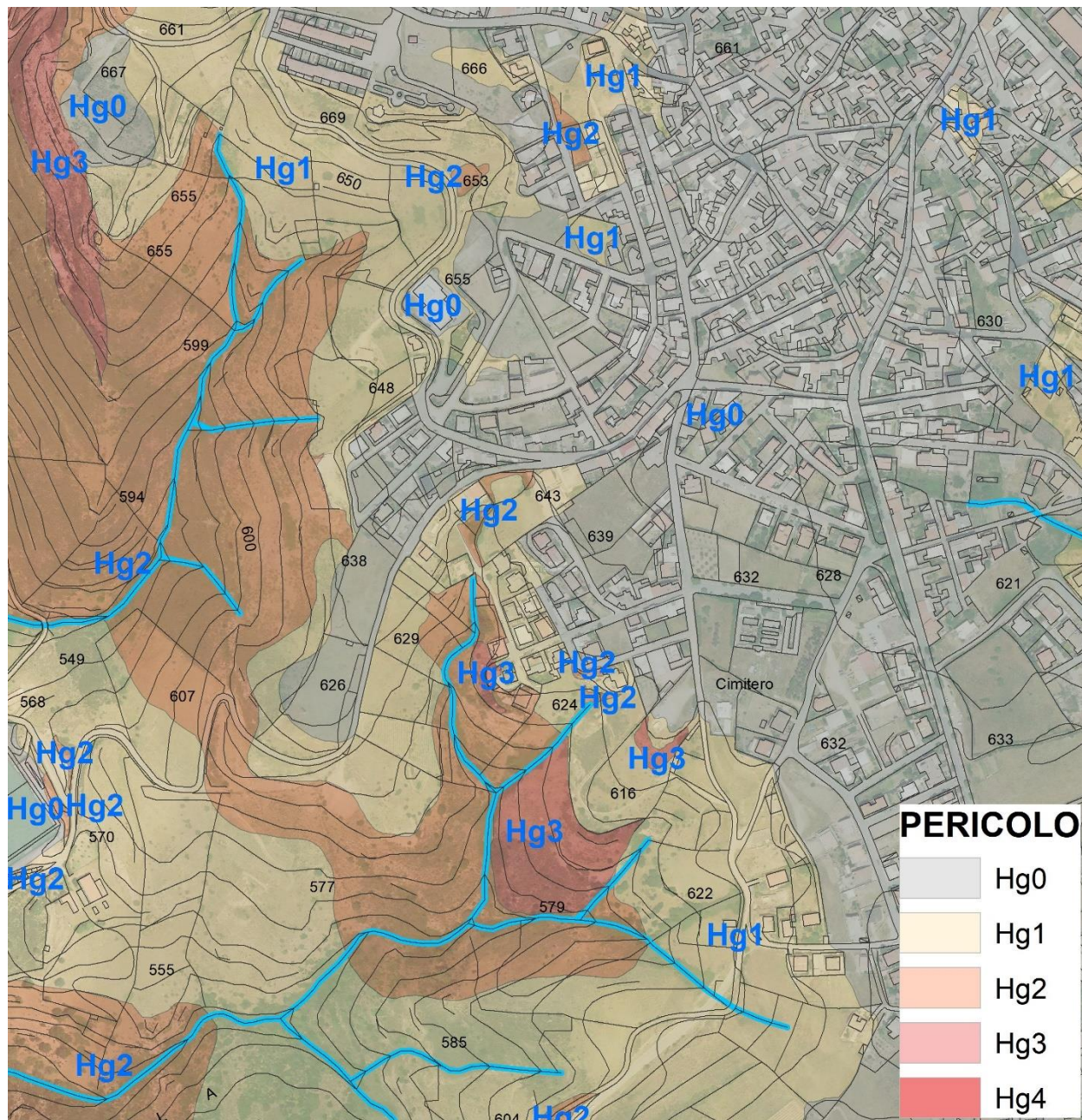


Figura 45. Aree in classe di pericolosità elevata (Hg3) ubicate all'estrema periferia meridionale del centro abitato.

In ambito extraurbano (Tav.8a-c) si osserva una netta prevalenza della classe di pericolosità media, ad eccezione dell'estremo settore settentrionale e di parte di quello centrale e sud-occidentale. La classe Hg2 delimita in particolare aree collinari con pendenze non eccessive, generalmente prive di forme residuali soggette a crolli: tra queste si ritrovano le valli dei fiumi Accu Sebastu, Marani, Bau su Canu e de Su Accu, rispettivamente nel settore centrale e sud-occidentale (Fig.46).



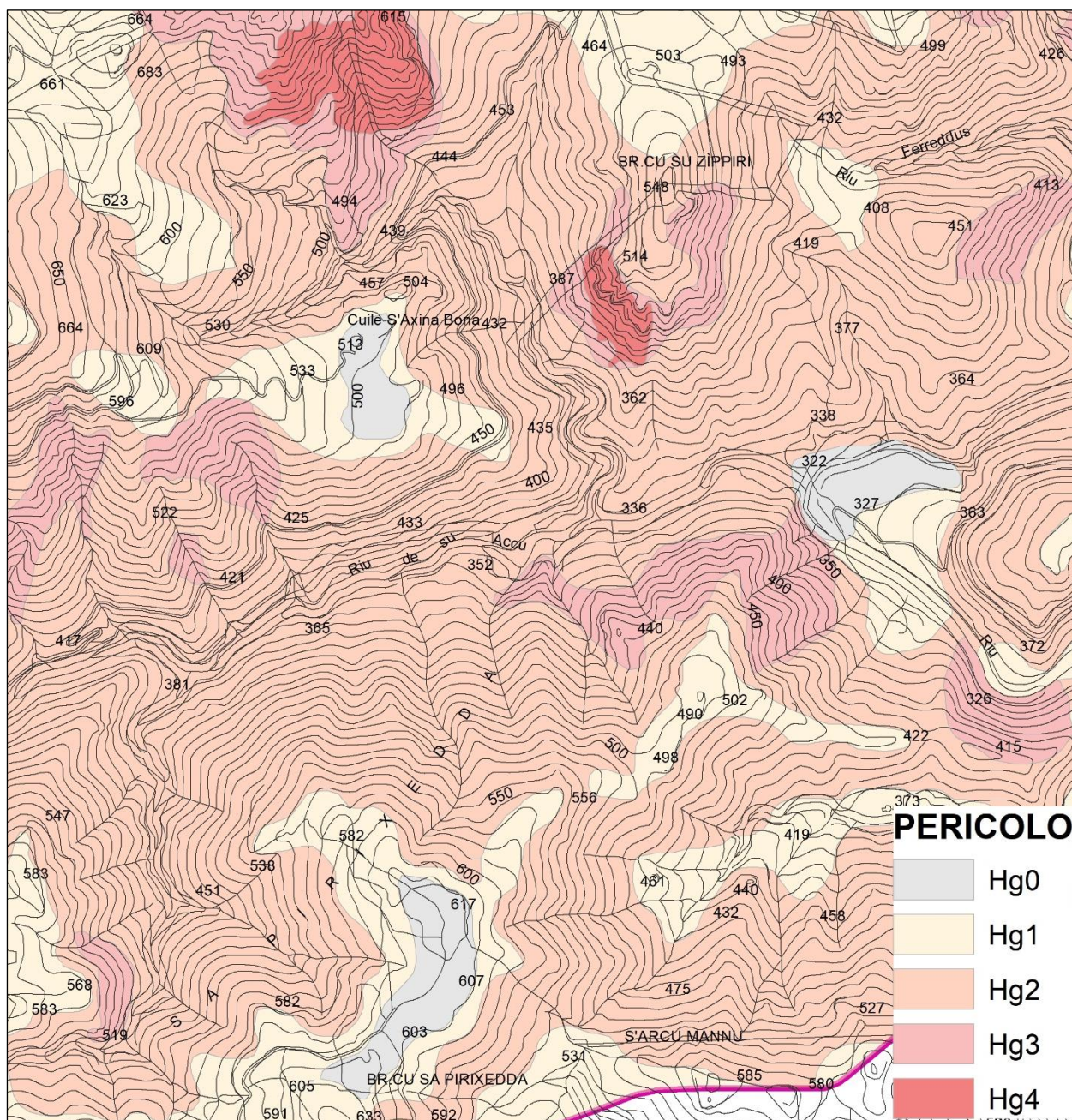


Figura 46. Ampie aree in classe di pericolosità media (Hg2) nel settore sud-occidentale.

La classe di pericolosità moderata, si concentra unicamente sull'altipiano che centro-occidentale, in virtù delle pendenze modeste, mentre le classi di pericolosità elevata e molto elevata si concentrano nel settore centrale, soprattutto sul versante in destra idraulica del Riu Brabaisu, nel settore settentrionale e in quello sud-orientale, su entrambe le tormentate sponde del Rio Picocca (Fig.47).



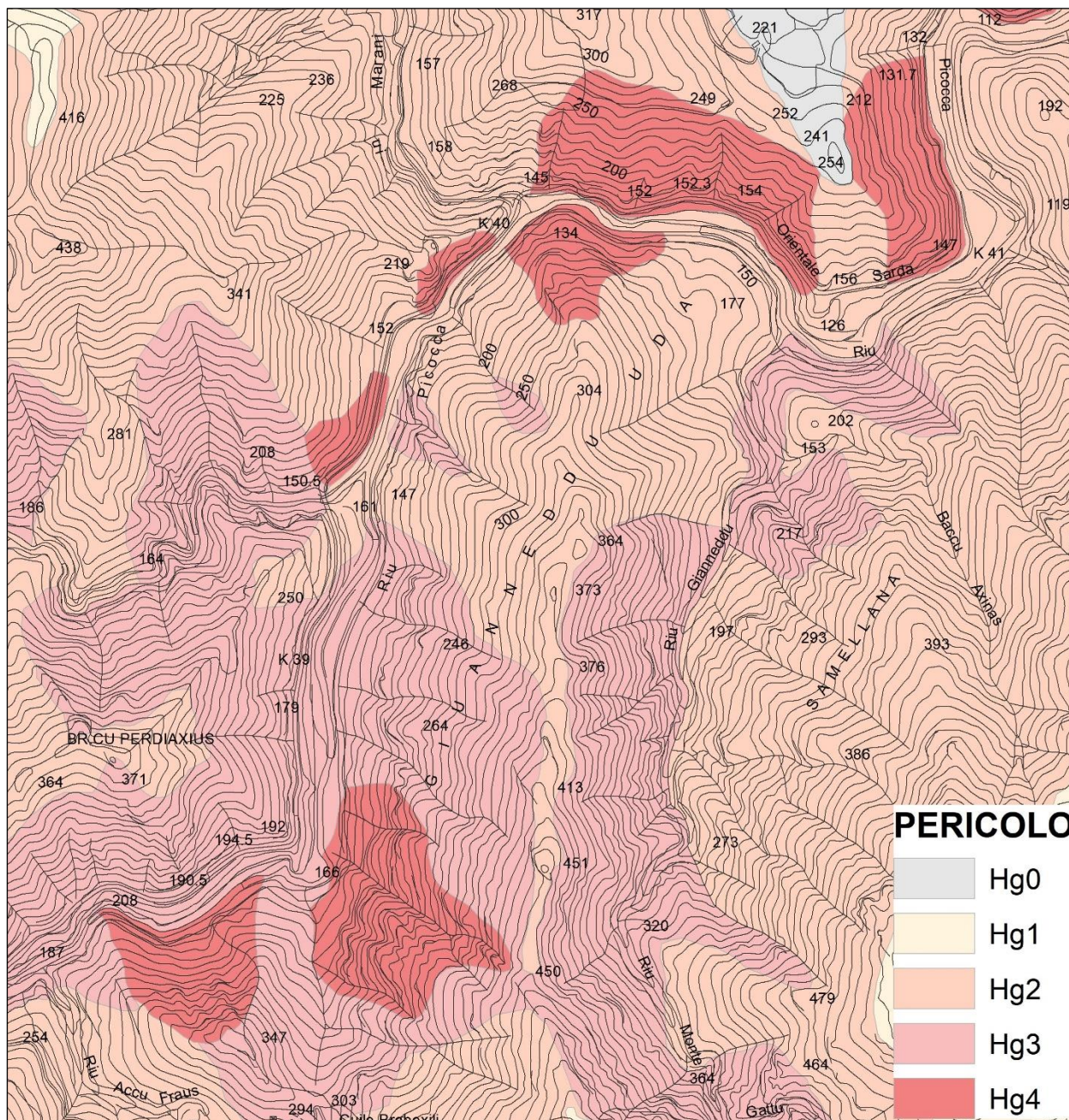


Figura 47. Aree di pericolosità elevata e molto elevata che interessano la valle profondamente incisa del Riu Picocca.

## 6.2 Carta del danno potenziale (Tavv.9a-c)

La carta del danno potenziale implementa ed aggiorna la precedente Carta degli elementi a rischio, necessaria a definire la distribuzione delle classi di rischio sul territorio. Il database, in particolare, è stato aggiornato e ulteriormente popolato con gli elementi ricavati da:

- ❑ Zonizzazione dei PUC;
- ❑ Carta dell'Uso del Suolo CLC;
- ❑ Ortofoto RAS;
- ❑ PPR.

Come previsto dalle Linee Guida del PAI, gli elementi a rischio sono stati suddivisi in quattro classi in funzione del danno potenziale in termini di perdite di vite umane ed economiche: per ciascuna classe viene definito un peso entro un intervallo compreso tra 0 e 1.





*Tabella 15. Classificazione degli elementi a rischio.*

CLASSI	ELEMENTI	PESO
E1	Aree libere da insediamenti e aree improduttive; zona boschiva; zona agricola non edificabile; demanio pubblico non edificato e/o edificabile	0,25
E2	Aree con limitata presenza di persone; aree extraurbane, poco abitate; edifici sparsi Zona agricola generica (con possibilità di edificazione); zona di protezione ambientale, rispetto, verde privato; Parchi, verde pubblico non edificato; infrastrutture secondarie	0,50
E3	Nuclei urbani non densamente popolati; infrastrutture pubbliche (strade statali, provinciali e comunali strategiche, ferrovie, lifelines, oleodotti, elettrodotti, acquedotti); aree sedi di significative attività produttive (insediamenti artigianali, industriali, commerciali minori); zone per impianti tecnologici e discariche RSU o inerti, zone a cava	0,75
E4	Centri urbani ed aree urbanizzate con continuità (densità abitativa superiore al 20% della superficie fondiaria); nuclei rurali minori di particolare pregio; zone di completamento; zone di espansione; grandi insediamenti industriali e commerciali; servizi pubblici prevalentemente con fabbricati di rilevante interesse sociale; infrastrutture pubbliche (infrastrutture viarie principali strategiche); zona discarica speciali o tossico nocivi; zona alberghiera; zona campeggi e villaggi turistici; beni architettonici, storici e artistici	1,00

La mappatura degli elementi a rischio, secondo il DPCM 29/09/98, dovrebbe essere ulteriormente particolareggiata mediante la definizione della Vulnerabilità (V) di ciascuno di essi, dove per Vulnerabilità si intende la resistenza potenziale alle sollecitazioni prodotte dall'evento calamitoso.

Considerando le singole classi degli elementi a rischio, per gli elementi E4, E3 e parte degli E2 il DPCM prevede l'attribuzione di valori unitari, mentre per le restanti casistiche dovrebbero attribuirsi pesi inferiori all'unità in secondo analisi territoriali e di dettaglio sui singoli cespiti, allo stato attuale non compatibile per tempi e modalità con la presente tipologia di studi. Pertanto, conservativamente, V viene considerato costante e pari a 1.

### 6.3 Carta del rischio da frana (Tavv.10a-d)

Rappresenta la sintesi degli elaborati precedenti e mette in correlazione la propensione al dissesto del territorio, definita dalla Carta della pericolosità da frana, con gli elementi antropici, contenuti in quella degli elementi a rischio.

Nella definizione di rischio, tale sintesi si riduce al prodotto della Pericolosità, degli Elementi a rischio e della Vulnerabilità:

$$R_g = H_g \times E \times V$$

In realtà per quanto osservato nel precedente paragrafo, il rischio si riduce al semplice prodotto del peso della pericolosità e degli elementi a rischio, generando una matrice (Tabella 16a) da cui derivare le classi di rischio (Tabella 16b).

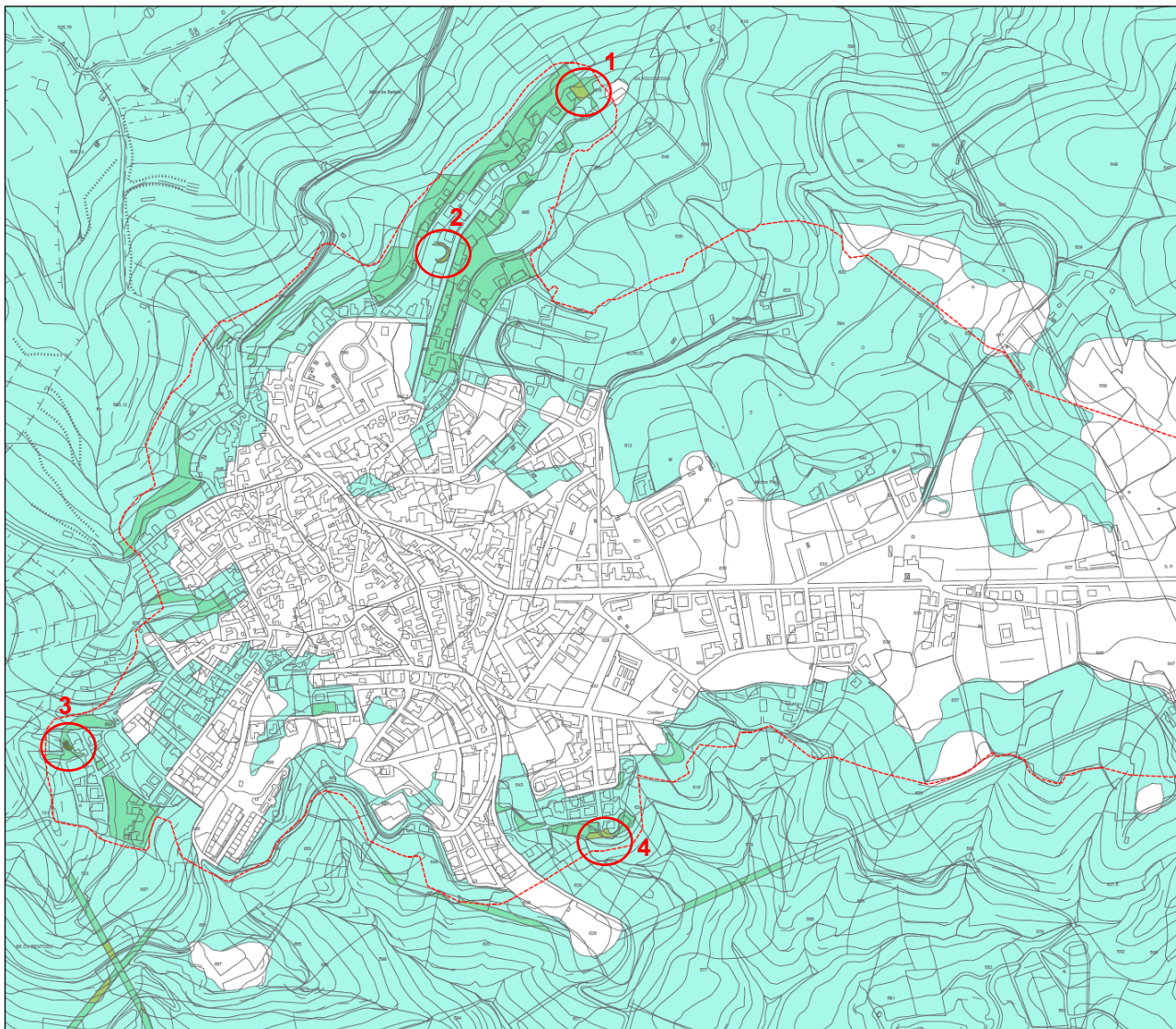
*Tabella 16. Carta del rischio da frana: matrice dei pesi per la definizione del rischio*

	Hg1	Hg2	Hg3	Hg4
E1	0,0625	0,125	0,1875	0,25
E2	0,125	0,25	0,375	0,5
E3	0,1875	0,375	0,5625	0,75
E4	0,25	0,5	0,75	1

	Hg1	Hg2	Hg3	Hg4
E1	Rg1	Rg1	Rg1	Rg1
E2	Rg1	Rg1	Rg2	Rg2
E3	Rg1	Rg2	Rg3	Rg3
E4	Rg1	Rg2	Rg3	Rg4

Il risultato, illustrato nella Carta del rischio da frana, mette in evidenza una sostanziale prevalenza delle classi di rischio moderato Rg1 su tutto il territorio extraurbano, scarsamente antropizzato ad eccezione della viabilità principale, e su gran parte del centro urbano (Fig.48).

Fanno eccezione alcune aree pressoché puntuali poste ai margini del centro abitato, talora al limite con l'agro, di scarsa estensione.



Nell'area 1 il rischio coincide con l'estensione di un lotto privato nel quale la pericolosità elevata è riferibile all'abbancamento di materiali di riporto. Tale fattispecie si ritrova anche ai margini dell'impluvio nell'area 4.

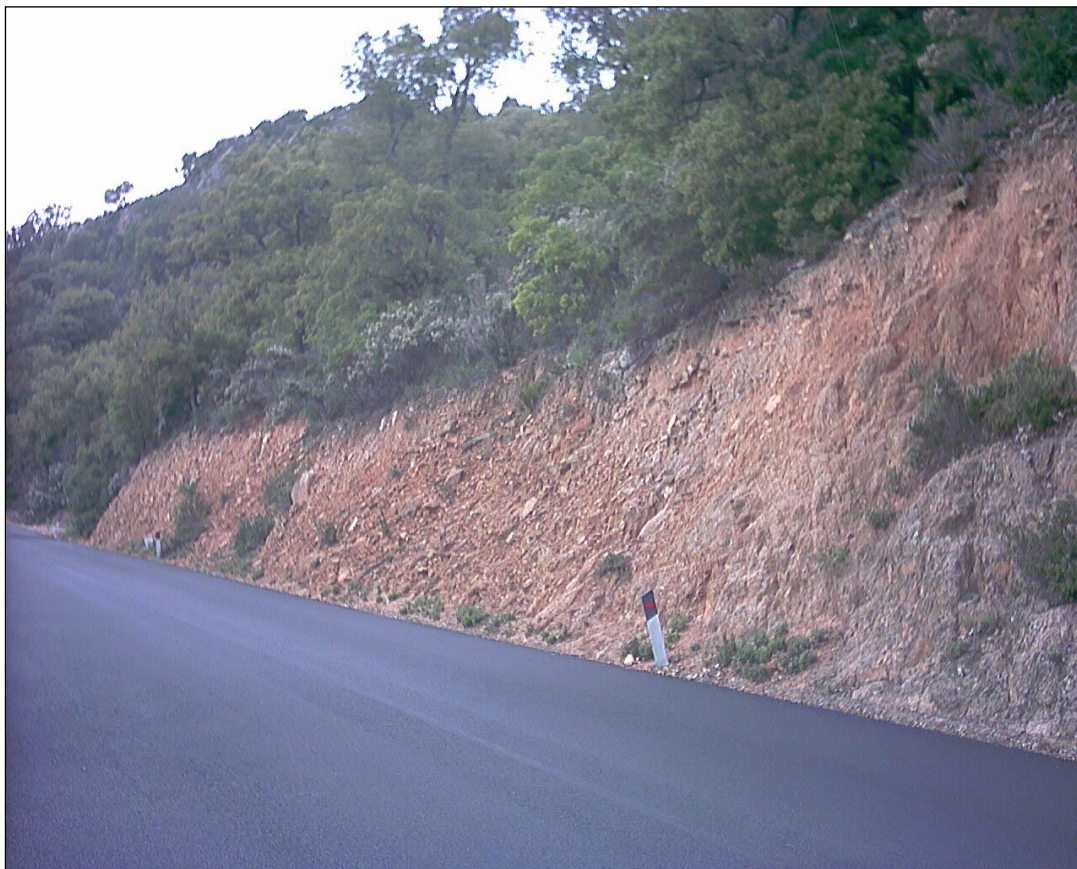
Nelle aree 2 e 3, invece, il rischio scaturisce dall'elevata pericolosità per frane di crollo da fronti di scavo: nell'area 2 si tratta di un ampio sbancamento con fronti verticali che delimitano il settore nord-orientale del lotto, mentre nell'area 3 si tratta di un fronte di scavo di modesta estensione ma con blocchi pericolanti ed in parte già franati. Trattandosi di lotti privati e di aree di modestissima estensione, non sono state previste schede di intervento.

In agro l'assenza di elementi a rischio significativi conduce alla perimetrazione quasi esclusiva di aree a rischio moderato o medio.

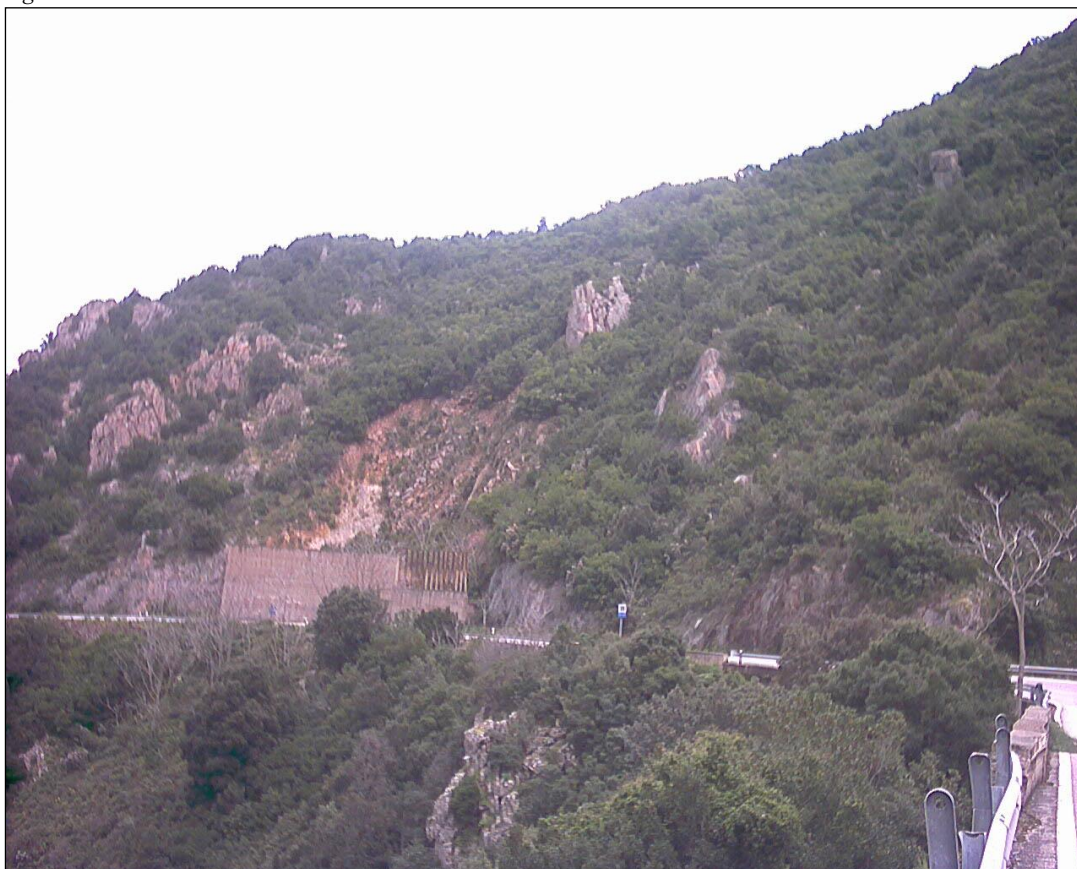


APPENDICE

REPERTORIO FOTOGRAFICO ARCHIVIO IFFI

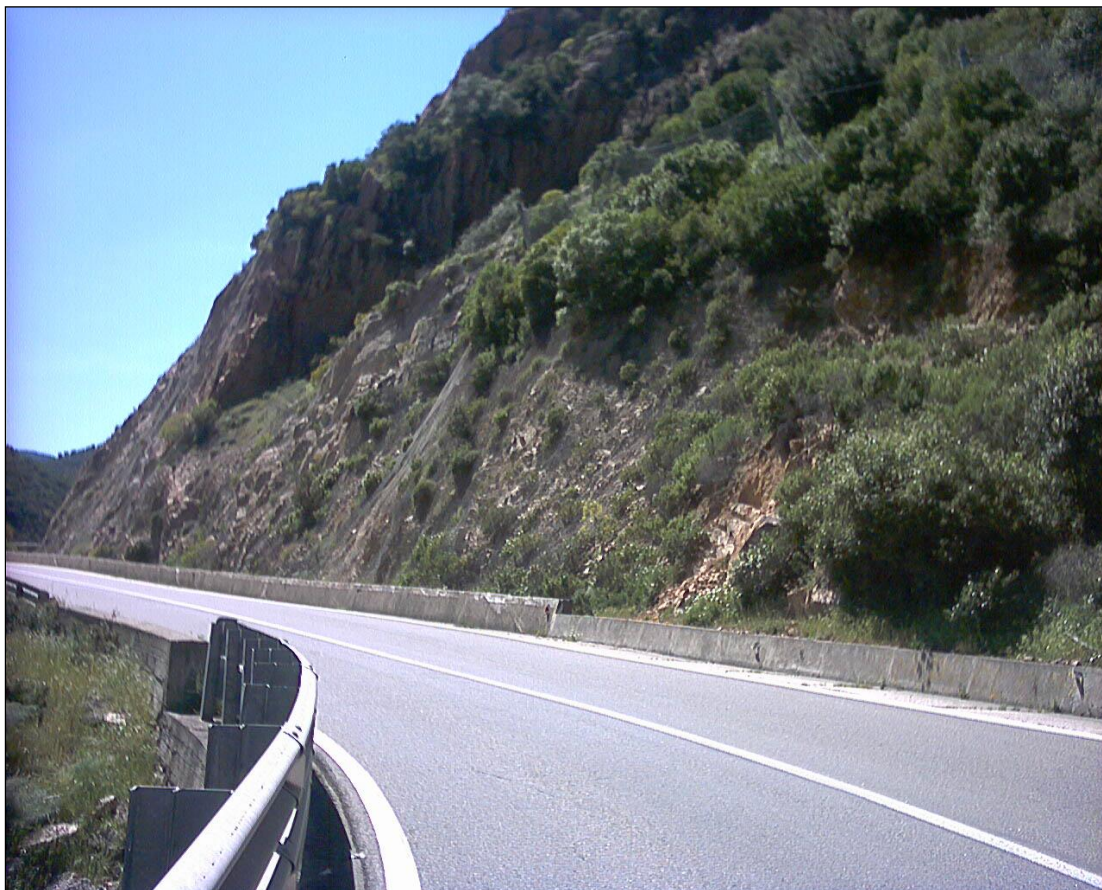


*Figura 48. Id 920004500*



*Figura 49. Id 920004400*





*Figura 50. Id 920030800*



*Figura 51. Id 920016400*



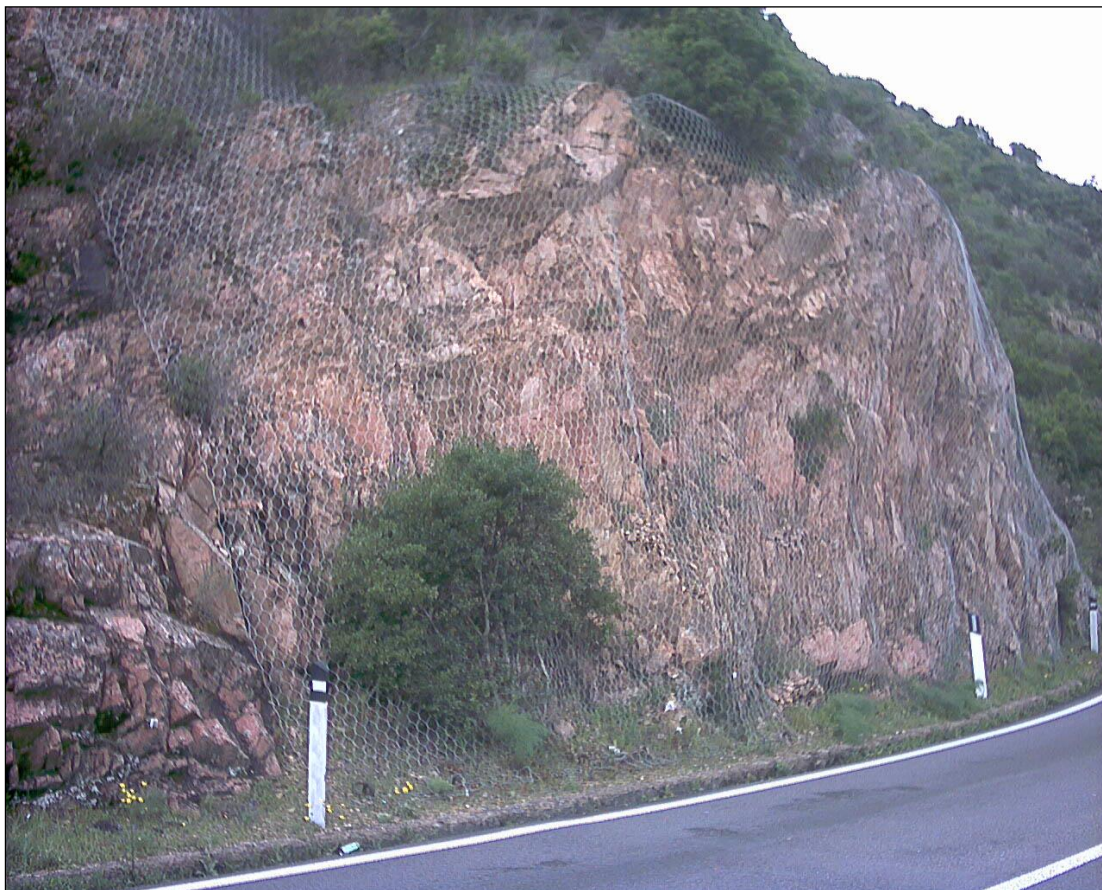


*Figura 52. id 920030700*



*Figura 53. id 920030900*





*Figura 54. id 920007300*