



**Il dissesto idrogeologico della Val Tartano**



Conoide del t. Tartano dopo l'alluvione del 1911

La valle del Torrente Tartano è notoriamente interessata da aree soggette a dissesti di diversa origine, alcune delle quali danno un rilevante contributo al trasporto di ghiaie e sabbie verso la conoide. Verranno di seguito presentate una documentazione su questi fenomeni e una rilevazione delle situazioni di maggiore interesse per la sistemazione definitiva dell'area.

***AIPO Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) Interventi sulla rete idrografica e sui versanti Legge 18 Maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6-ter Adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n.1 in data 11.05.1999***

“torrente Tartano:

ingentissimo trasporto solido nel tratto tra il bacino idroelettrico di Campo Tartano e l'apice del conoide;

sovralluvionamento e rischio di esondazione del settore di conoide presso Talamona;

elevato trasporto solido, diffuse erosioni spondali e scalzamento al piede dei versanti nei tributari della Val Lunga e Val Corta”

## Eventi catastrofici e frane (ricostruzione della Regione Lombardia, che comprende oltre 50 eventi)

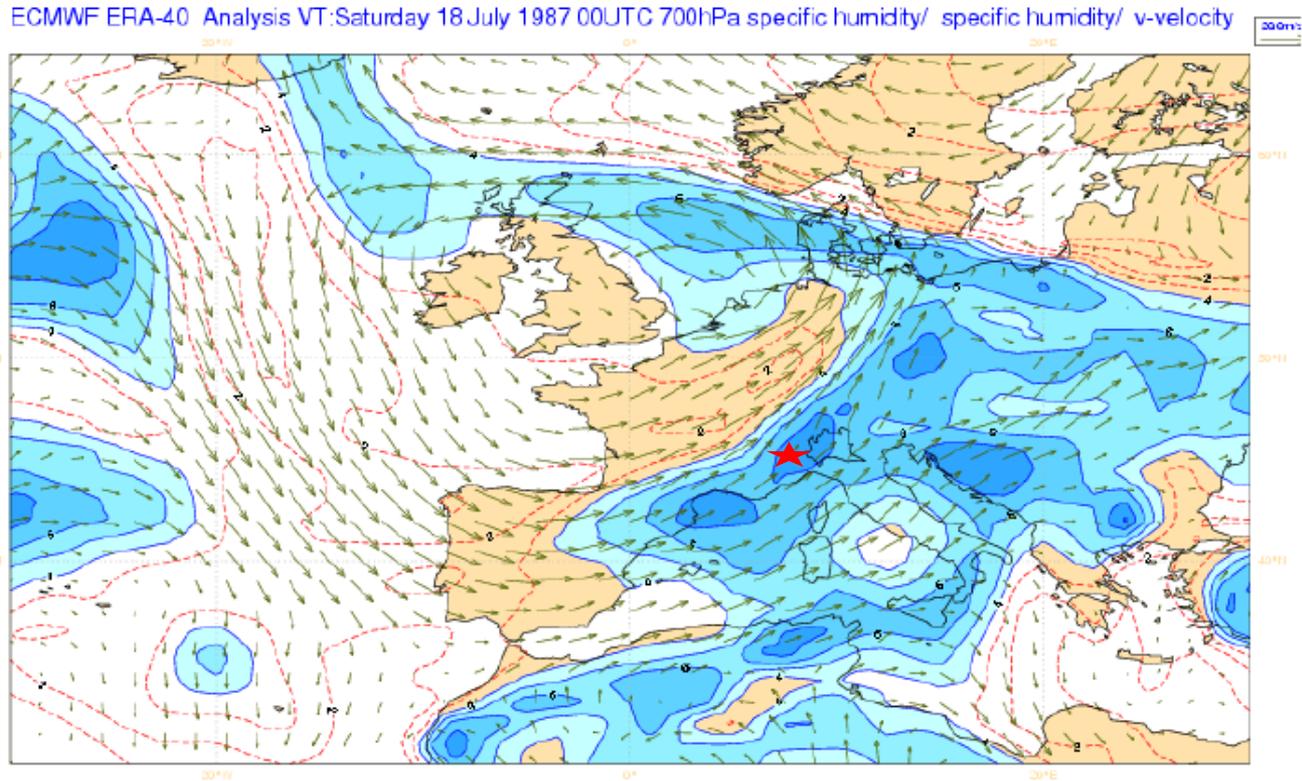
Anni 1450, 1460, 1 Debris flow 1479

1816, 1827, 1829, 1834, 1836, 1839, 1844, 1855, 1856, 1857, 1868, 1885, 1886, 1888, 1889, 1890, 1891, 1892, 1895, 1896, 1897

1901, 1901, 1903, 1905, **1911**, , 1912, 1913, **1914**, **1915**, 1916, **1917**, 1927, 1928, 1933, 1934, 1937, 1960, 1963, 1965, 1968, 1985, 1991), 3 Debris flows (1885, 1911, **1987**), 1 alluvione con Debris flow (1951); 88

La franosità della valle è ricollegabile a fattori meteorologici (verrà poi preso in esame quello del 1987) e alle caratteristiche idrogeologiche. Non sono state notate conseguenze degli insediamenti abitativi e delle infrastrutture, tuttora modeste.

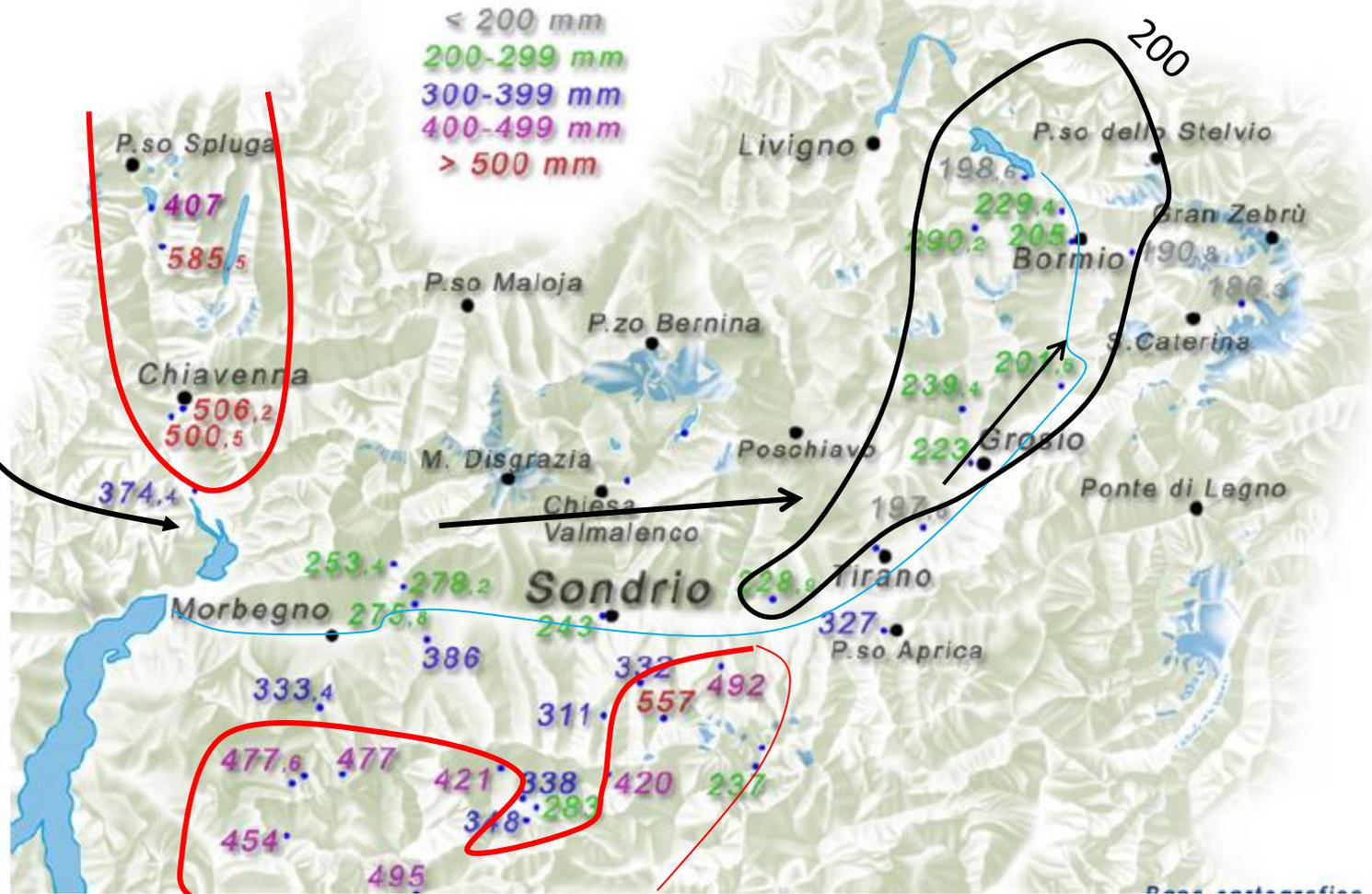
## L'evento meteorico del luglio 1987



**Fig. 6:** Situazione del 18 luglio 1987: la fase acuta del maltempo ha ormai raggiunto il suo apice e forti precipitazioni si verificano sulle aree alpine e prealpine della Lombardia. Sinistra: circolazione atmosferica nella media troposfera (circa 5600 mslm, 500 hPa,) e campo termico alla stessa quota: la vasta area di bassa pressione centrata sull'Inghilterra abbraccia l'intera Europa occidentale; il nucleo freddo (-22 °C) si sta spostando sul continente accentuando il gradiente termico verso il sud delle Alpi (-10 °C). Destra: vento (frecche verdi) e umidità specifica (scala di colore) alla quota di circa 3000 metri (700 hPa): il fronte

# Precipitazioni Luglio 1987

www.meteovaltellina.it  
a cura di R. Scotti



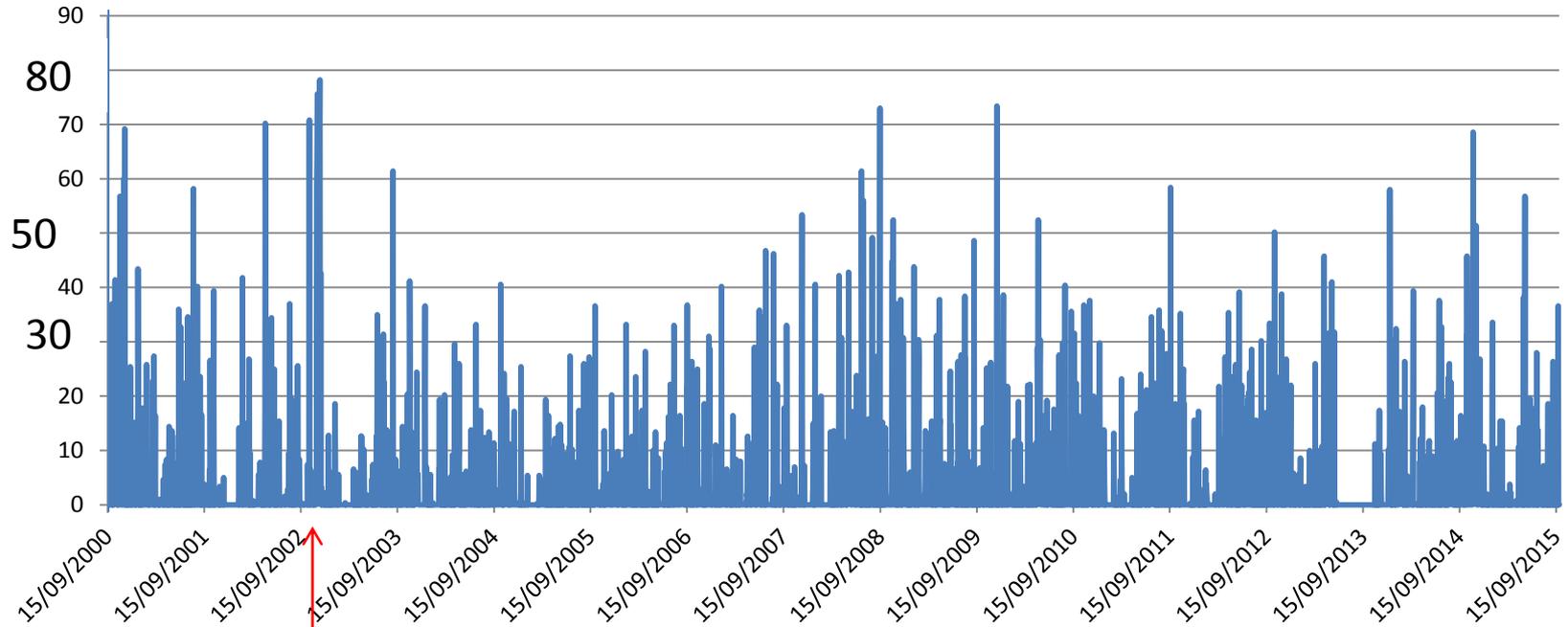
400 mm/mese

Tabella 1: Stazioni presenti in località sinistrate : Piogge dalle ore 7 del giorno indicato alle ore 7 del giorno successivo a quello indicato

<i>LOCALITA'</i>		<i>14-lug</i>	<i>15-lug</i>	<i>16-lug</i>	<i>17-lug</i>	<i>18-lug</i>	<i>19-lug</i>	<i>20-lug</i>	<i>21-lug</i>
<b>Valmalenco</b>	Campo Moro	12	4	21	38	130	14	3	10
	Lanzada	9	4	20	39	 124	20	0	10
	Sondrio	6	3	12	21		 99	0	7
<b>Valgerola</b>	Inferno	9	1	 50	125	130	26	9	50
	Trona	10	1	 46	 123	 128	16	9	 52.2
	Pescegallo	17	3	 65	118	167	16	5	33
	Pedesina	10	2	40	63	 86	33	4	33
<b>Valmasino</b>	Ardenno	11	6	16	48	87		2	10
	Prati di Lotto	1	1	21	 50	86	40	3	13
<b>Valtellina</b>	Pagnona	21	1	14	 50	40	 49	4	31
	Campo Tartano	17	5	30	 65	 96	0	3	15
<b>Aprica</b>	Frera				19	71	99		
	Ganda				13	 476	90		
<b>Bassa Valtellina</b>	Venina				31	 50	105		
	Scais				34	102	 305		
	Armisa				18	 106	0		
<b>Valratti</b>	Ratti				25	40	43		
<b>Valcodera</b>	Codera				36	 46	 61		
<b>Val Chiavenna</b>	Campo				28	39	45		
<b>Alto Lario</b>	Reggea				86	 133	0		

# Pioggie giornaliere a Morbegno dal 2000 a oggi

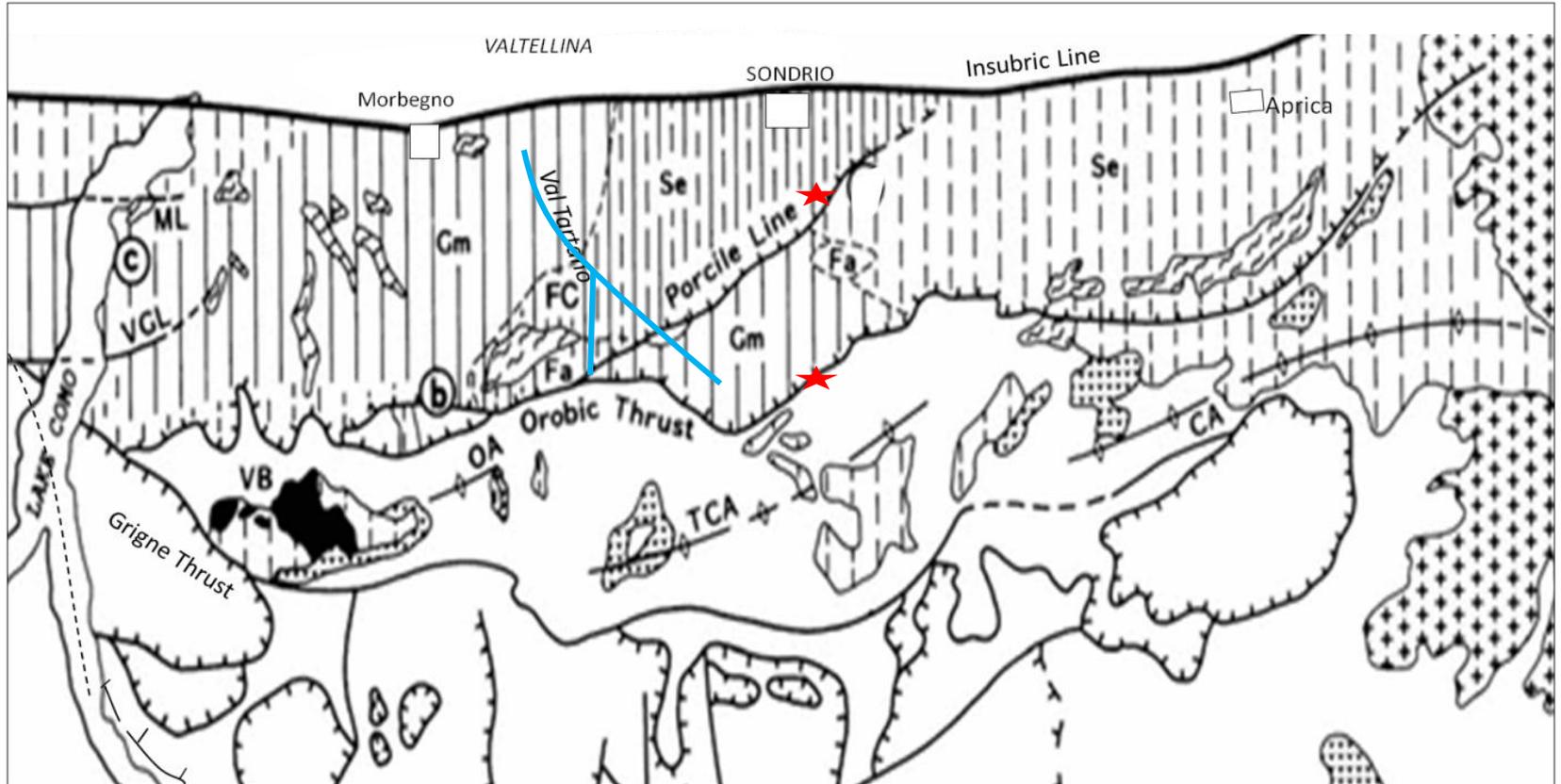
## Precipitazioni giornaliere



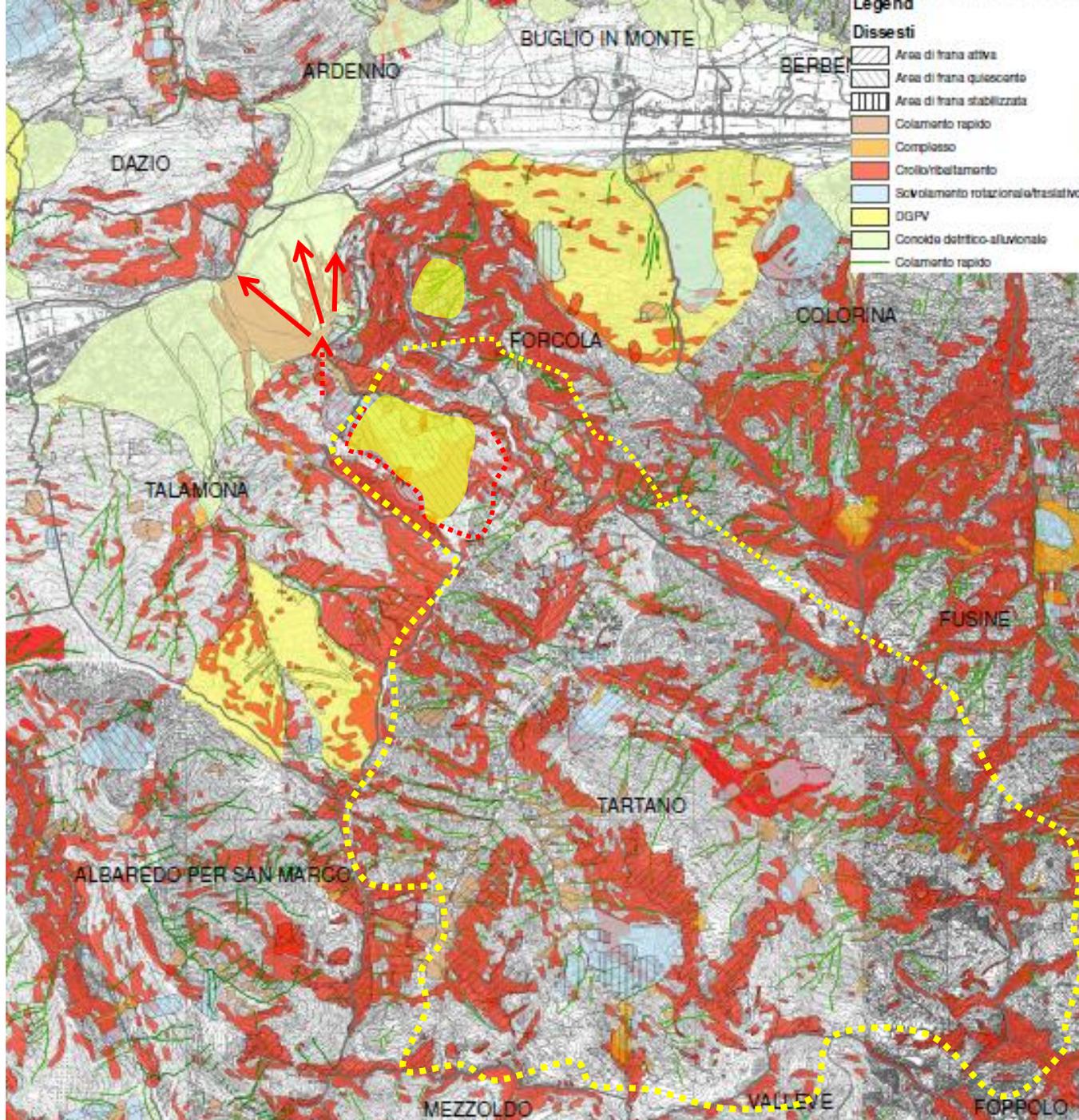
15/09/2002

Sensibile movimento della  
frana della Pruna





Parallelamente alla linea Insubrica e alla linea del Porcile, che sono le dislocazioni di maggiore interesse, si sviluppano fitti sistemi di fratture che interessano profondamente la compagine rocciosa del bacino del Tartano. I maggiori movimenti franosi sono impostati sulle zone di roccia debole prodotte da questi sistemi di fratture.

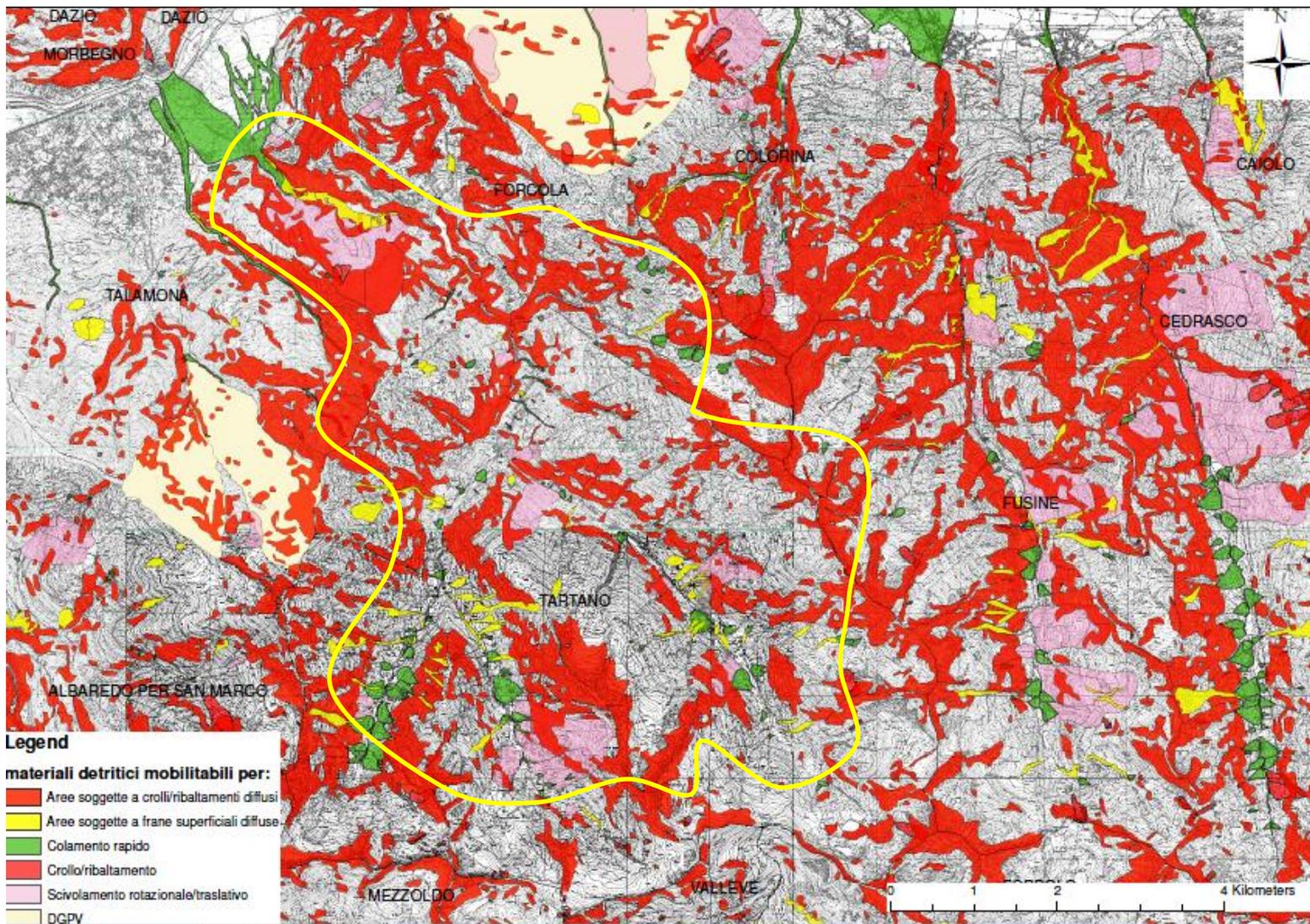


## CARTOGRAFIA DELLE FRANE

In rosso le aree di roccia fratturata

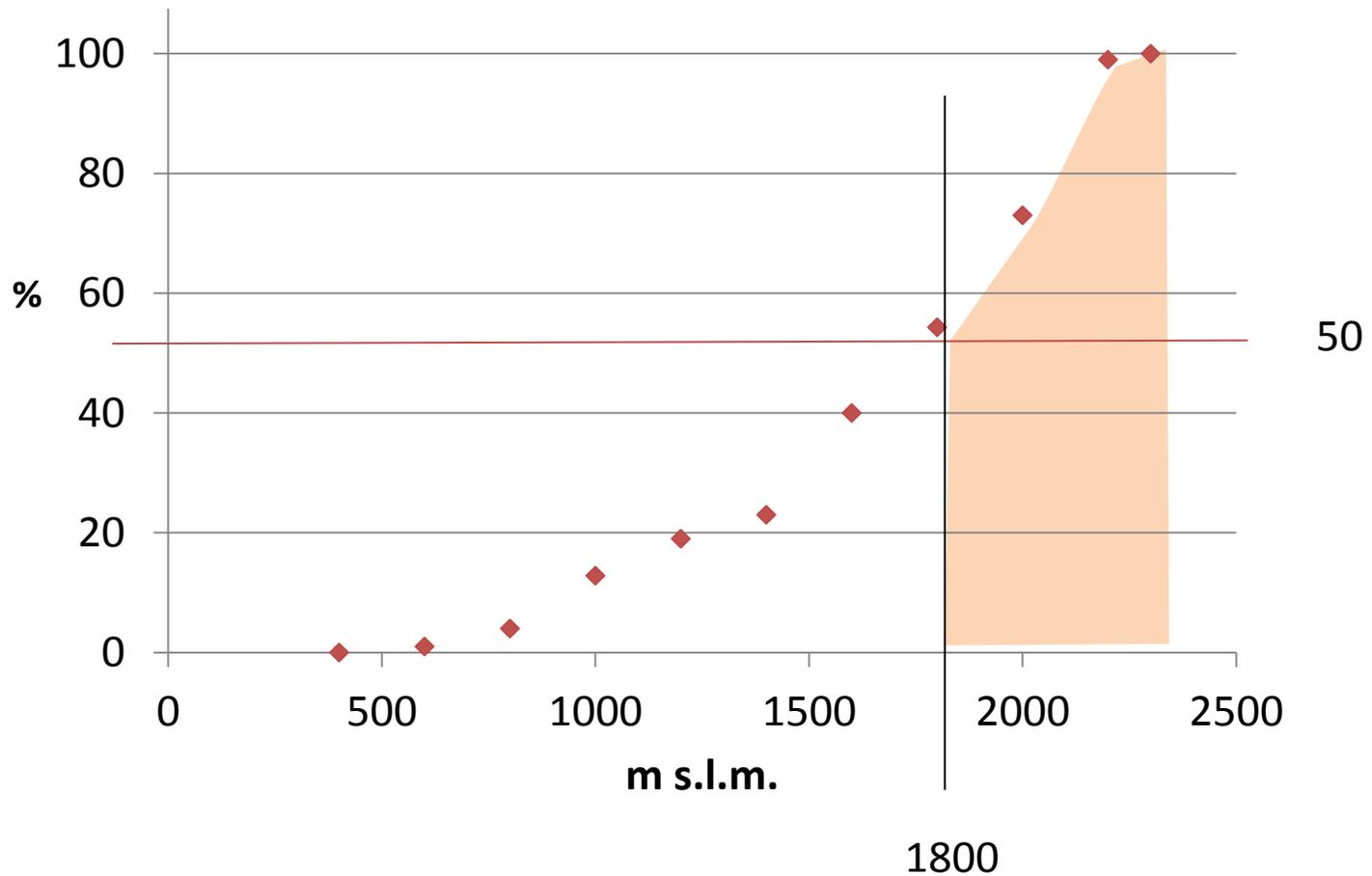
Le frecce indicano gli alvei percorsi dall'esondazione sulla conoide nel 1987

In rosa sono indicate le grandi frane



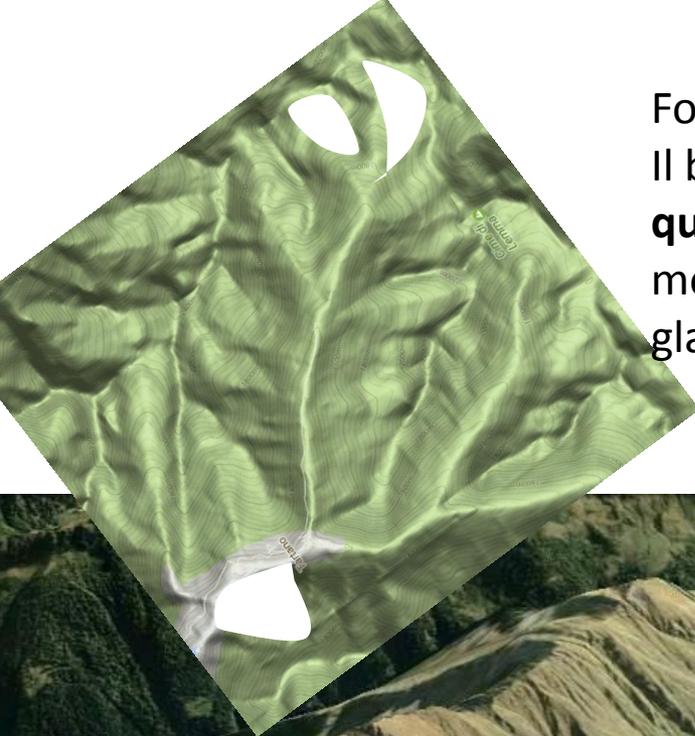
Le superfici coperte da terreni mobilizzabili nel corso degli eventi pluviometrici catastrofici (in **colore**) occupano circa il 35% dell'area del bacino, e si trovano preferenzialmente alle alte quote

Curva ipsografica: le quote più elevate di 1800 m s.l.m. occupano il 50% del bacino

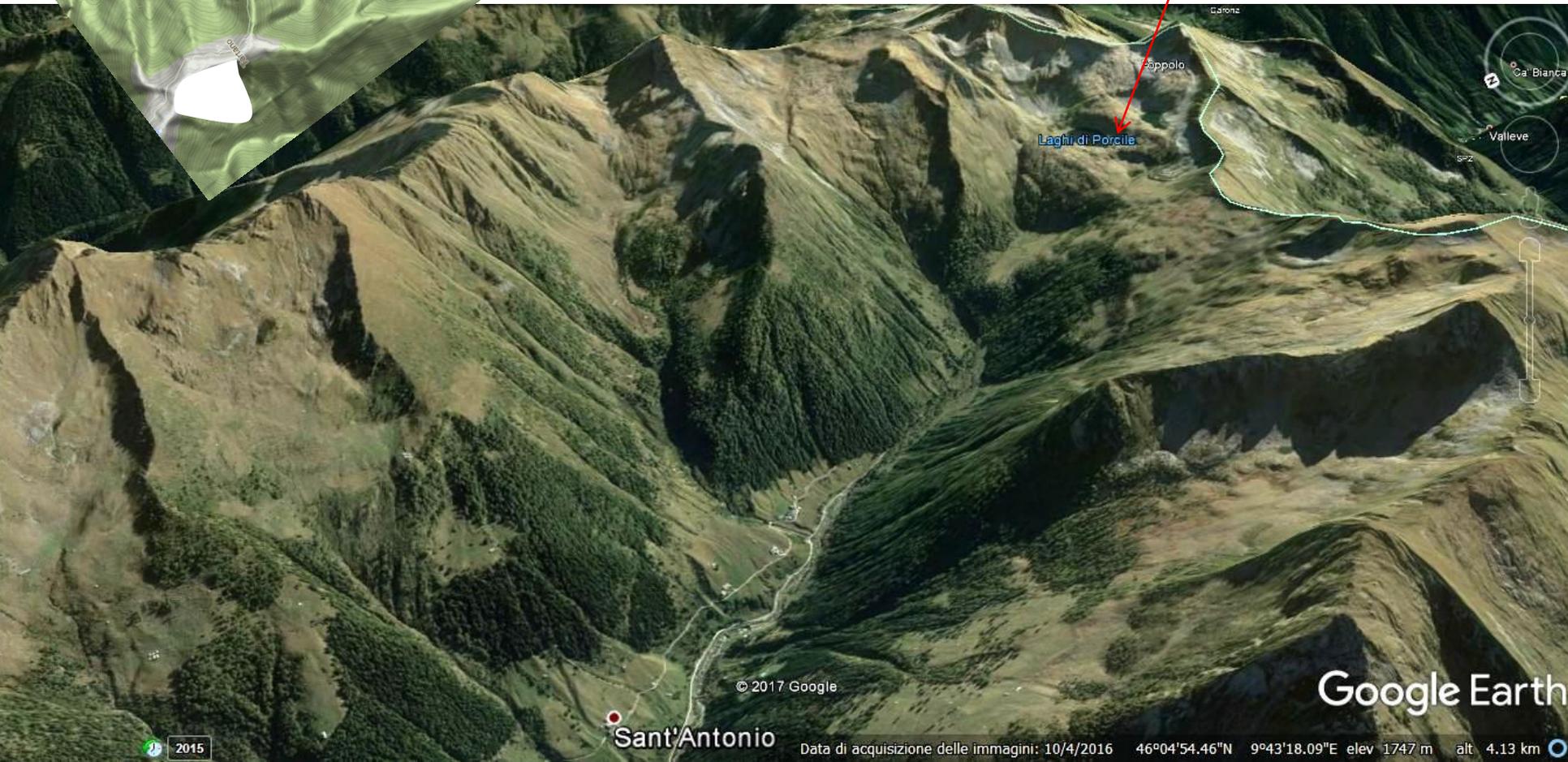


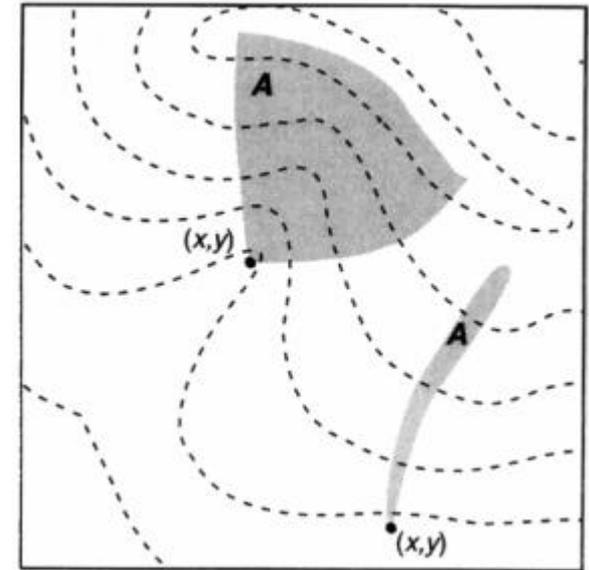
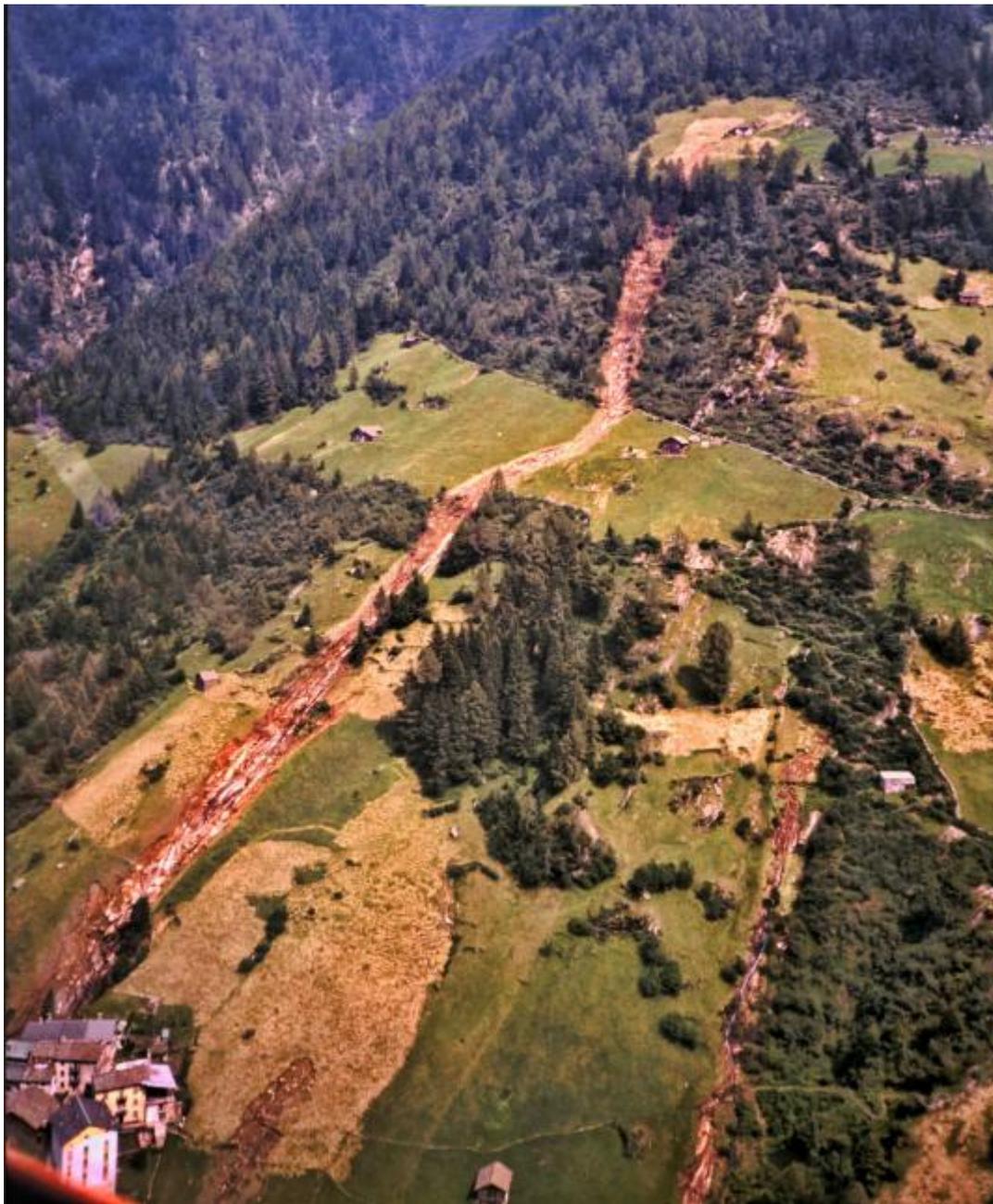
## Fonti di detrito

Il bacino del Tartano ha una **particolare estensione** tanto alle **quote medie**, dove insistono terreni soggetti alla mobilitazione durante gli episodi piovosi (eluvio e depositi glaciali), quanto alle **quote elevate** (falde di detrito)



*Laghi del Porcile*





La grande prevalenza delle aree situate a quote alte, espone il bacino a eventi meteorologici come quello del 1987, caratterizzato da un elevato gradiente pluviometrico verticale

Settore

## Orobie valtellinesi

	24h (day)	17-19 luglio	13-25 luglio	1-31 luglio
stazione				
Lago di Scais (1500 m/slm)	305 (18)	479*	523	557
Armisa Ca' Pizzini (1041 m/slm)	265 (18)	410	463	492
Lago di Trona (1800 m/slm)				477,6
Pescegallo (1805 m/slm)				477
→ Campo Tartano (958 m/slm)	165 (19)	271	345,6	386
Diga Panigai (765 m/slm)	86 (18)	189	275	333,4
Vedello (1060 m/slm)	115 (18)	218	289	332
Aprica (1181 m/slm)	111 (19)	168	243	327
Lago Venina (1800 m/slm)	105 (18)	183	263	311
Lago Inferno (2100 m/slm)	128 (18)	279		

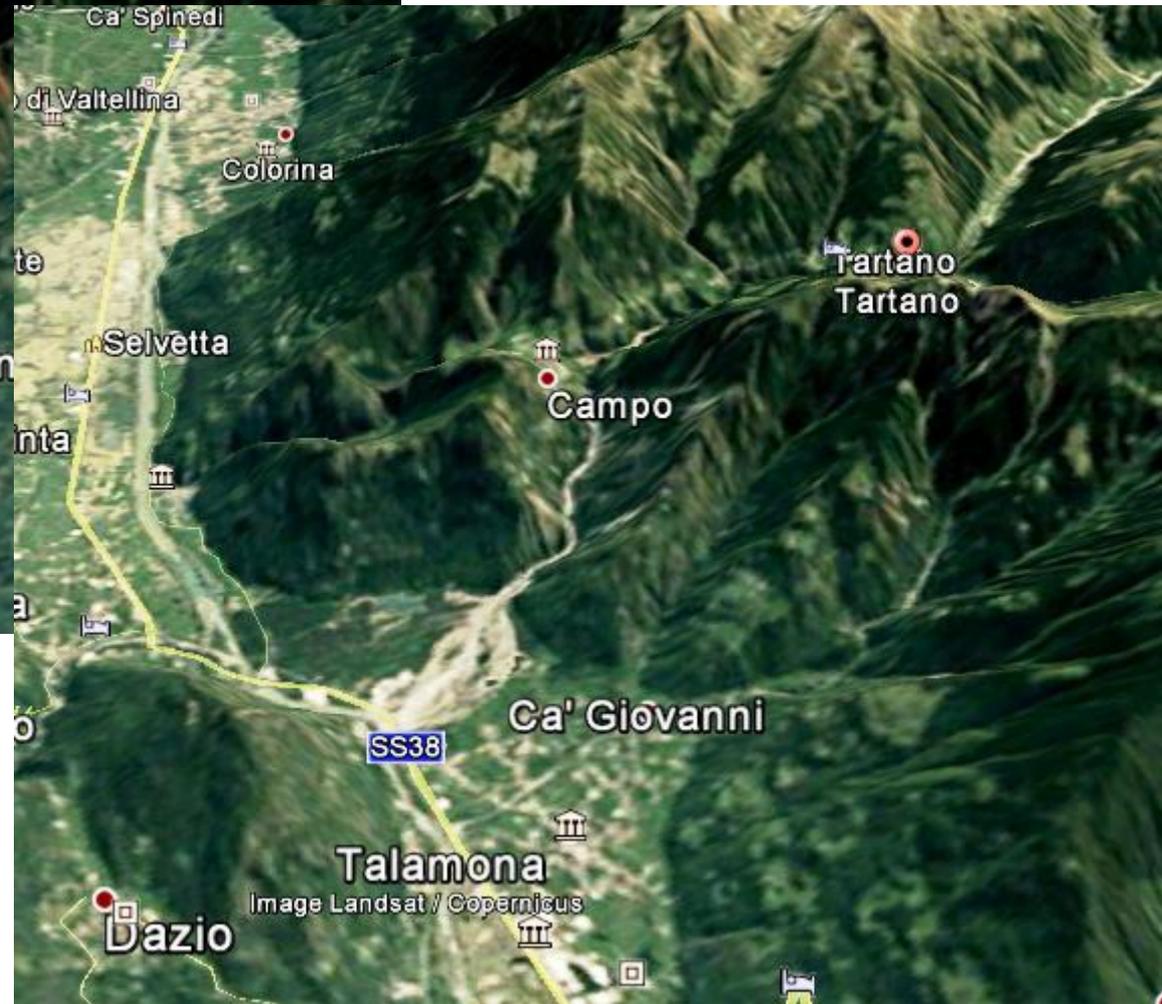
## Fondovalle Valtellina

stazione				
Ardenno (266 m/slm)	110 (19)	245		275,8
Sondrio (298 m/slm)	99 (19)	210		243*
Grosio (652 m/slm)				223
Semio (470 m/slm)	52 (19)	87,6*	139	197,6
Poschiavino (Tirano) (422 m/slm)	112 (19)	234		

Il gradiente pluviometrico verticale è stato molto elevato in occasione dell'evento del 1987, fatto aggravato dall'ampiezza delle aree detritiche che si trovano oltre i 1500 m



Nel passato il trasporto solido ha prodotto il sovralluvionamento dell'apice della conoide.



Nel 1987 il corso d'acqua ha esondato riprendendo un percorso di metà del 1800. La fotografia a destra rappresenta le condizioni della conoide subito dopo l'evento del 1987

Area del bacino a monte della diga della Colombera (da 1150 a 2300 m s.l.m) : **36** km<sup>2</sup>

Area del bacino a valle della diga : **14** km<sup>2</sup>

Lunghezza del corso d'acqua : **15** km

Diga della Colombera

depositi nell'invaso **38.038**  
*mc/anno*

Dei quali cui : **29000** *mc/anno* da erosione del suolo

**10800** *mc/anno* da frane

Table 2. Key parameters for Gavrilovic model

Surface of the catchment area [km <sup>2</sup> ]	36.2
Perimeter of the catchment area [km]	27.0
Length of the principal waterways [km]	28.4
Length of the secondary waterways [km]	92.6
Minimum altitude [m a.s.l.]	1,148
Mean altitude [m a.s.l.]	1,861
Maximum altitude [m a.s.l.]	2,504
Land use $\Xi$	0.29
Type and extent of erosion $\Phi$	1.55
Soil resistance to erosion $\Pi$	0.59

(\*) D.Brambilla, L. Longoni e M. Papini



Via Biorca

© 2017 Google  
© 2016 Google

© 2009 GeoBasis-DE/BKG

Data di acquisizione delle immagini: 10/2011 46°06'16.38"N 9°40'44.30"E

Frana della Val Pesera

Table 2: Annual sediment yield obtained from the Gavrilovic model.

$T$ (° C)	$H$ (mm/year)	$I$	$l$ (km)	$l_i$ (km)	$F$ (km <sup>2</sup> )	$D$ (km)
3	1376	0.58	11.26	149.84	47.0	1.79
$O$ (km)	$E$	$II$	$\Phi$	$W$ (m <sup>3</sup> /year)	$R$	<b><math>G</math> (m<sup>3</sup>/year)</b>
29.22	0.2	1.6	0.8	45371	1.67	<b>52931</b>

Table 3. Pesera-L input and output data

Input data	Output data
Monthly Climate	Erosion (monthly)
Land-use, Crops and Planting date	Overland flow runoff
Soil Hydrologic and Erosive Parameters	Soil water deficit
Topography	Percentage rainfall interception
	Vegetation biomass
	Cover monthly
	Soil organic matter biomass

Figure 2. Landslide probability computed via Pesera-L model

Table 1. Measured sediment yield (SY) in dam

Year	1991	1992	1993
SY (m <sup>3</sup> )	34,073	43,504	53,605
Year	1994	1995	1996
SY (m <sup>3</sup> )	36,737	26,264	39,749
Year	1997	1998	1999
SY (m <sup>3</sup> )	35,314	32,800	41,876

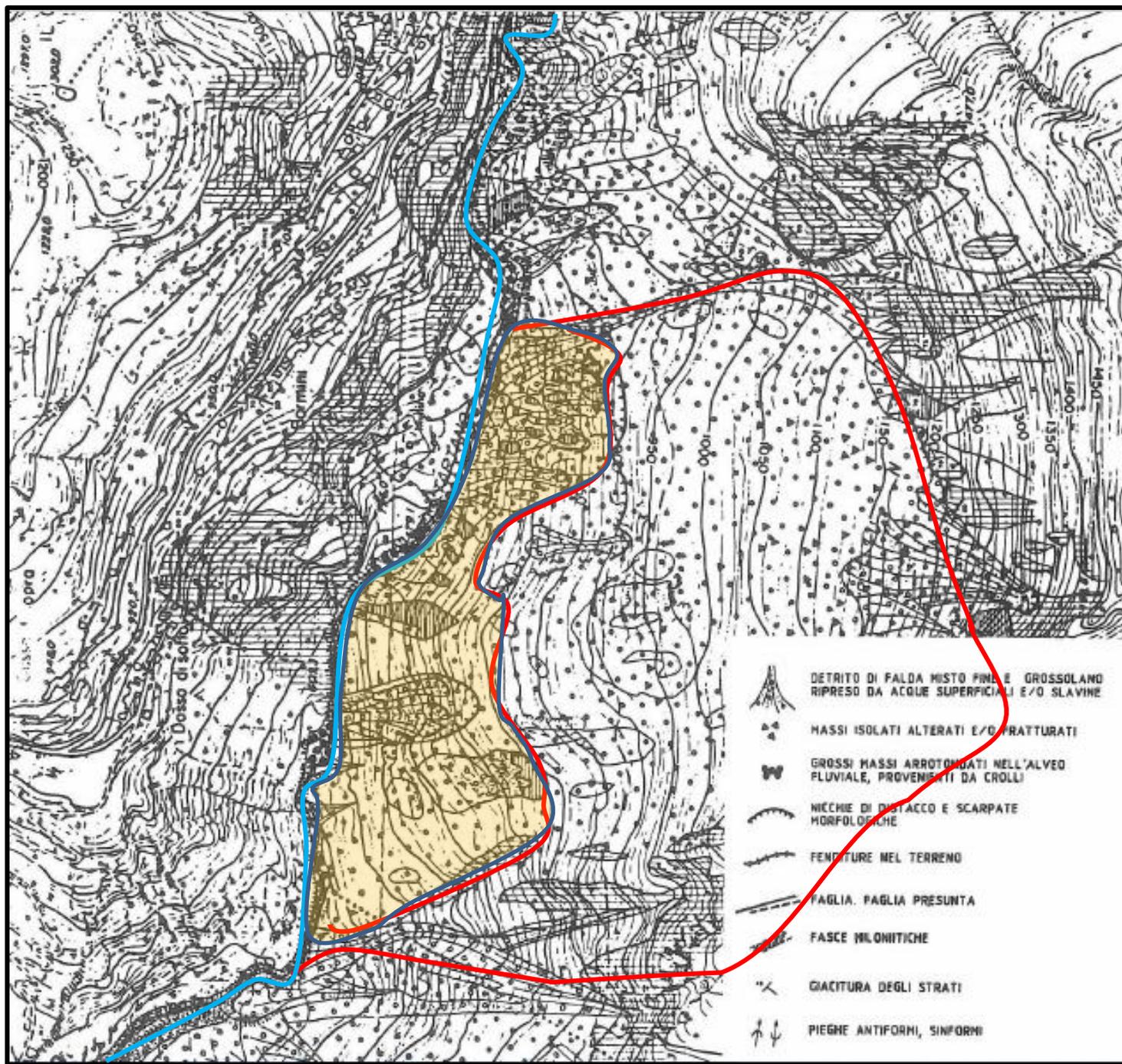
Year	2000	2001	2002
SY (m <sup>3</sup> )	57,299	43,187	42,022
Year	2003	2004	2005
SY (m <sup>3</sup> )	22,957	50,083	21,287
Year	2006		
SY (m <sup>3</sup> )	27,844		



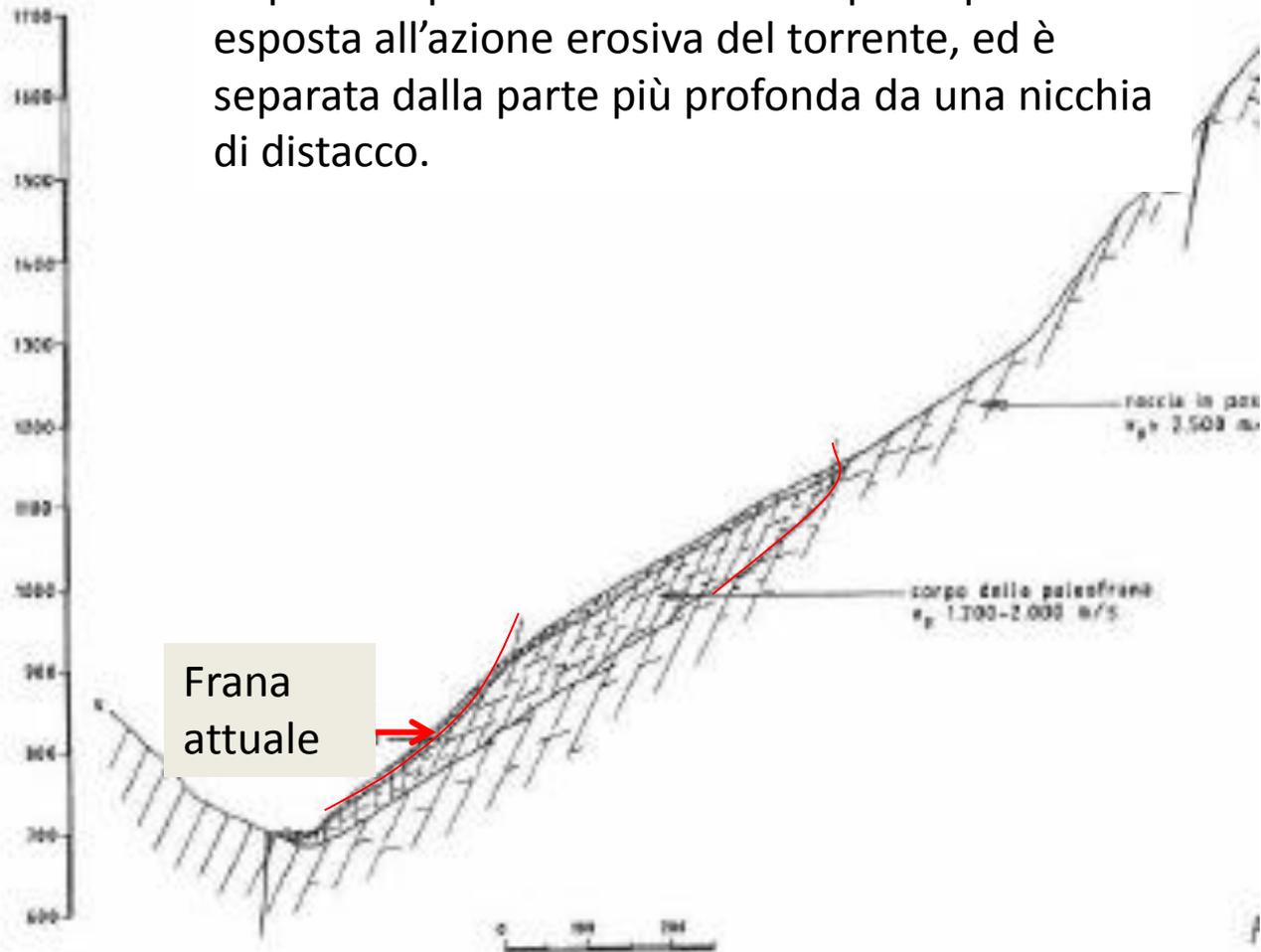
Il tratto al quale conviene prestare la maggiore attenzione è quello a valle della diga.

La frana della Pruna ha dimensioni di circa 1 kmq di superficie con spessore non ben conosciuto, che dalle indagini geofisiche risulta intorno ai 100 m.

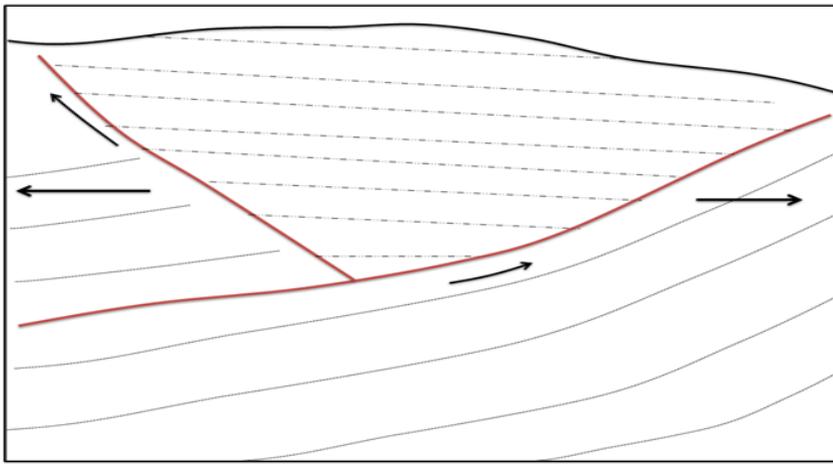
2012



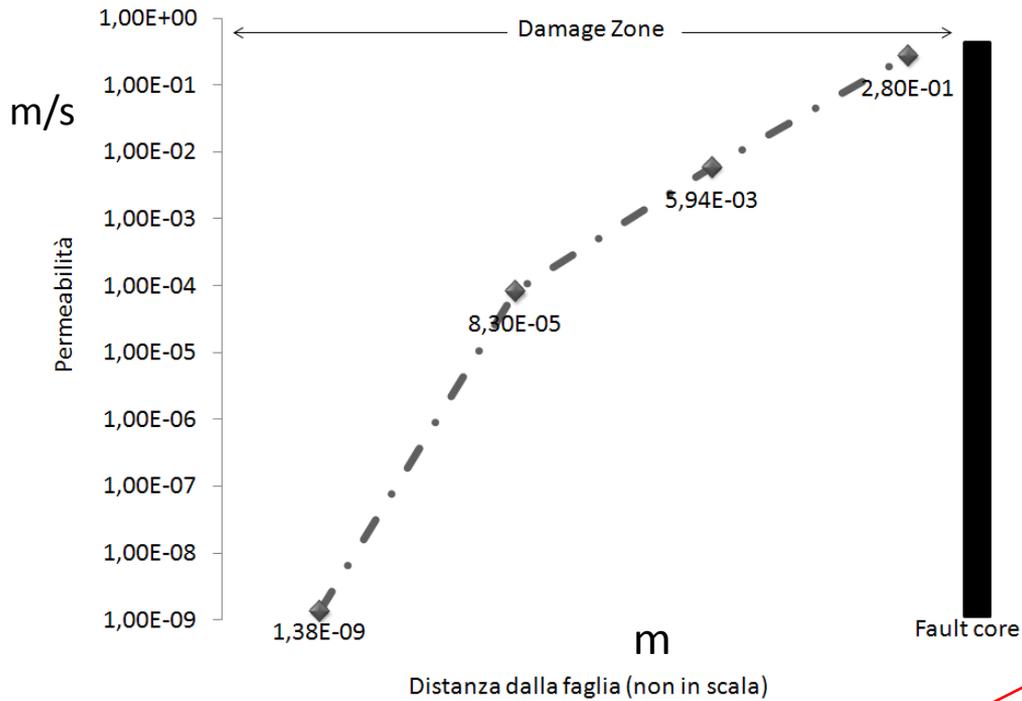
La parte superiore della frana è quella più esposta all'azione erosiva del torrente, ed è separata dalla parte più profonda da una nicchia di distacco.



Le frana si presenta come un corpo roccioso diviso in due parti. Quella più profonda è una frana quiescente o stabilizzata, slittata verso valle di oltre 100 m , e separata dalla roccia in posto da un avvallamento riempito di detriti . Quella più superficiale è meno spessa ma più mobile, essendo riattivata dagli episodi pluviometrici maggiori.



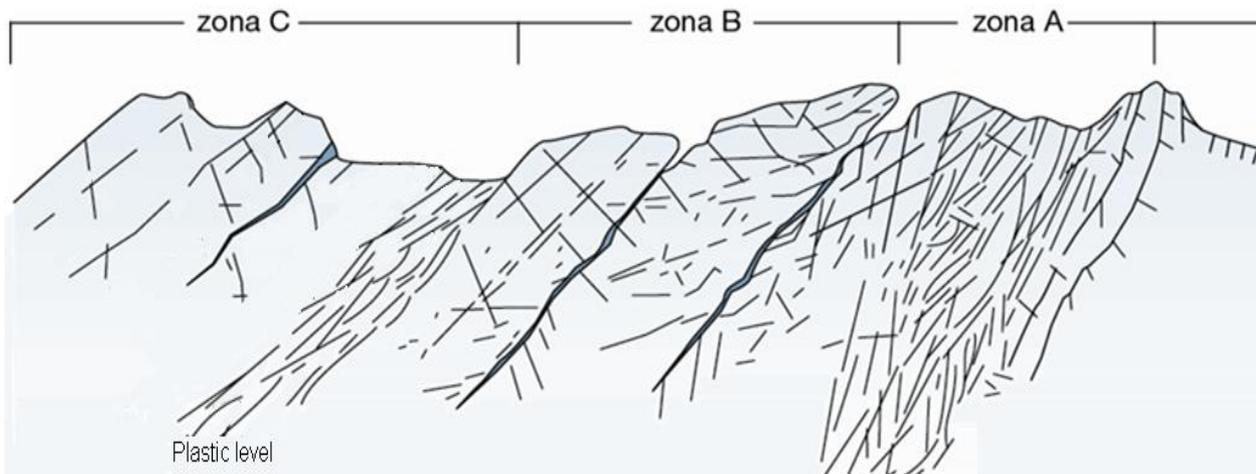
Questa frana non è l'unica di questo tipo nella Valtellina. La genesi di questi dissesti è legato alla presenza di faglie, che normalmente costituiscono particolari zone di debolezza: il loro nucleo è infatti formato da rocce di bassa resistenza meccanica e poco permeabili.



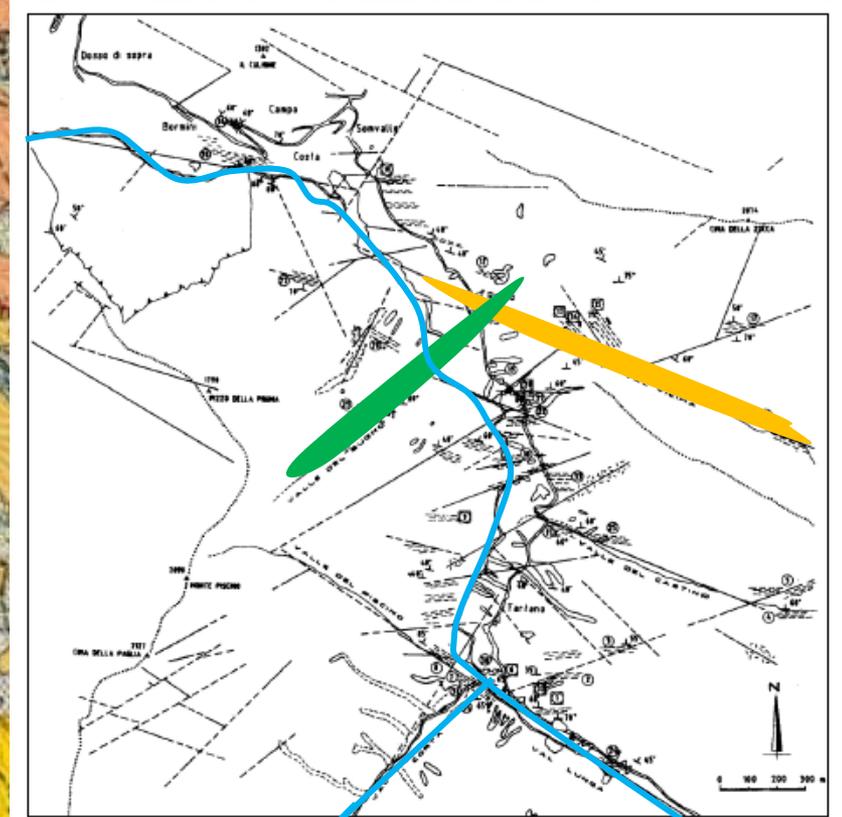
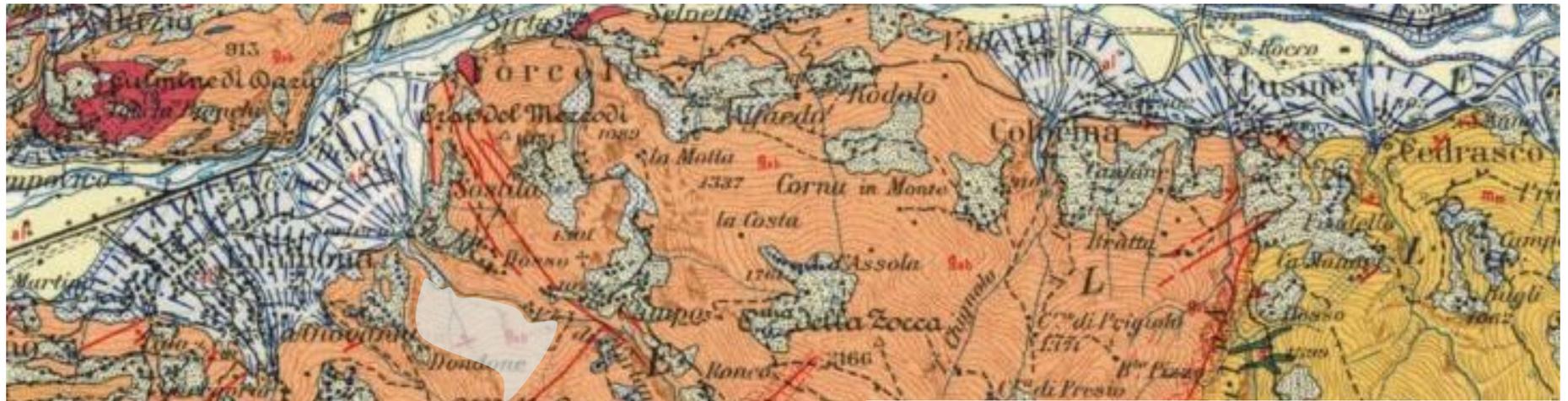
HOST ROCK

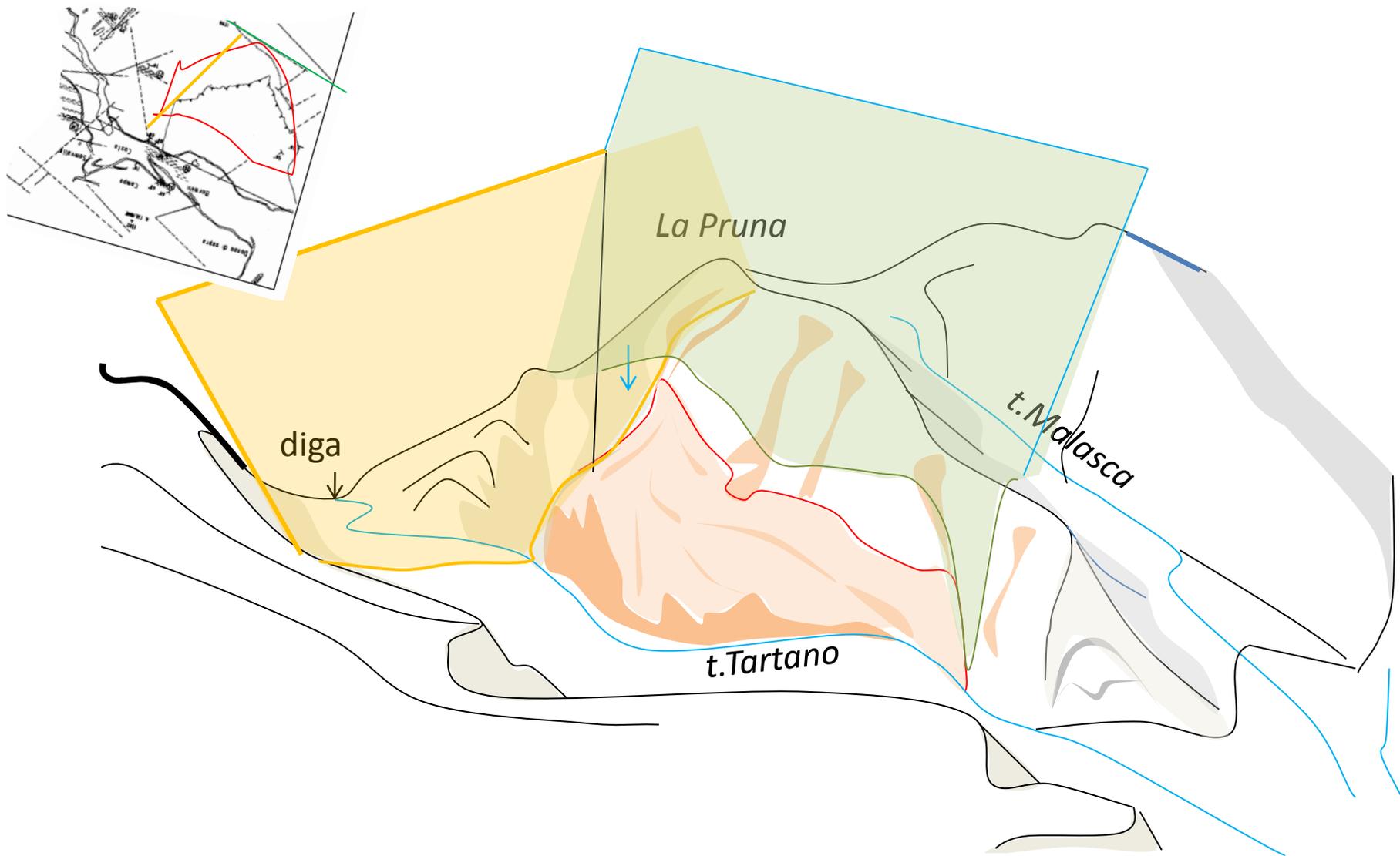
DAMAGE ZONE

FAULT CORE

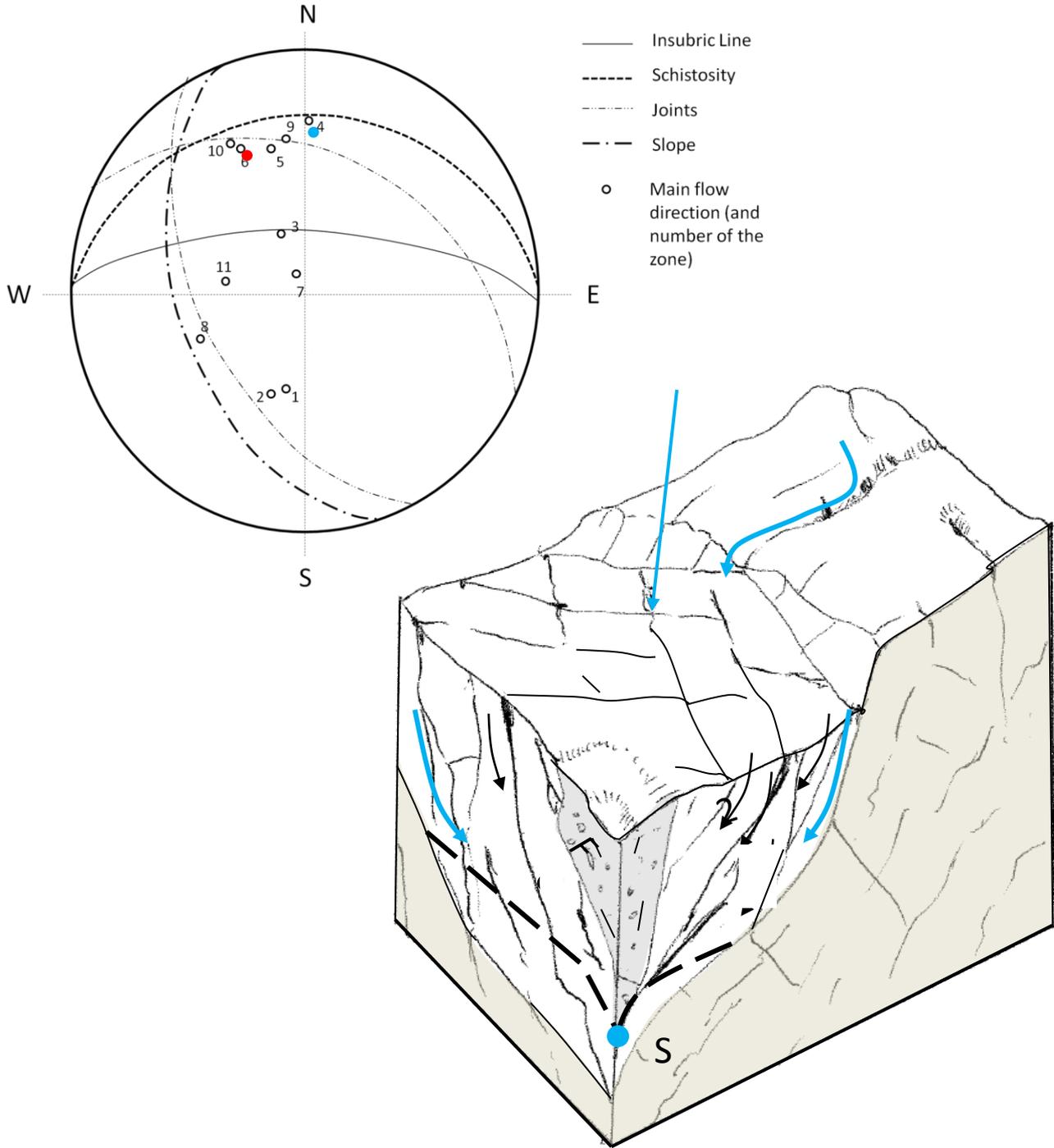


La frequenza delle zone di faglia rende instabile l'ammasso roccioso, in quanto si combinano gli effetti **dell'aumento di permeabilità** nella fascia di roccia fratturata (**DZ**) e della scarsa resistenza della **zona di faglia**





I sistemi di discontinuità principali si intersecano in modo da favorire la convergenza delle acque di infiltrazione verso il centro del versante in frana



La convergenza del flusso idrico lungo fratture verso la zona satura limitata alla base dalla roccia più compatta e meno permeabile aggrava le condizioni di stabilità dell'ammasso roccioso.

La presenza di **fasce di cataclasiti (F) all'interno dell'ammasso roccioso lungo le fratture** favorisce l'innesco di movimenti franosi soprattutto dove agisce la pressione esercitata dalle acque sotterranee.

**S**= sorgente  
 Linea a tratti: livello piezometrico  
**F** = nucleo di faglia con cataclasiti



2003

I coni detritici al piede del versante erano continui e mostravano solo rari affioramenti di roccia



2016

2003



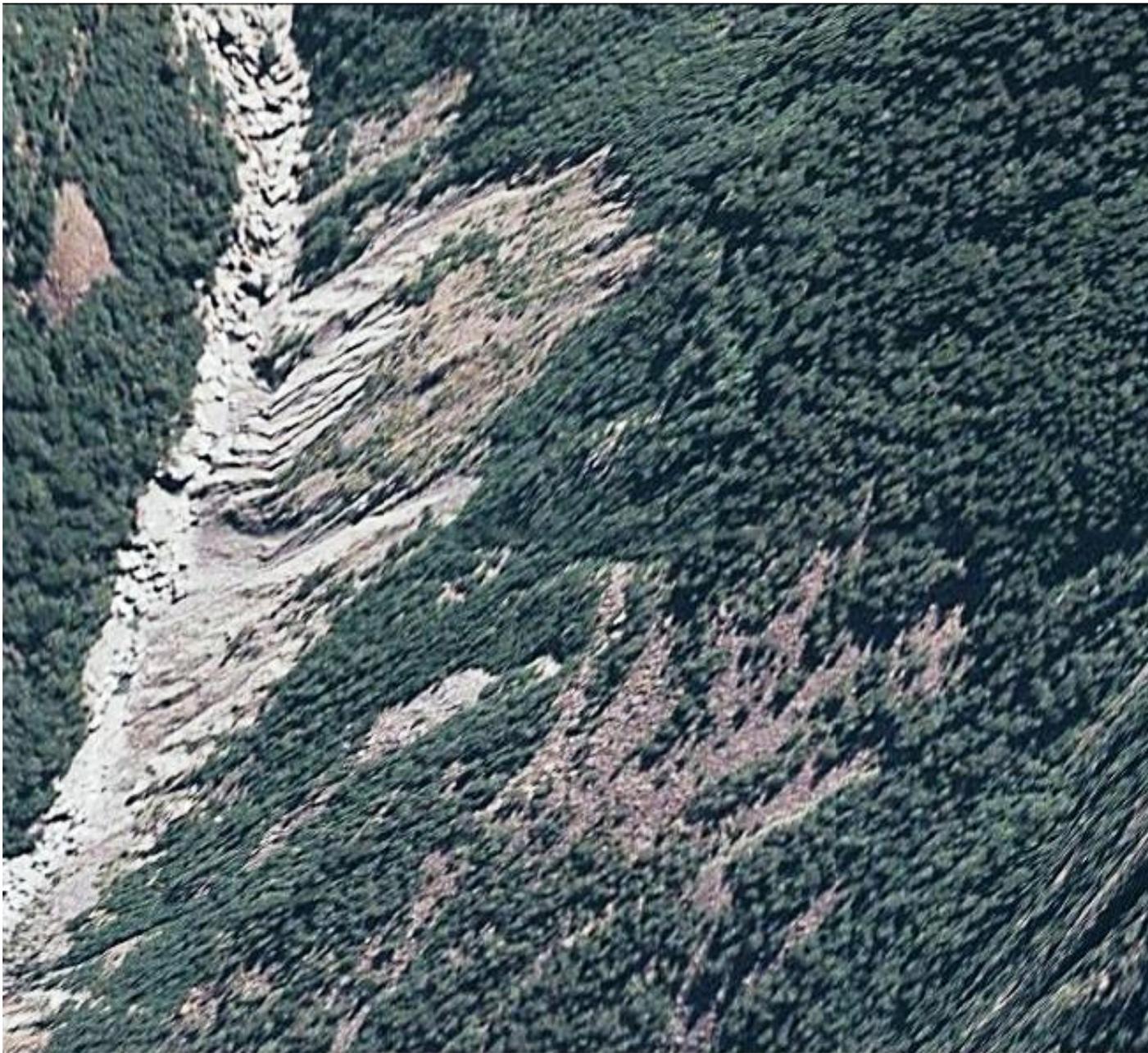
Nel corso degli anni si è assistito a una consistente asportazione di materiale dal versante franoso: si osserva la grande quantità di detrito sul fronte della frana, che ricopre totalmente la roccia fratturata. Nel 2003 la coltre detritica era molto estesa e di spessore consistente (mediamente alcuni metri).



Dopo il 2010 emergono gli affioramenti di roccia fratturata e alterata sotto la coltre detritica che costituiscono il corpo della frana più superficiale



Nel 2016 gran parte del detrito di pezzatura minore è stato asportato e la roccia fratturata è stata posta allo scoperto lungo tutto il fronte della frana.



La roccia sul fondovalle al piede della frana è ormai affiorante per la progressiva erosione della coltre detritica meno stabile



In questa foto ripresa da Campo verso l'apice della conoide (quindi da S a N) si nota la non perfetta stabilità del versante di Dosso indicato con la freccia.



Dosso nel 2003



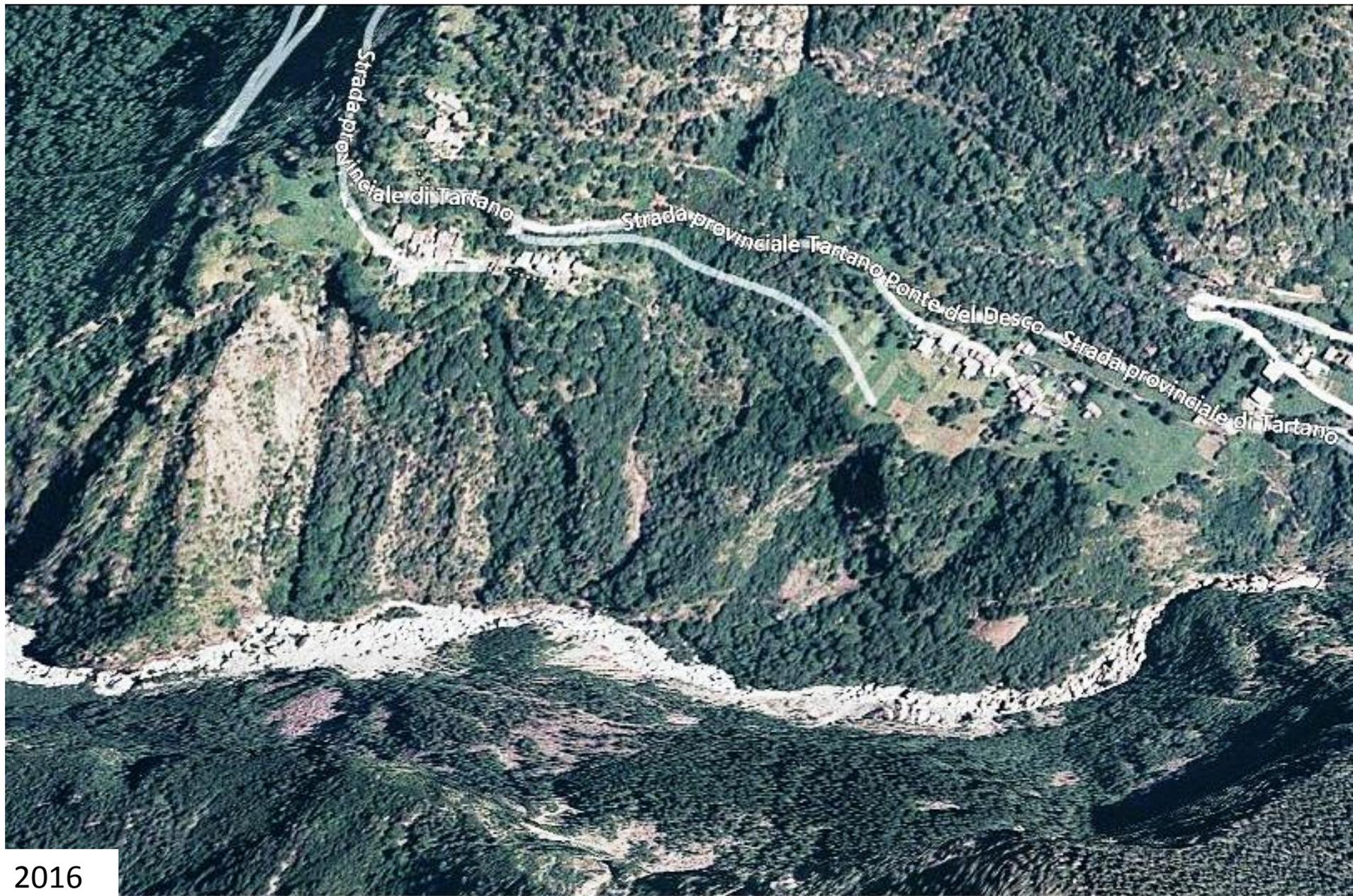
Via Dosso Sotto

© 2017 Google

2003

Dosso nel 2003

Data di acquisizione delle immagini: 10/4/2016



2016

Si nota un degrado del versante roccioso piuttosto rapido

## **Considerazioni conclusive**

Nel caso di episodi pluviometrici con elevato gradiente verticale l'alveo è esposto alla mobilitazione delle ampie coltri detritiche localizzate alle quote maggiori di 1300 m, che occupano oltre il 70% del bacino .

L'alveo del t. Tartano è quindi interessato da un trasporto solido molto elevato, per l'estesa copertura detritica alle alte quote. Questo contributo è in gran parte contenuto dallo sbarramento della diga di Campo. Il tratto terminale della valle presenta aspetti che necessitano di approfondimento, considerato il fatto che la frana della Pruna non è stabilizzata.

Infatti nel corso di eventi di particolare entità, come nel 2001 e nel 2002, si sono riscontrate sensibili deformazioni nel corpo della frana, che successivamente non si sono ripetute, anche per l'assenza di episodi pluviometrici altrettanto importanti.

Dopo il 2002 si è constatata l'asportazione di grandi volumi di materiale detritico dal fronte della frana, che evidenziano come essa costituisca una fonte di detrito apprezzabile.

Il lento degrado del versante di Dosso, antistante la frana della Pruna, e le condizioni di alterazione e soprattutto di fratturazione della roccia che lo costituisce , indicano la necessità di controlli anche su questo settore.