

25. Analisi del dissesto da frana in Sardegna

S. Cinus, S. Demuru, M. Deriu, M. Farris, G. Patteri, G. Tilocca, R. Martelli

25.1 Premessa

Con le Deliberazioni della Giunta Regionale n° 46/27 del 13/11/2000 e n° 27/68 del 07/08/2001, la Regione Sardegna ha aderito alla realizzazione dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (Progetto IFFI) finanziata nel gennaio 1997 dal Comitato dei Ministri per la difesa del suolo, *ex lege* 183/89.

Il Progetto, coordinato dal Servizio Geologico Nazionale (ora Dipartimento Difesa del Suolo dell'APAT), che ha definito le metodologie per l'attuazione dell'inventario, ha coinvolto le Regioni e Province Autonome quali soggetti realizzatori e, pertanto, beneficiari di apposito finanziamento che per la Regione Sardegna è pari a € 214.256,53.

Ai fini dell'attuazione del Progetto, l'Assessorato regionale della Difesa dell'Ambiente, in data 17/07/2001, ha stipulato un'apposita Convenzione con il Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali – Servizio Geologico, la quale definisce, modalità e tempi per la realizzazione del progetto e l'informatizzazione dell'inventario dei fenomeni franosi, che la Regione si è impegnata a realizzare sul proprio territorio nell'ambito del Progetto nazionale IFFI, attenendosi nell'approccio metodologico alle modalità operative standardizzate contenute in apposito documento tecnico del SGN allegato alla convenzione medesima; conformemente a quest'ultima, il Servizio Tutela del Suolo e Politica Forestale dell'Assessorato della Difesa dell'Ambiente (ora Servizio Protezione civile, Tutela del suolo e Politiche forestali), ha predisposto un Programma Operativo di Lavoro (P.O.L.), approvato dall'APAT - Dipartimento Difesa del Suolo con nota n. 24072 del 19/09/2003 ed oggetto di successiva proroga sui tempi di realizzazione accordata al 30 Settembre 2005.

Nonostante lo slittamento nell'attuazione operativa, le attività di censimento si ritrovano oggi a condurre un percorso circa parallelo alle attività e fasi di attuazione del progetto nazionale complessivo, che alcune Regioni stanno portando avanti con una seconda Convenzione IFFI; infatti la Regione Sardegna già in questa fase di prima convenzione si è adeguata agli standard di censimento definiti con la versione 4.0 dell' Allegato Tecnico APAT datato 19/10/2004.

Il presente lavoro contiene i risultati derivanti dalle attività, condotte fra i mesi di febbraio e settembre 2005, di acquisizione ed informatizzazione delle informazioni prodotte dal censimento di 1.523 fenomeni franosi individuati sull'intero territorio regionale e costituisce oltre che uno strumento conoscitivo dello stato del dissesto da frana, uno strumento di sostegno alle azioni di governo del territorio isolano.

Il S.I.T. è composto da una banca dati alfanumerica e cartografica. La banca dati alfanumerica (DB-Frane 2000, Access) si basa sulla Scheda frane IFFI distinta in tre livelli di approfondimento crescenti e contenente, per ogni evento franoso censito, le seguenti informazioni:

- Morfometria e posizione sul versante della frana;
- Geologia, uso del suolo, esposizione, idrogeologia;
- Classificazione dell'evento franoso;
- Stato dell'attività;
- Cause e segni precursori;
- Danni;
- Interventi esistenti;

La rappresentazione cartografica informatizzata delle frane (Sistema di Riferimento: UTM ED50 fuso 32) è collegata al database relazionale mediante un codice identificativo univoco (ID-Frana).

Fase B) Individuazione cartografica dei fenomeni e compilazione schede livello I° e II°

Sulla base delle informazioni reperite nelle fasi preliminari sopra citate, sono state effettuate le attività di verifica, individuazione ed accertamento dello stato dei fenomeni franosi direttamente sui luoghi e presso le pubbliche amministrazioni di pertinenza locale, effettuando i rilievi di campagna e documentali necessari per la compilazione della scheda di censimento dei fenomeni franosi (vers. 2.34) e per la rappresentazione cartografica, attività svolte ricorrendo all'ausilio della fotointerpretazione.

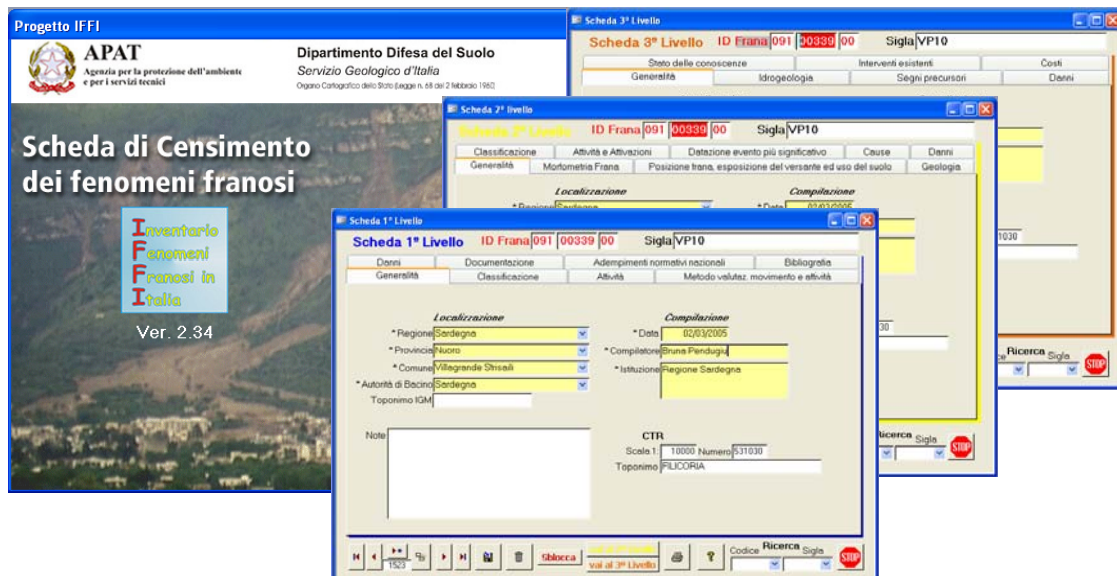


Figura 25.2 Database dei fenomeni franosi.

Fase C) Informatizzazione ed Editing

Questa fase ha riguardato le attività di informatizzazione dei dati cartografici, alfanumerici e l'editing con la conseguente produzione degli elaborati finali da consegnare all'APAT-Dipartimento Difesa del Suolo, previa le operazioni di collegamento fra le informazioni sui fenomeni franosi censiti contenute nei database e le corrispondenti localizzazioni cartografico-geografiche, al fine di creare un prodotto informatico gestibile su piattaforme GIS ArcView.

Per l'attuazione del progetto e lo svolgimento delle fasi B) e C) l'Amministrazione ha previsto il coinvolgimento, mediante selezioni pubbliche per titoli, di due figure professionali laureate in scienze geologiche ed esperte in fenomeni franosi; di queste, una è stata selezionata per lo svolgimento delle attività di censimento e raccolta dati in situ (fase B), ed una per le attività di informatizzazione ed editing dei dati raccolti (fase C).

Le attività dei due geologi esperti selezionati si sono svolte con l'ausilio di apposito staff di propria individuazione, sotto il coordinamento effettuato dai tecnici appartenenti al Servizio Protezione civile, Tutela dal Suolo e Politiche forestali (1 geologo e 4 ingegneri) secondo le modalità previste in un apposito disciplinare.

Per le attività di primo livello la fase di lavoro B) è stata condotta concomitantemente con la fase C, previa verifica dei dati acquisiti.

Per ogni fenomeno franoso censito sul territorio regionale, sono state effettuate le operazioni di informatizzazione sia con inserimento dei dati alfanumerico-tabellari utilizzando un applicativo di MS Access appositamente programmato da APAT che ha consentito l'inserimento sequenziale dei dati della scheda IFFI suddividendoli nei tre livelli previsti dal progetto, sia con la digitalizzazione su cartografia georeferenziata, utilizzando il software ArcView 3.2a (Esri inc.) delle geometrie di frana, realizzando un sistema informativo territoriale, che costituisce uno dei prodotti finali del Progetto IFFI.

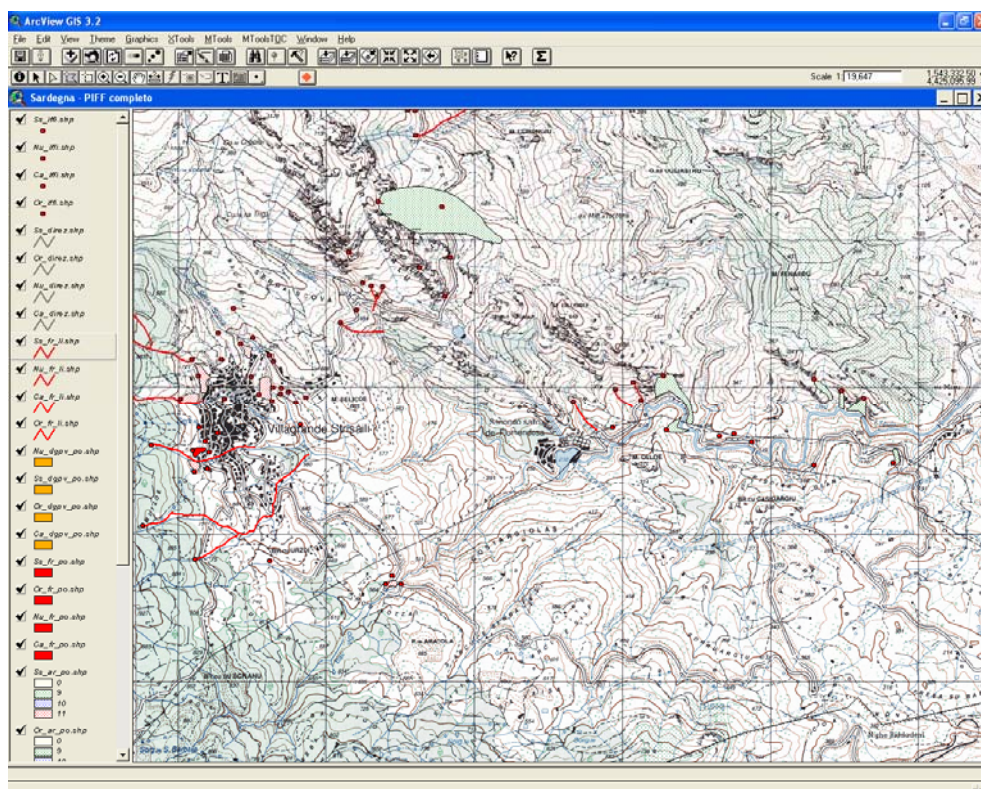


Figura 25.3 Software GIS (ArcView 3.2) per l'informatizzazione dei dati.

25.3 Basi topografiche ed ortofoto

Oltre alla cartografia ufficiale dello Stato IGM in scala 1:25.000 formato raster, fornita dall'APAT, sono state utilizzate dall'Amministrazione la Carta Tecnica numerica Regionale in scala 1:10.000 e le Ortofotocarte b/n alla stessa scala (volo Aima 1997/98) che coprono l'intero territorio regionale.

25.4 Studi e censimenti precedenti

Il materiale di riferimento acquisito preliminarmente ed in parte concomitantemente alle attività di censimento è il seguente:

- POR 2000-2006 misura 1.3 Difesa Suolo – candidature 1^a biennialità (2001-2002) riguardanti progetti di sistemazioni di aree in dissesto idrogeologico ed in erosione;
- POR 2000-2006 misura 1.3 Difesa Suolo – candidature 2^a biennialità (2003-2004) riguardanti progetti di sistemazioni di aree in dissesto idrogeologico ed in erosione;
- Segnalazioni di frane di Enti Pubblici (regionali, Province, Comuni, Consorzi, Comunità Montane), ed istituzioni (Prefetture, Enti di gestione ferrovie e strade, Università), coinvolti appositamente per il censimento dei fenomeni sul territorio;
- Richieste di finanziamento per la sistemazione di aree in dissesto idrogeologico formulate al Servizio Tutela del Suolo e Politica Forestale da Enti pubblici locali;
- Piano Straordinario di cui all' art. 1 bis del D.L. n. 180/98, contenente le aree a rischio idrogeologico molto elevato - L.267/98 Piano Straordinario "Individuazione, perimetrazione e misure di salvaguardia delle aree a rischio idrogeologico";
- Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.S.A.I.- R.A.S.) ex lege 267/98;
- Progetto A.V.I. - Aree Italiane Vulnerate da Frane e da Inondazioni, Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche;
- Programma S.C.A.I.-CNR/GNDCI, Studio dei Centri Abitati Instabili - Unità Operativa 2.28 – Dip. Ing. del Ter. - Facoltà d'Ingegneria dell'Università degli Studi di Cagliari – il

cui resoconto (Rapporto Preliminare; 1993) contiene le schede di n° 8 comuni tratti dall'elenco dei comuni sardi dichiarati da consolidare (ai sensi della Legge n°445 del 1908);

- Materiale visionato o informazioni acquisite presso: Servizio Protezione Civile, Tutela suolo e P.F. dell'Ass.to regionale Difesa Ambiente, Università di Cagliari (S.C.A.I.), Uffici del Genio Civile, Servizio Difesa del Suolo dell'Ass.to regionale dei LL.PP., Provincia di Cagliari, Provincia di Sassari, Provincia di Nuoro, Provincia di Oristano, ANAS, Rete Ferroviaria Italiana, Ferrovie della Sardegna;
- Progetti di cui al Programma degli interventi di sistemazione idrogeologica e messa in sicurezza attuati in Sardegna con strumenti finanziari collegati alla L.183/89 ed al D.L. 180/98-Legge 267/98 per le annualità comprese fra il 1997 ed il 2004;
- Cartografia Geologica ufficiale d'Italia e regionale: Fogli geologici edizioni storiche in scala 1:100.000 e 1:25.000, Cartografia Geologica della Regione Sardegna (CARG) alla scala 1:50.000 e 1:25.000 Fogli Muravera e Jerzu;

Le fonti, che interessano omogeneamente l'intero territorio isolano, hanno costituito riferimento per la individuazione e la verifica sui luoghi operata dal professionista esterno oltre che per l'acquisizione di elementi tecnico-descrittivi del fenomeno e di quant'altro utile per la compilazione dei campi di livello anche superiore al primo.

Altro materiale di ausilio alle attività:

- Carta Geologica di alcuni settori della Sardegna a scale varie;
- Aerofotogrammetria AIMA b/n volo 97/98;
- Carta tecnica regionale informatizzata vettoriale in scala 1:10.000;
- Cartografia IGM in scala 1:25.000 informatizzata (raster);
- Carta Geografica d'Italia IGMI serie 25 - edizione 1, su supporto cartaceo.

25.5 Inquadramento geologico regionale

L'isola di Sardegna presenta una struttura geologica costituita da prevalenti plutoniti granitiche e metamorfiti di età paleozoica con subordinati sedimenti clastici eterometrici, vulcaniti, depositi carbonatici e marne, di età mesozoica e cenozoica, ricoperti da sedimenti neozoici per lo più clastici sia di ambiente continentale, alluvionale e di versante, che marino e di transizione. Lungo le coste sono conservate le tracce dei livelli di stazionamento marino interglaciali e post glaciali, sotto forma di più recenti banchi di arenarie di origine eolica e litorale.

Su tale assetto si sviluppano gli effetti morfologici dell'eredità strutturale ovvero delle diacroniche ridefinizioni tettoniche, con particolare evidenza e riscontro geomorfologico di quelle d'età terziaria.

Su una superficie dell'Isola di Sardegna pari a 24.046 km², circa il 55 % del territorio risulta occupato dalle litologie paleozoiche, sulla restante parte, per il 45%, affiorano le litologie riconducibili al mesozoico, al cenozoico ed al neozoico.

Il basamento paleozoico è ripartito in due complessi: uno prettamente metamorfico, strutturato in pieghe e falde di ricoprimento, con un distribuzione areale pari a circa il 25%, uno prettamente igneo afferente al ciclo magmatico ercinico distinto in plutonico, ipoabissale, vulcanico, su una superficie pari al 30% del territorio isolano.

Il complesso metamorfico, presente con prodotti di metamorfismo da basso a medio-alto grado è costituito da orthogneiss cambrico-precambri, alternanze di metasedimenti (arenarie, siltiti, agilliti, peliti, conglomerati), metacalcari, dolomie e metavulcaniti lavico-clastiche in subordinazione cambro-ordoviciane, filladi, quarziti, metarenarie, metacalcari, metavulcaniti ordoviciano-silurico-devoniche, affioranti in prevalenza nelle regioni della Sardegna centro-orientale (Sarcidano, Monti del Gennargentu, Barbagie, alta Ogliastra), sud-orientale (Sarrabus e Gerrei), Sud-occidentale (Iglesiente e Sulcis); fra i prodotti di medio-alto grado metamorfico prevalgono gneiss, paragneiss e micascisti affioranti nel settore nord orientale nelle Baronie, in Gallura e nell'Isola dell'Asinara.

Particolare rilievo riveste la serie classica cambro-ordoviciana del Sulcis-iglesiente, fra le più antiche d'Italia e d'Europa tra quelle paleontologicamente datate, costituita da basali metasedimenti clastici con intercalari di metacalcari ad archeociati e trilobiti della Formazione di Nebida (Cambr. Inf.), sormontata in successione stratigrafica da spessi banchi calcareo-dolomitici con intercalati livelli di quarziti della Formazione di Gonnese (cambr. Inf.), nota anche come Metallifero (Auct.) in quanto sede di importanti mineralizzazioni a solfuri misti, con soprastanti argilloscisti, e filladi appartenenti alla Formazione di Cabitza.

Il complesso igneo paleozoico del Carbonifero sup. - Permiano, riconducibile a fasi tettoniche contemporanee e successive alla orogenesi ercinica, è costituito in prevalenza da granitoidi distinti in plutoniti leucogranitiche, monzogranitiche, granodioritiche ed in subordine tonalitiche, affioranti prevalentemente e contiguamente nella Sardegna orientale in Gallura, Barbagie, Goceano, Ogliastra, Sarrabus e nella Sardegna Sud-occidentale Arburese, Iglesiente, Sulcis; le connesse ipoabissaliti erciniche si distribuiscono in sistemi filoniani, e talora in ammassi, aplitico-pegmatitici, di porfidi granitici, di quarzo e di differenziati basici. Si distingue il paleozoico igneo lavico afferente al Carbonifero sup.-Permiano, dubitativamente Trias inf. costituito da colate laviche, con termini da riolitici ad andesitici e da espandimenti ignimbrici riolitici, dislocato in circoscritti affioramenti in Gallura, Baronie, Ogliastra, Gerrei, Nurra e Sulcis. Al Carbonifero sup.-Permo-Trias, sono ascrivibili localizzati depositi continentali antraciferi e sedimenti argillo-siltosi, arenacei e conglomeratici, in Nurra, Gerrei, Barbagia di Seulo-Seui, Ogliastra, Iglesiente.

Il Mesozoico è rappresentato dal Trias, dal Giurese e dal Cretaceo con depositi carbonatici di scogliera e di piattaforma calcareo-dolomitici, calcarenitici e marnosi od evaporatici in Sardegna centro-orientale (Baronie, Supramonti di Oliena, Dorgali e Baunei, Sarcidano), in Sardegna nord occidentale (Nurra), e sud-occidentale (Arburese, Iglesiente, Isola di S. Antioco).

Le litologie del Cenozoico, ricoprono circa 1/3 della Sardegna e sono concentrate sui fianchi orientale ed occidentale del Campidano (Parteolla, Trexenta, Marmilla, Guspinese), nel Sarcidano, nel Mandrolisai, nel Marghine-Goceano, nel Sulcis e nel Sassarese (Logudoro-Meilogu, Anglona); sono riconducibili a sedimenti clastici, marne, calcari, calcareniti delle trasgressioni marine mioceniche ed in subordine paleocenico-eocenica, a deposizioni in ambiente continentale (formazioni sedimentarie clastiche oligoceniche) ed a prodotti di un intenso vulcanismo, in parte concomitante alle trasgressioni marine, diversificato in due cicli magmatici uno calcoalcalino oligo-miocenico, prevalentemente riolitico andesitico, trachi-andesitico che ha originato espandimenti ignimbrici e domi, ed uno alcalino la cui attività ha raggiunto il culmine alla fine del Pliocene protraendosi nel Neozoico (Pleistocene), i cui prodotti, in parte ricoprono quelli oligomiocenici con estese colate basaltiche e andesitico-basaltiche pluriordini (campede, giare, *Golle*).

Al Neozoico sono riconducibili spessi depositi poligenici ed eterometrici continentali olocenico-pleistocenici, alluvionali e detritici di versante, che in parte ricoprono le litologie antecedenti e per la maggiore occupano le piane del Campidano, del Cixerri, di Oristano e le fasce costiere.

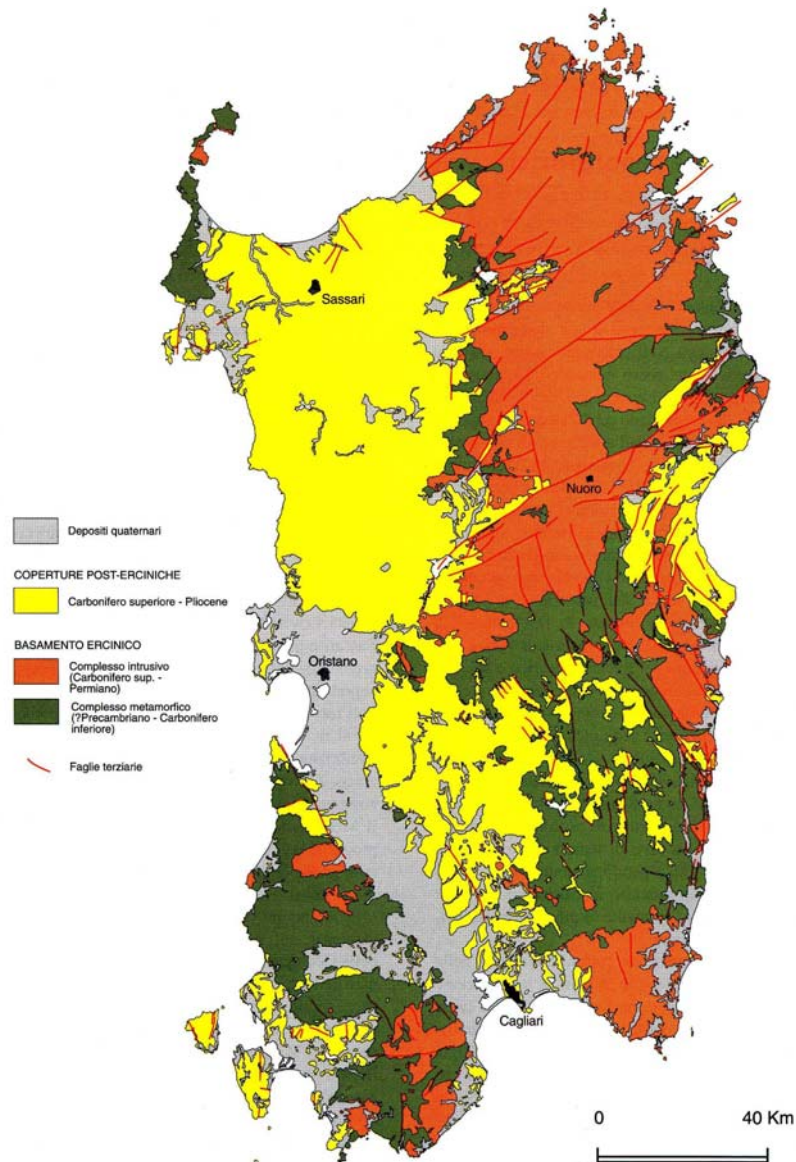


Figura 25.4 Principali complessi geologici della Sardegna (L. CARMIGNANI, G. OGGIANO, S. BARCA, P. CONTI, I. SALVADORI, A. ELTRUDIS, A. FUNEDDA, S. PASCI (2001) *Geologia della Sardegna – Note illustrative della Carta Geologica scala 1:200.000. Memorie Descrittive Carta Geologica d'Italia Vol. LX, pag. 16*).

25.6 Morfologia e lineamenti geomorfologici regionali

La Sardegna è delimitata al suo estremo Sud dal Capo Teulada (Lat. 38° 51' 52"), a Nord dalla Punta Falcone (Lat. 41° 15' 42") ed ha come longitudini estreme il Capo dell'Argentiera ad Ovest (long. 8° 8' 10") ed il Capo Comino ad Est (Long. 9° 50' 8").

La superficie totale, comprese le piccole isole che la circondano, parte integrante del territorio regionale, fra cui La Maddalena, Caprera, Asinara e Tavolara a nord, S. Antioco, S. Pietro a sud, è di 24.046 Km², per uno sviluppo costiero naturale di circa 1.897 km.

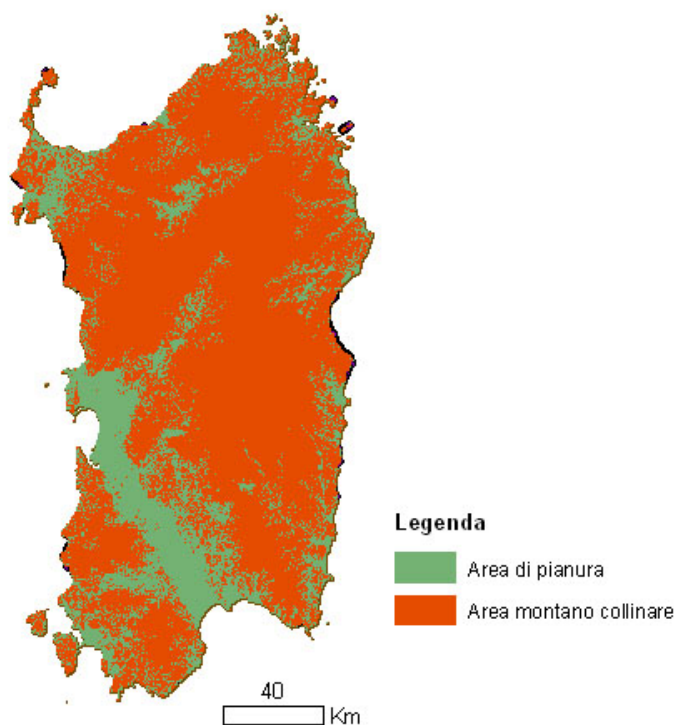


Figura 25.5 Suddivisione del territorio regionale in aree montano-collinari e di pianura, ottenuta mediante l'elaborazione delle informazioni digitali desunte dal Progetto IFRAS (Inventario Forestale della Regione Autonoma della Sardegna) che suddivide il territorio regionale in maglie 400m x 400m.

Per quanto concerne la morfologia vanno distinti diversi morfotipi a caratteristiche ben distinte, legati alla natura geolitologica che li caratterizza ed ai fenomeni geo-tettonici ed erosivi che nel corso dei tempi li hanno plasmati.

Si distinguono i sistemi montano-collinari, gli altopiani e le pianure che caratterizzano la morfologia della regione, per un'altezza media di 335 m s.l.m. ad appannaggio del sistema collinare che contraddistingue i 2/3 della superficie territoriale; seguono quello montuoso e quello di pianura per rispettivi circa un 1/5 ed 1/7 della superficie dell'isola.

Tra le massime culminazioni dell'Isola spicca il massiccio montuoso del Gennargentu con le cime di P.ta La Marmora (1.834 m) e Bruncu Spina (1.829 m).

A nord ed a sud del Gennargentu, i rilievi granitoidi del Limbara e del M. Sette Fratelli configurano una continuità montuosa a tutta la fascia orientale dell'Isola, con aspetto morfologico aspro, inciso da profonde gole e caratterizzato da locali piane alluvionali costiere o pre-costiere tra le quali da sud a nord: piana del Flumendosa, piana di Tortoli-Arbatax, piana di Orosei e piana di Olbia.

Il settore occidentale si presenta orograficamente e geologicamente polimorfo e nel complesso distinto da quello orientale, ove si evidenzia il gruppo montuoso del Sulcis-Iglesiente-Arburese di natura litologica paleozoica contiguo ad E con la piana alluvionale del Campidano di Cagliari e di Oristano; verso N, il complesso vulcanico della Planargia-Marghine, Meilogu e Logudoro costituito da un susseguirsi di domi e ammassi collinari, trachitici e andesitici con espandimenti e tavolati ignimbrici, basaltico andesitici e riolitici planari, precede l'altra vasta pianura della Nurra di Sassari e Portotorres ubicata all'estremità nord-occidentale dell'Isola.

Quanto esposto, consente di dedurre la variabilità geo-litologica dell'Isola che in sintesi può essere utile suddividere in quattro settori morfo-orografici.

I Settore: a connotazione francamente montuosa, costituito dalla dorsale Limbara-Gennargentu-Sarrabus, lungo la quale si elevano le massime cime dell'Isola e che movimentata aspramente il paesaggio della fascia orientale, talora interrotto da altopiani carbonatici noti come *Tacchi*.

Il Settore: costituito dalla zona degli altopiani del sassarese, è caratterizzato dalla presenza di tavolati lavici basaltici, espansioni planari ignimbrici ed originali complessi vulcanici, spesso tra loro separati e variamente estesi i quali, procedendo verso Nord, sfumano nell'altopiano calcareo-miocenico sassarese. La quota media, che oscilla tra 500 e 600 m (altopiano di Campeda) non presenta culminazioni e degrada dolcemente verso Nord con quote medie intorno a 300 metri.

III Settore: Sulcis-Iglesiente-Arburese. Si tratta di un territorio dalle caratteristiche a se stanti per le irregolarità morfologiche ed orografiche, la cui estrema variabilità d'origine geologica e litologica contribuisce a rendere questo settore ora decisamente montano ora collinare e pianeggiante, ora interessato da estese zone umide.

IV Settore: il Campidano, configurato in una estesa piana alluvionale di origine tettonica, impostasi su un *rift* evoluto in *graben* che congiunge, con andamento NO-SE il Golfo di Cagliari con quello di Oristano.

25.7 Uso del suolo¹

Le informazioni di seguito riportate sono state desunte dalla carta dell'Uso del Suolo della Sardegna prodotta dall'Amministrazione Regionale. La struttura della banca dati è derivata dal Progetto Corine Land Cover, varato dal Consiglio delle Comunità Europee nel 1985 con lo scopo di monitorare lo stato dell'ambiente nell'area comunitaria. Per la regione Sardegna la carta Corine è stata derivata dall'interpretazione di immagini satellitari Landsat TM5 acquisite durante il periodo estivo del 1993 e dalla fotointerpretazione delle foto aeree b/n del volo Italia 1994 (scala nominale 1:70.000). La legenda è strutturata secondo tre livelli di dettaglio ed è concepita per una interpretazione in scala 1:100.000 con una unità minima fissata di 25 ha.

Dall'analisi dei dati provenienti dalla lettura della Carta dell'uso del suolo della Sardegna, la classe "Territori boscati ed altri ambienti seminaturali" occupa il 54% della superficie dell'isola e come tale è la classe più estesa sul territorio. La si ritrova su tutte le formazioni paleozoiche e mesozoiche prevalentemente sui versanti meno acclivi, laddove i fenomeni erosivi sono meno accentuati e il substrato pedogenetico ha modo di formarsi ed evolversi. Il dato della superficie boscata risulta superiore rispetto ai rilievi che provengono dalla prima fase del nuovo inventario nazionale che ha messo in evidenza come la Sardegna sia la regione più boscata d'Italia con 1,24 milioni di ha di superficie forestale ed un indice di boscosità del 52%. Per quanto riguarda il bosco vero e proprio si tratta in prevalenza di boschi di latifoglie con una percentuale che si aggira intorno al 75% presenti in grosse concentrazioni nel centro dell'isola, nel Fluminense e nell'Iglesiente.

Nelle zone costiere prevalgono le formazioni a macchia e gariga, tali formazioni costituiscono assieme il 25% del territorio regionale, interessando quasi tutta la Sardegna, eccetto le zone agricole ed il Campidano in particolare. La macchia contribuisce a far sì che la Sardegna risulti una delle regioni più boscate d'Italia poiché per il recente decreto legislativo n.° 227 del 2001 anche essa è considerata bosco.

I Pascoli sono distribuiti su tutta la regione e rappresentano una destinazione d'uso piuttosto comune per i suoli della Sardegna. I pascoli naturali e le praterie si trovano a tutte le altitudini con prevalenza delle aree montane ma rappresentano comunque aree svantaggiate, poco produttive e non sfruttabili per altri usi, almeno a breve termine; hanno un'estensione di 129.239 ha e rappresentano quasi il 6% del territorio regionale. Comprendono terreni classificati come agricoli ma che in determinati periodi vengono utilizzati a pascolo perché coltivati in regime di avvicendamento a prati. Su questa superficie grava un carico di 3 milioni di capi ovini, circa 300.000 bovini, 200.000 caprini, a cui devono aggiungersi equini, suini, bufalini. A causa dell'eccessivo sovrapascolamento sono spesso soggetti a intensi fenomeni erosivi.

Il territorio agricolo rappresenta il 41% della superficie regionale ed è presente in maniera preponderante nelle aree pianeggianti, in maniera intensiva nell'area del Campidano di Cagliari e di Oristano, nella zona nord-ovest dell'isola, in parte nell'Iglesiente e nelle zone costiere del sud-ovest. E' presente su formazioni marnose, arenaceo-marnose e calcari del Miocene e depositi colluviali e in linea di massima su tutte le formazioni sedimentarie terziarie e

¹ Paragrafo redatto dalla Dott.ssa Geol. Daniela Demuro – PODIS, Programma PON-ATAS – Ministero dell'Ambiente

quaternarie. Il dato denota come l'agricoltura sia un'attività di grande importanza in Sardegna con una superficie di 491.181 ha coltivati a seminativi di cui 347.311 ha soggetti ad irrigazione. Sono inoltre presenti 4.068 ha di superficie coltivata a riso.

La restante parte del territorio è data dalla classe denominata "Territori modellati artificialmente", costituita per la maggior parte da superfici urbanizzate e in misura minore da aree rurali e industrializzate; tale classe rappresenta il 2,4% del territorio con 57.853 ha.

Le colture permanenti occupano circa il 7% del territorio e di queste, molto importanti per l'economia dell'isola, si ritrovano le sugherete con 84.862 ha ubicati in prevalenza nel nord della Sardegna con lembi nel Nuorese e nell'Iglesiente. Tali colture sono spesso associate a colture temporanee.

La *quercus suber* L. vegeta preferibilmente su terreni silicei derivati da rocce scistose e granitiche, particolarmente abbondanti in Sardegna, dotati di buona disponibilità idrica.

La copertura a sughera è pari al 10% circa del territorio boscato regionale, ripartito a livello provinciale per il 56% nella provincia di Sassari per circa il 30% in quella di Nuoro e in piccoli lembi nelle province di Cagliari e Oristano. Generalmente si presentano impoverite e in condizione di estremo degrado a causa degli incendi e della pratica pastorale che talvolta si svolge al di sotto di esse. Il problema degli incendi rappresenta infatti in Sardegna una grave limitazione all'uso forestale.

Discreta importanza rivestono anche gli oliveti talvolta associati a colture temporanee e che presentano le maggiori estensioni nella zona nord occidentale presso Sassari ed Alghero; estensioni minori sono presenti un po' in tutta l'isola e vicino ai centri urbani.

La coltura della vite ha una distribuzione più localizzata trattandosi generalmente di piccole produzioni ad uso familiare, ma non mancano nuclei più estesi.

Un altro uso del suolo abbastanza frequente è dato dalle aree con vegetazione rada localizzate prevalentemente nella Sardegna orientale e nelle isole, laddove sono presenti affioramenti rocciosi nei quali per le condizioni morfologiche risulta difficile l'evoluzione dei processi pedogenetici.

25.8 Metodologia utilizzata per la perimetrazione delle frane sul territorio regionale

Sull'intero territorio della regione l'approccio metodologico operato per l'attuazione del censimento si è avvalso di una vasta ed articolata produzione di informazioni sulle frane derivante dal materiale elencato nel cap. 4, e della esperienza dei tecnici dell'Assessorato appartenenti al gruppo di coordinamento, che ha maturato un buon livello di conoscenza del territorio, acquisito, anche, nell'ambito del ruolo istituzionale svolto all'interno della Pubblica Amministrazione; a ciò si è aggiunta la molteplicità di informazioni detenute dai 13 professionisti coinvolti nelle attività di censimento e rilevamento, ciascuno per una porzione del territorio isolano di propria specifica conoscenza; aspetti che hanno consentito di mirare ed indirizzare gli approfondimenti per la compilazione della scheda di censimento e per il rilievo cartografico sui luoghi. Operativamente, acquisita l'informazione riguardante l'evento franoso, previa verifica ed approfondimento nei particolari tecnici e morfologici, anche da foto aerea, è stato effettuato un rilievo sui luoghi, ove, con l'ausilio delle basi topografiche, è stato caratterizzato il corpo di frana e connesse morfometrie; per i fenomeni franosi più significativi e per quelli di entità superiore ai 1.600 m² è stata effettuata la perimetrazione anche al di sotto delle dimensioni di 1 Ha, specialmente in corrispondenza delle frane nei centri abitati.

Gli allegati tecnici dell'APAT predisposti per l'attuazione del Progetto IFFI (vedasi per approfondimenti il sito internet del Progetto IFFI: <http://www.sinanet.apat.it/progettoiffi>) contengono dettagliatamente le modalità di rappresentazione e digitalizzazione dei fenomeni franosi adottate per la realizzazione dell'intero progetto.

Ogni frana è individuata sia nel database alfanumerico che in cartografia da un codice identificativo della frana (ID-Frana), ovvero da un codice alfanumerico univoco costituito da tre parti:

- Il codice Istat della provincia in cui ricade il Punto Identificativo del Fenomeno Franoso;
- Un numero progressivo assegnato dall'ente compilatore all'interno dei fenomeni che ricadono in quella provincia;

- Un subindice che consente di raggruppare fenomeni differenti ma legati da un fattore comune; il valore di default è 00. Quando utilizzato può assumere valori pari a 01, 02, 03, ...

Il subindice permette di raggruppare tra loro in un'unica area quei fenomeni che rappresentano attivazioni parziali di un fenomeno di più grandi dimensioni.

I fenomeni franosi sono stati rappresentati tramite un punto, una linea, una linea ed un'area collegate o un'area, in funzione della loro tipologia e dimensione.

In particolare, sono stati rappresentati con:

- un punto - i fenomeni non cartografabili alla scala di rilevamento di 1:10.000;
- una linea - i fenomeni di forma molto allungata, la cui larghezza non è rappresentabile alla scala di rilevamento ma la cui lunghezza è significativa e cartografabile;
- una linea e un'area - i fenomeni simili ai precedenti ma che presentano alla fine del canale di scorrimento una zona di espansione cartografabile;
- un'area - i fenomeni franosi cartografabili alla scala 1:25.000.

Tutti i fenomeni franosi sono dotati di un Punto Identificativo del Fenomeno Franoso (PIFF) che, per convenzione, coincide con il Punto a quota più elevata del coronamento della frana stessa.

Nel caso in cui il fenomeno non è cartografabile, ovvero rappresentato solo con un punto, il PIFF coincide con il punto stesso.

Le attività di cui sopra sono state precedute o seguite da complementari attività di investigazione del territorio tramite fotointerpretazione.

I rilevamenti sui luoghi e le perimetrazioni sono stati condotti con un unico, coordinato ed omogeneo approccio metodologico che ricalca i canoni di rilievo geologico e morfometrico; attività svolta contestualmente alla compilazione dei campi della scheda di censimento ed alla individuazione degli elementi morfometrici significativi.

Successive operazioni di informatizzazione e di trasposizione dal sistema di riferimento Gauss-Boaga ad UTM condotte per tutti i fenomeni ricadenti all'interno di ciascuna provincia, hanno consentito la rappresentazione degli stessi sulla base cartografica 1:25.000.

25.9 Analisi dei dati

Sono stati censiti 1.523 fenomeni franosi, informatizzati tabellarmente nel database alfanumerico (DB-Frane) e cartograficamente, sulla base dei quali è stato predisposto il presente documento ed annesse statistiche.

25.9.1 Numero di frane

Tabella 25.1 Numero di frane per ciascun livello informativo del database cartografico (vedi paragrafi 2.4.2 e 2.5.1).

PROVINCIA	PIFF	FRANE POLIGONALI	AREE SOGGETTE A...	DGPV	FRANE LINEARI	AREA TOTALE IN FRANA (km ²)
Cagliari	409	76	167	1	3	20,895
Nuoro	631	162	245	0	50	116,671
Oristano	70	34	19	0	0	8,254
Sassari	413	45	303	1	0	41,853

25.9.2 Livelli di schedatura

Sono state compilate 1.523 schede di censimento contenenti le informazioni di 1° e 2° livello e nella misura del 88 % di 3° livello.

Ad ogni frana è stato associato almeno un elemento iconografico di riferimento; nei casi di grande estensione si è provveduto a più foto, talora estratte da fotoarea Ortofoto A.I.M.A. (1997).

25.9.3 Tipo di movimento

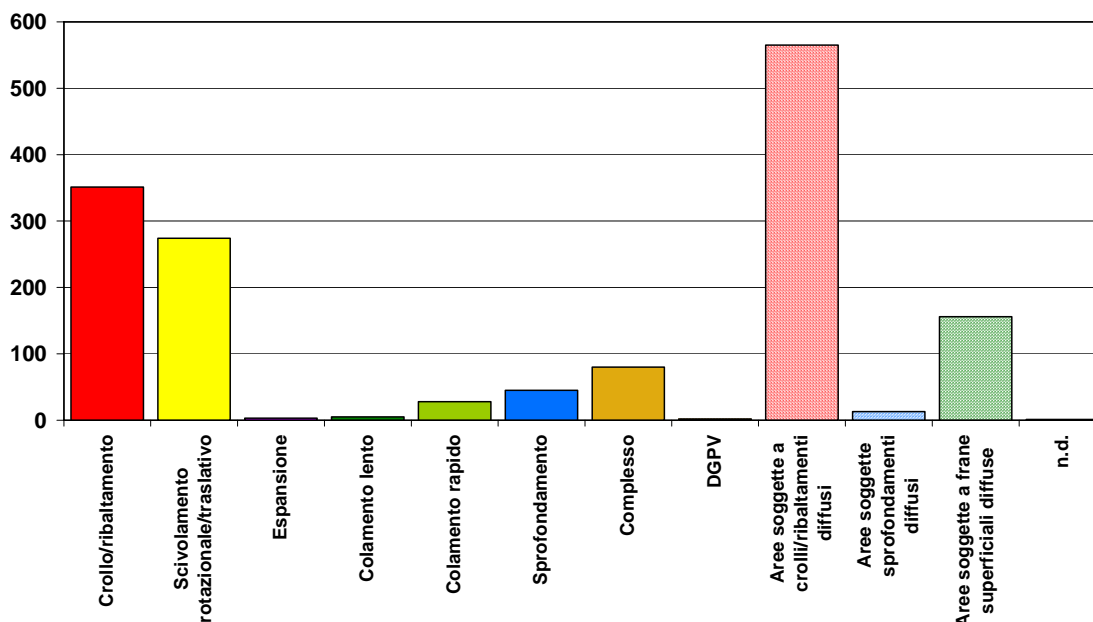


Figura 25.6 Numero di frane per tipologia di movimento.

Si evidenzia una preponderante frequenza di frane ascrivibili alla tipologia di movimento “Aree soggette a crolli e ribaltamenti diffusi”; seguono, nell’ordine, la tipologia di movimento franoso “crollo-ribaltamento” e “scivolamento rotazionale e traslativo”; numericamente minori gli altri movimenti, fra cui le tipologie “aree soggette a frane superficiali diffuse” e “complesso” risultano significative.

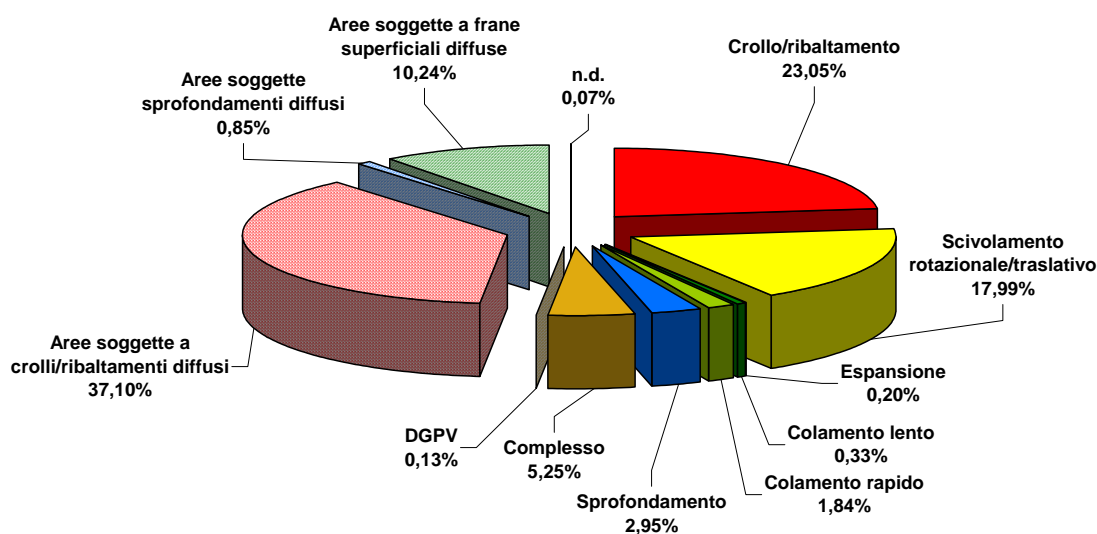


Figura 25.7 Percentuale delle frane per tipologia di movimento.



Figura 25.8 Punta Spinosa Strada Statale n°134 (tratto Castelsardo-Sedini). I blocchi di Ignimbrite (fino a 50 m³) hanno invaso la sede stradale dopo aver rotolato sul versante per circa 100 m, aver travolto il muro di cemento armato e la barriera paramassi.



Figura 25.9 Intervento di consolidamento a carico di una parete esposta a crolli e ribaltamenti diffusi di prismi (dune fossili pleistoceniche), dovuti a scalzamento alla base per degrado progressivo da esposizione (NW) ai venti, aerosol e contributo probabile del moto ondoso, Castelsardo (SS), località Li Paddimi..



Figura 25.10 Cornici Basaltiche con fratturazione sub-verticale; frane di crollo diffuse, con distacchi di blocchi dalle cornici basaltiche, imputabili alle alterazioni determinate dagli agenti atmosferici, impostate in giunti preesistenti, Comune di Bessude (SS).



Figura 25.11 Strada provinciale n°41 bis Ittiri-Banari; frana di Scivolamento rotazionale unita a crollo su ignimbriti lapidee, a carico di un substrato alterato di piroclastiti, Comune di Ittiri (SS).



Figura 25.12 Fenomeni di scivolamento rotazionale a ridosso della strada provinciale Allai-Samugheo in Comune di Ruinas (OR).



Figura 25.13 Fenomeni di crollo e ribaltamento con scivolamenti associati su litologie arenaceo-marnose; si osservano blocchi di frane stabilizzate naturalmente, Comune di Ittiri (SS).



Figura 25.14 Fenomeni di sprofondamento diffusi (sinkholes coalescenti) su coperture clastiche neozoiche e banchi di arenarie cenozoiche soprastanti un bedrock carbonatico cambrico carsificato, Comune di Villamassargia (CA), località Monte Ollastu.

25.9.4 Stato di attività

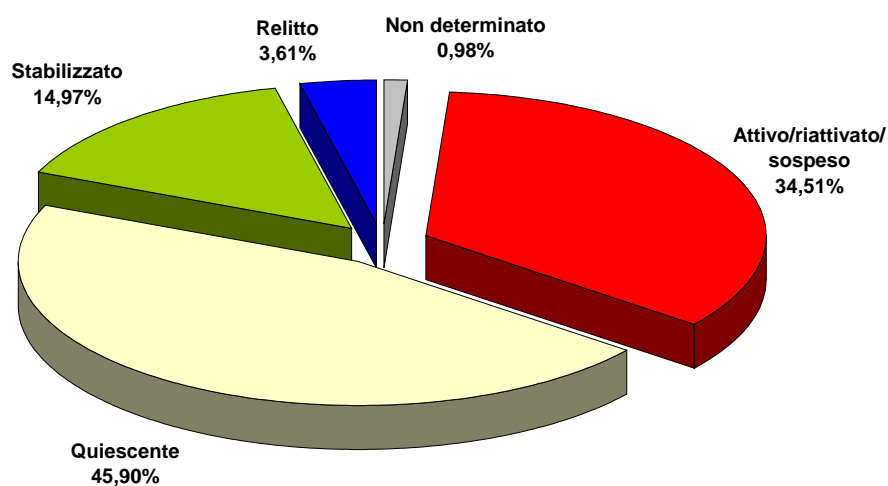


Figura 25.15 Percentuale delle frane per stato di attività.

25.9.5 Danni

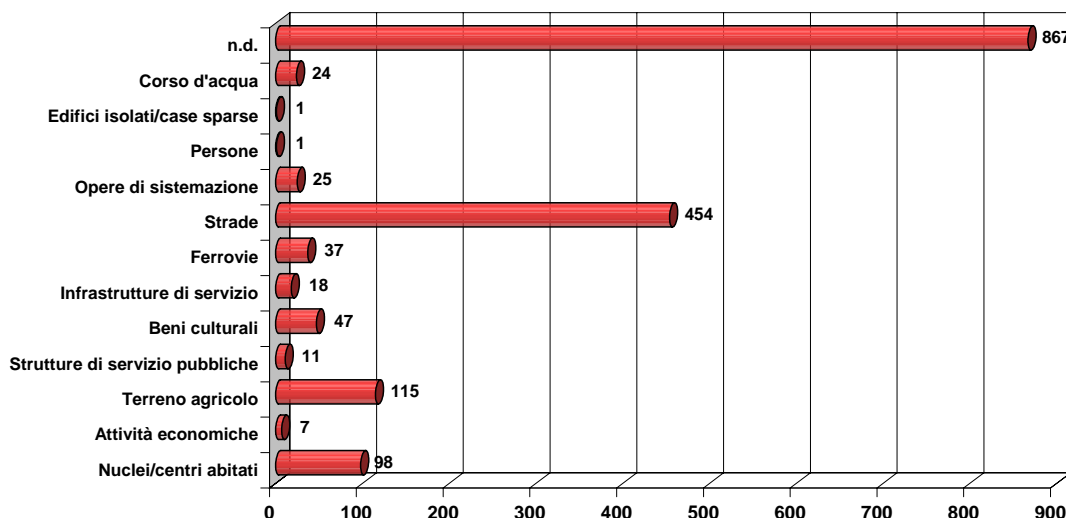


Figura 25.16 Numero di frane per tipologia di danno.

25.9.6 Indice di Franosità (IF)

Tabella 25.2 Indice di franosità.

Superficie totale regione (km ²)	Area montano-collinare (km ²)	Numero di PIFF	Area totale in frana (km ²)	Densità dei fenomeni franosi (N° PIFF / Superficie regione)	Indice di Franosità % (area totale in frana / superficie regione)	Indice di Franosità % (area totale in frana / area montano-collinare)
24046,00	18151,45	1523	187,67	0,06	0,78	1,03

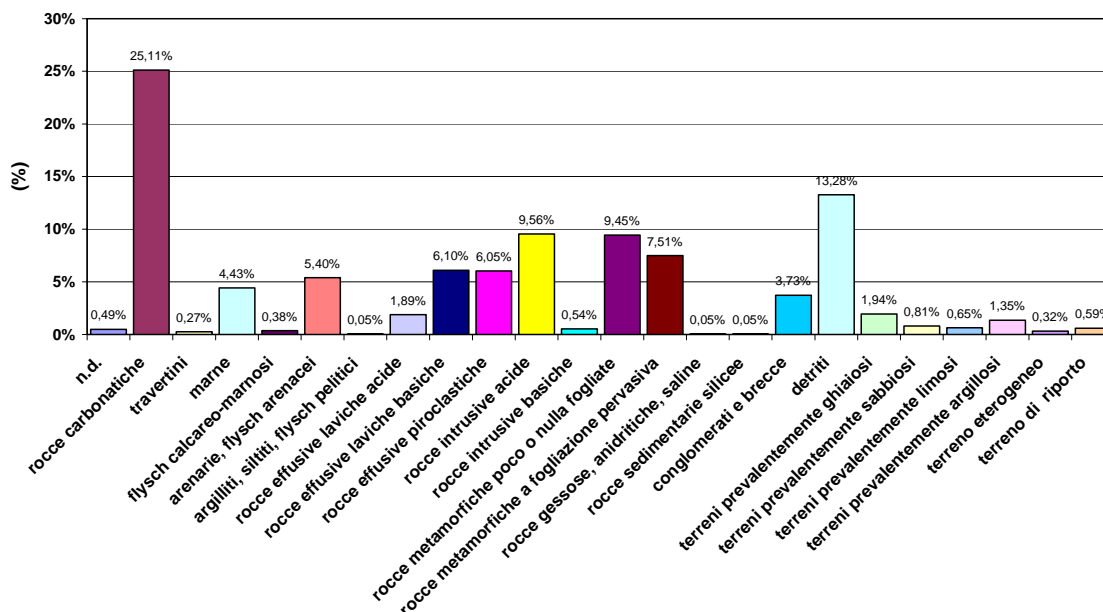


Figura 25.17 Franosità percentuale per classi litologiche, calcolata sulla base delle schede alfanumeriche di 2° livello.

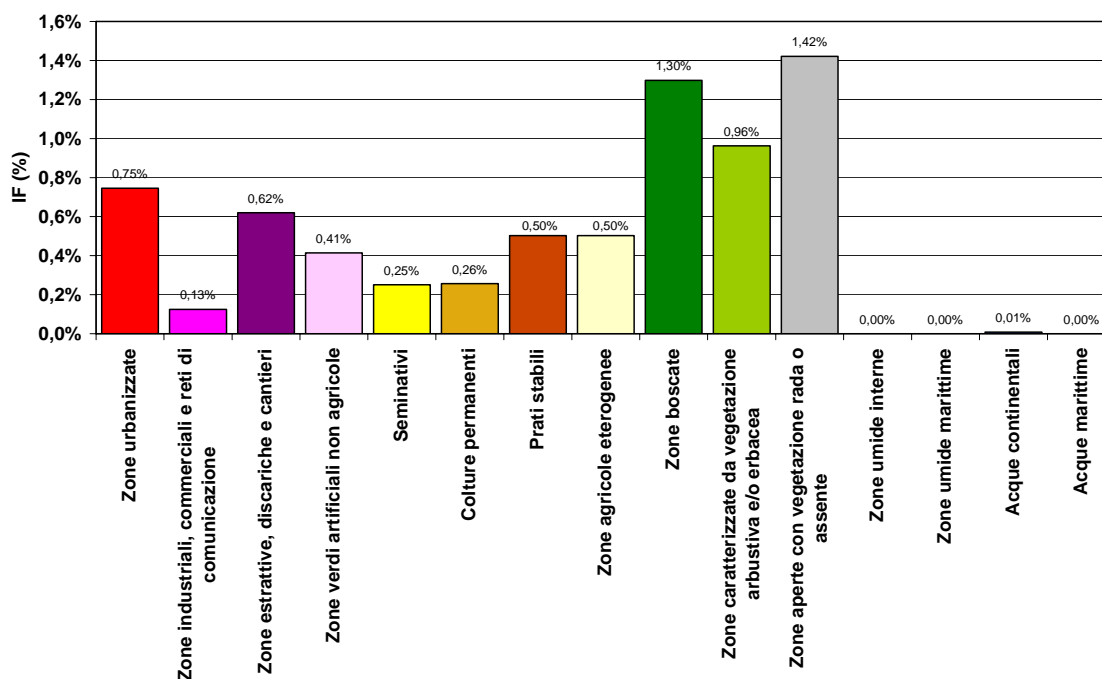


Figura 25.18 Indice di franosità per uso del suolo.

25.10 Regionalizzazione dei fenomeni franosi

LOGUDORO, ANGLONA, PLANARGIA, MARGHINE, BARIGADU

In questi settori, la quasi totalità delle frane nella zona è dovuta a crolli.

Le litologie interessate sono essenzialmente di tre tipi: rocce piroclastiche terziarie (Formazione 11 della Carta geologica della Sardegna a cura di Carmignani *et alii*), rocce carbonatiche terziarie (Formazione 9) e rocce effusive basiche quaternarie e plio-quaternarie (Formazione 5a e 5b).

Data l'età e l'evoluzione tettonica delle formazioni, la giacitura è sempre pressoché orizzontale, così come è simile l'assetto stratigrafico che determina sia la frequenza sia la tipologia delle aree franose. Si tratta essenzialmente, nel caso delle rocce terziarie, di alternanze di livelli più o meno competenti (schematizzando: rocce carbonatiche e marne più o meno calcaree o bancate di ignimbriti saldate e ignimbriti non saldate) che danno luogo, principalmente, a causa dell'evoluzione geomorfologica, a cornici in cui si instaurano i processi franosi. Per le rocce effusive quaternarie e plio-quaternarie, il processo è simile: le colate (in inversione di rilievo, se quaternarie), giacciono sopra rocce meno competenti dando luogo ai fenomeni franosi.

La gran parte delle frane è stata classificata come quiescente; più di rado è stato possibile rilevare segni di attività. Dato che spesso testimonianze orali di abitanti dei luoghi rilevati hanno confermato la caduta di massi con cadenza perlomeno annuale (in particolare lungo le cornici basaltiche ed ignimbritiche), e considerato che spesso i blocchi si staccano lungo fratture beanti dove è difficile "datare" il distacco se non si sottopone ad alcuna forma di monitoraggio la zona, è piuttosto probabile che lungo dette cornici lo stato delle frane sia attivo, anche in considerazione degli afflussi pluviometrici della scorsa stagione autunno-invernale.

Lungo le coste i fenomeni franosi interessano soprattutto le arenarie eoliche cosiddette wurmiane. Anche in questa fascia prevalgono le aree soggette a crolli e ribaltamenti, quasi sempre diffusi, dovuti all'azione erosiva delle acque dilavanti ed in parte all'azione predisponente di scalzamento basale del moto ondoso. I fenomeni possono anche essere più complessi. Le aree interessate sono quelle di Magomadas, Tresnuraghes, Alghero, Porto Torres, Sorso, Castelsardo e Valledoria.

GALLURA

Se si escludono residue coperture eoliche fossili lungo il perimetro costiero, tutta la regione è caratterizzata da un substrato cristallino, per lo più intrusivo più o meno alterato, segnato soprattutto da fenomeni diffusi quiescenti o stabilizzati naturalmente di crollo e ribaltamento, da colate di detrito e da fenomeni superficiali che possono evolvere in vario modo. Solitamente la regione è considerata a scarsissima tendenza al dissesto, tuttavia un elemento geomorfologico caratterizzante e consueto è la presenza di una franosità a carattere fossile, residuale, cioè relitta, riesumabile o per via antropica o, più normalmente, durante le piogge intense, come evento di tipo misto, con colate rapide di detriti. Lungo i versanti a granitoidi a quote più elevate, soprattutto nel Limbara, sono documentabili dei *Block Streams* stabilizzati o relitti, molto spesso mimetizzati dalla vegetazione e non rilevabili con la foto aerea. Qualcosa di analogo si può osservare a carico del substrato sia granitoidi che migmatitico, nell'area di Padru e di Loiri. Gli afflussi della stagione autunno-invernale scorsa hanno favorito innumerevoli piccoli smottamenti lungo pertinenze stradali che sono state riscontrate come aree a fenomeni superficiali diffusi.

Le residue coperture dunari fossili possono dare luogo a fenomeni di crollo diffusi in ambiente costiero (S.ta Teresa Gallura).

GOCEANO, BARBAGIA, BARONIE

In tali settori, per lo più caratterizzati da un substrato cristallino sia metamorfico (Complesso metamorfico ercinico in facies Scisti Verdi e Anchimetamorfico ed in facies Anfibolitica) che intrusivo, prevalgono le tipologie di crollo e di scivolamento. Nel primo caso si tratta, soprattutto, di eventi singoli o molteplici a varia diffusione in aree a sviluppo diversificato, in ragione delle pendenze e delle coperture boschive. Gli scivolamenti sono quasi sempre a carico, invece, dei terreni metamorfici e/o delle coperture detritiche loro sovrastanti. I fenomeni superficiali diffusi, innescati durante l'inverno 2004 dalle piogge critiche di Dicembre, hanno trovato collocazione quasi ubiquitaria, con particolare frequenza nei terreni alterati e fratturati. Particolare rilevanza hanno assunto, peraltro, lungo le trincee stradali delle maggiori direttrici di percorrenza (Nuoro-Mamoiada-Fonni; Nuoro-Siniscola²; Nuoro-Orosei; Nuoro-Bitti; Nuoro-Sologo-Galtelli; Sologo-Bitti; Cantoniera Tirso-Bono), dove non si è potuto, tuttavia, dare corso alla schedatura sistematica in ragione della loro frequenza.

In generale si è trattato di una casistica con stato di attività da attivo a quiescente.

² Occorre precisare che dall'esame a consuntivo dell'intero repertorio, si è potuto accertare che per ragioni del tutto indipendenti dalla volontà dei rilevatori e dello staff di progetto non sono state inserite le schede di riferimento relative ai fenomeni franosi osservabili sul versante Est del Montalbo in territorio di Siniscola e lungo la strada che collega Lodè con Torpè. Nel primo caso si tratta di eventi per lo più di crollo e ribaltamento citati peraltro nel repertorio AVI e P.S.A.I e da ascrivere alla consueta tipologia di movimenti per lo più areali di crollo e ribaltamento, da naturalmente stabilizzati a quiescenti, a carico delle cornici carbonatiche o delle falde detritiche sottiacenti (a loro volta testimoni di fenomenologie da relitte a stabilizzate). Nel secondo si tratta di una serie di fenomenologie per lo più di crollo, ribaltamento e scivolamento interessanti i litotipi metamorfici affioranti a sud del Riu Posada, innescati dalle piogge intense delle due ultime stagioni in un contesto di opera stradale.



Figura 25.19 Aree con fenomeni di crolli e ribaltamenti diffusi su litologie calcarenitiche, Comune di Ploaghe (SS).

SARRABUS, GERREI, SALTO DI QUIRRA, OGLIASTRA

Nel settore del Sàrrabus meridionale prevalgono tipologie di crollo in litotipi granitici ad intensa fratturazione. Questo ambito territoriale è contrassegnato da una franosità diffusa di crollo e ribaltamento, attiva, quiescente o naturalmente stabilizzata che colpisce le litologie granitoidi e più spesso quelle a chimismo più basico, ove sono rinvenibili anche fenomenologie a carattere relitto e relativi prodotti residuali.

Nel settore Sàrrabus-Gerrei (San Vito – Ballao – Villsasalto – Armungia – San Nicolò) prevalgono tipologie di crollo in litotipi metamorfici del basamento paleozoico (scisti, metavulcaniti massive, metacalcari), cui localmente si associano fenomeni di scivolamento traslativo in litotipi metamorfici a foliazione pervasiva (scisti arenacei, metasiltiti, filladi) con scollamento lungo piani di scistosità in versanti a franapoggio, spesso innescati da interventi antropici o scavi alla base non protetti o ben stabilizzati.

Lungo le cornici carbonatiche dei “tacchi” in Ogliastra (Valle del Rio Pardu – Jerzu – Osini Ulàssai – Gairo Taquisara – Perdasdefogu - Tertenia) prevalgono tipologie di crollo dalle pareti, con rotolamento lungo il pendio di blocchi, spesso anche di notevoli dimensioni e per notevoli distanze, con eventi riattivati anche in tempi molto recenti. Localmente sono osservabili fenomenologie di scivolamento traslativo in massa di grossi blocchi carbonatici (anche di alcune centinaia di m³) costituenti frane relitte o stabilizzate naturalmente.

Nel settore di Riu su Luda e di Monte Rasu, rispettivamente a Nord e a Sud di Perdasdefogu, sono state osservate tipologie di crollo lungo pareti di formazioni vulcaniche permiane, molto fratturate.

In tutti i settori rilevati, importanti fenomeni di crollo interessano anche la copertura detritica incoerente, non adeguatamente fissata dalla vegetazione, spesso spoglia a causa di frequenti incendi. Più limitati smottamenti locali, con fenomenologie di tipo rotazionale, possono interessare le coperture detritiche o alluvionali ad elevata percentuale di componente granulometrica fine (argilloso-limosa).

VILLAGRANDE STRISAILI, TALANA

L'analisi sul territorio è stata svolta con particolare riferimento agli eventi meteorici del Dicembre 2004. La disomogenea concentrazione dei fenomeni di dissesto nel territorio

esaminato, per lo più rientranti fra quelli di colamento, è da attribuire alla sua diversa propensione alla instabilità.

La natura litologica e le caratteristiche strutturali del basamento, per lo più a granitoidi basici fratturati e alterati in vario modo, hanno avuto un ruolo importante ai fini della evoluzione morfogenetica dell'area. Le forme del rilievo che ne sono risultate hanno a loro volta condizionato lo sviluppo e la distribuzione dei terreni detritici, eluviali e colluviali che ricoprono il substrato. I settori di pendio che presentano una maggiore copertura detritica sono artificialmente terrazzati da ripiani più o meno fitti e continui, sostenuti da muri a secco.

Le frane all'interno dell'abitato di Villagrande Strisaili si sono innescate principalmente nei terreni sciolti della copertura eluviale e colluviale coinvolgendo spessori spesso anche molto modesti contenenti gli apparati radicali della copertura erbacea e arbustiva. In numerosi casi si è avuto il distacco fino al substrato roccioso della copertura superficiale, che a causa dell'acclività del versante, non supera i 0,5 m. In tal caso si sono determinati fenomeni misti del tipo soil slip evoluti in colate lungo le aste dei torrenti.

Processi di distacco che hanno interessato porzioni di terreno superficiale più consistenti, compresi tra i 2 e i 3 metri, hanno presentato superfici di rottura concava e in esse viene irregolarmente a giorno il substrato roccioso. Nella massa destabilizzata si sono riconosciute le fessurazioni trasversali e longitudinali. In genere i volumi destabilizzati si sono accumulati all'interno delle zone di distacco, ma talvolta, in funzione dei livelli idrici del sottosuolo e dell'acclività esistente alla base del distacco, il movimento è evoluto in colamento.

Quando questi movimenti hanno interessato le parti alte delle aste torrentizie, i deflussi in alveo caratterizzati da una elevata energia hanno generato una miscela solido-liquida di elevata densità in grado di mobilitare i materiali presenti lungo il percorso generando le colate di detrito che si sono propagate per centinaia di metri.

L'elevata consistenza della fratturazione dei rilievi è invece causa predisponente dei fenomeni di crollo e di ribaltamento di blocchi lapidei dalle pareti rocciose che sovrastano le sedi stradali. In funzione dell'orientazione e della geometria dei fronti rocciosi, dell'intersezione reciproca fra le discontinuità sfavorevolmente orientate, si sono innescati fenomeni di crollo di blocchi singoli di piccole dimensioni o ancora, scivolamento di blocchi lastriformi (Block Slides) lungo le superfici di discontinuità. Alcuni dissesti sono da attribuire anche all'effetto cuneo prodotto dalle radici vegetali che si sviluppano all'interno delle fratture, ma è sicuramente la spinta idrostatica prodotta dall'acqua che si muove all'interno di esse, modesta in condizioni normali, in quanto la fratturazione assicura a sua volta un efficace drenaggio, ad aver assunto il ruolo di diretta causa scatenante in occasione dell'intensa precipitazione di Dicembre 2004.

Per quanto riguarda lo stato di attività, sono sicuramente attivi, nonché parossistici ed innumerevoli, gli eventi di crollo lungo lo sviluppo della strada Villagrande-Talana, quelli innescati dall'erosione fluviale alla base dei versanti. Questi risultano sospesi lungo le aste torrentizie, ma sono suscettibili al movimento anche in occasione di eventi non eccezionali, come si è avuto modo di osservare, in diverse zone, in occasione delle precipitazioni della prima decade di settembre.



Figura 25.20 Aree soggette a frane superficiali diffuse in loc. "Punta de Cagaragas", Comune di Cuglieri (OR).

SARCIDANO

Le principali tipologie di questo settore sono i crolli e ribaltamenti (cornici dei Tacchi e delle Giare), gli scivolamenti rotazionali (Formazioni oligo-mioceniche), più rari scivolamenti traslativi (negli scisti paleozoici a franapoggio) e più rari fenomeni di espansione laterale (Blocchi della Formazione di Dorgali che "navigano" sui litotipi argillosi della formazione di Genna Selole). Spesso i singoli crolli sono associati ad aree più vaste in cui esistono diffusi eventi. E' il caso delle cornici dei Tacchi e delle Giare che si affacciano sul lago medio del Flumendosa. L'erosione intensa avvenuta successivamente alla messa in posto dei basalti di questo settore ha creato profonde valli, spesso strette e ripide, isolando le coperture e incidendo profondamente il basamento sottostante. L'arretramento dei versanti pregiudica la stabilità delle cornici che a causa della intensa fratturazione colonnare (basalti della Giara di Orroli e Nurri) ed a causa della fratturazione dei litotipi carbonatici dei Tacchi dovuta alla tettonica terziaria, provoca il crollo di blocchi di questi materiali. I crolli e, in subordine, gli scivolamenti rotazionali e le espansioni laterali, sono inoltre facilitati in alcune porzioni del territorio dalla differenza di competenza che esiste in vari contesti stratigrafici, per lo più mesozoici e terziari, tra questi materiali ed i sottostanti (Laconi, Villanovatulo, Orroli).

Da menzionare è l'area a sud di Villanovatulo (Pranu Crastus), in cui è presente un tratto della SP 198 e della Ferrovia complementare; quest'area è costituita dal cosiddetto "Conglomerato di Villanovatulo" (la Formazione di Ussana) costituito principalmente da conglomerati (matrice argillosa con una buona componente vulcanico-bentonitica). Tali caratteristiche predisponenti unite alle intense precipitazioni provocano fenomeni di scivolamento rotazionale con superfici di taglio localizzate nei livelli argillosi bentonitici.

Deve menzionarsi infine, per rilevanza, la frana di San Lucifero. Essa ricade in parte tra i territori di Sadali e di Esterzili ed è al momento, nella sua complessità, una delle frane più studiate e monitorate, data la sua collocazione lungo la sponda SX del Lago medio Flumendosa da cui è parzialmente sommersa.

Un'area particolarmente soggetta a fenomeni diffusi di crolli e scivolamenti-rotazionali è l'area ad est delle cornici di Taccu Maggiore in territorio di Orroli (la propaggine più meridionale della giara di Orroli). Numerose arterie stradali risultano oltremodo interessate da fenomeni franosi. Fra queste si può citare la S.P. Orroli- Escalaplano, la Strada Esterzili-Stazione ferroviaria.

Altre due aree importanti sono quelle di Gergei e di Escolca posizionate alla base della cornice della Giara di Serri che per caratteristiche giaciturali è del tutto simile all'area di Orroli. Qui il basalto poggia sui litotipi delle formazioni mioceniche (arenaceo-marnosi) creando nelle

immediate vicinanze della cornice crolli e ribaltamenti, mentre nelle aree più prossime al paese evolvono in scivolamenti rotazionali e colamenti.

SINIS-MONTIFERRU

Da un lato le coperture terziarie carbonatiche, dall'altro le vaste effusioni vulcaniche espongono tale territorio ad un'incipiente franosità per crolli diffusi con stato da quiescente ad attivo. Il rilievo vulcanico è condizionato dalla presenza di strutture colonnari o scoriacee e dalle relative discontinuità che si presentano spesso in giaciture favorevoli ai distacchi, sollecitati, peraltro, dalla risalita delle superfici piezometriche (reale causa scatenante). L'ambito costiero del Sinis, drasticamente esposto all'azione meteomarina, è fortemente condizionato dalle caratteristiche geolitologiche e litotecniche (debolezza roccia, contrasti di competenza, fessurazione) dei sedimenti arenacei pleistocenici (paleodune) e carbonatici miocenici affioranti fra S. Giovanni di Sinis (Cabras) ed il territorio costiero di S. Vero Milis (S'Arena Scoada), dove i fenomeni appaiono da attivi o sospesi a quiescenti. Su tutto il paraggio costiero, data l'esposizione alla maggiore risultante vettoriale energetica del moto ondoso, le falesie si mostrano in condizioni di più rapido arretramento rispetto a gran parte delle aree costiere isolane, fatte salvo, ovviamente, quelle ove, in simili condizioni idraulico-marittime, affiorino le eolianiti fossili (es.: Golfo dell'Asinara). Assai rilevante inoltre il contesto basaltico soggetto a crollo presso Capo S. Marco.

ARBURESE-SULCIS-CIXERRI

Questo settore fa rilevare in primo luogo la presenza di innumerevoli fenomeni gravitativi collegati alla presenza di attività minerarie più o meno dismesse, che si manifestano per lo più con eventi del tipo aree soggette a frane superficiali diffuse o crollo, sia su corpi detritici d'origine antropica che lungo versanti naturali di origine cristallina alterati.

Molto rappresentati, inoltre, nell'area dell'Iglesiente-Cixerri i fenomeni di sprofondamento (Sinkhole) per lo più connessi con l'oscillazione idrica entro acquiferi dovuti alla concomitanza di un substrato carsificato derivante da litologie carbonatiche cambriche ed i sovrastanti depositi detritici di varia età da terziaria a quaternaria. Sussiste l'interferenza palese degli stessi sia con rete viaria che ferroviaria.

Sono risultati significativi e soprattutto assai singolari, altresì, i vistosi fenomeni di crollo assai diffusi lungo la conoide alluvionale percorsa dal Riu Terra Maistus (Guspini). E' risultata evidente una certa interferenza con le modificazioni antropiche legate all'espansione urbanistica ed alla realizzazione di infrastrutture di servizio (area di Villacidro-Gonnosfanadiga; settore costiero urbanizzato di Arbus).

Gran parte dei fenomeni censiti risultano da quiescenti ad attivi, con grande propensione alla riattivazione durante la passata stagione sia nei mesi autunno-invernali, che in quelli primaverili, data la perdurante imbibizione dei terreni.



Figura 25.21 Comune di Tempio Pausania. Colata di pietrame (blockstream).

25.11 Considerazioni conclusive

Le attività condotte nell'ambito del progetto hanno consentito l'informatizzazione alfanumerica e cartografica dei fenomeni franosi censiti con la creazione di una banca dati contenente 1.523 frane distribuite sul territorio regionale, sulla base delle quali è stato predisposto il contenuto qui esposto e rappresentato con annesse analisi statistiche e grafiche.

Sulla base di quanto censito si possono trarre le seguenti considerazioni:

La superficie interessata da fenomeni di instabilità dei versanti ricopre oltre 187 km² pari a poco più dello 0,78% dell'estensione del territorio isolano.

Le tipologie di frana più ricorrenti sono i crolli e ribaltamenti, sia come fenomeni singolarmente perimetrabili, sia come moltitudine di eventi all'interno di aree soggette a fenomenologie diffuse. Occorre rilevare, a tale proposito, che i fenomeni di grande rilevanza, sono estremamente diffusi e per certi versi sistematici in corrispondenza di differenziali morfologici elevati (es: morfologie ad espandimenti ignimbrici sovrapposti a bancate calcaree sovrapposte a substrati cristallini paleozoici o effusivi terziari).

Tra essi, in particolare sono da evidenziare i seguenti fenomeni:

- Frane di crollo/ribaltamento sui pendii scoscesi in rocce granitoidi (Goceano, Ogliastra, Gallura, Guspinese-Arburese);
- Frane di crollo/ribaltamento sotto le cornici Calcaree (Tacchi) mesozoiche (Jerzu, Ulassai, Osini, Tertenia etc.; Urzulei, Baunei, Dorgali, Oliena³, Orgosolo);
- Frane di crollo/ribaltamento sotto le cornici Ignimbriche mioceniche (Anglona: Castelsardo, Sedinì, Tergu, Martis, Laerru, Perfugas; Logudoro: Ittiri, Thiesi, Bonorva; Monteleone: Villanova M., Monteleone R., Putifigari, Romana; Planargia: Bosa, Montresta; Marghine: Macomer, Bortigali; Barigadu: Busachi, Sorradile; Sulcis:

³ Valgono per Oliena le stesse considerazioni di cui alla nota 4. Va detto che per buona parte dei fenomeni franosi areali di vasta estensione di crollo e ribaltamento, ai piedi dei rilievi calcarei delle aree interne dei *Supramontes* della Barbagia-Ogliastra, si è data priorità al rilievo di quelli che avessero comportato maggiori interferenze con centri abitati ed infrastrutture viarie.

- Carbonia, Portoscuso, S. Antioco, Carloforte);
- Frane di crollo/ribaltamento sotto le cornici Calcaree mioceniche (Sassarese; Logudoro; Anglona; Bosano; Marmilla; Montiferru; Sarcidano etc);
 - Frane di crollo/ribaltamento sotto le cornici Basaltiche plioceniche (Logudoro, Coloru: Ploaghe, Codrongianus, Cargeghe; Pelau: Siligo, Bonnanaro, Bessude, Borutta; Campeda: Macomer, Suni, Sindia, Bonorva; Planu Mannu: Bono, Bonorva etc.; Altopiano di Paulilatino: Bonarcado, Norbello, Abbasanta etc.; *Giare* della Marmilla etc.; *Gollei* della Valle del Cedrino);
 - Frane di crollo/ribaltamento in corrispondenza delle falesie costiere su Paleo-dune pleistoceniche, sedimenti calcarei miocenici, calcari giurassici e cretaci (dune fossili: Porto Torres, Castelsardo, Alghero, Cabras, Tresnuraghes; Penisola del Sinis; Golfo di Orsei e Capo Caccia-Punta Giglio).

Verosimilmente, essi rappresentano un'eredità del più recente passato climatico seppure la loro ricorrenza debba essere associata anche agli aspetti geomeccanici ereditati dalla struttura tettonica e quindi allo stato di fratturazione dei litotipi. In alcuni casi si tratta di fenomeni sostanzialmente stabilizzati, più spesso di fenomeni quiescenti ed attivi.

In particolare, sul piano analitico, si ritiene di poter concludere definendo lo stato di attività, di sospensione o quiescenza per i fenomeni franosi che interessano le cornici a inclinazioni comprese fra i 90° e i 75°. Per converso si può anche convenire per una progressiva tendenza alla stabilizzazione lungo i pendii, in funzione dell'angolo di riposo dei materiali crollati e ribaltati, a patto che le superfici su cui avviene il movimento non siano a loro volta instabili per ragioni idrogeologiche e geotecniche.

Nel complesso costituiscono una casistica così arealmente rilevante che non può essere taciuta e che, soprattutto, non può che essere illustrata in scala 1:25.000.

A parere di chi scrive, data la diffusione, la rilevanza areale e la ricorrenza fenomenologica della riattivazione, costituiscono l'aspetto più caratterizzante della condizione di franosità del territorio isolano.

La Franosità Relitta costituisce l'altra fattispecie tipica. Essa è altrettanto diffusa, soprattutto nelle compagini intrusive, quanto più a tendenza basica (Granodioriti e Tonaliti).

Tale franosità di sfondo, che è stata rilevata in un vasto settore che comprende inoltre, anche Gallura, Barbagia, Ogliastra e Sarrabus, può essere fattore predisponente e cagione di riattivazioni di grande magnitudo in condizioni di piovosità estremamente intense. Ne è stata prova la serie di fenomeni di Debris Flow che nel dicembre 2004 hanno colpito l'abitato di Villagrande Strisaili. Indirettamente ne sono costanti testimoni le coltri alluvionali di varia età presenti sul settore orientale le quali rappresentano la principale fonte di alimentazione del trasporto solido nei bacini idrografici defluenti sul Tirreno.

Fenomeni complessivamente relitti o più spesso naturalmente stabilizzati s'individuano, inoltre, lungo i versanti intorno ai tavolati basaltici del Nord Sardegna (*Block Streams*) in provincia di Sassari.

Sono emersi infine alcuni casi di vaste dimensioni areali ricadenti nella casistica, dei fenomeni complessi. A ben vedere, ma senza peraltro averne la certezza, in assenza di approfondimenti di studio, si potrebbero configurare come casi di sola espansione laterale. Gli ambiti regionali di riferimento sono il Logudoro, l'Anglona ed il Sarcidano. Il tratto geologico comune, in tutti i casi, è, rappresentato dalla sovrapposizione di corpi rocciosi calcarei terziari fratturati in grandi pilastri, su piroclastiti più o meno alterate ed espandibili del ciclo vulcanico miocenico.

Si evidenziano tre casi certamente eclatanti, più o meno evoluti, in termini di attività, allo stato relitto: quello di Nulvi in Anglona (unico caso dove l'attività permane a prescindere per scivolamenti e/o crolli sull'area delle testate e sul coronamento), e quelli di Cargeghe e Florinas (Valle del Riu Mannu-Bidighinzu) in Logudoro. In ciascuno di essi, gli interventi umani sovrapposti (la rete stradale provinciale soprattutto e in subordine gli insediamenti) hanno teso a provocare l'innescò di fenomeni di tipo gravitativo. Il caso di Nulvi appare decisamente il più parossistico e vasto. Il rilevamento di vere e proprie colline disarticolate e "galleggianti" sul substrato vulcanico evidenzia un'estensione decachilometrica del fenomeno (tanto da far invocare condizioni di messa in posto sia fisiografiche che morfoclimatiche decisamente

antiche) a cui fa seguito, attualmente, un insieme di fenomenologie da attive a quiescenti in grado di dare preoccupazioni al territorio. Il caso dovrebbe quindi essere senz'altro sottoposto a maggiori investigazioni ai fini di una più efficace pianificazione territoriale.

Riassumendo si può prospettare, in rapporto al substrato geo-litologico, il seguente quadro di distribuzione dei fenomeni franosi:

Tabella 25.3 Quadro della distribuzione dei fenomeni franosi.

Movimento	Substrato
Crollo/ribaltamento	Calcari eocenici Calcari mesozoici Ignimbriti mioceniche Basalti pliocenici Basalti quaternari Eolianiti Fossili
Scivolamento Rotazionale	Scisti metamorfici Filloniti e Filladi Detrito del substrato metamorfico
Scivolamento traslativo	Sostrati vari in funzione della morfologia Falde detritiche ai piedi dei rilievi calcarei mesozoici
Colamento Rapido	Granitoidi e loro prodotti di franosità relitta Metamorfiti di basso grado
Colamento lento	Detriti su vari substrati Piroclastiti alterate
Espansione laterale	Calcari miocenici sovrapposti a piroclastiti mioceniche
Aree soggette a Frane superficiali diffuse	Ubiquitarie nelle litologie alterate: per lo più effusive, intrusive (arenizzazioni) e sedimentarie
Aree soggette a Crolli/Ribaltamenti diffusi	In tutte le aree rocciose

Il Progetto IFFI relativamente al territorio della Sardegna, con il censimento effettuato può considerarsi come un primo quadro sinottico e di dettaglio del dissesto per frana nella regione, fatti salvi gli areali di cui alle note n. 4 e 5 e le seguenti zone:

- Aree ricadenti in Servitù Militari;
- aree di competenza del Ministero di GG.GG. (Colonie Penali)
- isola dell'Asinara;
- Arcipelago di La Maddalena;
- gran Parte del perimetro costiero dell'isola di San Pietro;
- gran Parte del perimetro costiero dell'isola di Sant'Antioco;
- isola di Tavolara;
- aree minerarie e di cava attive;
- gran parte delle attività minerarie dismesse rientranti nel Parco Geominerario della Sardegna;
- parte del tratto costiero dell'Ogliastra amministrato da Gairo, Loceri, Lanusei, Arzana;
- buona parte delle aree in falesia costiera attiva, se si escludono le aree costiere Nord Occidentali.

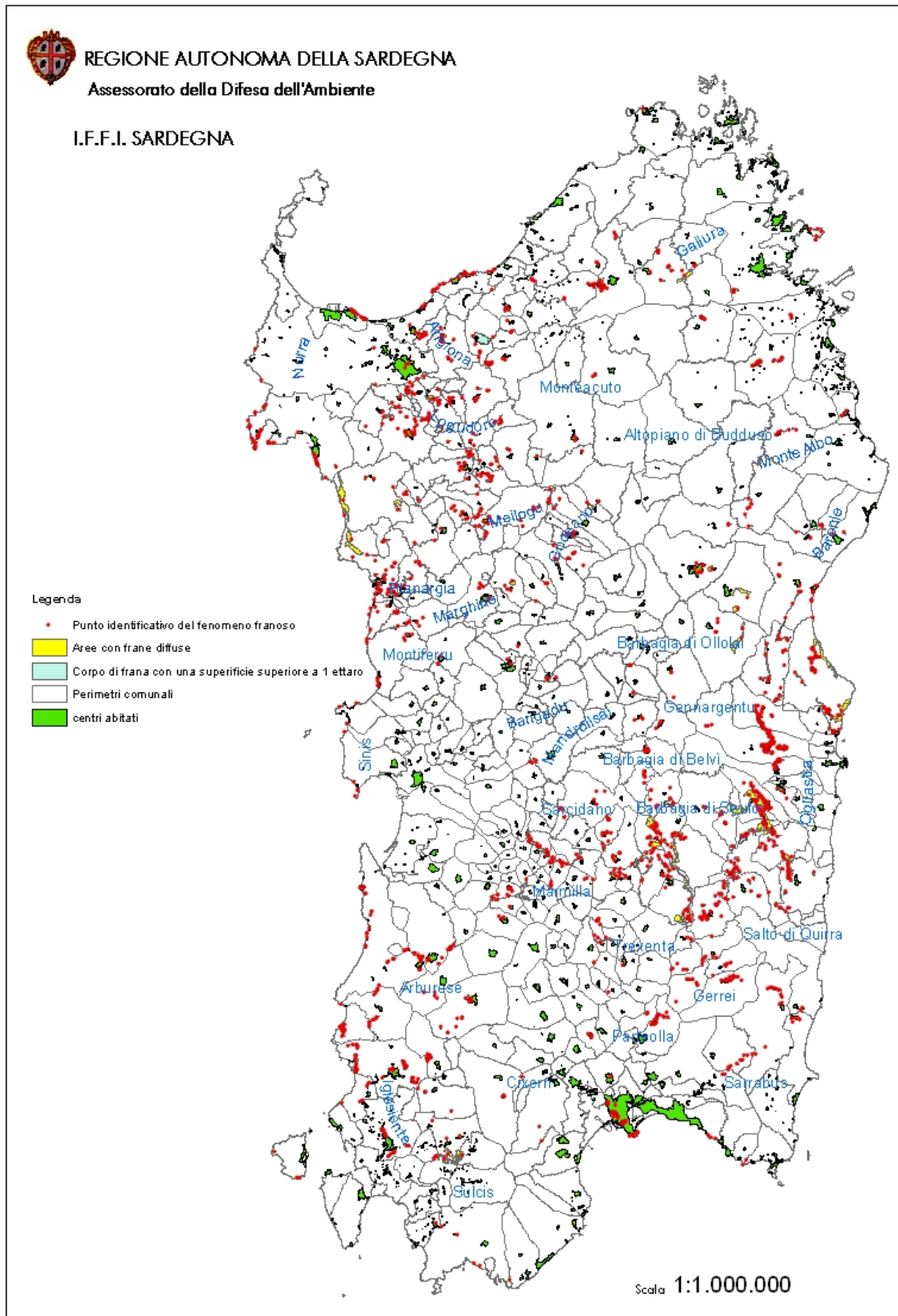


Figura 25.22 Quadro sinottico dei fenomeni franosi.

25.12 Riferimenti bibliografici

- Amanti M. et alii (1996) *Guida al censimento dei fenomeni franosi ed alla loro archiviazione*. Presidenza del Consiglio dei Ministri – Servizio Geologico, Istituto poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.
- Ardau F., Barbieri G., Fantini S. (2000) Landslide hazard zoning in the Ierzu Hillside (Sardinia, Italy). *Journal of Nepal Geological Society*, **22**, 429-434.
- Balia R., Barroccu G., Deidda G.P., Sciabica M.G., Uras G. (1993) *Problemi di stabilità nel versante nord-occidentale del colle di Buoncammino - Cagliari (Sardegna)*. Dipartimento di Ingegneria del Territorio, Sezione di Geologia Applicata e Geofisica Applicata Università degli Studi di Cagliari.
- Balia R., Gavaudo E., Ghiglieri G. (2001) Geophysical survey of a karst area - a case study from Sardinia, Italy. *European Journal of environmental and engineering geophysics*, **6**, 167-180.
- Barbieri G., Fenu G., Ghiglieri G. (2002) Zonazione di pericolosità franosa del versante di Gairo S. Elena (Sardegna centro-orientale). *Convegno nazionale Conservazione dell'ambiente e rischio idrogeologico, Assisi, 11-12 dicembre 2002*.
- Barbieri G., Flores R., Ghiglieri G. (1998) Unstable slopes monitoring by means of topographic surveys at Castelsardo, Sardinia, Italy. *8th International IAEG Congress International de AIGI, 1998*. Balkema, Rotterdam.
- Barbieri G., Flores R., Pirola A. (1993) Primi risultati del monitoraggio topografico sul versante franoso di Osini (Nuoro). *Atti del XX Congresso Internazionale di Geoidrologia (Firenze 1993)*.
- Barbieri G., Ghiglieri G. (1998) Study of stability of a cliff in the built up part of Castelsardo, Sardinia, Italy. *8th International IAEG Congress/8ème Congrès International de AIGI, 1998*. Balkema, Rotterdam.
- Barbieri G., Giani G.P., Uras G., Vernier A. (1988) Modellizzazione della frana di crollo di Monte Oili in Agro di Baunei (Nuoro). *C.N.R. Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, Riunione Planetaria delle Unità Operative. Roma 19-20 Dicembre 1988. Geologia Romana Vol. XXX, Università degli Studi di Roma "La Sapienza"*.
- Barbieri G., Pudda A., Uras G., Vernier A. (1994) *Studio della frana di scoscendimento lungo la S.P. per Villanovatulo. Modellizzazione del versante mediante l'uso di softwares applicativi*.
- Barca S., Maxia M. (1982) Assetto stratigrafico e tettonico del Paleozoico del Sarrabus occidentale. In: *Guida alla Geologia del Paleozoico sardo. Guide Geologiche Regionali. Soc. Geol. It., 87-93*.
- Beccaluva L., Civetta L., Macciotta G., Ricci C. A. (1985) Geochronology in Sardinia: results and problems. *Rend. Soc. It. Min. e Petrol.*, **40**, 57-72, Milano.
- Bralia A., Ghezzi C., Guasparri G., Sabatini G. (1981) Alcuni aspetti genetici del batolite ercinico sardo. *Rend. Soc. It. Miner. Petrol.* **37**.
- Brandis P. (1972) Studio e distribuzione geografica delle frane in Sardegna (I nota: La frana di Bessudde nel Logudoro). *Bollettino della Società Sarda di Scienze Naturali*, Anno VI, vol. **XI**.
- Brandis P. (1979) *Studio e distribuzione geografica delle frane in Sardegna (2° nota: Le aree franose e la frana del "Mascari")*. Pubblicazione dell'Istituto di Scienze Geografiche dell'Università degli Studi di Sassari.
- Caredda G., Cinus S., Farris M. (2004) I sinkholes del Sulcis-iglesiente, casi di studio e ruolo delle pubbliche amministrazioni. *Atti primo seminario "Stato dell'arte sullo studio dei fenomeni di sinkholes e ruolo delle pubbliche amministrazioni statali e locali nel governo del territorio"* (pp. 249-262). Roma – APAT –Dipartimento Difesa Suolo.
- Carmignani L. & Autori vari (1987a) *Structural model of the Hercynian basement of Sardinia*. Scala 1:500.000. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Progetto Geodinamica, sottoprogetto 5: Modello Strutturale d'Italia, Salomone, Roma.

- Carmignani L., Cherchi A., Ricci C.A. (1989) Basement structure and mesozoic-cenozoic evolution of Sardinia. In: *The lithosphere in Italy advances in earth science research. Acc. Naz. Lincei*, 80, (pp. 63-92).
- Carmignani L., Oggiano G., Barca S., Conti P., Salvadori I., Eltrudis A., Funedda A., Pasci S. Geologia della Sardegna – Note illustrative della Carta Geologica scala 1:200.000. *Memorie Descrittive Carta Geologica d'Italia*, Vol. **LX**, pag. 16.
- Carrara A., Carton A., Dramis F., Panizza M., Prestininzi A. (1987) Cartografia della pericolosità connessa ai fenomeni di instabilità dei versanti. *Boll. Soc. Geol. It.*, **106**, 199-221.
- Castaldi F. (1940) Osservazioni morfologiche sulle coste settentrionali della Sardegna (Porto Torres). *Boll. Soc. Nat.*, **51**, 65-80, Napoli.
- Cherchi A., Montadert L. (1982) Il sistema di rifting oligo-miocenico del Mediterraneo occ. e sue conseguenze paleogeografiche sul territorio sardo. *Mem. Soc. Geol. It.*, **24**, 387-400, Roma.
- Cocozza T. (1972) *Schema stratigrafico strutturale della Sardegna*. G.E.C. Roma.
- Cocozza T., Schafer K. (1974) Cenozoic Graben Tectonics in Sardinia. *Rend. Sem. Fac. Sc. Univ. Cagliari*, suppl. vol. **43**, pp. 145-162.
- Crescenti U., Dramis F., Prestininzi A., Sorriso-Valvo (1994) *Deep-seated gravitational slope deformations and large-scale landslides in Italy*. Gruppo nazionale C.N.R. - Deformazioni gravitative profonde di versante (Italia) Dipartimento di Scienze, Storia dell'Architettura e Restauro (Pescara) Special volume for the International Congress IAEG Lisboa (sept. 1994).
- Crino S. (1930) Le frane della Sardegna. *Estratto da "L'Ingegnere" Rivista Tecnica del Sindacato Nazionale Fascista Ingegneri*, vol. IV - Num. I Roma.
- Dieni I, Massari F. (1971) Scivolamenti gravitativi ed accumuli di frana nel quadro della morfogenesi plio-quadernaria della Sardegna centro-orientale. *Memorie Società Geologica Italiana*, **10**, 313-345.
- Dore M., Tilocca G., Deroma M.A. (2001) Carta inventario dei fenomeni franosi e alluvionali nella Provincia di Sassari. *XIX Giornata dell'Ambiente Riassunto per il Convegno: IL DISSESTO IDROGEOLOGICO: INVENTARIO E PROSPETTIVE Accademia Nazionale dei Lincei, Roma 5 giugno 2001*.
- Falchi E. (1980) Misure topografiche e fotogrammetriche per il controllo di movimenti franosi. *Atti Fac. Ing. Univ. Vol. 15, Cagliari*.
- Federici P.R., Ginesu S (1991) I fenomeni di instabilità dei versanti con centri abitati della Sardegna centro-settentrionale. *Bollettino della Società Sarda di Scienze Naturali* n. **145**.
- Ginesu S., Cossu A. (1993) Studio dei fenomeni di dissesto della provincia di Sassari: il caso dell'abitato di San Lorenzo. *Bollettino Società Sarda Sci. Nat.*, **29**, 11-21.
- Ginesu S., Cossu A. (1993) Studio dei fenomeni di dissesto della provincia di Sassari il caso del paese di Castelsardo. *Bollettino Società Sarda Sci. Nat.* **29**; 1-10.
- Ginesu S., Sias S. (1993) Studio dei dissesti della Sardegna settentrionale: la frana di Florinas (Sassari). *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem. Serie A*, **100**.
- Marini A., Ulzega A. (1977) *Osservazioni geomorfologiche sul tacco di Ulassai*. Istituto di Geologia dell'Università di Cagliari.
- Montaldo P. (1970) Dissesti di versanti di bacini idrografici della Sardegna. *Bollettino Tecnico Trimestrale del circolo culturale Ingegneri ed Architetti Sardi* n. 6, Col contributo della Regione Autonoma Sarda.
- Moretti A. (1953) Sui movimenti franosi degli abitati di Osini e di Gairo (Nuoro). *Bollettino del Servizio Geologico d'Italia*, **LXXV** (2°).
- Pala A., Pecorini G., Porcu A., Serra S. (1982) Schema geologico strutturale della Sardegna. In: *Ricerche geotermiche in Sardegna con particolare riferimento al graben del Campidano*. CNR - PFE - SPEG - RF - 10,7 - 24.
- Pecorini G., Pomesano, Cherchi A. (1969) Ricerche geologiche e biostratigrafiche sul Campidano meridionale. *Mem. Soc. Geol. It.*, **8**, 421-451, Roma.

Vardabasso S. (1962) Questioni paleogeografiche relative al Terziario antico in Sardegna. *Estr. dalle Mem. Soc. Geol. It.*, **3**, 655-673, Pavia.

"Programma speciale SCAI" Unità operativa 2.28 Università degli Studi di Cagliari Dipartimento di Ingegneria del Territorio Responsabile: Prof. Ing. Giulio Barbieri (1993) - CNR Gruppo Nazionale per la difesa dalle catastrofi idrogeologiche Linea: previsione e prevenzione di eventi franosi a grande rischio.



25.13 Struttura operativa Regione Autonoma della Sardegna

REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Assessorato della Difesa dell'Ambiente
Direzione Generale della Difesa dell'Ambiente
Servizio Protezione civile, Tutela del suolo e Politiche forestali

Responsabile Tecnico – Scientifico:

Dott. Geol. Mauro Farris

Coordinatori:

Dott. Ing. Salvatore Cinus
Dott. Ing. Sabrina Demuru
Dott. Ing. Mario Deriu
Dott. Geol. Mauro Farris
Dott. Ing. Giuliano Patteri

Staff – Amministrativo della struttura regionale:

Rag. Giovanni Atzeni
Sig.ra Nicoletta Brundu
Sig. Ignazio Perra
Sig. Gianbattista Serra
Rag. Daniela Sirigu

Referente per le Analisi del dissesto e le verifiche di campagna:

*Dott. Geol. Giovanni Tilocca**

Staff - Analisi del dissesto e verifiche di campagna*:

Dott. Geol. Davide Boneddu
Dott. Geol. Giambattista Cadau
Dott. Geol. Alessandro Forci
Dott. Geol. Francesco Cincotti
Dott. Geol. Giuseppe Ledda
Dott. Geol. Antonio Marras
Dott. Geol. Valter Mascia
Dott. Geol. Gianluca Panetto
Dott. Geol. Sandro Pasci
Dott. Geol. Bruna Pendugiu
Dott. Geol. Giuseppe Pisanu
Dott. Geol. Giovanni Tilocca
Dott. Geol. Vittorio Uras

Referente per l'Informatizzazione:

*Dott. Geol. Riccardo Martelli **

Staff – Informatizzazione*

Dott.ssa Beatrice Bellocchi
Dott.ssa Federica Bencini
Dott. Geol. Lorenzo Gianangeli
Dott. Geol. Riccardo Martelli

Altre partecipazioni:

PODIS, Programma PON-ATAS – Ministero dell'Ambiente – *Dott. Geol. Daniela Demuro*
Tirocinio formativo di orientamento – P.O.N. 2000-2006 Asse III- Misura III.5 - *Dott. Ing. Silvia Collu, Dott. Geol. Francesca Demurtas, Dott. Geol. Silvia Sanna.*

*Geologi liberi professionisti

Rapporto finale Settembre 2005