



Comune di Blenio  
6718 Olivone

## Discarica materiale inerte a Torre Comune di Blenio

### Perizia valanghe

Verifica della situazione valanghe pre e post ampliamento della discarica

- Relazione tecnica
- Rapporto simulazioni RAMMS

## PERIZIA VALANGHE

Pagine

3

Dimensioni

A4

Documento no.

**4.2252.005**

Ind.

**A**

Cartella

MV252 Ampliamento discarica materiale inerte a Torre-Blenio (A)-Perizia  
Valanghe 4.2252.004-Perizia Valanghe.docx

| Ind. | Data        | Prog. | Redat. | Contr. |
|------|-------------|-------|--------|--------|
| -    | Agosto 2019 | FST   | FST    | SB     |
| A    | 18.12.2019  | FST   | FST    | SB     |
| B    |             |       |        |        |
| C    |             |       |        |        |
| D    |             |       |        |        |



**comal.ch**  
INGEGNERI CONSULENTI DAL 1952

CH • Via Ceregnetti 10  
CH • Via Bossi 50  
CH • Via Praella 15  
CH • Via Molinazzo 9

+ 41 91 683 12 31  
+ 41 91 683 99 13

6834 Morbio Inferiore  
6830 Chiasso  
6850 Mendrisio  
6517 Arbedo - Bellinzona

info@comal.ch  
www.comal.ch

## INDICE

---

|          |                                                             |          |
|----------|-------------------------------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>Introduzione</b>                                         | <b>1</b> |
| <b>2</b> | <b>Descrizione della situazione valanghe</b>                | <b>2</b> |
| 2.1      | Eventi pregressi                                            | 2        |
| 2.2      | Zone di pericolo (PZP)                                      | 2        |
| 2.3      | Analisi nivologica e della morfologia del versante          | 3        |
| <b>3</b> | <b>Basi delle simulazioni e metodo</b>                      | <b>4</b> |
| 3.1      | Analisi zona di distacco                                    | 4        |
| 3.2      | Definizione dello spessore della neve e correzione dei dati | 5        |
| <b>4</b> | <b>Risultati</b>                                            | <b>7</b> |
| <b>5</b> | <b>Conclusioni</b>                                          | <b>8</b> |

## ALLEGATI

---

### A 1. Carte

### A 2. Simulazioni RAMMS

### Fonti e documentazione consultata

- [1] Documenti lezione ETHZ: Snow and Avalanche, Stefan Margreth (WSL – SLF)
- [2] Pubblicazione SLF: Classificazione automatica del terreno, Stephan Harvey, 2018
- [3] RAMMS – User Manual v 1.7.0, Avalanche, SLF
- [4] Ufficio federale dello sviluppo territoriale, Raccomandazioni – La pianificazione del territorio e i pericoli naturali
- [5] Comal.ch, Progetto di Massima – Ampliamento discarica Torre (Documento 4.2252.001)

### Sitografia

- [6] StorMe: catasto eventi naturali, <http://www.sitmap.ti.ch/index.php?ct=storme>
- [7] Pericoli Naturali: carte dei pericoli naturali, <http://www.sitmap.ti.ch/index.php?ct=pericolie>
- [8] Carta SLF su map.geo.admin.ch, Avalanche terrain hazard (ATH)
- [9] Carta SLF su map.geo.admin.ch, Classified avalanche terrain (CAT)

## 1 INTRODUZIONE

Nell'ambito del progetto di ampliamento della discarica di materiale inerte di Torre è stato richiesto al nostro studio di verificare l'effetto di eventuali valanghe ed in particolare di simulare i diversi scenari previsti dalla progettazione dell'ampliamento.

Il progetto di massima prevede un ampliamento di ca. 2.2 ha per un deposito di materiale inerte compreso tra i 185'000 m<sup>3</sup> e i 225'000 m<sup>3</sup>. La differenza di 40'000 m<sup>3</sup> è dovuta alla possibilità di inserire nella discarica una diga protettiva contro l'effetto delle valanghe nel settore più a monte della stessa. La variante senza diga protettiva prevede di adattare il profilo della discarica al terreno esistente.

Il seguente rapporto presenta delle simulazioni che prendono in considerazione le due varianti proposte per l'ampliamento (con berma protettiva o senza) e differenti situazioni relative al manto nevoso e al pericolo di valanghe. Sono state in particolar modo verificate le differenze nelle traiettorie delle valanghe e i potenziali rischi per la discarica o da essa causati. Per realizzare le simulazioni sono state prese in considerazioni le informazioni del PZP, sono stati analizzati gli eventi naturali a catasto StorMe e considerati i dati relativi alle precipitazioni nevose.

Il presente studio si pone come base di partenza per una progettazione attenta dei pericoli naturali al fine di ridurre i rischi e garantire un livello di sicurezza adeguato. In questa fase non è richiesta la verifica delle zone di pericolo che non è quindi parte di questo studio.

Tutte le simulazioni sono state realizzate con il Software RAMMS - Avalanche (Rapid Mass Movement Simulation – ©SLF).

## 2 DESCRIZIONE DELLA SITUAZIONE VALANGHE

### 2.1 Eventi pregressi

Il catasto degli eventi naturali StorMe riporta diverse valanghe sul pendio a monte della discarica. Gli eventi pregressi registrati sono di fondamentale importanza al fine di calibrare e validare le simulazioni effettuate da un punto di vista visivo e concettuale. Nella seguente tabella sono riportati gli eventi che interessano in particolare le vallette a monte della zona della discarica (zona Pratt): Val Piana e Val Carlügla.

Tabella 1: eventi naturali – Valanghe inserite a catasto StorMe  
In allegato è riportata la carta estratta da StorMe con indicate i perimetri delle valanghe registrate.

| Riferimento codice StorMe | Data evento | Quota di stacco | Quota di deposito | Descrizione                                                                          |
|---------------------------|-------------|-----------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1980-L-0002               | 18.04.1980  | 2060 m s.l.m.   | 870 m s.l.m.      | Valanga radente spontanea, neve bagnata                                              |
| 1994-L-0022               | 08.01.1994  | 2060 m s.l.m.   | 870 m s.l.m.      | Valanga radente spontanea, neve bagnata.<br>$\Delta HS$ stimato su 3 giorni = 150 cm |
| 1997-L-0003               | 19.12.1997  | 2000 m s.l.m.   | 860 m s.l.m.      | Valanga di neve polverosa asciutta, spontanea.                                       |
| 1997-L-0013               | 19.12.1997  | 2380 m s.l.m.   | 920 m s.l.m.      | Valanga radente spontanea, neve asciutta                                             |
| 1998-L-0001               | 10.04.1998  | 2060 m s.l.m.   | 870 m s.l.m.      | Valanga mista radente polverosa, neve asciutta                                       |
| 2000-L-0012               | 15.11.2000  | 2380 m s.l.m.   | 820 m s.l.m.      | Valanga radente spontanea, neve bagnata                                              |
| 2000-L-0013               | 17.11.2000  | 2000 m s.l.m.   | 860 m s.l.m.      | Valanga di neve polverosa, spontanea.                                                |
| 2003-L-0005               | 30.12.2003  | 2380 m s.l.m.   | 840 m s.l.m.      | Valanga radente, neve bagnata                                                        |
| 2008-L-0012               | 12.01.2008  | -               | -                 | Valanga radente spontanea.<br>$\Delta HS$ stimato su 3 giorni = 60 cm                |

In allegato (A1) è riportata la carta con indicate le traiettorie delle valanghe riportate nella tabella 1. L'analisi degli eventi pregressi indica generalmente due zone di distacco principali. Le tipologie di valanghe rilevate sono diverse: dalla valanga radente con neve bagnata alla valanga polverosa con neve asciutta. Il periodo degli eventi è anch'esso diverso per ogni valanga: dalle valanghe di inizio stagione (novembre) o valanghe primaverili (aprile).

Vi è un'analogia sulle quote di deposito; generalmente le valanghe in questa zona relative ad eventi con periodo di ritorno tra i 3 e i 5 anni raggiungono quote tra gli 800 m s.l.m. e i 900 m s.l.m. Gli eventi elencati sono di particolare interesse ai sensi della presente verifica in quanto la quota massima dell'ampliamento della discarica è stata fissata a 860 m s.l.m. Sebbene le traiettorie indicate nel catasto StorMe non entrino in conflitto con l'area di ampliamento è compito della simulazione verificare eventuali possibili conflitti per eventi di maggiori dimensioni con periodo di ritorno maggiore (RP = 100 – 300 anni).

### 2.2 Zone di pericolo (PZP)

Nonostante ai sensi della legge i pericoli da valanga non rappresentino una limitazione per la creazione di discariche, è opportuno verificare la portata di eventuali eventi naturali di grandi dimensioni al fine di ridurre i rischi per persone o cose. Il piano delle zone di pericolo indica come l'area dell'ampliamento della discarica si trovi in zona con pericolo elevato (rosso). Le carte del pericolo, analogamente agli eventi indicati a catasto StorMe, sono utilizzate nelle simulazioni a scopo di calibrazione e validazione visiva dei risultati. In allegato (A1.) è riportata la carta dei pericoli relativi alle valanghe per la zona interessata.

Con le simulazioni viene inoltre verificato se l'inserimento di una discarica con diga protettiva a monte modifica le traiettorie di una valanga di grandi dimensioni. Come per la creazione di un PZP viene considerato un periodo di ritorno fino a 300 anni. Calcoli e simulazioni per la creazione di nuove carte delle zone di pericolo post ampliamento non sono parte del presente studio.

## 2.3 Analisi nivologica e della morfologia del versante

Il versante sinistro della Valle di Blenio, esposto verso Ovest-Nord-Ovest, nella zona di Torre ha una pendenza media di ca. il 70%. Il limite del bosco è situato tra i 1'700 m s.l.m. e i 1'900 m. s.l.m.; l'area boschiva è stata considerata nelle simulazioni al fine di considerare l'effetto protettivo che svolge il bosco.

Per definire con accuratezza i dati di input per le simulazioni con il software RAMMS relativi al manto nevoso, sono stati considerati le misurazioni dalla stazione Piano del Simano a 2'450 m s.l.m. (vedi figura 1) che dista ca. 900 m in linea d'aria dall'area di distacco considerata. Data la vicinanza della stazione meteo alla zona di distacco la rappresentatività dei dati è da considerare molto buona. I dati relativi al manto nevoso sono tuttavia stati corretti secondo il metodo *Determination procedure for fracture depth*, convenzionalmente utilizzato per le simulazioni con il software RAMMS. Il metodo prende in considerazione la differenza di altezza, la pendenza del terreno e il fattore vento. Il procedimento di correzione è descritto nel capitolo 3.2.

La base di calcolo e dunque delle simulazioni è il dato estrapolato della somma di neve fresca caduta in tre giorni ( $\Delta H_S - 3$  giorni). Sono state analizzate le somme di precipitazioni nevose su tre giorni nel periodo ottobre 1996 e ottobre 2019; sono stati estrapolati gli estremi annuali. I dati sono stati analizzati al fine di realizzare un modello con la distribuzione di (analisi degli estremi).

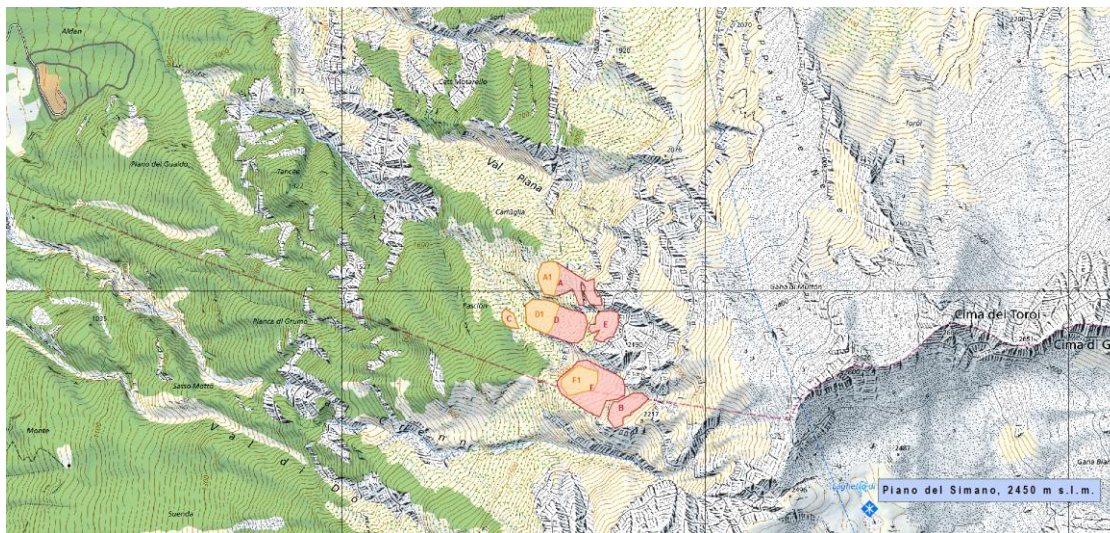


Figura 1: estratto della carta – superficie discarica, aree di distacco, posizione stazione meteo.



### 3 BASI DELLE SIMULAZIONI E METODO

Tutte le simulazioni sono state effettuate con il programma RAMMS di SLF. Il software permette la simulazione di valanghe asciutte su tutti i tipi di terreno, prende in considerazione la morfologia del pendio e la copertura boschiva. I dati di input principali definiti per le simulazioni sono i seguenti:

- Modello del terreno digitale (DTM) con risoluzione di 2x2 m.
- Area di studio
- Superficie boschiva – shapefile banca dati REN (*Nationales ökologisches Netzwerk*) – Layer foreste
- Aree di distacco (vedi capitolo 3.1)
- Spessore dell'area di distacco (vedi capitolo 3.2)

#### 3.1 Analisi zona di distacco

La determinazione delle aree di distacco (*Release area*) è di fondamentale importanza per la realizzazione di un modello plausibile. La dimensione delle aree è un valore molto rilevante e sensibile per le simulazioni. È necessario prendere in considerazione tutte le informazioni sul terreno e la nivologia disponibili.

Per determinare le zone di distacco sono state prese in considerazione le seguenti informazioni:

- Carta SLF: Avalanche terrain hazard (ATH)
- Carta SLF: Classified avalanche terrain (CAT)
- Modello digitale del terreno e relative derivazioni: pendenza, esposizione
- Catasto StorMe con eventi pregressi e indicazioni delle zone di distacco
- PZP

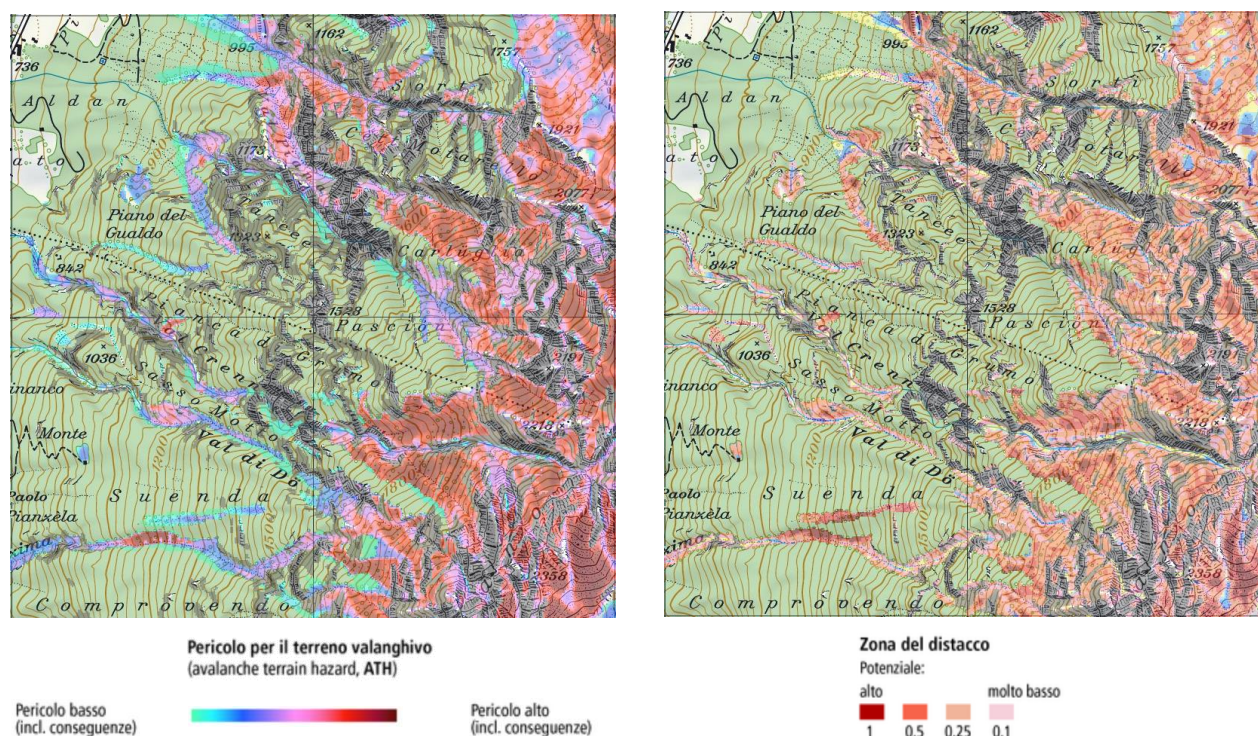


Figura 2: Estratti delle carte ATH (sinistra) e CAT (destra) [©SLF]. Scala: 1:25'000

Le valanghe che interessano la zona della discarica hanno origine dalle pendici a monte della Val Piana e della Val Carlùglia. Al fine di simulare in maniera più accurata gli eventi con differenti periodi di ritorno (RP = 30 anni e RP = 300 anni) sono state definite aree di distacco di diverse dimensioni, come raccomandato dalle direttive SLF.

Dopo aver individuato la macro zona di distacco grazie alle informazioni contenute nel catasto StorMe e nel PZP la definizione precisa delle aree è stata effettuata considerando i seguenti principi:

- Confronto con le carte ATH e CAT dell'SLF: individuazione delle zone con alto pericolo per il terreno valanghivo e con alto potenziale di distacco.
- Considerazione della pendenza del terreno: terreno valanghivo compreso tra 30° e 50°. Zone con pendenza maggiore di 50° o minore di 30° non sono state considerati come potenziali aree di distacco.

Nell'allegato A1 è consultabile una carta con indicate le aree di distacco e gli eventi pregressi. Nella tabella seguente le aree di distacco individuate sono descritte secondo le loro caratteristiche principali.

Tabella 2: dati aree di distacco – superficie, quota media e pendenza

| Nome zona | Periodo di ritorno | Superficie [m <sup>2</sup> ] | Quota media [m s.l.m.] | Pendenza media [°] |
|-----------|--------------------|------------------------------|------------------------|--------------------|
| A1        | 30                 | 4'400                        | 1'895                  | 45.4°              |
| C1        | 30                 | 1'600                        | 1'845                  | 40.2°              |
| D1        | 30                 | 6'600                        | 1'885                  | 43.7°              |
| F1        | 30                 | 5'900                        | 2'035                  | 41.7°              |
| TOTALE    | 30                 | 18'500                       | 1'910                  | 43.2°              |
| A         | 300                | 11'250                       | 1'900                  | 43.2°              |
| B         | 300                | 5'270                        | 2'170                  | 43.7°              |
| C         | 300                | 1'600                        | 1'845                  | 40.2°              |
| D         | 300                | 14'100                       | 1'930                  | 46.3°              |
| E         | 300                | 4'800                        | 2'080                  | 42.4°              |
| F         | 300                | 17'650                       | 2'100                  | 41.3°              |
| TOTALE    | 300                | 54'670                       | 2'000                  | 42.8°              |

### 3.2 Definizione dello spessore della neve e correzione dei dati

I dati misurati dalla stazione meteo Piano del Simano sono stati analizzati secondo la statistica degli estremi (distribuzione di Gumbel) e hanno portato al risultato rappresentato nel grafico seguente.

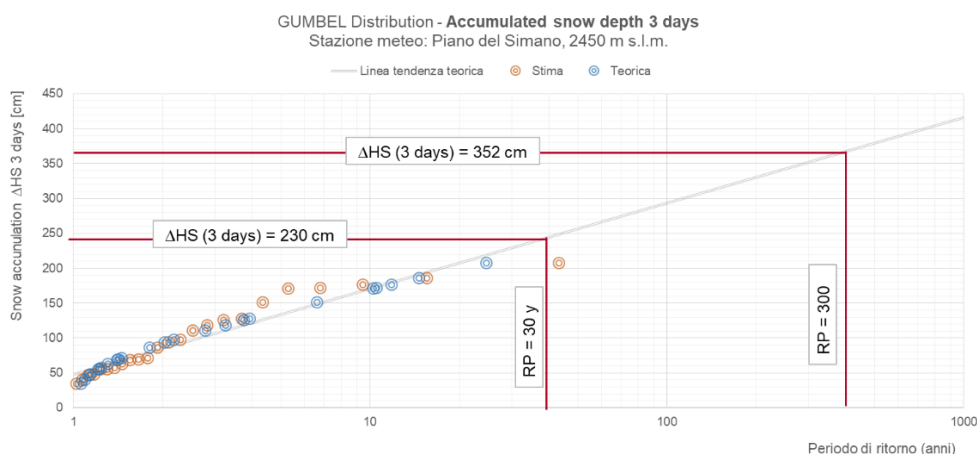


Figura 3: Gumbel-Diagram. Analisi degli estremi con distribuzione di Gumbel e estrazione dei valori di accumulo della neve (3 giorni) per i periodi di ritorno di 30 e 300 anni.

L'analisi dei dati misurati da i seguenti risultati per l'accumulo di neve in 3 giorni:

- Periodo di ritorno 30 anni       **$\Delta HS_{3d} = 230 \text{ cm}$**
- Periodo di ritorno 300 anni       **$\Delta HS_{3d} = 352 \text{ cm}$**

I dati sull'accumulo di neve in tre giorni ricavati dalla stazione di misurazione sono stati corretti con le seguenti formule.

- 1) Correzione dell'elevazione:  $\Delta HS_{corr\_1} = \Delta HS - \Delta H \cdot 5$
- 2) Correzione inclinazione pendio:  $\Delta HS_{corr\_2} = (\Delta HS_{corr\_1} \cdot \cos(28^\circ)) \cdot f(\Psi)$   
 $f(\Psi)$ : parametro di correzione dell'inclinazione
- 3) Correzione del vento: *data l'esposizione del pendio e la lontananza dalla cresta non sono state aggiunte correzioni dovute agli accumuli dovuti al vento.*

I valori di input per le simulazioni corretti sono i seguenti:

- Periodo di ritorno 30 anni       **$\Delta HS_{corr} 3d - 30y = 97 \text{ cm}$**
- Periodo di ritorno 300 anni       **$\Delta HS_{corr} 3d - 300y = 159 \text{ cm}$**

Per le simulazioni con il software RAMMS sono stati utilizzati i valori di 100 cm per il periodo di ritorno di 30 anni e di 150 cm per il periodo di ritorno di 300 anni in quanto il software consiglia di utilizzare valori compresi tra 80 e 150 cm.



## 4 RISULTATI

Le simulazioni hanno lo scopo di verificare l'impatto che il deposito di materiale inerte nella zona prevista per l'ampliamento avrà sulla traiettoria di valanghe. A tale scopo valanghe di neve asciutta con periodo di ritorno di 30 e 300 anni sono state simulate con il software RAMMS.

Tutte le carte che rappresentano le simulazioni effettuate sono consultabili nell'allegato A2. Sono allegate le carte che rappresentano l'altezza massima della valanga (m), la pressione da essa esercitata ( $\text{kN/m}^2$ ) e le aree di deposito (m). Ogni carta è riportata tre volte: per il periodo di ritorno di 30 anni, di 300 anni e di 300 anni con inserimento indicativo di una diga di protezione.

Tutte le simulazioni, come pure le carte che riportano gli eventi pregressi, mostrano come la valanga tenda ad incanalarsi nel riale naturale a monte della discarica. Una volta raggiunti i 900 m s.l.m. di quota, quando la morfologia del canale naturale muta in un bosco più aperto e la direzione del tracciato del fiume cambia di ca.  $90^\circ$ , la valanga "sfoga" aprendosi a cono e diminuendo contemporaneamente velocità e pressione.

I risultati delle simulazioni sono da considerarsi realistici. Le simulazioni sono state validate visivamente (in quanto nessun dato quantitativo è disponibile) con gli eventi registrati a catasto StorMe e trovano buona corrispondenza.

Le simulazioni hanno mostrato come l'aggiunta di un deposito nella zona dell'ampliamento di ca. 6 m di spessore, senza diga di protezione e adattato al terreno esistente non modifica in maniera sostanziale le traiettorie e l'impatto delle valanghe rispetto alla situazione attuale.

Per contro, l'aggiunta di una diga di protezione (indicata sui piani provvisoriamente, perimetro non definitivo, inserito solo per realizzare le simulazioni) a monte della discarica dell'altezza indicativa di almeno 6 m rispetto alla superficie attuale del terreno, è in grado di modificare l'impatto della valanga sulla superficie d'ampliamento. In particolare la diga permette di dissipare l'energia della valanga riducendo l'impatto sul settore a valle di essa. L'effetto della diga di protezione è ben evidenziato dalle carte che rappresentano la pressione esercitata dalla valanga, dove la diminuzione della pressione sulla zona dell'ampliamento è chiaramente visibile. La diga di protezione ha come unico effetto la dissipazione dell'energia, non è stato riscontrato nessun effetto contrario e non causa pericoli ad altri oggetti d'interesse circostanti la discarica. La costruzione di una diga protettiva potrebbe portare ad una riduzione del pericolo per zona degli edifici a valle della discarica. La revisione del PZP non è tuttavia compito di questo studio e la questione non è pertanto stata approfondita. La diga di protezione non è ancora tuttavia stata dimensionata secondo le linee guida e le normative per le opere di premunizione in vigore; sarà oggetto di studio del progetto definitivo.

La simulazione di valanghe bagnate è compito difficile e non ancora possibile con il software RAMMS-Avalanche. Concettualmente è possibile affermare che le traiettorie delle valanghe asciutte simulate rispecchiano le possibili traiettorie di eventuali valanghe bagnate. Le valanghe bagnate ancora di più delle valanghe polverose prenderanno traiettorie incanalate in fossati e riali naturali. L'aumento della coesione del materiale riduce inoltre la velocità di propagazione e di conseguenza anche la distanza raggiunta dai depositi. Il dimensionamento della diga di protezione dovrà comunque prendere in considerazione anche i parametri per valanghe bagnate.

## 5 CONCLUSIONI

Alla luce di quanto mostrato dalle simulazioni è possibile affermare che l'inserimento di una diga protettiva a monte della discarica permetta di dissipare l'energia delle valanghe di forte intensità (con periodo di ritorno di 300 anni). È ipotizzabile che il rischio a valle della discarica possa essere ridotto con l'inserimento di una struttura dimensionata secondo le norme in vigore.

In fase di progetto definitivo bisognerà valutare con accuratezza la posizione e la struttura dell'ultima berma della discarica per minimizzare l'impatto sul paesaggio e contemporaneamente permettere alla diga di esercitare un effetto di dissipazione dell'energia.

In seguito al preavviso cantonale saranno effettuate, nella prossima fase di progetto, delle analisi più approfondite per verificare la propagazione di valanghe di tipo radente e con neve bagnata. Le analisi con il software RAMMS verranno adattate al tipo di neve e valutate sulla base dei dati già esposti in questo rapporto.

## A 1. Carte







## Pericoli Naturali

I dati visualizzati hanno solamente valore informativo.  
Essi sono assolutamente privi di valore giuridico.

1:10'000





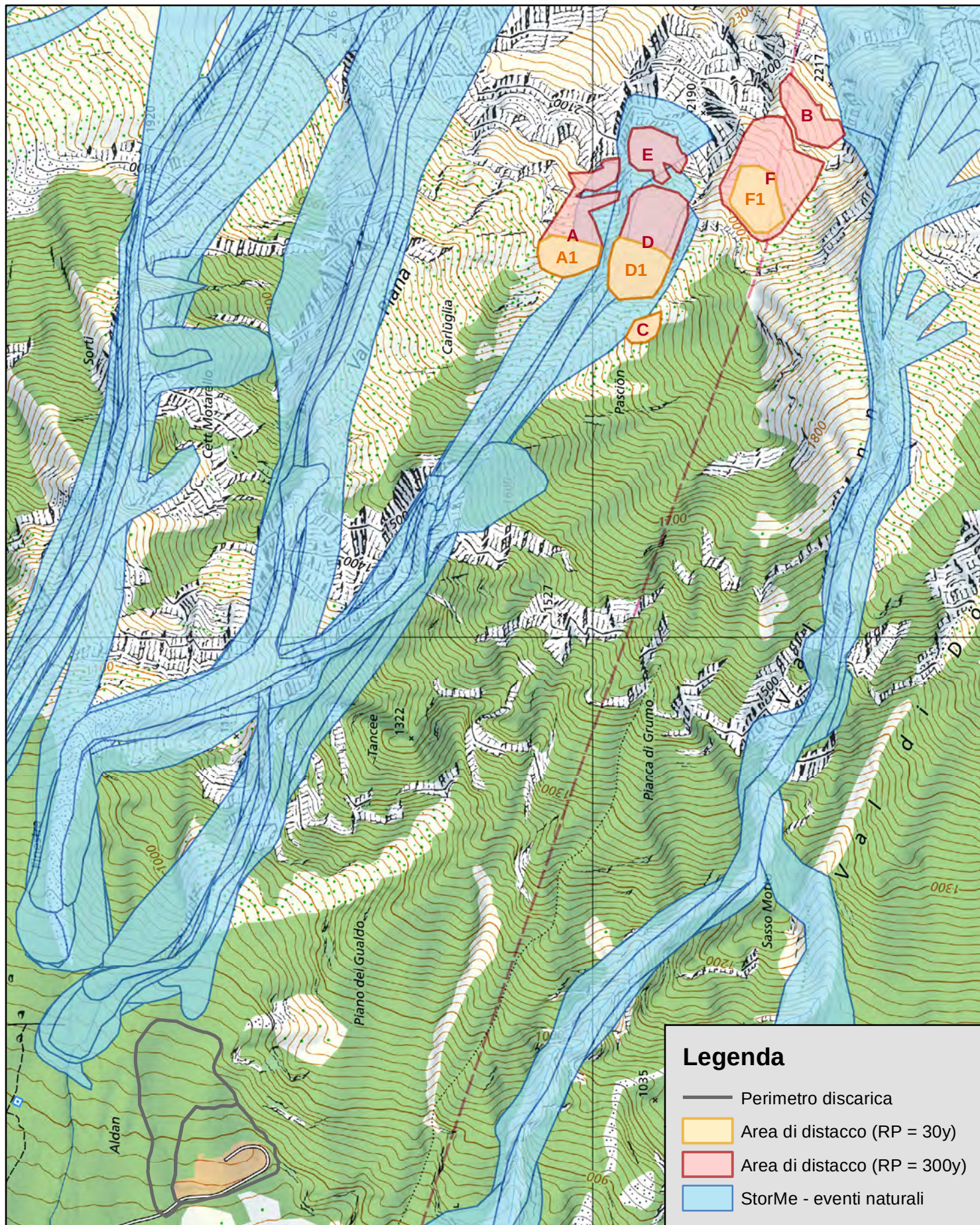
# PERIZIA VALANGHE

## Aree di distacco e eventi naturali pregressi

Autore: FST



1:7'500





## A 2. Simulazioni RAMMS



# PERIZIA VALANGHE

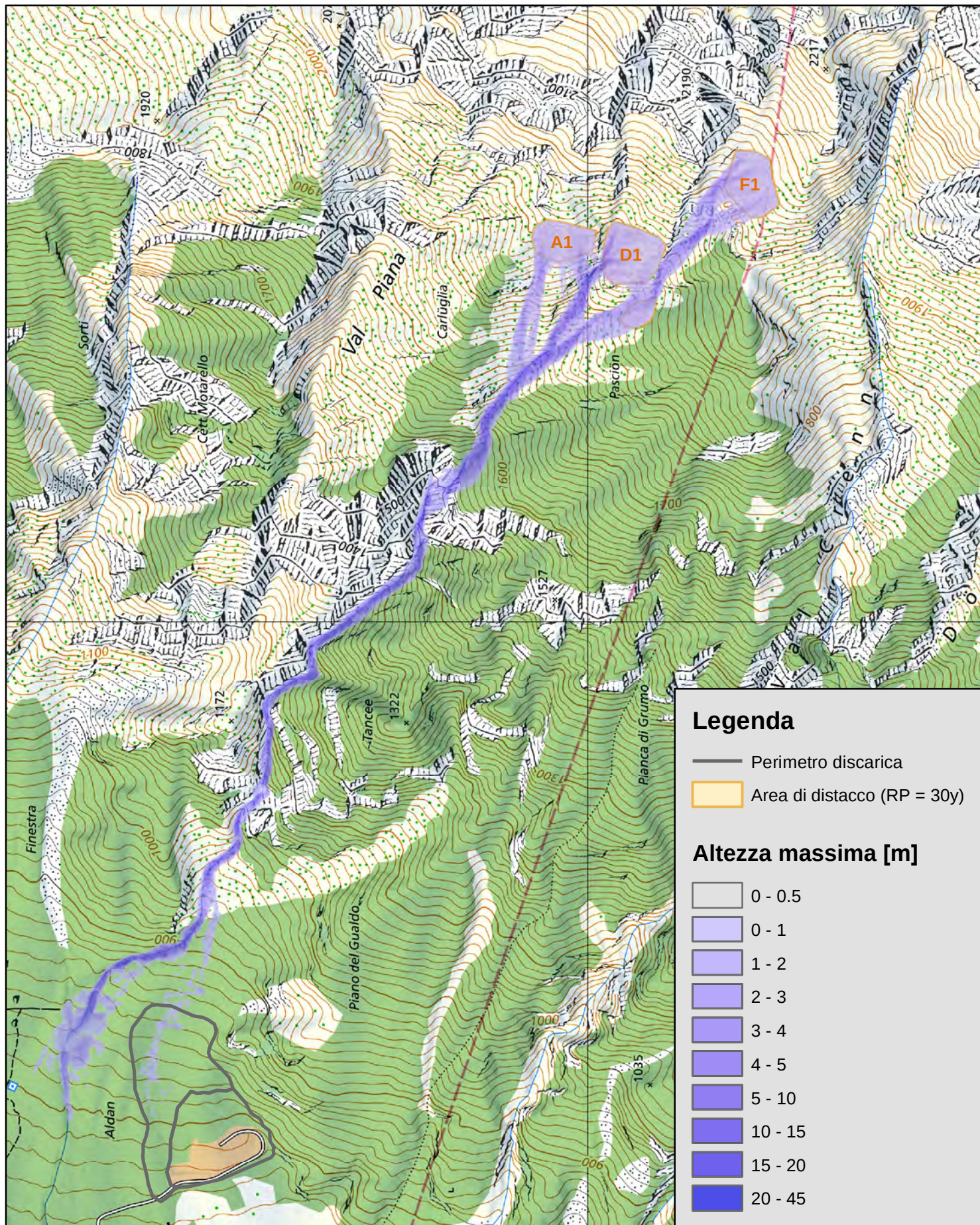
Simulazione - altezza massima

Periodo di ritorno: 30 anni

Autore: FST



1:7'500



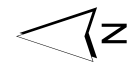


# PERIZIA VALANGHE

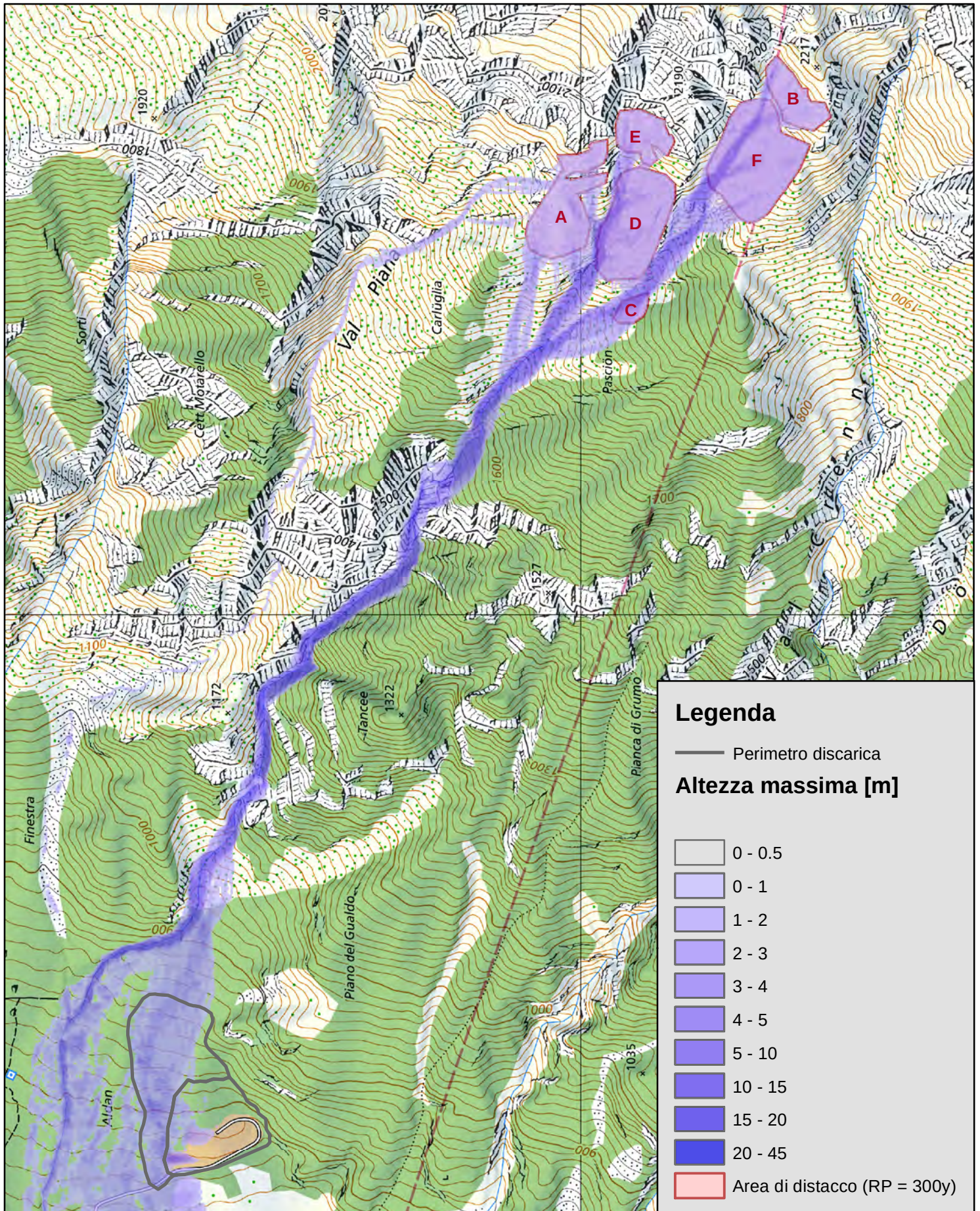
Simulazione - altezza massima

Periodo di ritorno: 300 anni

Autore: FST



1:7'500





# PERIZIA VALANGHE

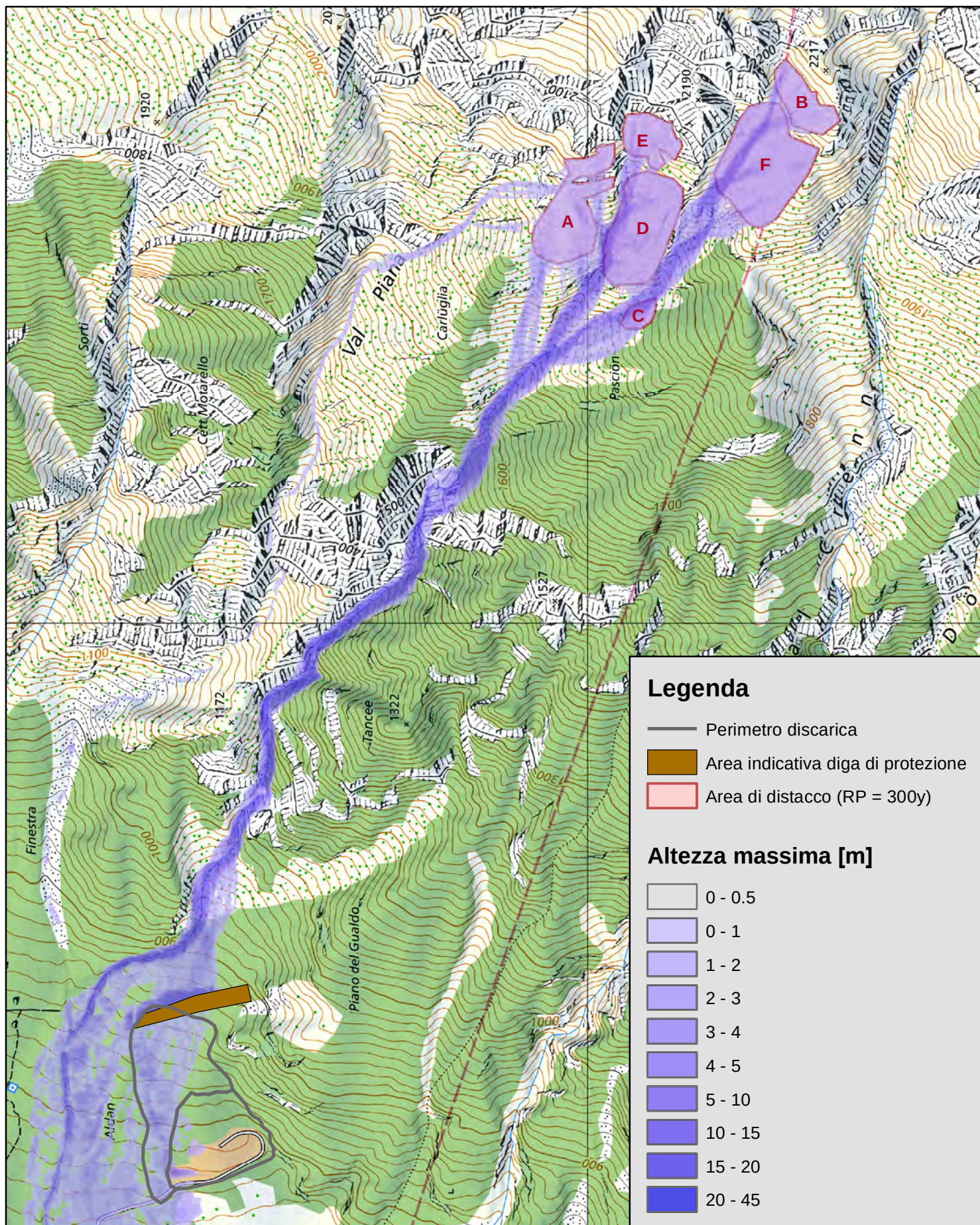
Simulazione - altezza massima

Periodo di ritorno: 300 anni con diga di protezione

Autore: FST



1:7'500





# PERIZIA VALANGHE

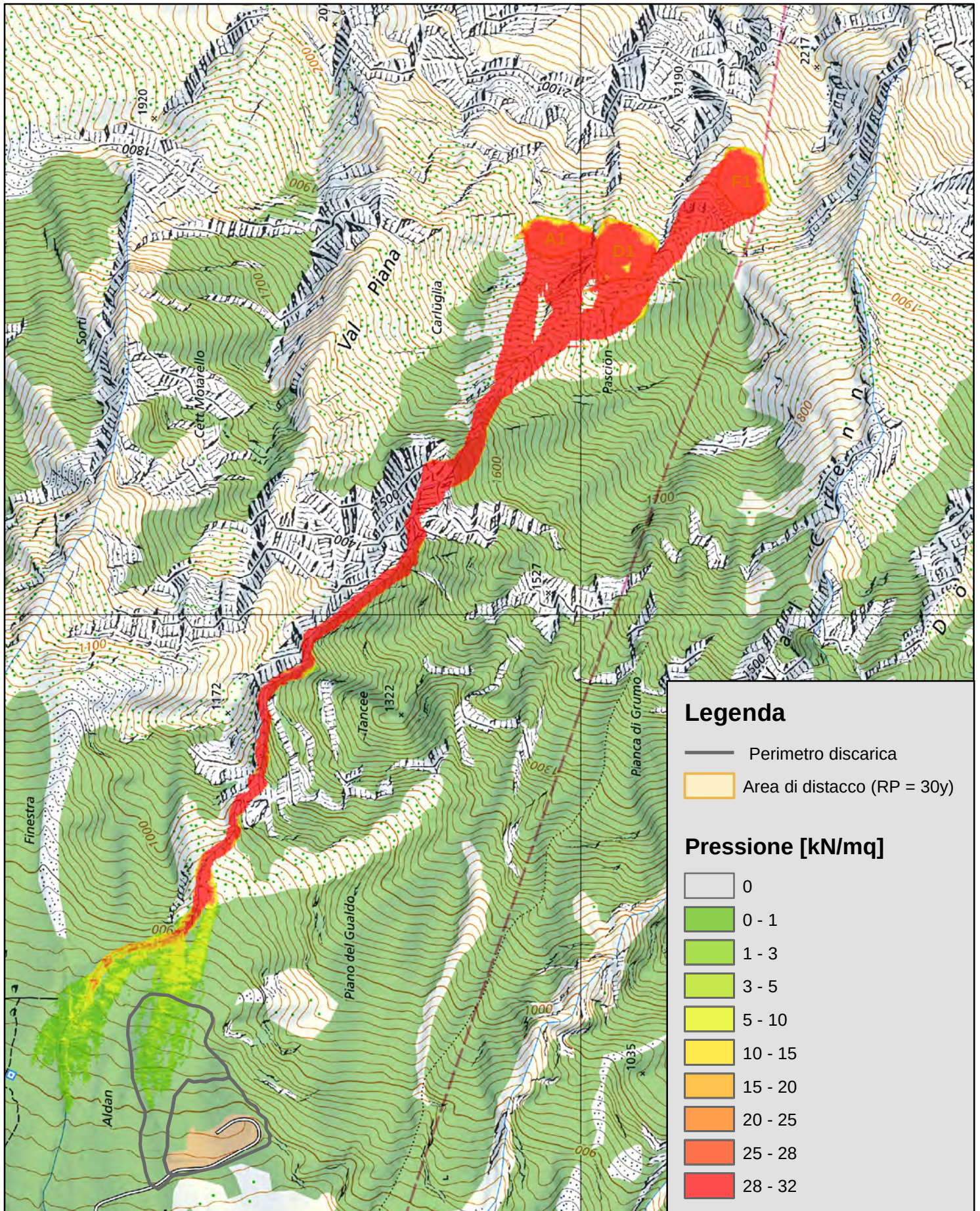
Simulazione - Pressione massima [kN/mq]

Periodo di ritorno: 30 anni

Autore: FST



1:7'500





# PERIZIA VALANGHE

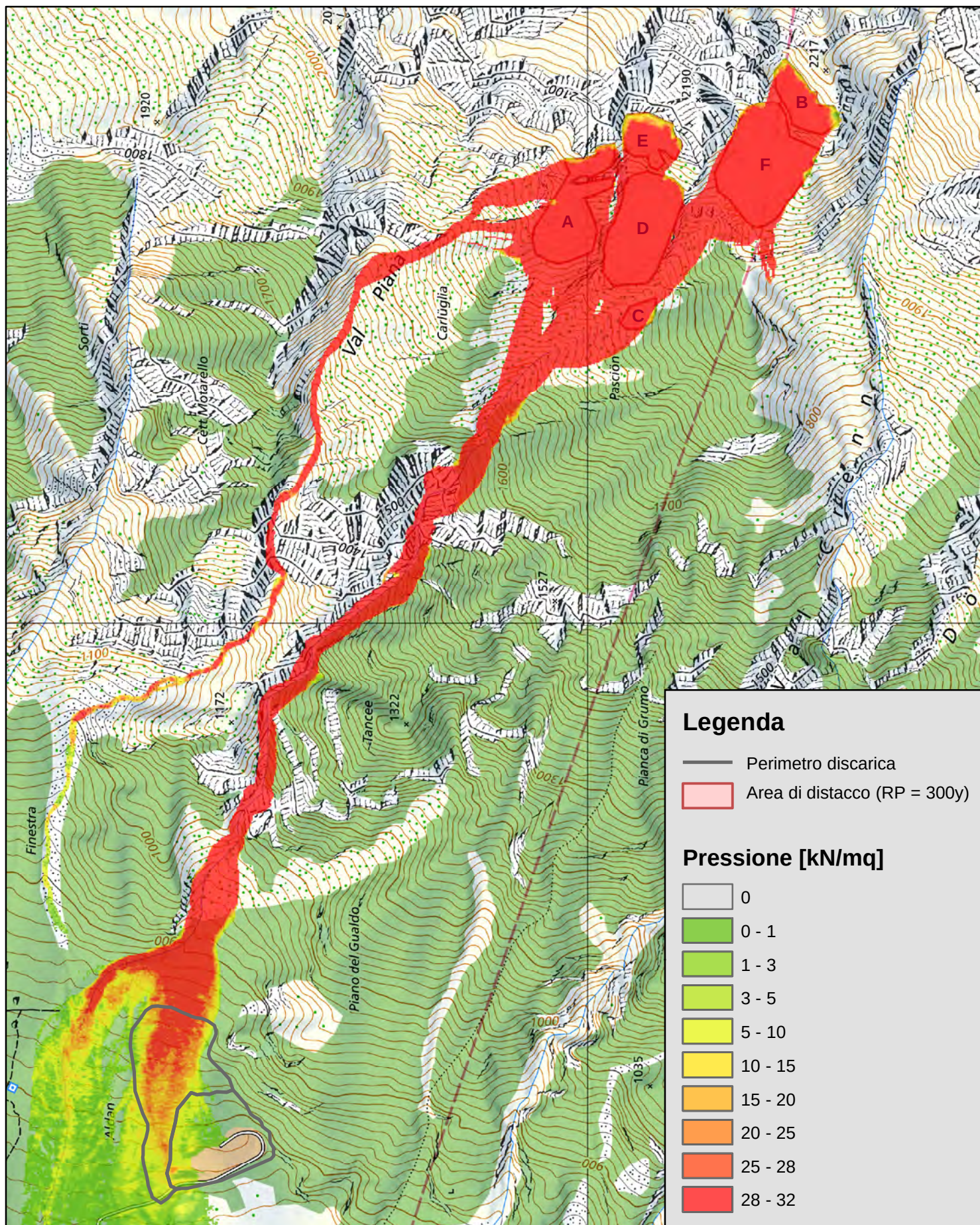
Simulazione - Pressione massima [kN/mq]

Periodo di ritorno: 300 anni

Autore: FST



1:7'500





# PERIZIA VALANGHE

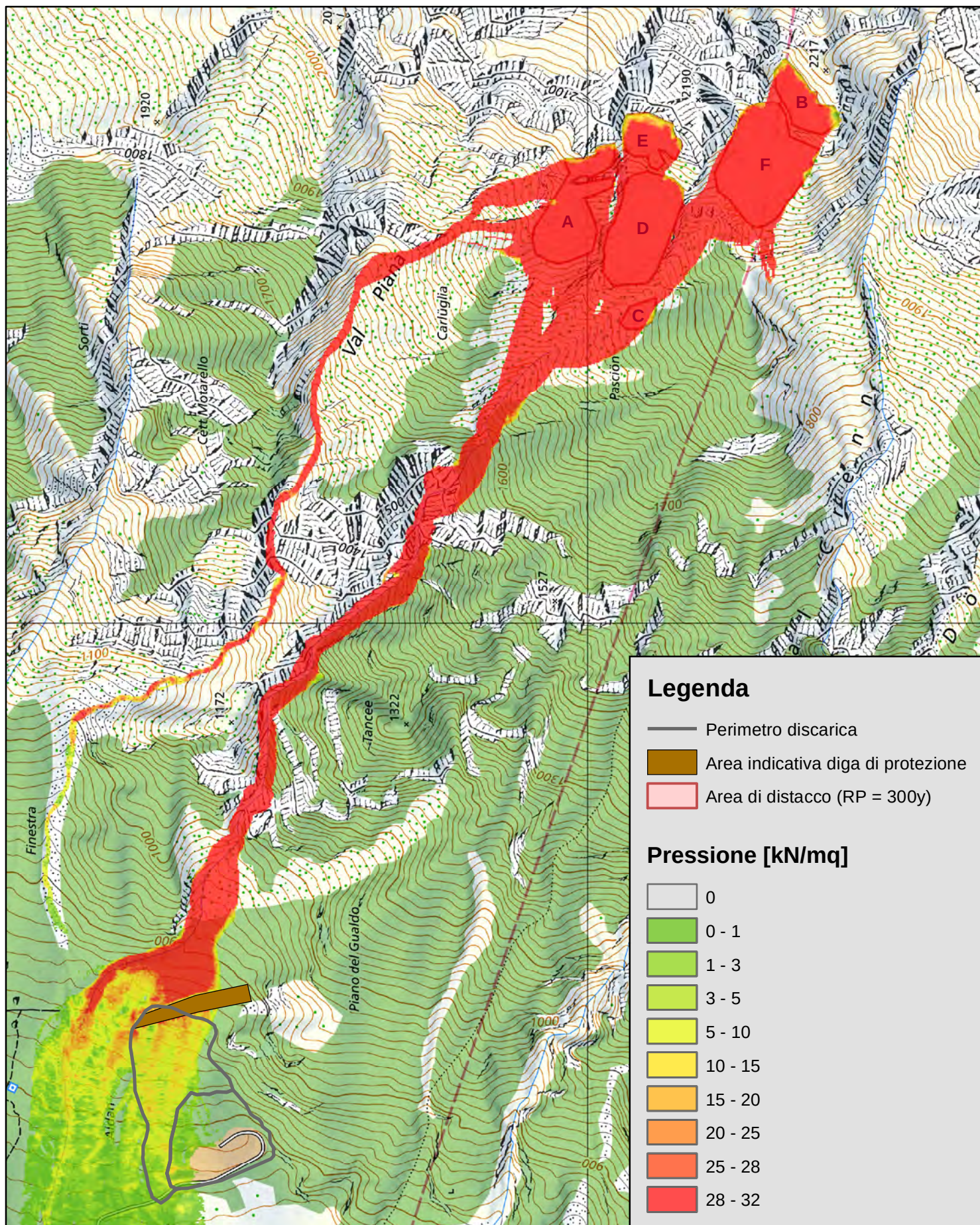
Simulazione - Pressione massima [kN/mq]

Periodo di ritorno: 300 anni con diga di protezione

Autore: FST



1:7'500





# PERIZIA VALANGHE

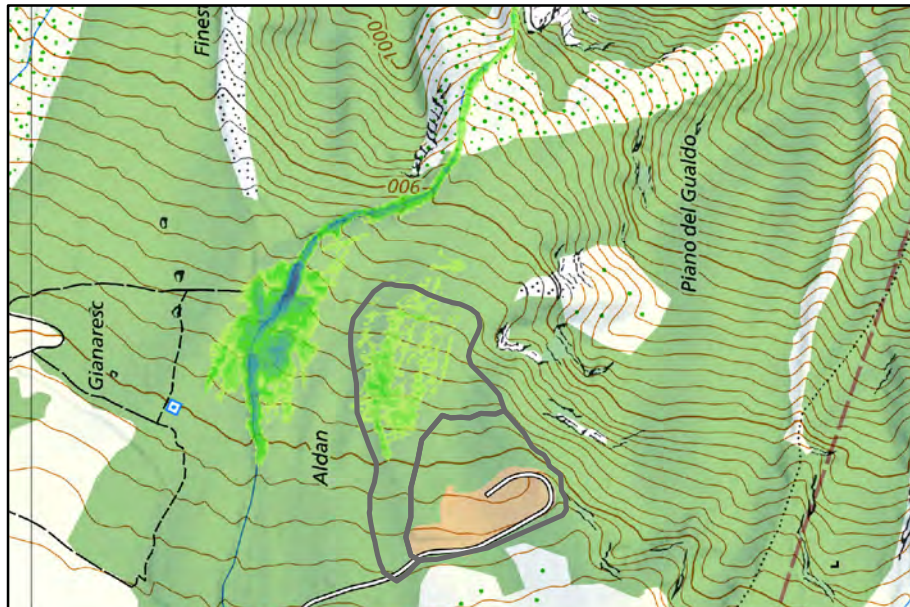
Simulazione - Confronto aree di deposito [m]

Periodo di ritorno: 30 e 300 anni con e senza diga

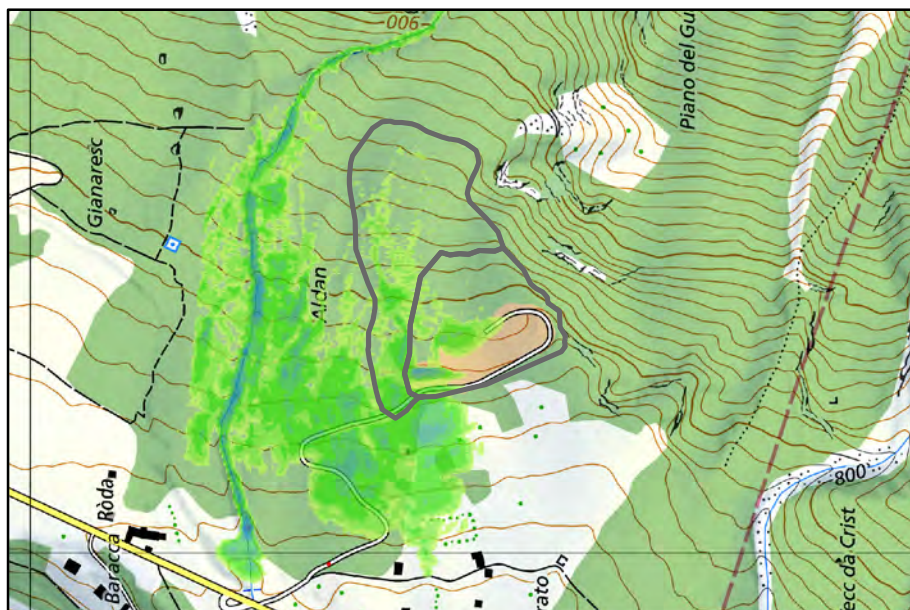
Autore: FST



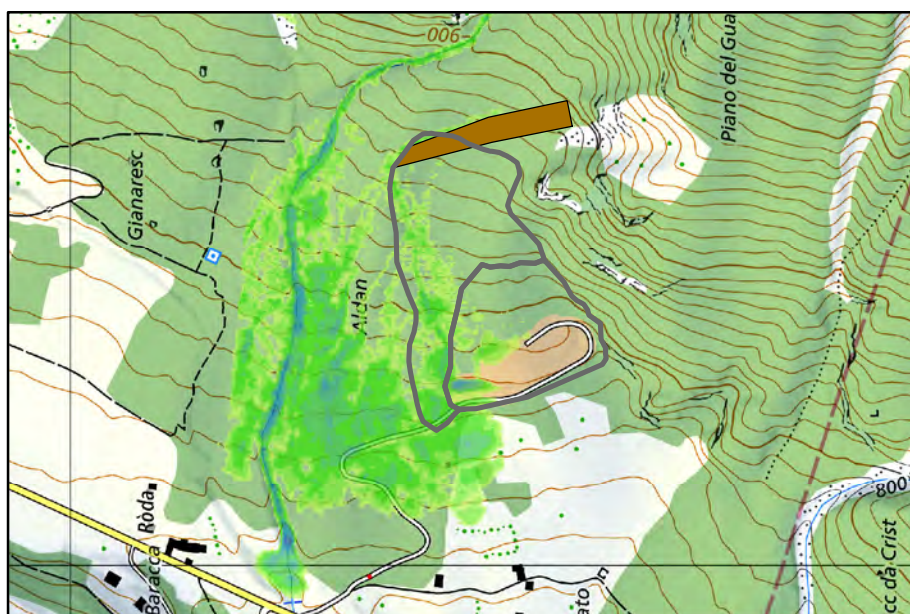
1:7'500



Deposito RP: 30 anni



Deposito RP: 300 anni



Deposito RP: 300 anni  
con diga di protezione

## Legenda

— Perimetro discarica

## Deposito [m]

