

STATISTICA E MODELLISTICA PER VALUTARE IL RISCHIO FRANE

VALUTARE IL RISCHIO DA FRANA È OPERAZIONE COMPLESSA. LA VALUTAZIONE DELLA SUSCETTIBILITÀ DI FRANE DI SCORRIMENTO SI PUÒ AVVALERE DI METODI STATISTICI BASATI SU VARIABILI GEO-AMBIENTALI O SU MODELLI NUMERICI CHE ACCOPPIANO MODELLI DI STABILITÀ A MODELLI DI INFILTRAZIONE E A MODELLI IDROLOGICI O IDROGEOLOGICI SEMPLIFICATI.

Per i fenomeni naturali calamitosi esiste una definizione generale di pericolosità. La *pericolosità* è la probabilità che il fenomeno si verifichi con una certa magnitudo, in un dato periodo di tempo e in una data area. La definizione della pericolosità è propedeutica alla *valutazione del rischio* secondo la nota formula $R=P \times V$, dove il *rischio* R è il prodotto della *pericolosità* P e della *vulnerabilità* V . La *vulnerabilità* misura il grado di perdita a causa di un evento e dipende dal numero, dalle caratteristiche fisiche e dal *valore economico* E , degli elementi a rischio. Per questo, "l'equazione del rischio" si trova spesso indicata come $R=P \times V \times E$. È importante chiarire che le variabili che compaiono nell'equazione del rischio sono delle *probabilità*. La pericolosità da frana è quindi una probabilità. Ma quale? O meglio, la probabilità di cosa? La pericolosità da frana è la probabilità che una frana di una certa magnitudo si verifichi in una data area e in un dato periodo di tempo. Per valutare la pericolosità da frana è quindi necessario conoscere:

- la probabilità dell'occorrenza geografica delle frane (la *suscettibilità*)
- la probabilità dell'occorrenza temporale della frana, che dipende dalla frequenza delle frane nel tempo, ossia da quante frane sono attese in media nel tempo e - dalla magnitudo delle frane attese.

È necessario che le tre probabilità siano fra loro indipendenti, o possano considerarsi tali. Se le probabilità non fossero indipendenti, la definizione della pericolosità sarebbe più complessa. Il problema della definizione della pericolosità da frana si riduce quindi a definire le tre probabilità citate. Un problema apparentemente semplice, ma che si rivela operativamente molto complesso. La prima difficoltà nasce dal

fatto che le frane sono fenomeni molto variegati. Con il termine "frana" si indicano fenomeni molto diversi fra loro. L'area di una frana (terrestre) varia da pochi metri quadri a diverse centinaia di km^2 , il volume da alcuni decimetri cubi a diversi km^3 , e la velocità da pochi millimetri l'anno a centinaia di chilometri l'ora.

La suscettibilità delle frane indotte da fenomeni meteo

Fra le cause naturali delle frane vi sono le piogge intense e prolungate, la rapida fusione della neve, i terremoti e l'attività vulcanica. Le cause antropiche annoverano scavi, costruzioni, perdite da acquedotti e reti fognarie, cambiamenti topografici e dell'uso del suolo, pratiche agricole e forestali. Un singolo evento piovoso o sismico può generare poche frane o diverse migliaia di frane in aree di centinaia o migliaia di chilometri quadrati. Vista la grande variabilità delle frane è difficile pensare a un solo metodo per la definizione della pericolosità.

Limitiamo allora il campo delle nostre ambizioni previsionali, e decidiamo di voler prevedere popolazioni di frane di scorrimento e complesse indotte da fenomeni meteorologici (le piogge intense o la fusione della neve). Si tratta comunque di frane molto comuni in Italia. Questo semplifica la previsione, perché esclude la previsione delle colate di detrito a elevata mobilità, i crolli e le cadute di massi, le frane indotte dai terremoti e quelle indotte dall'azione dell'uomo.

Per la valutazione della *suscettibilità* (la componente geografica della pericolosità) di frane di scorrimento esistono due approcci. Il primo consiste nell'utilizzo di metodi statistici di classificazione che si basano sull'identificazione di relazioni statistiche fra la presenza o l'assenza di frane e alcune variabili geo-ambientali che caratterizzano il territorio, fra le quali l'assetto morfologico, le caratteristiche



FOTO: ARCH. CNR-IRPI

1

litologiche, geologiche e idrogeologiche, e il tipo di uso e di copertura del suolo (figura 1).

Il secondo approccio si basa sull'utilizzo di modelli "concettuali" (anche detti "fisicamente basati"), modelli numerici che accoppiano modelli di stabilità a modelli di infiltrazione e a modelli idrologici o idrogeologici semplificati. Senza entrare nei dettagli delle caratteristiche dei diversi modelli, e non considerando alcuni dei più recenti sviluppi che puntano a unire la modellistica statistica a quella concettuale fisicamente basata, si può affermare che i modelli statistici di classificazione sono più adatti alla definizione della suscettibilità da frana per aree vaste, mentre i modelli fisicamente basati sono più utilizzati per valutazioni di aree poco estese, da qualche chilometro ad alcune decine di chilometri quadrati.

1 Frana di scivolamento prodotta dalla rapida fusione della neve.

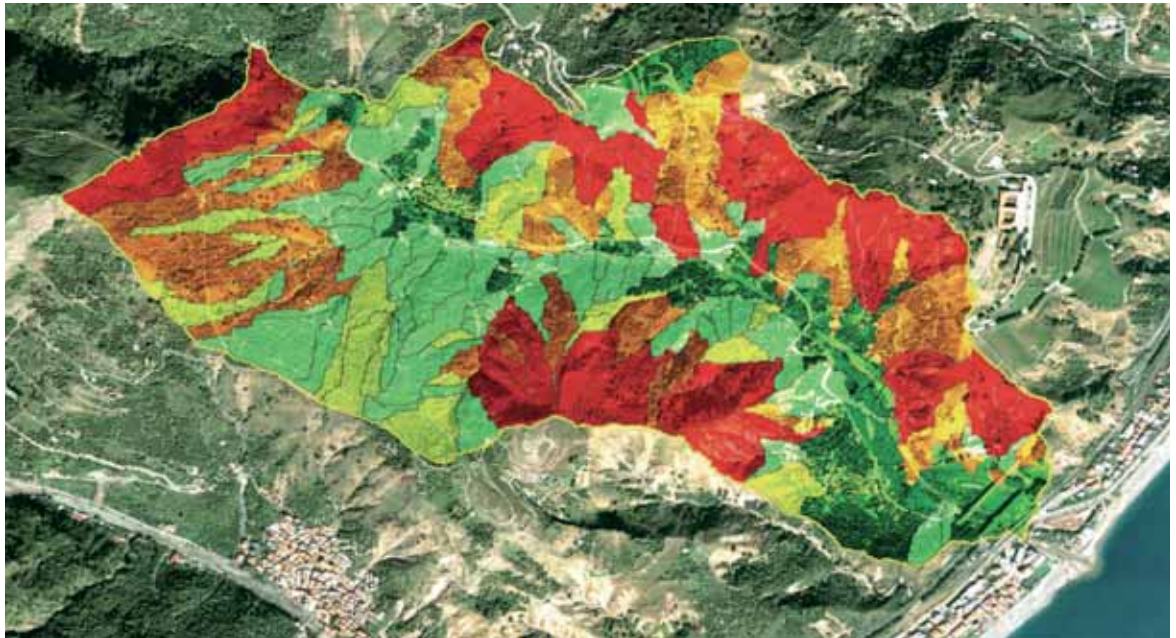


FIG. 1
PERICOLO FRANE

Esempio di carta di suscettibilità da frana. Le aree in rosso sono considerate suscettibili e quelle in verde non suscettibili a franare.

Per valutare la pericolosità è necessario definire in termini probabilistici la magnitudo delle frane attese. Purtroppo, per le frane non esiste una definizione unica di magnitudo. Se consideriamo la magnitudo un sinonimo della *distruttività*, possiamo pensare di definire la magnitudo sulla base di misure fisiche quali l'area, il volume, la velocità o l'energia dissipata da una frana. Purtroppo, anche queste misure non sono semplici da ottenere, e per la valutazione della magnitudo ci dobbiamo accontentare dell'area della frana, accettando che una frana di grande estensione sia più distruttiva, e quindi di magnitudo superiore a una frana di più piccola estensione.

Semplici osservazioni empiriche mostrano come l'area delle frane non sia né costante né casuale. Al contrario, le popolazioni di frane si "auto-organizzano" seguendo leggi statistiche semplici. Le frane di scorrimento, ad esempio, aumentano di numero con l'aumentare dell'area fino a un valore massimo che dipende dalle caratteristiche meccaniche dei terreni coinvolti, per poi diminuire in numero seguendo leggi di potenza. In altre parole, un evento di pioggia innesca tipicamente poche frane piccolissime, un gran numero di frane piccole, poche frane di dimensioni medie, pochissime frane di dimensioni grandi e solo raramente frane molto grandi. Questa osservazione permette di determinare, in termini di probabilità, la dimensione attesa delle frane in un territorio, e di utilizzare l'informazione per la valutazione della pericolosità.



La terza informazione necessaria per la definizione della pericolosità è la *probabilità di occorrenza temporale delle frane*. Delle tre probabilità è quella meno nota e più difficile da valutare. Nella letteratura sono pochi i tentativi di determinare, quantitativamente, la frequenza (o probabilità temporale) delle frane. Ciò per due motivi. Il primo è che esistono poche serie storiche di frane che coprono periodi e aree geografiche significative. Non è quindi possibile stabilire dei "tempi di ritorno" per l'attivazione di singole frane, o di popolazioni di frane. Il secondo è che non esistono modelli probabilistici adeguati alla previsione delle frane. I modelli esistenti assumono condizioni tipicamente violate delle frane, quali l'indipendenza e la casualità degli eventi (le frane tendono a raggrupparsi nel tempo) e la stazionarietà della serie (la

frequenza degli eventi di frana varia al variare delle condizioni climatiche e meteorologiche, e di copertura e uso del suolo). Le stime delle probabilità ottenute dai modelli sono quindi da considerarsi approssimazioni, di cui purtroppo non conosciamo il livello di incertezza. Il nostro gruppo ha prodotto *software* specifici per la definizione della suscettibilità da frana utilizzando approcci statistici e per la definizione delle statistiche delle dimensioni delle frane. I *software* sono a disposizione dei tecnici e dei ricercatori che si occupano di zonazione della suscettibilità e della stima della pericolosità da frana.

Fausto Guzzetti

Istituto di ricerca per la protezione idrogeologica, Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Irpi)

ecoscienza

SOSTENIBILITÀ E CONTROLLO AMBIENTALE

Rivista di Arpa
Agenzia regionale
prevenzione e ambiente
dell'Emilia-Romagna
N° 3 Giugno 2015, Anno VI

FRAGILITÀ DEL SUOLO E GESTIONE DEGLI EVENTI ESTREMI, DALLA CULTURA DELL'EMERGENZA A QUELLA DELLA PREVENZIONE

METEOCLIMATOLOGIA,
SCIENZE IDRAULICHE
E GEOLOGICHE, NUOVE
TECNOLOGIE, URBANISTICA,
COMUNICAZIONE,
FORMAZIONE DELLE
PROFESSIONI

FORUM
LE OPINIONI DI GOVERNO,
REGIONI, COMUNI,
PROTEZIONE CIVILE,
AUTORITÀ DI BACINO,
CONSORZI DI BONIFICA
E CNR





Rivista di Arpa
 Agenzia regionale
 prevenzione e ambiente
 dell'Emilia-Romagna

Numero 3 • Anno VI
 Giugno 2015



Abbonamento annuale:
 6 fascicoli bimestrali
 Euro 40,00
 con versamento
 sul c/c postale n.751404

Intestato a:
 Arpa
 Servizio
 meteorologico regionale
 Viale Silvani, 6 - 40122
 Bologna

Segreteria:
 Ecoscienza, redazione
 Via Po, 5 40139 - Bologna
 Tel 051 6223887
 Fax 051 6223801
 ecoscienza@arpa.emr.it

DIRETTORE
 Franco Zinoni

DIRETTORE RESPONSABILE
 Giancarlo Naldi

COMITATO DI DIREZIONE
 Giuseppe Biasini
 Mauro Bompani
 Carlo Cacciamani
 Fabrizia Capuano
 Simona Coppi

Adelaide Corvaglia
 Eriberito De' Munari
 Carla Rita Ferrari
 Stefano Forti
 Lia Manaresi

Massimiliana Razzaboni
 Licia Rubbi
 Piero Santovito
 Mauro Stambazzi
 Pier Luigi Trentini
 Luigi Vicari
 Franco Zinoni

COMITATO EDITORIALE
 Coordinatore:
 Franco Zinoni

Raffaella Angelini
 Vincenzo Balzani
 Vito Belladonna
 Francesco Bertolini
 Gianfranco Bologna
 Mauro Bompani
 Giuseppe Bortone
 Mario Cirillo
 Roberto Coizet
 Matteo Mascia
 Giancarlo Naldi
 Marisa Parmigiani
 Giorgio Pineschi
 Karl Ludwig Schibel
 Andrea Segre
 Mariachiara Tallacchini
 Marco Talluri
 Paolo Tamburini
 Stefano Tibaldi
 Alessandra Vaccari

Redattori:
 Daniela Raffaelli
 Stefano Folli

Segretaria di redazione:
 Claudia Pizzirani

Progetto grafico:
 Miguel Sal & C.

Impaginazione e grafica:
 Mauro Cremonini (Odova srl)

Copertine:
 Cristina Lovadina

Stampa:
 Gasma Tipolito srl, Bologna

Registrazione Trib. di Bologna
 n. 7988 del 27-08-2009

Stampa su carta:
 Cocoon Offset



Tutti gli articoli, se non altrimenti specificato,
 sono rilasciati con licenza Creative Commons
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Chiuso in redazione: 26 giugno 2015



RICICLATO
 Carta prodotta da
 materiale riciclato
 FSC® C001596

SOMMARIO

- 3 **Copertina**
L'Italia fragile
 a cura di Giancarlo Naldi
- 4 **Editoriali**
Lotta al dissesto, una sfida culturale
 Gian Luca Galletti
- 5 **Verso nuove politiche per la prevenzione**
 Paola Gazzolo
- 40 **Scenari climatici sull'Italia per valori estremi**
 Guido Rianna, Alessandra Lucia Zollo, Paola Mercogliano
- 42 **Eventi estremi, strumenti per la previsione**
 Col. Leonardo Musmanno
- 46 **Dovremo convivere con gli eventi estremi**
 Valentina Pavan, Rodica Tomozeiu, Gabriele Antolini, Carlo Cacciamani
- 48 **La previsione degli eventi estremi, una sfida in corso**
 Tiziana Paccagnella, Davide Cesari, Chiara Marsigli, Andrea Montani, Paolo Patruno, Maria Stefania Tesini
- 52 **La difficoltà delle previsioni di eventi estremi in Liguria**
 Andrea Buzzi, Silvio Davolio
- 54 **Non possiamo più fare a meno di previsioni in probabilità**
 Stefano Tibaldi
- 56 **Dissesto idrogeologico, non è solo questione di clima**
 Renata Pelosini
- 58 **La rete nazionale e l'integrazione delle fonti**
 Paola Pagliara, Angela Chiara Corina
- 59 **I radar meteo a supporto della protezione civile**
 Virginia Poli, Anna Fornasiero, Miria Celano, Roberta Amorati, Pier Paolo Alberoni
- 60 **Investire sui radar per le previsioni a breve termine**
 Roberto Cremonini, Renzo Bechini, Valentina Campana, Secondo Barbero, Davide Tiranti
- 62 **La rete Rirer per il monitoraggio in tempo reale**
 Sandro Nanni
- 64 **La rete radar nazionale e l'allertamento meteo**
 Gianfranco Vulpiani
- 66 **L'utilizzo dei satelliti per il monitoraggio meteo**
 Vincenzo Levizzani
- 67 **I satelliti, strumento prezioso per l'osservazione**
 Miria Celano
- 68 **Le piene del Po tra passato e futuro**
 Paolo Leoni, Alberto Montanari, Enrica Zenoni, Silvano Pecora
- 70 **Po, come cambiano le piene con il clima che cambia**
 Renata Vezzoli, Paola Mercogliano, Silvano Pecora, Carlo Cacciamani
- 72 **In Valle d'Aosta il parametro chiave è la quota neve**
 Sara Ratto

Vulnerabilità idro-geologica

- 8 **L'Italia, un paese a elevato rischio idrogeologico**
 Alessandro Trigila, Carla Iadanza
- 12 **Frane e alluvioni, una lunga storia italiana**
 Fausto Guzzetti
- 14 **La pericolosità di alluvioni nel bacino del Po e del Reno**
 Lorenza Zamboni, Andrea Colombo, Piero Tabellini
- 16 **Statistica e modellistica per valutare il rischio frane**
 Fausto Guzzetti
- 18 **Previsione operativa delle frane: il sistema Sanf**
 Fausto Guzzetti
- 19 **Mareggiate, pericolosità in Emilia-Romagna**
 Luisa Perini, Lorenzo Calabrese, Samantha Lorito, Paolo Luciani, Giovanni Salerno
- 22 **Le frane in Emilia-Romagna, una criticità monitorata**
 Marco Pizzio, Giovanna Daniele
- 24 **Frane, il Gis a supporto della conoscenza**
 Mattia Gussoni, Laura Turconi
- 26 **Alluvioni in Emilia-Romagna: le principali criticità**
 Monica Guida, Patrizia Ercoli
- 28 **Un progetto di legge per azzerare il consumo di suolo**
 Intervista a Chiara Braga a cura di Giancarlo Naldi
- 31 **Riorganizzare i concetti per nuovi livelli d'integrazione**
 Felicia Bottino, Francesco Indovina
- 32 **Dalla commissione De Marchi a oggi, tra luci e ombre**
 Bernardo De Bernardinis, Nicola Casagli
- 36 **Il clima globale, variabilità e cambiamenti**
 Vincenzo Artale
- 38 **Integrare i processi di Dm e di adattamento**
 Sergio Castellari

- | | | |
|---|---|---|
| <p>73 Un approccio sinergico e multidisciplinare
Secondo Barbero</p> <p>74 In Calabria un sistema basato sui dati pluviometrici
Raffaele Niccoli, Salvatore Arcuri</p> <p>75 Forum
Governo, regioni, province e altri enti. Un mosaico di competenze per la difesa del territorio
Erasmus D'Angelis, Alberto Valmaggia, Bruno Valentini, Franco Gabrielli, Fabrizio Curcio, Francesco Puma, Massimo Gargano, Fausto Guzzetti</p> <p>84 I Piani di gestione del rischio alluvioni
Giorgio Pineschi, Tiziana Guida</p> <p>86 L'attuazione dei Piani di gestione del rischio alluvioni
Vera Corbelli</p> <p>88 Gestione del rischio, piani e mappe dell'Emilia-Romagna
Monica Guida, Patrizia Ercoli</p> <p>91 Gestione partecipata con i contratti di fiume
Giorgio Pineschi, Giancarlo Gusmaroli</p> <p>93 Contratti di fiume, il valore di eterogeneità e unicità
Rosanna Bissoli, Camilla Iuzzolino, Franca Ricciardelli, Vittoria Montaletti</p> <p>94 Riqualficazione fluviale per ridurre il rischio
Marco Monaci, Andrea Goltara, Bruno Boz, Giancarlo Gusmaroli</p> | <p>96 Gli agricoltori sono i veri custodi del territorio
Giampaolo Sarno</p> <p>98 Impatti economici del dissesto e della messa in sicurezza
Jaroslav Mysiak</p> <p>100 #italiasicura per agire sul dissesto idrogeologico
Erasmus D'Angelis</p> <p>101 Urbanistica, una scienza mai applicata?
Felicia Bottino</p> <p>102 Rigenerare le città, nuovi strumenti e nuove politiche
Felicia Bottino</p> <p>104 L'urbanistica di fronte alla fragilità del territorio
Francesco Indovina</p> <p>106 La sicurezza strategica del territorio
Alberto Magnaghi, Maria Rita Gisotti</p> <p>108 La gestione delle emergenze in Emilia-Romagna
Maurizio Mainetti</p> <p>109 Arpa, dall'emergenza ai possibili danni ambientali
Lella Checchi, Emanuela Vandelli, Fabrizia Capuano, Stefano Forti</p> <p>110 La catena di comunicazione del rischio
Marco Altamura, Luca Ferraris</p> | <p>112 Forum
La questione della comunicazione del rischio
Titti Postiglione, Francesca Maffini, Paola Salvati, Alessandra De Savino, Francesca Carvelli, Luca Calzolari</p> <p>116 Seinonda, pianificazione e partecipazione
Patrizia Ercoli, Sabrina Franceschini</p> <p>118 Comunicare la scienza a tecnici e istituzioni
Pierluigi Claps</p> <p>119 Digital e social per la comunicazione del rischio
Alessandra Vaccari, Mauro Pillitteri, Ugo Cerrone</p> |
|---|---|---|

Educazione ambientale

- 124 **“Siamo nati per camminare” per educare piccoli e grandi**
Daniela Malavolti e Giuliana Venturi

Rubriche

- 126 **Legislazione news**
127 **Libri**
128 **Eventi**
129 **Abstracts**

IN ARPA

Arpa ER premiata con il progetto Opera “Best Life”

La sera del 4 giugno scorso 2015, nel corso di una apposita serata nel corso della Green Week 2015, manifestazione organizzata dalla Commissione europea per sensibilizzare i cittadini e le istituzioni sulle tematiche dell'ambiente, Arpa Emilia-Romagna è stata insignita del Best Life Award 2015 per il progetto Opera (www.operatool.eu). Nel corso della serata sono stati premiati i 20 progetti migliori sulle varie tematiche ambientali conclusi nel 2014 e il progetto Opera, di cui Arpa Emilia-Romagna era il beneficiario coordinatore, e di cui il direttore della Sezione di Parma, Erierto de Munari, era il Project Manager, è risultato vincitore per le politiche e i piani di risanamento della qualità dell'aria. La cerimonia ha visto il direttore generale della Dg Ambiente, Karl Falkenberg, consegnare personalmente i premi ai vincitori.

L'obiettivo principale del progetto Opera è stato quello di sviluppare una metodologia e delle linee guida per aiutare le autorità nel predisporre politiche locali a supporto della pianificazione della qualità dell'aria usando lo strumento RIAT+. Opera consentirà una maggiore consapevolezza nella scelta delle azioni di risanamento della qualità dell'aria in funzione dei costi da sostenere, massimizzando il risultato. Al progetto coordinato da Arpa Emilia-Romagna hanno partecipato come partner, l'università di Brescia, l'università di Strasburgo, il centro della Ricerca Scientifica Francese e la ditta Terraria.



“Delitti contro l'ambiente” in ebook

Il servizio pubblicato su *Ecoscienza* 2/2015 dedicato al percorso e alle riflessioni per l'approvazione della legge sui cosiddetti “ecoreati” è disponibile anche come ebook. La legge 68/2015 è stata approvata definitivamente il 19 maggio 2015 dal Parlamento italiano. Il lavoro per approdare alla nuova legge è stato enorme, con la convergenza determinante e anche appassionata di politici, ambientalisti, magistrati, giuristi e forze dell'ordine e del controllo ambientale. Questa intensa attività ha condotto a una sostanziale unanimità politica, fatto per nulla scontato. Il giudizio che molti, soprattutto esperti, danno del provvedimento è positivo, anche se nessuno nasconde che possa essere migliorato.

Il servizio di Ecoscienza è stato pubblicato proprio nei giorni in cui era in corso il dibattito finale, pochi giorni prima dell'approvazione definitiva (poi avvenuta senza modifiche). L'ebook è scaricabile da www.arpa.emr.it/ebook.

