



# COMUNE DI TRINITA' D'AGULTU E VIGNOLA

PROVINCIA DI OLBIA - TEMPIO

## PIANO URBANISTICO COMUNALE



ID

AGGIORNAMENTO

**AGOSTO 2013**

### AMMINISTRAZIONE

SINDACO

ASSESSORE URBANISTICA

RESPONSABILE U.T.C.

- SIG.RA ANNA MURETTI

- RAG. GIAMPIERO CARTA

- DOTT. ING. GIOVANNI ANTONIO PISONI

### GRUPPO DI PROGETTAZIONE

COORDINATORE

CONSULENTI:

STUDIO DEMOGRAFICO-ECONOMICO

STUDIO GEOLOGICO

STUDIO AGRONOMICO-NATURALISTICO

- DOTT. ING. LORENZO CORDA

- DOTT. SERGIO SASSU

- DOTT. GEOL. GIOVANNI TILOCCA

- DOTT. AGR. DOMENICO SORU

- INTREGA S.R.L.

STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO

STUDIO STORICO-CULTURALE

VALUTAZIONE INCIDENZA AMBIENTALE

VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA

PIANO DI UTILIZZO DEI LITORALI

CARTOGRAFIA

- DOTT. ING. MICHELE TERRITO

- DOTT.SSA ARCHEOL. PAOLA MANCINI

- DOTT. FOR.GIANLUCA SERRA

- DOTT.SSA AGR. GIULIA URRACCI

- UFFICIO TECNICO COMUNALE

- DOTT. AGR. GIOVANNI DETTORI

### ALLEGATO

**ASSETTO AMBIENTALE**

**STUDIO GEOLOGICO**

**RELAZIONE ILLUSTRATIVA**

**STUDIO PERICOLOSITA' GEOLOGICA**

ID. TAV.

**2.3.10**

SCALA

--

### APPROVAZIONI

# RELAZIONE ILLUSTRATIVA

*Studio geologico per l' Adeguamento al PAI*

## PREMESSA

La presente relazione accompagna e sintetizza l'espletamento dell'incarico dello scrivente relativo all'adeguamento del PUC al P.A.I., Piano di Assetto Idrogeologico della R.A.S..

## 1. OGGETTO E OBIETTIVI DELLO STUDIO

L'oggetto dello studio è la perimetrazione e la classificazione delle aree a pericolosità diffusa non perimetrate dal P.A.I. così come definite nell'art. 26 delle Norme di Attuazione del P.A.I. della R.A.S.. I contenuti cartografici di tale studio sono concettualmente complementari a quelli relativi alla Trasposizione delle aree pericolose del P.A.I. vigente nel PUC.

## 2. AMBITO DELLO STUDIO

L'ambito di riferimento geografico è il territorio comunale di Trinità d'Agultu e Vignola (OT) secondo i limiti ufficiali comunali, ricompresi nelle seguenti 10 sez. della C.T.R. in scala 1:10.000 (da Nord a Sud e da W ad Est):

- a. 426080; 427050;
- b. 426120; 427090;
- c. 426150; 426160; 427130;
- d. 442030; 442040; 443010;

ed appartenenti agli Ambiti n.15 (Bassa Valle del Coghinias) e n.16 (Gallura costiera nord occidentale) del Piano Paesistico Regionale.

I risultati dello studio sono stati raccolti in n. 5 carte di pericolosità, di cui n.2 in scala 1:10.000 (settore Nord e settore Sud) e n. 3 in scala 1:2000 (Centro Urbano Trinità; Frazioni *Paduledda-La Scalitta*; Frazione *Isola Rossa-Canneddi*) e, su richiesta del Comune, anche le relative 5 carte del rischio e 5 carte degli elementi a rischio. Gli elaborati consegnati in formato Shapefile, PDF e cartaceo sono dunque, 15.

Esse si aggiungono

### 3. MATERIALI E METODI

In sintesi le attività svolte sono così riassumibili:

- a. RICERCA BIBLIOGRAFICA
- b. RICERCA CARTOGRAFICA
- c. RICERCA DOCUMENTARISTICA PER ALTRE FONTI TECNICHE
- d. ANALISI FOTOGEOLOGICA
- e. RILIEVI SUL TERRENO
- f. ELABORAZIONE DELLE CARTOGRAFIE IN AMBIENTE CAD
- g. OTTIMIZZAZIONE ED EDITING IN AMBIENTE **GIS** IN BASE ALLE INDICAZIONI TECNICHE **R.A.S.**

Per ognuna delle fasi da a. ad e. vale quanto esposto nella Relazione Illustrativa di adeguamento al PPR, unitamente a quanto di seguito si esporrà.

### 4. PERICOLOSITA' GEOLOGICA

#### **CONCETTO DI PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA**

La pericolosità idrogeologica è la probabilità che un fenomeno calamitoso, di piena o di frana, di una data *grandezza* o *magnitudo* si verifichi per una data area, in un dato periodo di tempo.

In ambito geologico o per meglio dire geomorfologico, la pericolosità è una caratteristica legata a condizioni predisponenti intrinsecamente connesse al territorio, di ordine geolitologico (geostrutturale o geotecnico), geomorfologico (fisiografia, orografia, pendenza dei versanti, gradienti, esposizioni) e d'uso del suolo, e a quelle innescanti relative, di solito, agli afflussi pluviometrici da un lato o a incongrui interventi umani dall'altro. La sua quantificazione spaziale è frutto di valutazioni messe in atto attraverso metodologie di vario genere ora quantitative ora qualitative. Le prime fanno riferimento ad approcci statistici, deterministici e probabilistici, con crescenti applicazioni di modellizzazione matematica in funzione dell'incremento dei livelli di incertezza. I secondi sono la conseguenza, nel loro insieme, degli approcci semplificati consolidati messi a punto a partire da circa trent'anni fa che, prendendo in considerazione di norma numerosi fattori di dissesto, necessitano dell'utilizzo dei sistemi informativi geografici per la sovrapposizione dei vari tematismi (*overlay mapping*). Tali metodi nella loro semplicità sono gravati da un'evidente soggettività nell'attribuzione delle ponderazioni (pesi)

mediante le quali si quantificano, sommandole, le qualità dei parametri utilizzati al fine di ottenere un risultato numerico. Questo approccio, per quanto rigorosamente applicato, rende i prodotti che ne derivano (Perimetrazioni) di difficile replicabilità e di ancor più difficile controllo.

La perimetrazione nel P.A.I.-R.A.S. deriva proprio dalla sovrapposizione in ambiente GIS di cartografie tematiche. Anch'essa è determinata in 4 livelli Hg1, Hg2, Hg3, Hg4 con le medesime definizioni.

La sua applicazione in Sardegna ha mostrato diversi ordini di criticità, in primo luogo la non congruità dei pesi proposti dalle Linee Guida del P.A.I. che, nei fatti, non sono altro che una semplificazione di una metodologia risalente al 1978 (Amadesi & Vianello, *Mem. Soc. Geol. It.*, vol. 19, pag. 53-69; 1978) ove risulta nettamente evidente lo sbilanciamento verso il tematismo litologico a discapito di quello morfologico e dell'uso del suolo, soprattutto a causa del fatto che i pesi delle litologie vengono disgiunti dalle condizioni di pendenza in cui le litologie si collocano.

Nelle Figure successive alcuni riferimenti tratti dalle Linee Guida del P.A.I..

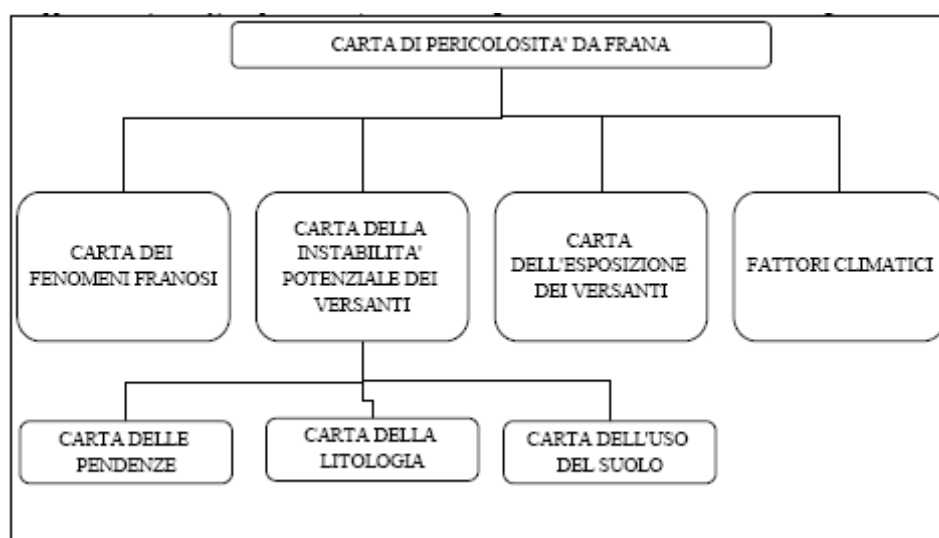


Fig. 1-Approccio concettuale della pericolosità geomorfologica PASI –RAS.

Nella sostanza si tratta di redigere in primo luogo una **Carta dell'Instabilità Potenziale** a partire dall'incrocio in ambiente GIS (*Overlay Mapping*) di n.3 ulteriori tematismi di lavoro:

- A. La carta Geo-litologica (L)
- B. La carta delle Acclività o delle Pendenze (P)
- C. La carta dell'Uso del Suolo (UDS)



Si noti che tale carta, incrociata con quella dei fenomeni franosi (ovvero anche con ulteriori elementi, ove disponibili; Fig. 1) conduce alla creazione della *Carta della Pericolosità di Frana* così come definito nelle LL.GG. P.A.I..

Ai suddetti strati, per ciascun elemento informativo grafico evidenziato (Classi o Descrizioni) viene assegnato un peso in base ad attribuzioni indicate in apposite tabelle (sebbene “a titolo di esempio”).

classe	Descrizione	peso
1.	detrito di falda, con detritici e conoidi di deiezione	1
2.	Depositi lagunari, lacustri e palustri	4
3.	Alluvioni ghiaiose recenti ed attuali degli alvei fluviali	5
4.	Alluvioni ghiaiose, antiche e terrazzate	5
5.	Alluvioni prevalentemente sabbiose	6
6.	Depositi alluvionali prevalentemente limoso-argillosi	5
7.	Depositi argillosi	2
8.	sabbie eoliche	2
9.	sabbie, anche grossolane con livelli ghiaiosi ed intercalazioni di arenarie	3
10.	arenarie, arenarie conglomeratiche	
11.	marne	4
12.	calcari, calcari marnosi	7
13.	dolomie, dolomie calcaree e calcari dolomitici	8
14.	Calcescisti, micascisti, argilloscisti	4
15.	amfiboliti	7
16.	gneiss con elevata densità di giunti di fratturazione	5
17.	gneiss massicci e con giunti di fratturazione radi	8
18.	tufi, tufi conglomeratici	3
19.	ignimbriti	7
20.	basalti,	8
21.	trachiti, fonoliti	7
22.	andesiti	5
23.	rioliti massicce	7
24.	graniti, granodioriti alterati con potenti coperture di sabbioni arcosici	2
25.	graniti, granodioriti massicci privi di copertura ed alterazione	9

Fig.2 - Classi litologiche e rispettivi pesi secondo le LL. GG. P.A.I.

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

Fig. 3 -Classi di pendenza delle LL. GG. secondo le LL. GG.-P.A.I.

<i>Sigla</i>	<i>Classi di uso del suolo</i>	<i>Impendenza</i>	<i>Peso</i>
111	Tessuto urbano continuo	mediocre	0
112	Tessuto urbano discontinuo	mediocre	0
121	Aree industriali e commerciali	mediocre	0
122	Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori	minima	-1
124	Aeroporti	mediocre	0
131	Aree estrattive	nulla	-2
133	Aree in costruzione	minima	-1
211	Seminativi in aree non irrigue	nulla	-2
221	Vigneti	nulla	-2
222	Frutteti	mediocre	0
231	Prati stabili	mediocre	0
242	Sistemi colturali particellari complessi	minima	-1
243	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie	nulla	-2
311	Boschi di latifoglie	massima	+2
312	Boschi di conifere	massima	+2
313	Boschi misti	massima	+2
321	Aree a pascolo naturale e prateria d'alta quota	mediocre	0
322	Brughiere e cespuglieti	buona	+1
324	Aree vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	buona	+1
331	Spiagge, dune, sabbie	nulla	-2
332	Rocce nude, falesie, rupi e affioramenti	nulla	-2

Fig. 4- Pesi relativi alle classi d'Uso del Suolo secondo le LL. GG.-P.A.I.

Una volta assegnati i pesi si passa ad una somma algebrica che conduce a risultati ripartibili in n. 5 classi di Instabilità potenziale (o propensione/suscettibilità al dissesto), secondo le seguenti definizioni:

- Potenzialmente Stabile
- Instabilità potenziale limitata
- Instabilità potenziale media
- Instabilità potenziale forte
- Instabilità potenziale massima

Coi pesi riportati nella Fig. 5.

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

Fig. 5-Classi d'instabilità potenziale secondo le LL. GG.-P.A.I.

Classe	Intensità	Valore	Descrizione
Hg0	Nulla	0	Aree non soggette a fenomeni franosi con pericolosità assente e con pendenze < 20%;
Hg1	Moderata	0,25	aree con pericolosità assente o moderata e con pendenze comprese tra il 20% e il 35% con copertura boschiva limitata o assente; aree con copertura boschiva con pendenze > 35%
Hg2	Media	0,50	aree con pericolosità media con fenomeni di dilavamento diffusi, frane di crollo e/o scivolamento non attive e/o stabilizzate, con copertura boschiva rada o assente, e con pendenze comprese tra 35 e 50%, falesie lungo le coste
Hg3	Elevata	0,75	aree con pericolosità elevata con pendenze >50% ma con copertura boschiva rada o assente; frane di crollo e/o scorrimento quiescenti, fenomeni di erosione delle incisioni vallive. Fonti di scavo instabili lungo le strade; aree nelle quali sono inattività o sono state svolte in passato attività minerarie che hanno dato luogo a discariche di inerti, cave a cielo aperto, cavità sotterranee con rischio di collasso del terreno e/o subsidenza (i siti minerari dismessi inseriti nella Carta della pericolosità di frana); aree interessate in passato da eventi franosi nelle quali sono stati eseguiti interventi di messa in sicurezza
Hg4	Molto elevata	1	aree con pericolosità molto elevate con manifesti fenomeni di instabilità attivi o segnalati nel progetto AVI o dagli Enti Locali interpellati o rilevate direttamente dal Gruppo di lavoro

Fig. 6-Significato dei livelli di pericolosità P.A.I., secondo le indicazioni della Relazione generale P.A.I.

Elementi a rischio	Pericolosità Geologica e Rischio associato			
	H <sub>g1</sub>	H <sub>g2</sub>	H <sub>g3</sub>	H <sub>g4</sub>
E1	$E1 \times H_{g1} = R_{g1}$ $= 0,25 \times 0,25 =$ 0,0625	$E1 \times H_{g2} = R_{g1}$ $= 0,25 \times 0,50 =$ 0,125	$E1 \times H_{g3} = R_{g1}$ $= 0,25 \times 0,75 =$ 0,1875	$E1 \times H_{g4} = R_{g1}$ $= 0,25 \times 1 =$ 0,25
E2	$E2 \times H_{g1} = R_{g1}$ $0,50 \times 0,25 =$ 0,125	$E2 \times H_{g2} = R_{g1}$ $0,50 \times 0,50 =$ 0,25	$E2 \times H_{g3} = R_{g2}$ $0,50 \times 0,75 =$ 0,375	$E2 \times H_{g4} = R_{g2}$ $0,50 \times 1 =$ 0,50
E3	$E3 \times H_{g1} = R_{g1}$ $0,75 \times 0,25 =$ 0,1875	$E3 \times H_{g2} = R_{g2}$ $0,75 \times 0,50 =$ 0,375	$E3 \times H_{g3} = R_{g3}$ $0,75 \times 0,75 =$ 0,5625	$E3 \times H_{g4} = R_{g3}$ $0,75 \times 1 =$ 0,75
E4	$E4 \times H_{g1} = R_{g1}$ $1 \times 0,25 =$ 0,25	$E4 \times H_{g2} = R_{g2}$ $1 \times 0,50 =$ 0,50	$E4 \times H_{g3} = R_{g3}$ $1 \times 0,75 =$ 0,75	$E4 \times H_{g4} = R_{g4}$ $1 \times 1 =$ 1

Fig. 7- Matrice del rischio geomorfologico P.A.I.

Classi	Elementi	Peso
E1	Aree libere da insediamenti e aree improduttive; zona boschiva; zona agricola non edificabile; demanio pubblico non edificato e/o edificabile	0.25
E2	Aree con limitata presenza di persone; aree extraurbane, poco abitate; edifici sparsi Zona agricola generica (con possibilità di edificazione); zona di protezione ambientale, rispetto, verde privato; Parchi, verde pubblico non edificato; infrastrutture secondarie	0.50
E3	Nuclei urbani non densamente popolati; infrastrutture pubbliche (strade statali, provinciali e comunali strategiche, ferrovie, lifelines, oleodotti, elettrodotti, acquedotti); aree sedi di significative attività produttive (insediamenti artigianali, industriali, commerciali minori); zone per impianti tecnologici e discariche RSU o inerti, zone a cava.	0.75
E4	Centri urbani ed aree urbanizzate con continuità (densità abitativa superiore al 20% della superficie fondiaria); nuclei rurali minori di particolare pregio; zone di completamento; zone di espansione; grandi insediamenti industriali e commerciali; servizi pubblici prevalentemente con fabbricati di rilevante interesse sociale; infrastrutture pubbliche (infrastrutture viarie principali strategiche); zona discarica speciali o tossico nocivi; zona alberghiera; zona campeggi e villaggi turistici; beni architettonici, storici e artistici	1.00

Fig. 8-Classificazione e significato degli Elementi a rischio secondo le LL. GG. P.A.I.

Rischio geologico totale			Descrizione degli effetti
Classe	Intensità	valore	
R <sub>g1</sub>	Moderato	≤ 0.25	danni sociali, economici e al patrimonio ambientale marginali
R <sub>g2</sub>	Medio	≤ 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
R <sub>g3</sub>	Elevato	≤ 0,75	sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale
R <sub>g4</sub>	Molto elevato	≤ 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

Fig.9- Classificazione e significato Rischio geologico (geomorfologico) secondo le LL. GG. P.A.I.

Il P.A.I.-R.A.S. descrive la pericolosità e i rischi idrogeologici del territorio della Gallura per la gran parte all'interno della perimetrazione del Sub-Bacino 4-Liscia. Tuttavia ulteriori elementi informativi sono ricompresi all'interno del Sub-Bacino 3-Coghinas-Mannu-Temo Il Comune di Trinità è a cavallo dei Sub bacini 3 e 4 ma la pericolosità ed il Rischio P.A.I. sono stati identificati solo nel settore comunale riferito al Sub bacino 3.

In genere tuttavia, così come accade per l'intera Gallura, anche quelle del comune in questione, le criticità geomorfologiche sono assolutamente sottodimensionate in quanto nella stesura ufficiale del P.A.I. non si è tenuto conto della franosità diffusa e per lo più

relitta o stabilizzata naturalmente, rilevata alla scala 1:25.000. Tale franosità, che caratterizza molti e vasti tratti di versanti soprattutto in granitoidi, dava luogo al più ad Hg2 e rischi massimi Rg2. Di essa nel P.A.I. ufficiale vigente è rimasta traccia solo nelle tavole in cui fossero già presenti più elevati livelli di Hg (si noti che in questi casi, malgrado, nella realtà, la pericolosità Hg2 ed i conseguenti rischi proseguano oltre il margine della tavola di riferimento, per la perimetrazione ufficiale P.A.I., si interrompono dando luogo ad una evidente sottostima della criticità stessa sia a scala di bacino che locale).

La pericolosità geologica di Trinità d'Agultu ricade nelle tav. Hg 01/91 e Hg 02/91 del sub Bacino 3 Coghinis-Mannu-Temo (Per Rischio ed Elementi a rischio la numerazione è la stessa).

## 5. PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA NON DIRETTAMENTE PERIMETRATA DAL P.A.I.

### ***INQUADRAMENTO DEL PROBLEMA***

Con riferimento alle **Norme di Attuazione del P.A.I.** :

- *ai sensi dell' Art. 26 –*

1. *Possiedono significativa pericolosità idraulica le seguenti tipologie di aree idrografiche appartenenti al bacino idrografico unico della Regione Sardegna:*

***a. reticolo minore gravante sui centri edificati;***

***b. foci fluviali;***

***c. aree lagunari e stagni.***

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 P.A.I.;***

***b. aree costiere a falesia;***

***c. aree interessate da fenomeni di subsidenza.***

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. Il programma triennale di attuazione stabilisce*

per tutte le aree indicate nei commi 1 e 2 interventi di sistemazione e manutenzione della rete idrografica, dei versanti e di regimazione del deflusso idrico superficiale.

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.

- ai sensi dell' **Art. 8 comma 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.

Le Linee Guida sull'assetto ambientale a pag. 229 dicono:

Ai sensi dell'Art. 8, comma 12, N.T.A. P.A.I. nelle aree perimetrate dal P.A.I. come aree di pericolosità da frana di qualunque classe gli strumenti di pianificazione possono istituire fasce speciali di tutela regolandone l'uso in funzione delle rispettive competenze. In particolare i Comuni potranno definire una Buffer-zone che individuerà la fascia di ulteriore interessamento del processo franoso per effetto di rotolamenti, colate di fango, caduta massi, etc.

Pericolosità (Hg)			Descrizione
Classe	Intensità	Valore	
Hg 1	Moderata	0,25	I fenomeni franosi presenti o potenziali sono marginali
Hg 2	Media	0,50	Zone in cui sono presenti solo frane stabilizzate non più riattivabili nelle condizioni climatiche attuali a meno di interventi antropici (assetto di equilibrio raggiunto 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
Hg 3	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
Hg 4	Molto elevata	1	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

Fig. 10- Significato dei livelli di pericolosità P.A.I.. secondo le indicazioni delle Linee Guida del P.A.I.

## **ASSETTO GEOMORFOLOGICO**

Sulle litologie granitoidi, come si è già osservato, è decisiva la frammentazione operata dal reticolo di faglie e fratture, il quale genera una suddivisione in prismi e blocchi ed in creste allungate che a partire quanto meno dal Pleistocene superiore si sono evoluti ulteriormente per azioni morfodinamiche, secondo la tipica sequenza che a partire da Ammassi fratturati, *Corestones*, *Boulders*, genera forme residuali con l'esumazione di *Inselbergs* e *Tors* (si veda la Tab.1).

1	Ammasso roccioso,
2	Tettonizzazione,
3	Sviluppo di permeabilità per fessurazione,
4	Incremento della infiltrazione e della circolazione d'acqua,
5	Innesco dei fenomeni di idrolisi a partire dai costituenti basici silicatici, in ambiente morfoclimatico caldo-umido,
6	Inizio del fenomeno dell'Arenizzazione dall'esterno verso l'interno con fenomeni di ferrettizzazione in contemporanea,
7	Estensione ed approfondimento dell'arenizzazione con efficacia diversa a seconda delle geometrie, della persistenza del taglio e dei tipi petrografici interessati,
8	Formazione di <b>Corestones</b> (litofacies ad alterazione evoluta non completa o intermedia che mostra un ammasso suddiviso in affioramento in prismi-noduli di dimensioni varie a sezione quadrangolare, con vertici arrotondati secondo una geometria a graticcio/ "scacchiera", con elementi più o meno integri separati o contornati da superfici arenizzate,
9	Formazione di <b>Boulders</b> per progressiva rimozione/erosione (o distacco) del sabbione di arenizzazione contornante blocchi integri ed accumulo successivo di massi o clasti di materiale roccioso sui bordi,
10	Asportazione totale del contorno arenizzato e totale esumazione delle parti integre ( <i>Rilievi residuali</i> ),
11	Rimodellamento dei rilievi residuali con formazione al loro piede di accumuli di frana stabilizzata (di crollo e ribaltamento) a blocchi ciclopici.

Tab. 1- Schema illustrante l'evoluzione morfodinamica degli ammassi granitoidi col concorso di ambienti e condizioni morfo climatiche umide o caldo-umide.

L'ambiente geolitologico a granitoidi, con la rimozione delle coltri arenizzate e l'esumazione di ammassi rocciosi di varie dimensioni ed altezze, dà quindi luogo ad un assetto geomorfologico per lo più a forme e fenomeni relitti o stabilizzati. Esso pertanto appare complessivamente sfavorevole alla generazione di fenomeni franosi significativi fatta eccezione per quelli di crollo associati a prismi di fratturazione, per lo più nelle aree cacuminali e nei rilievi residuali.

Sulle litologie granitoidi, come si è già osservato, è decisiva infatti la frammentazione operata dal reticolo di faglie e fratture, il quale genera una suddivisione in prismi e blocchi ed in creste allungate che a partire dal Pleistocene superiore, ovvero nell'ultimo periodo glaciale, si sono evoluti ulteriormente per azioni morfodinamiche, secondo la tipica sequenza: Ammassi fratturati, Corestones, Boulders ed infine esumazione di Inselbergs e Tors, con generazione di accumuli sparsi di crollo ai piedi, per lo più stabilizzati secondo l'angolo di riposo.

Tuttavia, anche in presenza di modesta predisposizione geolitologica, per le caratteristiche di acclività e per quelle d'uso, il territorio di Trinità può prestarsi allo sviluppo di dissesti di origine antropica laddove non si provveda ad adeguate contromisure, ora sul drenaggio idrico ora sul contenimento dei fronti escavati.

Le litologie riconosciute, siano esse quelle francamente rocciose ovvero le loro arenizzazioni, in condizioni di piena naturalità manifestano tendenze a sviluppare instabilità da molto basse a basse oppure nulle. Al contrario, se antropizzate (tagli stradali, trincee, scavi, cantieri, superfici modellate, pratiche agronomiche, dissodamenti e disboscamenti), i loro comportamenti litotecnici possono essere nettamente differenziati, in particolare in funzione dello stato di saturazione ovvero delle intensità pluviometriche in relazione alle acclività. Poiché le pericolosità sono generabili a partire da quelle erosive, qualunque innesco può evolvere peggiorando irreversibilmente lo stato geomorfologico di partenza. All'interno del contesto fanno eccezione, s'intende, le sole coperture regolitiche che risultano sempre sistematicamente mobilizzabili, soprattutto se in mancanza di adeguata protezione boschiva naturale.

Le frane attive, sospese e quiescenti realmente cartografabili sono dunque rare, nel complesso, e sono state localizzate in stretta pertinenza della viabilità e/o in aree artificializzate. Altre frane in forma di colate di pietrame sono rilevabili solo se abbondanti rispetto alla copertura boschiva, di solito, in corrispondenza di compluvi o ai piedi di orli subverticali (*Monte Rujù*; compluvi fra *Littigheddi-Lu Tuvu*; *Costa Paradiso*).

Evidente sviluppo di pericolosità geomorfologica arealmente diffusa si ha in associazione alle litologie pleistoceniche in arenarie di origine eolica (*Paleodune*), lungo la costa (*Costa Paradiso-Lu Cinoni*, *La Cruzitta*, *Golfo di Li Moli*, *Cala di Faa*). Anche su di esse deve incentrarsi, dunque, la identificazione prima e la classificazione poi della pericolosità geomorfologica ex art. 25 delle Norme di Attuazione del P.A.I.. Fra l'altro, particolare suscettività al dissesto erosivo possiedono le aree contrassegnate da substrato geolitologico in arenarie pleistoceniche di origine eolica che in più punti, a causa di apertura di strade di collegamento alla costa, sono già divenuti altrettante aree di amplificazione di fenomeni di ruscellamento concentrato.

In corrispondenza delle falesie su arenarie di origine eolica, in particolare a NordEst di *Cala Sarraina*, si concentrano fenomeni stagionali diffusi di crollo di blocchi. Le condizioni geomorfologiche, in primo luogo l'acclività e gli aggetti, l'esposizione alle correnti umide e gli aerosols marini, nonché le conseguenti condizioni geolitologiche, che incidendo



decisamente sullo stato litotecnico, determinano di fatto dinamiche attive o sospese, fanno propendere per classificare questi contesti a pericolosità molto alta.

Negli insediamenti costieri può concentrarsi, inoltre, anche l'azione di acque di dilavamento e di quelle incanalate lungo i compluvi di primo ordine. Tale condizione costituisce, in particolare in occasione di eventi di particolare intensità, un'evidente ulteriore condizione di pericolo idrogeologico, rispetto alla quale andrebbero sistematicamente verificate le condizioni idrauliche nei diversi punti critici soprattutto laddove i fenomeni idrologici offrissero occasione di innesco di quelli gravitativi.

Fra le criticità più specificamente geomorfologiche si deve porre l'attenzione su quanto osservabile in gran parte dell'area denominata *Costa Paradiso*, per meglio dire *Monti di Lu Pinu, Lu Ciuoni* etc. Qui le caratteristiche degli ammassi granitoidi, in primo luogo quelle strutturali e geomeccaniche incidono con forza su quelle morfologiche, dando luogo a guglie e picchi residuali, spesso allineati, altre volte isolati (*Monte Ficcutu*; 263 m), in ogni caso di pregio paesistico e panoramico così particolare da costituire il fulcro di massicci investimenti nel campo residenziale turistico, sia nel passato che attuali. Tuttavia in tali condizioni, data la fitta abbondanza di reticoli di giunti, ora a franapoggio ora a traverpoggio, la loro persistenza e, soprattutto, la modesta spaziatura, si determinano altrettanti prismi e cunei di svariate dimensioni che, sovente determinano, visibilmente condizioni d'instabilità potenziale degli ammassi rocciosi. A ciò si aggiungano anche le condizioni generali di pendenza. Non meraviglia dunque, che i rilievi sul terreno documentino spesso la presenza lungo i versanti, a mezza costa o ai piedi delle guglie, di accumuli di blocchi franati di varie dimensioni, sia rotolati che semplicemente ribaltati. Essi sono più particolarmente rappresentati in quelli più acclivi. Inoltre nei sopralluoghi in loco si appreso da taluni proprietari che non sarebbero rare nella stagione invernale le situazioni meteorologiche durante le quali, lungo gli scavi ed in prossimità degli spazi antropizzati, s'incanalano acque e detriti, con rotolamenti di ciottolame e blocchi, lungo gli spazi lasciati liberi dalle opere. Ciò prefigura che la probabilità dei distacchi, di per sé media ed elevata in condizioni, per così dire, ordinarie, debba considerarsi crescente con l'intensità oraria dei deflussi di pioggia. La condizione di pericolosità da media a molto elevata è, di conseguenza, largamente presente in tutti i contesti ove la roccia si erge per alcuni metri sulla superficie circostante. La variabilità locale è funzione del grado di fratturazione e delle giaciture dei giunti.

Tuttavia poiché appare largamente preoccupante l'azione antropica di sollecitazione operata nei cantieri in assenza di presidi ed opere di mitigazione, anche i pendii di raccordo a minore pendenza e a pericolosità bassa possono, con le movimentazioni e gli scavi, dare luogo a pericolosità di maggior livello o, in caso di assenza di pericolosità, innescarla. A tutto ciò si aggiunga che una buona parte degli insediamenti è palesemente collocata a valle di ammassi potenzialmente instabili senza che, quasi mai, alcuna soluzione di consolidamento dell'ammasso venga adottata. E' dunque evidente che, anche a voler ignorare del tutto l'effetto di deterioramento e di canalizzazione dei flussi idrici operato dalla viabilità, anche qui in assenza o carenza di opere di presidio idraulico, e dai cantieri edili, una vasta parte dell'area di *Costa Paradiso* dovrà necessariamente essere ascritta nella classificazione di cui all'art. 26, comma 2° delle Norme di Attuazione del P.A.I. e, dunque, perimetrata con livelli di pericolosità.

Sempre in termini di pericolosità si devono sottolineare i casi rilevabili presso il centro abitato di Trinità d'Agultu, in corrispondenza del Monte di Santa Barbara (1) e sul versante a Nord del paese, a monte di Via delle Poste (2). In queste aree, per ragioni legate all'acclività da un lato ed alla presenza di ammassi rocciosi frammentati dall'altro, nonché nel solo caso (2) alla presenza di vasti tratti di terrapieno e di materiali di risulta per attività di cantiere a mezzacosta, si determinano pericolosità geomorfologiche da elevate a medie. Si noti che nel caso 1 la pericolosità di livello medio investe, per gli effetti secondari che si genererebbero, anche una parte del centro abitato. Il caso più emblematico, al momento, riguarda il settore della lottizzazione di *Pala Stidda* (si veda anche alle ultime righe di pag. 20 con riferimento ai *Boulders*), eretta in condizioni di particolare acclività e delle sue immediate pertinenze, tramite le quali dal versante retrostante, il pericolo di dissesti legati a piogge intense, si riverbera nelle vie sottostanti (via Montebello; Via Santa Barbara etc.; vedi Allegato).

## **6. ADEGUAMENTO AL P.A.I. AREE PERIMETRATE PERICOLOSITÀ GEOLOGICA E RISCHIO (IN SCALA 1:10.000)**

L'argomento è stato già illustrato nella Relazione Illustrativa dell'adeguamento al P.P.R.. Come previsto dalle Linee Guida R.A.S., il Comune deve riportare alla scala locale le aree di pericolosità e di rischio idrogeologico (*trasposizione delle aree pericolose del P.A.I. nel PUC*) e rapportare a queste gli studi istruttorie e gli atti di pianificazione, nonché

recepire nelle norme di attuazione del PUC le prescrizioni e i vincoli imposti dai suddetti piani territoriali.

Di seguito si riportano ancora le classi di pericolosità geologica P.A.I. come pro memoria:

Pericolosità (Hg)			Descrizione
Classe	Intensità	Valore	
Hg 1	Moderata	0,25	I fenomeni franosi presenti o potenziali sono marginali
Hg 2	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
Hg 3	Elevata	0,75	Zone in cui sono presenti frane quiescenti per la cui riattivazione ci si aspettano presumibilmente tempi pluriennali o pluridecennali; zone di possibile espansione areale delle frane attualmente quiescenti; zone in cui sono presenti indizi geomorfologici di instabilità dei versanti e in cui si possono verificare frane di neoformazione presumibilmente in un intervallo di tempo pluriennale o pluridecennali
Hg 4	Molto elevata	1	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

Fig. 11- Classi di pericolo P.A.I.

Pertanto si è provveduto alla traslazione della corrispondente cartografia P.A.I. geomorfologica (tavv. Hg1 e Hg2/91 e Rg1 e Rg2/91 del sub bacino 3 Coghinas-Mannu-Temo) sullo strumento urbanistico. A tal fine sono state rispettate tutte le prescrizioni riferite alla procedura del mero adattamento cartografico (fig. 2.16 e fig. 2.26 delle Linee Guida per l'adeguamento del P.U.C.- Luglio/2008), attinenti la necessità di correggere i limiti delle perimetrazioni, laddove esse intersechino elementi a rischio (fig. 2.16 delle Linee Guida per l'adeguamento del P.U.C - Luglio/2008) o di adattare alla cartografia dello strumento urbanistico (fig. 2.26 delle Linee Guida per l'adeguamento del P.U.C - Luglio/2008). In tal modo si è avuta la necessità di apportare n.9 correzioni di dettaglio (*Problemi grafici*) così come rappresentate e riassunte in Fig. 12, utilizzando come base topografica la C.T.R (442030; 426150). Si ricorda che rispetto al territorio di Trinità d'Agultu la base topografica del P.A.I. originario era data dall'ingrandimento della cartografia I.G.M.I..

E' in ogni caso parte integrante di tale adempimento, la perimetrazione delle pericolosità ex art. 26 P.A.I. comma 2.



Fig. 12: particolari delle correzioni e degli adattamenti nella carta del Pericolo

## **7. LA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA NON DIRETTAMENTE PERIMETRATA DAL P.A.I. (ex 26 N.A. del P.A.I.)**

La carta della pericolosità ex art. 26 delle N.di A. del P.A.I. è stata elaborata ad un primo livello con riferimento alle Linee Guida del P.A.I. (vedi Fig. 1 etc.) per quanto attiene alla procedura metodologica, così come illustrata anche nelle Linee Guida per l'adeguamento del PUC al P.A.I..

Una volta completati i tematismi A, B e C, fra i quali solo il primo può dirsi originale, essendo gli altri derivati rispettivamente dal DEM della R.A.S. a passo 10 x 10 e dalla corrispondente carta dell'Uso del Suolo della R.A.S., è necessario attribuire i pesi per poter pervenire tramite somma degli stessi (data la sovrapposizione dei tematismi) alla elaborazione della Cartografia richiesta con la definizione e l'attribuzione dei livelli di pericolosità geomorfologica.

La procedura è stata condotta secondo gli automatismi del Sistema Informativo Geografico alla scala 1:2.000 nelle aree coperte da ortofotocarte a tale scala e alla scala 1:10.000 nelle restanti (tali operazioni hanno i limiti di cui al punto B del capitolo successivo). Essa ha necessitato tuttavia di una preliminare fase accurata di verifica/taratura di campo al fine di consentire una attribuzione di pesi circostanziata ovvero più particolareggiata di quanto le Linee Guida P.A.I. richiedano (si ricorda che la metodologia P.A.I. è dichiarata "semplificata" rispetto all'originale da cui è derivata). L'attività di campo, sostenuta da quella fotogeologica, ha inoltre consentito di circoscrivere aree con presenza di dissesti ovvero di fenomenologie di frana diffusa a carattere ora stabilizzato ora relitto (Carta della Franosità diffusa). Questa elaborazione nei fatti ha determinato anche la possibilità di una verifica in *back analysis* dello stadio finale della modellazione GIS.

### **CARENZE E DEBOLEZZE DELLA METODOLOGIA E CORRETTIVI APPORTATI**

A) Nella metodologia P.A.I. si distingue solo fra pericolo idraulico e pericolo geomorfologico, senza l'esplicito ricorso all'introduzione di una particolare e diffusa casistica di collegamento rappresentata dal pericolo intermedio e trasversale dell'erosione. Nel contesto geolitologico (dove gli stadi di arenizzazione sono sempre piuttosto diffusi) e

d'uso del territorio in questione, questo fenomeno appare sempre piuttosto latente, senza contare che la presenza di compluvi a pendenza elevatissima (come ad esempio a *Costa Paradiso*) con o senza ulteriori effetti negativi dovuti all'antropizzazione, può indurre, anche i tempi rapidi, manifestazioni gravitative derivate come le colate di detrito. Si pensi, in alternativa, agli sterrati delle aree interne (per esempio ad Ovest di *Lu Colbu-Falzaggiu*), sistematicamente incisi con solchi di ruscellamento e agli sversamenti di ghiaia derivanti da tali erosioni.

Ma proprio poiché il P.A.I. della R.A.S. non ha formalizzato la specifica pericolosità dei dissesti erosivi, non ha, purtroppo, inteso farne uno specifico oggetto di distinzione. Quindi la perimetrazione del pericolo erosivo non è stata introdotta nel P.A.I. della Sardegna (e ciò malgrado in questi anni si sia spesso parlato di desertificazione).

Tale forma di dissesto idrogeologico è stata tuttavia sovente riscontrata sia nelle aree interne che in quelle più vicine alla costa, spesso in concomitanza e in conseguenza di varie forme di antropizzazione (sterrati, scavi, cantieri). Poiché dunque non può essere ignorata ai fini della materia qui trattata, essa deve essere fatta rientrare a pieno titolo nell'ambito dei dissesti geomorfologici di versante. Ciò anche alla luce del fatto che i dissesti erosivi, nell'ambiente litologico di Trinità d'Agultu, possono generare effetti gravitativi collaterali più "ordinari" quali crolli e colate di detrito in particolare. Nell'elaborazione del modello di calcolo dell'Instabilità Potenziale, si è pertanto fatto ampio riferimento a tale suscettività. Dunque, la pericolosità geomorfologica del territorio di Trinità d'Agultu, comprende anche questa particolare forma d'instabilità superficiale che, nei risultati grafici interessa pressoché diffusamente tutte le aree ove si manifestano i vari stadi dell'arenizzazione delle litologie granitoidi.

B) Un ulteriore specifico elemento di debolezza insito nella metodologia di valutazione della Pericolosità prescritta dalle Linee Guida per l'adeguamento ambientale è rappresentato dalla necessità di far interagire strati informativi progettati e realizzati a scale minori per produrre informazioni di maggior dettaglio (è il caso della Carta dell'Uso-UDS- del Suolo R.A.S.), senza contare i limiti intrinseci dell'elaborazione dello stesso DEM utilizzato nella elaborazione della Carta delle Pendenze.

C) Passando all'esame dei risultati dell'applicazione del metodo, si è potuto constatare che l'applicazione *sic et simpliciter* di quanto suggerito nelle suddette Linee Guida P.A.I. secondo il diagramma di flusso in Fig. 1, conduceva, nei calcoli di matrice che

determinano il riconoscimento dell'Instabilità potenziale, ad un'esasperata sopravvalutazione della componente geolitologica a tutto svantaggio della contestualizzazione. In conseguenza di ciò ad una prima versione derivata dall'applicazione tal quale delle Linee Guida P.A.I., i risultati sono stati tali da far degenerare in eccesso lo sviluppo dell'instabilità potenziale a tal punto che persino sulle spiagge dei litorali marittimi, ovvero in condizioni di 0 m sul livello del mare, di pendenza 0% o comunque assai < 10% e, quindi, in assenza di azioni gravitative viene perimetrata instabilità potenziale (limitata).

Questa condizione appariva, dunque, palesemente decontestualizzata e inaccettabilmente penalizzante.

In sostanza, in conseguenza di una applicazione fedele del metodo, senza correttivi/vincoli sul modello così come prescritto dalla R.A.S., si determina una vasta distribuzione di alti livelli d'instabilità geomorfologica (da media a massima), in particolare in quei luoghi, ove affiorino litologie sedimentarie di carattere detritico (anche di genesi eluviale) soprattutto se abbinati ad usi del suolo arativo, anche in condizioni di pendenza nulla o bassa. In questi casi i risultati cartografici della sopravvalutazione delle instabilità contraddicono pesantemente lo stato di fatto, soprattutto in termini di livello di classificazione.

Ciò considerato, visto anche che la sopravvalutazione consegue soprattutto dal fatto che le LL. GG. P.A.I. costituiscono (per le esigenze del P.A.I. esposte nel paragrafo "Carta dell'Instabilità potenziale dei versanti" delle stesse Linee Guida, rispetto alle quali l'introduzione della stessa metodologia alla scala comunale, appare nei fatti una palese contraddizione delle stesse raccomandazioni delle Linee Guida di cui al medesimo paragrafo) un'esasperata semplificazione di un metodo originario [1] tarato in ambito appenninico (quindi geolitologicamente assai diverso dall'ambito Gallurese), è stato deciso di fissare via via condizioni di modello più restrittive che consentissero di pervenire a risultati di maggior realismo se confrontati con i risultati del lavoro sul campo.

Allo scopo, tramite assegnazione di specifiche prescrizioni al calcolo del Sistema Geografico, si è scelto di vincolare ulteriormente l'attribuzione dei pesi litologici al fattore pendenza del versante (cosa questa che nella metodologia esposta in [1] veniva determinata in modo più particolareggiato, attribuendo pesi diversi alle litologie in funzione delle pendenze e delle giaciture. Si noti che non esiste un'applicazione del metodo scientificamente tarata sulle condizioni geolitologiche della Sardegna e quindi, questa

impostazione, al momento, è sottratta a qualunque impiego che non sia del tutto sperimentale ed è chiaramente d'impostazione empirica.

Quindi, proprio alla luce della particolare influenza di questo fattore, sia in assoluto che nei riguardi specifici della precarietà delle masse rocciose granitoidi relitte (si pensi alla particolarità del reticolo di fratturazioni degli ammassi nel caso di *Costa Paradiso*), ovvero a blocchi pervasivamente fratturati (bassi RQD) ed a spazature sovente da strette a moderate e con aperture allentate (vedi Allegato sulla casistica), la metodologia a cui il modello informatico si è rifatto, ha posto come pregiudiziali a base di calcolo, le seguenti 5 ulteriori condizioni restrittive rispetto alla semplificazione delle LL. GG. P.A.I.:

Infatti, rispetto alle indicazioni derivanti dalle LL. GG. – P.A.I. e dalle LL. GG. per l'adeguamento del P.U.C (Luglio 2008), ai fini dell'elaborazione del risultato, sono state introdotte modifiche concettuali e tabellari tese a ridurre gli effetti *algebrici* di un metodo che come visto si è rivelato alquanto suscettibile di banalizzazioni del contesto fisico anche perché in verità, non del tutto in linea con le fonti scientifiche di ispirazione [1].

In particolare, sono state introdotte modifiche relative sia ai pesi che alle modalità di incrocio dei dati. Nello specifico al modello di tipo algebrico con tre variabili indipendenti è stato sostituita un'analisi mediante modello ad una sola variabile indipendente (la pendenza) e le restanti due (Uso del suolo e Geo-Litologia) dipendenti dalla prima. In tal modo i pesi delle due classi dipendenti si ripartiscono in modo diverso in funzione dell'acclività.

Sono state inoltre meglio ripartite le classi di pendenza, secondo lo schema che segue (si noti che 50% corrisponde ad un angolo di circa 27° e 275% corrisponde a circa 70°) al fine

Pendenza %	Peso
0-10	+2
10-20	+1
20-35	0
35-50	-1
50-100	-2
100-275	-3
<275	-4

Fig. 13- ripartizione dei pesi delle pendenze

d'introdurre uno *sfondo* di carattere geotecnico e geomeccanico nella distribuzione dei relativi pesi.



Il modello di calcolo, facendo dunque riferimento ad una diversa matrice di valori che lega litologia e uso del suolo ai valori di acclività, ha introdotto dunque ulteriori elementi di condizionamento che rendono l'analisi automatica più contestuale. In più, attraverso la carta dei fenomeni franosi diffusi e di quelli individuati tramite foto aerea (compresi i pochi già segnalati nella carta Geomorfologica; l'I.F.F.I., [2] pur consultato non ha riscontrato casistiche), si è fatto uso di essi al fine di **validare la cartografia** e quindi le stesse correzioni introdotte nei progressivi livelli di applicazioni dei vincoli correttivi, con un approccio, come detto, di *back analysis*.

I livelli correttivi progressivamente introdotti nella determinazione dell'Instabilità Potenziale sono stati, dunque, i seguenti:

- 1° in caso di classe di Pendenza (P) con peso  $< -3$  (cioè -4 e -5) si perviene ipso facto a classe d'instabilità 5 o *Instabilità potenziale massima* ( $\Sigma$  pesi = -3);
- 2° in caso di classe di P con peso  $< -2$  (cioè -3), il peso della corrispondente litologia (L) P.A.I. è dimezzato cioè si ha  $L/2$  (il computo della classe d'instabilità diviene pertanto  $(P + L/2 + UDS)$ );
- 3° in caso di classe di P con peso  $< -1$  (cioè -2), si applica la formula classica  $(P + L/2 + UDS)$ ;
- 4° in caso di classe di P con peso  $< 3$  e  $\geq -1$  e con classe di UDS con peso  $< 0$  (cioè -1 e -2) si perviene *ipso facto* a classe d'instabilità 2 o *Instabilità potenziale limitata* ( $\Sigma$  pesi = +8);
- 5° in caso di classe di P con peso  $< 3$  e  $\geq -1$  e con classe di UDS con peso  $\geq 0$ , (cioè con  $P = 0$ ;  $P = 1$ ;  $P = 2$ ) si perviene *ipso facto* a classe d'instabilità 1 o *Situazione potenzialmente stabile* ( $\Sigma$  pesi = +11);

Nella sostanza tali vincoli introducono indirettamente elementi di carattere geotecnico e geomeccanico nella distribuzione dei relativi pesi, riconfigurando la metodologia P.A.I. nel solco della formulazione originale esposta in [1].

Tali vincoli, infatti, riconducono l'applicazione delle Linee Guida P.A.I. a far dipendere il metodo da una sola variabile indipendente, la Pendenza, e da due variabili dipendenti da essa, l'Uso del Suolo e il comportamento litotecnico (sintetizzato dai pesi della Litologia).

I risultati numerici dell'abbinamento di tali vincoli di calcolo analitici con la procedura classica hanno portato ad effetti cartografici che possiamo definire, se non del tutto esaustivi, senz'altro convincenti in termini di realismo, in quanto è stata eliminata, ad

esempio, la presenza o fortemente ridotta l'estensione dell'instabilità potenziale nelle aree pianeggianti del bacino miocenico di *Lu Colbu-Falzaggiu*, nelle condizioni d'uso attuali, essendo in tali aree il pericolo di frane inesistente (si consultino allo scopo le Cartografie del Pericolo). Nel contempo è netta la rilevanza delle aree rocciose e delle cornici verticali ad esse associate, come nel caso dei granitoidi o quelli corrispondenti alle falesie costiere in arenarie pleistoceniche.

### ***ELEMENTI CONCETTUALI INTEGRATIVI DEI RISULTATI DELLA METODOLOGIA DELLE LINEE GUIDA DEL P.A.I.***

E' stato consultato in primo luogo l'I.F.F.I. della R.A.S (2005) che tuttavia non riscontra fenomeni franosi sul territorio.

Al fine di valutare con maggiore realismo possibile i livelli di pericolosità del territorio di Trinità d'Agultu si dunque è ricorsi, come detto, ad una preliminare individuazione delle aree a franosità diffusa, non necessariamente attiva, vale a dire quelle in cui *ogni singolo evento di frana risulta difficilmente cartografabile alla scala del P.A.I.* (ex art. 26 delle N.A. P.A.I.) e fra le aree costiere, quelle a falesia.

Tale attività si è concentrata di conseguenza oltre che nelle falesie più pronunciate del settore costiero di NordOvest, nei segmenti territoriali ad alta energia di rilievo, ovvero con un potenziale indice di instabilità geomorfologica. Esse per lo più corrispondono ai settori nei quali ad alta acclività si abbina la rocciosità del rilievo. Questa duplice condizione riguarda, per la verità, una gran parte del territorio di Trinità d'Agultu, ma in modo particolare presso che tutto il settore ad Est del Bacino terziario di *Lu Colbu-Falzaggiu* e quello collocato aOvest e a NordOvest di esso. Qui l'esame preliminare congiunto in foto aerea ed in situ ha fatto immediatamente riscontrare come, fra i più suscettibili di criticità diffuse, siano in genere gli ambiti più elevati del settore montuoso, in particolare:

- le cornici (fronti di distacco) e i versanti (aree di accumulo, più o meno instabili a loro volta) del territorio comunale compreso fra il *Riu Tauladori* e la sponda Sx della valle del *Riu Vignola* (A).
- le cuspidi culminanti e denudate del settore a cavallo di *Costa Paradiso-Cala Sarraina-Sarra di Tamburu* (B).

Verso Sud, nelle pertinenze o meno del centro abitato, le porzioni critiche sono presenti ma a minor sviluppo areale.

I rilievi sul terreno hanno via via fatto riconoscere e messo in luce la sussistenza delle seguenti casistiche di criticità:

- una, corrispondente ad aree geomorfologicamente residuali in cui si registrano per lo più fenomeni naturalmente stabilizzati (sui versanti) ma in cui possono ancora determinarsi sia quelli di crollo e rotolamento dalle cornici di ammassi rocciosi in prevalenza granitoidi (e subordinatamente migmatitici) (in questo caso tali ammassi, possono definirsi “*a blocchi*” o “*a blocchi disturbati*” secondo Hoeck & Marinos [2000] - *Predicting tunnel squeezing*. Tunnels and Tunnelling international), sia colate di detriti e blocchi, talvolta nascosti dalla vegetazione ma non del tutto stabilizzati. Va detto che tali condizioni geomorfologiche, che, nel territorio di Trinità assumono particolare concentrazione e localizzazione, pur costituendo una peculiare caratteristica della Gallura, non sono mai state sufficientemente e correttamente messe in luce, tanto in ambito scientifico quanto in quello tecnico-amministrativo regionale.
- un'altra corrispondente alle franosità stagionalmente attive sulle falesie costiere in arenarie eoliche del Pleistocene superiore retrostanti piattaforme abrasive ricavate sui granitoidi e sulle migmatiti (*Sarra di Tamburu-Cala Sarraina*).

Una volta applicato il metodo così come richiesto dalle Linee Guida P.A.I. e dalle Linee Guida per l'adeguamento al P.P.R. e al P.A.I. risultati complessivi appaiono assai più che accettabili anche nelle aree lontane dai centri abitati.

Sono state apportate al termine dell'applicazione due ulteriori correzioni:

- A. poiché sono apparse sottovalutate le propensioni alla instabilità e le conseguenti pericolosità nelle aree di falesia esposta e sub verticale, queste sono state forzosamente assegnate all'instabilità potenziale massima e dunque al pericolo geomorfologico molto elevato (Hg4), sebbene il modello le assegnasse ora all'instabilità potenziale ora media ora forte (si sottolinea come le suscettività all'instabilità di questi siti sono maggiori degli ambienti circostanti un po' in tutta la Sardegna).

B. l'intero versante di *Sarra di Tamburu* viene declassato ad instabilità potenziale forte (generante Hg3) a instabilità potenziale media (generante Hg2).

Lo sforzo analitico sul modello ha, dunque, evitato la possibilità (concretizzatasi nelle prime applicazioni) che si pervenisse a sovrastime della pericolosità, sia in estensione che per tipologia classificativa.

I risultati mostrano, ad ogni modo, la permanenza di vaste estensioni di Instabilità limitata (con generazione di Hg1). La diffusione di tale risultato può suscitare nei fatti una certa perplessità. Ma ad un'attenta disamina non deve sorprendere. Infatti essa deriva dall'uso agricolo del suolo in abbinamento con pendenze anche moderate.

Con riferimento all'art. 34 delle Norme di Attuazione del P.A.I., da tale condizione non discende una vincolistica automatica ma più semplicemente la necessità di incrementi di responsabilità nella disciplina d'uso degli strumenti di pianificazione a qualunque livello e nel regolamento edilizio.

Va da sé, dunque, che con una tale metodologia, una qualunque variazione d'uso dovrà, in ogni caso, indurre una rideterminazione di dettaglio dell'instabilità potenziale ovvero del pericolo. Inoltre, dal momento che il modello e la metodologia, in genere, nulla possono nei confronti delle dinamiche di modificazione d'uso e che, dovendosi ammettere ulteriori trasformazioni anche nelle pertinenze al momento non perimetrate di aree che sono state perimetrate, è assai ragionevole che l'Amministrazione introduca spontaneamente nel Regolamento Edilizio l'obbligatorietà dello *Studio di Compatibilità Geologica e Geotecnica* nelle aree a limitata instabilità potenziale e conseguente pericolo geologico basso.

## **RISULTATI**

I risultati delle elaborazioni sono illustrati nelle cartografie consegnate.

L'esame di dettaglio delle perimetrazioni sia della Pericolosità che del Rischio, evidenzia sulla grafica il palese effetto geometrico di cui è responsabile il modello digitale elaborato ai fini della definizione della carta dell'acclività. Poiché la metodologia è quella dell'*overlay mapping*, ovvero delle sovrapposizioni dei tematismi, nella pratica risulta di fatto impossibile la sua completa rimozione, anche al netto di accorpamenti di spazi minimi.

L'instabilità potenziale rilevata unitamente dagli elementi relativi alla cartografia della franosità diffusa hanno consentito di pervenire ad una valutazione realistica del pericolo geomorfologico. Tutte le sue classi sono rappresentate nelle cartografie elaborate e così pure tutti le classi di rischio. Può meravigliare la larga diffusione della pericolosità Hg1 (*Moderata*), almeno in rapporto alle aree con assenza di pericolo (Hg0 o Nulla). Essa, come detto nel capitolo precedente, deriva dalla sovrapposizione dell'uso agricolo del suolo (con pesi negativi) in abbinamento con pendenze anche moderate e riscontri sul terreno che attestano a tendenze erosive latenti, incipienti ed evolute. Con riferimento all'art. 34 delle N. di A. del P.A.I. da tale condizione non discendono particolari vincoli né automatismi prescrittivi ma solo la necessità di incrementi di disciplina d'uso negli strumenti di piano e nel regolamento edilizio.

Cosa diversa nelle situazioni di maggiore criticità (di cui in Allegato si evidenziano casi stralciati), rispetto alle quali sarà certamente necessario introdurre una disciplina di vincoli e prescrizioni con finalità preventive e protettive secondo gli articoli di riferimento delle N.A. P.A.I..

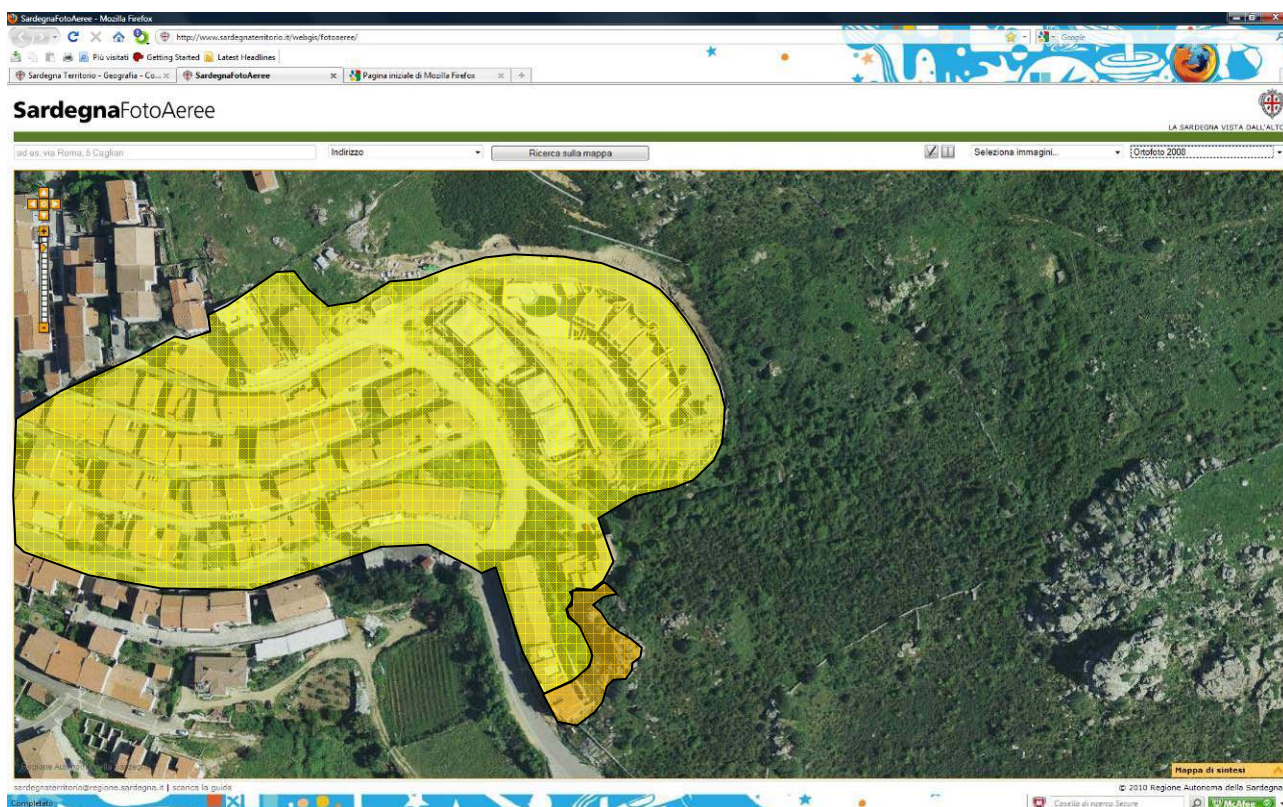
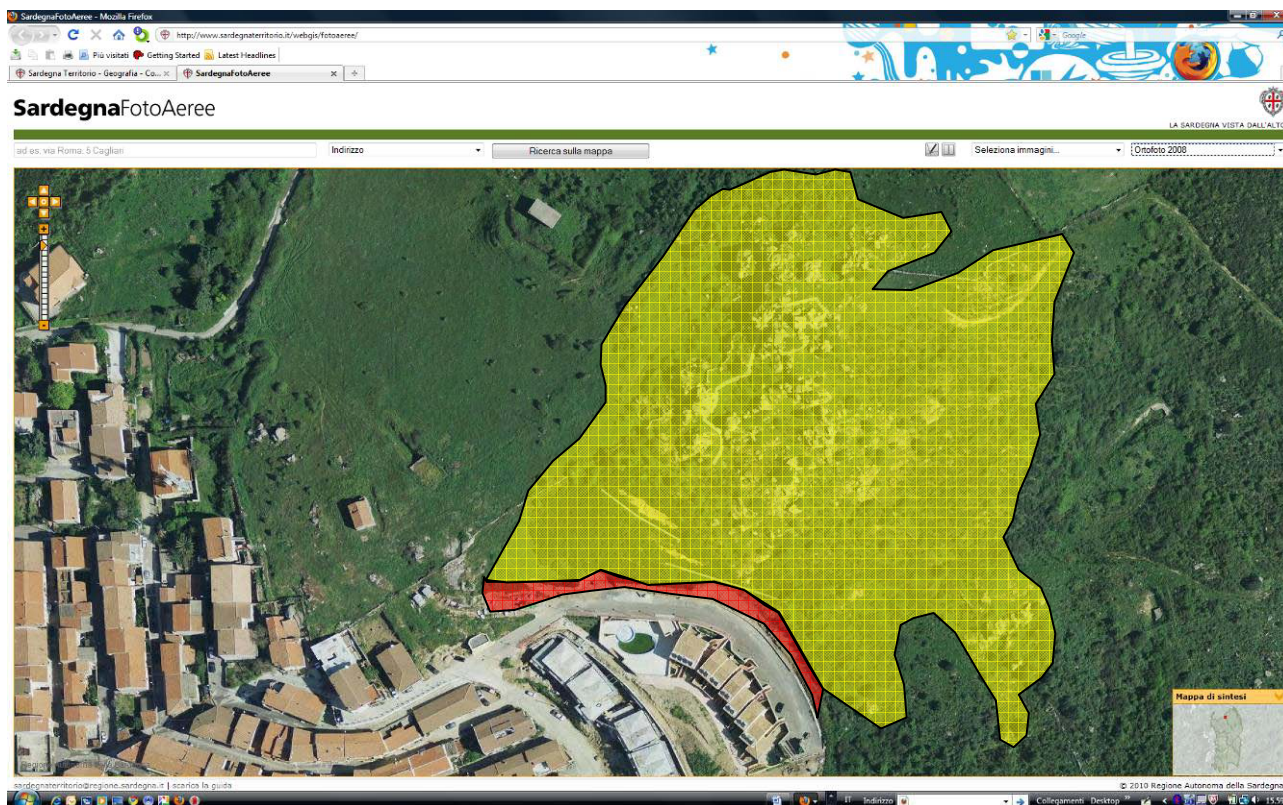
Dott. Geol. Giovanni Tilocca

Dottore di Ricerca in Scienze della Terra

Sassari, Ottobre 2010

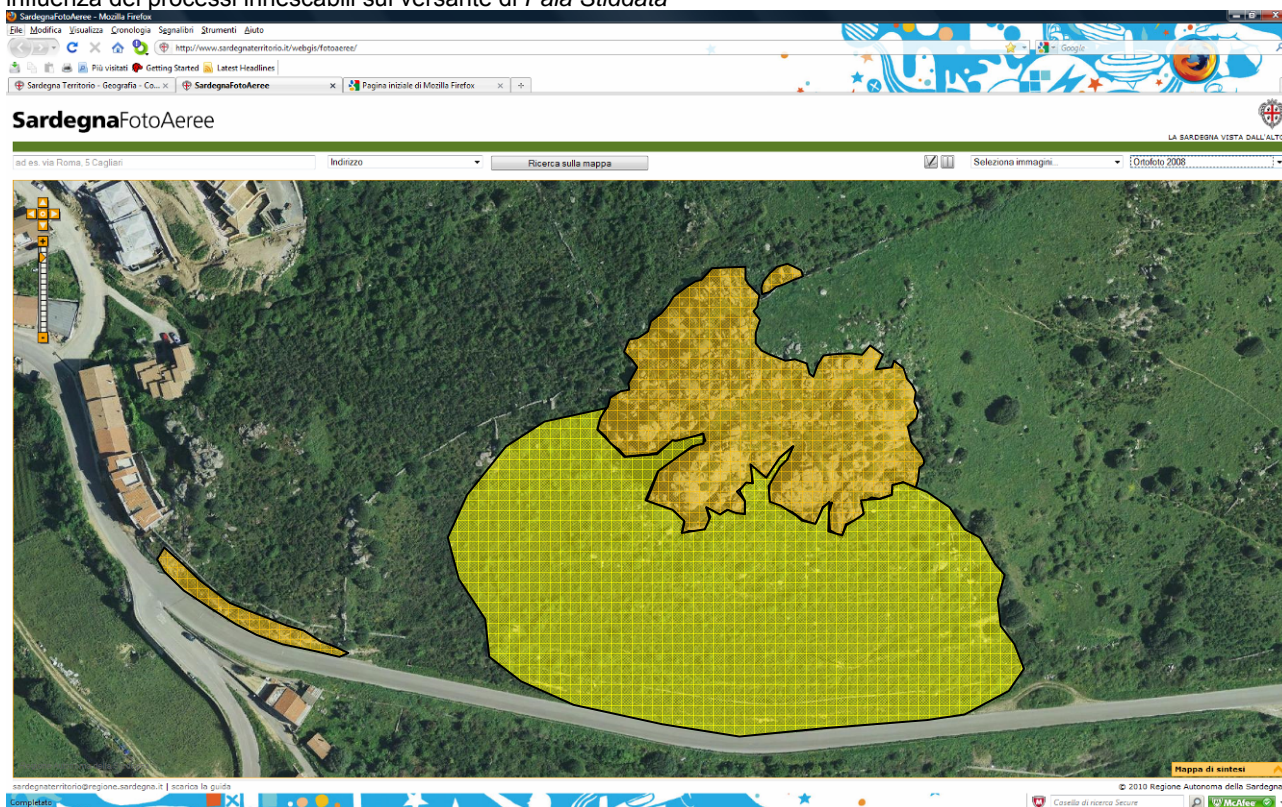


## RISCONTRI DELLA CASISTICA DELLE CRITICITA' DALL'ESAME IN FOTO AEREA C.A. TRINITA' D'AGULTU

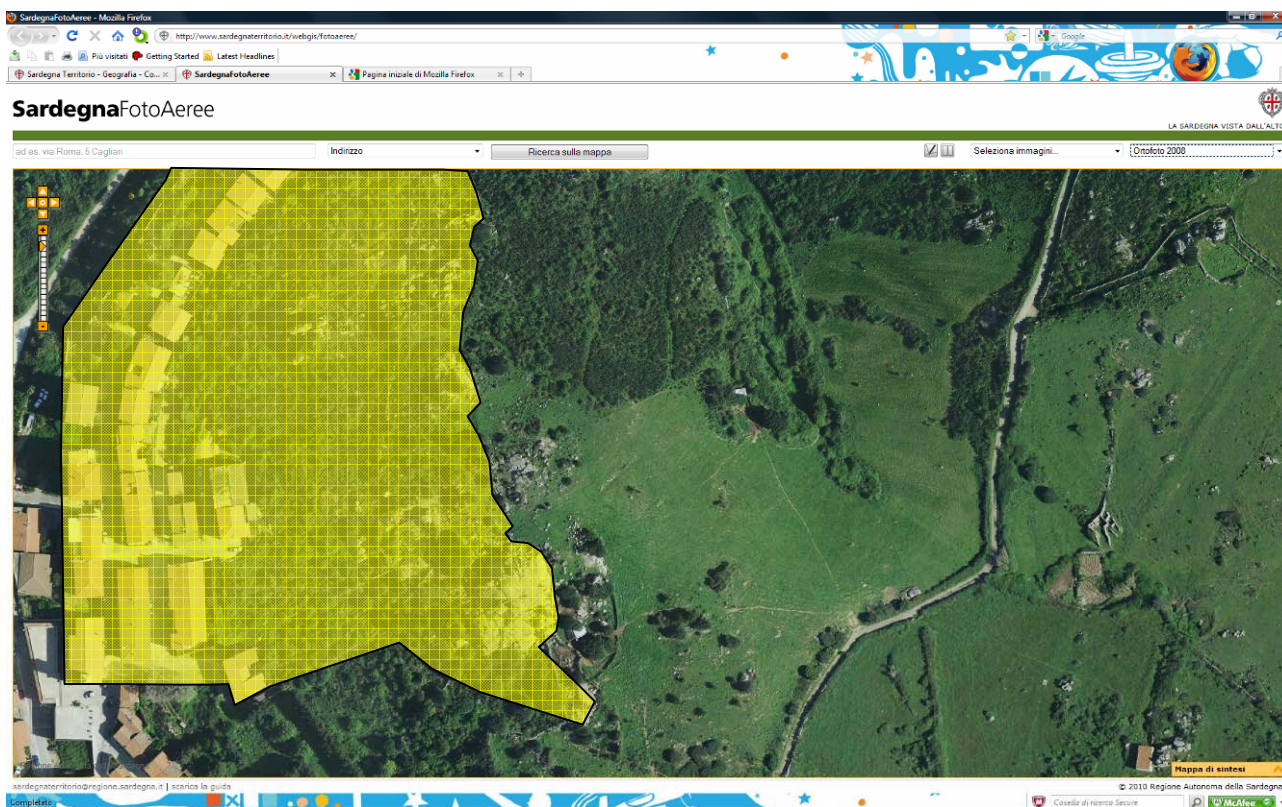




Condizioni di instabilità potenziale messe in evidenza tramite foto aerea con rilievi in situ in prossimità dell'abitato:  
influenza dei processi innescabili sul versante di *Pala Stidda*

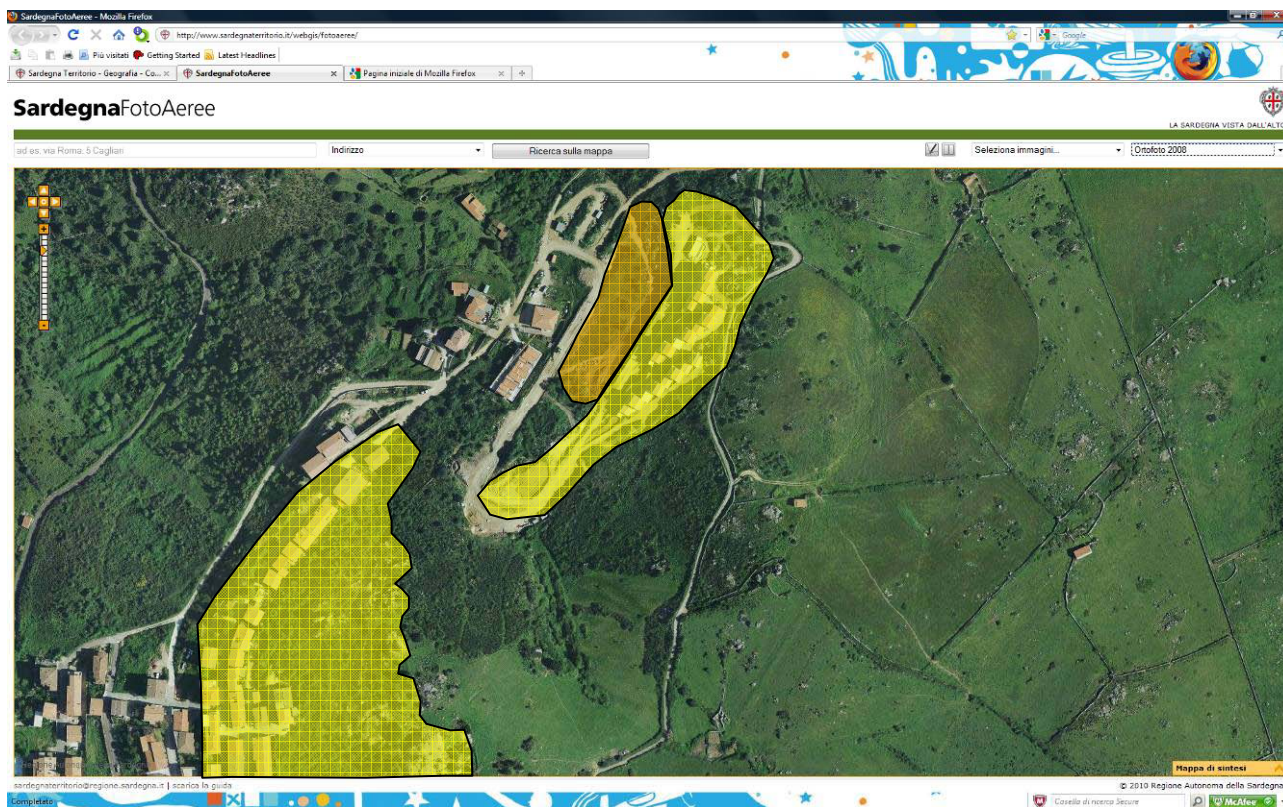


Condizioni di instabilità potenziale messe in evidenza tramite foto aerea con rilievi in situ in prossimità della strada provinciale a Est del C.A.: influenza dei processi innescabili sul versante



Condizioni di instabilità potenziale messe in evidenza tramite foto aerea con rilievi in situ in prossimità dell'abitato  
(Versante a monte di via delle Poste)

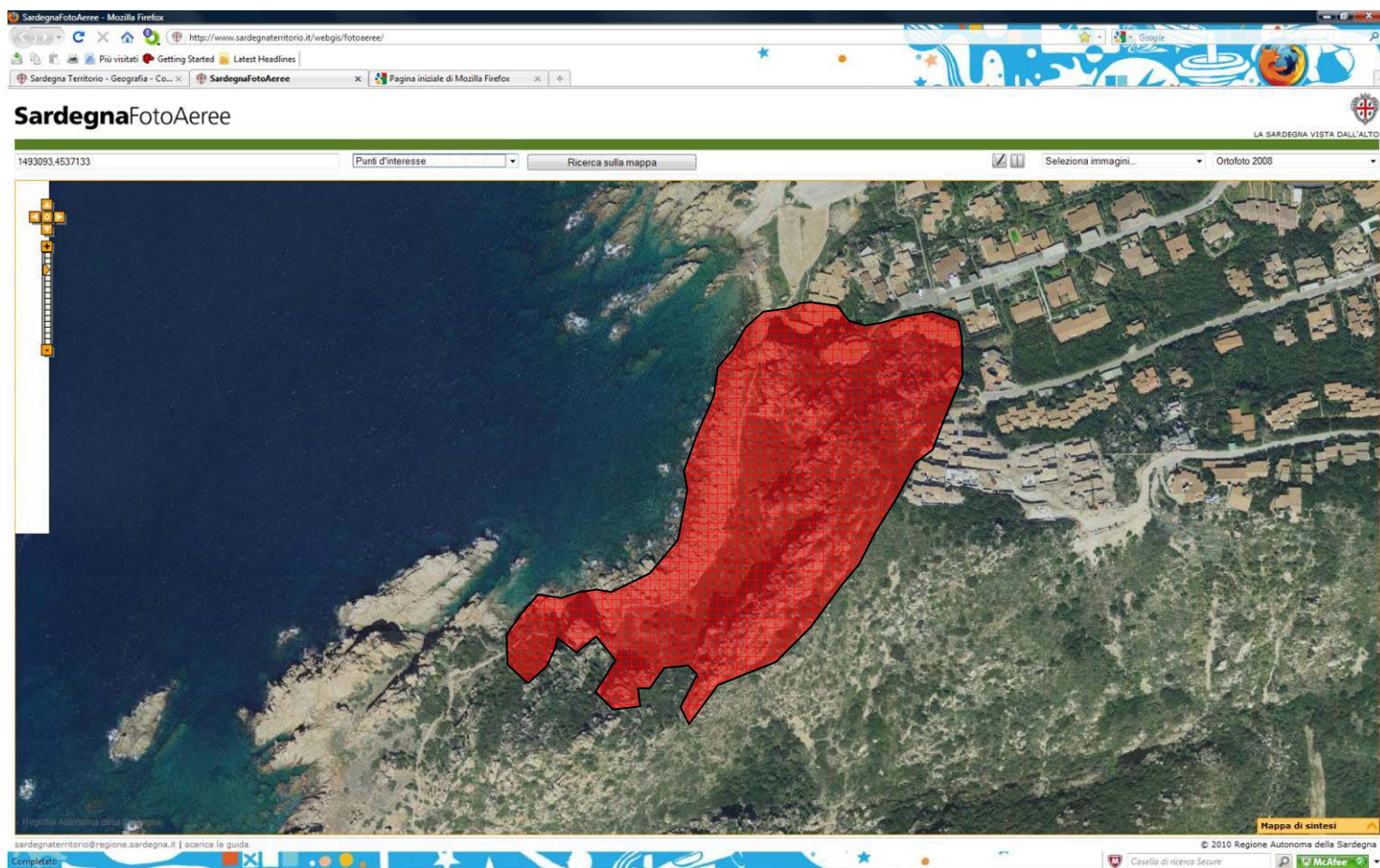




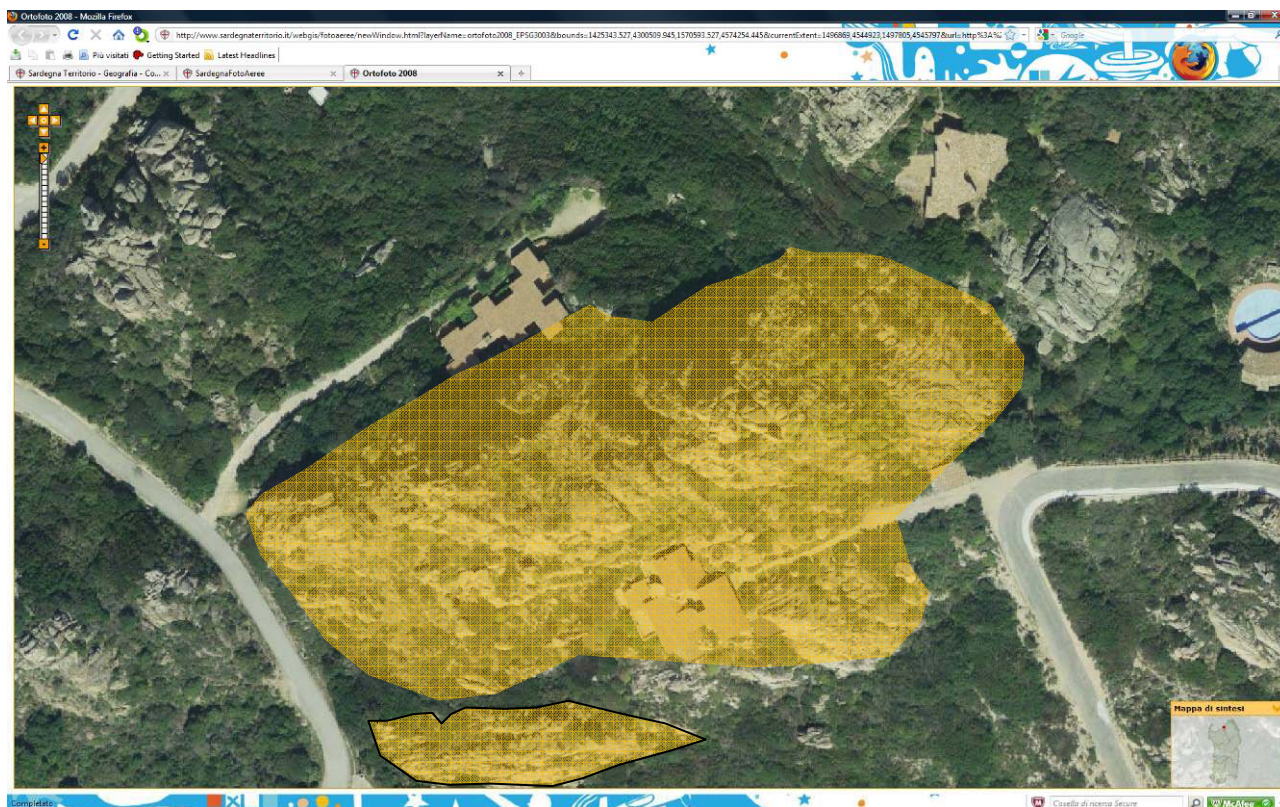
Condizioni di instabilità potenziale messe in evidenza tramite foto aerea e con rilievi in situ in prossimità dell'abitato (Versante a monte di via delle Poste e nuove lottizzazioni a NE). I colori sono più accentuati ove si riscontrano condizioni di precarietà maggiori



## Franosità potenziali e reali a COSTA PARADISO

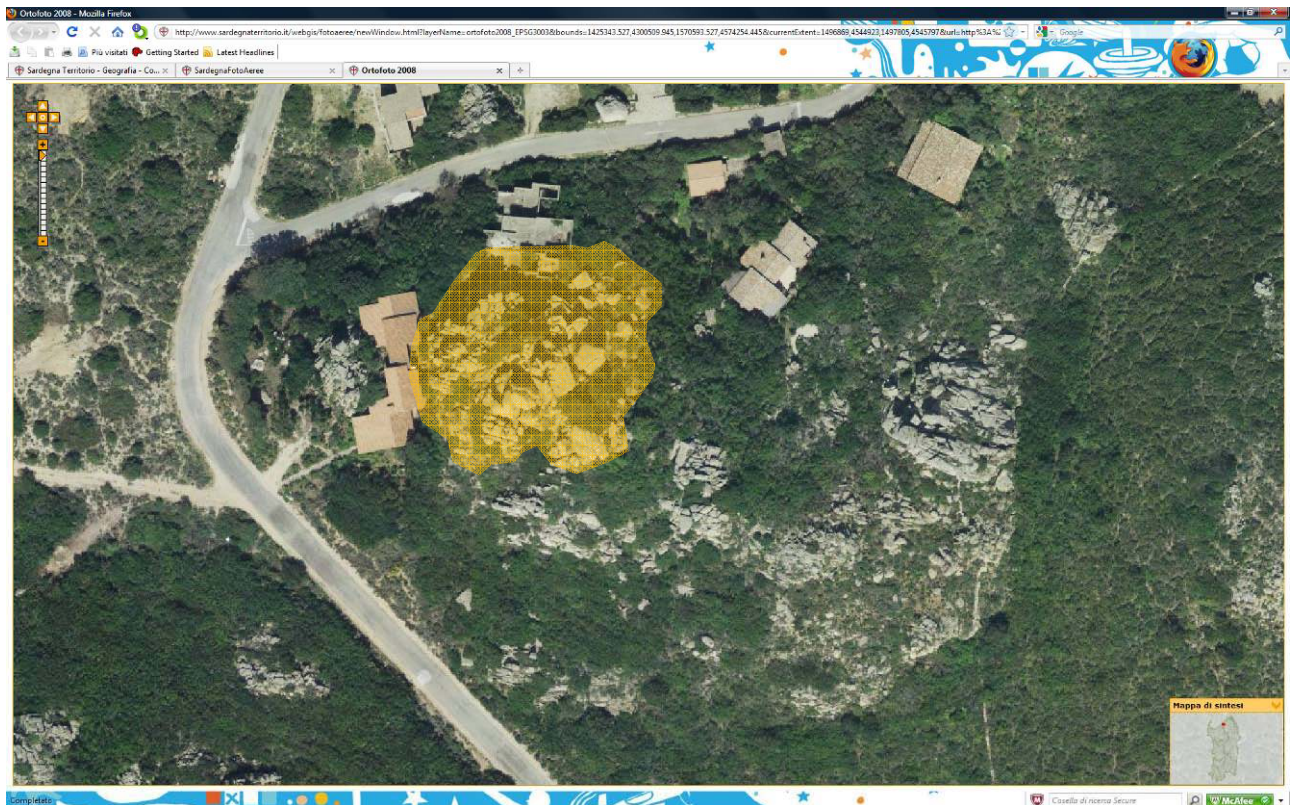
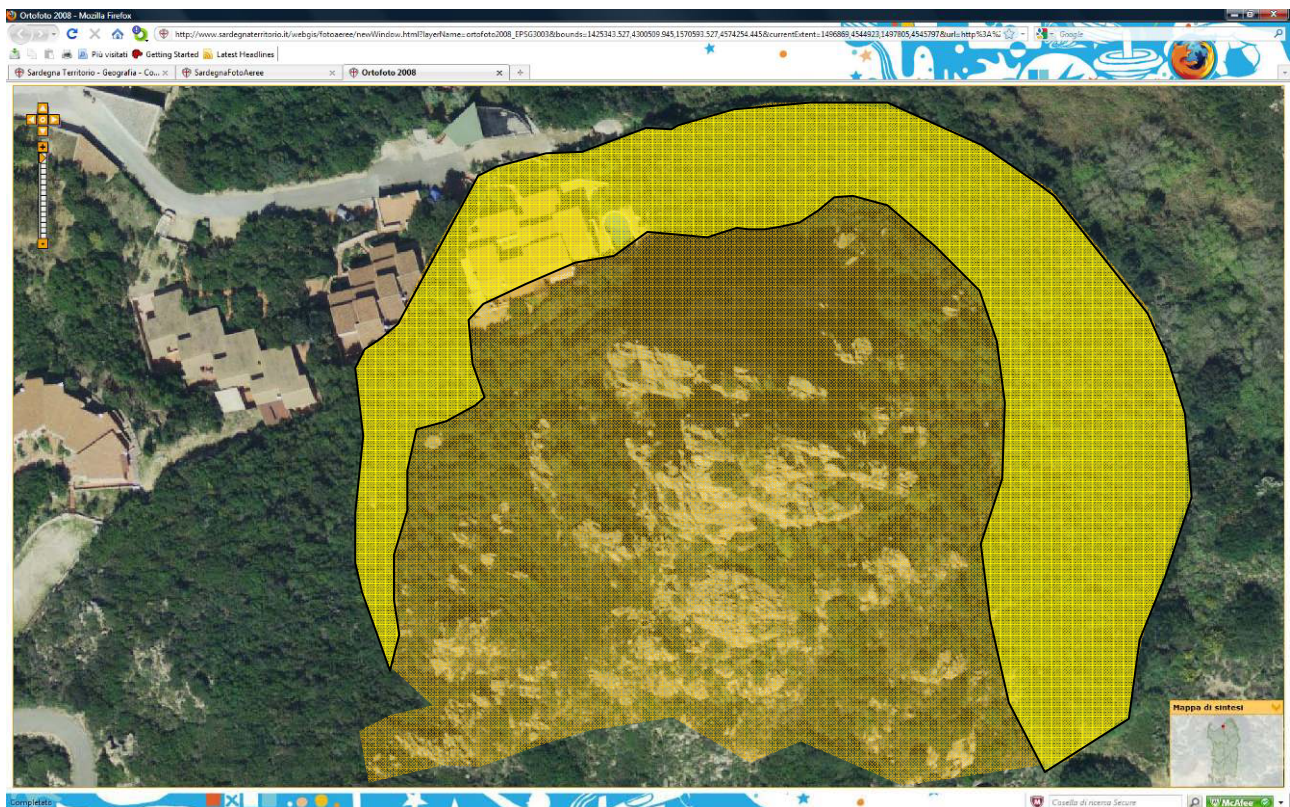


Condizioni di franosità attiva o quiescente sul versante e sulla falesia nell'estremità SudOvest di Costa Paradiso



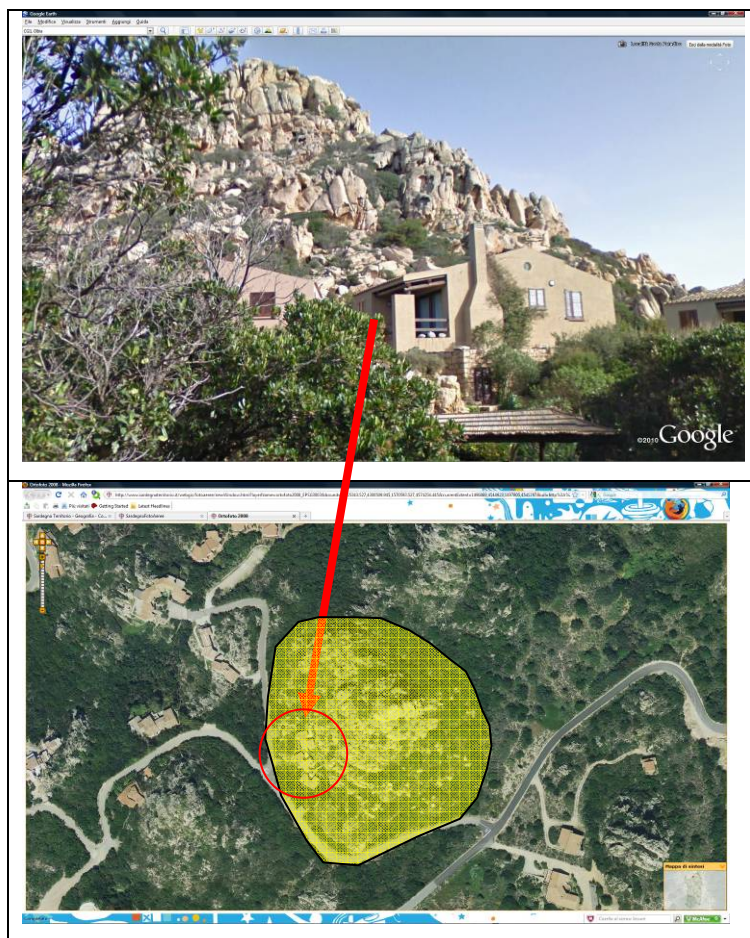


## Franosità potenziali e stabilizzate

Residenze a NordOvest di *Monte Ficcutu*

Settori d'instabilità decrescente





Frane sul versante e pericolo in cresta: Correlazione. (in alto il punto di ripresa è da Nord Ovest)

## BIBLIOGRAFIA CITATA

- [1]- Amadesi & Vianello (1978)-*Nuova guida alla realizzazione di una carta della stabilità dei versanti*. Mem. Soc. Geol. It., vol. 19, pag. 53-69.
- [2]- Hoeck & Marinis [2000] - *Predicting tunnel squeezing*. Tunnels and Tunnelling international).
- [3]-R.A.S.-A.P.A.T. (2005)- *I.F.F.I. Inventario dei fenomeni franosi della Sardegna*. Brochure pp. 38 + DVD. Assessorato difesa dell'Ambiente, Regione Sardegna.

Dott. Geol. Giovanni Tilocca

Dottore di Ricerca in Scienze della Terra

Sassari, Ottobre 2010