



Natural hazards and the risk mitigation strategy in the region of South Tyrol

Volkmar Mair, Office for geology and building materials testing

What is the South tyrolian model?



Start: 2008



What is the South tyrolian model?

You look at what's "on the market" and take:

1. Italian laws establishing the urbanistic specifications:

DD.LL. 11 giugno 1998, n. 180: Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania.

Decreto del Presidente del Consiglio 23 Marzo 1990: Atto di indirizzo e coordinamento ... all'art. 31 della legge 18 maggio 1989, n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo.

Legge provinciale, Provincia Autonoma di Bolzano – Alto Adige – 11 agosto 1997, n. 13: Legge Urbanistica Provinciale.

2. the "Swiss method" (BUWAL) to define the hazard:

Detailed terrain mapping; determination of intensity and probability of occurrence of phenomena, hazard matrix.

3. South Tyrolean pragmatism :

Determination of the areas to be investigated, the urbanistic categories, the respective necessary processing depth, definition of the "project partners" and competences; determination of the approval procedure and adapted "rules of the game".

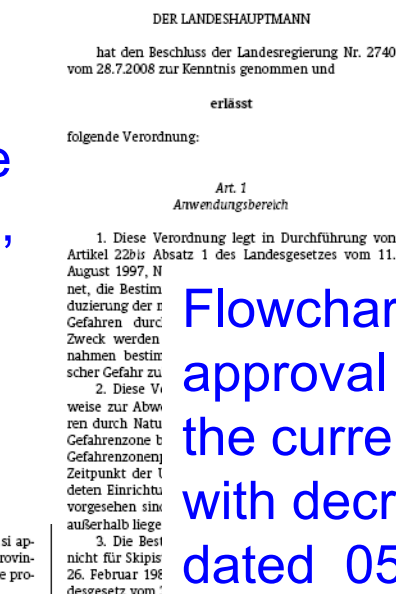
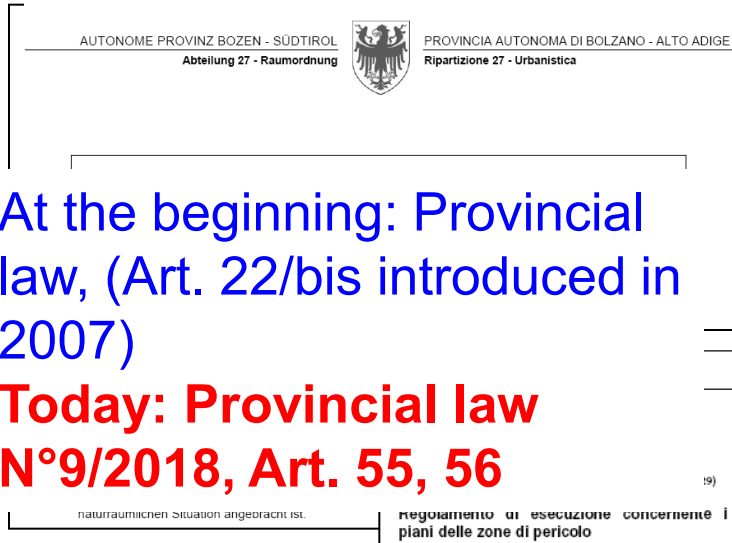
With 4 documents everything is regulated:

At the beginning: Provincial law, (Art. 22/bis introduced in 2007)

Today: Provincial law N°9/2018, Art. 55, 56

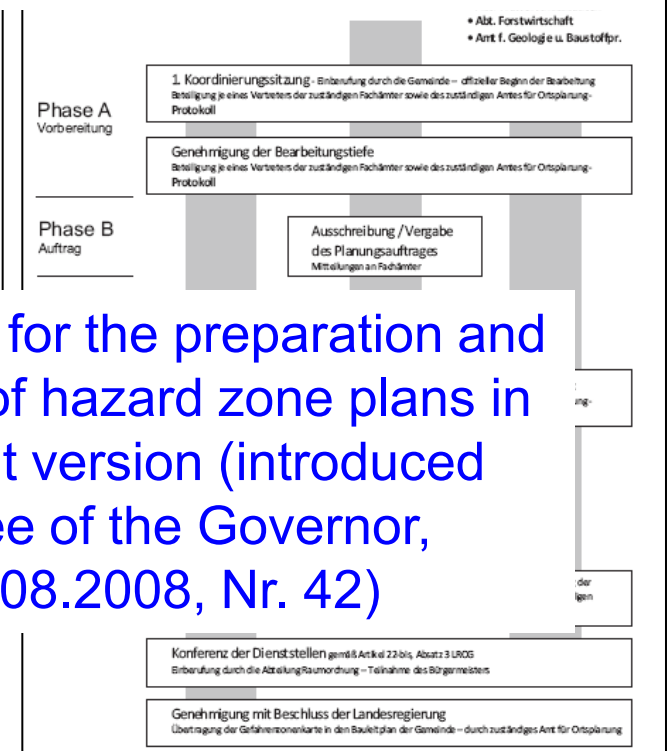
Implementing regulation on Hazard Zone Plans (introduced by decree of the Governor dated 05.08.2008, No. 42.)

Today: decree of the Governor, dated 10.10.2019, Nr. 23



Guidelines for hazard zone planning (introduced by resolution of the provincial government dated 28.08.2008, No. 2741.)

Today: resolution of prov. governm. Nr. 989 dated 13.09.2016



Flowchart for the preparation and approval of hazard zone plans in the current version (introduced with decree of the Governor, dated 05.08.2008, Nr. 42)

4 steps to the hazard plan of a municipality:

Coinvolved Partners

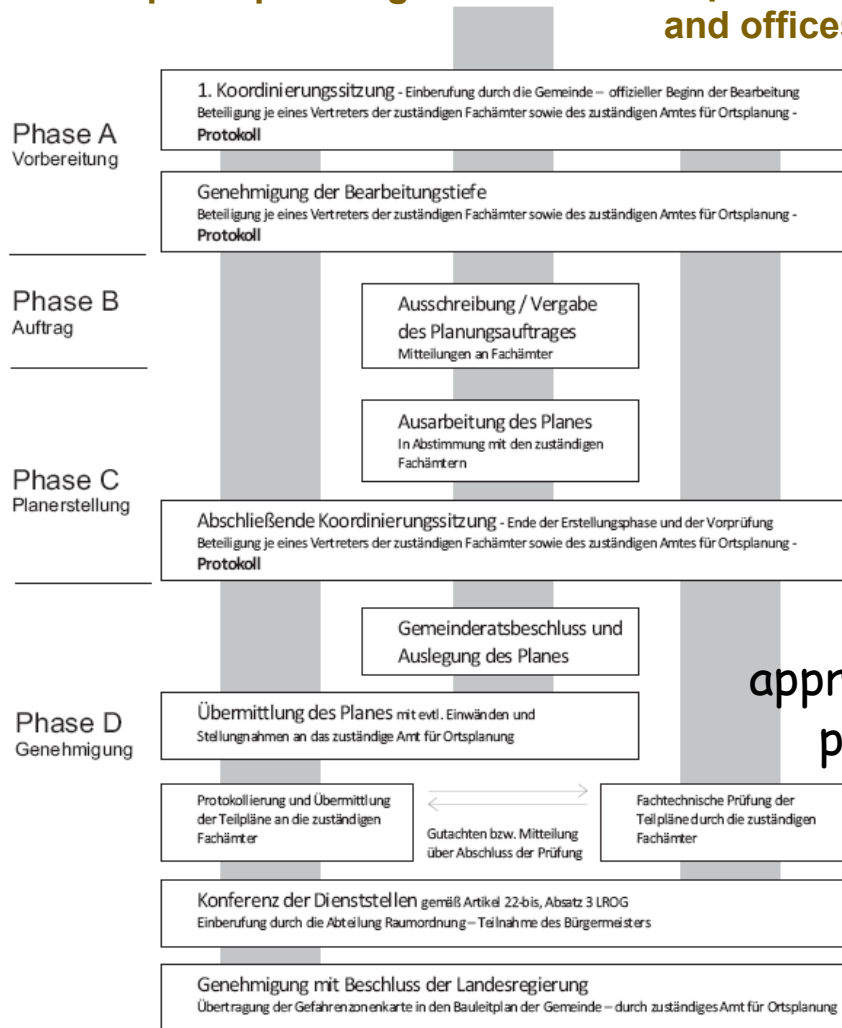
Professional
free lancers

department of
spatial planning

Municipality

Provincial
departments
and offices

work packages



official start meeting

definition of working detail

call for tenders/retention

elaboration of plans and documents

approval of documents by offices

approval by municipality council
possibility of appealing by citizens

final approval by partners
and provincial government

Phase A: definition of working detail

E.1 - Flächen nach Kategorien

AREE - FLÄCHEN

Kat a	Kat b	Kat c
-------	-------	-------

Grundprinzip: 1. Personenschutz 2. Personenanzahl, auch periodisch

Principio base: 1. sicurezza delle persone 2. numero delle persone presenti, anche periodicamente

LG 10/1991, Art. 12: Abgrenzung der verbauten Ortskerne + 300m-Puffer
 LP 10/1991, art. 12: perimetrazione dei centri edificati + 300m-zona cuscinetto

<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-------------------------------------	--------------------------	--------------------------

verbauter Ortskern

Centro edificato

scelta con motivazione
Auswahl mit Begründung

<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

300m-Puffer

300m-zona cuscinetto

Bauleitplan - Piano urbanistico comunale

<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-------------------------------------	--------------------------	--------------------------

Wohnbauzone A
(Historischer Ortskern)

Zona residenziale A
(centro storico)

<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-------------------------------------	--------------------------	--------------------------

Wohnbauzone B
(Aufluffzone)

Zona residenziale B
(zona di completamento)

<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-------------------------------------	--------------------------	--------------------------

Wohnbauzone C
(Erweiterungszone)

Zona residenziale C
(zona di espansione)

<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-------------------------------------	--------------------------	--------------------------

Landwirtschaftliche Zone

Zona residenziale rurale

scelta con motivazione
Auswahl mit Begründung

<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

Landwirtschaftsgebiet

Zona di verde agricolo

<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-------------------------------------	--------------------------	--------------------------

Gewerbegebiet

Zona per insediamenti produttivi

<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-------------------------------------	--------------------------	--------------------------

Gewerbegebiet mit
Landesinteresse

Zona di insediamenti produttivi
interesse provinciale

<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	-------------------------------------	--------------------------

Abbaufäche

Area estrattiva

<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-------------------------------------	--------------------------	--------------------------

Zone für die Erzeugung von
Energie

Zona per la produzione di energia

<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-------------------------------------	--------------------------	--------------------------

Zone für touristische
Einrichtungen

Zona per impianti turistici

<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-------------------------------------	--------------------------	--------------------------

Zone für öffentliche
Einrichtungen

Zona per attrezzature collettive

LEGENDE

Kategorie a:
verbauter Ortskern

Kategorie a:
verbauter Ortskern
(300 m Puffer)

Kategorie a

Kategorie b

Kategorie a/b/c
(Entscheid mit Begründung)

Bearbeitungstiefe

Bearbeitungstiefe 1:5.000

Bearbeitungstiefe 1:10.000

LEGENDA

Area secondo categorie (linee guida)

Categoria a:
centro edificato

Categoria a:
Centro edificato
(buffer di 300 m)

Categoria a

Categoria b

Categoria a/b/c
(scelta con motivazione)




Grado di studio

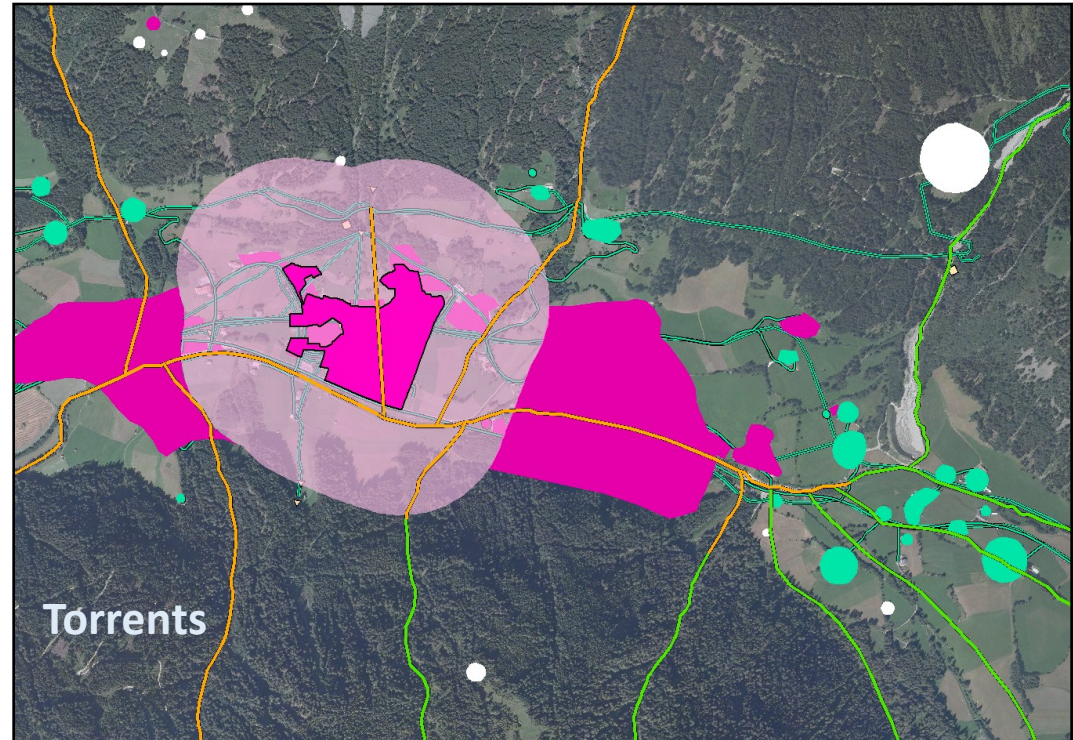
Grado di studio 1:5.000

Grado di studio 1:10.000

From the overlap of the known and/or suspected hazards with the urbanistic categories, the zones of different processing depth are defined

Phase A:
definition of
working detail

-  Kat. a: very detailed study (BT05)
high costs
-  Kat. b: very detailed study (BT05)
medium costs
-  Kat. c: Investigation not necessary
(BT0)



Processes that need to be studied:

Basislegende der Prozesse

Naturgefahrenstypen	Prozesse	Kodex
Massenbewegungen : LX	Sturz	LF...landslide + fall
	Rutschung	LG...landslide + gravity
	Einbruch	LC...landslide + collapse
	Hangmure	LD...landslide + debris flow
	Tiefgründige Massenbewegung	DSGSD...deep-seated gravitational slope deformation
Wassergefahren : IX	Überschwemmung	IN...inundation
	Wildbachüberschwemmung	IS...inundation+solid
	Murgang	DF...debris flow
	Erosion s.l.	EL = Seitenerosion - lateral ED = Tiefenerosion - depth EA = Flächenerosion - areal
Lawinen : AX	Hieblawine	AD...avalanche - dense flow
	Staublawine	AP...avalanche - powder
	Gleitschnee	GS...gliding snow
Permafrost: PF	Versch. Ereignisse möglich	PF...permafrost

The hazard matrix

Prozessgeschwindigkeit (1-10 m/s) und eine große Transportweite zur Folge. Der Übergang zu Rutschungen ist graduell.

Prozess	Zone	Geometrie (SG) (charakterist. Grenzwerte)	Geschwindigkeit (VEL) (charakterist. Grenzwerte)	Gesamtintensität (I) SG x VEL
Bergsturz, Felssturz, Blockschlag	Zone mit möglicher Ablösung von großen Blöcken			
	Zone mit möglichem Einschlag von großen Blöcken	Ø Großblöcke: > 2m (SG3)	> 3m/min (VEL3)	hoch
Blockschlag	Zone mit möglicher Ablösung von Blöcken			
	Zone mit möglichem Einschlag von Blöcken	Ø Blöcke: 0.5-2m (SG2)	> 3m/min (VEL3)	hoch
Steinschlag	Zone mit möglicher Ablösung von Steinen			
	Zone mit möglichem Einschlag von Steinen	Ø Steine: < 0.5m (SG1) (Gebäude)	> 3m/min (VEL3)	mittel
Rutschungen in Fels (Translation, Rototranslation)	Anbruchrische	Mächtigkeit mobilisiertes Material: > 10m (SG3)	> 3m/min (VEL3)	hoch
		Mächtigkeit mobilisiertes Material: > 10m (SG3)	3m/Monat + 3m/min (VEL2)	hoch
		Mächtigkeit mobilisiertes Material: > 10m (SG3)	< 13m/Monat (VEL1)	mittel
		Mächtigkeit mobilisiertes Material: > 10m (SG3)	> 3m/min (VEL3)	hoch
		Mächtigkeit mobilisiertes Material: > 10m (SG2)	13m/Monat + 3m/min (VEL2)	mittel
		Mächtigkeit mobilisiertes Material: > 10m (SG2)	< 13m/Monat (VEL1)	niedrig
		Mächtigkeit mobilisiertes Material: < 2m (SG1)	> 3m/min (VEL3)	mittel
		Mächtigkeit mobilisiertes Material: < 2m (SG1)	13m/Monat + 3m/min (VEL2)	niedrig
		Mächtigkeit mobilisiertes Material: < 2m (SG1)		

Die Wiederkehrzeiten (Eintrittswahrscheinlichkeit) sind für alle Prozesse gleich und gehen aus folgender Tabelle hervor:

Eintrittswahrscheinlichkeit		Wiederkehrzeit (Tr)	
	bezogen auf 50 Jahre:	n Jahre:	
hoch	100% bis 82%	$T_R \leq 30$	sehr häufig
mittel	82% bis 40%	$30 < T_R \leq 100$	häufig
niedrig	40% bis 15%	$100 < T_R \leq 300$	selten
sehr niedrig	< 15%	$T_R > 300$	sehr selten

Abb. 4: Eintrittswahrscheinlichkeit ausgedrückt als Wiederkehrzeit, modifiziert nach BUWAL (1998)

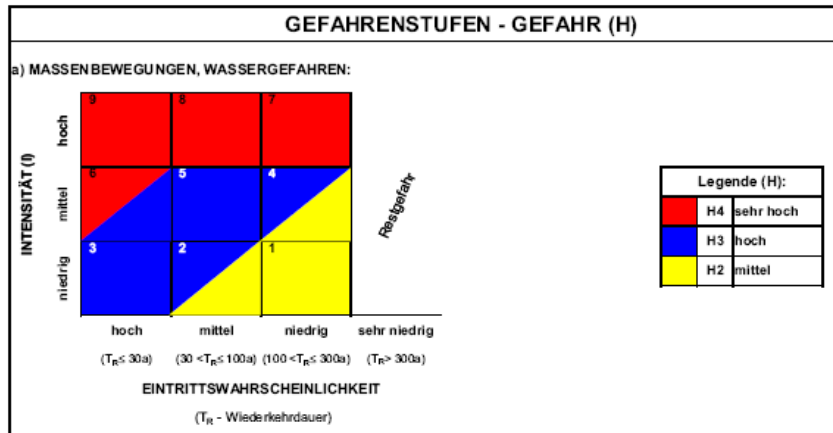


Abb. 3a: Kombinationsmatrix der Gefahrenstufen, modifiziert nach BUWAL (1998), für Massenbewegungen und Wassergefahren

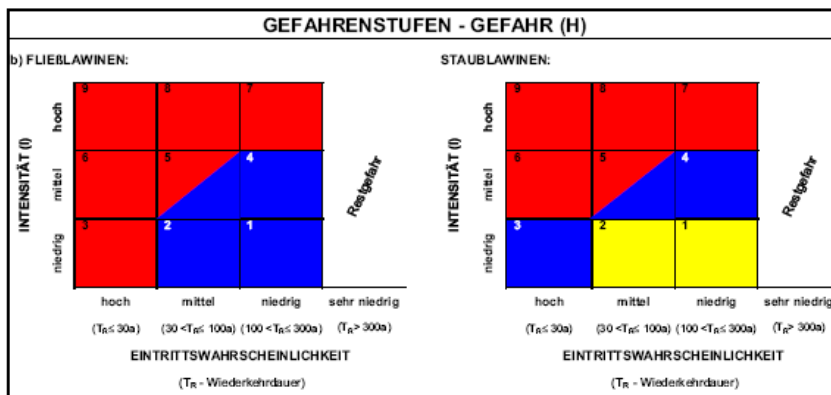



Abb. 3b: Kombinationsmatrix der Gefahrenstufen, modifiziert nach BUWAL (1998) und Bundesamt für Forstwesen (1984), für Lawinen (Legende siehe Abb. 3a)

Gefahrenzonenkarte Carta delle zone di pericolo

the hazard map: legend
and labels

GEFAHRENSTUFE LIVELLO DI PERICOLOSITÀ	GEFAHRENART TIPO DI PERICOLO		
	Massen- bewegungen Frane	Wassergefahren Pericoli idraulici	Lawinen Valanghe
H4 Sehr hoch / Molto elevato			
H3 Hoch / Elevato			
H2 Mittel / Medio			
Untersucht und nicht (H4-H2) gefährlich Esaminato e non pericoloso (H4-H2)			

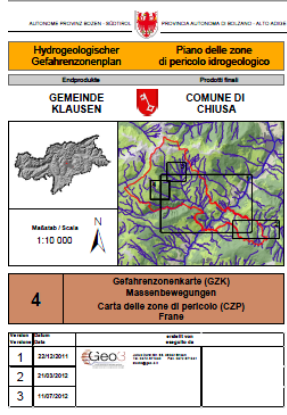
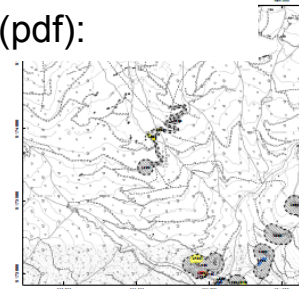
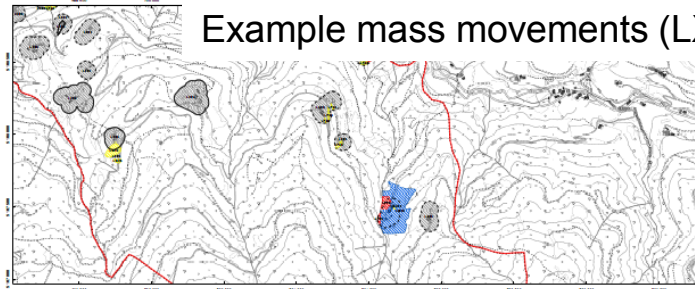
LABEL - zur Identifizierung der Naturgefahr (Beispiel)
ETICHETTA - per la identificazione del tipo di pericolo naturale (esempio)

Prozess Processo		Gefahrenstufe nach Kombinationsmatrix Grado di pericolo secondo matrice
Bearbeitungstiefe Grado di studio		
Bearbeitungstiefe für die Fläche: Grado di studio per l'area:	a - Kategorie / categoria a	M/sc 1: 5000
	b - Kategorie / categoria b	M/sc 1: 10000
	c - Kategorie / categoria c	

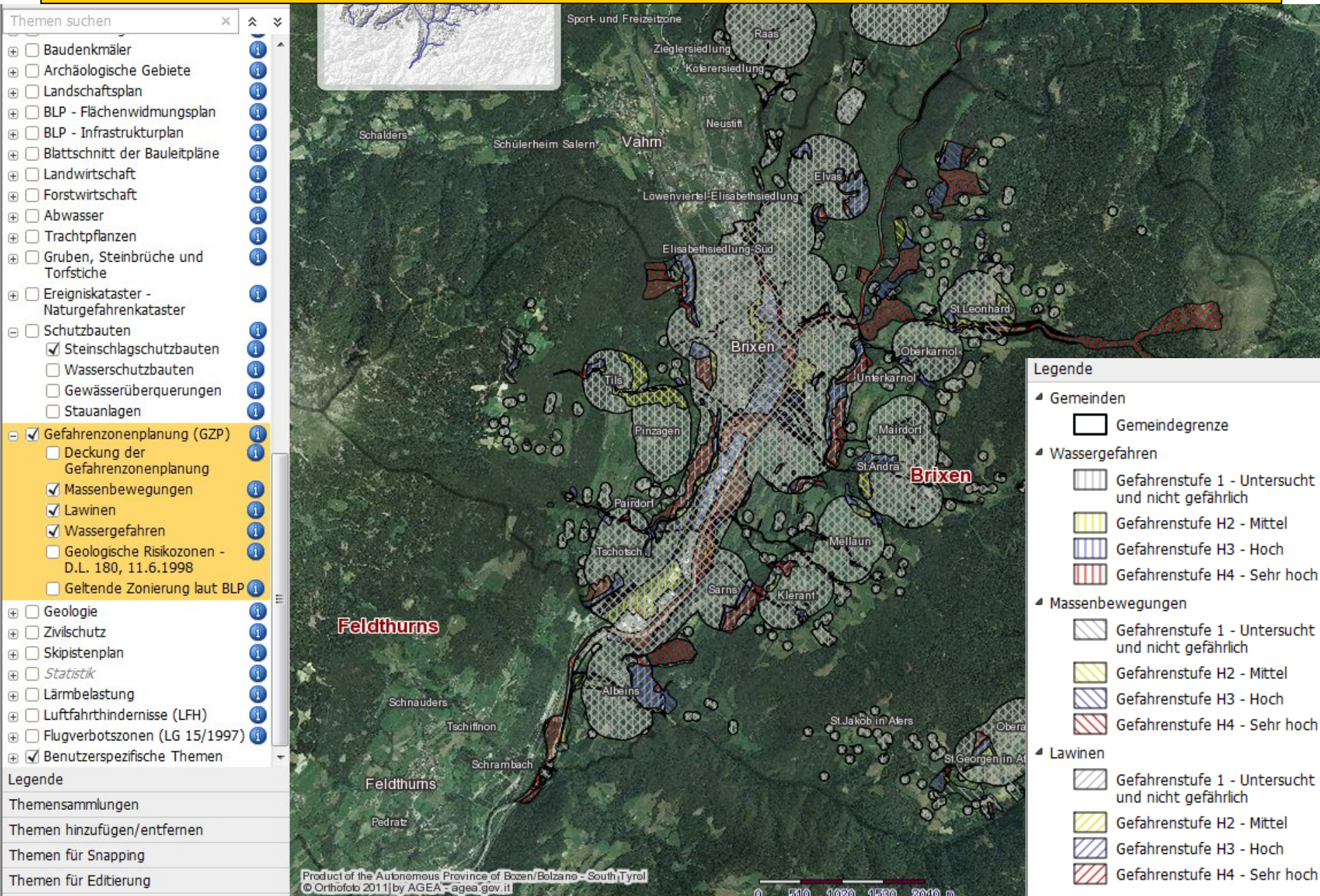
Naturgefahrenstypen Tipi di pericolo naturale	Prozesse Processi	Kurzform Codice
Massenbewegungen LX Frane LX	Sturz / crollo	LF ... landslide+fall
	Rutschung / scivolamento	LG ... landslide+gravity
	Einbruch / sprofondamento	LC ... landslide+collapse
	Hangmure / colata di versante	LD ... landslide+debris flow
Wassergefahren IX Pericoli idraulici IX	Überschwemmung / alluvione	IN ... inundation
	Übersarung / alluvione torrentizia	IS ... inundation+solid
	Vermurung / colata rapida in alveo	DF ... debris flow
	Erosion s.l. / erosione s.l.	E ... (L,D,A)... lateral,depth,areal
Lawinen AX Valanghe AX	Fließlawine / valanga radente	AD ... avalanche – dense flow
	Staublawine / valanga nubiforme	AP ... avalanche – powder
	Gleitschnee / slittamento di neve	GS ... gliding snow
Permafrost PF Permafrost PF	versch. Ereignisse möglich diversi eventi possibili	PF ... permafrost

GZP
Klausen/Chiusa

4 - ZONE STÖFFLHÜTTE

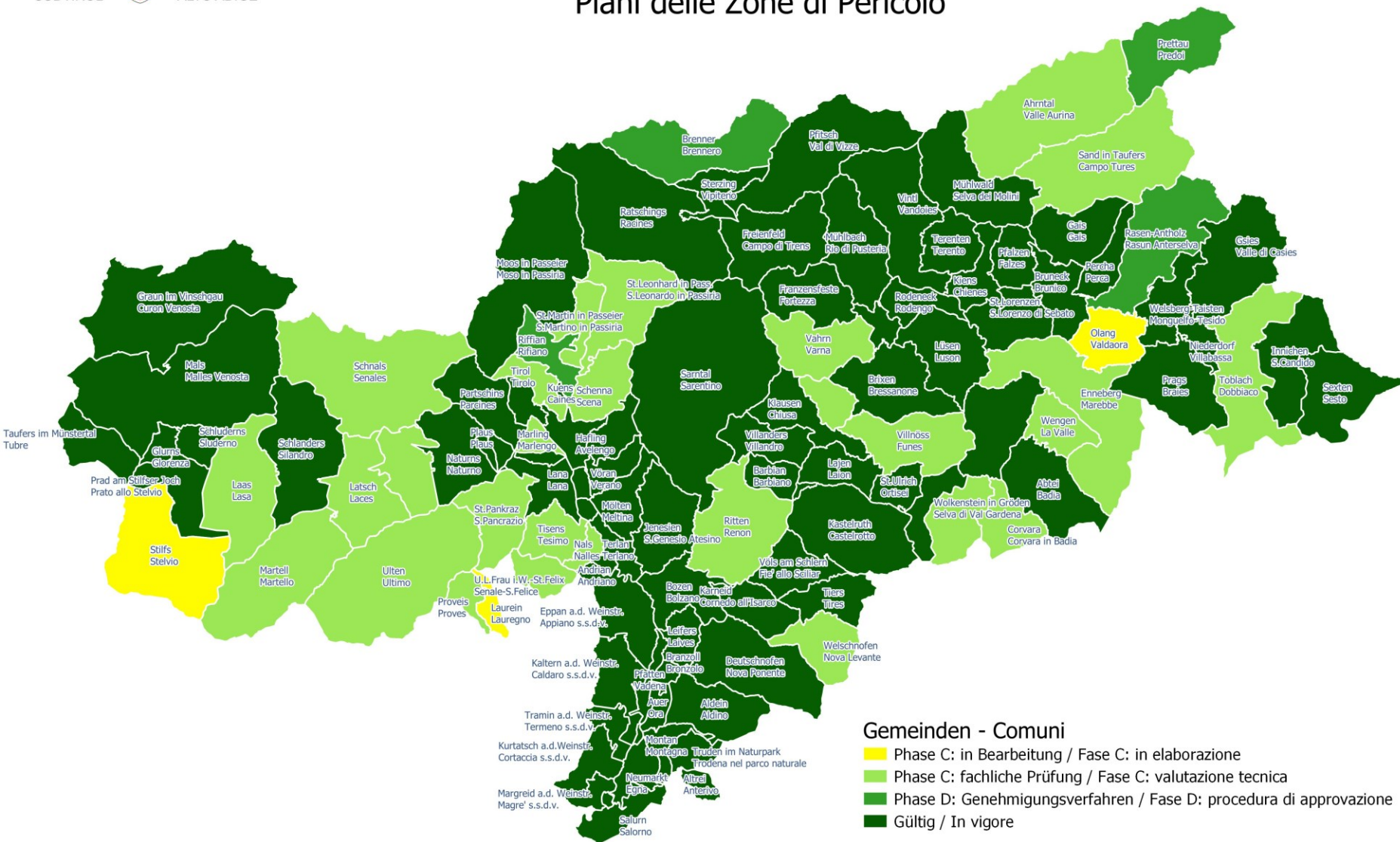


Example GZP Brixen, published in the WEBGIS of the Autonomous Province





Gefahrenzonenplanung Piani delle Zone di Pericolo



important!!

- the documents of the COMPLETE Hazard Zone Plan :

Reports



0. Berichte

Alle Berichte für:
Massenbewegungen (LX)
Wassergefahren (IX)
Lawinen (AX)

Map of
investigation detail



1. Karte der Bearbeitungstiefe

PDF "1_BT.pdf"
shapefile "BT_LX_AX"
shapefile "BT_IX"

Geomorphological
map



2. Geomorphologische Karte

PDF "2_GM.pdf"
shapefile "Geomorphology_point"
shapefile "Geomorphology_line"
shapefile "Geomorphology_polygon"

Phenomena map



3. Karte der Phänomene

PDF "3_Ph_Lx.pdf"
PDF "3_Ph_IX.pdf"
PDF "3_Ph_Ax.pdf"
shapefile "Phenomena_Lx"
shapefile "Phenomena_IX"
shapefile "Phenomena_Ax"

Hazard zone map



4. Gefahrenzonenkarte

PDF "4_GZ.pdf"
PDF "4_GZ_Lx.pdf"
PDF "4_GZ_IX.pdf"
PDF "4_GZ_AX.pdf"
shapefile "U_Hazard_Lx"
shapefile "U_Hazard_IX"
shapefile "U_Hazard_Ax"
shapefile "U_Kat"



5. Zwischenprodukte

Raster files der numerischen Simulationen:

- Massenbewegungen (LX)
- Wassergefahren (IX)
- Lawinen (AX)



6. Fotodokumentation

Fotodokumentation für:

- Massenbewegungen (LX)
- Wassergefahren (IX)
- Lawinen (AX)



7. Ereigniskataster

- IFFI (Inventar der Massenbewegungen)
- ED30 (Kataster für Hochwasserereignisse)
- LAKA (Lawinenkataster)



8. BAUKAT30

Schutzbautenkataster Wassergefahren



9. VISO

Schutzbautenkataster Massenbewegungen



10. Vermessungen

Topographische Erhebungen,
Monitoring usw.

Intermediate
products

Photo
documentation

Event cadastre

Cadastre of
protective
structures Baukat 30

Cadastre of
protective
structures VISO

Surveys

Matrix für spezifisches Risiko

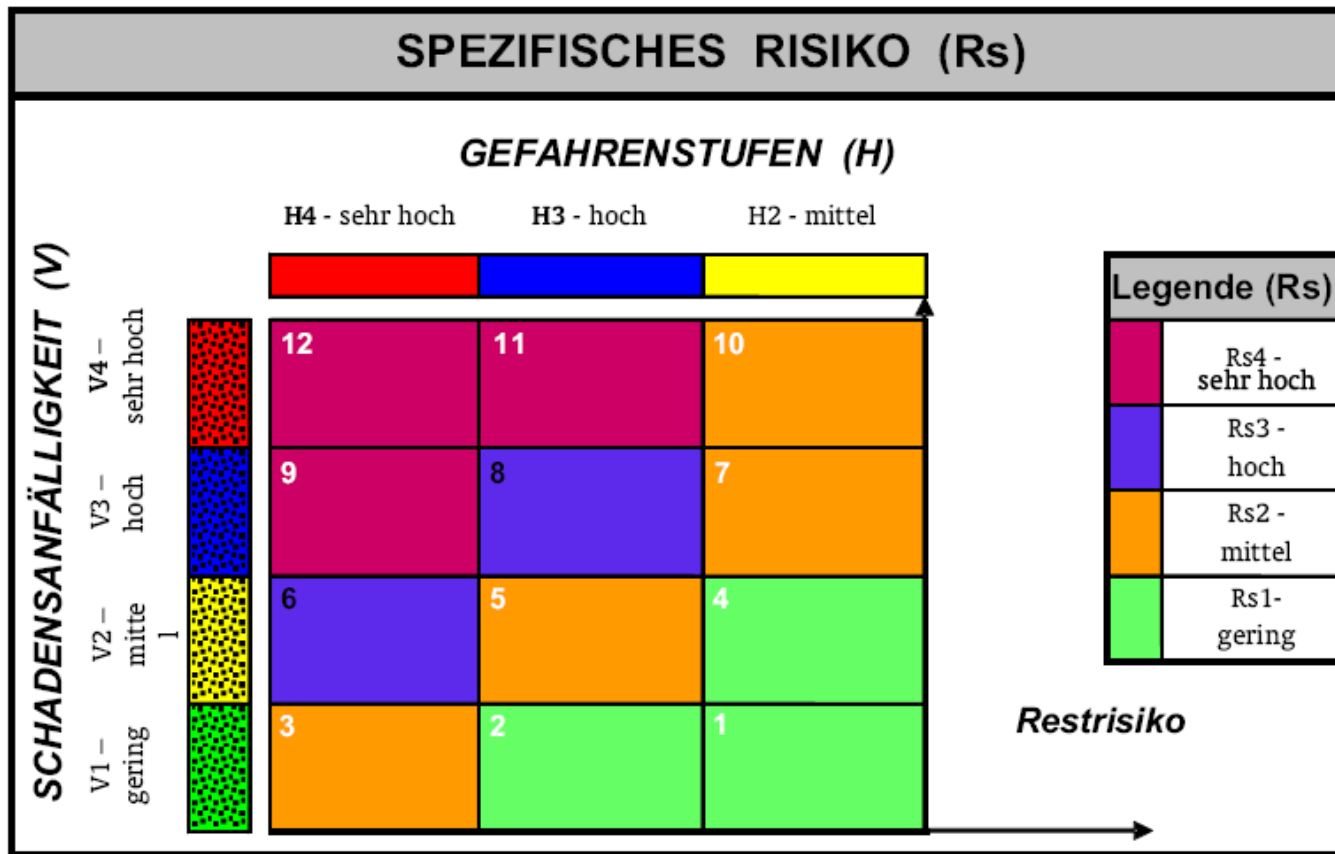


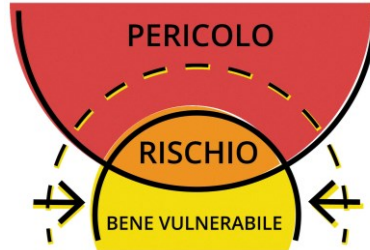
Abb. 9: Kombinationsmatrix für die Erstellung der Risikozonenkarte (RsZK) aus den Faktoren Gefahrenstufe (H) und Schadensanfälligkeit (V) ($Rs = H \cap V$)

Risk Management

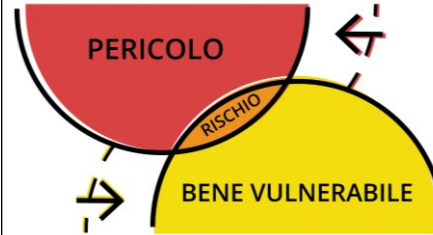
Reduktion der Gefahr



Reduktion der Schadensanfälligkeit



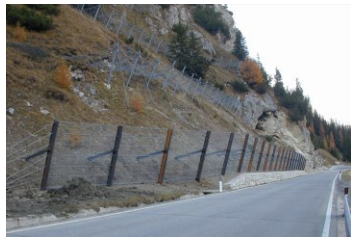
Reduktion der Exposition



Management des Restrisikos



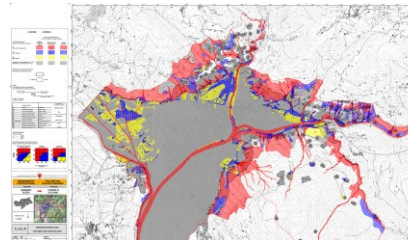
Schutzbauten



Techn./organisatorische Anpassungen



Urbanistische Planung



Zivilschutzsystem



Landslides (2014) 11:167–194
 DOI 10.1007/s10346-013-0436-y
 Received: 22 April 2013
 Accepted: 23 September 2013
 Published online: 30 November 2013
 © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

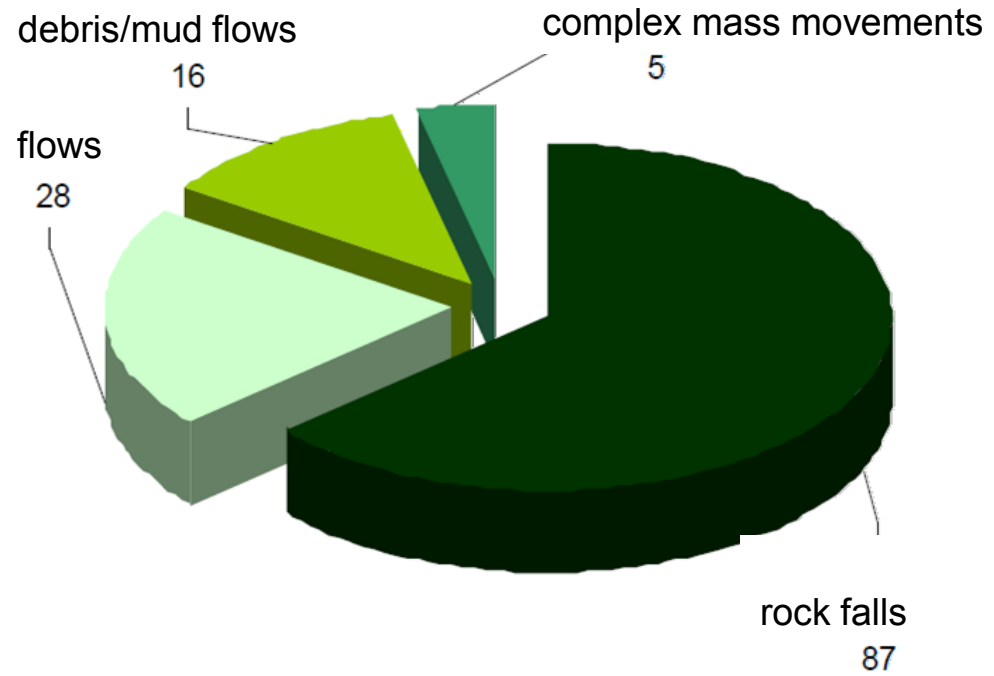
Oldrich Hungr · Serge Leroueil · Luciano Picarelli

The Varnes classification of landslide types, an update

Type of movement	Rock	Soil
Fall	1. <i>Rock/ice</i> fall ^a	2. <i>Boulder/debris/silt</i> fall ^a
Topple	3. Rock block topple ^a	5. <i>Gravel/sand/silt</i> topple ^a
	4. Rock flexural topple	
Slide	6. Rock rotational slide	11. <i>Clay/silt</i> rotational slide
	7. Rock planar slide ^a	12. <i>Clay/silt</i> planar slide
	8. Rock wedge slide ^a	13. <i>Gravel/sand/debris</i> slide ^a
	9. Rock compound slide	14. <i>Clay/silt</i> compound slide
	10. Rock irregular slide ^a	
Spread	15. Rock slope spread	16. <i>Sand/silt</i> liquefaction spread ^a
		17. Sensitive clay spread ^a
Flow	18. <i>Rock/ice</i> avalanche ^a	19. <i>Sand/silt/debris</i> dry flow
		20. <i>Sand/silt/debris</i> flowslide ^a
		21. Sensitive clay flowslide ^a
		22. Debris flow ^a
		23. Mud flow ^a
		24. Debris flood
		25. Debris avalanche ^a
		26. Earthflow
Slope deformation	28. Mountain slope deformation 29. Rock slope deformation	27. Peat flow
		30. Soil slope deformation
		31. Soil creep
		32. Solifluction



Statistics 2022 – Mass movements



Frane superficiali



Rio Mulino 2019

Frane superficiali



colata di versante



La colata di versante „Crep di Sela“, Corvara: qualcosa di non aspettato

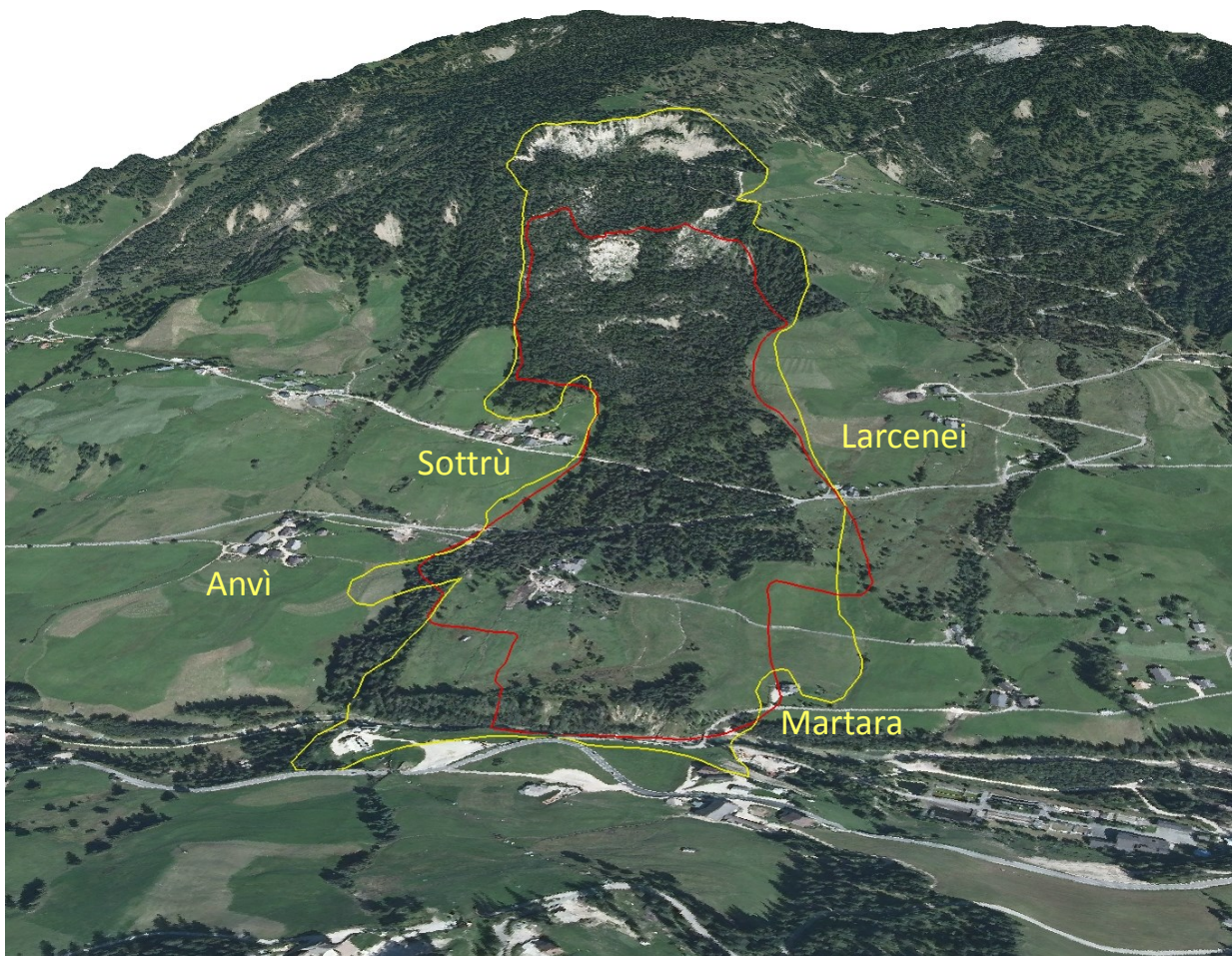
Frana rotazionale



St. Martino in
Passiria
2000

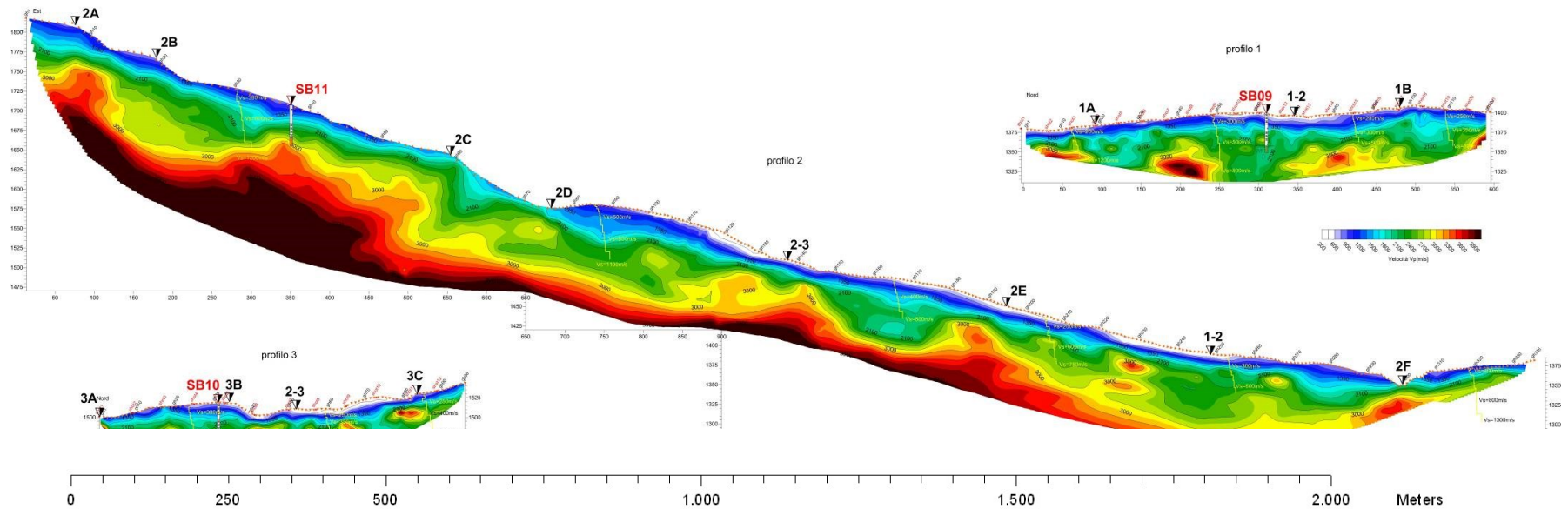
Che cosa possiamo imparare?

Analisi dei catasti e dei dati storici

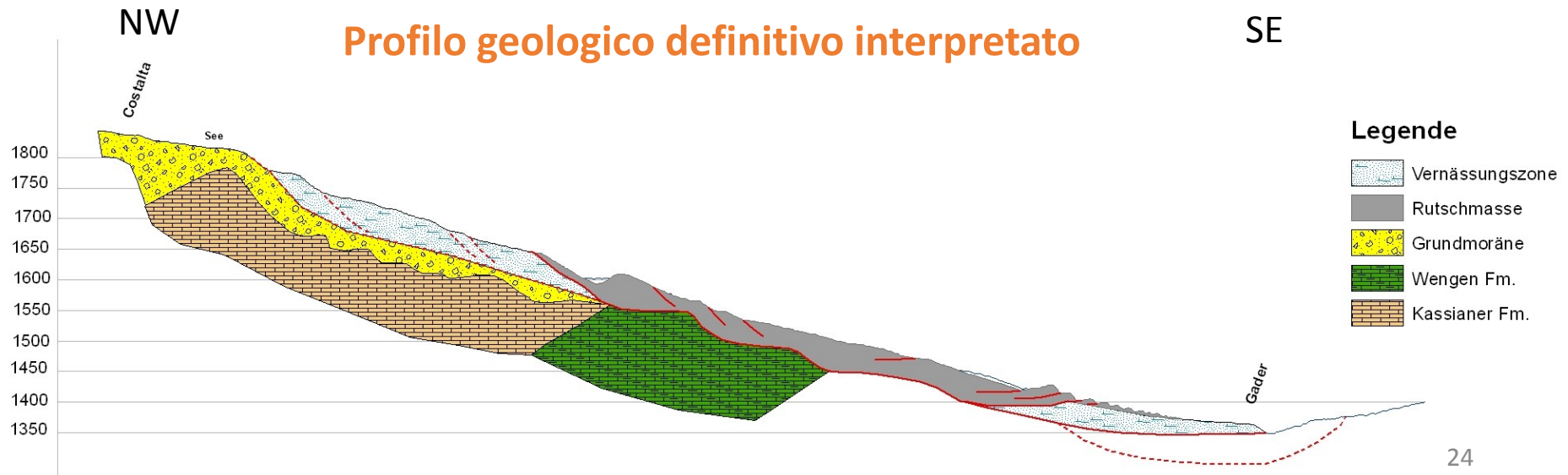


Interpretazione geologica e cinematica dei dati

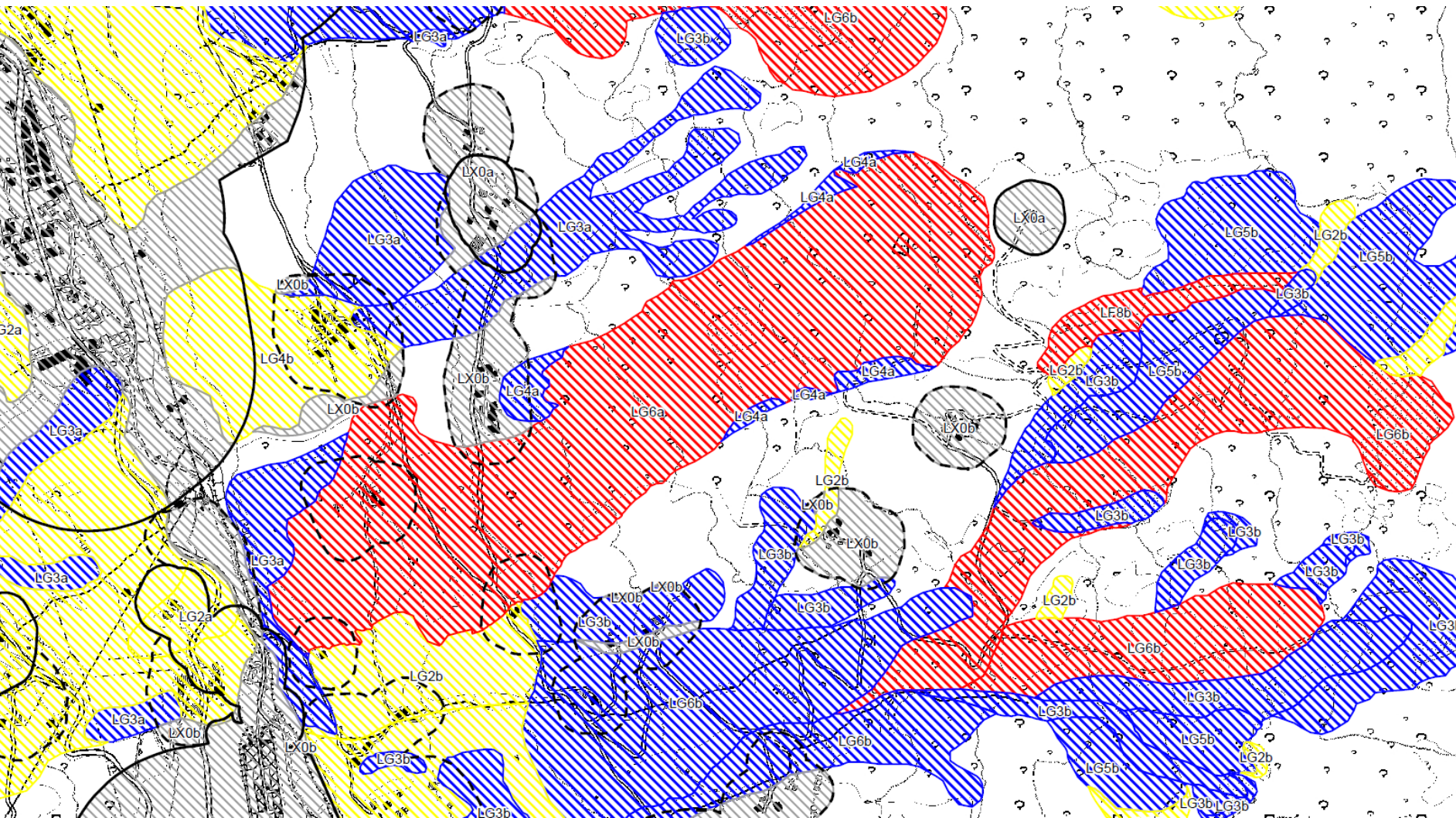
Profilo geoelettrico



Profilo geologico definitivo interpretato

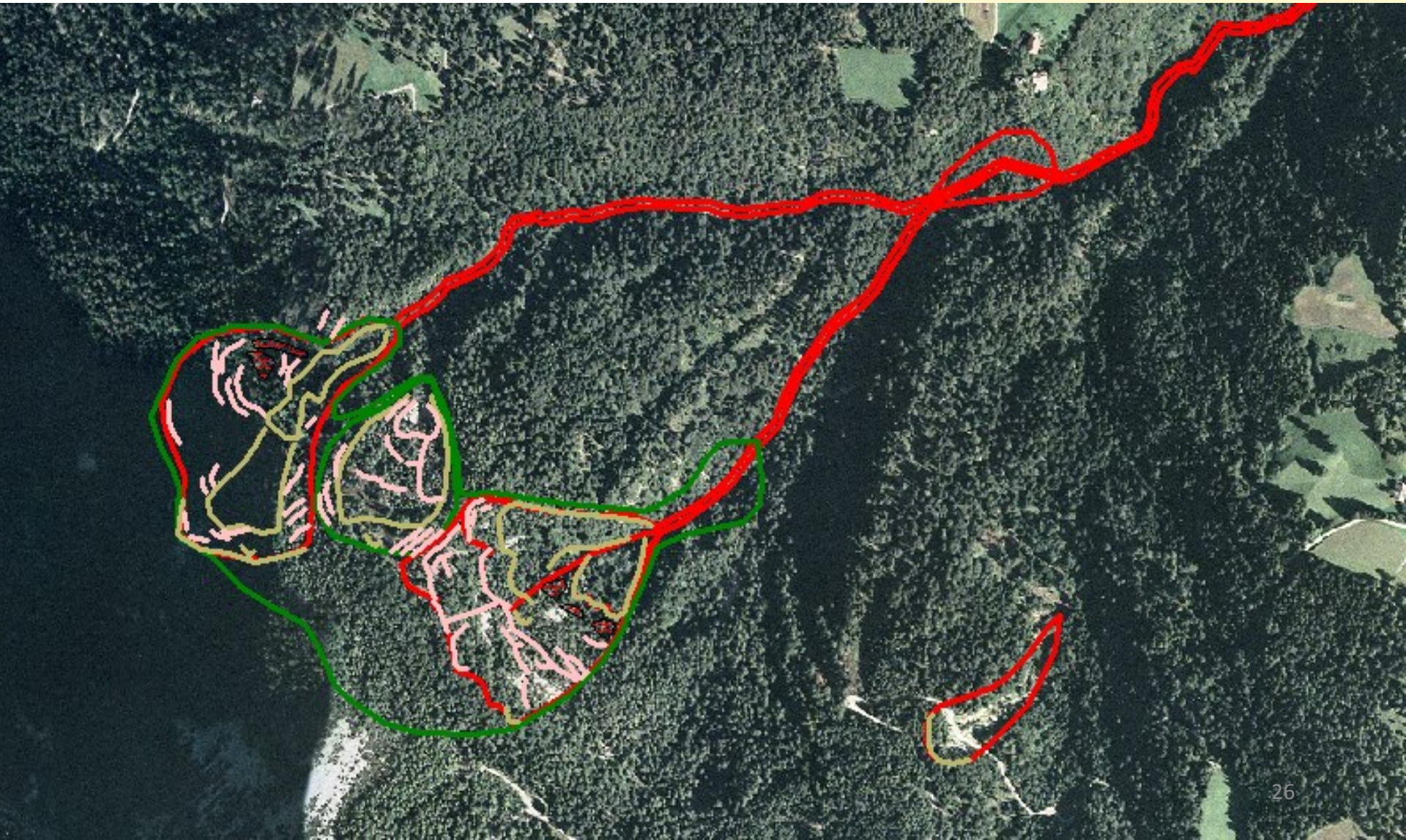


Definition of hazard zones



Complex mass movements: evolves from rock slide to debris flow

Example: Nals/Nalles
november 2000

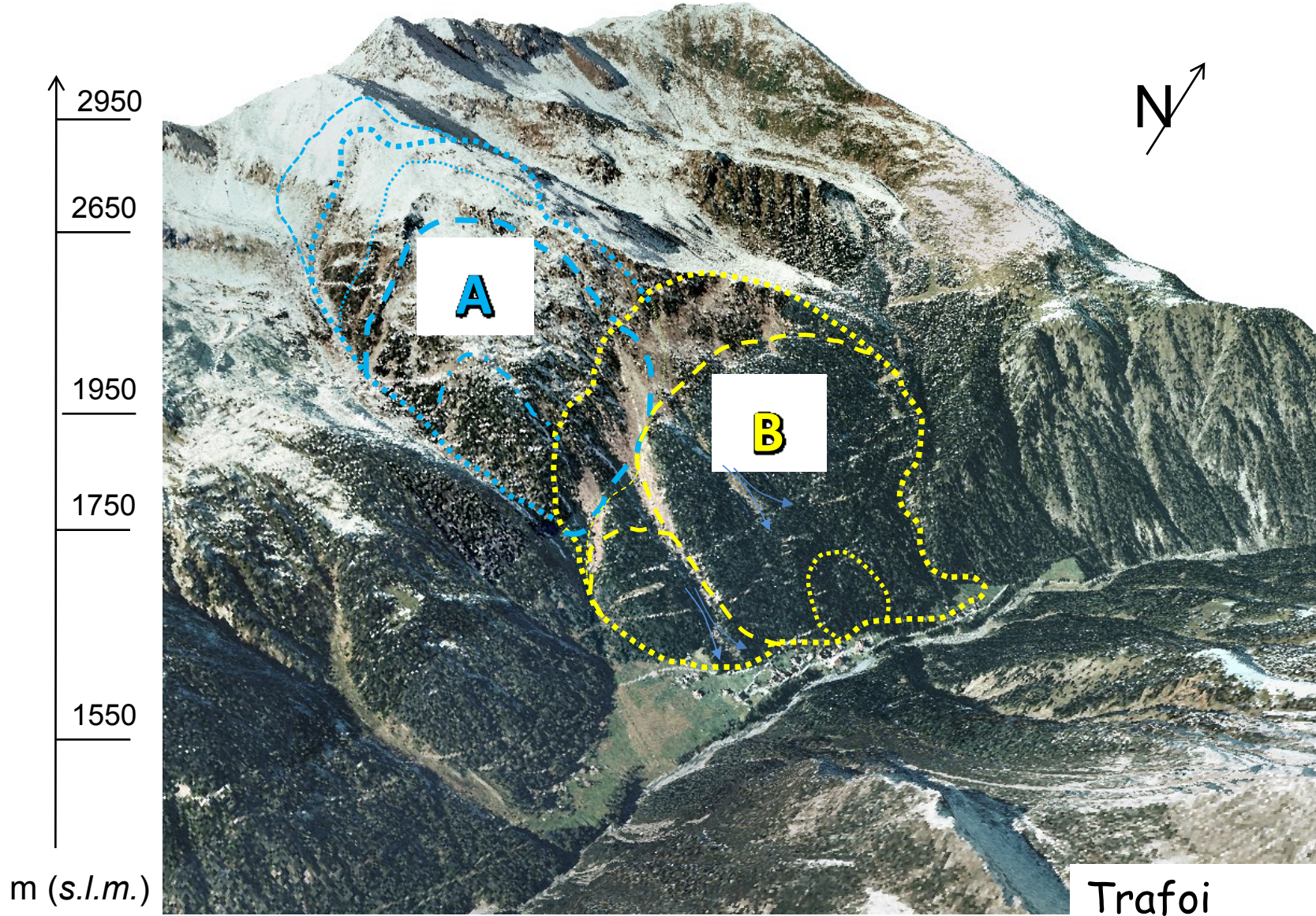


Complex mass movements: evolves from rock slide to debris flow

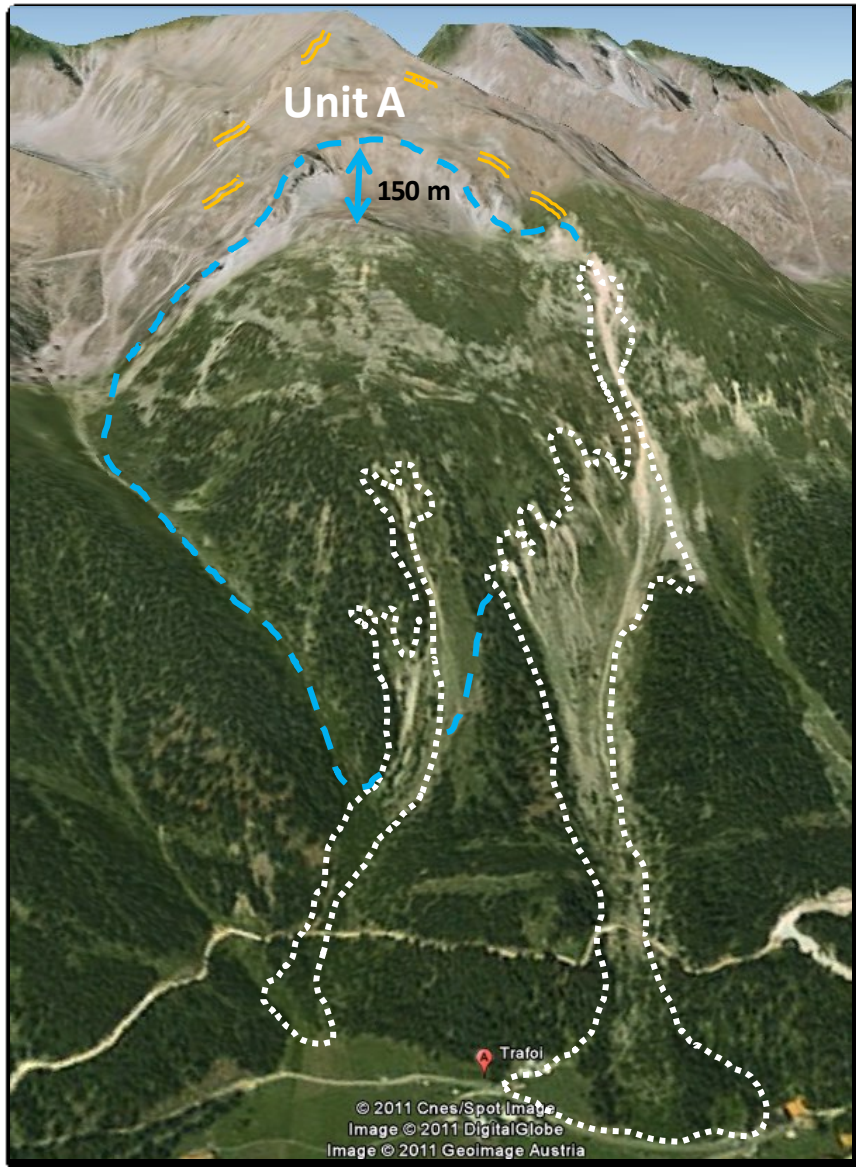
**Example: Nals/Nalles
november 2000**



Deep seated mass movements



Deep seated mass movements



Upper zone:
Double crests



Lower zone:
Debris Flow



Trafoi

„home made“ mass movements



Kastelruth/Castelrotto
2014

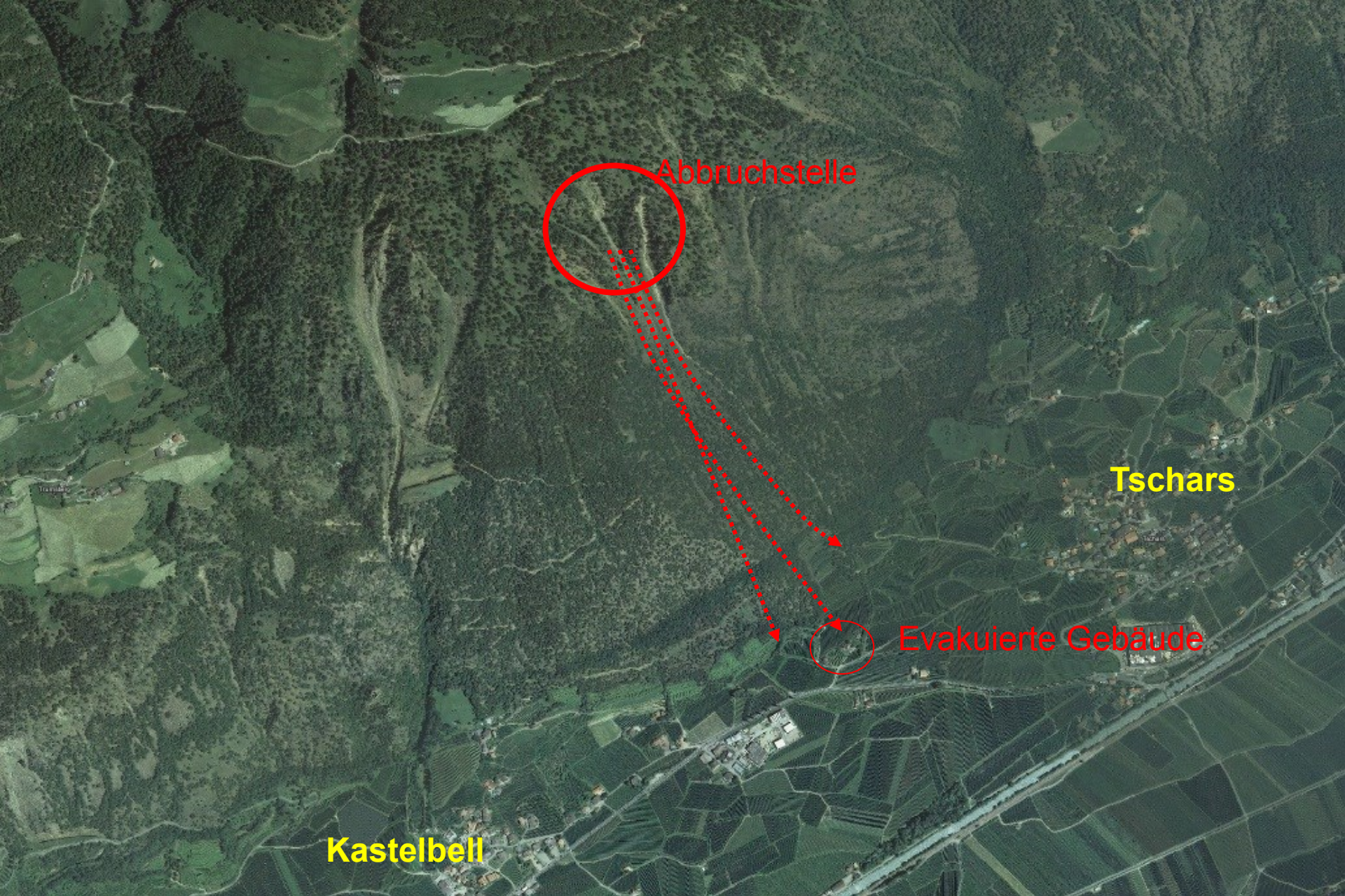
Rock Fall



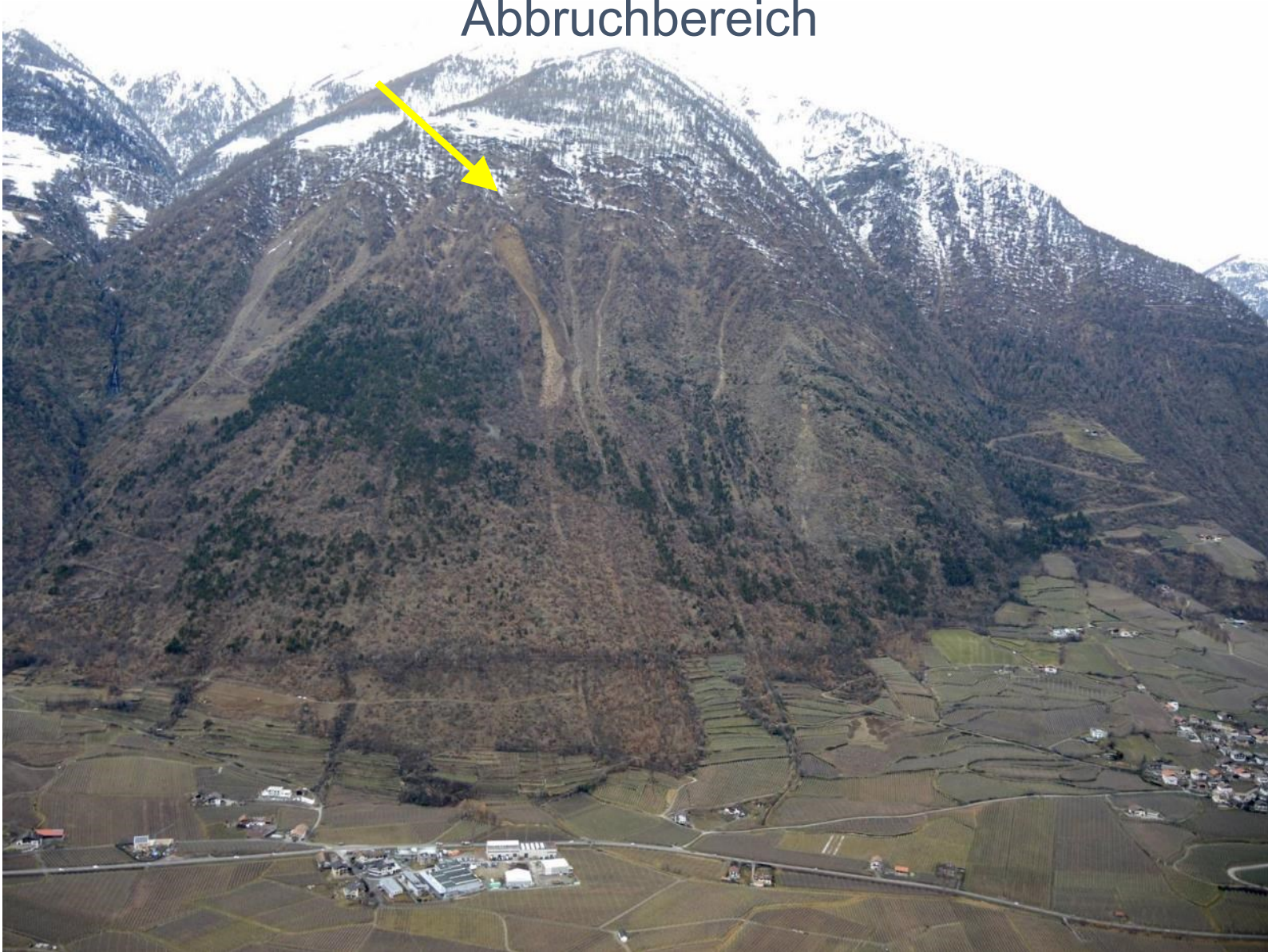
Tramin/Termenno
2014

Detailed mapping and documentation in the field!!





Abbruchbereich



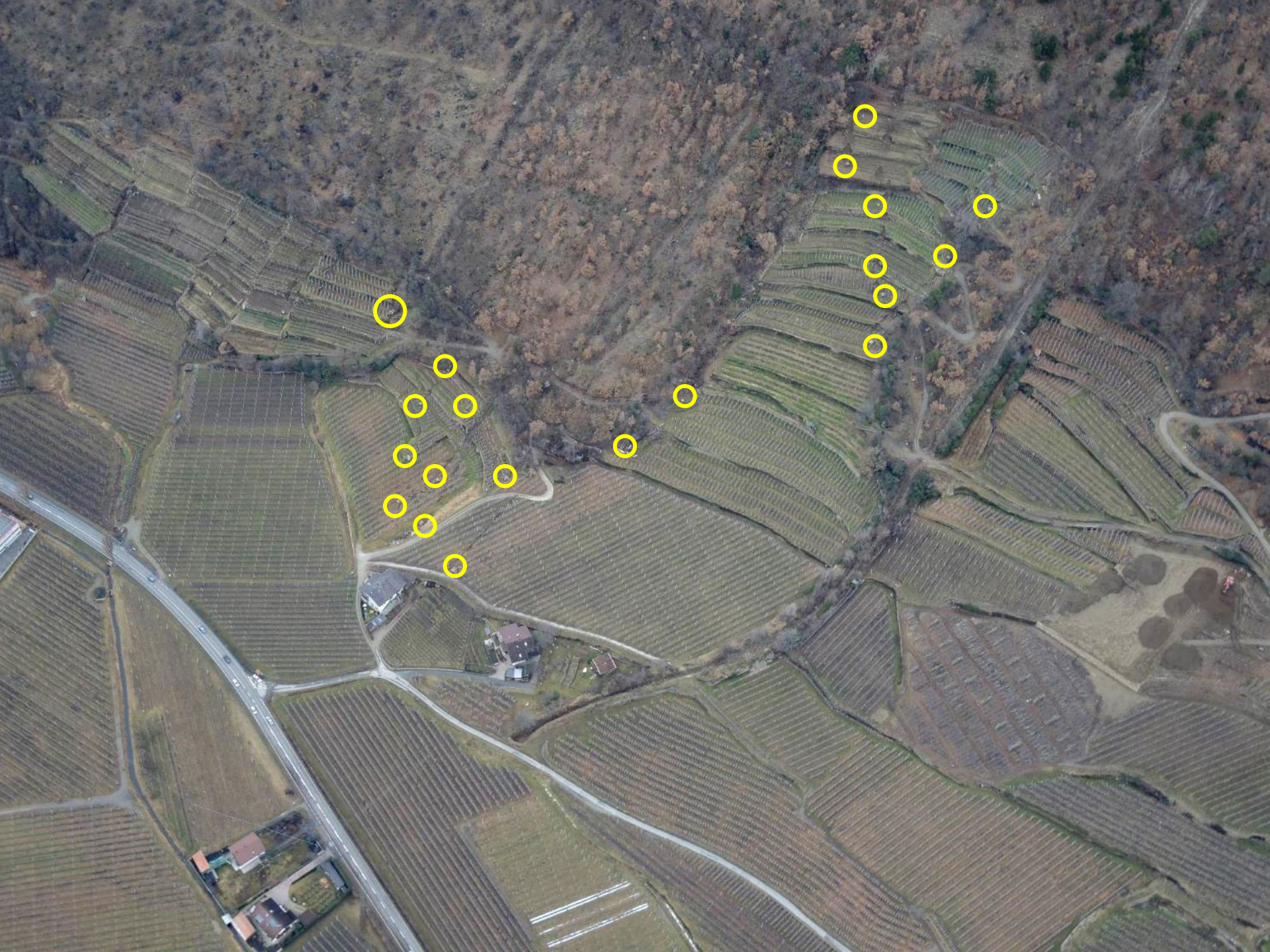
Abbruchbereich - Detailansicht



Ablagerungsbereich - Sturzblöcke









Rezenter Sturzblock

„Antiker“ Sturzblock

Starting conditions

Rockyfor3D



Area of rock slide

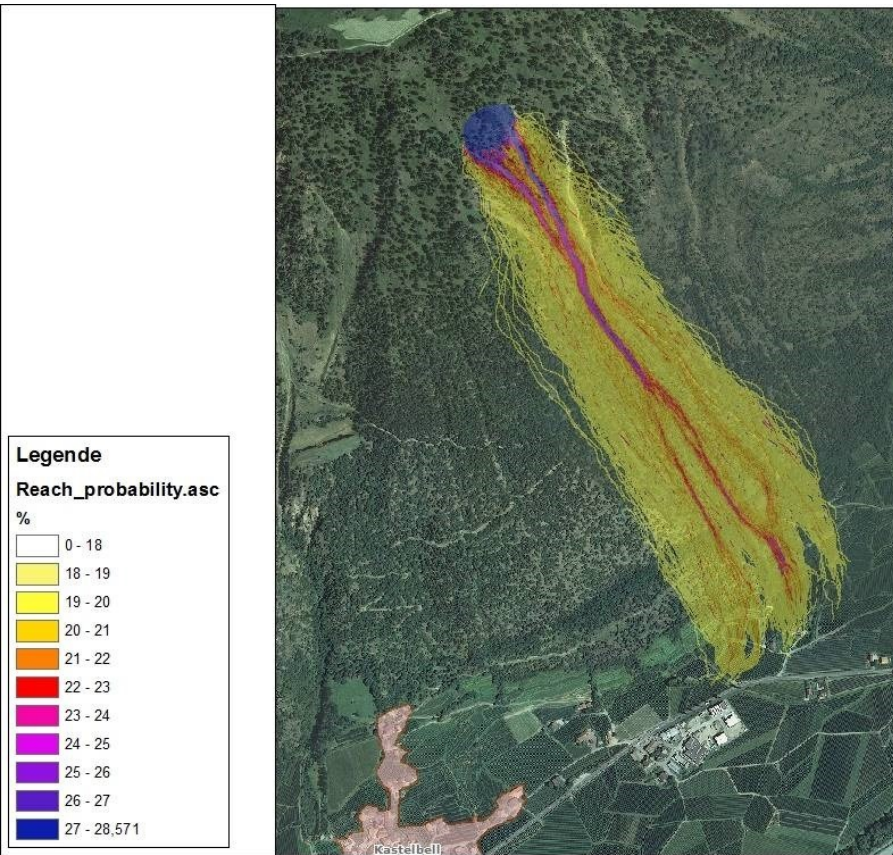
RAMMS



Line of starting with 7 defined points.

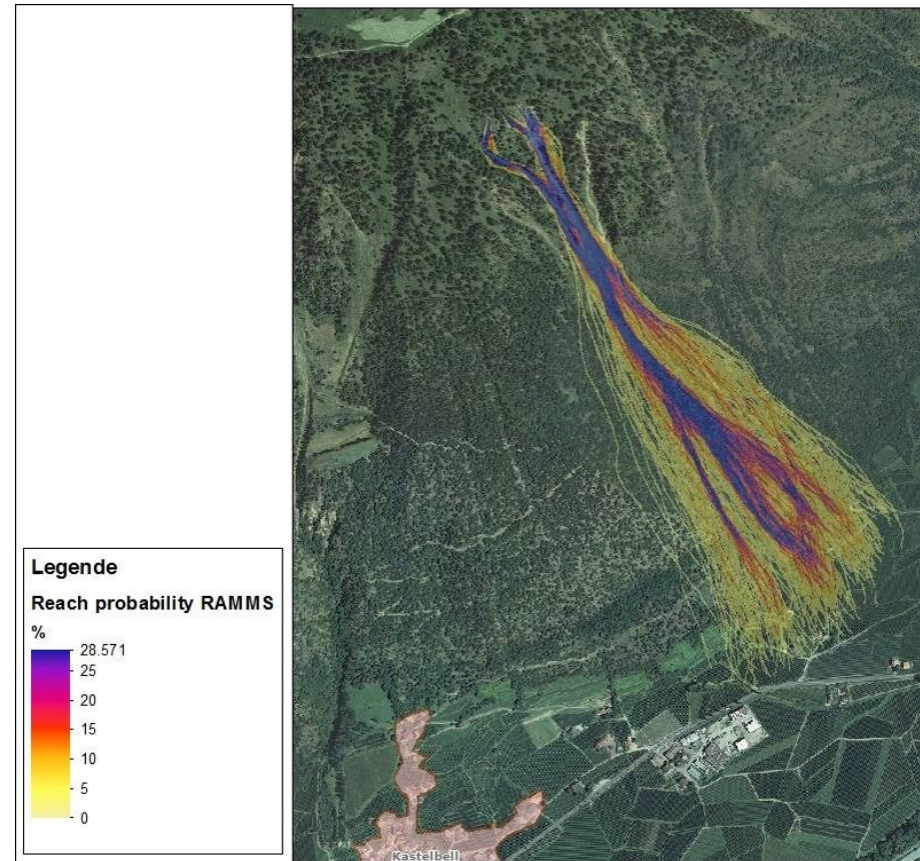
Comparison of the two programs

Rockyfor3D



Umbiegen der Sturzbahnen im unteren Bereich

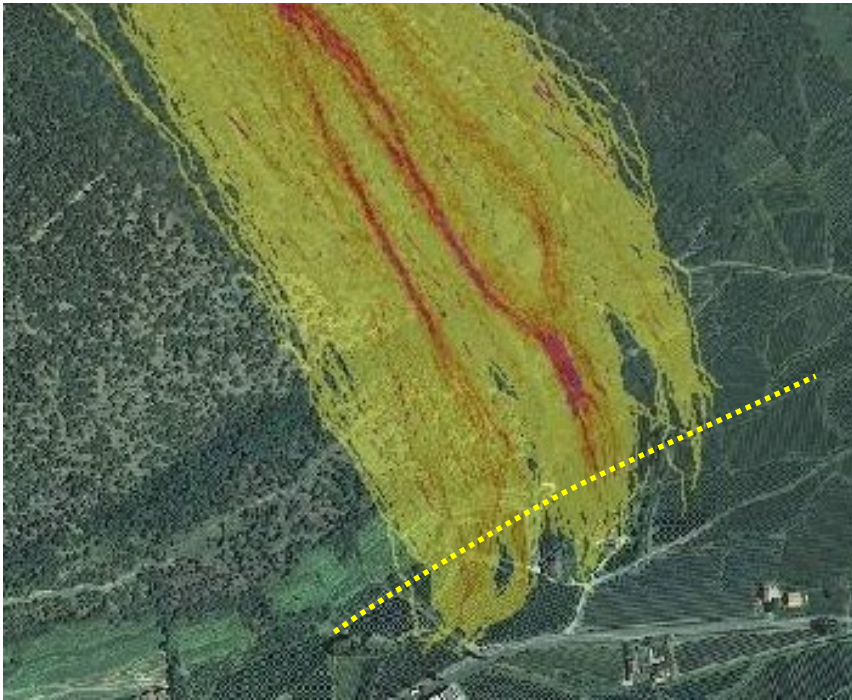
RAMMS



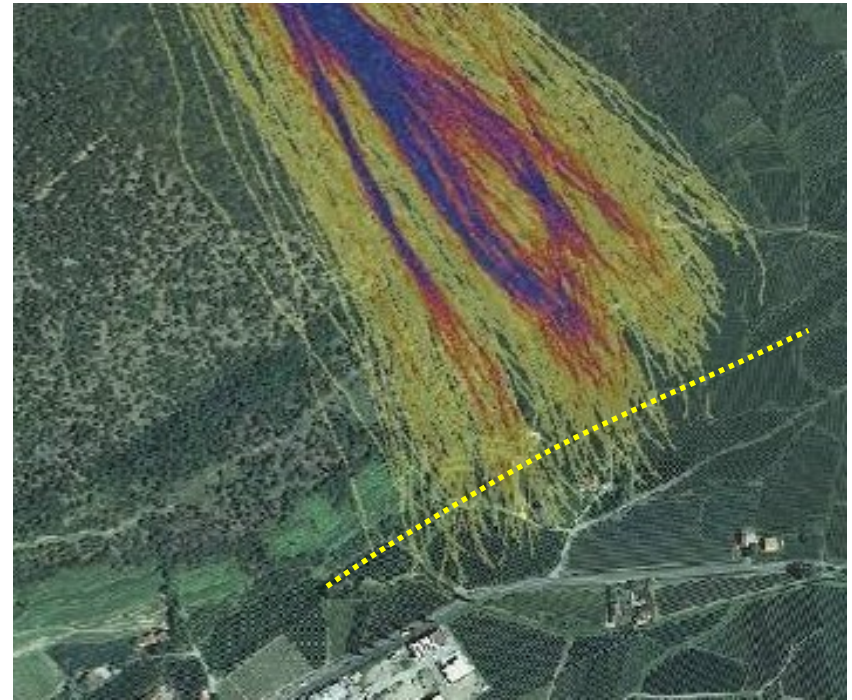
Stärker auslaufende Sturzbahnen

Comparison of the two programs: some details

Rockyfor3D



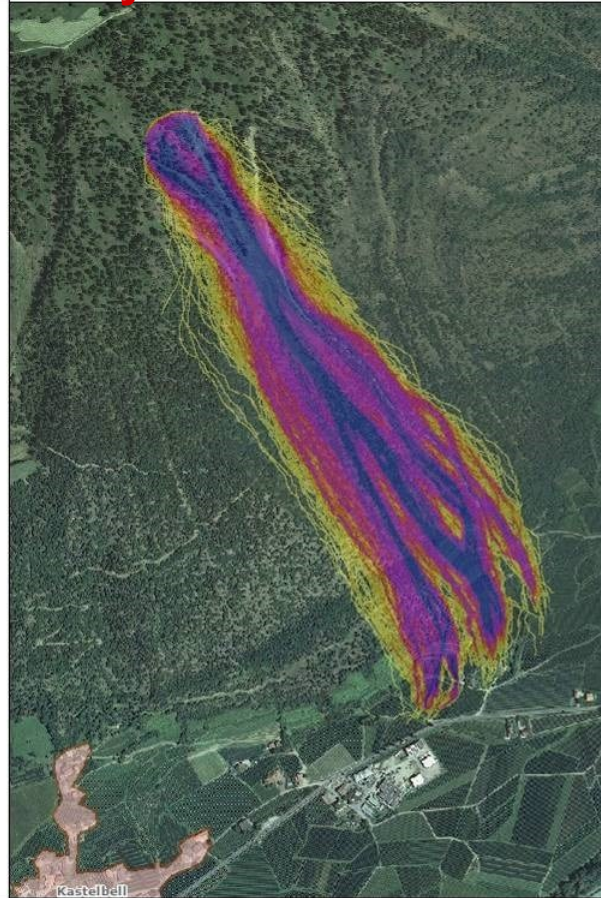
RAMMS



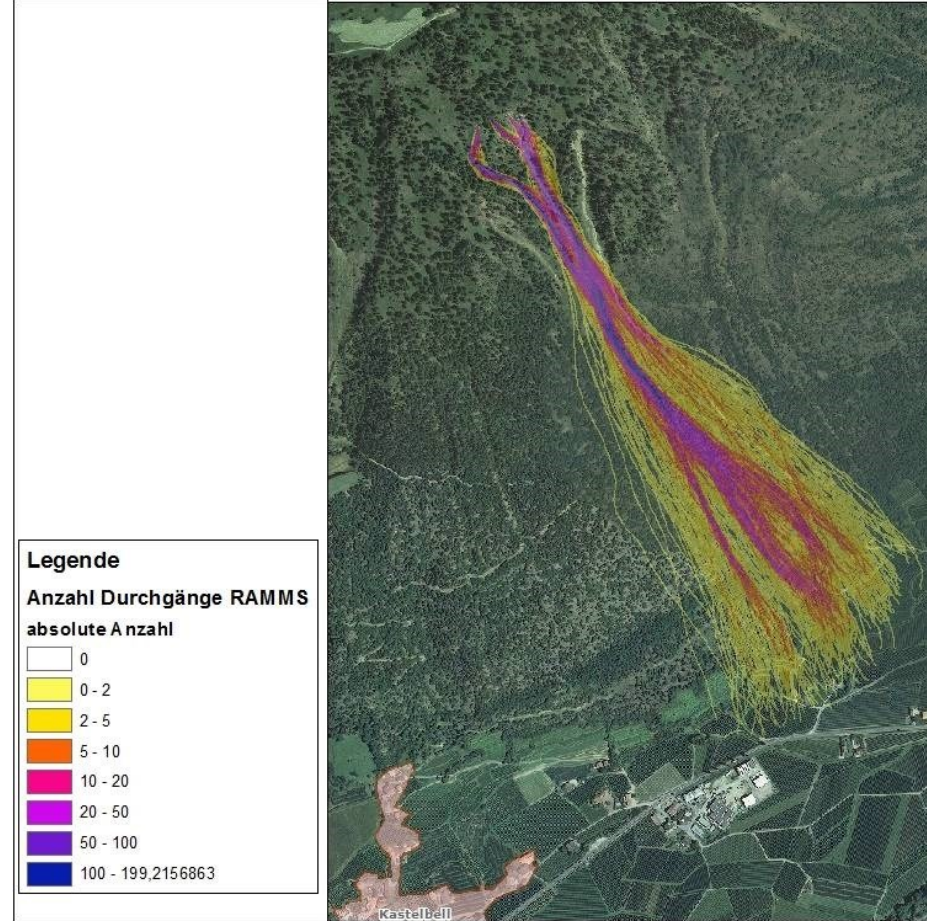
The line indicates the max. reaching points of the blocks of the event dated february 2014

output: number of passages

Rockyfor3D



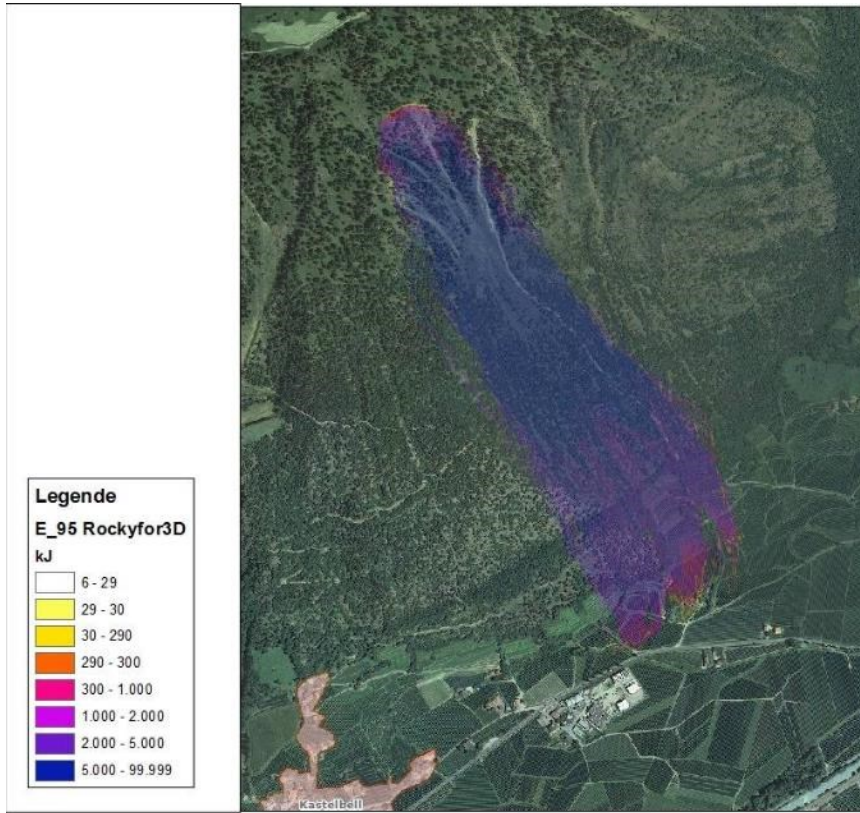
RAMMS



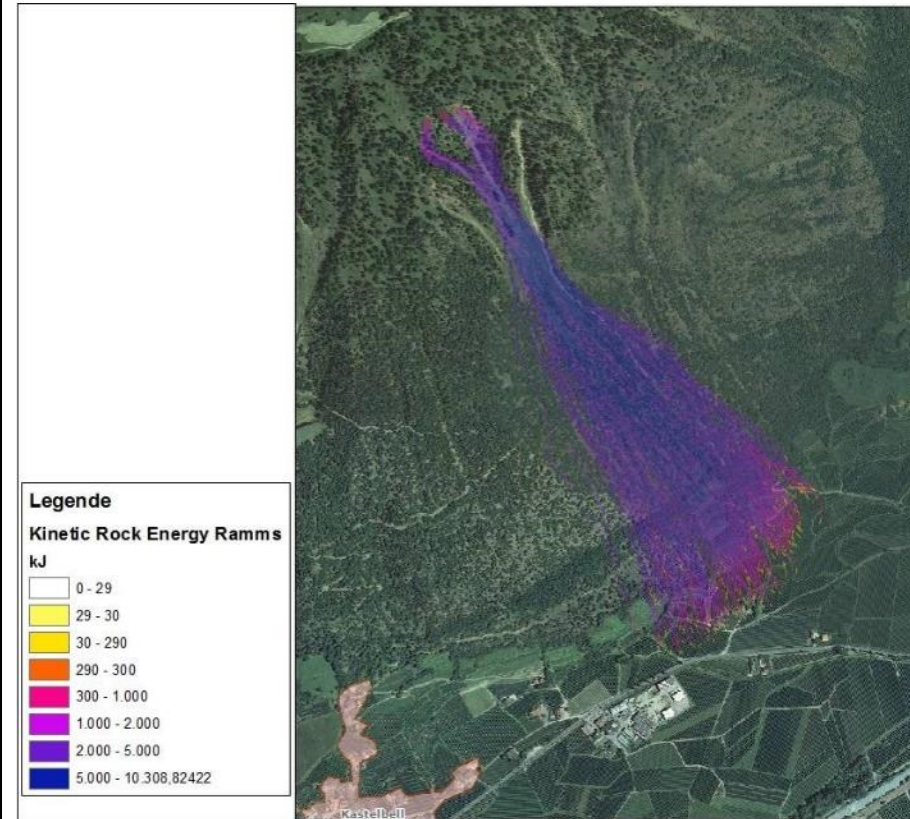
... very similar ...

output: maximum energies 95%

Rockyfor3D



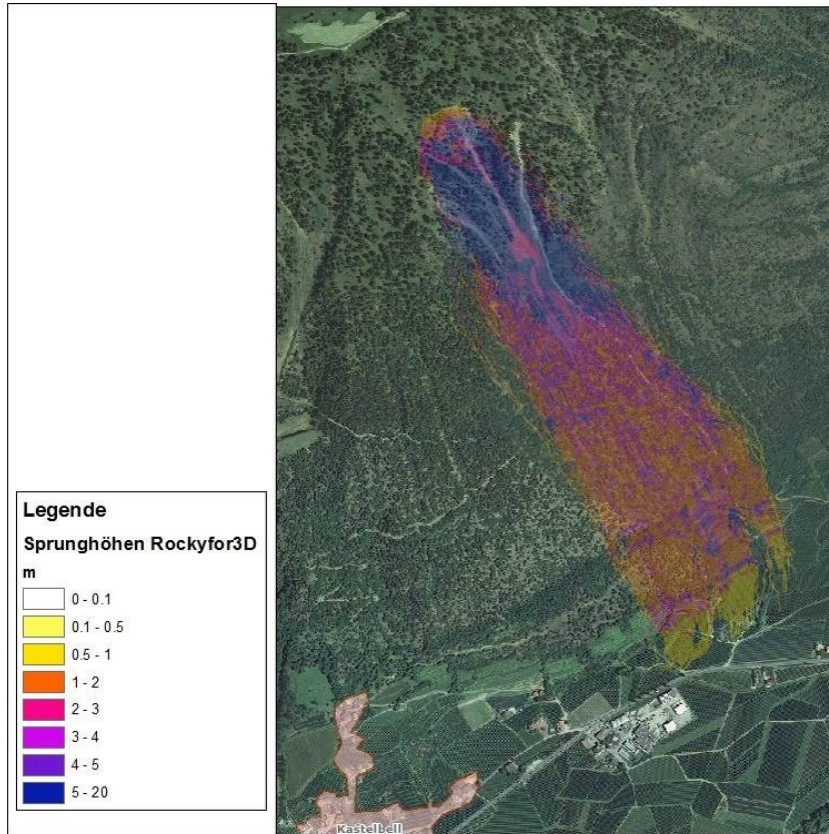
RAMMS



... very similar ...

output: maximum bounce height 95%

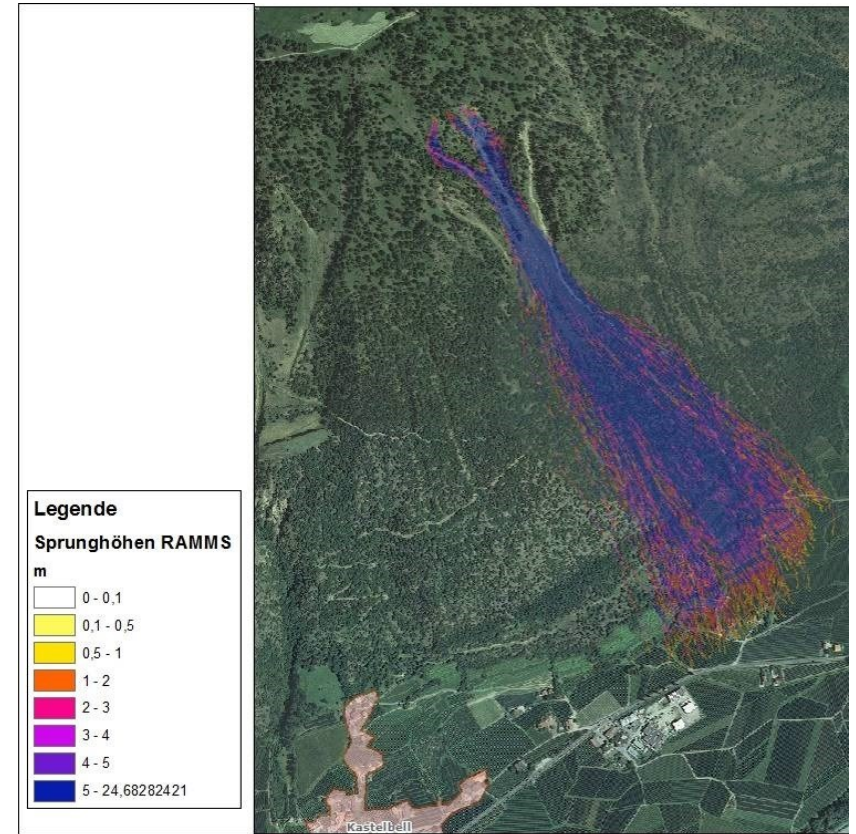
Rockyfor3D



Take in mind:

Bounce hight calculated orthogonal to slope!

RAMMS



Take in mind:

Bounce hight calculated vertically!

Thank you for Your attention!

**„Essentially, all models are wrong,
but some are useful.“**

George Edward Pelham Box

