

L'Istituto Scienze della Terra



Frane a Campo Blenio nel 1993 (foto Istituto geologico cantonale)

Silvio Seno¹, SUPSI - IST

1. Un breve ritratto

L'Istituto Scienze della Terra (IST) fa parte della Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana (SUPSI) e si occupa di temi legati all'ambiente. Dal 2001 la sua sede è all'interno del Campus di Trevano. Occupa circa una ventina di persone, alcune in pianta stabile, altre legate ai progetti: sono soprattutto ingegneri, ma anche fisici, geologi e matematici. Nell'ambito dell'Istituto vengono espletati tutti

foto Ti-press / Davide Agosta



¹ Direttore dell'Istituto

i mandati della SUPSI, primo fra questi la ricerca. L'IST svolge le sue attività nell'ambito delle discipline rivolte alla gestione ed alla salvaguardia dell'ambiente e delle sue risorse, quali la geologia e la geotecnica, l'idrologia, l'idrogeologia, la geomática, disciplina quest'ultima relativamente recente che si occupa di acquisizione e trattamento di dati geografici. Di queste discipline si parla un pò più diffusamente dopo, ma si può anticipare che, tra i temi affrontati, figurano la gestione delle acque superficiali e delle acque sotterranee, il monitoraggio, la modellistica legata ai pericoli naturali, le banche dati ambientali. L'IST proviene da quello che una volta era l'Istituto Geologico e Idrologico Cantonale. Nel 1998, con la fondazione della SUPSI, l'Istituto è migrato, mantenendo però le stesse attività e anche un certo carico di compiti amministrativi. Nel 2004 c'è stata una nuova, importante trasformazione: le competenze amministrative sono tornate al Cantone ed è stato individuato l'IST come sede in cui viene svolta la ricerca scientifica nell'ambito delle geoscienze.

Sempre a partire dal 2004, il Cantone ha dato mandato all'Istituto per svolgere alcune attività legate a decisioni amministrative. Ad esempio le previsioni di piena del Verbano e dei principali corsi d'acqua; la gestione di una rete di strumenti che misurano portate dei fiumi, livello dei laghi e piogge; il supporto nella gestione delle acque sotterranee, compresi aspetti legati alle energie rinnovabili, come lo sfruttamento del calore geotermico. Accanto a ciò c'è ancora un'attività sperimentale nel settore del monitoraggio delle frane o nei modelli matematici che simulano fenomeni di dissesto e la gestione di una grande quantità di informazioni che riguardano l'ambiente, organizzate in banche dati che sono rese consultabili, agli specialisti, via Internet.

Ma, come detto, l'IST non fa solo ricerca e molti dei suoi collaboratori si occupano anche di didattica sui due livelli che corrispondono alle due missioni della SUPSI: i cicli di base e la formazione continua. I primi sono rivolti agli studenti dei diplomi di ingegneria e di architettura. La seconda invece ha come pubblico soprattutto i



Alcuni ricercatori dell'Istituto: da sinistra Manfred Thüring, Giorgio Salvadè e Sebastian Pera

professionisti, molti di loro provenienti dall'Italia. Accanto ai corsi, si organizzano ogni anno anche conferenze su vari temi delle Scienze della Terra, tra queste il ciclo che si chiama *SUPSI Ambiente*, appuntamento molto frequentato dedicato alla divulgazione di temi di largo respiro.

2. Settori di ricerca

Idrologia

L'idrologia è la disciplina che studia il percorso dell'acqua che va dall'atmosfera alla superficie terrestre (*precipitazioni*): poi, quando tocca la superficie, in parte segue la via dell'*infiltrazione* nei suoli e, di conseguenza

fluisce nel sottosuolo, in parte scorre senza infiltrarsi (*ruscellamento superficiale*). Il ciclo si completa con il ritorno all'atmosfera mediante l'*evaporazione* dai suoli o dalle superfici idriche e la traspirazione dalle piante e dagli animali (in una parola: l'*evapo-traspirazione*).

La conoscenza del ciclo idrologico consente di gestire con maggiore efficacia le risorse idriche, di prevedere le piene disastrose, di limitare l'erosione dei suoli ed i fenomeni franosi, ma anche di ottimizzare l'utilizzo della risorsa acqua nella produzione di energia elettrica.

Tra le attività che si svolgono all'IST in questo settore va citato un modello idrologico che, in periodi di emergenza meteorologica, fornisce un servizio di previsione del livello del Lago

Maggiore e dei suoi principali affluenti a scopo di Protezione Civile (si veda la descrizione).

Tra i servizi di consulenza si evidenziano quelli nell'ambito della verifica delle portate di dimensionamento dei corsi d'acqua in occasione di progetti di sistemazione e quelli per la determinazione e il controllo dei deflussi minimi residuali, al fine di garantire l'applicazione della Legge Federale sulla Protezione delle Acque. Un altro tema, con una valenza sulla salvaguardia degli ecosistemi, è quello dei cosiddetti "deflussi minimi", vale a dire la quantità minima di acqua che deve essere garantita lungo i corsi d'acqua a valle degli impianti idroelettrici. In questo campo l'IST fornisce una consulenza agli uffici dell'amministrazione cantonale coinvolti sotto diversi punti di vista, nella gestione di questo importante aspetto.

L'Istituto redige, sin dal 1978, l'annuario idrologico del Canton Ticino e gestisce la rete pluviometrica ed idrometrica cantonale, avendo così la possibilità di acquisire costantemente dati sulla condizione idrologica del territorio cantonale.

Geologia e Geotecnica

In questo settore ci si occupa soprattutto di pericoli naturali legati alle dinamiche dei versanti, in particolare frane e trasporto di materiale solido da parte dei corsi d'acqua, i cosiddetti flussi di detrito, ma anche di geomeccanica e di georisorse.



Nel campo dei pericoli naturali i dati di terreno e di monitoraggio dei movimenti di versante sono utilizzati per effettuare analisi numeriche e modelli fisico-matematici 2D e 3D che hanno lo scopo di definire il grado di pericolosità di fenomeni di dissesto quali grandi frane, crolli di roccia e flussi di detrito e, soprattutto, di cercare di prevederne e mitigarne gli effetti. Il progetto CatchRisk, descritto oltre, fornisce un esempio di quanto viene fatto in questo contesto: naturalmente i campi di applicazione e gli scenari studiati sono quelli tipici delle vallate alpine. Nel campo dell'utilizzo delle risorse naturali l'IST ha sviluppato competenze riguardo alla geotermia, una importante energia rinnovabile, quella fornita dal calore della Terra. Negli scorsi anni è stato ad esempio realizzata una carta che mostra, su tutta l'area del Cantone, il potenziale di sfruttamento di tale energia: un documento importante che fornisce informazioni a chi opera nel settore dell'impiantistica su quanto calore si può estrarre dal sottosuolo in ogni parte del Ticino. Lo scopo è stato anche quello di incrementare l'utilizzo di questa energia pulita: dal 2003 le richieste di concessioni hanno registrato un incremento esponenziale. Altre attività riguardano la produzione di cartografia tematica nell'ambito di progetti di ricerca su mandati cantonali o federali e la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo. L'IST gestisce anche una considerevole banca con dati dei sondaggi effettuati sul territorio cantonale: essa è alimentata a partire dal 1980.

Idrogeologia

Anche l'idrogeologia si occupa, come l'idrologia, della risorsa acqua, ma qui l'interesse è focalizzato sulle acque che scorrono nel sottosuolo, quelle stesse acque che si prelevano da pozzi e sorgenti e che sgorgano poi dai rubinetti delle nostre case. Un bene prezioso di cui il Ticino è ricco, ma che, ciononostante, crea un conflitto fra le esigenze di tutela della salute e quelle di impie-

go del territorio.

La Svizzera, come ogni altro Paese avanzato, dispone di strumenti legislativi che sono presenti a livello federale e cantonale e che garantiscono la protezione delle acque sotterranee e pongono dei limiti all'utilizzo del territorio in funzione della distanza dalle sorgenti e dai pozzi. Anche l'IST è attivo su questi temi partecipando, tra l'altro, a programmi federali e cantonali di monitoraggio della qualità delle acque sotterranee e realizzando campagne di misurazione di livelli di falda e portata delle sorgenti. Con l'aiuto dei Sistemi Informativi Geografici, che sono presentati più sotto, gestisce i dati raccolti sulle acque e mette poi le informazioni a disposizione di utenti pubblici e privati mediante servizi Internet, oppure in modo più tradizionale, producendo cartografia tematica.

L'IST realizza anche ricerca applicata orientata al miglioramento della gestione delle risorse idriche, integrando modellistica, prove di tracciamento e metodi geofisici.

Geomatichia e Geodesia

La Geomatichia è la disciplina che si occupa principalmente dei Sistemi Informativi Geografici (SIG, più comunemente detti GIS, Geographic Information Systems), una tecnologia che permette di collocare geograficamente ed anali-

zare oggetti ed eventi. Il GIS collega le informazioni alla loro posizione geografica, ad esempio le persone con i loro indirizzi, i fabbricati alle loro particelle. È uno strumento per organizzare dati che integra la possibilità di effettuare ricerche o analisi statistiche e permette di associare tra loro analisi geografiche, tabelle, documenti e mappe.

Per tutti i problemi che hanno anche una componente geografica, il GIS dà la possibilità di creare mappe, integrare informazioni e visualizzare scenari: ad esempio trovare la posizione più opportuna per una nuova attività commerciale, individuare il suolo migliore per una coltivazione specifica, trovare il percorso ottimale per un veicolo di emergenza.

Tali capacità fanno dei GIS uno strumento di grande valore rivolto ad un'ampia gamma di utenti pubblici e privati che hanno la necessità di visualizzare e analizzare informazioni, per spiegare eventi, prevedere esiti e risultati, pianificare strategie.

Anche chi opera su temi legati all'ambiente ed al territorio ha spesso la necessità di accedere ad informazioni che hanno una base geografica. Queste devono essere messe a disposizione in modo chiaro e facilmente accessibile. All'IST il settore della geomatichia si occupa di archiviare, organizzare, aggiornare ed elaborare diverse tipologie di dati lega-



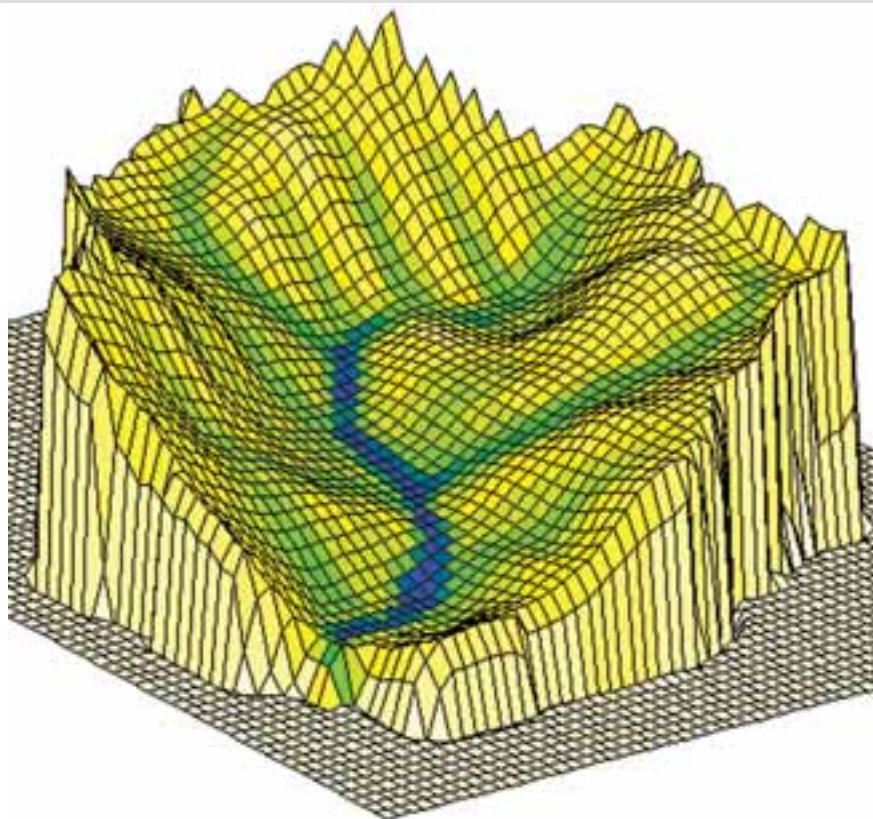
ti al territorio, al fine di poterli trasformare in informazioni, molto spesso visualizzabili in forma geografica all'interno di GIS.

Un punto di forza del settore è la fornitura di servizi accessibili via Internet: tra questi ci sono ad esempio il servizio di consultazione delle zone di pericolo e delle zone di protezione delle acque sotterranee per l'Amministrazione cantonale ticinese, oltre a quello per il coordinamento degli interventi in caso di esondazione del Lago Maggiore per la Protezione Civile. Nel campo della geodesia l'IST esegue su mandato cantonale misure topografiche per il monitoraggio di grandi frane.

3. Due progetti

3.1 CatchRisk: ridurre i danni dei pericoli naturali

Il progetto CatchRisk, finanziato dal programma Interreg IIIB, studia i danni provocati dalle precipitazioni nello spazio alpino. Realizzato dall'Istituto Scienze della Terra della SUPSI in collaborazione con altri istituti di ricerca dell'arco alpino, il progetto uti-



Modello che integra i dati geologici, morfologici e idrologici di una regione

lizza simulazioni matematiche e studi storiografici per comprendere le cause che stanno alla base di frane, smottamenti e allagamenti. Il progetto intende creare un osservatorio capace di predire il rischio di una catastrofe naturale e di allarmare in anticipo le regioni a rischio.

Negli ultimi anni si sono verificate numerose frane nella regione alpina. Le cause sono riconducibili alle eccezionali precipitazioni che si sono concentrate su corti periodi. Le piene secolari, considerate in precedenza come eventi straordinari, si stanno ora ripetendo con maggior frequenza, causando numerosi fenomeni di dissesto idrogeologico con danni a persone, abitazioni e vie di comunicazione. È così emersa l'esigenza di acquisire nuove conoscenze per la valutazione dei rischi legati alle catastrofi naturali. Di questo si occupa il progetto CatchRisk sviluppato dall'Istituto Scienze della Terra in collaborazione con un consorzio di istituti dell'arco alpino (Italia, Germania, Austria, Svizzera). I ricercatori analizzano le

conseguenze causate da intense precipitazioni cercando di identificare sul territorio i processi che portano alla formazione di frane e allagamenti. Alcuni fenomeni, come l'innalzamento del livello di un lago possono infatti essere previsti sulla base dei dati meteorologici, altri fenomeni come le frane, rispondono invece a delle leggi probabilistiche e sono quindi di difficile previsione. L'idea dei ricercatori è stata di integrare in un modello matematico i fattori che possono scatenare una frana o uno smottamento. Concretamente si tratta di monitorare in tempo reale la quantità delle precipitazioni (con i dati di Meteosvizzera), di osservarne l'evoluzione (con il radar del Monte Lema) e di integrare queste informazioni con la quantità delle precipitazioni già cadute nei giorni precedenti, la morfologia e la geologia del terreno. La probabilità che a determinate condizioni si inneschi una frana è infine calcolata sulla base dell'analisi degli eventi accaduti nel passato. Il progetto permette quindi di elaborare scenari di rischio e di

I partner del progetto

Il progetto CatchRisk è cofinanziato dal programma comunitario di collaborazione transnazionale Interreg IIIB e prevede un budget complessivo di 2,5 Meuro per il periodo 2002-2005. Sono coinvolti 11 partner dislocati sull'arco alpino:

- Italia: Regione Lombardia (coordinatore); Regione Friuli-Venezia Giulia; Regione Veneto; Regione Piemonte; Provincia di Trento; Provincia della Spezia;
- Germania: Geologisches Landesamt, Bayern.
- Austria: Joanneum Research, Steiermark; Wildbach- und Lawinenverbauung, Sektion Tirol.
- Svizzera: Istituto Scienze della Terra della SUPSI; Canton Grigioni.

definire dei criteri per la valutazione della frequenza degli eventi alluvionali e di identificare dei "livelli soglia" di innesco delle frane superficiali. In questo modo CatchRisk offre dati utili ai pianificatori del territorio, agli specialisti del pericolo, a ingegneri e architetti, privati ed imprenditori. In futuro i risultati di questo progetto potranno anche servire alla protezione civile per allestire un efficace sistema di allarme. Grazie alla messa in comune delle competenze degli istituti coinvolti, sarà possibile sviluppare un osservatorio con metodologie comuni. Un approccio indispensabile per riuscire a prevenire i danni di fenomeni ritenuti fino ad oggi imprevedibili.

Catastrofi naturali: prevedere l'imprevedibile

I ricercatori dell'Istituto Scienze della Terra hanno affrontato la tematica da due punti di vista: quello storiografico e quello della modellizzazione numerica. L'analisi storica di eventi accaduti in passato permette di identificare quale concomitanza di fattori è stata all'origine di frane e scoscendimenti e di stabilire alcune regole che governano le cata-

Tre ambienti sotto la lente

Le precipitazioni intense possono causare vari tipi di dissesti:

1. Frane, fenomeni d'erosione, smottamenti, scivolamenti superficiali.
2. Flussi di detrito: l'acqua scorrendo in ruscelli e torrenti porta con sé del materiale (terra, rocce, legna). L'accumulo di questo materiale portato a valle crea fenomeni alluvionali. È un fenomeno tipico dei coni di deiezione, zone che sono spesso abitate.
3. Allagamenti dovuti all'ingrossamento del fiume principale lungo il fondovalle.

strofi naturali. La parte storiografica del progetto, affidata al Dr. Giorgio Salvadè ricercatore dell'IST e professore al Dipartimento Tecnologie Innovative della SUPSI, utilizza un catalogo degli eventi del passato mettendoli in relazione con la quantità delle precipitazioni che li hanno innescati. Lo studio statistico dei dati raccolti, unito alle analisi climatiche, ha

permesso di ottenere un modello applicabile all'insieme del territorio. Una seconda parte del progetto, seguita dal Dr. Manfred Thüring e dall'Ing. Andrea Salvetti, oggi al Dipartimento del Territorio, ha sviluppato simulazioni matematiche legate alle teorie del caso per creare un modello in grado di riprodurre gli eventi in funzione delle diverse condizioni meteorologiche e delle diverse tipologie di terreno. Utilizzando i dati raccolti negli ultimi anni nella regione del Sopraceneri (Ticino) i ricercatori hanno creato modelli geologici, morfologici e idrologici specifici per le regioni a rischio. L'unione dei due approcci ha così permesso di integrare tutti i dati, da quelli storici fino a quelli geologici, in un modello in grado di definire i quantitativi critici di pioggia che possono innescare certi fenomeni di dissesto e di prevedere le aree che toccheranno, una volta messi in moto. Il modello ha già potuto confermare la sua validità nell'agosto del 2003, quando in alcune regioni del Ticino caddero in due ore 100 litri di acqua per metro quadrato. I dati raccolti in precedenza associati a quelli di Meteosvizzera permisero di identificare in anticipo le regioni a rischio. Il

foto Ti-press / S. Golay



progetto prevede di valutare interventi di protezione per le regioni abitate e per l'ambiente e di suggerire, sulla base dei dati raccolti, una pianificazione preventiva degli insediamenti. Infine, CatchRisk svilupperà un sistema di allarme che integrando i dati forniti dai meteorologi potrà avvertire dell'incombenza di un disastro.

3.2 Le previsioni di piena del Verbano

I danni provocati da un evento alluvionale si possono ridurre anche grazie a valide previsioni della portata di un fiume o del livello della superficie di un lago. L'Istituto Scienze della Terra assicura, su mandato dell'Amministrazione cantonale, un servizio di sorveglianza meteo-idrologica per il bacino del Verbano e gestisce il processo che porta alla valutazione del rischio di inondazione.

L'idea di mettere a punto un sistema di previsione di piena valido per il Lago Maggiore e per i corsi d'acqua principali del Cantone Ticino risale al 1997, quando viene formato un gruppo di lavoro, comprendente MeteoSvizzera, l'Istituto Scienze della Terra, la Protezione Civile cantonale ed il Diparti-



mento del Territorio e gli enti facenti capo al cosiddetto Nucleo Operativo di Catastrofe. Da allora il sistema è stato progettato e progressivamente sviluppato.

La procedura che porta alla previsione di piena viene innescata nel momento in cui MeteoSvizzera emette un avviso di evento meteorologico potenzialmente pericoloso: a questo punto inizia automaticamente un processo grazie al quale, ad intervalli regolari, in genere di quattro ore, viene emesso

un bollettino di previsione che raggiunge una lista di Enti interessati: il bollettino di previsione viaggia per fax, posta elettronica oppure SMS.

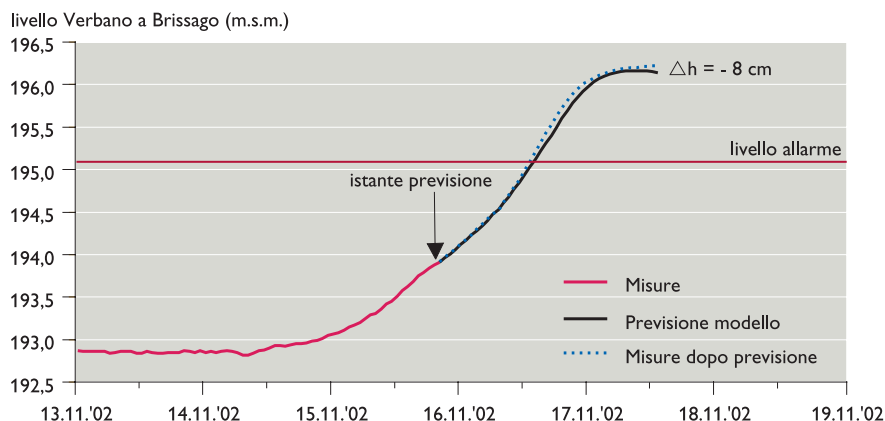
La previsione in tempo reale è realizzata grazie ad un modello numerico messo a punto dal Dr. Giorgio Salvadè dal Dr. Andrea Graf, anch'egli come Salvadè ricercatore all'IST e professore al Dipartimento Tecnologie Innovative della SUPSI. Il modello utilizza tre tipi di informazioni di base: le misure della pioggia effettivamente caduta tra l'inizio dell'evento ed il momento della previsione, le portate dei fiumi principali, le previsioni meteorologiche della pioggia futura. Con questi dati è in grado di prevedere la portata dei fiumi e quindi l'altezza del lago Verbano con un anticipo di circa 72 ore.

I dati sulle piogge oppure sulle portate dei corsi d'acqua arrivano all'IST in tempo reale da vari strumenti situati sia in Ticino (in parte dell'IST, in parte di Meteo Svizzera), sia in Piemonte nel bacino del Toce (forniti da ARPA Piemonte), sia in Lombardia (Consorzio dei Grandi Laghi).

Lo scopo del modello è quello di dare una risposta, basata su ipotesi ben definite, alla Protezione civile ed alle Autorità che, in caso di preallarme alluvionale, desiderano essere informate sull'evoluzione futura delle portate dei fiumi e sull'eventuale esondazione del lago.



A Previsione del livello del Verbano fatta il 15.11.2002 alle ore 21:00



Trimestrale
dell'Ufficio di statistica
del Cantone Ticino

Capo redattore

Elio Venturelli

In redazione

Pier Zanetti
Dania Poretti

Impaginazione

Wilma Coltamai
Sharon Fogliani

Segreteria

Ufficio di statistica
Stabile Torretta
6500 Bellinzona
tel. 091 814 64 11
fax. 091 814 64 19
e-mail: ustat@ti.ch

Progetto grafico

Marcello Coray, Studio Grafico

Stampa

Salvioni Arti grafiche SA

Fotografie

Tipress SA

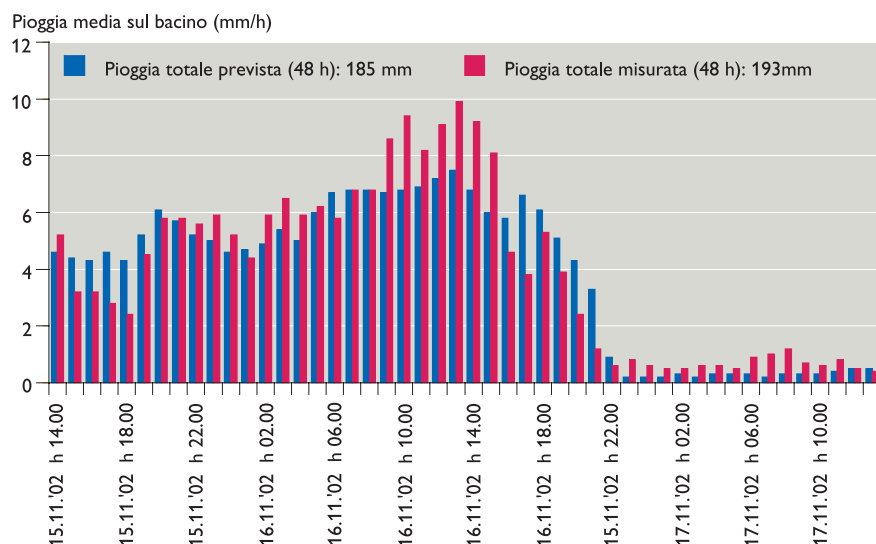
Pubblicità

Edimen Sagl
Via Monte Boglia 1 - CP 4622
6904 Lugano
Tel. 091/970 24 36
Fax 091/970 24 39
e-mail: edimen@edimen.ch

Esce 4 volte all'anno
Abbonamento annuale fr. 60.-
fascicolo singolo fr. 18.-

ISSN 1424 - 9790

B Confronto tra pioggia prevista e pioggia misurata (prima fase dell'evento del novembre 2002 - previsione 5.11.02-ore 21:00)



Modello e realtà a confronto: la previsione durante l'alluvione del novembre 2002

L'alluvione del novembre 2002 è stato l'ultimo di una certa rilevanza a toccare il Ticino: in quella occasione si è verificato, tra l'altro, un evento storico, l'esonazione del lago di Lugano che non capitava più dal catastrofico 1951. Il grafico A mostra come esempio il confronto tra previsione, fatta il 15 novembre 2002 alle ore 21:00, e realtà. In rosso l'andamento misurato della quota del lago Verbano fino al momento della previsione: il modello utilizza questi dati per tarare se stesso. In nero è indicato l'andamento previ-

sto, calcolato dal modello, e in blu è rappresentata la quota del lago misurata a posteriori, come confronto tra previsione e realtà. La freccia indica l'istante della previsione. Come si può vedere, il modello segue piuttosto bene l'evoluzione reale della quota della superficie del lago: a 40 ore di distanza dal momento della previsione la differenza di livello tra previsione e misure è di soli -8 cm. Il grafico B mette a confronto la pioggia totale prevista con quella effettivamente caduta e la differenza è del 4%. Questo potrebbe in parte spiegare perché il lago si è alzato leggermente più di quanto previsto. ■