



# PROGETTO DYN



*Ministero degli Affari Esteri*



Fondo europeo di  
sviluppo regionale



a l c o t r a

INSIEME OLTRE  
L'CONVINCIMENTO  
PAROLA LE FRONTIERE



# AAVAL

Direzione assetto idrogeologico dei bacini montani - Regione Autonoma Valle d'Aosta: **Valerio Segor** (Capofila di progetto), **Luca Pitet**

Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica - DISTR - Politecnico di Torino:

**Bernardino Chiaia** (responsabile scientifico), **Barbara Frigo** (coordinamento tecnico-organizzativo), **Monica Barbero**, **Fabrizio Barpi**, **Mauro Borri Brunetto**, **Eloïse Bovet**, **Valerio De Biagi**, **Oronzo Pallara**

Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali - DIVAPRA, Centro interdipartimentale sui rischi naturali in ambiente montano e collinare - NatRisk - Università degli Studi di Torino:

**Ermanno Zanini** (responsabile scientifico), **Michele Freppaz** (coordinamento scientifico), **Margherita Maggioni** (coordinamento tecnico-organizzativo), **Enrico Bruno**, **Elisabetta Ceaglio**<sup>4</sup>, **Danilo Godone** (Deiafa), **Davide Viglietti** e **Antoine Brulport**

L'articolo 4 è a cura di:

**Emanuele Marchetti**<sup>1,2</sup>, **Giacomo Olivieri**<sup>1,2</sup>, **Maurizio Ripepe**<sup>1</sup>, **Giuseppe De Rosa**<sup>1</sup>, **Igor Chiambretti**<sup>3</sup>, **Paola Dellavedova**<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Firenze, via G. La Pira, 4, 50121, Firenze, Italy.

<sup>2</sup> iTem Geophysics srl, via Giano della Bella, 8, 50124, Firenze, Italy.

<sup>3</sup> AINEVA, vicolo dell'Adige, 18, 38100, Trento, Italy.

<sup>4</sup> Regione Autonoma della Valle d'Aosta, Ufficio Neve e Valanghe, Aosta - Fondazione Montagna Sicura

Hanno collaborato, per l' articolo 1:

**Thierry Faug**, **Florence Naaim**, **Mohamed Naaim**, **Emmanuel Thibert** (Cemagref UR-ETNA)

Per l'articolo 3:

**Marilena Cardu**, **Alessandro Giraudi**, **Alberto Godio** e **Roberto Rege** (DITAG - Politecnico di Torino)

Per gli articoli 5 e 7:

**Leandro Bornaz** (AdHoc)

Supporto logistico-tecnico: **Monterosa Ski**

*autori*

Il progetto **Dinamica delle valanghe: distacco e interazione flusso/ostacoli** n. 048 denominato **DynAval** si inserisce all'interno del Programma Operativo di Cooperazione territoriale europea transfrontaliera, Italia/Francia (Alpi) 2007/2013, Misura 2.2 - Prevenzione dei rischi.

Il progetto ha come Capofila la Direzione assetto idrogeologico dei bacini montani della Regione Autonoma Valle d'Aosta e come partner francese il CEMAGREF-UR ETNA di Grenoble. Il progetto ha una durata triennale, da gennaio 2009 a gennaio 2012.

La Direzione assetto idrogeologico dei bacini montani della Regione Autonoma Valle d'Aosta, per lo svolgimento delle attività di sperimentazione e ricerca, si è affidata al Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica (DISTR) del Politecnico di Torino, al Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali-DIVAPRA ed al Centro interdipartimentale sui rischi naturali in ambiente montano e collinare - NatRisk dell'Università degli Studi di Torino.

L'obiettivo principale del progetto è stato far progredire le conoscenze nell'ambito dello studio delle valanghe, sia per quanto riguarda la definizione della zona di distacco e dei volumi coinvolti, sia per quanto riguarda la definizione delle pressioni risultanti nella zona di arresto di una valanga, considerando l'interazione con eventuali ostacoli, anche attraverso la realizzazione di un nuovo sito sperimentale in Valle d'Aosta.

A questo proposito, nell'estate del 2010 è stato realizzato un nuovo sito pilota valanghivo denominato della P.ta Seehore nel Comune di Gressoney-La-Trinité, all'interno del comprensorio sciistico della società Monterosa Ski, che ha fornito un notevole supporto tecnico e logistico durante la realizzazione dei lavori e che provvede alla bonifica preventiva del sito medesimo durante la stagione invernale. Il canalone di valanga lungo il quale è stato installato l'ostacolo ha un dislivello complessivo di circa 300 m (da 2300 a 2570 m slm) e una pendenza media di circa 28°.

Dopo numerosi sopralluoghi e grazie ad un'approfondita analisi delle caratteristiche del sito e della dinamica valanghiva all'interno del medesimo è stato individuato il luogo più idoneo dove posizionare l'ostacolo.

I tecnici del Politecnico di Torino hanno concepito e messo in opera un bersaglio che, grazie a forma e sensoristica appositamente studiate e progettate, permette la misura delle forze valanghive in gioco e della sua risposta dinamica durante la fase di impatto, in tempo reale dalla sala computer e, in remoto, dal Politecnico di Torino. A seguito dell'identificazione strutturale avvenuta nei laboratori del DISTR - Politecnico di Torino e allo sviluppo di modelli numerici, grazie alle misure effettuate alla P.ta Seehore, è possibile interpretare il comportamento della struttura e del flusso nevoso durante l'impatto, analizzandone la risposta al fine di comprendere le modalità con cui la valanga agisce sull'ostacolo.

Inoltre, durante le operazioni di bonifica del sito, numerosi rilievi vengono realizzati in zona di distacco, in zona di scorrimento e in zona di deposito, anche mediante l'utilizzo di tecniche laser scanner pre e post evento, nonché riprese video e misure fotogrammetriche.

Infine, nel Dicembre 2009, è stato installato, a Staffal, sempre nel Comune di Gressoney-La-Trinité, ad una quota di circa 2000 m slm, un array infrasonico temporaneo a 4 elementi e piccola apertura (150 m). Gli array infrasonici sono strumenti efficaci e versatili per il monitoraggio delle valanghe su vaste aree (km<sup>2</sup>) del territorio e con qualsiasi condizione di visibilità, ma necessitano, al momento, di una fase di sperimentazione per permettere di validare i dati ottenuti. Ed è a questo proposito che l'array infrasonico è stato installato nelle immediate vicinanze del sito pilota valanghivo della P.ta Seehore, dove sono attese valanghe naturali e dove sono effettuate numerose operazioni di distacco artificiale.

La gestione del rischio valanghe, infatti, è legata principalmente a modelli previsionali basati sulle condizioni meteorologiche e sulle precipitazioni nevose. Tuttavia, una validazione robusta del rischio richiede l'identificazione dell'attività valanghiva in atto, che consente di confrontare i modelli previsionali con gli effetti reali. Questa tecnologia, in futuro, potrebbe offrire un importante strumento di supporto per la gestione del rischio valanghe sul territorio regionale e transfrontaliero.





In the past the attention has been mainly posed over extreme avalanche events, which can destroy villages and infrastructures and modify the landscape; scientists tried to understand their dynamics and potential destructive effects. Only recently the scientific world has started to study more in details the dynamics of smaller avalanches, which might be characterized by different relevant processes than those typical of extreme events.

Within the Operational programme 'Italy - France (Alps - ALCOTRA)' Project "DynAval - Dynamique des avalanches: départ et interactions écoulement/obstacles" a new experimental site "P.ta Seehore" is operative by 2009 in the Aosta Valley (NW- Italian Alps) to study small-medium size snow avalanches.

The main objectives of the project are to study:

- the dynamics of small-medium size avalanches;
- the interaction between avalanche flows and obstacles;
- the characteristics of the snow in the release and deposition zones;
- the release process produced by explosives;
- to test the infrasound monitoring of snow avalanches activity.

The different papers describe the new experimental site that have been built to study the behavior of this kind of snow avalanches and the activities that the research team do before, during and after the natural/artificial avalanche events. The main goal of the project is to install

and develop the new experimental site located in Aosta Valley (North-western Italian Alps) within the MonterosaSki resort on the Monte Rosa Massif.

The slope, with an altitude difference of about 300 m and a mean dip of about 38°, is instrumented by a steel truss installed in the middle of the avalanche basin to measure the important variables of the snow flow (i.e., height, velocity, density, impact forces, etc...). The main activity in the project in 2010 was calibrating in laboratory, installing and testing on site the instrumented obstacle previously designed, to measure impact forces of the avalanches and going on to survey on site the artificially triggered avalanches. The correct position of the obstacle was determined thanks to the experiments carried out during winter 2009/2010 and the available historical data; therefore in summer 2010 the concrete foundation of the mast was built, above which the instrumented obstacle was installed in autumn 2010.

The galvanized steel obstacle is composed of two masts of about 4 m of height supporting 5 instrumented horizontal plates that measure the impact forces of the avalanches; in particular, the data are registered by 10 loading cells, 4 accelerometers, 4 thermocouples and a pressure transducer. The measures are stored and transmitted via optical fiber to a remote control computer by using expressly conceived software.

Even if most of the avalanches are artificially triggered (Daisy-bell and Carica Vassale), the software also records natural events. Previously, for the structural identification of the mast, many dynamic and static laboratory tests were performed in order to calibrate FEM numerical models. To evaluate the erosion, deposition and the front velocity, laser scanner measurements and multi-picture analysis are performed.

In order to define a benchmark network, three reference points were installed in the site and several natural benchmarks were located and measured on the slope by a GPS-RTK survey, assuring centimetric

precision in positioning. To detect physical and mechanical snow properties in the release, track and deposition zones, filed surveys are performed.

The perimeter of the avalanche is outlined by using GPS devices coupled with snow depth measurements.

Thanks to the installed instrumentation and surveys performed during Winter 2010/2011, the first available data of the event of March 5<sup>th</sup>, 2011 are presented.

Other very important activity on DynAval project is to study the release process produced by explosives. A dedicated paper describes the experimental snowfield realized close to P.ta Seehore to understand the response of snowpack to explosives and the induced artificial triggering of avalanches. Two different explosives have been tested thanks to the detonation of different (in weight and height) charges. The energy propagation from blasts on the snowpack and the air blast were monitored by passive seismic sensors and sound devices, respectively.

The peculiarities of the snowpack pre and post explosions are detected by geophysical investigation (georadar and seismic) and by a snow classical profiles.

To complete the description of the activities on DynAval project a paper dedicated to describe the experimental infrasound monitoring of snow avalanches activity. To identify the whole avalanche occurrence, in December 2009, a 4-element infrasound array are installed close to P.ta Seehore test site where natural avalanches are expected and snow-clearing operations are regularly programmed. A multi-channel correlation (MCC) analysis is carried out on the continuous data set as a function of slowness, back-azimuth and frequency of recorded infrasound, in order to detect all avalanches occurring above the back-ground signal, strongly affected by microbarom and mountain induced gravity waves. The purpose of validating the efficiency of this pilot experiment in Italy is to identify an avalanche-risk assessment related to weather and snow cover conditions.