

COMUNE DI PISCINAS

PROVINCIA DI CARBONIA IGLESIAS

PIANO URBANISTICO COMUNALE IN ADEGUAMENTO AL PPR E AL PAI

SINDACO
MARIANO COGOTTI

UFFICIO DI PIANO

COORDINAMENTO
GEOM. GIAMPIERO SECCI

STUDIO URBANISTICO
AMC associati
ING. ANDREA CASCIU ARCH. MICHELE CASCIU
ING. LUCA BOGGIO

ASSETTO AMBIENTALE
DOTT. AGRONOMO GIULIA URRACCI
DOTT. GEOLOGO SAMUELE TODDE

V.A.S.
DOTT. AGRONOMO GIULIA URRACCI

ASSETTO STORICO CULTURALE
ARCH. MATTEO PITTAU

ELABORAZIONI GIS E CARTOGRAFIA
DOTT. GEOLOGO GIUSEPPE SERVENTI

COMPATIBILITA' GEOLOGICA, GEOTECNICA E IDRAULICA
ING. ALESSANDRO SALIS
DOTT. GEOLOGO SAMUELE TODDE

EL. GEO 00

PRIMA STESURA LUGLIO 2017
REVISIONE

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA



INDICE

1. Premessa e quadro normativo.....	3
2. Inquadramento geografico	7
3. Stato di fatto delle perimetrazioni delle aree a rischio frana secondo l'attuale Piano di Assetto Idrogeologico.....	11
4. Analisi dei fenomeni ed eventi storici di dissesto del territorio	12
4.1 Analisi del progetto AVI (Aree Vulnerate Italiane).....	12
4.2 IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia)	12
5. Assetto geologico	13
5.1 Inquadramento geologico generale	13
5.2 Assetto geologico di dettaglio	14
5.3 Inquadramento geomorfologico	18
5.4 Inquadramento idrogeologico.....	21
6. Classificazione geotecnica dei litotipi rilevati	25
7. Metodologia ed analisi dei fenomeni franosi e dell'instabilità potenziale dei versanti – Pericolosità da frana nel Comune di Piscinas	27
8. Carta geomorfologica e dei processi gravitativi	35
9. Pericolosità da frana nel territorio comunale di Piscinas.....	36
10. Definizione della perimetrazione del rischio frana a seguito dello studio di compatibilità.....	46
11. Proposte di intervento e di mitigazione.....	49
12. Considerazioni conclusive	51
13. Elenco allegati.....	52



1. Premessa e quadro normativo

Nell'ambito dei lavori per la predisposizione del nuovo Piano Urbanistico del Comune di Piscinas è stato conferito l'incarico dello *Studio di compatibilità idraulica e geologica - geotecnica*, come richiesto dall'art.8 comma 2 delle NTA del PAI, ai professionisti Dott. Ing. Alessandro Salis e Dott. Geol. Samuele Todde.

La relazione in oggetto contiene le risultanze dello studio effettuato in ottemperanza a quanto disposto dagli articoli 8 e 26 delle Norme Tecniche di Attuazione del P.A.I. all'interno del territorio comunale di Piscinas.

Le N.T.A. del PAI richiamano i seguenti articoli:

ARTICOLO 8 Indirizzi per la pianificazione urbanistica e per l'uso di aree di costa

2. *Indipendentemente dall'esistenza di aree perimetrate dal P.A.I., in sede di adozione di nuovi strumenti urbanistici anche di livello attuativo e di varianti generali agli strumenti urbanistici vigenti i Comuni [...] assumono e valutano le indicazioni di appositi studi di compatibilità idraulica geologica e geotecnica, predisposti in osservanza dei successivi articoli 24 e 25, riferiti a tutto il territorio comunale o alle sole aree interessate dagli atti proposti all'adozione.*

5. *In applicazione dell'articolo 26, comma 3, delle presenti norme negli atti di adeguamento dei piani urbanistici comunali al P.A.I. sono delimitate puntualmente alla scala 1: 2.000 le aree a significativa pericolosità idraulica o geomorfologica non direttamente perimetrate dal P.A.I.*

ARTICOLO 26 Aree pericolose non perimetrate nella cartografia di piano

2. *Possiedono significativa pericolosità geomorfologica le seguenti tipologie di aree di versante appartenenti al bacino idrografico unico della Regione Sardegna:*

a. aree a franosità diffusa, in cui ogni singolo evento risulta difficilmente cartografabile alla scala del PAI; [...].

3. *Per le tipologie di aree indicate nei commi 1 e 2 le prescrizioni applicabili valgono all'interno di porzioni di territorio delimitate dalla pianificazione comunale di adeguamento al P.A.I., ai sensi dell'articolo 8, comma 5. [...].*

4. *Alle aree elencate nei precedenti commi 1 e 2, dopo la delimitazione da parte della pianificazione comunale di adeguamento al P.A.I., si applicano le prescrizioni individuate dalla stessa pianificazione comunale di adeguamento al P.A.I. tra quelle per le aree di pericolosità idrogeologica molto elevata, elevata e media.*

L'applicazione delle disposizioni di cui sopra evidentemente recepisce gli intendimenti di quanto già indicato nella L. 183/89 Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo che all'art. 1 recita: *La presente legge ha per scopo di assicurare la difesa del suolo, il*



risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi e anticipa i dettami del disposto del Testo Unico sull'Ambiente (D.L. 152/06) che all'art. 53 richiama le finalità legate al risanamento idrogeologico del territorio tramite la prevenzione dei fenomeni di dissesto. L'adempimento di quanto sopra richiamato passa in prima analisi attraverso lo studio delle interazioni tra le caratteristiche geologiche e geomorfologiche del territorio, l'attività antropica esistente, e le ipotesi relative ad eventuali ulteriori e successive fasi di pianificazione urbanistica. Il risultato dell'analisi di cui sopra è l'individuazione di aree caratterizzate da possibili coinvolgimenti da parte di eventuali eventi franosi.

In termini di interazione con gli strumenti di pianificazione territoriale, l'indagine si traduce nell'eventuale apposizione di vincoli di vario grado, passando alla sostanziale inedificabilità (Zone Hg4, Hg3), alla edificabilità soggetta a prescrizioni specifiche (Zone Hg2), sino alla mancanza di condizionamento specifico, rimandando agli strumenti urbanistici la disciplina di utilizzo del territorio e delle risorse naturali (Zone Hg1).

Lo studio proposto segue dunque le procedure indicate all'Art. 25 “Studi di Compatibilità Geologica e Geotecnica”, ed è stato redatto in base alle disposizioni delineate negli allegati E “*Criteri per la predisposizione degli studi di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle norme di attuazione del PAP*” ed F “*Criteri per la predisposizione degli studi di compatibilità geologica e geotecnica di cui all'articolo 25 delle norme di attuazione del PAP*” delle succitate norme.

Lo studio di compatibilità si divide in due macro aree di analisi:

- **Parte Geologica**
- **Parte Geotecnica**

La **Parte Geologica** che integra lo Studio di Compatibilità Geologica e geotecnica deve illustrare secondo la normativa i seguenti contenuti (sezione B del D.M. 11 marzo 1988):

- l'assetto geologico di inquadramento;
- la situazione litostratigrafica locale;
- la definizione dell'origine e natura dei litotipi, del loro stato di alterazione e fratturazione e della loro degradabilità;
- i lineamenti geomorfologici della zona, gli eventuali processi morfologici nonché i dissesti in atto e potenziali e la loro tendenza evolutiva;



- i caratteri geostrutturali generali, la geometria e le caratteristiche delle superfici di discontinuità;
- lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea.

L'analisi geologica è stata eseguita in conformità alla Norme Tecniche sulle Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008. Nel dettaglio è stata prodotta una modellizzazione del territorio sulla base della litologia, stratigrafia, geomorfologia e dell'idrologia, tutti aspetti che hanno concorso all'elaborazione di un modello generale di pericolosità geologica del territorio.

Resta inteso che il modello proposto si limita ad offrire un quadro generale di supporto al progettista per l'inquadramento delle principali problematiche geotecniche ed alla conseguente redazione del piano preliminare delle indagini.

Nello specifico, facendo riferimento a quanto riportato al paragrafo 6.1.2 delle NTC 2008,

"... I risultati dello studio rivolto alla caratterizzazione e modellazione geologica di cui § 6.2.1, devono essere esposti in una specifica relazione geologica".

La **Parte Geotecnica** che integra lo Studio di Compatibilità Geologica e Geotecnica deve illustrare i seguenti contenuti (sezione B del D.M. 11 marzo 1988):

- la localizzazione dell'area interessata dall'intervento;
- i criteri di programmazione ed i risultati delle indagini in sito e di laboratorio e le tecniche adottate con motivato giudizio sulla affidabilità dei risultati ottenuti;
- la scelta dei parametri geotecnici di progetto, riferiti alle caratteristiche dell'opera;
- la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo in relazione alle finalità da raggiungere con il progetto, effettuata sulla base dei dati raccolti con le indagini eseguite;
- il dimensionamento del manufatto o dell'intervento;
- i risultati dei calcoli geotecnici (determinazione del carico ammissibile e, se necessario, dei cedimenti) realizzati sulla base dei procedimenti della meccanica delle terre e della Ingegneria delle fondazioni;
- le verifiche di stabilità del pendio in assenza ed in presenza degli interventi di stabilizzazione dall'intervento (condizioni ex-ante ed ex-post), con descrizione dei metodi di calcolo adottati;
- le eventuali interazioni con altre opere;
- le conclusioni tecniche;



- le diverse tipologie delle opere di consolidamento e le finalità di ognuna di esse con valutazione di tipo analitico che ne evidenzino l'efficacia in riferimento alle condizioni pre-intervento;
- il piano di manutenzione degli interventi;
- il piano di monitoraggio per il controllo della efficacia degli interventi di consolidamento ed il programma delle misure sperimentali.

L'analisi geotecnica è stata eseguita in conformità alle Norme Tecniche sulle Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008 e in riferimento alla Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 C.S.LL.PP. (G.U. n. 47 del 26 febbraio 2009 - S.O. n. 27) Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

2. Inquadramento geografico

Il territorio comunale di Piscinas si colloca nel settore occidentale della Sardegna meridionale, è compreso nella Provincia di Carbonia Iglesias, nella zona geografica denominata Sulcis e risulta delimitato a sud dal territorio di Teulada, a nord da quello di Villaperuccio, ad ovest da quello di Giba e Masainas, e ad est da quello di Santadi. L'area oggetto di studio è inquadrata all'interno dell'intero territorio comunale e si estende per una superficie di circa 16.9 Km².



Figura 1 – Inquadramento territoriale e limiti amministrativi del Comune di Piscinas.

I riferimenti topografici che interessano l'area oggetto di studio sono i seguenti:

- Foglio 233 della Cartografia Topografica d'Italia alla scala 1:100.000;
- Foglio 233 della Cartografia Topografica d'Italia (Tavolette serie 25V) sezioni III-NE Perdaxius, II-NO Santadi, III-SE Giba e II-SO Is Carillus;
- Foglio 564 della Cartografia Topografica d'Italia (Serie 25) sezione II Giba
- Foglio 565 della Cartografia Topografica d'Italia (Serie 25) sezione III Santadi;

In riferimento alla Cartografia Tecnica Regionale Numerica alla scala 1:10.000, il territorio è compreso all'interno delle sezioni 564120, 564160, 565090 e 565130.

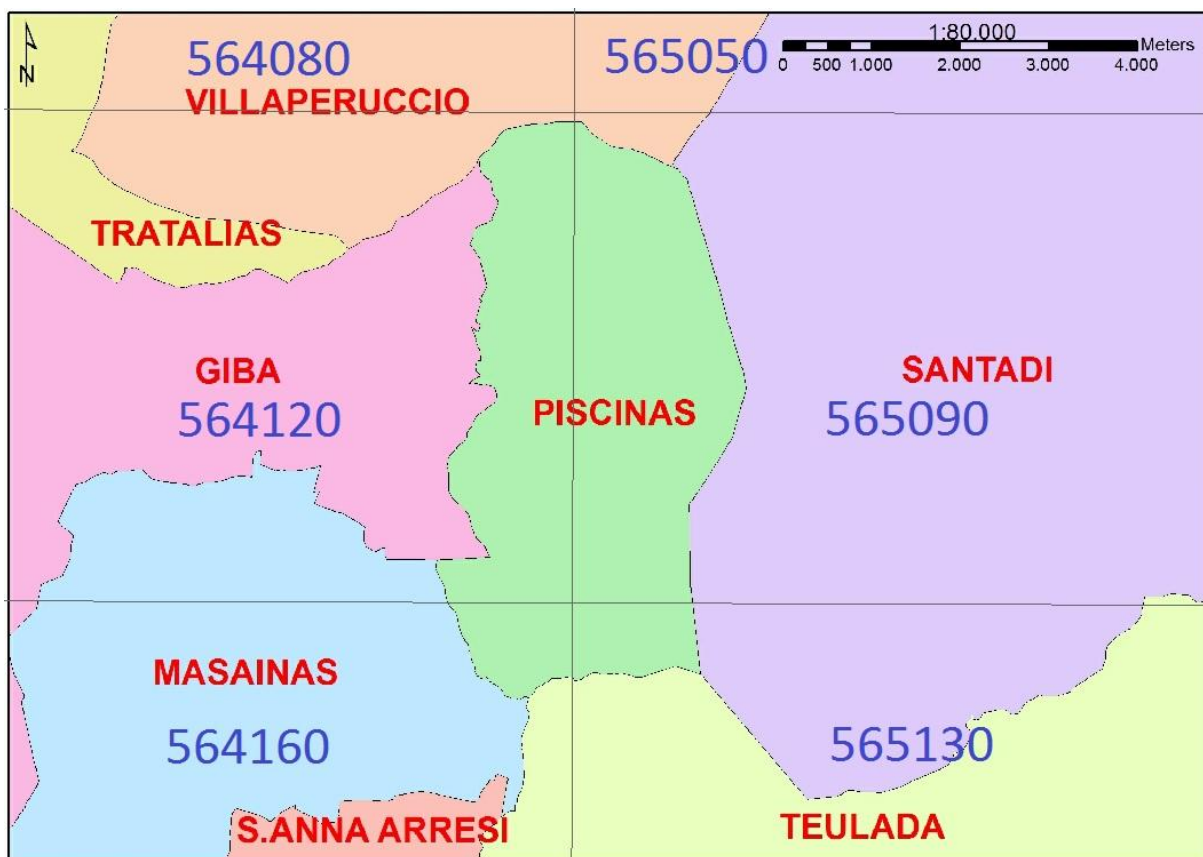


Figura 2 – Inquadramento del territorio comunale di Piscinas rispetto ai limiti della CTRN.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia un territorio prevalentemente pianeggiante, ad eccezione dei rilievi situati nella parte meridionale del territorio comunale caratterizzati da quote massime di poco superiori ai 400 metri.

La distribuzione delle quote nel territorio comunale è sintetizzata nel seguente prospetto:

da quota 46.43 m s.l.m.	a quota 100 m s.l.m.	9.9 Km ²	58%
da quota 100 m s.l.m.	a quota 250 m s.l.m.	5.5 Km ²	33%
da quota 250 m s.l.m.	a quota 442.56 m s.l.m.	1.5 Km ²	9%

Le due successive immagini, realizzate con analisi sul DTM 10 m fornite dalla RAS, evidenziano un territorio con una superficie contenuta entro i 250 m per il 91% del suo territorio, e solo un 9% superiore a 250 m. Il riquadro b) evidenzia:

- in rosa chiaro quote <100 m;
- in rosa scuro quote comprese tra 100 e 250 ;
- in rosso quote superiori a 250 m.

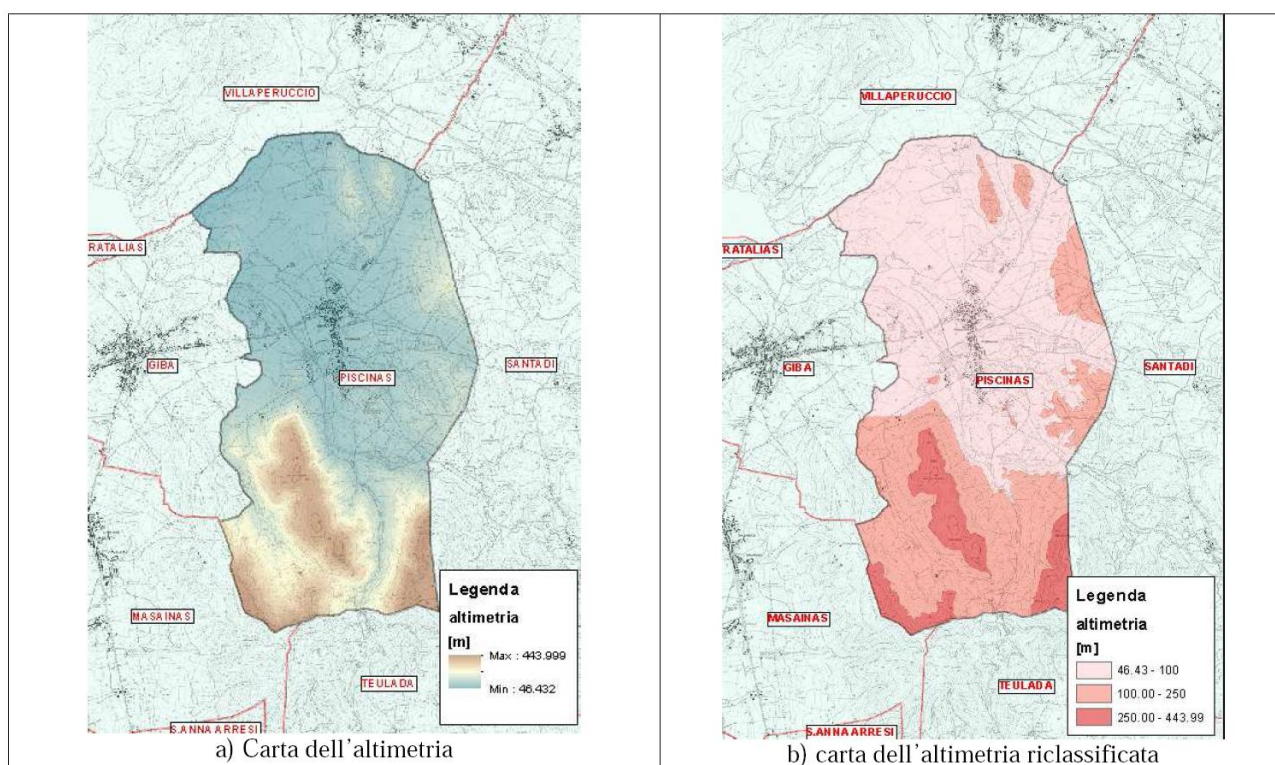


Figura 3 – Elaborazioni cartografiche tratte dal DTM 10 m fornito dalla RAS.

Per quanto concerne le pendenze riscontrate, si ha la lettura di una condizione in cui più del 50% del territorio comunale presenta acclività inferiori al 5%, principalmente in corrispondenza delle zone pianeggianti (Figura 4), mentre solo il 12% supera il 20%, principalmente nella porzione centro-meridionale dell'area studiata.

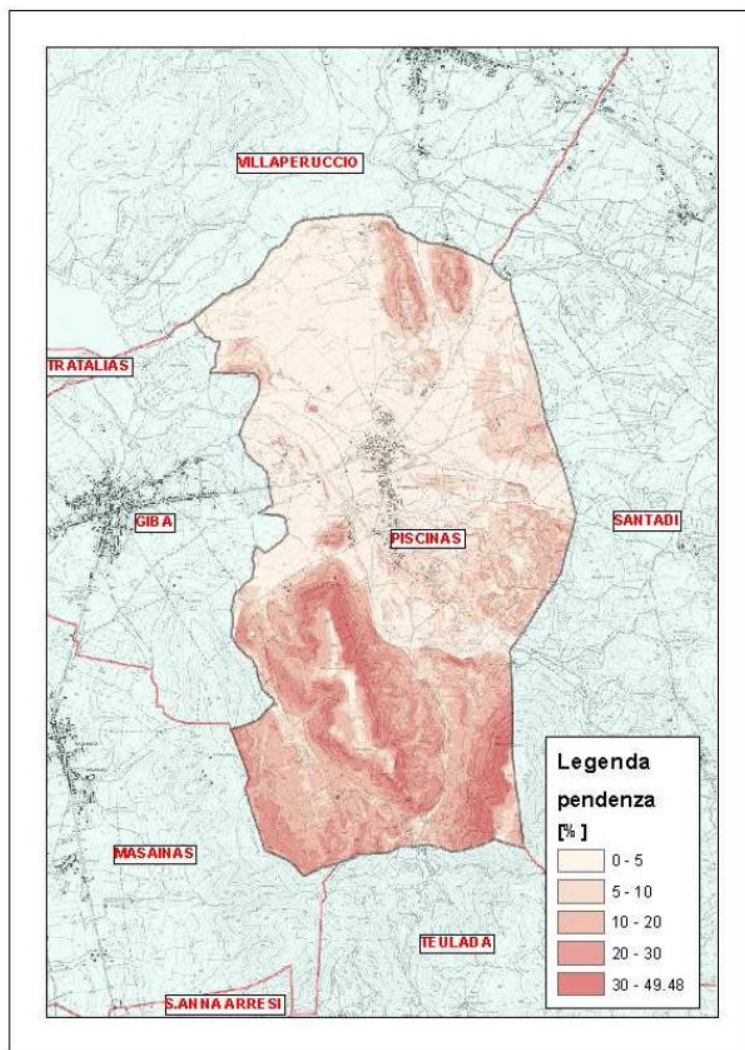


Figura 4 – Carta dell'acclività del territorio Comunale.



3. Stato di fatto delle perimetrazioni delle aree a rischio frana secondo l'attuale Piano di Assetto Idrogeologico

Nel presente paragrafo è riportato un quadro riepilogativo della situazione di pericolosità e rischio di frana individuate nel vigente Piano di Assetto Idrogeologico.

Il suddetto Piano (PAI) individua le aree a rischio idraulico e di frana e ha valore di piano stralcio ai sensi della L. 183/89. Il PAI è entrato in vigore con Decreto dell'Assessore ai Lavori Pubblici n. 3 del 21/02/2006 ed è stato adottato e approvato nell'anno 2004 limitatamente alla perimetrazione delle aree a pericolosità H4, H3 e H2 e a rischio R4, R3 e R2. Il Piano ha lo scopo di individuare e perimetrare le aree a rischio idraulico e geomorfologico, definire le relative misure di salvaguardia sulla base di quanto espresso dalla Legge n. 267 del 3 agosto 1998 e programmare le misure di mitigazione del rischio.

Ha inoltre valore di piano territoriale di settore e prevale sui piani e programmi di settore di livello regionale provinciale e comunale in quanto finalizzato alla salvaguardia di persone, beni, ed attività dai pericoli e dai rischi idrogeologici (Norme di Attuazione del PAI, Art. 4, comma 4). Le previsioni del Piano producono pertanto effetti sugli usi del territorio e delle risorse naturali e sulla pianificazione urbanistica anche di livello attuativo, nonché su qualsiasi pianificazione e programmazione territoriale insistente sulle aree di pericolosità idrogeologica (N.A. PAI, art. 6).

Il PAI si applica nel bacino idrografico unico regionale della Regione Sardegna, e risulta suddiviso nei seguenti sette sottobacini: sub-bacino n.1 Sulcis, sub-bacino n.2 Tirso, sub-bacino n.3 Coghinas-Mannu-Temo, sub-bacino n.4 Liscia, sub-bacino n.5 Posada-Cedrino, sub-bacino n.6 Sud-Orientale, sub-bacino n.7 Flumendosa-Campidano-Cixerri.

Il Comune di Piscinas è compreso nel sub-bacino n° 1 Sulcis. Le uniche perimetrazioni rilevabili allo stato attuale del P.A.I. all'interno del territorio comunale sono relative solo ed esclusivamente per il rischio idraulico, mentre non sono state segnalate pericolosità da frana e rischio geomorfologico.

Con il presente studio di compatibilità geologica - geotecnica potranno quindi essere individuate le zone di criticità in funzione delle quali poter adeguatamente sviluppare la pianificazione urbanistica e territoriale dell'intero territorio comunale, in relazione ai diversi stati di criticità rilevata.



4. Analisi dei fenomeni ed eventi storici di dissesto del territorio

La storia di Piscinas dal punto di vista amministrativo risulta fortemente legata al Comune di Giba, il quale comprendeva l'attuale territorio comunale di Piscinas fino all'anno 1988; da questa data Piscinas è divenuto Comune autonomo. In riferimento alle considerazioni sopra citate, allo scopo di rilevare gli eventi storici di dissesto del territorio, si farà riferimento fino all'anno 1988 a quelli registrati nel Comune di Giba, dall'88 in poi a quelli registrati nel Comune di Piscinas.

4.1 Analisi del progetto AVI (Aree Vulnerate Italiane)

Un primo censimento delle aree interessate da calamità naturali in tutto il territorio italiano, quali alluvioni e frane, fu commissionato nel 1989 dal Dipartimento della Protezione Civile. Gli studi si sono concentrati nell'arco temporale compreso tra il 1918 ed il 1990, successivamente integrato fino all'anno 1994. E' stato possibile successivamente produrre una cartografia di sintesi che rappresentasse tutti i fenomeni censiti; nei casi in cui non è stato possibile definire l'esatto areale interessato all'evento calamitoso, esso è stato attribuito al capoluogo del comune. Dall'analisi dell'archivio delle frane - progetto AVI si segnala che non stono stati rilevati eventi calamitosi legati a fenomeni di instabilità.

4.2 IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia)

Per quanto concerne il censimento storico degli eventi franosi, è stato realizzato il progetto dell'ISPRA denominato IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia). Questo strumento di interesse sia nazionale che regionale è utilizzato al fine di valutare la storicità dei fenomeni franosi. In base all'inventario è possibile associare circa il 7% del territorio Italiano a zone interessate da fenomeni franosi. Dall'analisi del database dell'inventario IFFI si evince che nel territorio del Comune di Piscinas non si rilevano perimetrazioni relative a zone di instabilità.



5. Assetto geologico

5.1 Inquadramento geologico generale

Alla base delle attività mirate alla definizione della compatibilità geologica e geotecnica è stato eseguito un rilevamento geologico di dettaglio di tutto il territorio del Comune di Piscinas. Il rilievo è stato mirato alla definizione delle diverse componenti litologiche, ossia differenziando le unità dotate di caratteristiche litologiche, petrografiche e/o mineralogiche, sedimentologiche riconoscibili sul terreno e distinguibili da quelle adiacenti. Sono state inoltre definite oltre ai limiti tra Unità litologiche e terreni di copertura significativi, le faglie, le strutture principali. Questo elaborato costituisce la base informativa, assieme alla carta dell'uso reale del suolo e a quella dell'acclività, per la predisposizione della carta dell'instabilità potenziale dei versanti.

Come strumento di base per lo studio geologico dell'area vasta sono state utilizzate: la "Carta Geologica di base della Sardegna in scala 1:25.000" (Regione Autonoma della Sardegna) e il Foglio n° 233 "Iglesias" della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 (ISPRA).

Il rilievo geologico di dettaglio ha evidenziato che il territorio compreso all'interno del Comune di Piscinas è caratterizzato nel settore meridionale dalla presenza di litotipi carbonatici appartenenti alla Formazione di Gonnese, di metamorfiti carbonatiche appartenenti alle formazioni di Nebida e di Campo Pisano. Queste litologie, appartenenti al cambriano, sono interessate da due direttrici principali di faglie (N-S ed E-W), in accordo con le due principali fasi deformative che hanno condizionato l'evoluzione dell'area durante l'orogenesi Ercinica ed Appennina.

Il settore settentrionale del Comune di Piscinas è caratterizzato dalla presenza di depositi sedimentari pleistocenici e olocenici dell'area continentale, a cui si sovrappongono i prodotti sedimentari quaternari dei fondovalle (depositi alluvionali) e delle pendici dei rilievi (depositi detritici, pluvio – colluviali) derivati dall'erosione dei rilievi adiacenti.

I rilievi situati nel settore settentrionale sono relativi ad andesiti, daciti e conglomerati continentali appartenenti alle Successioni vulcano sedimentarie oligo – mioceniche, più precisamente ai Gruppi di Monte Sirai e di Carbonia.

5.2 Assetto geologico di dettaglio

Nello specifico, la successione litologica rilevata nel territorio comunale di Piscinas e uniformata con la nomenclatura ufficiale, può essere così riassunta a partire dai litotipi più antichi ai depositi quaternari e attuali, riportando quanto esplicitamente indicato negli elaborati grafici:

Successione sedimentaria pre "Discordanza Sarda"

- Tipo: LC3_014. Sigla: NEB1. Membro di Matoppa (FORMAZIONE DI NEBIDA). *Metarenarie e metasiltiti, con laminazioni piano-parallele, alternate a bancate decimetriche di metarenarie quarzose, con rari livelli carbonatici.* CAMBRIANO INF. (ATDABANIANO).
- Tipo: LC3_013. Sigla: NEB2a. Litofacies nel Membro di Punta Manna (FORMAZIONE DI NEBIDA). *Alla base calcari oolitici e oncolitici con subordinate intercalazioni di metarenarie e metasiltiti.* CAMBRIANO INF. (ATDABANIANO).
- Tipo: LC3_012. Sigla: NEB2. Membro di Punta Manna (FORMAZIONE DI NEBIDA). *Metarenarie quarzose e siltiti, con laminazioni incrociate e piano-parallele, verso l'alto alternanze di calcari, talvolta ricchi in archeociati, e dolomie con bioturbazioni, spesso silicizzate.* CAMBRIANO INF. (ATDABANIANO).
- Tipo: LC3_010. Sigla: GNN1. Membro della Dolomia rigata (FORMAZIONE DI GONNESA). *Dolomie grigio chiare ben stratificate e laminate, spesso con laminazioni stromatolitiche, con noduli e livelli di selce scura alla base.* CAMBRIANO INF. (ATDABANIANO SUP. - LENIANO)
- Tipo: LC3_007. Sigla: GNN2. Membro del Calcare ceroide (FORMAZIONE DI GONNESA). *Calcari grigi massivi, talora nerastri, spesso dolomitizzati.* CAMBRIANO INF. (ATDABANIANO SUP. - LENIANO)
- Tipo: LC3_005. Sigla CPI. FORMAZIONE DI CAMPO PISANO. *Alternanze di metacalcari, metacalcari marnosi rosati, metasiltiti grigie e metacalcari grigio-rosati a struttura nodulare, talora silicizzati, ricchi in frammenti di fossili.* CAMBRIANO INF. - MEDIO (LENIANO-AMGAIANO)
- Tipo: LC3_001. Sigla: CAB. FORMAZIONE DI CABITZA. *Alternanza ritmica di lamine centimetriche metasiltitiche e metargillitiche di colore rosso-violaceo e verde di origine tidale, lamine metasiltitiche gradate grigio-verdi e metarenarie quarzoso-feldspatiche grigie con laminazioni pianoparallele, incrociate e gibbose.* CAMBRIANO MEDIO-ORDOVICIANO INF. (MAYAIANO-TREMADOC).



Successioni vulcano sedimentarie oligo – mioceniche

- Tipo: CE3_010. Sigla: AQC. DACITI DI ACQUA SA CANNA. *Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica a chimismo dacitico, da non saldati ad incipientemente saldati, e depositi piroclastici di caduta, di colore da grigio chiaro fino a rosato, con cristalli liberi di Pl, Bt, Cpx, Hbl, in matrice vitroclastica. Alla base ed in alternanza depositi epiclastici costituiti da arenarie vulcaniche, breccie e conglomerati a clasti di andesiti prevalenti e di rocce paleozoiche. Spessore fino ad oltre 30 m. (16,6±0,8 Ma) BURDIGALIANO SUP.*
- Tipo: CE3_009. Sigla: SIO. FORMAZIONE DI SERRA IS OLLASTUS. *Depositi conglomeratici continentali poligenici ed eterometrici, a prevalenti clasti di rocce carbonatiche mesozoiche e scarsi clasti di andesiti e di rocce paleozoiche (Santadi), in matrice argilloso-cineritica. MIOCENE MEDIO (LANGHIANO).*
- Tipo: CE3_006. Sigla: CBU. RIOLITI DI MONTE CROBU. *Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica a chimismo riolitico, con cristalli liberi di Sa, Pl, e subordinati Px, Ol e Bt, da densamente saldati con tessitura eutassitica, a non saldati (tufi, tufi a lapilli e tufi- breccia); spesso con livello vitrofirico basale, talora, a tetto, subordinati depositi piroclastici di caduta e paleosuoli. Spessore: in genere da alcuni metri fino a qualche decina di metri; eccezionalmente oltre 100 m. MIOCENE MEDIO (LANGHIANO)*
- Tipo: CE3_005. Sigla: NUR. RIOLITI DI NURAXI (Lipariti t4 Auct.). *Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica a chimismo riolitico, con cristalli liberi di Pl (con orlo di Sa), Sa, scarsi Opx, Cpx, Mag, di colore variabile da grigio ceruleo a bruno violaceo, spesso reomorfici, densamente saldati, con tessitura da eutassitica a paratassica, con marcata foliazione; livello vitrofirico alla base. Spessore: mediamente 20 m fino a oltre un centinaio. Nella parte alta presenza di livelli epiclastici e paleosuoli. (15,8 Ma) LANGHIANO.*

Depositi quaternari dell'area continentale

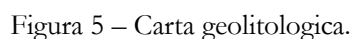
- Tipo: AB0_007, Sigla: PVM2a. Litofacies nel Subsintema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). *Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUP.*
- Tipo: AA2_006, Sigla: bna. Depositi alluvionali terrazzati. *Ghiaie con subordinate sabbie. OLOCENE.*
- Tipo: AA2_002, Sigla: ba. Depositi alluvionali. *Ghiaie da grossolane a medie. OLOCENE.*
- Tipo: AA1_001, Sigla: b2. Coltri eluvio colluviali. *Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti arricchiti in frazione organica. OLOCENE*



- Tipo: AA0_004, Sigla: h1m. Depositi antropici *Discariche minerarie*. OLOCENE.
- Tipo: AA0_007, Sigla: h1u. Depositi antropici *Discarica per rifiuti solidi urbani*. OLOCENE.

Quanto sinora indicato è stato esplicitato graficamente nella Carta Geolitologica a cui si rimanda per una chiara identificazione dei limiti e distribuzione delle Formazioni.

Alla stessa sono stati associati tutti gli elementi simbologici connessi alla stratigrafia e alle strutture.





5.3 Inquadramento geomorfologico

In un'analisi ad ampio raggio attorno all'area d'esame è possibile osservare che i rilievi siano caratterizzati da altezze comprese tra i 318 e i 279 metri. A questa quota media è individuabile una grande superficie di spianamento che interessa tutto il basamento paleozoico, ed è da mettere in relazione ad un lungo periodo di stabilità tettonica.

La geomorfologia all'interno del territorio comunale di Piscinas risulta influenzata dalle caratteristiche litologiche giaciture e strutturali delle rocce dei terreni affioranti, e in parte dai movimenti tettonici recenti che hanno interessato questa porzione di territorio.

La porzione più settentrionale del territorio comunale presenta caratteristiche pianeggianti con la presenza di rilievi di modesta entità, e occupa circa il 55% dell'areale totale; nel restante 45% del territorio, compreso nel settore meridionale, si rilevano morfologie collinari e montuose.

Il territorio del Comune di Piscinas è suddivisibile in tre principali Unità Fisiografiche, come illustrato in Figura 6.

Unità Fisiografica "A"

I litotipi più antichi affiorano nel settore meridionale e sono costituiti in larga parte da facies sedimentarie, principalmente da siltiti ed areniti e subordinatamente da calcari e dolomie, che presentano un debole metamorfismo, indotto dalle azioni dinamiche legate ai corrugamenti caledoniani ed ercinici. Si tratta di litotipi appartenenti al Cambriano e Ordoviciano (Paleozoico inferiore). In questo settore il paesaggio è costituito da rilievi che risultano caratterizzati da versanti molto ripidi. Soprattutto nelle litologie metamorfiche si rileva la presenza di valli incassate impostate direttamente sul substrato con pareti caratterizzate da elevata pendenza, indice di aree interessate da importanti fenomeni erosivi. Le litologie carbonatiche sono caratterizzate da una serie di creste con i caratteristici affioramenti di Muccioni Nieddu e Monte Murrecci. Questi allineamenti scolpiti sulle litologie dei calcari del metallifero del Cambriano medio, sono nelle aree ad ovest accompagnate da un'altra serie di rilievi che non si elevano a grandi altitudini ma sono caratterizzate da creste aguzze e versanti ripidi e si estendono da Arcu sa Cruxi (200 metri) fino a Monte Giara (282 metri).

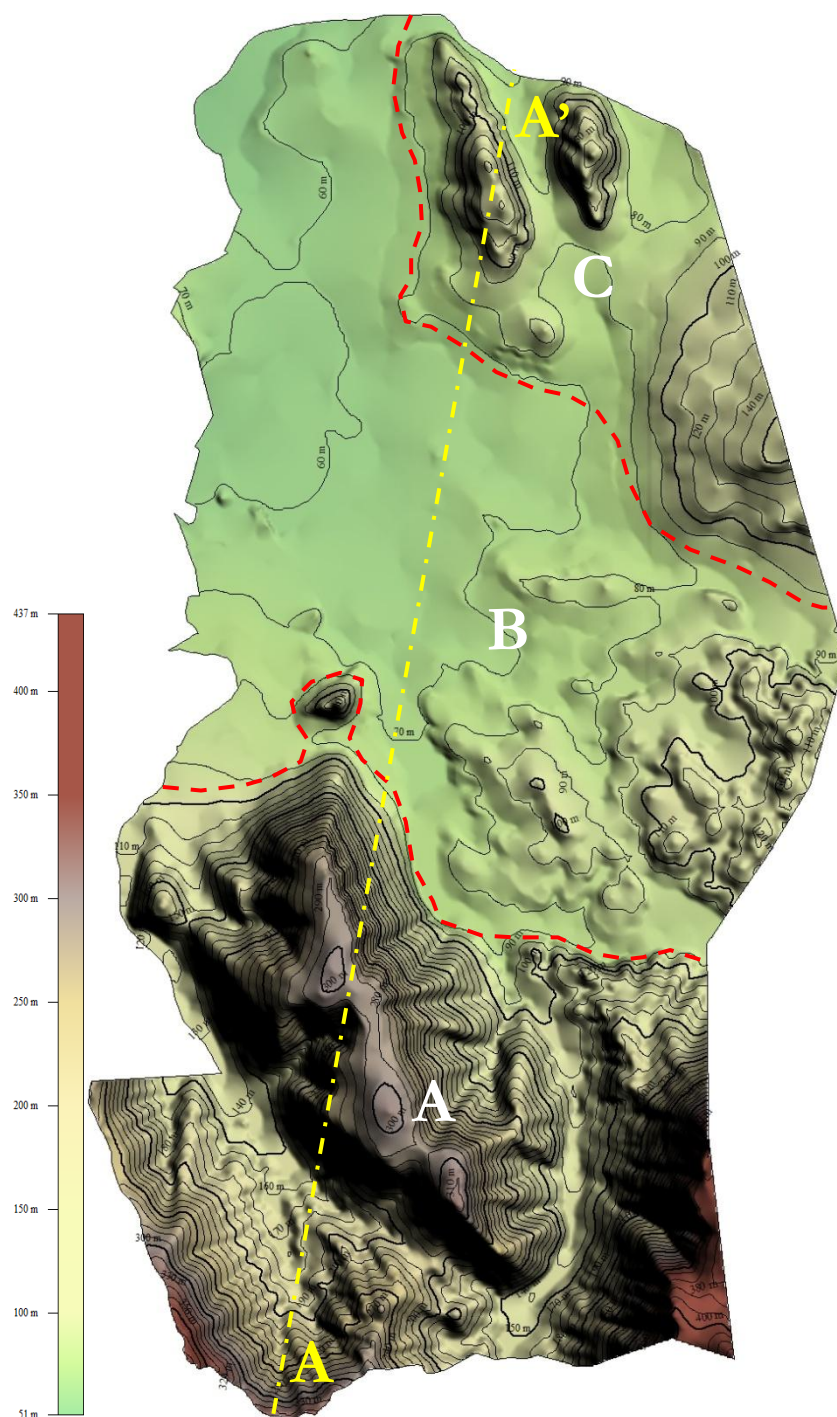


Figura 6 – DTM RAS, principali Unità Fisiografiche del territorio del Comune di Piscinas.

From Pos: 1470381.301, 4321189.044

To Pos: 1471502.165, 4327424.373

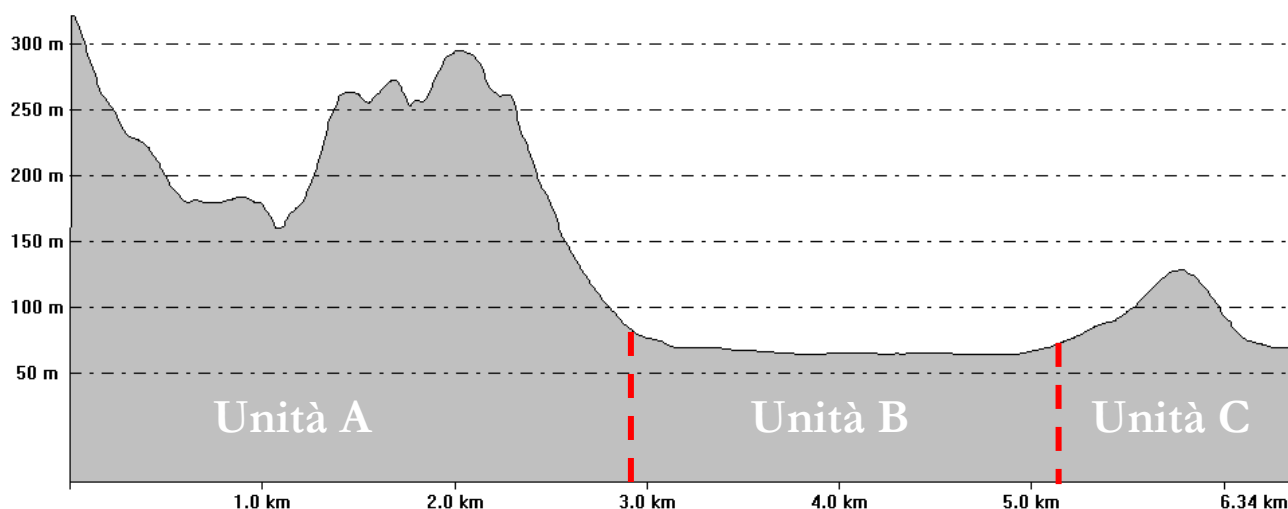


Figura 7 – Profilo Topografico A-A' (Figura 6).

Unità Fisiografica “B”

A partire dall'Eocene medio si instaura una fase continentale subaerea che perdura sino a oggi e ha permesso la deposizione di ingenti quantità di materiale alluvionale. Nel settore nord occidentale del territorio comunale si rileva una vasta area caratterizzata da depositi alluvionali costituiti da ghiaie grossolane e medie e subordinate sabbie correlabili con i depositi Pleistocenici della Litofacies nel subsistema di Portoscuso (Sintema di Portovesme). Questi depositi sono riferibili ad un sistema deposizionale di piana alluvionale (Barca & Palmerini, 1973), avvenuto successivamente alla fase compressiva pirenaica e prima dell'instaurarsi del sistema di rifting, causato dalla rotazione e traslazione del blocco Sardo-Corso (Cherchi & Montadert, 1982; Murru M., 1990).

Le coperture oloceniche si presentano generalmente di colore rosso-bruno-scuro con numerosi clasti di dimensioni variabili, in prevalenza appartenenti alle vulcaniti Terziarie. La loro disposizione areale evidenzia una deposizione nei bassi morfologici delle coperture di età più antica.

Unità Fisiografica “C”

Nel settore settentrionale i piccoli rilievi sono costituiti da litotipi correlabili prevalentemente alla successione vulcano-sedimentaria oligo-miocenica. Si tratta di depositi da flusso piroclastico e andesiti appartenenti al Gruppo di Monte Sirai.



Le aree in rilievo sono alternate a piccole vallecole in cui si possono rilevare i depositi alluvionali terrazzati. Si tratta di una unità in cui le pendenze sono assai modeste e in cui non sono stati rilevati processi gravitativi di alcun genere.

Un'ulteriore traccia del modellamento del territorio è attribuibile all'attività antropica. Si rilevano in tutto il settore settentrionale del Comune di Piscinas, all'interno della Concessione Mineraria denominata Santa Brà, evidenze di scavi minerari per la ricerca di bentonite che viene attualmente utilizzata dall'impianto di lavorazione della Società Sarda di Bentonite S.r.l. ubicato lungo la SS 293 all'ingresso del paese. Si tratta di scavi a cielo aperto in parte attualmente in fase di ripristino ambientale e in parte in fase di coltivazione che sono meglio localizzate nella cartografia di Piano, alla quale si rimanda per la definizione e la localizzazione di tutti i processi geomorfici rilevati.

Per ciò che concerne le caratteristiche dell'acclività del territorio si osserva che i settori maggiormente acclivi sono localizzati in corrispondenza del settore meridionale del territorio studiato, in corrispondenza dei rilievi metamorfici e carbonatici. Per l'individuazione delle diverse fasce di interesse si rimanda alla Carta delle Acclività allegata al PUC.

5.4 Inquadramento idrogeologico

Acque superficiali

Contestualmente all'analisi delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche della zona, è stato studiato l'assetto idrografico e idrogeologico di tutto il territorio del Comune di Piscinas. L'individuazione del sistema idrografico, come già descritto nella relazione di compatibilità idrogeologica, costituisce la base di partenza dello studio idrologico e idraulico; rappresenta inoltre un importante livello informativo dal quale estrapolare ulteriori considerazioni relative alle dinamiche che governano il trasporto solido e la conseguente deposizione dei sedimenti.

La rete idrografica si sviluppa principalmente nel settore centro-meridionale del territorio comunale, con un reticolo poco ramificato che attraversa l'area in direzione sud-nord ed est-ovest, individuando un corso d'acqua principale (Rio Piscinas, altrimenti denominato Riu Palmas) e fiumi secondari con alveo scarsamente inciso e poco definito, in cui risulta difficoltoso definire i compluvi di appartenenza. L'analisi su base gis ha fatto emergere 5 comparti drenanti, come mostra la figura sottostante.

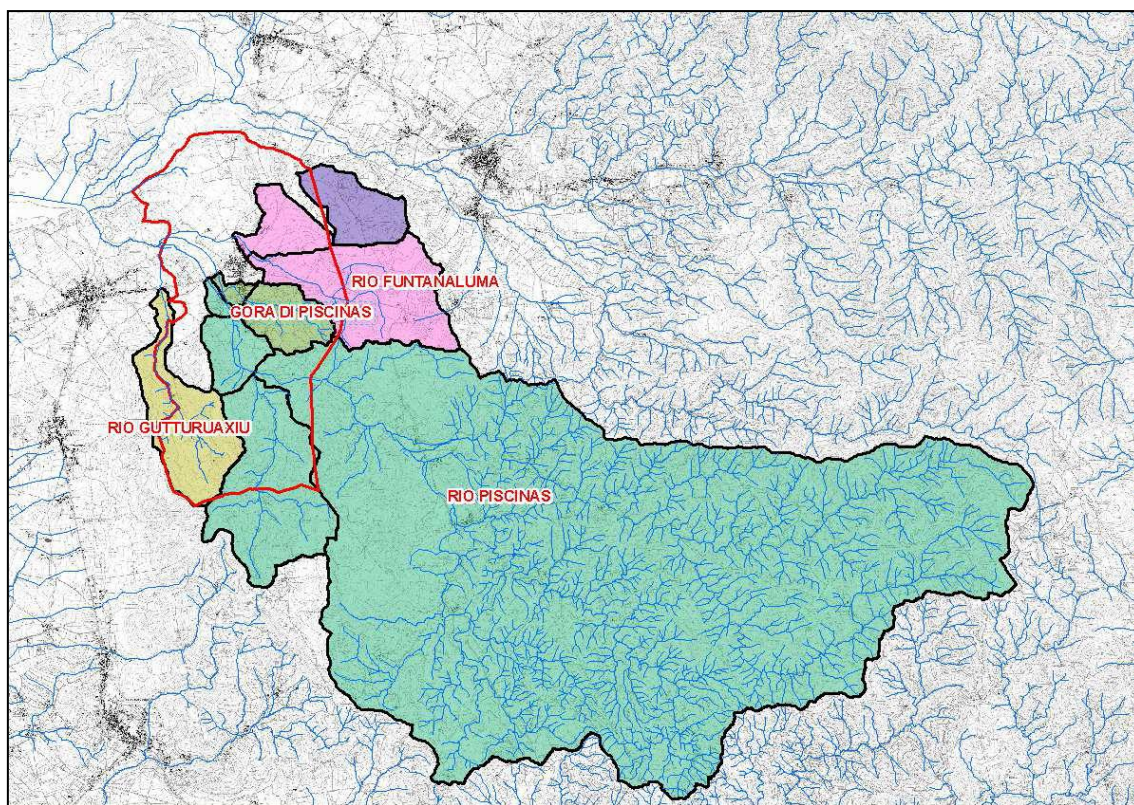


Figura 8 – Sistema drenante dei principali corsi d’acqua rilevati all’interno del territorio comunale di Piscinas.

Come evidenzia la Figura 8 il corso d’acqua di maggiore rilevanza è rappresentato dal Rio Piscinas (altrimenti denominato Riu Palmas) che si sviluppa in gran parte nel territorio di Teulada (in verde in cartografia).

Sono stati inoltre individuati altri 3 corsi d’acqua secondari di rilievo:

- Sistema secondario del *Rio Gutturuaxiu*
- Sistema secondario della *Gora di Piscinas*
- Sistema secondario del *Rio Funtanaluma*

Tutti i corsi d’acqua presentano un andamento fortemente dipendente dall’entità delle precipitazioni e quindi carattere in genere torrentizio con piene durante le stagioni piovose e alveo pressoché asciutto durante le stagioni siccitose estive. Per ciò che concerne gli aspetti legati alle inondazioni si rimanda all’apposita sezione della relazione di Compatibilità Idraulica.



Acque sotterranee

Le caratteristiche litologiche delle formazioni rilevate in alcune zone dell'area oggetto di studio danno luogo ad alcune manifestazioni sorgentizie generalmente di scarsa entità. Seguendo lo schema riportato nelle linee guida della R.A.S. in relazione alla definizione della cartografia del Piano Urbanistico sono state distinte diverse regioni in base ai diversi caratteri di permeabilità delle rocce (Unità Idrogeologiche), caratterizzate da quattro livelli con grado diverso di permeabilità:

- Impermeabile ($K < 10^{-7}$ cm/sec);
- Bassa Permeabilità ($10^{-4} > K > 10^{-7}$ cm/sec);
- Media Permeabilità ($10^{-2} > K > 10^{-4}$ cm/sec);
- Alta Permeabilità ($K > 10^{-2}$ cm/sec);

Distinguendo tre tipi differenti di permeabilità:

- per Porosità;
- per Fessurazione;
- per fessurazione e carsismo;

Si precisa che i dati relativi alla permeabilità sopra indicati si riferiscono ai dati riportati in letteratura correlati con le osservazioni di campagna relative agli aspetti litologici, giaciture etc. E' comunque possibile che la permeabilità di certi litotipi, in seno alla medesima formazione, possa essere differente perché al limite delle classi di permeabilità sopra definite.

In considerazione dell'assetto geologico – geomorfologico del territorio comunale di Piscinas è possibile definire le aree caratterizzate da diverso grado di permeabilità. In linea generale le zone che manifestano il minore grado di permeabilità sono riferibili alle metamorfite paleozoiche e ai sedimenti argillosi terziari. Il complesso carbonatico paleozoico è caratterizzato da permeabilità da alta per fessurazione e carsismo nei termini carbonatici, fino a bassa nei livelli marnoso – argillosi. Al contatto tra quest'unità idrogeologica e i depositi alluvionali quaternari si rilevano le principali sorgenti. I detriti e i sedimenti di natura colluviale che chiudono le sequenze stratigrafiche, presentano invece una permeabilità elevata per porosità in corrispondenza dei livelli a granulometria più grossolana, ma complessivamente sono caratterizzati da permeabilità per porosità medio - basse.



Tabella 1 – Unità Idrogeologiche in funzione di litologia e grado di permeabilità.

UNITA' IDROGEOLOGICA	FORMAZIONE GEOLOGICA	DESCRIZIONE
Unità delle Alluvioni Plio - Quaternarie	Depositi antropici, Coltri eluvio – colluviali, Depositi alluvionali, Depositi alluvionali terrazzati, Litofacies nel Subsintema di Portoscuso.	Permeabilità per porosità complessiva medio bassa; localmente medio alta nei livelli a matrice più grossolana.
Unità delle Piroclastiti Mioceniche	Brecce piroclastiche in matrice pomiceo cineritica, Depositi di flusso piroclastico a facies ignimbratica.	Permeabilità per porosità bassa.
Unità delle Vulcaniti Mioceniche	Andesiti in brecce autoclastiche.	Permeabilità per fessurazione complessiva medio bassa.
Unità Magmatica Paleozoica	Filoni intermedio basici a composizione basaltica o andesitica.	Permeabilità per fessurazione complessiva medio bassa.
Unità Metamorfica Paleozoica	Alternanze di metacalcari, metacalcari marnosi, metasiltiti, Metasiltiti e metargilliti, Metarenarie e metasiltiti con laminazioni pianoparallele..	Permeabilità complessiva bassa per fessurazione, localmente in corrispondenza delle lenti carbonatiche medio alta per fessurazione e carsismo.
Unità Carbonatica Paleozoica	Dolomie stratificate e laminate, Calcari grigi massivi.	Permeabilità complessiva medio alta per fessurazione e carsismo nei termini carbonatici e per porosità nei termini arenacei; localmente bassa nei termini marnoso e argillosi.



6. Classificazione geotecnica dei litotipi rilevati

Allo scopo di definire le classi di instabilità potenziale del territorio del Comune di Piscinas sono stati analizzati nel dettaglio tutti gli aspetti direttamente connessi alla definizione delle caratteristiche del substrato.

Per la caratterizzazione geotecnica non è stata attuata una specifica campagna di indagini in situ e in laboratorio, si è fatto riferimento ai parametri indicati da vari Autori in letteratura per ciascun litotipo, correlando queste informazioni alle osservazioni dirette effettuate sul campo.

Il criterio di analisi ha seguito le prescrizioni fornite nelle N.T.A. del P.A.I., generando uno specifico elaborato cartografico (Carta geologico tecnica scala 1:10.000). Il contenuto di questo elaborato è stato ottenuto per riclassificazione della carta geolitologica unitamente ad una valutazione dello stato di aggregazione, del grado di alterazione e del conseguente comportamento meccanico che le singole unità assumono rispetto ai possibili interventi insediativi e infrastrutturali previsti dallo strumento urbanistico.

I litotipi presenti nel territorio sono stati accorpati sulla base delle loro caratteristiche secondo la seguente classificazione:

Litotipi coerenti

LC1. Calcarei paleozoici massivi, non stratificati e non fratturati.

LC2. Vulcaniti oligomioceniche e paleozoiche, non stratificate e fratturate.

LC3. Metamorfiti stratificate e non fratturate.

LC3. Piroclastiti stratificate e non fratturate.

LC4. Calcarei e dolomie paleozoiche stratificate e fratturate.

LC5. Metamorfiti plurilitologiche stratificate non fratturate.

LC6. Breccie e conglomerati stratificati e fratturati.

Litotipi semicoerenti

LS1. Materiale granulare cementato o molto addensato a grana prevalentemente grossolana.

LS2. Materiale granulare cementato o molto addensato a grana medio fine.

Litotipi incoerenti

LI1. Materiale eterogeneo ed eterometrico.

LI2. Materiale granulare sciolto o poco addensato a granulometria non definita.

LI3. Materiale granulare sciolto o poco addensato a prevalenza grossolana.

LI5. Materiale granulare sciolto o poco addensato a prevalenza fine.



Secondo la classificazione sopra riportata è possibile stabilire che nei settori di territorio attualmente interessati dall'edificato sono rappresentati da:

Centro Urbano di Piscinas:

LI2: materiale granulare sciolto o poco addensato a granulometria non definita nel settore centrale;

LC3: Piroclastiti stratificate e non fratturate e **LI1:** materiale eterogeneo ed eterometrico nel settore settentrionale;

LC3: metamorfiti stratificate e non fratturate nel settore meridionale.

Settore esterno a NO dell'abitato (zona del cimitero):

LS1: Materiale granulare cementato o molto addensato a grana prevalentemente grossolana.

Settore esterno a NE dell'abitato (zona stabilimento di bentonite):

LI2: Materiale sciolto o poco addensato a granulometria non definita.

Le principali opere di edificazione nel territorio del Comune di Piscinas ricadono quasi esclusivamente nella categoria dei litotipi incoerenti. In considerazione dell'estrema variabilità locale di tali sedimenti, è sempre auspicabile effettuare un'accurata caratterizzazione geotecnica dei terreni mirata all'individuazione degli opportuni parametri geotecnici necessari per le verifiche di stabilità dei pendii e di dimensionamento di eventuali opere. L'analisi geotecnica non può prescindere dallo studio delle dinamiche geologiche e morfoevolutive al fine di individuare anche eventuali elementi geomorfologici di interesse per gli aspetti edificatori.

7. Metodologia ed analisi dei fenomeni franosi e dell'instabilità potenziale dei versanti – Pericolosità da frana nel Comune di Piscinas

La metodologia adottata per le analisi finalizzate alla produzione della carta dell'instabilità potenziale sono quelle proposte nelle Linee Guida per la redazione del PAI.

E' stato possibile quindi definire le cause determinanti l'instabilità e la zonizzazione anche mediante l'utilizzo dell'*overlay mapping* o sovrapposizione cartografica.

A tal fine, elementi fondamentali, sono costituiti dalle Carte tematiche di base e di sintesi elaborate e tarate sulla base del rilevamento diretto e della fotointerpretazione (ortofoto RAS 2010), ed essenziali per un completo quadro conoscitivo delle tematiche indagate. Sono state analizzate le tendenze evolutive dei versanti potenzialmente instabili attraverso il rilievo geologico – geomorfologico di dettaglio in situ.

La sintesi delle conoscenze derivata dai suddetti studi preliminari è servita alla comprensione di tutte le tipologie di fenomeni franosi all'interno del territorio comunale, le modalità e le dinamiche evolutive degli stessi. È stata prodotta quindi dapprima la **carta dell'instabilità potenziale dei versanti**; successivamente correlando questo strato informativo con l'analisi dei fenomeni esistenti, e le evidenze rilevate in fase di osservazione diretta, è stato prodotto l'elaborato relativo alla **pericolosità da frana** del territorio studiato.

L'analisi è stata effettuata con un dettaglio tale da poter individuare anche processi gravitativi e di dissesto di minor rilevanza.

Il grado di instabilità del territorio deriva dalla presenza e dall'interazione di diverse cause e fattori predisponenti che è quindi necessario determinare con precisione.

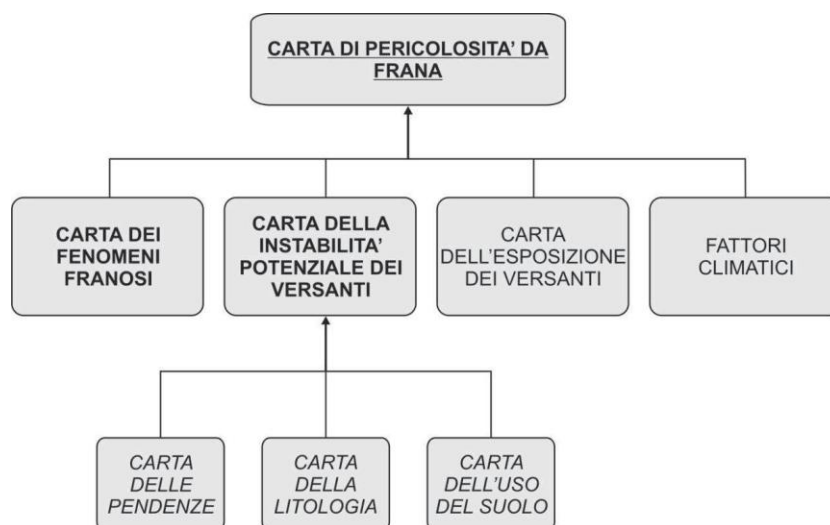


Figura 9 - Schema metodologico per la redazione della Carta di Pericolosità da Frana



Sono diversi gli aspetti da considerare che potenzialmente influenzano l'instabilità, sono indicati come **fattori predisponenti**, classificati base delle affinità genetiche: cause geologiche, cause geomorfologiche, cause idrogeologiche, cause climatiche e cause antropiche e uso del suolo e sua composizione.

Fattori predisponenti

- *Pendenza dei versanti*

La pendenza dei versanti è un fattore molto importante poiché maggiore è l'inclinazione di un pendio, maggiore è la tendenza al dissesto per effetto della gravità, dell'azione degli agenti atmosferici, senza la protezione della vegetazione che non riesce a insediarsi. Anche per ciò che concerne l'acclività, ai fini della predisposizione della carta dell'instabilità potenziale dei versanti, sono stati assegnati dei pesi, quali quelli indicati nelle linee guida del P.A.I. e riassunti nella tabella di seguito.

Tabella 3 – Pesi assegnati alle classi di pendenza.

<i>Classi di pendenza</i>	<i>Peso</i>
0 – 10 %	+2
11 – 20 %	+1
21 – 35 %	0
36 – 50 %	-1
> 50 %	- 2

- *Litologia*

In relazione alle “cause geologiche” (litologia e tettonica) sono state già indicate le caratteristiche composizionali, tessiturali, lito-stratigrafiche e strutturali che condizionano il comportamento geomeccanico e controllano le condizioni di instabilità.

Nell'area studiata si possono distinguere diverse unità geolitologiche con caratteristiche geomeccaniche omogenee.

Il comportamento geomeccanico di ogni unità geolitologica è fortemente influenzato dalla storia tettonica e strutturale che le stesse hanno subito durante il percorso evolutivo, che si



riflette in termini di “attitudine” all’erosione e alla conseguente franosità. Lo studio litologico come fattore predisponente non può quindi prescindere dall’analisi congiunta di questi due aspetti.

Nell’ambito della procedura di overlay mapping, ai fini della definizione preliminare degli scenari di instabilità, seguendo le Linee Guida PAI predisposte dalla R.A.S. per la definizione degli studi di compatibilità geologica e geotecnica, sono stati assegnati dei pesi esemplificativi alla litologia, secondo il seguente schema:

Tabella 2 – Litologie rilevate nel territorio di Piscinas e relativi pesi assegnati.

Descrizione Litotipo	Peso
Depositi antropici. <i>Discariche per rifiuti solidi urbani</i> . OLOCENE	1
Depositi antropici. <i>Discariche minerarie</i> . OLOCENE	1
Coltri eluvio-colluviali. <i>Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica</i> . OLOCENE	1
Depositi alluvionali. <i>Ghiaie da grossolane a medie</i> . OLOCENE	5
Depositi alluvionali terrazzati. <i>Ghiaie con subordinate sabbie</i> . OLOCENE	5
Litofacies nel Subsintema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). <i>Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie</i> . PLEISTOCENE SUP.	5
RIOLITI DI NURAXI (Lipariti t4 Auct.). <i>Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica a chimismo riolitico, con cristalli liberi di Pl (con orlo di Sa), Sa, scarsi Opx, Cpx, Mag, di colore variabile da grigio ceruleo a bruno violaceo, spesso reomorfici, densamente saldati, con tessitura da eutassitica a paratassica, con marcata foliazione; livello vitrofirico alla base. Spessore: mediamente 20 m fino a oltre un centinaio. Nella parte alta presenza di livelli epiclastici e paleosuoli. (15,8 Ma)</i> . LANGHIANO.	7
RIOLITI DI MONTE CROBU. <i>Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica a chimismo riolitico, con cristalli liberi di Sa, Pl, e subordinati Px, Ol e Bt, da densamente saldati con tessitura eutassitica, a non saldati (tufi, tufi a lapilli e tufi- breccia); spesso con livello vitrofirico basale, talora, a tetto, subordinati depositi piroclastici di caduta e paleosuoli. Spessore: in genere da alcuni metri fino a qualche decina di metri; eccezionalmente oltre 100 m</i> . MIOCENE MEDIO (LANGHIANO)	6
FORMAZIONE DI SERRA IS OLLASTUS. <i>Depositi conglomeratici continentali poligenici ed eterometrici, a prevalenti clasti di rocce carbonatiche mesozoiche e scarsi clasti di andesiti e di rocce paleozoiche (Santadi), in matrice argilloso-cineritica</i> . MIOCENE MEDIO (LANGHIANO).	6
DACITI DI ACQUA SA CANNA. <i>Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica a chimismo dacitico, da non saldati ad incipientemente saldati, e depositi piroclastici di caduta, di colore da grigio chiaro fino a rosato, con cristalli liberi di Pl, Bt, Cpx, Hbl, in matrice vitroclastica. Alla base ed in alternanza depositi epiclastici costituiti da arenarie vulcaniche, breccie e conglomerati a clasti di</i>	4



<i>andesiti prevalenti e di rocce paleozoiche. Spessore fino ad oltre 30 m. (16,6±0,8 Ma) BURDIGALIANO SUP.</i>	
FORMAZIONE DI CABITZA. <i>Alternanza ritmica di lamine centimetriche metasiltitiche e metargillitiche di colore rosso-violaceo e verde di origine tidale, lamine metasiltitiche gradate grigio-verdi e metarenarie quarzoso-feldspatiche grigie con laminazioni pianoparallele, incrociate e gibbose. CAMBRIANO MEDIO-ORDOVICIANO INF. (MAYAIANO-TREMADOC).</i>	4
FORMAZIONE DI CAMPO PISANO. <i>Alternanze di metacalcari, metacalcari marnosi rosati, metasiltiti grigie e metacalcari grigio-rosati a struttura nodulare, talora silicizzati, ricchi in frammenti di fossili. CAMBRIANO INF. - MEDIO (LENIANO-AMGAIANO)</i>	7
Membro del Calcare ceroide (FORMAZIONE DI GONNESA). <i>Calcari grigi massivi, talora nerastrati, spesso dolomitizzati. CAMBRIANO INF. (ATDABANIANO SUP. - LENIANO)</i>	7
Membro della Dolomia rigata (FORMAZIONE DI GONNESA). <i>Dolomie grigio chiare ben stratificate e laminate, spesso con laminazioni stromatolitiche, con noduli e livelli di selce scura alla base. CAMBRIANO INF. (ATDABANIANO SUP. - LENIANO)</i>	8
Membro di Punta Manna (FORMAZIONE DI NEBIDA). <i>Metarenarie quarzose e siltiti, con laminazioni incrociate e piano-parallele, verso l'alto alternanze di calcari, talvolta ricchi in archeociti, e dolomie con bioturbazioni, spesso silicizzate. CAMBRIANO INF. (ATDABANIANO).</i>	4
Litofacies nel Membro di Punta Manna (FORMAZIONE DI NEBIDA). <i>Alla base calcari oolitici e oncolitici con subordinate intercalazioni di metarenarie e metasiltiti. CAMBRIANO INF. (ATDABANIANO).</i>	4
Membro di Matoppa (FORMAZIONE DI NEBIDA). <i>Metarenarie e metasiltiti, con laminazioni piano-parallele, alternate a bancate decimetriche di metarenarie quarzose, con rari livelli carbonatici. CAMBRIANO INF. (ATDABANIANO).</i>	5

- Uso del Suolo

Al presente studio è stata allegata la Carta dell'Uso reale del Suolo – RAS; durante le fasi di fotointerpretazione e di rilievo diretto in situ sono stati validati e aggiornati i limiti delle classi di uso del suolo.

Particolare attenzione è stata dedicata alle aree antropizzate, per le quali si sono considerate principalmente le modificazioni operate in relazione alla copertura vegetale spontanea dei terreni, che generalmente contribuisce alla stabilizzazione degli stessi.

Considerando comunque le pesistiche assegnate alle diverse classi di uso del suolo riportate nelle linee guida del P.A.I., ai fini della realizzazione della Carta dell'instabilità potenziale dei versanti, è stata effettuata una ripartizione dei pesi secondo la tabella seguente, ricavata dalle classi di uso del suolo secondo il CORINE – Land Cover.



Tabella 3 – Pesi assegnati alle relative classi di utilizzo reale del suolo.

Sigla	Classi di uso del suolo	Peso
111, 112, 121,	<i>Tessuto Urbano continuo e discontinuo, Aree industriali e commerciali</i>	0
122	<i>Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori</i>	-1
131	<i>Aree estrattive</i>	-2
133	<i>Aree in costruzione</i>	-1
211	<i>Seminativi in aree non irrigue</i>	-2
221	<i>Vigneti</i>	-2
222	<i>Frutteti</i>	0
231	<i>Prati stabili</i>	0
242	<i>Sistemi colturali particellari complessi</i>	-1
243	<i>Aree prevalentemente occupate da colture agrarie</i>	-2
311, 312, 313	<i>Boschi in generale</i>	+2
321	<i>Aree a pascolo naturale</i>	0
322	<i>Brughiere e cespuglietti</i>	+1
324	<i>Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione</i>	+1
332	<i>Rocce nude, rupi e affioramenti</i>	-2
333	<i>Aree con vegetazione rada</i>	-1
511	<i>Corsi d'acqua e canali</i>	-2
512	<i>Bacini d'acqua</i>	-2

Attraverso la procedura di *overlay mapping* dei tematismi sopra descritti, attribuendo i pesi necessari alla litologia, alla pendenza dei versanti e all'uso del suolo, è stato possibile definire una serie di classi teoriche del territorio analizzato che passano da condizioni di instabilità massima a condizioni di stabilità.

Nello specifico, sulla base delle metodologie indicate nelle Linee Guida del P.A.I., è stata realizzata la carta dell'instabilità potenziale dei versanti, divisa in cinque classi come indicato nella seguente tabella:

Tabella 4 – Classi di Instabilità potenziale derivate dalla procedura di Overlay Mapping

Classe di instabilità	Descrizione	Pesi
1	<i>Situazione potenzialmente stabile</i>	<i>Da 10 a 12</i>
2	<i>Instabilità potenziale limitata</i>	<i>Da 7 a 9</i>
3	<i>Instabilità potenziale media</i>	<i>Da 4 a 6</i>
4	<i>Instabilità potenziale forte</i>	<i>Da 1 a 3</i>
5	<i>Instabilità potenziale massima</i>	<i>Da -3 a 0</i>



Questo metodo offre tuttavia un modello non sempre conforme alla realtà del territorio, soprattutto in riferimento alle aree pianeggianti, dove il fattore predisponente che risulta maggiormente discriminante è quello del grado di addensamento dei terreni.

Dall'osservazione del modello della carta dell'instabilità potenziale dei versanti (Figura 10) si può in prima analisi osservare che gran parte del territorio mostra caratteristiche di instabilità da media a nulla, compreso il settore meridionale caratterizzato dalla presenza dei rilievi a quote maggiori. Al contrario l'area collinare posta a settentrione del Comune di Piscinas assume invece una instabilità da media a elevata a causa della natura poco compatta dei litotipi presenti nonostante le deboli pendenze e del tipo di utilizzo del suolo.

Allo scopo di ottenere un modello di pericolosità da frana reale si è fatto riferimento ai dati rilevati in sede di osservazione diretta delle zone caratterizzate da maggiore criticità geomorfologica.

Si è quindi giunti ad una definizione della pericolosità da frana che è rispondente alle necessità della pianificazione, dove la discriminante è l'osservazione diretta e la verifica dei principali fenomeni e processi geomorfologici associati a quelli dell'instabilità potenziale derivata dalla procedura di overlay mapping.

Nel dettaglio l'analisi comparata della carta dell'instabilità potenziale e dei dati acquisiti durante i rilievi in sito ha messo in evidenza i seguenti aspetti:

- Buona parte del territorio comunale dominato da superfici a debole pendenza (fino a 5%), nella carta dell'instabilità potenziale è caratterizzato da "instabilità potenziale media" (Pesi da 4 a 6). Tale classe di instabilità non corrisponde alla reale condizione di instabilità rilevata direttamente in sito. Si tratta, infatti, di aree sub-pianeggianti in cui le classi di uso del suolo corrispondono a quelle con impedenza al dissesto idrogeologico nulla (Tab. 13 Linee Guida PAI) e quindi con peso -2. Ne consegue che dalla procedura di overlay mapping, tali aree risultino avere instabilità potenziale media pur non essendo presente alcun tipo di criticità in relazione a processi di dissesto idrogeologico.
- L'area montana e pedemontana del settore meridionale, secondo quanto osservato durante i rilievi in sito, mostra in generale una predisposizione all'instaurarsi di processi gravitativi per via di diversi fattori. Il peso attribuito alle litologie del complesso sedimentario metamorfico paleozoico in affioramento è stato uniformato, a titolo cautelativo, e posto pari a 4; mentre peso tra 7 e 8 è stato attribuito all'affioramento del complesso carbonatico Paleozoico.



L'uso del suolo mostra, in gran parte del settore, impedenza da buona a massima per la presenza preponderante di macchia mediterranea e bosco ad alto fusto. E' chiaro perciò come le pendenze a parità di peso di litologia ed uso del suolo, risultino determinanti nella attribuzione della classe di instabilità potenziale scaturita dalle operazioni di overlay mapping. Infatti, alle aree caratterizzate da maggiori pendenze è attribuibile una classe di instabilità potenziale forte, condizione corrispondente a quanto è stato osservato durante i rilievi in situ; è stata infatti riscontrata la presenza di diversi, seppur di modesta entità, processi gravitativi attivi (la tipologia dei processi e le dinamiche evolutive sono discusse nel paragrafo seguente).

- Le aree mostranti “instabilità potenziale massima” sono localizzate in corrispondenza dei piccoli rilievi vulcanici miocenici del settore nord orientale del territorio comunale. L’elevata instabilità potenziale è da mettere in relazione con il basso valore del peso attribuito alla litologia (termini litologici poco competenti) ed al reale utilizzo del suolo (Seminativi in aree non irrigue e macchia mediterranea). Tale valore non corrisponde alla reale condizione di instabilità potenziale rilevata durante i rilievi geologici – geomorfologici. Si tratta di aree con pendenze comprese tra il 10% e il 20% sulle quali non sono stati riscontrati fenomeni gravitativi o di dissesto idrogeologico in atto o potenziali.

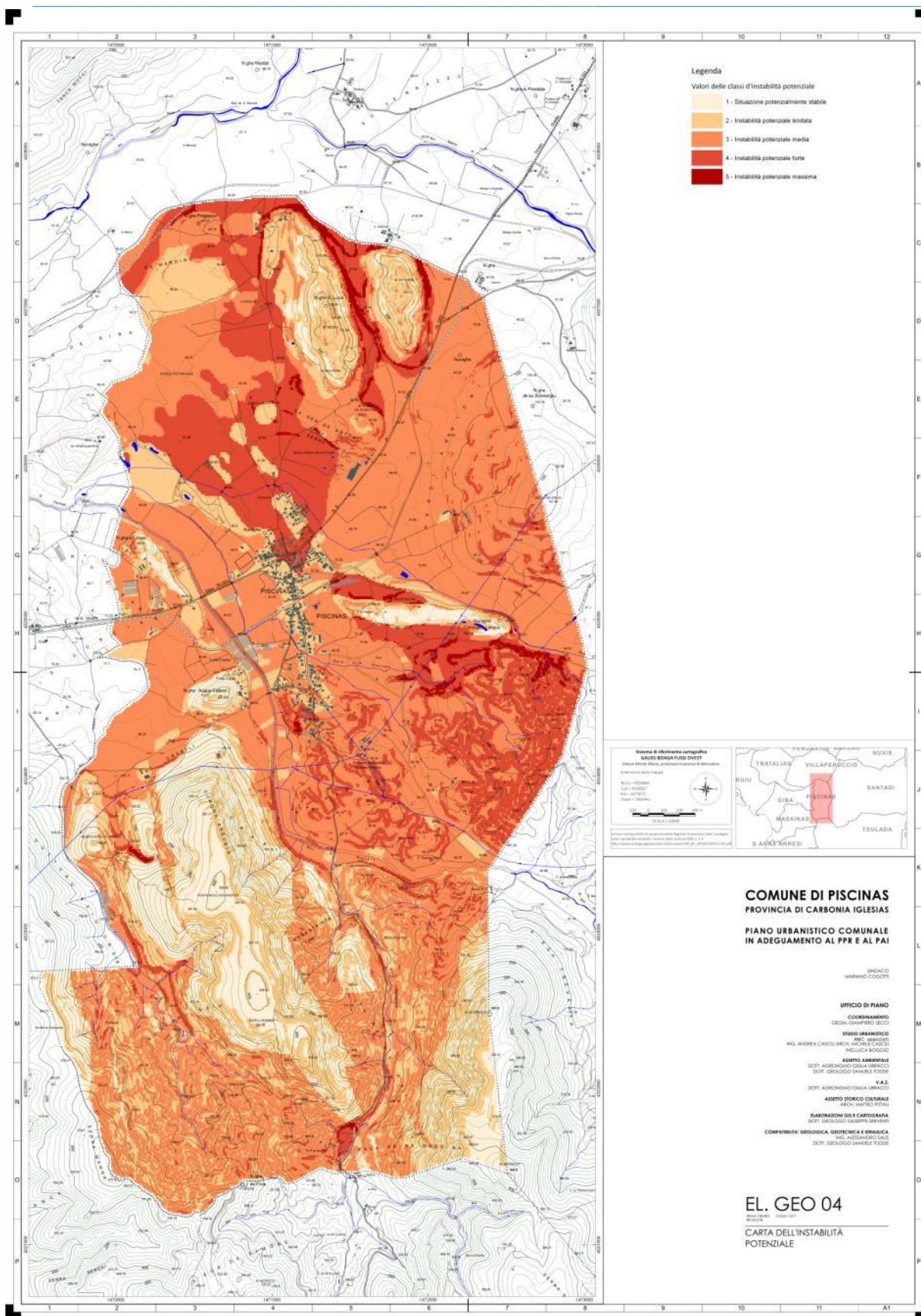


Figura 10 – Carta dell’Instabilità Potenziale del Comune di Piscinas.



8. Carta geomorfologica e dei processi gravitativi

Sulla base dei dati acquisiti durante i rilievi geologici e geomorfologici è stata restituita una “Carta geomorfologica e dei processi gravitativi” in scala 1:10000.

Per quanto riguarda la carta dei fenomeni di instabilità dei versanti, si è proceduto a:

- raccogliere tutti gli elementi necessari per la caratterizzazione geologica e geomorfologica di tutta l'area studiata;
- rilevare, alla scala 1:1000 e restituire, nella versione definitiva in scala 1:10000, i dissesti e i fenomeni morfologici esistenti distinti e descritti in base alla genesi e allo stato di attività (così come previsto dall'art. 8 comma 5 delle Norme di Attuazione PAI);
- valutare l'evoluzione temporale dei fenomeni censiti e rilevati mediante analisi fontointerpretativa.

In essa, oltre alle forme strutturali, all'idrografia superficiale, all'azione delle acque correnti superficiali (fluviali e di versante) e all'azione antropica, sono state rappresentate le forme legate all'azione della gravità.

Come legenda di riferimento è stata utilizzata quella proposta dal Servizio Geologico Nazionale. I risultati di questa fase hanno condotto alla realizzazione di una Carta Inventario dei fenomeni Franosì, strumento di base per la definizione delle zone a differente pericolosità e, quindi, alla perimetrazione delle aree a pericolosità da frana.



9. Pericolosità da frana nel territorio comunale di Piscinas

Attraverso l'analisi comparata della Carta dell'instabilità potenziale e della Carta Geomorfologica, unitamente a tutti i dati acquisiti durante i rilievi geologici – geomorfologici in sito, è stata elaborata la Carta della Pericolosità da Frana. In questa fase si è anche tenuto conto della pericolosità così come definita nelle Linee Guida PAI secondo la seguente legenda:

Tabella 5 – Classi di pericolosità.

Pericolosità			Descrizione
Classe	Intensità	Peso	
Hg1	Moderata	0,25	I processi gravitativi presenti o potenziali sono marginali.
Hg2	Media	0,50	Zone in cui sono presenti solo frane stabilizzate non più riattivabili nelle condizioni climatiche attuali a meno di interventi antropici (assetti di equilibrio raggiunti naturalmente o mediante interventi di consolidamento) zone in cui esistono condizioni geologiche e morfologiche sfavorevoli alla stabilità dei versanti ma prive al momento di indicazioni morfologiche di movimenti gravitativi.
Hg3	Elevata	0,75	Zone in cui sono presenti frane quiescenti per la cui riattivazione ci si aspettano presumibilmente tempi pluriennali o pluridecennali; zone di possibile espansione areale delle frane attualmente quiescenti; zone in cui sono presenti indizi geomorfologici di instabilità dei versanti e in cui si possono verificare frane di neoformazione presumibilmente in un intervallo di tempo pluriennale o pluridecennale.
Hg4	Molto elevata	1,00	Zone in cui sono presenti frane attive, continue o stagionali; zone in cui è prevista l'espansione areale di una frana attiva; zone in cui sono presenti evidenze geomorfologiche di movimenti incipienti.
Hg0 ⁽¹⁾	Nulla	0,00	Aree rilevate e analizzate, non interessate da processi di dissesto idrogeologico e dalla presenza di frane.

⁽¹⁾ Parametro utilizzato nel presente studio per discriminare le aree analizzate e rilevate ma non interessate da processi di dissesto idrogeologico e dalla presenza di frane, dalle aree ricadenti in classe Hg1, dove i processi gravitativi presenti o potenziali sono marginali.



Nello specifico, ai fini della definizione della Carta della pericolosità per frana si è tenuto conto anche della seguente ripartizione dell'accorpamento secondo le Linee Guida del P.A.I., più adattata alle osservazioni dirette sul territorio.

Hg0 - Aree rilevate e analizzate, non interessate da processi di dissesto idrogeologico e dalla presenza di frane

In riferimento al territorio Comunale di Piscinas, le aree ricadenti nella classe Hg0, sono rappresentate principalmente nell'Unità Fisiografica "B" (Figura 6).

Hg1 - Aree a pericolosità moderata

Le aree che ricadono in questa classe sono caratterizzate da condizioni generali di stabilità dei versanti, ovvero presentano i seguenti caratteri:

- classi di instabilità potenziale limitata o assente (classe 2 e classe 1);
- presenza di copertura boschiva;
- esposizione prevalente dei versanti: Nord;
- pendenze > 10 %
- litologia prevalente: depositi alluvionali sabbiosi, etc.

In riferimento al territorio comunale di Piscinas le aree ricadenti nella classe Hg1 si rilevano nel settore occidentale del rilievo "Cuccu Mannu" nel quale i fenomeni gravitativi, seppur presenti, risultano molto marginali.

È stata inclusa in questa classe di pericolosità la porzione sud occidentale dell'affioramento riolitico di "Nuraghe Corongius Longus" in funzione della classe di instabilità potenziale risultante.

Il settore orientale del rilievo di "Nuraghe Acqua Callenti" presenta valori di pendenza prossimi al 10% e un substrato che presenta una coltre di alterazione in prevalenza sabbiosa.

L'ultima area inclusa nella classe di pericolosità Hg1 si colloca nel settore più meridionale del territorio del Comune di Piscinas, è caratterizzata da pendenze superiori al 10% e dal litotipo appartenente alle coltri eluvio colluviali.

In generale queste aree si collocano nella zona di raccordo tra aree a pericolosità Media o Elevata (Hg2 e Hg3) e aree a pericolosità Nulla (Hg0)



Hg2 - Aree a pericolosità media

Le aree che ricadono in questa classe sono caratterizzate da prevalenti condizioni di media pericolosità, in particolare da:

- classe di instabilità potenziale media (classe 3)
- fenomeni di soliflusso
- fenomeni di dilavamento diffuso
- frane di crollo non attive/stabilizzate
- frane di scorrimento attive/stabilizzate
- aree di conoidi non attivatisi recentemente o completamente protette da opere di difesa
- superfici degradate per pascolamento
- presenza di copertura boschiva
- esposizione prevalente dei versanti: Nord
- litologia prevalente: depositi alluvionali depositi sabbiosi, calcari massivi, dolomie.

Le aree ricadenti nella classe Hg2 nel Comune di Piscinas sono state individuate prevalentemente nella porzione meridionale del territorio. In questo settore le principali tipologie morfodinamiche sono da associare a fenomeni di dilavamento diffuso associato alla litologia del substrato carbonatico e metamorfico che evolve per fratturazione e conseguente ribaltamento e crollo di blocchi di diverse dimensioni.

Nel settore centro settentrionale del territorio del Comune di Piscinas le zone incluse nella classe di pericolosità Hg2 sono relative ai pendii dei piccoli rilievi vulcanici terziari nei quali i blocchi provenienti dalle zone di cornice transitano prima di fermarsi nelle zone di deposito per fenomeni di soliflusso.

Hg3 - Aree a pericolosità elevata

Le aree che ricadono in questa classe sono prevalentemente caratterizzate da fenomeni quiescenti e potenziali tali da condizionare l'uso del territorio, in particolare da:

- classe di instabilità potenziale forte (classe 4)
- presenza di lineamenti tettonici
- pareti in roccia
- orlo di scarpata o di terrazzo



- falde e coni di detrito colonizzati
- fenomeni di erosione delle incisioni vallive
- frane di crollo quiescenti
- frane di scorrimento quiescenti
- deformazioni gravitative profonde di versante non attive
- aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi parzialmente protette da opere di difesa e di sistemazione a monte
- fenomeni di fluidificazione dei suoli
- fenomeni di soliflusso
- fenomeni di dilavamento diffuso e concentrato
- litologia prevalente: depositi detritici; depositi alluvionali antichi, recenti, attuali; depositi argillosi; calcescisti, micascisti, argilloscisti; litologie carbonatiche massive alterate con copertura sabbioso - argillosa.

Nel territorio comunale di Piscinas le aree ricadenti nella classe di pericolosità Hg3 si collocano principalmente in corrispondenza dell'Unità Fisiografica "A", nel settore meridionale del territorio. Si tratta di zone in cui sono stati rilevati fenomeni gravitativi quiescenti impostati su litologie carbonatiche e metamorfiche caratterizzate dalla presenza di lineamenti tettonici.

Nel settore settentrionale le zone incluse nella classe di pericolo Hg3 sono state rilevate in corrispondenza dei rilievi vulcanici terziari dominati da fenomeni gravitativi quiescenti relativi alle falde di detrito e alla parte medio – distale delle frane di crollo.

Hg4 - Aree a pericolosità molto elevata

Le aree che ricadono in questa classe sono, in prevalenza, caratterizzate da una concentrazione di fenomeni in atto tali da condizionare fortemente l'uso del territorio, in particolare da:

- classe di instabilità potenziale massima (classe 5)
- falde e coni di detrito attivi, in particolare posizionati in quota e su versanti esposti a sud
aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi non protette da opere di difesa e di sistemazione a monte
- canaloni in roccia (e non) con scarico di detrito
- frane di crollo attive frane di scorrimento attive



- scivolamenti rapidi in roccia, detrito, fluidificazione di terreni sciolti superficiali
- piccole frane
- deformazioni gravitative profonde di versante attive
- crolli e fenomeni di instabilità lungo l'intaglio stradale
- litologia prevalente: detrito di falda, coni detritici e conoidi di deiezione, alluvioni ghiaiose, antiche e terrazzate, sabbie eoliche, sabbie, anche grossolane con livelli ghiaiosi ed intercalazioni di arenarie, calcari massivi e dolomie alterati, metamorfiti alterate.

Le principali zone del territorio studiato caratterizzate da aree a pericolosità Hg4 sono relative ai processi gravitativi attivi rilevati nelle Unità Fisiografiche "A" e "C" (rilievi sulle metamorfiti, vulcaniti terziarie e carbonatici).

È stata individuata inoltre un'area nel limite occidentale del territorio comunale di Piscinas in cui, sulla base di indicazioni fornite dall'Ufficio Tecnico e dai successivi rilievi di campo, si sono rilevati indizi di possibili fenomeni di **Sinkholes**.

La **Carta della pericolosità da frana** è stata restituita alla scala 1.10.000 ma deriva da analisi specifiche di campo in scala 1:1.000 estese a tutto il territorio comunale di Piscinas. Si evidenzia che la perimetrazione della pericolosità da frana deriva dalla verifica diretta di tutte le aree a pericolosità segnalate nelle cartografie derivate.

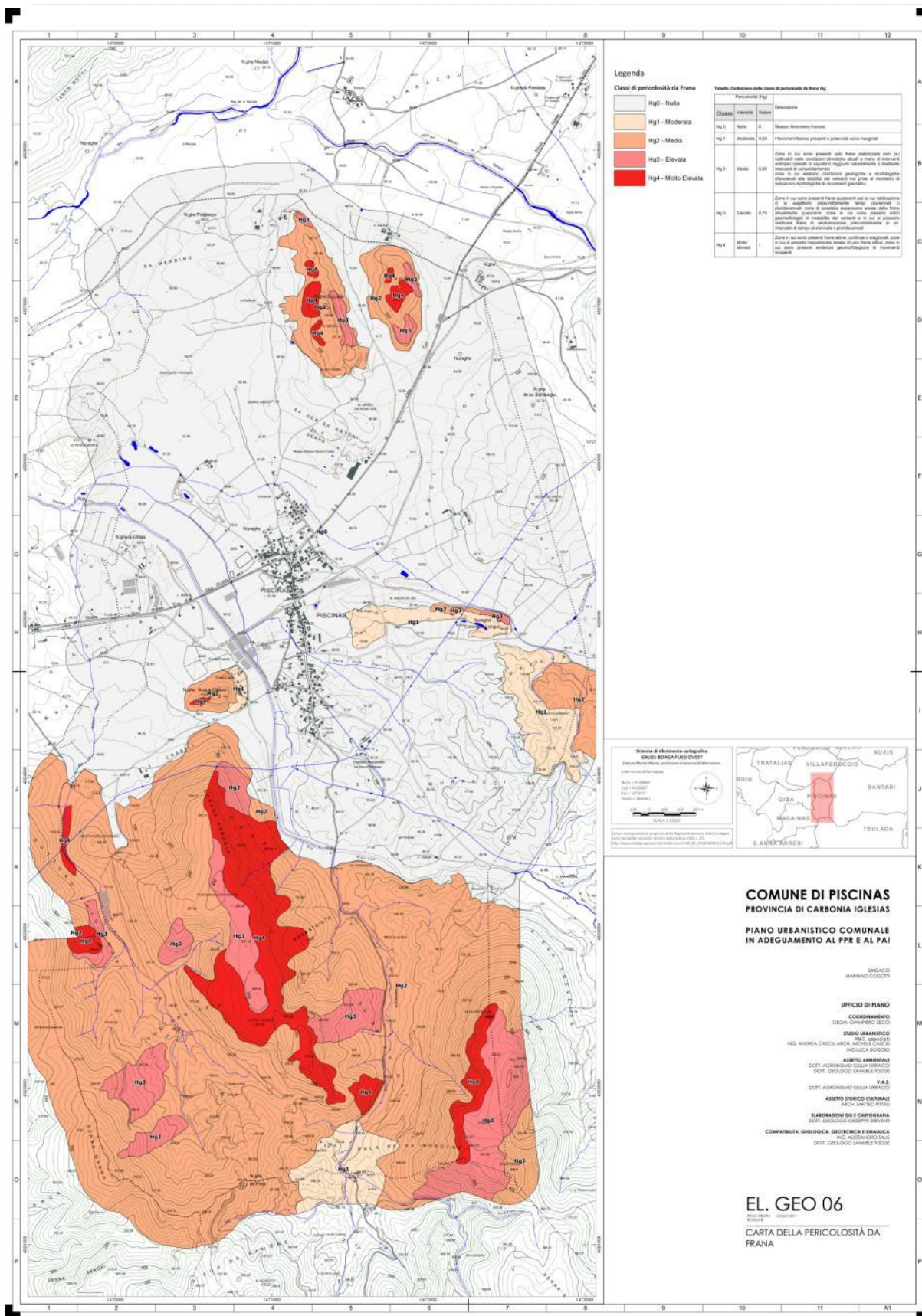


Figura 11 – Carta della pericolosità da frana.



Processi gravitativi del Territorio del Comune di Piscinas

Il settore meridionale del territorio comunale di Piscinas è quello che presenta una maggior articolazione della geomorfologia. Si tratta di un'area dominata da un'alternanza di rilievi su litologie paleozoiche e valli, sia a sezione ad “U” che a “V”, incise generalmente sui principali lineamenti tettonici.

In questo settore è stato rilevato il maggior numero di processi gravitativi dell'area studiata. Il basamento è costituito da rilievi su litologie paleozoiche metamorfiche e carbonatiche che si elevano sino alla quota massima di 442 metri s.l.m. (M.te Moddizzi) nell'estremo sud orientale del limite comunale e che rappresenta l'unità morfologica più alta dell'area studiata. L'elevata pendenza del rilievo, quasi sempre maggiore del 50%, la modesta copertura boschiva e la diffusa presenza di discontinuità nell'ammasso roccioso rappresentano le principali cause predisponenti dei processi gravitativi.

In particolare sono stati rilevati:

- Falde e coni di detrito:

L'accumulo dei frammenti rocciosi angolari di grandezza variabile (compresa tra le ghiaie e blocchi) derivato dalla disgregazione fisica delle superfici rocciose dà luogo alla formazione di falde e coni di detrito. Tali depositi sono localizzati in aree a pendenza superiore a $30\div35^\circ$, prive di vegetazione e con esposizione prevalente ad ovest; lo spessore del materiale accumulato raggiunge valori massimi di qualche metro. L'angolo massimo di natural declivio è di solito compreso tra $25\div35^\circ$. Gli accumuli di detriti di falda sono soggetti ad un graduale scorrimento a valle causato da diversi processi tra cui il movimento dei detriti rocciosi dovuto alle variazioni giornaliere di temperatura, l'azione del gelo-disgelo e l'impatto della caduta dei frammenti rocciosi.

Questi processi gravitativi interessano prevalentemente le litologie carbonatiche tuttavia sono stati individuati anche sulle litologie metamorfiche. Le falde e i coni di detrito rilevati nell'area studiata sono per lo più di recente formazione (olocene) e altamente instabili: anche un crollo di roccia di minima entità può innescare una improvvisa scarica di detrito in grado di interessare importanti volumi di deposito superficiale determinando un elevato grado di pericolosità geologica (Hg4).

I processi gravitativi sopra descritti sono attualmente attivi. Allo stato attuale delle conoscenze, non essendo state effettuate indagini specifiche, non è possibile stimare i tempi di ritorno dei processi gravitativi.



Figura 12 – Falde di detrito rilevate sulle litologie carbonatiche del rilievo S'Arcu Mannu, Località S'Ega Strinta.

- Crolli e ribaltamenti

Si rilevano diffusamente in corrispondenza della parte sommitale dei rilievi carbonatici e metamorfici nel settore meridionale, e marginalmente nel settore settentrionale associati alle litologie vulcaniche terziarie, nei tratti in cui la pendenza del rilievo raggiunge valori massimi e in corrispondenza degli affioramenti rocciosi.

I processi gravitativi di crollo e di ribaltamento interessano l'ammasso roccioso caratterizzato da elevato grado di fratturazione e alterazione superficiale. Le famiglie di giunti principali isolano blocchi di dimensioni da decimetriche a metriche e che danno luogo a processi gravitativi talvolta di importante intensità.

Anche in questi settori, nonostante si tratti di fenomeni attualmente in atto, non è possibile definire i tempi di ritorno degli eventi senza effettuare indagini specifiche.

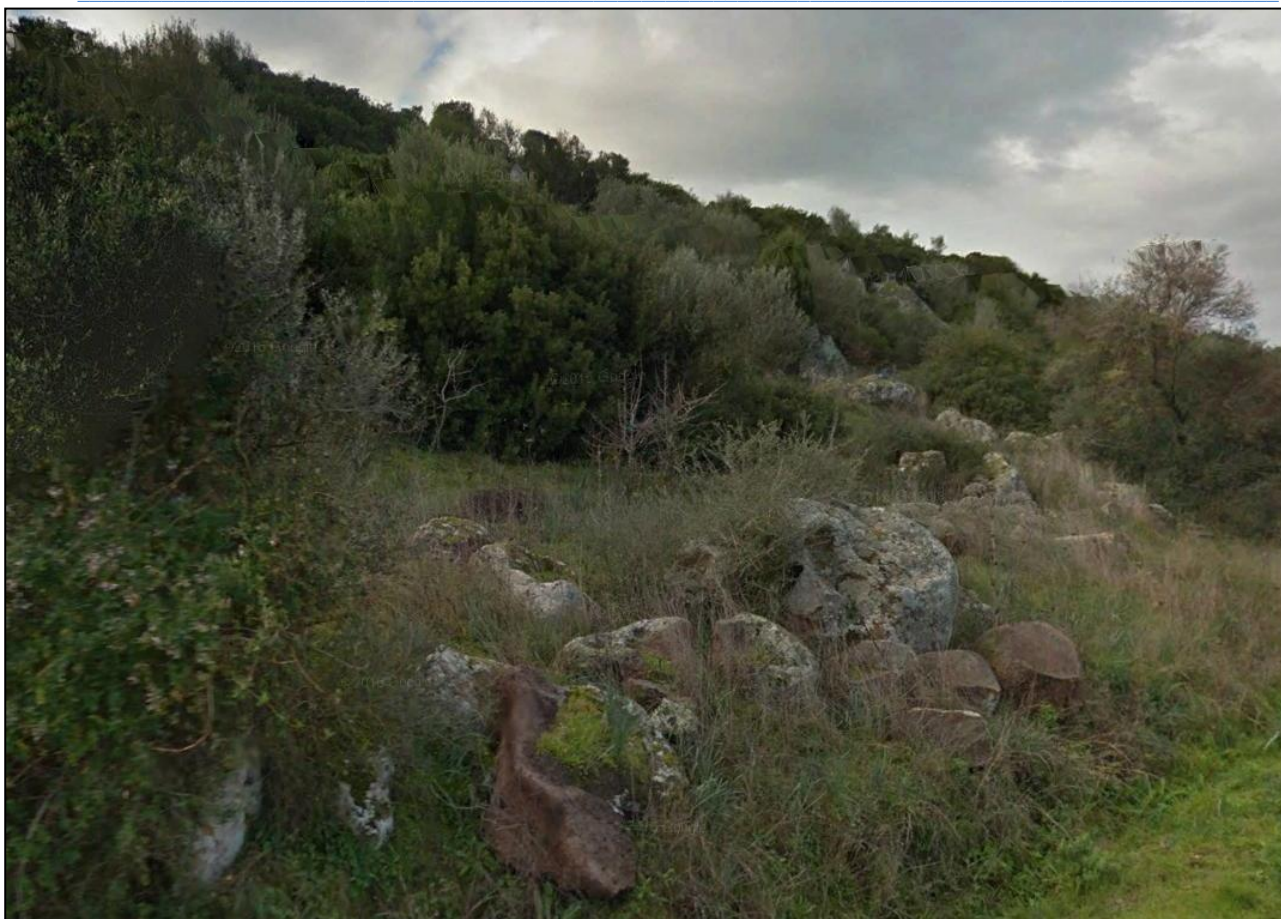


Figura 13 – Fenomeni gravitativi per crollo e ribaltamento con in evidenza blocchi metrici rilevati in corrispondenza del rilievo riolitico di Nuraghe Corongius Longus (settore centro orientale del territorio).

- Aree a franosità diffusa.

Si tratta di aree caratterizzate da diffusa franosità con numerosi processi gravitativi ma di dimensioni modeste se considerati singolarmente; tuttavia, interessando estese aree di versante assumono importanza rilevante. Le tipologie di frana che si possono rilevare nelle aree a franosità diffusa includono sia le frane di crollo e ribaltamento, sia le falde e i coni di detrito.

- Aree caratterizzate da fenomeni di SINKHOLES.

Su indicazione dell'Ufficio Tecnico del Comune di Piscinas è stata studiata con particolare dettaglio l'area valliva e del versante occidentale del rilievo calcareo di Monisceddu di Crabili, in località Gutturu Axiu Crabi, in cui sono stati segnalati alcuni sprofondamenti del terreno di modesta entità avvenuti tra l'anno 2012 e il 2013.

Si tratta di fenomeni gravitativi di crollo e/o subsidenza indotti da cavità sotterranee naturali, carsiche o di dissoluzione. Tali fenomeni sono localizzati in genere su allineamenti tettonici

lungo i quali spesso si evidenziano anomalie di fluidi; la continua erosione delle pareti del camino provoca il progressivo colmamento della voragine. La formazione di questi fenomeni è improvvisa, può essere realizzata in un evento unico o in più eventi con progressivo cedimento delle pareti della cavità sotterranea.



Figura 14 – Panoramica del settore interessato da indizi di fenomeni di Sinkholes (Località Gutturu Axiu Crabi).

Lo studio di dettaglio non ha evidenziato ulteriori indizi relativi al processo di formazione di questi fenomeni gravitativi. Tuttavia, trattandosi di manifestazioni generalmente improvvise e con tempi di ritorno non quantificabili, è stato scelto di includere l'area oggetto di studio all'interno della classe di pericolosità Hg4.

Questo vincolo specifico è superabile, in base alle prescrizioni del *Protocollo tecnico "Tipo" di cui all'Art. 31 c. 8 delle N.T.A. del P.A.I.*, qualora venga dimostrata, con ragionevole certezza, l'assenza del rischio di tali fenomeni gravitativi.

In base all'Art. 31 comma 8 delle N.T.A. del P.A.I.:

"... In ogni caso l'area rimarrà sottoposta al vincolo di pericolosità che potrà essere declassato successivamente, con opportuna variante PAI, solo a seguito di studi ed eventuali lavori di salvaguardia già effettuati su congrue estensioni contigue di territorio".



10. Definizione della perimetrazione del rischio frana a seguito dello studio di compatibilità

Sulla base dei risultati della Carta della pericolosità delle singole aree nel territorio indagato, si dovrà procedere alla valutazione dei livelli di rischio in relazione alla presenza di persone e di beni ed alla loro perimetrazione.

In conseguenza di ciò si dovranno quindi definire gli interventi per la mitigazione del rischio adeguati al livello precedentemente attribuito. L'intersezione tra la pericolosità (Hg) con le classi di elementi a rischio (E) definisce l'attribuzione della classe di rischio (Rg). Per la definizione degli elementi a rischio si farà riferimento alle linee guida del P.A.I. secondo quanto riportato nella tabella seguente.

Tabella 6 - Linee Guida PAI. Classificazione degli elementi a rischio e attribuzione del relativo peso.

Classe	Valore	Descrizione
E4	1,00	Centri urbani ed aree urbanizzate con continuità; 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 rifiuti speciali o tossici nocivi; zona alberghiera, zona campeggi e villaggi turistici; beni architettonici, storici, artistici
E3	0,75	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 di cava.
E2	0,50	Aree con limitata presenza di persone; aree extraurbane poco abitate, edifici sparsi. Zona agricola generica (con possibilità di edificazione), zone di protezione ambientale rispetto, verde privato; Parchi, verde pubblico non edificato; infrastrutture secondarie.
E1	0,25	Aree libere da insediamenti e aree improduttive; zona boschiva; zona agricola non edificabile; demanio pubblico non edificabile e/o edificabile.

Il rischio associato verrà determinato sulla base della seguente tabella utilizzando la seguente formula:

$$Rg = Hg \cdot E \cdot V$$

Dove:

- Hg = La pericolosità geologica, al contrario della definizione di pericolosità idraulica, è di non agevole definizione in quanto risulta spesso non quantificabile la frequenza di accadimento di un evento franoso. Per tale motivo si assume una suddivisione della pericolosità in quattro classi già definite nel paragrafo precedente;
- E = elementi a rischio, ai sensi del citato DPCM 29/09/98 sono costituiti da persone e cose suscettibili di essere colpiti da eventi calamitosi. Ai fini del presente lavoro si classificano secondo la Tabella 6, nella quale ad ogni classe è stato attribuito un peso determinato;
- V = vulnerabilità intesa come capacità a resistere alla sollecitazione indotte dall'evento e quindi dal grado di perdita degli elementi a rischio "E" in caso del manifestarsi del fenomeno. Ogni qualvolta si ritenga a rischio la vita umana, ovvero per gli elementi di tipo E4, E3 e parte di E2, la vulnerabilità, secondo quanto si evince dal DPCM 29/09/98, sarà assunta pari all'unità; per quanto concerne gli elementi di altro tipo occorrerebbe provvedere ad effettuare analisi di dettaglio sui singoli cespiti ma esse esulano dai limiti delle attività previste dal dispositivo di legge e, pertanto, anche a tali elementi si attribuirà un valore di vulnerabilità ancora unitario.

Tabella 7 - Linee Guida PAI Sardegna – Matrice di valutazione del rischio di frana

	<i>Hg4</i>	<i>Hg3</i>	<i>Hg2</i>	<i>Hg1</i>
<i>E1</i>	<i>Rg1</i>	<i>Rg1</i>	<i>Rg1</i>	<i>Rg1</i>
<i>E2</i>	<i>Rg2</i>	<i>Rg2</i>	<i>Rg1</i>	<i>Rg1</i>
<i>E3</i>	<i>Rg3</i>	<i>Rg3</i>	<i>Rg2</i>	<i>Rg1</i>
<i>E4</i>	<i>Rg4</i>	<i>Rg3</i>	<i>Rg2</i>	<i>Rg1</i>



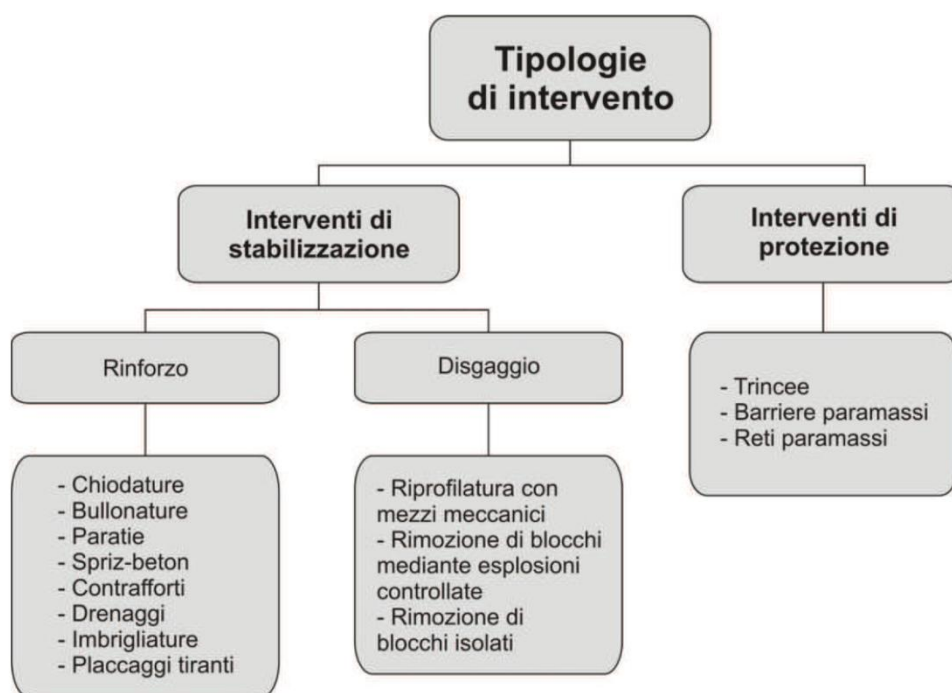
Sulla base delle relazioni suindicate, verrà redatta la Carta del Rischio frana. L'accorpamento sarà eseguito secondo la seguente tabella:

Tabella 8 - Linee Guida PAI Descrizione delle classi di rischio di frana e loro quantificazioni.

Rischio Geologico Totale			Descrizione degli effetti
<i>Classe</i>	<i>Intensità</i>	<i>Valore</i>	
Rg1	Moderato	$\leq 0,25$	Danni sociali ed economici e al patrimonio ambientale marginali.
Rg2	Medio	$\leq 0,50$	Sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.
Rg3	Elevato	$\leq 0,75$	Sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.
Rg4	Molto elevato	$\leq 1,00$	Sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione delle attività socio economiche.

11. Proposte di intervento e di mitigazione

In relazione alle situazioni e al livello di rischio riscontrate nel corso delle attività svolte sarà necessario definire eventuali programmi di interventi urgenti per la riduzione del rischio e predisporre un programma di interventi atti a mitigare il livello di rischio rilevato.



Per ciò che concerne il **disgaggio**, si evidenzia che con tale termine si intendono una serie di operazioni non limitate esclusivamente alla rimozione di blocchi rocciosi ma anche alla riprofilatura di materiale alterato instabile, all'abbattimento di alberi le cui radici sono sistemate in corrispondenza delle fratture, alla rimozione di blocchi instabili isolati dai giunti di stratificazione e scistosità e inoltre la ripulitura delle trincee di accumulo alla base. Gli interventi dovrebbero essere eseguiti solamente quando la rimozione è tale da lasciare in condizioni di stabilità il fronte del pendio. L'esecuzione deve essere preceduta da attente valutazioni di tipo geognostico e geomorfologico; tra le diverse tipologie di intervento sono preferibili le tecniche di abbattimento controllato.

Gli interventi di **rinforzo** devono invece tendere a minimizzare il rilascio tensionale dell'ammasso roccioso. In funzione della perdita del grado di mutuo incastro fra i blocchi, si avrà una conseguente diminuzione della resistenza al taglio. Potranno ad esempio essere utilizzati sia ancoraggi attivi (pretesi) che passivi (non pretesi); nel caso si debbano stabilizzare



blocchi rocciosi già mossi, sarebbe necessario installare direttamente ancoraggi attivi allo scopo di evitare ulteriori spostamenti. In certi casi può essere sufficiente l'uso di bulloni intendendo per tale tipo di sistema di stabilizzazione quello proposto nelle raccomandazioni A.I.C.A.P. ossia un tipo particolare di ancoraggio costituito da una certa lunghezza, presenza della testa di ancoraggio, possibilità di messa in tensione generalmente senza controllo degli allungamenti e armatura costituita esclusivamente da barre di acciaio. Anche la tiratura deve essere tale da aumentare l'effetto delle forze stabilizzanti; si evidenzia però che nel loro dimensionamento il bulbo di ancoraggio deve trovarsi sempre ad una profondità superiore a quella della superficie potenziale di scivolamento per poter esercitare la sua forza stabilizzante. L'inclinazione ottimale deve essere determinata eseguendo il rapporto tra la tangente dell'angolo di resistenza al taglio e il coefficiente di sicurezza da raggiungere con l'intervento.

Per ciò che concerne la **protezione** si evidenzia la possibilità di impiego di reti metalliche, barriere paramassi, trincee di raccolta al piede.



12. Considerazioni conclusive

Lo studio ha permesso di aggiornare nel dettaglio le conoscenze litostratigrafiche e geomorfologiche su tutto il territorio comunale di Piscinas, in un'area di 16,9 Km², nonché di effettuare la localizzazione, mappatura e descrizione dei più importanti settori interessati da processi gravitativi.

I rilievi geologici e geomorfologici hanno evidenziato in particolare l'elevata variabilità morfologica strettamente condizionata dalla eterogeneità dei litotipi interessati e dalle loro condizioni strutturali.

Nell'area studiata, sono stati rilevati alcuni settori in cui possono individuarsi elementi di pericolosità indotti da processi gravitativi di rilevanti dimensioni, oltre che versanti ove sono in atto, o più frequentemente quiescenti, processi gravitativi di piccola entità.

I caratteri predominanti nell'evoluzione delle manifestazioni franose osservate sono da ascrivere in prevalenza alla fratturazione dell'ammasso roccioso, che innesca la progressiva instabilità, il distacco tensionale, il ribaltamento e conseguente franamento dei blocchi rocciosi, secondo cinematiche riconducibili a frane di crollo. Questi casi sono sempre rilevabili in corrispondenza del substrato roccioso affiorante carbonatico e metamorfico (Unità Fisiografica A), ed in subordine nei litotipi vulcanici terziari (Unità Fisiografica B), nel resto del territorio comunale non è stata rilevata la presenza di alcun processo gravitativo o di dissesto idrogeologico.

Tutta l'area studiata è stata mappata secondo i diversi criteri di pericolosità individuati nelle linee guida del P.A.I.

Per le limitazioni d'uso della nuova perimetrazione delle aree a pericolosità da frana, a seguito del presente studio di compatibilità geologica e geotecnica, si rimanda alle norme di attuazione del P.A.I.

I Professionisti
Ing. Alessandro Salis
Geol. Samuele Todde

Siliqua, 13 Luglio 2017



13. Elenco allegati

- Geo_00 – Relazione tecnico – illustrativa
- Agr_01 – Carta dell'Uso Del Suolo (scala 1:10.000);
- Geo_01 – Carta Geolitologica (scala 1:10.000);
- Geo_02 – Carta Geologico – tecnica (scala 1:10.000);
- Geo_03 – Carta delle Pendenze (scala 1:10.000);
- Geo_04 – Carta dell'instabilità Potenziale (scala 1:10.000);
- Geo_05 – Carta geomorfologica e dei processi gravitativi (scala 1:10.000);
- Geo_06 – Carta della Pericolosità da Frana (scala 1:10.000);