

Le Giornate dell'Idrologia 2018

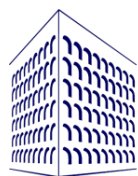
della Società Idrologica Italiana

*IL CONTRIBUTO DELL'IDROLOGIA
AL SISTEMA PAESE*

*LE RISPOSTE DELLA COMUNITA' SCIENTIFICA
AI FABBISOGNI DELLA SOCIETA'*



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



innovation for a safer world.



Sapienza Università di Roma, Roma (RM)

18 - 20 giugno 2018

LE GIORNATE DELL'IDROLOGIA 2018
Società Idrologica Italiana

Roma, 18 - 20 giugno 2018



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society

Le Giornate dell'Idrologia 2018

Roma, 18 - 20 giugno 2018



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



ORGANIZZAZIONE



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

COMITATO ORGANIZZATORE

- | | | |
|------------------------|----------------------|--------------------|
| - Francesco Napolitano | - Aldo Fiori | - Elena Ridolfi |
| - Martina Bussetini | - Salvatore Grimaldi | - Fabio Russo |
| - Carla Cappiello | - Federico Lombardo | - Flavia Tauro |
| - Giorgio Cesari | - Fernando Nardi | - Elena Volpi |
| - Francesco Cioffi | - Paola Pagliara | - Antonio Zarlenga |
| - Carlo Ferranti | - Andrea Petroselli | |

COMITATO TECNICO-SCIENTIFICO

- | | | |
|------------------------|----------------------|------------------------|
| - Giuseppe Aronica | - Pierluigi Furcolo | - Roberto Ranzi |
| - Alberto Bellin | - Roberto Greco | - Nunzio Romano |
| - Daniela Biondi | - Vito Iacobellis | - Fabio Rossi |
| - Gianluca Botter | - Salvatore Manfreda | - Giorgio Roth |
| - Antonino Cancelliere | - Alberto Montanari | - Maria Cristina Rulli |
| - Fabio Castelli | - Tommaso Moramarco | - Ezio Todini |
| | - Valerio Noto | - Pasquale Versace |

SEGRETERIA ORGANIZZATIVA

Claudia Bertini, Claudio Mineo, Andrea Neri

Tel.: 06/44585063

Email: giornateidrologia2018@uniroma1.it

SPONSOR



PATROCINIO





Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society

Le Giornate dell'Idrologia 2018

Roma, 18 - 20 giugno 2018



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma





Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society

Le Giornate dell'Idrologia 2018

Roma, 18 - 20 giugno 2018



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



SESSIONE 1

Monitoraggio e analisi delle forzanti idrologiche



Analisi dei trend degli indicatori climatici legati alla precipitazione nel territorio della regione Lazio

Claudia Bertini¹, Benedetta Moccia¹, Federica Astrologo¹, Fabio Russo¹, Francesco Napolitano¹

¹DICEA, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale, Sapienza Università di Roma, Italia

claudia.bertini@uniroma1.it

Sommario

Recentemente, sia in Italia [1,2,3] che in altre aree del mondo [4], numerose ricerche sono state condotte al fine di studiare le eventuali variazioni delle caratteristiche della precipitazione ed il loro legame con le alterazioni climatiche in corso.

L'ESPON CLIMATE project ha definito un set di indicatori climatici [5,6] rappresentativi dei principali impatti meteo-indotti su ambiente naturale, ambiente costruito, patrimonio culturale, sfera sociale ed economica, al fine di verificare l'effettiva intensità dei cambiamenti climatici ed il loro legame con i fenomeni connessi con il rischio idrogeologico (alluvioni, siccità, frane, etc.).

Lo scopo del presente lavoro è stato quello di indagare l'eventuale presenza di trend in una selezione di indicatori climatici, direttamente legati alla precipitazione, nel territorio della regione Lazio. In particolare, sono state analizzate le serie temporali di precipitazione giornaliera per 73 stazioni pluviometriche ricadenti nel territorio laziale, per gli anni dal 1916 al 2017.

Nella fase di pre-processing dei dati si è valutata la qualità nei confronti dei requisiti di completezza e continuità delle serie: sono stati inizialmente esclusi gli anni di registrazione contenenti più del 10% di dati mancanti e, al fine di avere delle serie temporali il più continue possibili, si è scelto di studiare, per ogni stazione, il periodo di tempo compreso tra il 1951 ed il 2017. Non sono state, inoltre, prese in considerazione per le successive analisi le stazioni per cui non sono stati verificati i seguenti requisiti: i) lunghezza minima della serie di 50 anni; ii) anni di dati mancanti continui inferiori o uguali al 5%. [7]. Il dataset che risponde ai suddetti requisiti è composto da 15 stazioni pluviometriche per un periodo di registrazione di 67 anni per ciascuna di esse.

Per ognuna delle stazioni considerate e per ogni anno disponibile, sono stati determinati i valori assunti dagli indicatori climatici CDD, R20, R95P, RX1D, SP, WP [5,6]. Tali indicatori sono stati presi in considerazione, in quanto sono direttamente relazionabili alle precipitazioni e sono legati a fenomeni connessi con il rischio idrogeologico (alluvioni, frane, siccità, erosione del suolo e sicurezza idrica).

Al fine di valutare l'eventuale presenza di trend, si è applicato il test non parametrico di Mann-Kendall [8], largamente utilizzato in letteratura per l'individuazione di trend nelle serie storiche di precipitazione. Il punto di forza del test è rappresentato dal fatto che questo tipo di analisi



non richiede che il dataset assuma una particolare distribuzione, risultando meno influenzato dalla presenza di outliers rispetto ai test parametrici [2].

Dalle analisi condotte emerge la presenza di trend, se pur poco numerosi, per tutti gli indicatori climatici, salvo che per l'SP (i.e. cumulata delle precipitazioni nei mesi estivi giugno, luglio e agosto). Mentre si osserva un generale andamento decrescente con magnitudo confrontabile per tutti i trend rilevati, non è possibile individuare una regola nella distribuzione spaziale dei trend, che risultano ripartiti in maniera eterogenea sul territorio laziale. I risultati che emergono dal presente studio si ritengono ancora preliminari al fine di poter individuare una generale presenza di trend negli indicatori climatici per la regione Lazio.

Bibliografia

- [1] Arnone, E., Pumo, D., Viola, F., Noto, L. V., & La Loggia, G. (2013). Rainfall statistics changes in Sicily. *Hydrology and Earth System Sciences*, 17(7), 2449-2458.
- [2] Soldini, L., & Darvini, G. (2017). Extreme rainfall statistics in the Marche region, Italy. *Hydrology Research*, 48(3), 686-700.
- [3] Pagliara, S., Viti, C., Gozzini, B., Meneguzzo, F., & Crisci, A. (1998). Uncertainties and trends in extreme rainfall series in Tuscany, Italy: Effects on urban drainage networks design. *Water Science and Technology*, 37(11), 195-202.
- [4] Hajani, E., Rahman, A., & Ishak, E. (2017). Trends in extreme rainfall in the state of New South Wales, Australia. *Hydrological Sciences Journal*, 62(13), 2160-2174.
- [5] ESPON (2011) ESPON Climate: Climate Change and Territorial Effects on Regions and Local Economies. Draft Final Report
- [6] Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (2017): Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici
- [7] WMO (1988): Analyzing long time series of hydrological data with respect to climate variability, WMO/TD-No 224
- [8] Kendall, M. G. (1955). Rank correlation methods. Oxford, England: Hafner Publishing Co.



SM2RAIN: A new solution for global scale assessment of rainfall (and irrigation)

Luca Brocca¹, Christian Massari¹, Luca Ciabatta¹, Angelica Tarpanelli¹, Stefania Camici¹, Paolo Filippucci¹

¹ National Research Council, Research Institute for Geo-Hydrological Protection, Perugia, Italy

luca.brocca@irpi.cnr.it

Abstract

SM2RAIN [1] is an algorithm for using in situ and satellite soil moisture observations for directly estimating rainfall. The method was firstly applied to in situ (and synthetic) observations to check the validity of the method in controlled conditions. Secondly, satellite soil moisture observations from different sensors, e.g., ASCAT (Advanced Scatterometer), SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity), SMAP (Soil Moisture Active and Passive), and ESA CCI (European Space Agency Climate Change Initiative), are used for estimating rainfall on a global scale (over land). The method is found to accurately estimate daily accumulated rainfall, outperforming state-of-the-art rainfall products in regions in which satellite soil moisture products are accurate, e.g., South Africa, South America, India, Australia, Western USA, Southern Europe [2]. Therefore, we started international projects with Space Agencies for providing long-term and near real-time rainfall products to be used in hydrological and climate applications. The rainfall products obtained through SM2RAIN are found to be highly beneficial for improving flood forecasting over ~1000 basins throughout Europe. The presentation will focus on the more recent advances in this research activity including the merging of multiple soil moisture products, the integration of SM2RAIN-based and state-of-the-art rainfall products (e.g., from Global Precipitation Measurement, GPM, mission), and the application of SM2RAIN to the recent soil moisture products from Sentinel-1 (to obtain a 1-km rainfall product). Finally, the future directions of this research activity will be illustrated: 1) SM2RAIN parameterization with soil moisture observations only, 2) optimization of the integration/merging of multiple rainfall estimates (including SM2RAIN) by considering the error characteristics of the products, 3) exploitation of the method for irrigation quantification in agricultural areas [3].

References

- [1] Brocca, L., Melone, F., Moramarco, T., Wagner, W. (2013). A new method for rainfall estimation through soil moisture observations. *Geophysical Research Letters*, 40(5), 853-858, doi:10.1002/grl.50173.
- [2] Brocca, L., Ciabatta, L., Massari, C., Moramarco, T., Hahn, S., Hasenauer, S., Kidd, R., Dorigo, W., Wagner, W., Levizzani, V. (2014). Soil as a natural rain gauge: estimating global



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society

Le Giornate dell'Idrologia 2018

Roma, 18 - 20 giugno 2018



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



rainfall from satellite soil moisture data. *Journal of Geophysical Research*, 119(9), 5128-5141, doi:10.1002/2014JD021489.

[3] Brocca, L., Tarpanelli, A., Filippucci, P., Dorigo, W., Zaussinger, F., Gruber, A., Fernández-Prieto, D. (under review). How much water is used for irrigation? A new approach exploiting coarse resolution satellite soil moisture products. submitted to Scientific Reports.



Modellazione fisica per lo studio degli effetti della pioggia nei processi di infiltrazione in terreni piroclastici

Giovanna Capparelli¹, Pasquale Napoli¹, Gennaro Spolverino¹, Pasquale Versace¹

¹DIMES – Università della Calabria. Arcavacata di Rende (CS)

luca.brocca@irpi.cnr.it

Sommario

La previsione di processi naturali, come quella delle frane meteo-indotte, è un problema che riveste grande importanza. Ogni anno eventi pluviometrici, anche molto diversi per durata ed intensità, innescano frane superficiali e profonde sui versanti o colate fangoso-detritiche lungo gli impluvi naturali e le aste torrentizie, che producono danni rilevanti e un inaccettabile numero di vittime. Si sono svolte numerose attività di ricerca sia per comprendere i processi alla base dell'innescò di un fenomeno franoso che per migliorare i sistemi previsionali, con un ruolo delle discipline idrauliche che appare sempre più rilevante. Infatti, l'analisi dei processi di infiltrazione e di circolazione dell'acqua nel sottosuolo, riveste un ruolo decisivo nella comprensione dei processi che inducono a meccanismi di rottura a seguito di precipitazioni. Per osservare e comprendere il comportamento delle frane indotte da pioggia è possibile avviare sperimentazione in sito o sviluppare analisi di laboratorio attraverso modelli fisici in scala. In questi ultimi, gli schemi maggiormente utilizzati, riproducono il modello tipico del pendio indefinito e controllano, grazie ad una adeguata sensoristica, varie grandezze necessarie alla comprensione del fenomeno, quali la suzione, il grado di saturazione, i piccoli spostamenti.

Nell'ambito del Programma Operativo Nazionale (PON) Ricerca e Competitività 2007-2013, nel Progetto SILA "Sistema Integrato di Laboratori" è stato realizzato un modello fisico di pendio per la simulazione dell'innescò franoso indotto da forzante pluviometrica. Il canale artificiale di dimensioni notevoli è in grado di misurare le principali grandezze che controllano sia il fenomeno di collasso indotto dall'infiltrazione, sia l'evoluzione post-rottura della frana. Si tratta di un modello fisico ben strumentato che consente di approfondire le conoscenze sulla dinamica evolutiva dell'innescò franoso, consentendo così di ampliare le conoscenze del fenomeno e di valutare nel contempo le procedure più adeguate di mitigazione del rischio.

Tra le varie tipologie di frane, lo studio dei fenomeni franosi rapidi riveste un ruolo prevalente nell'attività di ricerca, in quanto questi rientrano tra i più catastrofici eventi di frana. Questi fenomeni hanno costretto l'intera regione Campania ad una situazione di emergenza con impatti drammatici sulla popolazione e sull'economia. Più di 160 vittime ci furono nel catastrofico evento del 5 - 6 Maggio 1998, quando alcuni comuni delle province di Salerno e Avellino vennero colpiti da numerose colate rapide di fango, causate dalle piogge persistenti che da giorni interessavano l'Appennino Campano. La zona è caratterizzata da terreni di



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society

Le Giornate dell'Idrologia 2018

Roma, 18 - 20 giugno 2018



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



natura piroclastica, prodotti delle diverse fasi eruttive del complesso vulcanico Somma-Vesuvio, dei campi Flegrei e di altri vulcani presenti nella Regione Campania non più attivi. In genere, la stratigrafia del luogo è costituita da un'alternanza di depositi incoerenti, granulometricamente variabili, dalle sabbie, sabbie limose e limi (ceneri), alle ghiaie e sabbie con ghiaia (pomici).

Con il modello fisico, sono state realizzate diverse prove in laboratorio, ricostruendo le diverse stratigrafie che è possibile trovare nell'area di Sarno, investigando e analizzando, in particolare, il ruolo assunto nei processi di infiltrazione e circolazione delle acque sotterranee dallo strato maggiormente permeabile delle pomici.



Root-zone soil moisture from remotely-sensed surface states: error propagation scheme using the exponential filter

Domenico De Santis¹, Daniela Biondi¹

¹University of Calabria, p. Pietro Bucci, Arcavacata di Rende 87036, Italy

d.desantis@dimes.unical.it

Abstract

The exponential filter is a widespread approach to obtain a root-zone soil water index (SWI) from remotely-sensed surface soil moisture (SSM), using only one parameter (T) that describes the time scale of soil moisture variations. Indeed, in many studies SWI is used in prediction models for several risks assessment, including flood, drought and vegetative stress, landslide and soil loss. However, while error propagation (EP) schemes were developed for remote sensing SSM retrieval algorithms, the uncertainty of SWI estimates has been poorly analysed.

In this study, EP equations (expressed in a practical recursive form) are introduced in parallel to exponential filter computation: random uncertainties in input SSM data and T parameter are propagated through the model equation, in order to analytically compute the uncertainty related to each individual SWI estimate. In this preliminary assessment, the capability of EP uncertainty estimates to detect potentially less reliable data in SWI time series is investigated by comparison with available in situ measurements.

The reference root-zone ground measurements, collected in 10 sites from different networks across Italy, were matched by nearest neighbour technique with ASCAT SSM time series available on a discrete global grid, that also include uncertainty estimates. The computed SWI shows a good agreement with in situ data and a greater ability in capturing the seasonal behaviour rather than short time-scale soil moisture fluctuations; coherently with a previous study, difference in network performance scores (R and RMSD) can be attributed to in situ errors in coarse-scale representation, rather than to a local inadequacy of satellite-derived soil moisture.

By setting uncertainty thresholds, the more uncertain SWI values are then masked and performance metrics recomputed to check whether the discarded data contributed positively or not to the overall agreement between the in situ and satellite-based soil moisture time series. The masked data mainly correspond to significant changes in the SWI value (e.g. state transition from dry to wet conditions) occurred during seasonal or sub-seasonal fluctuations due to high or low T parameter respectively. The analysis also shows an improvement in the observed performance metrics after the removing of SWI values above the uncertainty threshold. The performance improvements can be explained by the removal of



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society

Le Giornate dell'Idrologia 2018

Roma, 18 - 20 giugno 2018



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



SWI values that testify the limited skills of exponential filter in detecting short time-scale fluctuations, including those that occur in correspondence of seasonal state variation. Although requiring further research, the proposed EP scheme has shown capabilities to identify potentially less reliable SWI values in the selected study sites, and the preliminary results suggest its utility in the SWI evaluation, in the comprehension of the exponential filter shortcomings, and in providing simultaneous estimates of time-variant SWI uncertainty.



Sviluppo e analisi del database I-RED per la caratterizzazione spazio-temporale del regime delle precipitazioni intense a scala nazionale

Andrea Libertino¹, Daniele Ganora², Pierluigi Claps¹

¹Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture, Politecnico di Torino, Torino, IT

²Joint Research Centre (JRC), Ispra, IT

andrea.libertino@polito.it

Sommario

La sfida di caratterizzare l'impatto del cambiamento climatico sull'intero ciclo idrologico ha richiamato l'attenzione sulla necessità di utilizzare approcci data-based che permettano stime robuste in condizioni di forte incertezza. In Italia, nonostante la fitta rete pluviometrica e la ricca eredità di dati idrologici, un database aggiornato che permetta analisi a scala nazionale dei fenomeni precipitativi di breve durata è ad oggi assente e l'analisi di suscettibilità al rischio alluvionale è spesso portata avanti a scala regionale con risultati contrastanti [1]. Mediante un minuzioso lavoro di raccolta e catalogazione che ha visto il contributo dei diversi enti preposti al monitoraggio idrologico è stato sviluppato il database *I-RED* [2] che raccoglie le altezze di precipitazione massime annuali registrate in intervalli di 1-3-6-12 e 24 ore consecutive in Italia, prendendo in considerazione oltre 4500 stazioni, nel periodo compreso tra il 1916 e il 2014. Per la prima volta dalla dismissione del Servizio idrografico Nazionale, il database *I-RED*, ha consentito una caratterizzazione spazio-temporale aggiornata delle precipitazioni intense in Italia, che valicasse i limiti imposti dai confini regionali e dalle locali autorità competenti. L'alta densità delle stazioni ha permesso un'analisi approfondita della distribuzione spaziale degli eventi più intensi e la lunghezza delle serie di valutare la presenza di significative variazioni temporali nell'intensità dei nubifragi mediante tecniche di trend analysis. Questi sono solo due esempi delle innumerevoli potenzialità che database *I-RED* può offrire per un'analisi comprensiva del rischio associato a fenomeni di precipitazione intensi.

Bibliografia

[1] Claps P., E. Caporali, V. Chiarello, R. Deidda, D. De Luca, L. Giuzio, A. Libertino, F. Lo Conti, S. Manfreda, L. Noto, and P. Versace: Stima operativa delle piogge estreme sul territorio nazionale: nuovi metodi e possibili sinergie. Atti del XXXV Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, 549-552, (2016).



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society

Le Giornate dell'Idrologia 2018

Roma, 18 - 20 giugno 2018



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



[2] Libertino A., D.Ganora and P. Claps. Technical note: Space-time analysis of rainfall extremes in Italy: clues from a reconciled dataset. *Hydrology and Earth System Sciences* 22, 2705-2715 (2018).



On the derivation of flow rating curves in data-scarce environments

Salvatore Manfreda¹

¹Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo: Architettura, Ambiente, Patrimoni Culturali (DiCEM),
Università degli Studi della Basilicata, Matera, Italia.

salvatore.manfreda@unibas.it

Abstract

River monitoring is a critical issue for hydrological modelling that relies strongly on the use of flow rating curves (FRCs). In most cases, these functions are derived by least-squares fitting which usually leads to good performance indices, even when based on a limited range of data that especially lack high flow observations. In this context, cross-section geometry is a controlling factor which is not fully exploited in classical approaches. In fact, river discharge is obtained as the product of two factors: 1) the area of the wetted cross-section and 2) the cross-sectionally averaged velocity. Both factors can be expressed as a function of the river stage, defining a viable alternative in the derivation of FRCs. This makes it possible to exploit information about cross-section geometry limiting, at least partially, the uncertainty in the extrapolation of discharge at higher flow values. Numerical analyses and field data confirm the reliability of the proposed procedure for the derivation of FRCs. The proposed procedure for the derivation of flow rating-curves is also tested on five cross sections of the Basilicata region, which is poorly monitored area.

References [1] Manfreda, S., On the derivation of flow rating-curves in data-scarce environments, *Journal of Hydrology*, 562, 151-154 (doi: 10.1016/j.jhydrol.2018.04.058), 2018.



Analisi sugli effetti dei valori di SPI calcolati tramite diverse distribuzioni di probabilità per due diverse regioni italiane

Claudio Mineo¹, **Benedetta Moccia**¹, Federico Lombardo¹, Fabio Russo¹, Francesco Napolitano¹

¹DICEA, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale, Sapienza Università di Roma, Italia

benedetta.moccia@gmail.com

Sommario

Lo studio della siccità, generalmente riconosciuta come una delle più insidiose calamità naturali, ricopre un ruolo fondamentale nella gestione delle risorse idriche in diversi ambiti d'applicazione, come l'approvvigionamento idrico nelle aree urbane e rurali. Lo Standard Precipitation Index (SPI) [1], è largamente riconosciuto come una delle metodologie più utilizzate in letteratura per il monitoraggio e la valutazione della siccità, sia in ambito della ricerca scientifica che nella pianificazione di interventi mitigatori [2]. Tale diffusione è attribuibile a molteplici punti di forza, tra i quali: (i) l'utilizzo del dato di precipitazione come unico input, (ii) la semplicità di calcolo e interpretazione, (iii) la possibilità di confrontare differenti località con diversi climi, (iv) la valutazione sia di periodi umidi che secchi per diverse scale temporali. Di contro numerosi autori hanno dimostrato come, la lunghezza delle serie osservate [2, 3], la scala temporale di aggregazione [4] e la natura della distribuzione di probabilità [5, 6], influenzano significativamente il calcolo dello SPI.

Secondo la metodologia standard di calcolo dell'indice SPI [1], le precipitazioni mensili a diversa scala temporale di aggregazione risultano distribuite secondo la legge di probabilità gamma, i cui parametri sono valutati attraverso il metodo della massima verosimiglianza.

In questo lavoro, si è dapprima valutata l'influenza del metodo di calcolo dei parametri della distribuzione gamma, sull'adattabilità ai regimi pluviometrici di due regioni italiane, Lazio e Sicilia. Le serie storiche di precipitazioni mensili utilizzate nell'analisi, presentano un numero minimo di 50 anni di registrazione, osservate nel periodo compreso tra 1921-2017. Il data-set risulta costituito rispettivamente da 72 e 53 stazioni misuratrici per Lazio e Sicilia. Seguendo l'approccio proposto da Papalexiou et al. 2013 [7], i parametri della distribuzione gamma di confronto alla metodologia standard, sono stati calcolati attraverso la norma modificata dell'errore quadratico medio N1. Tale metodo consente di calcolare i parametri di una distribuzione attraverso la minimizzazione numerica di N1. Dove N1 rappresenta un valore numerico di confronto che consente l'identificazione univoca della performance di adattamento della distribuzione di probabilità al campione. L'analisi condotta mostra che per entrambi i data-set il miglior adattamento alle precipitazioni mensili con diversa scala di aggregazione è fornito dalla gamma i cui parametri sono stati calcolati con il metodo di N1.



Successivamente, si sono confrontate le performance di adattamento di altre tre distribuzioni di probabilità, al fine di verificare che le precipitazioni mensili di Lazio e Sicilia siano distribuite con legge gamma. Le distribuzioni utilizzate sono: la lognormale, la Weibull e la gaussiana, scelte in quanto largamente diffuse nello studio delle precipitazioni e perché tutte biparametriche. I risultati mostrano che la distribuzione gamma fornisce un buon adattamento alle precipitazioni mensili con scale temporali con aggregazione crescente (i.e. 1,2,3,4,6,12 mesi), per entrambi i data-set. Infine si è valutata la sensibilità del valore dell'indice SPI a scala mensile, al variare della distribuzione di probabilità adottata.

L'analisi condotta su Lazio e Sicilia ci consente di affermare che, sebbene, secondo la metodologia standard, la distribuzione gamma non fornisca il miglior adattamento alle precipitazioni mensili, non emergono differenze significative nei valori calcolati dell'indice SPI.

Bibliografia

- [1] McKee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J. (1993, January). The relationship of drought frequency and duration to time scales. In *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology* (Vol. 17, No. 22, pp. 179-183). Boston, MA: American Meteorological Society.
- [2] Wu, H., Hayes, M. J., Wilhite, D. A., & Svoboda, M. D. (2005). The effect of the length of record on the standardized precipitation index calculation. *International journal of climatology*, 25(4), 505-520.
- [3] Cancelliere, A., & Bonaccorso, B. (2009). Uncertainty analysis of the Standardized Precipitation Index in the presence of trend. *Hydrology Days*, 1, 14-26.
- [4] Wu, H., Svoboda, M. D., Hayes, M. J., Wilhite, D. A., & Wen, F. (2007). Appropriate application of the standardized precipitation index in arid locations and dry seasons. *International Journal of Climatology*, 27(1), 65-79.
- [5] Lloyd-Hughes, B., & Saunders, M. A. (2002). A drought climatology for Europe. *International journal of climatology*, 22(13), 1571-1592
- [6] Guttman, N. B. (1999). Accepting the standardized precipitation index: a calculation algorithm. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 35(2), 311-322.
- [7] Papalexiou, S. M., Koutsoyiannis, D., & Makropoulos, C. (2013). How extreme is extreme? An assessment of daily rainfall distribution tails. *Hydrology and Earth System Sciences*, 17(2), 851-862.



Analisi delle distribuzioni dimensionali della pioggia battente e proposta di una relazione tra energia cinetica ed intensità di pioggia calibrata nell'area romana.

Claudio Mineo¹, Elena Ridolfi², Fabio Russo¹, Francesco Napolitano¹

¹DICEA, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale, Sapienza Università di Roma, Italy

²DICA, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Università di Perugia, Perugia, Italy

claudio.mineo@uniroma1.it

Sommario

Il suolo è una risorsa fragile e lentamente rinnovabile, soggetto a continue sollecitazioni di asportazione o alterazione delle proprie caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche per effetto di agenti naturali e/o di attività antropiche. Quando queste sollecitazioni superano una certa intensità, il suolo può evolvere verso nuove condizioni di equilibrio attraverso processi di degrado. L'erosione in particolare rappresenta la componente più importante della degradazione dei suoli, interessando in alcune parti del pianeta il 60% dei terreni agricoli [1]. I territori del bacino del mediterraneo rientrano tra le aree maggiormente sensibili ai fenomeni erosivi, a causa della notevole vulnerabilità dei contesti ambientali (suoli molto sottili) oltre alla marcata variabilità climatica stagionale, con piovosità annuale bassa e irregolare ma frequenti eventi di pioggia di elevata intensità e una scarsa copertura vegetale del terreno.

Un adeguata definizione dei fattori di rischio e la conseguente modellazione del fenomeno erosivo dei versanti, certamente condiziona le risposte ai problemi di gestione e di conservazione della risorsa suolo oltre che alla pianificazione di interventi mitigatori. Infatti alla base della pianificazione degli interventi di protezione del suolo risiede la valutazione del rischio di erosione: comunemente si utilizza una metodologia fattoriale basata sulla determinazione dell'erosività ed erodibilità secondo i principi della Universal Soil Loss Equation, USLE [2].

L'erosività delle precipitazioni è tradizionalmente uno degli indicatori maggiormente utilizzati per quantificare la sua capacità di distaccare le particelle di suolo. Essa è legata ai caratteri energetici della precipitazione che raggiunge il suolo (i.e. energia cinetica delle singole gocce) [3].

Nel presente studio si sono valutati i caratteri energetici delle precipitazioni, sulla scorta di dati raccolti da osservazioni di eventi meteorici verificatisi a Roma nel periodo 2010-2015 [4,5]. L'analisi delle caratteristiche energetiche (i.e. massa, velocità di caduta, intensità) delle idrometeorie, con riferimento a soli eventi erosivi, ha consentito di confermare [6] e riconoscere i fenomeni di coalescenza e disaggregazione delle gocce che avvengono al variare dell'intensità della pioggia e come tali fenomeni ne influenzino la capacità erosiva.



I valori di energia cinetica misurati sono stati dunque confrontati con i valori ottenuti da alcune delle relazioni empiriche energia cinetica-intensità presenti in letteratura al fine di valutarne la capacità previsionale e di affidabilità per l'area in studio [7,8,9,10].

Le analisi effettuate conducono ad una stima di affidabilità ridotta tra i dati del presente studio e le espressioni di letteratura proposte, a conferma della validità strettamente locale di tali relazioni in quanto calibrate per un regime pluviometrico specifico [6,10].

Si è pertanto formulata un'espressione che lega l'energia cinetica e l'intensità di precipitazione appositamente calibrata per l'area Romana. Tale espressione, suffragata dallo studio delle caratteristiche energetiche riferibili alla pluviometria dell'area in esame, si ritiene essere un valido strumento di ausilio alla pianificazione degli interventi per la mitigazione del rischio di erosione del suolo.

Bibliografia

- [1] Borselli, L., Pellegrini, S., Torri, D., & Bazzoffi, P. (2002). Tillage erosion and land levelling: evidences in Tuscany (Italy). *Man and Soil at the Third Millennium*, 2, 1341-1350.
- [2] Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). Predicting rainfall erosion losses-a guide to conservation planning. *Predicting rainfall erosion losses-a guide to conservation planning*.
- [3] Carollo, F. G., & Ferro, V. (2014). Modeling rainfall erosivity by measured drop-size distributions. *Journal of Hydrologic Engineering*, 20(6), C4014006.
- [4] Adirosi, E., Baldini, L., Lombardo, F., Russo, F., & Napolitano, F. (2013, October). Comparison of different fittings of experimental DSD. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1558, No. 1, pp. 1669-1672). AIP.
- [5] Mineo C., Lombardo F., Orlando D., Russo F. e Napolitano F., 2016: Soil erosion due to rainfall: Evaluation of the kinetic energy flux using an optical disdrometer in the area of Rome. IDRA16; Bologna.
- [6] Carollo, F. G., Ferro, V., & Serio, M. A. (2017). Reliability of rainfall kinetic power-intensity relationships. *Hydrological Processes*, 31(6), 1293-1300.
- [7] Zanchi, C., & Torri, D. (1980). Evaluation of rainfall energy in central Italy. *Evaluation of rainfall energy in central Italy.*, 133-142.
- [8] Salles, C., Poesen, J., & Sempere-Torres, D. (2002). Kinetic energy of rain and its functional relationship with intensity. *Journal of Hydrology*, 257(1-4), 256-270.
- [9] Brown, L. C., & Foster, G. R. (1987). Storm erosivity using idealized intensity distributions. *Transactions of the ASAE*, 30(2), 379-0386.
- [10] Fornis, R. L., Vermeulen, H. R., & Nieuwenhuis, J. D. (2005). Kinetic energy-rainfall intensity relationship for Central Cebu, Philippines for soil erosion studies. *Journal of Hydrology*, 300(1-4), 20-32.



ESA-CCI soil moisture for agricultural drought in India: validation by using crop data

Sara Modanesi¹, Christian Massari¹, Stefania Camici¹, Luca Brocca¹, Giriraj Amarnath²

¹Research Institute for Geo-hydrological Protection, National Research Council, Via Madonna Alta 126, 06128 Perugia, Italy

²International Water Management Institute (IWMI), 127 Sunil Mawatha, Pelawatte, Battaramulla, Colombo 10120, Sri Lanka

sara_m85@libero.it

Sommario

Drought is one of the most damaging natural hazard caused by an intense and extended deficiency of precipitation. It is a matter of importance to give a widespread definition of drought considering the increase in drought frequency, duration and severity in recent years due to climatic changes. Many studies have been focused on the definition of four different types of droughts: Meteorological, Agricultural, Hydrological, Socio-Economic.

They occur at different time scales. With the aim to quantify drought levels several drought indices have been developed based on different variables as indicators. Soil moisture represents one of the best indicators to build agricultural drought indices as agricultural drought occurs when there is not enough soil moisture to support crop production. The aim of this work is to establish the relation between drought and crop yield as a validation of developed indices.

We focused our analysis in India over Maharashtra and Karnataka states, which have been affected by severe historical droughts in the recent years. In India, to integrate drought analysis with crop phenology, we used 12 years annual crop yield data (1998-2009) for Karnataka State and 13 years annual crop yield data (1998-2010) for Maharashtra State. Two types of crops (Maize and Rice) were selected for the Kharif period (May to October). The crop dataset for every district of the two states was correlated with two agricultural drought indices: Soil Water Deficit Index (SWDI, Martinez- Fernandez et al, 2016) and the Standardized Soil Moisture Index (SSI, AghaKouchak & Farahmand, 2015) considering different times of accumulation (e.g. 3, 6 months).

Soil moisture observations were derived from the ESA CCI Soil Moisture product from 1981 to 2016 (Dorigo et al., 2017) and aggregated monthly. Correlation Analysis (Pearson R) was carried out by using firstly the raw data crops for every district. In a second step, the datasets were de-trended to find crop yield anomalies by either linear regression if statistically significant or by removing the mean values from the series. Overall crop anomalies analysis slightly improves the correlation with drought indices. The results show



that for the SSI as well as for the SWDI the highest correlations are obtained for Rice while Maize exhibits lower correlation both for the raw and the de-trended datasets. Furthermore, SSI gives higher correlation with crop yields than SWDI in the study areas.

References

- [1] AghaKouchak, A. & Farahmand, A.: A generalized framework for deriving nonparametric standardized 145 (2015) drought indicators. *Advances in Water Resources* 76, 140
- [2] Dorigo, W., Wagner, W., Albergel, C., Albrecht, F., Balsamo, G., Brocca, L., Chung, D., Ertl, M., Forkel, M., Gruber, A., Haas, E., et al.: ESA CCI Soil Moisture for improved Earth system understanding: State-of-the-art and future directions. *Remote Sens. Environ.* 203, 185–215 (2017)
- [3] Martinez-Fernandez, J., Gonzalez-Zamora, A., Sánchez, N., Gumuzzio, A., Herrero-Jimenez, C.M.: Satellite soil moisture for agricultural drought monitoring: Assessment of the SMOS derived Soil Water Deficit Index. *Remote Sensing of Environment* 177; 277-286 (2016).



On the potential of altimetry data for the calibration of hydraulic models: a comparison of different products and multi-mission series

Giada Molari¹, Alessio Domeneghetti¹, Mohammad J. Tourian², Angelica Tarpanelli³, Luca Brocca³, Tommaso Moramarco³, Attilio Castellarin¹, Nico Sneeuw², Armando Brath¹

¹ School of Civil Engineering, Department DICAM, University of Bologna, Bologna, Italy

² Institute of geodesy, University of Stuttgart, Germany

³ Research Institute for Geo-Hydrological Protection, National Research Council, Perugia, Italy

giada.molari2@unibo.it

Abstract

The calibration of hydraulic models is typically based on in-situ data. However, high costs of maintenance of monitoring networks and survey campaigns lead to a continuous decreasing of gauging stations. Remote sensors, such as satellite altimeters, represent viable alternative sources of data. However, despite the growing availability of altimetry records and their use in many hydrological and hydraulic applications, their potential for the calibration of hydraulic model is still not completely revealed. This study investigates the performances of different altimetry series for calibrating a quasi-2D model built with detailed topographic information. The model refers to a 140 km-stretch of Po River, where traditionally observed data are available. The remotely sensed data used for this test are collected by different missions (i.e., ERS-2, ENVISAT, SARAL/Altika, Topex-Poseidon and Jason-2) by investigating the effect of (i) record length (i.e. number of satellite measurements provided by a given sensor at a specific satellite track) and (ii) data uncertainty (i.e. altimetry measurements errors). Since the relatively poor time resolution (e.g. 10 or 35 days) of satellites might constrain the operational use of altimetry data, in this study we also investigate the use of multi-mission altimetry series obtained by merging datasets sensed by different sensors over the study area. Benefits of the highest temporal frequency of multi-mission series are tested by calibrating the quasi-2D model referring in turn to original satellite series and multi-mission datasets. Results highlight that, for all datasets, longer record lengths lead to lower uncertainty on the identification of the Manning's coefficient, with mean absolute errors that range from 0.2 m up to 0.7 m in terms of water surface elevation, in relation to the considered altimetry product. In case of frequent and accurate satellite data (i.e. Jason-2), the multi-mission series seem unable to provide additional benefits in calibrating the hydraulic model. On the other hand, multi-mission series outperform low frequency products (i.e. ENVISAT) when the latter are available only for short period (i.e., shorter than 3 years). Overall, this study provides a comprehensive comparison of altimetry data and multi-mission altimetry series, and sheds some lights on their potential use for hydraulic modelling.



Stabilità spazio-temporale della velocità nelle sezioni fluviali

Tommaso Moramarco¹, Carla Saltalippi²

¹ Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (IRPI), via Madonna Alta 126, 06128 Perugia (PG)

² Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale, Università degli Studi di Perugia, via G. Duranti 93, 06125 Perugia (PG)

tommaso.moramarco@irpi.cnr.it

Sommario

L'obiettivo di questo lavoro è individuare nell'area di flusso di una sezione fluviale zone rappresentative della velocità media relativa all'intera sezione. Tale individuazione consentirebbe di ridurre considerevolmente il numero di misure da effettuare con tecniche convenzionali, per ottenere una stima affidabile della portata transitante anche durante eventi di piena.

A tal fine è stato applicato il concetto di stabilità temporale proposto da Vachaud et al. (1985) e che esprime la possibilità che misure di una variabile effettuate in punti particolari all'interno di un'area sono rappresentative del valore medio areale riscontrato per l'intera zona analizzata.

L'analisi di stabilità temporale di una variabile che presenta una variabilità spazio-temporale, può essere condotta, classicamente, secondo differenti approcci, tra i quali il test parametrico delle differenze relative, purché si consideri di avere a disposizione N punti di misura ed M campionamenti sufficienti. Il metodo, noto per applicazioni al contenuto d'acqua nel suolo (Brocca et al. 2010), è basato sulla stima della differenza relativa δ_{ij} , nel punto i -esimo (con $i = 1, \dots, N$) e al tempo j -esimo (con $j = 1, \dots, M$), rispetto al valore assunto dalla variabile, v_{ij} . In altri termini, δ_{ij} , esprime quanto un generico valore della grandezza considerata si discosta dal suo valore medio spaziale per un determinato campionamento.

Il metodo è stato applicato alle sezioni fluviali di Ponte Felcino e Ponte Nuovo del fiume Tevere. Per entrambe le sezioni la totalità dei campionamenti è stata suddivisa in classi di tiranti in modo da rendere le misure di velocità appartenenti ad ogni classe idonee per lo studio attraverso l'analisi di stabilità temporale.

Gli errori medi assoluti compiuti nella determinazione della portata transitante sulla base del valore di velocità media della corrente, individuato con l'analisi di stabilità temporale è risultato inferiore al 3,2% per valori del tirante superiore a 2 m per entrambe le sezioni.

Per la sezione di Ponte Felcino è stata inoltre individuata una affidabile relazione tra la posizione delle zone in cui i punti rappresentativi si concentrano maggiormente – definito un sistema invariante di riferimento per la sezione – ed il tirante idrico.



In conclusione è possibile affermare che per le sezioni investigate l'analisi di stabilità temporale può essere applicata alla variabile velocità di flusso e quindi al monitoraggio della portata con risultati soddisfacenti; è possibile dunque determinare la portata transitante in una sezione misurando la velocità della corrente solo in una limitata area la cui posizione è legata al tirante idrico riducendo notevolmente l'esposizione a rischi da parte degli addetti ai rilevamenti, soprattutto in casi di piena.

Bibliografia

- [1] Vachaud, G.A., Passerat de Silans, A., Balabanis, P., Vauclin. M.: Temporal stability of spatially measured soil water probability density function. *Soil Science Society of America Journal*, 49, 822–828 (1985)
- [2] Brocca, L., Melone, F., Moramarco, T., Morbidelli, R.: Spatial-temporal variability of soil moisture and its estimation across scales. *Water Resources Research*, 46, W02516 (2010)



Influenza della presenza di bacini idrografici annidati sulla regionalizzazione dei modelli afflussi-deflussi

Mattia Neri¹, Elena Toth¹, Juraj Parajka², Alberto Viglione²

¹ DICAM, Università di Bologna, Bologna, Italia

² Institute for Hydraulic and Water Resources Engineering, Vienna University of Technology, Austria

mattia.neri5@unibo.it

Sommario

Quando si stimano, tramite tecniche di regionalizzazione, i parametri di un modello afflussi-deflussi per un bacino non strumentato, la presenza tra i bacini donatori di sezioni idrografiche di monte o di valle sullo stesso corso d'acqua, potrebbe distorcere fortemente la valutazione delle prestazioni della tecnica proposta. In particolare, la bontà dei risultati ottenuta potrebbe non essere la stessa se si applicasse il medesimo metodo ad un caso di studio povero di bacini annidati.

Questo studio si propone di quantificare l'impatto dei bacini annidati sull'efficienza di alcune tecniche di regionalizzazione dei parametri per un modello afflussi-deflussi (TUW model, una versione semi-distribuita del modello HBV) a simulazione giornaliera. Il caso di studio è rappresentato da un ampio set di bacini austriaci, che in alcune regioni presentano numerosi bacini annidati.

Vengono applicate alcune tecniche di regionalizzazione dei parametri, determinando la loro accuratezza tramite una cross-validazione di tipo 'leave-one-out' rispetto alla portata osservata sulla sezione di chiusura per tutti i bacini considerati. In particolare, vengono implementati 3 metodi: il primo è un approccio di tipo 'kriging' dove i parametri del modello vengono regionalizzati indipendentemente gli uni dagli altri, solamente in base alla loro correlazione spaziale; nel secondo approccio, detto 'nearest neighbour', vengono individuati alcuni bacini donatori geograficamente più vicini e il modello viene simulato sulla sezione non strumentata utilizzando gli interi set dei parametri calibrati su di essi; infine l'ultima tecnica si basa sulla similarità idrologica: la procedura è analoga a quella del metodo "nearest neighbour" con la differenza che i bacini donatori vengono individuati come quelli più simili in termini di caratteristiche geo-morfo-climatiche. Negli ultimi due approcci viene mantenuta la correlazione fra i parametri del modello, mutuandone l'intero set ottenuto su ogni bacino donatore.

Ciascuna tecnica è in primo luogo implementata in cross-validazione utilizzando come bacini donatori tutti i bacini del dataset. Successivamente, la regionalizzazione viene ripetuta escludendo i bacini annidati rispetto alla sezione non strumentata di interesse. Per determinare quali bacini siano da considerare annidati o meno, vengono proposti due



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society

Le Giornate dell'Idrologia 2018

Roma, 18 - 20 giugno 2018



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



differenti criteri: i) si escludono la prima sezione strumentata a valle e la prima a monte, ii) si escludono tutti i bacini che condividono almeno una certa percentuale di superficie drenata con quello non strumentato. Inoltre, poiché l'influenza dei bacini annidati è in relazione con la densità delle stazioni strumentate, i risultati ottenuti dall'analisi sui bacini annidati vengono anche paragonati al deterioramento della performance delle tecniche proposte che si otterrebbe diminuendo gradualmente la densità delle stazioni idrometriche sul territorio.



Soil hydrological properties, zero flux plane and heavy metals in the surface layers of Bagnolo Mella soils

Marco Peli¹, Raffaele Quarta¹, Giulia Raffelli², Stefano Barontini¹, Roberto Lucchini^{3,4}, **Roberto Ranzi**¹

¹*Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e di Matematica, Università degli Studi di Brescia (Via Branze 43, 25123 Brescia)*

²*Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche del Territorio, Politecnico e Università degli Studi di Torino (Viale Mattioli 39, 10125 Torino)*

³*Dipartimento di Specialità Medico Chirurgiche, Scienze Radiologiche e Sanità Pubblica, Università degli Studi di Brescia (Viale Europa 11, 25123 Brescia)*

⁴*Ichan School of Medicine at Mount Sinai (1 Gustave L. Levy Pl, New York, USA)*

roberto.ranzi@unibs.it

Abstract

The majority of world's soil resources available today are only in fair, poor or very poor condition (FAO & ITPS, 2015), with 33% of land worldwide estimated to be moderately to greatly degraded due to various factors as, e.g., salinization, compaction and contamination, which is one of the major issues in urban areas. Particles from metal-enriched soils can also affect the composition and quality of groundwater and runoff water, so that monitoring contaminant transport in soil—and in soil water especially—is essential.

In doing this, it is important to start from the vadose zone, the key layer where fluxes of matter and energy are partitioned between surface and deep layers and where the zero-flux plane (ZFP) onsets. The ZFP is a locus which separates two zones of upward and downward water movement when, after soil wetting, evaporation and drainage simultaneously occur, its position changing with soil water redistribution. The faster the water redistribution process goes, the smaller time is left to the ZFP to fully develop, so that its dynamics may play an important role in the soil ability to retain water—mobilizable substances within the surface layers.

In this work we present the activities and results of a field study which took place in Bagnolo Mella, a municipality nearby the city of Brescia where a ferroalloy industry has operated in the last forty years.

Four sites were chosen considering their position from the ferroalloy plant and accounting also for the local wind regime: three sites were located downwind from the plant, at 20 m, 60 m and 200 m respectively, and one was chosen as a local control point located upwind from the plant. In every site, both the hydrological soil properties and the heavy-metals content of



the surface and subsurface soil layers were measured: the near—saturation hydraulic—conductivity was determined with a disc infiltrometer, while heavy—metals concentrations were assessed using a portable X—Ray Fluorescence (pXRF) instrument.

In order to investigate the ZFP role, the information given by the heavy metals profiles were compared with an estimate of the limit ZFP depth, determined by means of Brutsaert's (2014) solution of the linearised Richards equation. Metal content values at the soil surface were also compared with the simulated values of airborne concentration and resulting deposition rates for the considered pollutants particles, calculated with the short —range dispersion Gaussian model ADMS v5.2.2.

Field pXRF measurements highlighted a site—specific pattern: the two sites closest to the plant resulted significantly more enriched than the others. Also, greater deposition rates are predicted, according to the local wind regime, very close to the plant on the eastern side, where greater metal contents were measured. The estimated value of the ZFP limit depth was, in most cases, a little greater than that of a local peak of metals concentration.

It is possible to conjecture that this phenomenon is related to the capability of the ZFP dynamics to help the soil retaining solutes and water—mobilizable substances.

References

- [1] FAO and ITPS: Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy (2015).
- [2] Brutsaert, W.: The daily mean zero-flux plane during soil—controlled evaporation: A Green's function approach, *Water Resources Research* 50, 9405–9413 (2014).



DTM floodplain morphology processing for large scale 2D inundation modelling

Francisco Febronio Peña¹², Fernando Nardi¹

¹Water Resources Research and Documentation Center (WARREDOC), Università per Stranieri di Perugia

²Department of Civil and Environmental Engineering (DICEA), Università degli Studi di Firenze

francisco.pena@unistrapg.it

Abstract

The identification of flood-prone areas through flood risk assessments and mapping remains a key component in effective urban planning strategies for the development of sustainable and resilient cities. The ideal scenario for flood mapping production is the use of high-resolution spatial data (bathymetry and topography) integrated with 2D flood models to provide a detail representation of the inundation dynamics and extent. However, this approach is not feasible for large domains considering the data expense and availability of fluvial bathymetry, the computational costs of high data volumes and time-consuming results. To address this issue, we present in this paper the use of two geometry simplification methods for data-rich and data-scarce scenarios: (1) Transformation of available bathymetry to synthetic channel cross sections in different coarser resolutions and (2) Application of geomorphological laws methodologies from literature. The ultimate goal is to achieve consistent water surface levels and extent for large/global scale flood modelling.

The research is based on the use of geospatial data, including Digital Terrain Models (DTMs), GIS for bathymetry processing data, hydrologic data and the quasi-2D dimensional hydraulic model FLO-2D, representing the channel and floodplain in a square grid mesh environment to simulate the flow river dynamics using the dynamic wave approximation of the momentum equation [1].

The area of study includes the 120-kilometers Orte-Castel Giubileo segment of the Tiber River, exposed to overflow conditions over the past years, resulting in geomorphological changes. Hydrology and river bathymetry were tested and validated by Regione Lazio and Tiber river Basin Hydrographic district (namely PS1).

For operational and evaluation purposes, a 150m model was selected as a reference model, coming from the interpolation of LIDAR 5m data. For the data-rich scenario, we evaluate the effects of upscaling the model using seven different resolutions (150m, 200m, 300m, 400m, 500m, 600m and 700m). Previous studies [2-3] suggest that geomorphological laws have the potential to accurately estimate floods based on the adequate representation of river geometry



from available cross sections to geomorphological laws have the potential to accurately estimate the channel water surface elevation.

The results confirm that the channel simplification procedures resulted in consistent water surface elevation profiles regardless of the resolution. Further studies should explore new methodologies and automated procedures to foster innovative flood mapping approaches.

References

- [1] O'Brien, J. S., Julien, P. Y., & Fullerton, W. T. Two-dimensional water flood and mudflow simulation. *Journal of hydraulic engineering*, 1993. 119(2), 244-261.
- [2] Leopold, L. a. (1953). The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications (Vol. 252). Geological Survey Professional Paper.
- [3] Sampson, C.C., A. M. Smith, P. D. Bates, J. C. Neal, L. Alfieri, and J.E. Freer. (2015). A high-resolution global flood hazard model. *Water Resources Research*, 51, 7358-7381. doi:10.1002/2015WR016954.



Analisi multiscala e tendenze di lungo periodo della serie degli afflussi e deflussi dell'Adda a Lecco (1845-2016)

Roberto Ranzi¹, Eleni Michailidi¹, Massimo Tomirotti¹, Alice Crespi², Maurizio Maugeri², Michele Brunetti³

¹Università di Brescia, DICATAM

²Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Fisica

³CNR-ISAC, Bologna

roberto.ranzi@unibs.it

Sommario

La memoria presenta alcuni sviluppi nell'analisi della serie degli afflussi meteorici e dei deflussi dell'Adda a Lecco nel periodo 1845-2016. Sono state analizzate le tendenze di lungo periodo e, con tecniche spettrali basate sulla trasformata di Fourier e la trasformata wavelet, le serie: a) degli afflussi meteorici mensili al bacino dell'Adda prelacuale, chiuso all'incile di Lecco; b) delle portate giornaliere di afflusso al lago di Como alla medesima sezione; c) le portate di deflusso dal lago di Como. Le serie sono state oggetto di una recente ricostruzione, che comprende anche i livelli giornalieri al limnometro di Malgrate-Malpesata e del Fortilizio di Lecco, basata su dati non ancora pubblicati [1]. Le analisi condotte hanno messo in evidenza una diminuzione degli afflussi meteorici e degli afflussi al lago massimi giornalieri, ma con significatività inferiore al 5%, mentre risulta significativa al 5% la diminuzione degli afflussi annuali. L'analisi multiscala effettuata con la trasformata wavelet mostra una tendenza all'aumento, nel tempo, dell'energia sia degli afflussi che dei deflussi al lago alle scale giornaliere ed una diminuzione alle scale temporali maggiori, ma anche la presenza di un picco di energia corrispondente a periodi compresi tra 11 e 13 anni che coincidono con i cicli dell'attività solare, fatto confermato anche dallo spettro di Fourier. Quest'ultimo risultato, che era emerso anche in una precedente analisi dei deflussi del Po a Pontelagoscuro, su un orizzonte temporale duecentennale [2], non trova tuttavia la medesima evidenza nei dati degli afflussi meteorici e pone quindi la questione dell'effettiva significatività e causa. I dati mostrano anche come la siccità del periodo compreso tra il 2003 e il 2007 sia stata la più intensa del periodo di monitoraggio, e comparabile, per severità, con quella del decennio 1940-1950.



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society

Le Giornate dell'Idrologia 2018

Roma, 18 - 20 giugno 2018



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



Bibliografia

- [1] Ranzi R., B. Bacchi, M. Tomirotti, C. Castioni, M. Brunetti, A. Crespi, M. Maugeri: Analisi delle tendenze di lungo termine nel regime degli afflussi meteorici e dei deflussi dell'Adda a Lecco (1845-2014), *L'Acqua*, 2, 51-60, (2018).
- [2] Zanchettin, D., P. Traverso, e M. Tomasino: Po River discharge: a preliminary analysis of a 200-year time series, *Climatic Change*, 88(3), 411–433 (2008).



Web-Gis del Servizio Idrografico della Regione Umbria uno strumento interattivo per la diffusione di dati idro-meteorologici, studi ed analisi a supporto della gestione della risorsa idrica e della valutazione del rischio idraulico.

M. Stelluti¹, L. Natazzi¹, P. Nelli¹, A. Viterbo¹

¹Regione Umbria – Idrografico Regionale - Servizio Risorse Idriche e Rischio Idraulico. Piazza Partigiani, Perugia

mstelluti@regione.umbria.it

Sommario

Il Servizio Idrografico della Regione Umbria (SI-Umbria) è stato istituito il 29/07/1985 a seguito della L. 319/1976 che obbligava le Regioni ad effettuare il rilevamento delle caratteristiche quantitative dei corpi idrici superficiali.

La Regione Umbria è stata la prima ad istituire il servizio idrografico regionale e la prima regione ad installare un sistema di monitoraggio in telemisura, in quanto i punti sul territorio del servizio idrografico e mareografico nazionale con sede a Roma, non garantiva la copertura necessaria nella nostra regione. Con la firma dell'accordo tra Stato e Regioni del 24/05/2001 diventa ufficiale il passaggio dei Servizi Idrografici e Mareografici Nazionali alle regioni. Questo ha comportato il trasferimento sia delle stazioni ricadenti nel nostro bacino sia delle competenze, definite dal D.P.R. n. 85 del 24/01/1991, art. 22.

Attualmente SI cura ogni adempimento relativo ad acquisizione, elaborazione, pubblicazione ed utilizzazione dei dati idrologici ed idrometrici dell'intero territorio regionale, effettua studi ed indagini su base idrologica, anche correlati ad attività in campo interregionale, nazionale ed europeo, assiste Enti ed istituzioni per elaborazioni progettuali basate su presupposti idrologici ed inoltre svolge un compito di controllo e sorveglianza sulle derivazioni ed utilizzazioni delle acque. Nel corso degli anni è stato realizzato un sistema di monitoraggio in tempo reale che controlla i principali nodi del reticolo idrografico regionale; l'impianto è nato sulle esperienze portate avanti dalla ricerca scientifica nazionale, in particolare grazie alle ricerche svolte dal Laboratorio del C.N.R. – I.R.P.I. di Perugia. Il sistema è stato continuamente incrementato, si è passati dalle 15 stazioni 1985 alle attuali 110 stazioni.

I recenti eventi alluvionali e i periodi d'intensa siccità che hanno colpito la nostra regione andando a coinvolgere direttamente in modo sostanziale l'attività umana e animale, hanno provocato un significativo incremento della richiesta di dati idro-meteorologici. Per rispondere a questo crescente bisogno la Regione Umbria ha realizzato una piattaforma web-gis per pubblicare e distribuire in formato "open data" i dati di pioggia, temperatura, livelli idrometrici e portate, raccolti dal 1925 ad oggi, le principali elaborazioni statistiche (media, varianza, minimo e massimo), le piogge intense di breve e lunga durata, le linee segnalatrici di



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society

Le Giornate dell'Idrologia 2018

Roma, 18 - 20 giugno 2018



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



possibilità pluviometrica (LSPP) per ogni stazione di monitoraggio e la loro regionalizzazione. Diffusione di relazioni sul deficit pluviometrico e sull'andamento delle portate. Le attività descritte hanno visto la fattiva collaborazione del Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale (DICA) dell'Università degli Studi di Perugia e del reparto di idrologia del CNR-IRPI di Perugia.



Application of the entropy model to high-curved turbulent flows

Donatella Termini¹, Tommaso Moramarco²

¹ Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Aerospaziale – University of Palermo (Italy)

² Research institute for Geo-Hydrological protection, CNR – Perugia, Italy

donatella.termini@unipa.it

Abstract

The entropy-based approach allows the estimation of the mean flow velocity in open channel flow by using the maximum flow velocity. The entropy model allows to correlate the mean velocity, u_m , and the maximum velocity, u_{max} by means of a linear relationship, $u_m = \Phi(M) u_{max}$, which depends on the entropy parameter, M , characteristic of the fluvial section [1]. The application of the entropy model has been also verified on several natural streams with different hydraulic and geometric characteristics [2,3] and in laboratory channels [4]. Recently, Termini and Moramarco [5] have also analyzed the entropic relationship between the mean velocity and maximum velocity in the presence of the forcing action due to the variable channel curvature and for different values of the aspect ratios.

The present work also focuses on high-curved channels where the secondary motion, which is also induced by the channel's curvature, evolves along the bend. The study is motivated by the fact that meandering bends have radii of curvature continuously variable in stream-wise direction so that convective flow accelerations occur and the entity of secondary motion changes from cross-section to cross-section. The results have shown that the entropic model allows to adequately estimate the velocity-dip and the variation of secondary motion along the bend.

References

- [1] Chiu C.L., (1988) Entropy and 2-D velocity distribution in open channels, Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 114(7), 738-756
- [2] Ammari, A., and Remini, B. (2009). Estimation of Algerian rivers discharges based on Chiu's equation, Arab J Geosc., DOI 10.1007/s12517-009-0056-y.
- [3] Moramarco T., C., Saltalippi, V.P., Singh (2004), Estimation of mean velocity in natural channel based on Chiu's velocity distribution equation, Journal of Hydrologic Engineering., ASCE, 9(1).



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society

Le Giornate dell'Idrologia 2018

Roma, 18 - 20 giugno 2018



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



[4]Moramarco T. and Termini D. (2015) “Entropic approach to estimate the mean flow velocity:experimental investigation in laboratory flumes”. Environmental Fluid Mechanics: Volume 15, Issue 6, Page 1163-1179

[5]Termini, D.; Moramarco, T. (2018). Dip Phenomenon in High-Curved Turbulent Flows and Application of Entropy Theory. *Water* , 10, 306.



La rete idrometrica della Regione Sardegna e caratterizzazione morfologica dei bacini sottesi alle sezioni di monitoraggio

Sandra Tobia¹, Domenico Caracciolo¹, Aldo Orrù¹, Ivano De Carlo¹, Luigi Perra¹, Marco Pili¹, Marino Boi¹

¹Dipartimento Geologico - Servizio Idrogeologico e Idrografico, Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna (ARPAS), viale Ciusa 6, Cagliari, Italy.

stobia@arpa.sardegna.it

Sommario

La legge regionale n.4 del 4 febbraio 2015, ha trasferito all'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna (ARPAS) le funzioni del Servizio idrografico e l'intera rete di rilevamento idro-meteo-pluviometrico della Regione. In particolare fino al 2015 la rete idrometrica fiduciaria era costituita da 9 stazioni di monitoraggio in tempo reale. La Regione Sardegna, mossa dall'esigenza di un significativo intervento di ampliamento e rinnovamento tecnologico della rete idrometrica, dal 2015 ha avviato un programma che prevedeva la sua realizzazione per fasi.

Il primo ampliamento della rete idrometrica in tempo reale in forza della Convenzione stipulata tra la Direzione Generale della Protezione Civile e ARPAS ha consentito la realizzazione di 18 nuove stazioni idrometriche di cui 6 in sbarramento e 12 in alveo, realizzate con tecnologia CAE, e trasmissione dati sia GPRS che radio UHF. Nelle installazioni in alveo è stato utilizzato unicamente il sensore LPR radar, mentre in sbarramento sono stati utilizzati sia sensori con tecnologia radar sia sensori piezoresistivi. Alle suddette stazioni si aggiungono la stazione idrometrica, realizzata con fondi ARPAS, nel bacino del Posada, e 8 stazioni idrometriche acquisite da altri soggetti. L'attuale rete fiduciaria consta di 36 stazioni idrometriche ubicate nei 17 principali bacini di interesse di Protezione Civile.

Un ulteriore ampliamento della rete idropluvimetrica verrà realizzato mediante l'Accordo di Programma tra il Commissario Delegato per l'Emergenza Alluvione 2015 e l'ARPAS. Tale accordo ha consentito di pianificare la realizzazione di 45 nuove stazioni. L'accordo di programma prevede anche l'acquisizione da parte di ARPAS di altre 6 stazioni idrometriche realizzate a cura di altri soggetti istituzionali. L'attuazione di quanto programmato consentirà quindi di raggiungere un totale di 87 stazioni idrometriche. Allo stesso tempo l'Ufficio Idrogeologico e Idrografico di ARPAS si è attivato per la realizzazione delle misure di portata e quindi delle scale delle portate empiriche per ciascuna sezione.

In particolare nei 36 bacini idrografici sottesi alle stazioni idrometriche è stata condotta una prima analisi morfologica per monitorare e valutare l'evoluzione delle sezioni dovuta a fenomeni erosivi e di trasporto solido.



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society

Le Giornate dell'Idrologia 2018

Roma, 18 - 20 giugno 2018



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



L'Obiettivo della presente ricerca è stato definire i tempi e l'entità dei cambiamenti morfologici avvenuti nei bacini studio. In prima istanza si è cercato di definire una base conoscitiva dell'evoluzione degli alvei in alcune sezioni tipo, sia storica che recente, attraverso l'analisi dei principali processi fluviomorfologici. L'analisi ha messo in luce le modificazioni sostanziali che sono avvenute nell'intervallo di tempo analizzato. I risultati indicano una forte tendenza alla riduzione dell'alveo attivo a cui si accompagnano temporanee fasi di espansione. Tuttavia queste fasi di espansione non sono riuscite ad invertire il trend di riduzione dell'alveo attivo.



Evaluation of sensitivity and uncertainty on snow cover area simulation and hydrological response using TOPMELT, a modelling approach based on a topography distribution function

Zaramella Mattia¹, Di Marco Nicola², Borga Marco¹

¹Department of Land, Environment, Agriculture and Forestry, University of Padua, Padova, Italy

²Faculty of Science and Technology, Free University of Bozen, Bozen-Bolzano, Italy

Abstract

This work assesses the uncertainty of snowmelt simulation (TOPMELT) integrated within a semi-lumped hydrological model (ICHYMOD). TOPMELT modelling approach is based on a topographic distribution of the spatial domain within homogeneous classes of incident solar radiation, where snow accumulation and melting processes are simulated by means of a radiation enhanced temperature-index model, based on energy as an index of snowmelt similarity and accounting for the temporal variation of the radiation distribution over the basin. In TOPMELT, pixels with similar energy index are identified and grouped together in energy classes within distinct elevation bands, ensuring significant computational efficiency of snowpack modelling, carried out for each energy index class. To account for the energy index seasonality, TOPMELT incorporates a routine managing the different distribution of energy index classes over time. The class snowpack resulting from this semi-distributed approach is spatially redistributed, yielding maps of snow water equivalent over the catchment. The snow maps are used to perform a sensitivity and uncertainty analysis of TOPMELT parameters in order to quantify the effects of different parametrizations, in terms of both temporal/spatial snow cover area (SCA) and runoff performances. The case study area is the upstream part of the Adige river basin (2719 km²), in the western part of Southern Tyrol (Northern Italy), where quality controlled MODIS snow distribution data and snow depth observations, collected at about 30 stations distributed over the catchment, are available over 5 years (2012-2016). Uncertainty assessment is carried out by comparing MODIS maps, snow depth records and discharge data at different stream-gauge stations within the basin. Results show that model uncertainty is significantly affected by the temporal resolution of the energy index spatial distribution. By using a monthly energy index distribution, the model is able to reasonably reproduce both MODIS-observed SCA and measured runoff over different basins. Finally, MODIS data results to be a valid aid in estimating the optimal model parameterization.



Understanding runoff generation in small mountain catchments through an integrated experimental approach: example from the Ressi catchment

Giulia Zuecco¹, Daniele Penna², Chiara Marchina¹, Ylenia Gelmini¹, Anam Amin¹, Marco Borga¹

¹Department of Land, Environment, Agriculture and Forestry, University of Padova, via dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD), Italy

²Department of Agricultural, Food and Forestry Systems, University of Florence, via San Bonaventura 13, 50145 Florence, Italy

giulia.zuecco@unipd.it

Abstract

Long term and spatially-distributed measurements of hydrological variables can help to achieve a more detailed conceptualization of the fundamental runoff generation mechanisms at the small catchment scale. In this work, we summarize the main findings inferred from an array of hydrometric measurements and tracer applications (stable isotopes of water, major ions and electrical conductivity) conducted from 2012 to 2017 in the 2-ha forested Ressi catchment, in the Italian pre-Alps. Research carried out in Ressi principally aimed at investigating the controls on the seasonal variability of runoff generation processes and event water contributions to stream runoff.

Streamflow, rainfall, depth to water table (at six locations), and soil moisture (at ten locations and different depths) were measured continuously. Relations between soil moisture, depth to water table and streamflow at the runoff event timescale were analyzed by the application of a recently developed hysteresis index. Samples for tracer analysis were collected from rain and stream water, shallow groundwater and soil water biweekly and at high temporal resolution (minutes to hours) during selected rainfall-runoff events. All samples were analyzed for electrical conductivity using a portable field meter, isotopic composition by laser absorption spectroscopy and major ions concentrations by ion chromatography.

Our results showed that the hydrological response to rainfall events differed during summer and fall/spring. We found a threshold relation between stormflow volume and sum of rainfall amount and an antecedent soil moisture index. We also observed a seasonal pattern in the hysteretic relations between hillslope soil moisture and depth to water table with streamflow. Particularly, hillslope soil moisture peaked before streamflow during large rainfall events and wet periods, while streamflow rose and peaked before hillslope soil moisture during small rainfall events and dry conditions. The analysis of the hysteretic patterns and the application of tracer-based two- and three-component hydrograph separation highlighted the different role of soil water in the riparian zone and the hillslope to stream runoff. The riparian zone was always wetter than the hillslope, and riparian soil water contributed to stream runoff both



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society

Le Giornate dell'Idrologia 2018

Roma, 18 - 20 giugno 2018



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



during small and large rainfall events. Conversely, hillslope soil water and groundwater dominated the hydrograph during wet conditions in fall. End-member mixing analysis showed that riparian shallow groundwater sustained runoff during baseflow conditions, while riparian soil water and shallow groundwater were the main contributors to stream runoff during rainfall-runoff events. Hydrograph separation results also showed that average event water contributions increased as a function of rainfall intensities and streamflow peak.

Overall, these results highlighted the relevant role of the riparian zone and hillslopes on the seasonal variability of runoff generation and on contributions to streamflow, and will be useful in the development of a conceptual model for this catchment.



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society

Le Giornate dell'Idrologia 2018

Roma, 18 - 20 giugno 2018



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



SESSIONE 2

Valutazione della risposta idrologica



On the uncertainty of hydrologic and hydraulic parametrization on inundation maps

Antonio Annis¹, Federica Piccione², Fernando Nardi¹, Elena Volpi², Aldo Fiori²

¹ WARREDOC, Università per Stranieri di Perugia, Piazza Fortebraccio, 4, 06123 Perugia

² Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi Roma Tre, Via Vito Volterra, 62, 00146 Roma

antonio.annis@unistrapg.it

Abstract

Flood mapping is one of the most important tools for flood risk management and mitigation. The lack of long stage/flow time series implies the adoption of hydrologic and hydraulic models to simulate the flood dynamics considering design flood events determined with extreme rainfall/flow frequency analysis. The design rainfall event, characterized by a defined return period, is adopted for the flood risk assessment and to design the structural measures aimed for the flood risk mitigation. In Italy, the regional planning is usually developed considering a 200 year return period, that is significantly higher than the available rain/flow time series. For this reason, the uncertainty related to the estimation of these variables is not negligible. Moreover, the uncertainty of the hydraulic models is considerable as well, because of their simplification of the represented complex physical processes (structural uncertainty) and the lack of information related to the models' parameters (parametric uncertainty) [1] [2]. Scientific literature widely investigated on the hydrologic and hydraulic uncertainties related to real and synthetic flood events [3] and to flood forecasting [4]. Despite the significant uncertainty of the flood hazard maps is well known [5], usually these products are still presented with deterministic approaches.

This work is aimed to analyse the impact of the uncertainties of the synthetic rainfall and the hydraulic parametrization on the extension of the flood maps. The flood wave propagation is simulated with the FLO-2D [6] model; the code implements the full dynamic wave equations in 1D along the channel and in 2D over the floodplain areas. The model is forced by a lumped hydrologic model, whose unitary basin response (IUH) is calculated with a geomorphic approach [7] [8]. The uncertainties related to the design flow and the hydraulic parameters are considered adopting Monte Carlo simulations. The synthetic rainfall as input of the hydrologic model are considered as the only source of hydrologic uncertainty, neglecting other components such as the infiltration rate and the structural uncertainty. The probability density function of the design rainfall is calculated starting from the VAPI Intensity-Duration-Frequency (IDF) curves [9]. The uncertainty of the hydraulic model parametrization is represented considering a range of roughness values taken from literature.



As case study, the Marta river basin (1084 km² large), located in the northern part of the Lazio region, has been chosen. Specifically, the downstream part of the river basin, between the SS1 Aurelia highway and the river mouth, has been considered for the flood wave propagation.

Results underline how the hydrologic uncertainty related to the synthetic rainfall, compared to the one related to the hydraulic parametrization, has a widely higher impact on the flood extension. The variability of the results given by the 2D hydraulic model show significant differences in terms of water depths and flood extensions. The variability of the flood extension decreases with the increasing of the return period, because of the floodplain morphology of the Marta river basin, that limits the flood extension for high values of extreme flows.

Further developments can be aimed to test the proposed methodology on different case studies in different climatic and morphologic environments.

References

- [1] Aronica, G., Hankin, B., Beven, K.J. Uncertainty and equifinality in calibrating distributed roughness coefficients in a flood propagation model with limited data. *Advances in Water Resources*. 22 (4), pp 349–365 (1998).
- [2] Pappenberger, F., Beven, K., Horritt, M., & Blazkova, S. Uncertainty in the calibration of effective roughness parameters in HEC-RAS using inundation and downstream level observations. *Journal of Hydrology*. 302(1), pp 46-69 (2005).
- [3] Westerberg, I. K., & McMillan, H. K. Uncertainty in hydrological signatures. *Hydrology and Earth System Sciences*. 19(9), 3951 (2015).
- [4] Moradkhani, H., Hsu, K. L., Gupta, H., & Sorooshian, S. Uncertainty assessment of hydrologic model states and parameters: Sequential data assimilation using the particle filter. *Water resources research*. 41(5) (2005).
- [5] Di Baldassarre, G., Schumann, G., Bates, P. D., Freer, J. E., & Beven, K. J. Flood-plain mapping: a critical discussion of deterministic and probabilistic approaches. *Hydrological Sciences Journal—Journal des Sciences Hydrologiques*, 55(3), pp 364-376 (2010).
- [6] O'brien, J. S., Julien, P. Y., & Fullerton, W. T. Two-dimensional water flood and mudflow simulation. *Journal of hydraulic engineering*. 119(2), 244-261 (1993)
- [7] Grimaldi, S., Petroselli, A., & Nardi, F. A parsimonious geomorphological unit hydrograph for rainfall–runoff modelling in small ungauged basins. *Hydrological Sciences Journal*. 57(1), pp 73-83 (2012).
- [8] Di Lazzaro, M., Zarlenga, A., & Volpi, E. Hydrological effects of within-catchment heterogeneity of drainage density. *Advances in water resources*. 76, pp 157-167 (2015).
- [9] GNDICI, La valutazione delle piene in Italia. CNR, Roma (1994).



A modified IHACRES Rainfall-Runoff model for Groundwater Resources Estimation and Management

Iolanda Borzi¹, Brunella Bonaccorso¹, Aldo Fiori²

¹Department of Engineering, University of Messina, Messina, Italy

²Dipartimento di Scienza dell'Ingegneria Civile, Università di Roma Tre, Rome, Italy

iborzi@unime.it

Abstract

In many areas of Mediterranean region, pressure on already scarce water resources is intensifying due to the increasing water demand for domestic, agriculture and industrial use. Therefore, the need arises for an effective water resources management in response to such pressures, which climate changes are likely to exacerbate in the next future. This requires the development and implementation of models able to simulate the behavior of water systems under different climatic and water demand scenarios.

Wherever groundwater resources play a relevant role in water supply, such models must properly take into account the stream-aquifer interactions, as well as the effects of water withdrawal for human activities on the aquifer recharging mechanism and, in turn, on the overall flow regime.

The Alcantara river catchment is located in North Eastern Sicily, encompassing the north side of Etna Mountain, the highest active volcano in Europe. The catchment has an extension of about 603 km². The mountain area on the right side of the river is characterized by volcanic rocks with a very high infiltration capacity. Here, precipitation and snow melting supply a large aquifer whose groundwater springs at the mid/downstream of the river, mixing with surface water coming from the left side of the basin, whose contribution follows the rainfall annual variability typical of Mediterranean climate. Groundwater resources are mainly used to supply all the municipalities located within the river catchment through local aqueducts, as well as the small towns along the Ionian coast; in addition: The Alcantara river also supplies some industries, farms and two hydroelectric power plants. This area is also a beautiful environmental reserve.

The main purpose of the present study is to estimate the groundwater resources of the aquifer within the Alcantara river basin by the development and implementation of a rainfall-runoff model able to describe stream-aquifer interactions under different climate and anthropic changes, in order to better manage conflicts among water users.

The proposed model is a modified version of IHACRES rainfall-runoff model, whose input continuous series of concurrent daily or monthly streamflow, rainfall and temperature data.



The structure of the model here presented includes three modules: (1) a non linear loss module that transforms precipitation to effective rainfall by considering the influence of temperature, after this (2) a linear module based on the classical convolution between effective rainfall and the unit hydrograph able to simulate the quick component of the runoff and (3) another non linear modules that simulates the slow component of the runoff and that feeds the groundwater storage. From the sum of the quick and the slow components (except for groundwater losses that represents the aquifer recharge) the total streamflow is derived. This model structure is applied separately to sub-basins showing different hydrology and land use. The model is calibrated at two main cross sections of the Alcantara river basin, where daily streamflow data are available. Point rainfall and temperature data are spatially averaged with respect to the considered sub-basins. Calibration and validation are carried out for the period 1981-1984 and 1985-1988 respectively. Results are also compared with the ones of previous studies, in order to better asses the performance of the proposed model.



Regional hydrological modelling in the Mosel catchment (Europe). What controls streamflow diversity?

Fabrizio Fenicia¹

¹Eawag, Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, Überlandstrasse 133, 8600 Dübendorf – Zurich (Switzerland)

fabrizio.fenicia@eawag.ch

Abstract

The Mosel catchment extends over an area of about 30.000 km² and covers several countries, including Germany, France, Luxembourg and Switzerland. Although the hydrology is affected by human infrastructure, there are no major lakes or dams that dampen the flow signal significantly. Therefore, this catchment is a suitable candidate to examine how catchment properties affect streamflow variability. We considered 20 stream gauges within this catchment, and we investigated how climate and catchment characteristics such as topography and geology affect various hydrograph signatures. The results of this analysis were used to inform the structure of a distributed hydrological model. We could show that with a simple model, with about 10 calibration parameters, it is possible to reproduce the main trends of variability in observed streamflow at different locations.



Distribuzione spaziale del regime dei deflussi e connettività idrologica a scala di rete

Silvia Garbin^{1,2}, Elisa Alessi Celegon², Pietro Fanton² & Gianluca Botter¹

¹*Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura, Università degli Studi di Padova, Padova*

²*i4 Consulting S.r.l., Padova*

silvia.garbin@dicea.unipd.it

Sommario

I deflussi sono il risultato dell'interazione dinamica tra processi idro-meteorologici ed ecologici. La variabilità temporale del regime dei deflussi riflette il carattere stocastico dei principali flussi idrologici e rappresenta un elemento chiave che struttura e controlla le comunità ecologiche fluviali e le dinamiche degli ecosistemi. L'obiettivo della ricerca è di sviluppare ed investigare un approccio probabilistico per quantificare la distribuzione spaziale dei regimi dei deflussi e della connettività idrologica alla scala di rete. L'elemento innovativo di questo lavoro, rispetto ai modelli idrologici spazialmente distribuiti già presenti in letteratura, è l'analisi quantitativa delle distribuzioni di probabilità dei regimi che derivano dall'integrazione di complessi processi idrologici e che hanno una notevole e dimostrata rilevanza ecologica. La distribuzione di probabilità dei deflussi si basa su un modello analitico meccanicistico che regola le dinamiche del contenuto d'acqua nel suolo, integrando la stocasticità della precipitazione e l'effetto dei processi di evapotraspirazione. L'approccio è stato generalizzato implementando un modello spazio-tempo di Poisson per la generazione stocastica degli eventi di precipitazione. La frequenza e l'intensità di precipitazione sono calcolate localmente alla scala di rete come valori mediati sull'area drenata. L'eccesso di precipitazione è rilasciato dal terreno come deflusso secondo una relazione non lineare i cui parametri, che regolano la velocità di decrescita del deflusso di portata, dipendono dalla natura morfologica e dalle condizioni di saturazione del bacino. La distribuzione di probabilità dei deflussi specifici emerge quindi direttamente come risultato dell'aggregazione delle eterogeneità spaziali climatiche, eco-idrologiche e geomorfologiche dei bacini contribuenti. La connettività idrologica, definita come la probabilità che si realizzino tiranti idrici in grado di assicurare la connessione fisica tra i diversi rami del reticolo, è calcolata come la probabilità di superamento di tiranti soglia. A partire dalla distribuzione di probabilità dei deflussi, è stata derivata la densità di probabilità dei tiranti per il calcolo della connettività alla scala di rete. Le implicazioni ecologiche della connettività idrologica sono state infine analizzate includendo un modello analitico che relaziona la qualità e la funzionalità degli habitat alla variabilità idro-climatica dei deflussi.



Le analisi finora condotte mostrano che l'andamento dei deflussi e della connettività idrologica alla scala di rete sono influenzati dalla variabilità spaziale delle forzanti climatiche. Le eterogeneità climatiche e geomorfologiche dei bacini idrografici impattano in modo significativo la connettività dei rami del reticolo con implicazioni considerevoli sulla frammentazione degli habitat. I risultati evidenziano infatti il ruolo chiave giocato dalle dinamiche idrologiche che controllano la distribuzione e l'abbondanza delle comunità ecologiche negli ecosistemi fluviali.

Il modello sviluppato rappresenta un valido strumento per la previsione degli impatti idrologici ed ecologici dovuti ai cambiamenti climatici e all'uso del suolo. L'andamento delle variazioni spazio-temporali dei regimi idrologici detta la struttura degli ecosistemi fluviali e pertanto la connettività idrologica risulta essere una proprietà fondamentale per assicurare la connessione fisica ed ecologica tra gli habitat di una rete idrologica naturale.

Bibliografia

- [1] Armstrong, J.D., Kemp, P.S., Kennedy, G.J.A., Ladle, M., Milner, N.L.: Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams, *Fisheries research*, 62, 143-170 (2003)
- [2] Biswal, B., Marani, M.: Geomorphological origin of recession curves, *Geophysical Research Letters*, 37(24) (2010)
- [3] Botter, G., Porporato, A., Rodriguez-Iturbe, I., Rinaldo, A.: Nonlinear storage-discharge relations and catchment streamflow regimes, *Water Resources Research*, 45(10) (2009)
- [4] Ceola, S., Bertuzzo E., Singer, G., Battin, T.J., Montanari, A., Rinaldo, A.: Hydrologic controls on basin-scale distribution of benthic invertebrates, *Water Resour. Res.*, 50, 2903–2920 (2014)
- [5] Cowpertwait, P., Isham, V., Onof, C.: Point process models of rainfall: developments for fine scale structure, *Proceeding of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 2569-2587 (2007)
- [6] Leopold, L.B., Maddock, T.: The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications. Technical report, U.S. Geol. Survey Prof. Paper No.252, U.S. Government Printing Office, Washington, DC (1953)
- [7] Lytle, D.A., Poff, N.L.: Adaptation to natural flow regimes, *Trends in Ecology & Evolution*, 19(2), 94–100 (2004)
- [8] Schlosser, I.J.: Stream fish ecology: a landscape perspective, *Bioscience*, 41(10), 1–9 (1991)



Osservazioni afflussi-deflussi sul versante sperimentale “Cape Fear”

Salvatore Grimaldi^{1,2*}, Flavia Tauro³, Aldo Fiori⁴, Nunzio Romano⁵, Mario Palladino⁵, Maria Cristina Rulli⁶ & Andrea Petroselli⁷

¹*Dipartimento per la Innovazione nei sistemi biologici, agroalimentari e forestali (DIBAF), Università della Tuscia (Viterbo)*

²*Department of Mechanical and Aerospace Engineering, New York University Tandon School of Engineering, USA (New York)*

³*Centro per l'Innovazione Tecnologica e lo Sviluppo del Territorio, Università della Tuscia (Viterbo)*

⁴*Dipartimento di Ingegneria, Università Roma Tre, (Roma)*

⁵*Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II (Napoli)*

⁶*Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Politecnico di Milano (Milano)*

⁷*Dipartimento di Economia, Ingegneria, Società e Impresa (DEIM), Università della Tuscia (Viterbo)*

salvatore.grimaldi@unitus.it

Sommario

La varietà dei processi fisici che concorrono alla formazione del deflusso e la loro eterogeneità spaziale e temporale, rende particolarmente complessa la comprensione e caratterizzazione della trasformazione della precipitazione in deflusso. Le parcelle sperimentali, seminaturali o artificiali, di limitata dimensione riducono le problematiche per lo studio dei processi idrologici, permettendo la loro osservazione in condizioni semplificate e controllate.

A tal fine, recentemente, è stato realizzato presso l'Università degli Studi della Tuscia – Viterbo un versante sperimentale denominato “Cape Fear”. Tale apparato è costituito da un cuneo di terreno, seminaturale, a base quadrata di 7 m x 7 m e pendenza uniforme del 17%, in cui sono installate strumentazioni che permettono il monitoraggio in continuo della precipitazione, infiltrazione, deflusso solido e liquido, e umidità del suolo [1],[2],[3].

In questo contributo vengono analizzati gli eventi meteorici registrati dal 2014 al 2016, con l'obiettivo di studiare la struttura di dipendenza tra i valori dell'intensità massima (I_{max}) di precipitazione e del deflusso massimo (Q_{max}), osservati durante gli eventi, per capire quali siano i fattori più influenti che ne incrementino il legame di dipendenza.

I risultati mostrano una debole dipendenza tra le due variabili investigate (I_{max} - Q_{max}). Selezionando dei sotto-campioni in base alla presenza del deflusso nel momento di massimo scroscio di pioggia, le analisi mostrano una struttura di dipendenza differenziata. I risultati ottenuti supportano l'ipotesi che, fintanto che non sia avvenuta la formazione di un minimo



deflusso superficiale, la Q_{\max} dipende principalmente dall'umidità del suolo. Al contrario, quando si crea un minimo deflusso sul versante la dipendenza con la precipitazione diviene dominante. Analisi ed esperimenti futuri, che riguardino un numero maggiore di eventi meteorici anche di caratteristiche diverse, potranno confermare tale ipotesi di studio.

Bibliografia

- [1] Tauro, F., Petroselli, A., Fiori, A., Romano, N., Rulli, M. C., Porfiri, M., Palladino, M., & Grimaldi, S. Cape Fear - a hybrid hillslope plot for monitoring hydrological processes. *Hydrology* 2017, 4, 35. doi:10.3390/hydrology4030035.
- [2] Petroselli, A., Tauro, F. Cape Fear: monitoring basic hydrological processes in an outdoor hillslope plot. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2017, 189(3),132.
- [2] Tauro, F., Grimaldi, S., Petroselli, A., Rulli, M. C., & Porfiri, M. Fluorescent particle tracers in surface hydrology: a proof of concept in a semi-natural hillslope. *Hydrology and Earth System Sciences*, 2012, 16(8), 2973–2983.



Validation of two hydrological stress indices for operational activity in Central Italy

Annalina Lombardi¹, Barbara Tomassetti¹, Valentina Colaiuda¹, and Marco Verdecchia²

¹CETEMPS - University of L'Aquila, CETEMPS - Center of Excellence, Department of Physical and Chemical Sciences, Italy

² Dept. of Physical and Chemical Sciences, University of L'Aquila, L'Aquila, Italy

annalina.lombardi@aquila.infn.it

Abstract

One of the most challenging features in developing flood forecasting models is represented by the difficulty to establish a river discharge threshold, beyond which a flood event is expected to occur. Discharge estimations in Central Italy are mainly available for larger, historically instrumented catchments, while a few updated rating curves are available for the smallest Apennine's catchments. Moreover, when a flood occurs, the maximum discharge estimation is difficult to calculate. As a consequence, the calibration of a hydrological model in a severe events forecasting point of view still represent a challenging issue. The Civil Protection hydrological monitoring activity is mainly based on hydrometric level threshold exceedances, however, this parameter is strongly non-stationary and cannot be used as an absolute reference for calibrating hydrological models. In order to overcome this complication, two different hydrological stress indices have been calibrated, aiming at localizing fluvial segments where hydrological criticalities are most likely to occur. Several severe weather case studies on the Italian Peninsula have been simulated by the CHyM hydrological model [1, 3, 4] in order to investigate the indices capability in predicting both the correct timing and localization of fluvial floods on different catchments, characterized by different physiographic characteristics and simulated in different spatial resolution, depending on the basin extension. The calibration method employed the use of hydrometric thresholds exceedances and the validation has been carried out by using the available data providing the locations and the timing of the selected severe events, such as Civil Protection, Environmental Agencies and Firefighters reports on damages, news on media and the IRPI-CNR POLARIS project, COPERNICUS-EMS and LAND-deFeND projects database structure [2]. The operational activities are carried out forcing CHyM hydrological model with observed and forecasted precipitation scenario by using meteorological limited areas model at high spatial resolution. Particular emphasis is given to the possibility to use the proposed approach for operational hydrological alarm mapping over Italy, also for the smallest, not instrumented catchments where flash floods are more likely to occur.



References

- [1] Coppola E., B. Tomassetti, L. Mariotti, M. Verdecchia and G. Visconti, Cellular automata algorithms for drainage network extraction and rainfall data assimilation, *Hydrol. Sci. J.*, 52(3), pp. 579-592, 2007.
- [2] Napolitano E., Marchesini I., Salvati P., Donnini M., Bianchi C., Guzzetti F., LAND-deFeND – An innovative database structure for landslides and floods and their consequences, *Journal of Environmental Management*, 2018.
- [3] Sorooshian, S., Hsu, K.L., Coppola, E., Tomassetti, B., Verdecchia, M., Visconti, G. (Eds.), *Hydrological Modelling and the Water Cycle Coupling their Atmospheric and Hydrological Models Series: Water Science and Technology Library*, Vol. 63. ISBN: 978-3-540-77842-4.
- [4] Tomassetti B., E. Coppola, M. Verdecchia, and G. Visconti, Coupling a distributed grid based hydrological model and MM5 meteorological model for flooding alert mapping, *Adv. Geosci.*, 2, pp. 59-63, 2005.



Effects of global warming on flood occurrences over the upper Po basin

Annalina Lombardi¹, **Barbara Tomassetti¹**, Valentina Colaiuda¹ and Marco Verdecchia²

¹CETEMPS, Center of Excellence, University of L'Aquila, via Vetoio snc, 67100 – L'Aquila (Italy);

²DSFC – Department of Physical and Chemical Sciences, University of L'Aquila, via Vetoio snc, 67100 - L'Aquila (Italy)

barbara.tomassetti@aquila.infn.it

Abstract

Global warming is expected to increase severe events occurrences, such as drought, pluvial floods and flash floods, over the drainage network in the Mediterranean basin. North Italy is being affected by hydro-meteorological severe events more and more frequently, due to changes in the total rain distribution during the hydrological year, as well as glaciers melting rates. The possible trend of flood occurrences over the upper Po basin has been investigated by using the CETEMPS Hydrological Model (CHyM), coupled with the RegCM high resolution climatic projections in the framework of the ACQWA project. Such trend has been evaluated by using two operational hydrological stress indices, resulting from a long climatic simulation ranging from 1960 to 2050, able to detect fluvial segments expected to be the most susceptible to climate change alteration. The proposed approach can represent a useful method to map the hydro-climatic vulnerability over the Italian drainage network.

References

- [1] Coppola, E., Verdecchia, M., Giorgi, F., Colaiuda, V., Tomassetti B., Lombardi, A. : Changing hydrological conditions in the Po basin under global warming. *Science of The Total Environment* Volume 493, 15 September 2014, Pages 1183-1196
- [2] Tomassetti, B., Coppola, E., Verdecchia, M. and Visconti, G.: Coupling a distributed grid based hydrological model and MM5 meteorological model for flooding alert mapping, *Adv. Geosci.*, **2**, pp. 59-63, 2005.



On the statistical attribution of changes in the frequency of flood events across the U.S. Midwest

Andrea Neri¹, Gabriele Villarini², Louise J. Slater³, and Francesco Napolitano¹

¹ *Department of Civil, Constructional and Environmental Engineering, University of Rome "La Sapienza", Rome, Italy.*

² *IHR-Hydroscience & Engineering, The University of Iowa, Iowa City, Iowa, USA.*

³ *Department of Geography, Loughborough University, Loughborough, UK.*

Abstract

Recent studies have pointed to an increase in the frequency of flood events across the U.S. Midwest [1, 2]. However, while changes have been detected, much less is known about what caused them. Using an observation-driven approach, we develop a statistical framework to attribute the changes in the frequency of flood peak events to changes in the climate system and to land use / land cover. The main research questions we want to address are: (1) What are the major drivers, whether climate- or LULC-related, responsible for the year-to-year variability and multidecadal changes in the frequency of flood events? (2) How do these drivers representative of different physical processes change across the different seasons? (3) Do we identify the same drivers as we move from rarer to more frequent events?

We focus on 287 stream gauges [3] located in the U.S. Midwest with at least 50 years of daily discharge measurements covering the second half of the 20th century into the present. To obtain the time series of the number of flood events we use a peak-over-threshold (POT) approach. Our analyses are performed at the seasonal level and consider five predictors (i.e., precipitation, temperature, antecedent wetness conditions, agriculture, and population density). We expect these drivers to be related to the frequency of flood events, with the role that they play for each season or threshold level to be site- and potentially season-specific [4]. Because of the discrete nature of the independent variable, we use Poisson regression to model the interannual variability in flood counts. Here we consider seven different regression models relating the response variable (i.e., flood counts) to the different predictors.

A model with precipitation as the only predictor was the one that was most frequently selected, especially during spring and summer and for rarer flood events (i.e., higher threshold values). The second best covariate was the antecedent wetness, which influences the frequency of flood counts either in terms of snow-related processes during winter and spring, or in terms of evapotranspiration during summer and fall; moreover, we found that this predictor played an increasing role as we considered more frequent events (i.e., lower threshold values). Temperature constitutes a good predictor only when combined with antecedent wetness conditions. LULC drivers (i.e., agricultural intensity and urbanization) are



very rarely selected, suggesting that much of the interannual variability in flood counts is driven by climate processes.

References

- [1] Mallakpour, I., Villarini, G.: The changing nature of flooding across the central United States, *Nature Climate Change*, vol. 5, n. 3, pp. 250-254 (2015).
- [2] J. L. Slater, J.L., Villarini, G.: Recent trends in U.S. flood risk, *Geophysical Research Letters*, vol. 43, pp. 12,428-12,436 (2016).
- [3] USGS: USGS Surface-Water Daily Data for the Nation (2017). [Online]. Available: https://waterdata.usgs.gov/nwis/dv/?referred_module=sw.
- [4] Slater, J.L., Villarini, G.: Evaluating the Drivers of Seasonal Streamflow in the U.S. Midwest, *Water*, vol. 9, n. 9, p. 695 (2017).



I.M.A.Ge: allerta e gestione delle piene nel bacino del Brenta – Bacchiglione

Giulia Passadore¹, Elena Crestani¹, Riccardo Mel¹, Daniele Viero¹, Luca Carniello¹, Bruno Maticchio², Paolo Boscolo³, Silvia Cremonese³, Italo Saccardo³, Barbara De Fanti⁴, Marco Puiatti⁴, Luigi D'Alpaos¹ e Andrea Rinaldo^{1,5}

¹ Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale, Università di Padova

² Ipros Ingegneria Ambientale srl, Padova

³ A.R.P.A.V. Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio, Servizio Idrologico Regionale

⁴ Direzione Difesa del Suolo - Regione Veneto

⁵ Laboratory of Echohydrology (ECHO/IIIE/ENAC), École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland

Sommario

Scopo dello studio qui presentato è l'implementazione di uno strumento modellistico climatico-idrologico-idrodinamico, fisicamente basato e spazialmente esplicito che, descrivendo esplicitamente i processi di trasformazione afflussi-deflussi e i fenomeni idrodinamici legati alla propagazione delle onde di piena, consente di prevedere in tempo reale l'evoluzione e le conseguenze sul territorio circostante degli eventi di piena all'interno del bacino idrografico del Bacchiglione – Brenta.

La catena modellistica predisposta stima gli idrogrammi a partire dai dati meteorologici (misurati o previsti), per mezzo di un modello idrologico di trasformazione afflussi-deflussi di tipo geomorfologico. Gli idrogrammi vengono poi propagati lungo l'asta fluviale, mediante un modello idrodinamico, per stimare i livelli e i possibili allagamenti nel dominio di interesse.

Gli idrogrammi di piena utilizzati per la taratura dei modelli idrologici si riferiscono alle sezioni di chiusura dei seguenti bacini:

- Bacchiglione chiuso alla sezione di Vicenza - Ponte degli Angeli (400 km²) – con i 2 bacini intermedi: Leogra chiuso a Torrebelvicino (68 km²) e Bacchiglione chiuso a Ponte Marchese (245 km²);
- Retrone chiuso alla sezione di S. Agostino (120 km²);
- Tesina chiuso alla sezione di Bolzano Vicentino (750 km²);
- Brenta chiuso alla sezione di Barzizza (1600 km²);
- Muson dei Sassi chiuso alla sezione di Castelfranco Veneto (310 km²).

Gli invasi presenti all'interno dei bacini oggetto di studio (serbatoio del Corlo nel bacino del Brenta e cassa di espansione di Caldugno nel bacino del Bacchiglione) sono stati oggetto di



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society

Le Giornate dell'Idrologia 2018

Roma, 18 - 20 giugno 2018



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



modellazione numerica: per poter prevedere le portate scaricate dagli invasi, si sono implementate le regole di funzionamento degli scarichi, codificate e realizzate dall'Ente gestore. Analogamente, si è implementata la regola di gestione del nodo idraulico di Voltabarozzo (Padova).

Il reticolo di calcolo bidimensionale, utilizzato per la modellazione idrodinamica, occupa i territori compresi tra le sezioni di chiusura dei modelli idrologici e la foce del Brenta nei pressi di Brondolo.

La calibrazione dei modelli idrologici, relativa al periodo 2010 – 2017, ottenuta dal confronto tra idrogrammi simulati e misurati in corrispondenza delle 8 sezioni monitorate, evidenzia una buona corrispondenza sia nel lungo termine (modellazione in continuo), sia per singoli eventi di piena. Le simulazioni condotte in corrispondenza degli eventi di morbida-piena registrati nel periodo 2010 – 2017 hanno evidenziato la bontà delle capacità previsionali dello strumento.

L'intero sistema, attualmente operativo presso il Centro Funzionale Decentrato della Protezione Civile del Veneto con sede a Marghera (VE), viene gestito tramite un'interfaccia, denominata I.M.A.Ge (Interfaccia e Modello per l'Allerta e la GEstione delle piene), che permette alle autorità regionali competenti di monitorare e gestire le emergenze in tempo reale.



On the parameter transferability across models and events: an application in a semi-arid Mediterranean catchment

Enrica Perra¹, Monica Piras¹, Roberto Deidda¹, Claudio Paniconi², Giuseppe Mascaro³

¹University of Cagliari, Italy

²INRS-ETE, Quebec City, Canada

³Arizona State University, Tempe, USA

enrica.perra@unica.it

Abstract

In this work we investigate the parameter transferability across three hydrologic models implemented in a medium-sized Mediterranean catchment characterized by a semi-arid climate. The models, TIN-based Real Time Integrated Basin Simulator (tRIBS) [1], Topographic Kinematic Approximation and Integration eXtended (TOPKAPI-X) [2], and CATchment HYdrology (CATHY) [3], are all physically based but to varying degrees as regards physical processes and terrain features representation. Starting from a previously implemented configuration of the tRIBS model calibrated for a very wet year (1930) and validated for an extremely dry period (1931-1932) [4], we adopted a comparable parameterization for the other two models in order to investigate issues of parameter transferability both across the different models and across the different hydroclimatic events. The three hydrologic models responded similarly during the calibration year whereas significant differences were found for the validation period. In particular, to obtain satisfactory results during the 1931-1932 dry period, for the CATHY model an hypothesis of soil crusting was formulated and tested, on the basis of which the first soil layer was modeled with a lower saturated hydraulic conductivity [5].

References

- [1] Ivanov, V.Y., Vivoni, E.R., Bras, R.L., Entekhabi, D.: Catchment hydrologic response with a fully-distributed triangulated irregular network model, *Water Resources Research*, 40(11), doi:10.1029/2004WR003218, 1–23 (2004a)
- [2] Liu, Z., Todini, E.: Towards a comprehensive physically-based rainfall-runoff model, *Hydrology and Earth System Sciences*, 6(5), 859-881 (2002)
- [3] Camporese, M., Paniconi, C., Putti, M., Orlandini, S.: Surface-subsurface flow modeling with path-based runoff routing, boundary condition-based coupling, and assimilation of multisource observation data, *Water Resources Research*, 46, W02512,



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society

Le Giornate dell'Idrologia 2018

Roma, 18 - 20 giugno 2018



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



doi:10.1029/2008WR007536 (2010)

[4] Mascaro, G., Piras, M., Deidda, R., Vivoni, E.R.: Distributed hydrologic modeling of a sparsely monitored basin in Sardinia, Italy, through hydrometeorological downscaling, *Hydrology and Earth System Sciences*, 17, 4143-4158 (2013)

[5] Hillel, D., Gardner, W. R.: Steady infiltration into crust topped profiles, *Soil Science*, 108, 137-142 (1969)



Stima dell'idrogramma di progetto per bacini idrografici non strumentati attraverso il software EBA4SUB

Andrea Petroselli^{1*}, Rodolfo Piscopia², Flavia Tauro³, Fernando Nardi⁴ & Salvatore Grimaldi^{3,5}

¹Dipartimento di Economia, Ingegneria, Società e Impresa (DEIM), Università della Tuscia (Viterbo)

² Ingegnere, libero professionista, Roma

³Dipartimento per la Innovazione nei sistemi biologici, agroalimentari e forestali (DIBAF), Università della Tuscia (Viterbo)

⁴Dipartimento di scienze umane e sociali, Università per Stranieri di Perugia (Perugia)

⁵Department of Mechanical and Aerospace Engineering, New York University Tandon School of Engineering, USA (New York)

petro@unitus.it

Sommario

La stima dell'idrogramma di piena di progetto e della relativa portata al colmo è una problematica cruciale per il dimensionamento di un elevato numero di infrastrutture e per le procedure di mappatura della pericolosità idraulica. Nel caso di piccoli bacini idrografici le procedure applicate sono in genere di natura empirico-concettuale. Infatti, tali bacini idrografici sono solitamente "non strumentati", ovvero privi di osservazioni idrometriche, circostanza che rende impossibile l'applicazione di modelli fisicamente basati, in quanto non si hanno a disposizione i dati necessari per la loro calibrazione.

Di recente [1, 2] è stata sviluppata e testata una procedura di tipo "event-based" per la stima dell'onda di piena di progetto che è possibile applicare nelle stesse condizioni e con gli stessi dati di input con cui si utilizza la formula razionale. Il modello proposto, denominato EBA4SUB - Event Based Approach for Small and Ungauged Basins, consiste nella sequenza di quattro classici step delle procedure a scala di evento: stima della precipitazione lorda di progetto (tramite le curve di possibilità pluviometrica), definizione del suo idrogramma (tramite il metodo Chicago), stima della precipitazione netta (tramite il metodo CN4GA), e trasformazione afflussi-deflussi (tramite il metodo WFIUH-1par).

L'obiettivo principale del modello EBA4SUB non è fornire una stima più accurata dell'idrogramma di piena di progetto, ma fornire uno strumento empirico-concettuale che presenti la minima soggettività possibile.

Tale modello è stato recentemente codificato in un apposito software [3, 4, 5] e viene presentato in questa sede applicandolo a diversi bacini idrografici, con lo scopo di proporre una metodologia alternativa all'uso della formula razionale.



Bibliografia

- [1] Grimaldi, S. & Petroselli, A. 2015 Do we still need the rational formula? An alternative empirical procedure for peak discharge estimation in small and ungauged basins. *Hydrological Sciences* 511 Journal, 60(1), 66-67.
- [2] Petroselli, A. & Grimaldi, S. 2018 Design hydrograph estimation in small and fully ungauged basins: a preliminary assessment of the EBA4SUB framework. *Journal of Flood Risk Management*, 563 11(S1), 197-210.
- [3] Piscopia, R., Petroselli, A. & Grimaldi, S. 2015 A software package for the prediction of design flood hydrograph in small and ungauged basins. *Journal of Agricultural Engineering*, 46(2), 74-84.
- [4] Grimaldi, S. & Piscopia, R., 2017 Stima dell'onda di piena di progetto per piccoli bacini idrografici non strumentati in *Quaderno dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma*, n. 1/2017, pag. 8-19.
- [5] Piscopia, R., Petroselli, A. & Grimaldi, S. 2015 Stima dell'onda di piena di progetto in piccoli bacini non strumentati: il modello e software EBA4SUB", *L'Acqua*, 4-5.



Sul corretto utilizzo degli ensemble meteorologici nella previsione probabilistica delle piene

Ezio Todini¹, Daniela Biondi²

¹ Italian Hydrological Society, Bologna (BO), Italy

² DIMES, Università della Calabria, Arcavacata di Rende (CS), Italy

ezio.todini@gmail.com

Sommario

Gli ensemble meteorologici sono ampiamente utilizzati come forzante in catene modellistiche per la previsione delle piene e gli ensemble idrologici che ne derivano, sono frequentemente direttamente interpretati come stima dell'incertezza associata alla previsione idrologica. Con l'obiettivo di valutare correttamente l'incertezza predittiva, intesa come la probabilità di una portata (o di un volume o di un livello idrometrico) futura e sconosciuta condizionata al valore delle previsioni, questo studio introduce degli approcci alternativi per modificare in maniera appropriata alcuni post-processor già proposti in letteratura in grado di fornire la distribuzione di probabilità predittiva a partire da una o più previsioni deterministiche. Nello specifico, il BMA (Bayesian Model Averaging – Raftery, 1993; Raftery et al., 2005) e il MCP (Model Conditional Processor – Todini, 2008) sono stati opportunamente modificati in modo da considerare le previsioni basate su ensemble meteorologici in maniera più efficace e corretta nella valutazione dell'incertezza predittiva. I post-processor analizzati, principalmente fondati sull'inferenza bayesiana, sono già stati concepiti allo scopo di migliorare l'affidabilità e correggere le carenze nella taratura delle previsioni, ma sono qui modificati per incorporare correttamente le informazioni contenute negli ensemble e per consentire un'adeguata valutazione dell'eteroschedasticità nella distribuzione predittiva. Inoltre, è stata elaborata una versione univariata del MCP che non necessita dell'ipotesi di scambiabilità tra i membri dell'ensemble per la sua applicazione: nel Model Conditional Processor è stata integrata una regressione di Deming, in cui la variabile "predittore", non è certa come richiederebbe la classica regressione lineare, ma ad essa viene associata un'incertezza descritta per l'appunto dallo spread dell'ensemble. Gli approcci proposti sono stati testati su un caso di studio reale, basato sulle previsioni di ensemble per il fiume Po a Pontelagoscuro (70000 km²) messe a disposizione dall'Arpa Emilia Romagna. I risultati evidenziano come l'uso diretto degli ensemble idrologici possa essere improprio se interpretati come quantili della distribuzione della probabilità predittiva. Al contrario, i risultati ottenuti sia in termini di accuratezza che di reliability, dimostrano che gli ensemble idrologici possono essere proficuamente integrati all'interno di opportune procedure di post-processamento per fornire una valutazione corretta



della distribuzione predittiva di probabilità e supportare efficacemente il processo decisionale in caso di allerta alluvione.

Bibliografia

- [1] Raftery, A. E.. Bayesian model selection in structural equation models, in K.A. Bollen and J.S. Long (Eds.), Testing Structural Equation Models, 163–180. Newbury Park, Calif. Sage (1993).
- [2] Raftery, A. E., Gneiting, T., Balabdaoui, F., Polakowski, M.: Using Bayesian model averaging to calibrate forecast ensembles. Monthly Weather Review, 133(5), 1155-1174 (2005).
- [3] Todini, E. : A model conditional processor to assess predictive uncertainty in flood forecasting. International Journal of River Basin Management, 6(2), 123-137 (2008).



Analytical estimation of annual runoff distribution in ungauged seasonally dry basins

Viola Francesco¹, Caracciolo Domenico², Roberto Deidda¹

¹ Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura (DICAAR), Università di Cagliari, Via Marengo 2, Cagliari, Italy

² Regional Environmental Protection Agency of Sardinia (ARPAS), viale Ciusa 6, Cagliari, Italy.

viola@unica.it

Abstract

The assessment of the mean annual runoff and its interannual variability in a basin is the first and fundamental task for several activities related to water resources management and water quality analysis. The scarcity of observed runoff data is a common problem worldwide so that the runoff estimation in ungauged basins is still an open question. In this context, the main aim of this work is to propose and test a simple tool able to estimate the probability distribution of the annual surface runoff in ungauged river basins in arid and semi-arid areas using a simplified Fu's parameterization of the Budyko's curve at regional scale. Starting from a method recently developed to derive the distribution of annual runoff, under the assumption of negligible inter-annual change in basin water storage, we here generalize the application to any catchment where the parameter of the Fu's curve is known. Specifically, we provide a closed-form expression of the annual runoff distribution as a function of the mean and standard deviation of annual rainfall and potential evapotranspiration, and the Fu's parameter. The proposed method is based on a first order Taylor expansion of the Fu's equation and allows calculating the probability density function of annual runoff in seasonally dry arid and semi-arid geographic context around the world by taking advantage of simple easy-to-find climatic data and the many studies with estimates of the Fu's parameter worldwide. The computational simplicity of the proposed tool makes it a valuable supporting tool in the field of water resources assessment for practitioners, regional agencies and authorities.



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society

Le Giornate dell'Idrologia 2018

Roma, 18 - 20 giugno 2018



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



SESSIONE 3

Interventi di adattamento e mitigazione



Sottopassi allagati: l'allerta automatica che protegge il Cittadino

Guido Bernardi¹

¹CAE S.p.A

guido.bernardi@cae.it

Sommario

Lo scopo di questo lavoro è quello di mostrare le potenzialità del sistema di monitoraggio CAE per la protezione dei sottopassi in diversi contesti stradali.

CAE realizza sistemi di monitoraggio e allertamento per la protezione dei sottopassi carrabili. Tali sistemi sono atti alla segnalazione tempestiva della situazione di allagamento del sottopasso e alla conseguente inibizione al transito mediante l'attivazione di apposita segnaletica. Sensori ridondati, semafori, cartelloni luminosi, sirene e sbarre motorizzate, unite a esperienza e professionalità, sono il contributo che CAE offre alle Autorità competenti per la protezione delle popolazioni.



Effetto della risoluzione spaziale della mesh sulla modellazione delle frane attivate da precipitazione

Elisa Arnone¹, Antonio Francipane¹, Yannis Dialynas², Leonardo V. Noto¹

¹Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, Aerospaziale, dei Materiali, Università degli Studi di Palermo, Palermo, PA, Italy

² Department of Civil and Environmental Engineering, University of Cyprus, Greece

elisa.arnone@unipa.it

Sommario

Le frane attivate da precipitazione sono, tra tutti gli eventi di dissesto idrogeologico, quelle che probabilmente si verificano con più frequenza. Il verificarsi di tali frane, soprattutto per la velocità con cui inizia e si sviluppa il fenomeno, può comportare conseguenze, a volte anche gravi, per le persone e le cose. In un tale scenario è chiaro che risulta di fondamentale importanza munirsi di strumenti per la previsione del fenomeno nel tentativo di prevenirne e/o mitigarne il rischio che questo comporta. L'utilizzo di modelli idrologici spazialmente distribuiti e a base fisica accoppiati con modelli di stabilità è, oggi, uno tra i metodi più ricorrenti per la valutazione del rischio, a scala di bacino ed in termini distribuiti, legato al verificarsi di frane attivate da precipitazione. In questo contesto, una delle caratteristiche topografiche che maggiormente controlla la modellazione di tali fenomeni è la distribuzione spaziale della pendenza. In particolare, la pendenza agisce sull'attivazione di tali frane sia in maniera diretta, aumentando la sollecitazione del pendio, che in maniera indiretta, controllando la redistribuzione laterale dell'acqua sub-superficiale che, a sua volta, può determinare significative variazioni delle pressioni neutre tali da provocare l'innescamento della frana [1].

Il presente studio analizza l'influenza della risoluzione spaziale del modello digitale delle elevazioni (DEM) utilizzato per la modellazione delle frane innescate da precipitazione con il modello eco-idrologico-di-stabilità tRIBS-VEGGIE-Landslide (Triangulated Irregular Network (TIN)-based Real-time Integrated Basin Simulator - VEGetation Generator for Interactive Evolution) [2]. Il modello, a partire da un DEM, genera una griglia triangolare irregolare per descrivere la topografia dell'area di studio. La scelta del DEM da utilizzare risulta di fondamentale importanza poiché è da esso che vengono derivate la mesh di calcolo del modello e le pendenze che, come detto, giocano un ruolo fondamentale sulla analisi di stabilità di un pendio.

L'analisi è stata effettuata sul bacino Mameyes, del Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico, dove in passato sono stati condotti altri studi di modellazione di frane attivate da precipitazione [3], molto frequenti nella località, con lo stesso modello. In particolare, per la



modellazione, sono state considerate 5 mappe TINs derivate da 5 grid-DEM aventi una diversa risoluzione spaziale (10, 20, 30, 50 e 70 m).

I risultati hanno mostrato che l'utilizzo di una griglia irregolare permette di ridurre la perdita di accuratezza quando la distribuzione spaziale della pendenza è derivata a partire da una risoluzione spaziale più grossolana. La scelta della risoluzione spaziale influenza particolarmente i pattern di umidità del suolo (e quindi della stabilità) quando la redistribuzione laterale è significativa, la quale dipende, oltre che dalla pendenza, anche da altre caratteristiche come l'anisotropia del suolo e la forzante climatica. In condizioni stazionarie, invece, si è notato che l'utilizzo di diverse risoluzioni spaziali non ha impattato particolarmente i risultati, sia in termini di distribuzione spaziale delle zone instabili che in termini di valori di umidità in condizioni di instabilità. Infine, la scelta di una risoluzione più grossolana comporta una diminuzione dell'area totale instabile.

Bibliografia

- [1] Tarolli, P., Tarboton, D.G., 2006. A new method for determination of most likely landslide initiation points and the evaluation of digital terrain model scale in terrain stability mapping. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 10, 663e677. <http://dx.doi.org/10.5194/hess-10-663-2006>.
- [2] Lepore, C., E. Arnone, L. V. Noto, G. Sivandran, and R. L. Bras (2013), Physically based modeling of rainfall-triggered landslides: A case study in the Luquillo forest, Puerto Rico, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 17, 3371–3387
- [3] Arnone, E., Y. G. Dialynas, L. V. Noto, and R. L. Bras (2016), Accounting for soils parameter uncertainty in a physically-based and distributed approach for rainfall-triggered landslides, *Hydrol. Processes*, 6, 927–944



LE SOGLIE PLUVIOMETRICHE PREVISIONALI NEI SISTEMI DI ALLERTAMENTO

Daniela Biondi¹, Angela Corina², Davide Luciano De Luca¹, Pasquale Versace¹

¹DIMES, Università della Calabria, Arcavacata di Rende (CS), Italia

² Dipartimento della Protezione Civile, Roma

daniela.biondi@unical.it

Sommario

Nel sistema di Allertamento Nazionale per il rischio meteo-idrologico ed idraulico, ai fini della valutazione della criticità in fase previsionale è stato definito, dai Centri Funzionali Decentrati, per ciascuna delle Zone di Allertamento (ZdA) di propria competenza, un sistema di soglie di riferimento corrispondente a scenari d'evento predefiniti, articolati su tre livelli di ordinaria, moderata ed elevata criticità, a cui sono associati i livelli di allertamento giallo-arancione-rosso. Tale approccio è il riferimento metodologico che, accompagnato da altre valutazioni integrative, conduce, ove necessario, all'emanazione del livello di allerta, relativo alle diverse ZdA, da parte delle Autorità competenti di Protezione Civile.

In molti casi, la determinazione del livello di criticità e la conseguente emanazione dell'allerta procede dal confrontare la pioggia prevista, sotto forma di QPF (Quantitative Precipitation Forecast), con le soglie pluviometriche di riferimento. Le soglie qui considerate sono quelle indicate come previsionali (o di allertamento), e possono differire da quelle utilizzate a fenomeno in atto (o soglie di monitoraggio) che fanno riferimento a piogge registrate dalla strumentazione in corso di evento e possono determinare l'attivazione delle fasi operative previste nei piani di emergenza. Per le soglie previsionali, il riferimento principale in ambito nazionale è stato lo studio prodotto da Arpa Piemonte nel 2004, basato su un approccio statistico e sull'analisi di un elevato numero di eventi significativi. Lo studio ha consentito di identificare, in alcune Regioni campione, i periodi di ritorno da considerare per l'attivazione dei vari livelli di criticità, che sono stati estesi poi a scala nazionale. In particolare sono state definite soglie puntuali, rappresentative di fenomeni quali frane e piene relative al reticolo idrografico minore, e soglie areali, da intendersi come precipitazioni ragguagliate all'area delle ZdA e rappresentative di fenomeni di piena per bacini idrografici di grande dimensione.

È da rilevare, tuttavia, che le soglie previsionali non sono definite considerando l'incertezza insita nelle precipitazioni previste, cioè quelle effettivamente utilizzabili per l'allertamento, assumendo implicitamente che le piogge previste siano assimilabili a quelle effettivamente cadute. Le previsioni meteorologiche infatti, come noto, pur rappresentando la miglior



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society

Le Giornate dell'Idrologia 2018

Roma, 18 - 20 giugno 2018



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



informazione previsionale possibile, sono affette da errori, a volte rilevanti, per quanto attiene la localizzazione e la valutazione quantitativa del fenomeno.

La disponibilità di campioni significativi di previsioni di pioggia consente oggi di poter considerare soglie che tengano conto dell'incertezza intrinseca delle previsioni meteorologiche di precipitazione.

Questo lavoro intende fornire un contributo all'approfondimento delle questioni fin qui delineate, confrontando, per le ZdA di alcune regioni italiane, le prestazioni delle soglie previsionali proposte nel 2004, attraverso il confronto con: a) le QPF riportate nei documenti previsionali; 2) i corrispondenti valori di pioggia misurati a terra. Il confronto riguarda il periodo 2006-2016.

La nota si propone, più in generale, di analizzare i limiti concettuali e operativi che caratterizzano l'utilizzazione a fini previsionale degli schemi a soglia.



Bilancio idrologico nazionale mediante la procedura GIS BIGBANG: impatto degli scenari di cambiamento climatico sulla risorsa idrica naturale

Giovanni Braca¹, Martina Bussetini¹, Barbara Lastoria¹, Stefano Mariani¹, Francesca Piva¹

¹ ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, via Branconi 48, 00144 Roma, Italy

giovanni.braca@isprambiente.it

Sommario

La valutazione dell'impatto dei cambiamenti climatici sulla disponibilità della risorsa idrica è attualmente un tema di grande interesse per la programmazione di misure finalizzate a ridurre la vulnerabilità e aumentare la resilienza dei sistemi socio-economici rispetto alla carenza idrica. Sebbene tale valutazione non sia espressamente richiesta dalla Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE, la Commissione Europea raccomanda per l'implementazione della Direttiva stessa di definire il bilancio idrologico su orizzonti temporali futuri in cui i cambiamenti climatici possono avere un impatto significativo sul ciclo idrologico (European Commission, 2015).

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) ha sviluppato una procedura in ambiente GIS per la valutazione delle componenti del bilancio idrologico a scala nazionale denominata "BIGBANG – Bilancio Idrologico GIS BAsed a scala Nazionale su Griglia regolare" (Braca, 2017), i cui risultati prodotti su scala mensile e annuale per il ventennio 1996-2015 sono pubblicati sul sito web dell'istituto all'indirizzo: http://www.isprambiente.gov.it/pre_meteo/idro/BIGBANG_ISPRA.html.

I termini del bilancio mediati sul periodo 1996-2015 sono stati utilizzati per l'elaborazione delle proiezioni degli stessi sulla base degli scenari di emissione di gas serra RCP 2.6 (scenario meno pessimistico), RCP 4.0, RCP 6.0 e RCP8.5 (scenario più pessimistico), definiti dallo *United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2014) in termini di *Representative Concentration Pathways* (RCPs; van Vuuren et al., 2011). Per ogni scenario di emissione, la valutazione di ciascun termine del bilancio idrologico annuale medio, nonché della risorsa idrica naturale, è stata proiettata su tre orizzonti temporali di lunghezza ventennale, rispettivamente 2020–2039 (breve termine), 2040–2059 (medio termine) e 2080–2099 (lungo termine).

I valori delle variabili climatiche proiettate sui tre orizzonti temporali sono derivati dalle simulazioni globali prodotte dall'*United States National Center for Atmospheric Research* (NCAR) con il modello *Community Climate System Model* (CCSM4) per il *Fifth Assessment Report* dell'IPCC (AR5). Le simulazioni del CCSM4 sono definite su un grigliato con passo orizzontale di circa 105 km. Al fine di riportare le variabili climatiche sul grigliato del

BIGBANG, che ha un passo orizzontale di circa 1 km, è stata adottata la tecnica del downscaling denominata "delta method".

I risultati di queste valutazioni (si vedano esempi in Tabella 1 e 2), riportati sul sito web di ISPRA (http://www.isprambiente.gov.it/pre_meteo/idro/BIGBANG_CC_ISPRA.html), mostrano una significativa riduzione della disponibilità media della risorsa idrica sul territorio nazionale.

Tabella 1: Precipitazione annua media proiettata sui diversi orizzonti temporali e relativa ai diversi scenari di emission

| RIFERIMENTO | SCENARIO | VARIABLE | U.M. | PERIODO | TERRITORIO | MEDIA | % |
|-------------|------------|----------|------|-----------------|----------------|-------|------|
| | | | | MEDIA TEMPORALE | MEDIA SPAZIALE | | |
| ISPRA | HISTORICAL | PPT | mm | 1996-2015 | ITALIA | 960.6 | 100% |
| AR5 | RCP-2.6 | PPT | mm | 2020-2039 | ITALIA | 946.6 | 99% |
| AR5 | RCP-4.5 | PPT | mm | 2020-2039 | ITALIA | 927.7 | 97% |
| AR5 | RCP-6.5 | PPT | mm | 2020-2039 | ITALIA | 942.9 | 98% |
| AR5 | RCP-8.5 | PPT | mm | 2020-2039 | ITALIA | 961.8 | 100% |
| AR5 | RCP-2.6 | PPT | mm | 2040-2059 | ITALIA | 937.4 | 98% |
| AR5 | RCP-4.5 | PPT | mm | 2040-2059 | ITALIA | 911.8 | 95% |
| AR5 | RCP-6.5 | PPT | mm | 2040-2059 | ITALIA | 933.3 | 97% |
| AR5 | RCP-8.5 | PPT | mm | 2040-2059 | ITALIA | 933.7 | 97% |
| AR5 | RCP-2.6 | PPT | mm | 2080-2099 | ITALIA | 956.6 | 100% |
| AR5 | RCP-4.5 | PPT | mm | 2080-2099 | ITALIA | 921.2 | 96% |
| AR5 | RCP-6.5 | PPT | mm | 2080-2099 | ITALIA | 935.4 | 97% |
| AR5 | RCP-8.5 | PPT | mm | 2080-2099 | ITALIA | 835.9 | 87% |

Tabella 2: Internal flow (differenza tra precipitazione ed evapotraspirazione) annuo medio proiettato sui diversi orizzonti temporali e relativa ai diversi scenari di emission

| RIFERIMENTO | SCENARIO | VARIABLE | U.M. | PERIODO | TERRITORIO | MEDIA | % |
|-------------|------------|----------|------|-----------------|----------------|-------|------|
| | | | | MEDIA TEMPORALE | MEDIA SPAZIALE | | |
| ISPRA | HISTORICAL | PPT-AET | mm | 1996-2015 | ITALIA | 392.1 | 100% |
| AR5 | RCP-2.6 | PPT-AET | mm | 2020-2039 | ITALIA | 362.0 | 92% |
| AR5 | RCP-4.5 | PPT-AET | mm | 2020-2039 | ITALIA | 346.6 | 88% |
| AR5 | RCP-6.5 | PPT-AET | mm | 2020-2039 | ITALIA | 359.9 | 92% |
| AR5 | RCP-8.5 | PPT-AET | mm | 2020-2039 | ITALIA | 369.0 | 94% |
| AR5 | RCP-2.6 | PPT-AET | mm | 2040-2059 | ITALIA | 352.4 | 90% |
| AR5 | RCP-4.5 | PPT-AET | mm | 2040-2059 | ITALIA | 325.8 | 83% |
| AR5 | RCP-6.5 | PPT-AET | mm | 2040-2059 | ITALIA | 344.6 | 88% |
| AR5 | RCP-8.5 | PPT-AET | mm | 2040-2059 | ITALIA | 328.9 | 84% |
| AR5 | RCP-2.6 | PPT-AET | mm | 2080-2099 | ITALIA | 366.8 | 94% |
| AR5 | RCP-4.5 | PPT-AET | mm | 2080-2099 | ITALIA | 324.2 | 83% |
| AR5 | RCP-6.5 | PPT-AET | mm | 2080-2099 | ITALIA | 324.7 | 83% |
| AR5 | RCP-8.5 | PPT-AET | mm | 2080-2099 | ITALIA | 230.2 | 59% |



Le analisi sviluppate costituiscono un valido strumento a livello nazionale, che può essere successivamente riportato a scala di distretto idrografico per la predisposizione di adeguate misure atte a fronteggiare l'aumento degli eventi di scarsità idrica conseguente all'effetto dei cambiamenti climatici.

Bibliografia

- [1] Braca, G., 2017: Procedura ISPRA per la Stima della Disponibilità della Risorsa Idrica Naturale e Rete di Monitoraggio. Appendice 1 in 3° Rapporto Generale sulle Acque: Obiettivo 2030. Utilitatis, Roma.
- [2] European Commission, 2015: Guidance document on the application of water balances for supporting the implementation of the WFD, Technical Report 2015-090.
- [3] IPCC, 2014: Climate Change 2014. Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (Eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- [4] van Vuuren, D.P., Edmonds, J., Kainuma, M., Riahi, K., Thomson, A., Hibbard, K., Hurtt, G.C., Kram, T., Krey, V., Lamarque, J.-F., Masui, T., Meinshausen, M., Nakicenovic, N., Smith, S.J., Rose, S.K., 2011: The representative concentration pathways: an overview, *Climatic Change*, 109, 5.



A geomorphic approach to environmental flows

Martina Bussetini¹, Paolo Veza², Francesco Comiti³, Barbara Belletti⁴, Guido Zolezzi⁵, Mauro Carolli⁵,
Walter Bertoldi⁵, Maria Cristina Bruno⁶, Barbara Lastoria¹, Giovanni Braca¹

¹ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Tutela Ambientale. Via Vitaliano Brancati 48 – 00144 Roma

²Politecnico di Torino – DIATI. Corso Duca degli Abruzzi, 2410129 Torino

³Libera Università di Bolzano. Piazza Università, 5 – 39100 Bolzano

⁴Politecnico di Milano – DEIB - Via Ponzio 34/5 - 20133 Milano

⁵Università di Trento – DICAM. Via Mesiano 20, 38123 Trento

⁶Fondazione Edmund Mach – Via E. Mach 1, 38010 S. Michele all'Adige (TN)

martina.bussetini@isprambiente.it

Abstract

Fluvial systems provide a wide range of necessary services (i.e. ecosystem services - food, drinking water, natural flood mitigation, energy, etc.) for ecosystems and human society to thrive on. Such services are linked to an appropriate level of functionality of fluvial processes, which can be accounted for in terms of ecological objectives. Ecological objectives in watercourses can only be reached if appropriate flow regime, sediment dynamics and related channel morphology are guaranteed. The establishment and maintenance of such flow regime, namely environmental flows (e-flows) is therefore an essential element in preserving riverine ecosystems and the services they provide, and should be included as a constraint in water resource assessment and in national legislative frameworks.

E-flows are fundamental to the management of water resources as a tool for ecosystem and biodiversity conservation and adaptation to climate change at a country scale. Additionally, e-flows should be necessarily considered for large uses of water for agriculture and for the development of hydropower projects. It is well established that e-flows currently refer to the different components of the natural flow regime (magnitude, frequency, duration, timing and rate of change) and not only to minimum flow. In addition to the pure hydrological assessment of these components, there is the necessity to link e-flow definition to the related hydromorphological processes and local ecological objectives.

Here we present a methodology, which is based on the knowledge and available literature on river system processes, to consider both hydrological and morphological aspects in defining e-flows for environmental river management. The approach has been already applied to a wide range of river context all over Italy and in some Spanish and Greek rivers and is included in the national legislation for ecological assessment, water abstraction



licensing and evaluation of environmental flows.

Recent developments in the field of fluvial geomorphology, hydrology and habitat modelling are therefore integrated to provide an effective and efficient tool for e-flows definition, motivating how traditional approaches may be limited in representing river systems and the related ecological processes. Finally, we illustrate the results of relevant applications of the method to some rivers in Italy and Greece.

Acknowledgments

A substantial part of the work has been carried out within the context of an agreement between the Commission for Hydrology (CHy) of the World Meteorological Organization (WMO) and the Italian National Institute for Environmental Protection and Research (ISPRA), to co-operate in the implementation of activities related to managing river flows in order to maintain those services maintaining human society and ecosystems (ecosystem services).

References

- [1] Wohl E, Bledsoe BP, Jacobson RB, Poff NL, Rathburn SL, Walters DM, Wilcox AC (2015) The natural sediment regime in rivers: broadening the foundation for ecosystem management. *Bioscience* 65:358–371 (2015). *Bioscience* 65:358–371
- [2] Belletti B., Rinaldi M., Bussetini M., Comiti F., Gurnell A.M., Mao L., Nardi L., Vezza P. Characterising physical habitats and fluvial hydromorphology: A new system for the survey and classification of river geomorphic units. *Geomorphology* 283 (2017) 143–157. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2017.01.032>. (2017)
- [3] Rinaldi M., Surian N., Comiti F., Bussetini M. : IDRAIM – Sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua – Versione aggiornata 2016 – ISPRA – Manuali e Linee Guida 131/2016. Roma (2016).
- [4] Vezza P., Zanin A., Parasiewicz P. : MesoHABSIM (Mesohabitat simulation model): Manuale tecnico - operativo per la valutazione dell'integrità dell'habitat fluviale. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. Roma (2017).
- [5] Garcia de Jalón D., Bussetini M., Rinaldi M., Grant G. E., Friberg N., Cowx I. G., Magdaleno F., Buijse T.: Linking environmental flows to sediment dynamics. *Water Policy* 19 (2017) 358–375. Published April 2017, 19 (2) 358-375; DOI: 10.2166/wp.2016.106 (2017)



Interventi di mitigazione del rischio idraulico dell'autostrada Catania-Siracusa: attraversamento del canale Benante.

Martina Carlino¹, Silvia Di Francesco¹

¹ Università degli studi Niccolò Cusano

silvia.difrancesco@unicusano.it

Abstract

Il presente lavoro si pone l'obiettivo di analizzare gli effetti delle misure strutturali proposte per la mitigazione del rischio idraulico nell'area interessata dagli attraversamenti della autostrada Catania-Siracusa sui fiumi Simeto, Gornalunga e Benante.

Lo studio idraulico allo stato attuale (Scenario A) e a seguito della eventuale realizzazione degli interventi di mitigazione (Scenari B e C) è stato condotto tramite una modellazione accoppiata 1D-2D con l'ausilio del codice di calcolo MikeFLOOD [1]. Tali interventi consistono nell'ampliamento dell'area golenale in sinistra idraulica del Simeto per un tratto esteso longitudinalmente circa 1600 m, mantenendo l'area golenale alla stessa quota dell'attuale piano campagna (Scenario B) o con risagomatura dell'alveo (Scenario C).

Lo scopo del presente lavoro è quello di verificare che gli interventi proposti garantiscano un adeguato franco idraulico in corrispondenza dell'attraversamento autostradale sul canale Benante, condizione non verificata allo stato attuale, a causa delle portate che esondano dal sistema Simeto-Gornalunga.

Le simulazioni sono state svolte per eventi di piena relativi al tempo di ritorno di 200 anni, assegnando come condizioni al contorno di monte gli idrogrammi di piena nelle sezioni di testa di ciascuno dei tre corsi d'acqua, e come condizione di valle la scala di deflusso (Q/h) sulle sezioni terminali del Simeto e del Benante. La durata dell'evento di piena simulato è di 50 ore nell'ipotesi di picco di portata simultaneo nelle 3 aste fluviali. Il modello geometrico è stato realizzato integrando il rilievo topografico con un modello digitale del terreno con passo di 2 m. Le aree golenali sono poi state schematizzate tramite una griglia di calcolo strutturata con celle di dimensioni 6x6 m. I valori di scabrezza da associare all'area in esame sono stati desunti dalle mappe di uso del suolo, riportate nel PAI [2].

Dalle simulazioni effettuate si evince che i tiranti idrici più elevati si verificano circa 3 ore dopo il passaggio del picco di piena nelle sezioni di ingresso: il franco minimo in corrispondenza dell'attraversamento sul Benante, pari a 0.48 m per lo Scenario A, aumenta negli scenari B e C, passando a 0.80 e 0.84 m rispettivamente. I risultati dello studio idraulico condotto con l'ausilio del modello accoppiato 1D-2D, inoltre, confermano che gli interventi di mitigazione proposti non interferiscono con le strutture già presenti sul territorio e non creano significative interazioni con la linea ferroviaria esistente: la massima differenza dei tiranti che si ottengono



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society

Le Giornate dell'Idrologia 2018

Roma, 18 - 20 giugno 2018



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



nella condizione attuale e quelli a seguito degli interventi di mitigazione risulta di poco superiore a 0.10 m.

References

- [1] DHI 2007. MIKE 11, MIKE 21 and MIKE FLOOD user and reference manuals.
- [2] Regione Siciliana Assessorato Regionale del Territorio e dell'Ambiente, Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) (2013).



beAWARE: approccio innovativo per il supporto decisionale e la gestione integrata di eventi climatici estremi

Michele Ferri¹, Daniele Norbiato¹, Giovanni Tomei¹, Francesca Lombardo¹, Francesco Zaffanella¹

¹ Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali, Cannaregio 4314, 30121 Venezia

michele.ferri@adbve.it

Abstract

L'obiettivo della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE [1] è dotare gli stati membri di piani di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) che contemplino tutti gli aspetti della gestione del rischio, quali la prevenzione, la protezione e la preparazione, comprese la previsione di alluvioni e i sistemi di allertamento [2]. Su questi presupposti si può quindi rilevare come lo scopo preminente del PGRA sia quello di organizzare nei vari aspetti, in tempo di pace, la gestione di possibili eventi alluvionali per poterli meglio governare nella fase parossistica. E' quindi un piano con evidenti risvolti all'azione di Protezione Civile, che si sviluppa fino a fondersi con le correlate azioni di pianificazione nell'uso del territorio [3].

Nello specifico il PGRA del distretto idrografico delle Alpi Orientali ha portato a dare priorità a misure innovative afferenti principalmente agli aspetti di prevenzione e preparazione sopra richiamati (prevalentemente non strutturali), quali l'implementazione di osservatori dei cittadini e di attività di educazione sui temi del rischio, funzionali ad abbattere il rischio operando sull'esposizione e la vulnerabilità (degli elementi a rischio). L'Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali si è quindi fortemente impegnata alla ricerca di nuovi possibili approcci metodologici per stabilire le condizioni di sicurezza del territorio, promuovendo l'utilizzo di tecnologie a basso costo e di largo impiego. Tra queste è in corso di sperimentazione la metodologia beAWARE (*Enhancing decision support and management services in extreme weather climate events*, H2020-DRS-2015) che si basa sull'impiego di un sistema tecnologico integrato tramite il quale è possibile seguire e comprendere al meglio l'evolversi degli eventi alluvionali in corso, ed i comportamenti della cittadinanza.

L'approccio in questione propone l'implementazione di una piattaforma di supporto alle decisioni, definita come Public Safety Answering Point (PSAP), in grado di aggregare i diversi dati ibridi acquisibili durante un'emergenza sia da sensori artificiali (registrazioni da telecamere fisse, misure strumentali, dati meteorologici) che umani (chiamate d'emergenza, post sui social network spesso correlati di audio, video o registrazioni vocali, segnalazioni tramite mobile app). Il PSAP inoltre sarà in grado di elaborare le informazioni raccolte in tempo reale in modo da trarre utili indicazioni da mettere a disposizione degli enti decisori. Verranno sviluppati ad esempio moduli di analisi di immagini e video per l'identificazione di elementi esposti e la valutazione di grandezze ambientali durante l'emergenza, moduli di conversione di segnalazioni audio in messaggi testuali, moduli di analisi testi e moduli di



acquisizione di dati da modelli previsionali integrati con la valutazione dell'incertezza predittiva.

L'insieme delle informazioni vengono successivamente aggregate da un punto di vista semantico [4] ed analizzate per classificare la severità dell'evento in corso in modo da poter individuare infine le misure da attuare nel territorio ed il relativo ordine di priorità. I risultati di tali attività sono convertiti in report e trasmessi al PSAP, fornito alle autorità competenti per gestire le emergenze.

References

- [1] EC European Commission, Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007 on the assessment and management of flood risks, EC, Brussels (2007)
- [2] <http://www.pcn.minambiente.it/mattm/direttiva-alluvioni/#1>
- [3] DAO (Distretto idrografico delle Alpi Orientali), Piano di Gestione del Rischio alluvioni, Venezia (2016)
- [4] Peece, A., et al., KRAFT: An agent architecture for knowledge fusion, Int. J. Coop. Info. Syst.10, 171 (2001)



Un tool per la previsione dei livelli invasati e la gestione dei serbatoi siciliani in condizioni emergenziali

Antonio Francipane¹, Dario Pumo¹, Leonardo V. Noto¹

¹Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, Aerospaziale, dei Materiali dell'Università di Palermo
Viale delle Scienze, Ed. 8 – 90128, Palermo

Abstract

L'acqua è una risorsa naturale molto preziosa ma, purtroppo, anche limitata. Anche le aree del mondo che hanno una notevole disponibilità di risorse idriche, a causa dei sempre crescenti consumi della società moderna, rischiano di andare in contro a scenari sempre più critici.

A cavallo tra il 2017 e il 2018 la Sicilia è stata investita da un forte evento siccitoso che ha portato gli invasi siciliani, le cui acque vengono utilizzate per scopi irrigui e civili, a rimanere letteralmente vuoti per parecchio tempo. Nei grandi otto invasi del territorio siciliano si è arrivati ad avere appena 40 Mm³ d'acqua, a fronte dei quasi 1.000 Mm³ che rappresentano la capacità d'invaso globale di tutti gli sbarramenti in presenza di precipitazioni normali. La situazione creata ha portato il Consiglio dei Ministri a stabilire, con una delibera dell'8 febbraio 2018, l'emergenza idrica per l'area metropolitana della città di Palermo. In un simile contesto, è chiaro che la gestione degli invasi e la proiezione di quelli che potrebbero essere i livelli idrici in essi raggiunti sotto determinati scenari futuri, diventa di fondamentale importanza per fronteggiare situazioni emergenziali.

In tale occasione, il Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, Aerospaziale, dei Materiali (DICAM) dell'Università degli Studi di Palermo ha messo a punto un modello di previsione dei livelli idrici negli invasi siciliani basato sull'utilizzo di una rete neurale artificiale (ANN) di tipo NARX (*Non linear AutoRegressive eXogenous model*). Sfruttando una delle caratteristiche principali delle ANN, ovvero la loro capacità di auto-addestrarsi (*training* della rete) mediante l'utilizzo di dati pregressi, il modello è stato calibrato e validato sulla base di un dataset a scala mensile, per il periodo 1992-2017, costituito dai dati di precipitazione, temperatura media dell'aria e volumi invasati nei quattro serbatoi a servizio dell'area metropolitana della città di Palermo: il Poma sul F. Jato, lo Scanzano sul F. Eleuterio, il Rosamarina sul F. San Leonardo e il Piana degli Albanesi sul F. Belice Destro.

I risultati ottenuti hanno mostrato che il modello riesce a riprodurre in maniera molto buona l'andamento dei livelli idrici osservati negli ultimi 25 anni nei serbatoi menzionati, compresi i periodi di svuotamento e riempimento degli invasi verificatisi in seguito a periodi più o meno siccitosi.

Generalizzando i risultati ottenuti per i quattro invasi analizzati, il modello di previsione sviluppato rappresenta uno strumento semplice e veloce per prevedere, utilizzando semplicemente i dati di precipitazione e temperatura dell'aria provenienti da modelli numerici



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society

Le Giornate dell'Idrologia 2018

Roma, 18 - 20 giugno 2018



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



meteorologici, o da potenziali scenari futuri, quello che potrebbe essere il livello idrico invasato da un serbatoio in potenziali situazioni emergenziali future e, di conseguenza, fornire importanti indicazioni su come gestire la risorsa invasata in condizioni critiche.



L'utilizzo dei modelli matematici nei sistemi di allarme per il pericolo di colate detritiche

Carlo Gregoretti¹, Martino Bernard¹, Matteo Berti², Mauro Boreggio¹, Maria Laura Stancanelli³, Alessandro Simoni², Stefano Lanzoni⁴

¹Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali - Università di Padova. Viale dell'Università 16 35020 Legnaro

²Dipartimento Scienze Biologiche, Geologiche ed Ambientali - Università di Bologna. Via Zamboni 33 40126 Bologna

³ Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura - Università di Catania. Via Santa Sofia 64 95123 Catania

⁴ Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale - Università di Padova. Via Marzolo 9 35131 Padova

carlo.gregoretti@unipd.it

Sommario

I fenomeni di colata detritica sono diffusi nelle aree montane e, negli ultimi venti anni, la loro frequenza è aumentata a causa dell'aumento delle precipitazioni brevi e molto intense che li generano. La maggior parte dei fenomeni di colata avviene quando un abbondante deflusso superficiale risulta in grado di movimentare quantità di materiale detritico sufficiente a formare una corrente solido-liquida, mentre la minor parte si innesca per liquefazione di un movimento franoso. Nel primo caso, un evento di colata detritica è il risultato di tre processi fisici: i) produzione di abbondante deflusso superficiale ai piedi delle pareti rocciose in seguito ad eventi di precipitazione intensi e di breve durata, ii) inglobamento di grandi quantità di detrito nel deflusso superficiale con formazione di una corrente solido-liquida, iii) propagazione verso valle della corrente solido-liquida fino all'arresto per deposito della fase solida nelle aree pianeggianti di valle. Per questi motivi la modellazione matematica di un evento di colata detritica deve comprendere la simulazione dei deflussi superficiali, l'erosione del materiale detritico e la propagazione verso valle della corrente solido-liquida.

Questi fenomeni sono molto pericolosi perché si sviluppano in tempi brevi, si propagano con velocità elevate ed hanno un'elevata capacità distruttiva verso ogni ostacolo che impattano durante la loro propagazione. Questi motivi, uniti alla difficoltà di prevederne per tempo formazione e magnitudo in modo affidabile, portano all'utilizzo di sistemi di allarme come migliore strategia di difesa. I sistemi di allarme basati su sensori che segnalino la formazione e propagazione di una colata permettono tempi di preavviso nell'ordine di 10-20 minuti, non sempre sufficienti per evacuare la popolazione delle aree minacciate, in particolar modo nelle ore notturne. Questo tempo di preavviso potrebbe essere aumentato utilizzando a scopo di previsione i modelli matematici per la simulazione di un evento di colata detritica. In questo lavoro proponiamo due possibili utilizzi dei modelli matematici, quando precipitazioni intense



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society

Le Giornate dell'Idrologia 2018

Roma, 18 - 20 giugno 2018



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



sono segnalate da previsioni a breve termine (nowcasting), oppure stimate da radar meteorologico o misurate da pluviometri posti nella parte alta dei bacini. In un caso, applicando un modello idrologico ed un modello di formazione della colata, si stima il volume di sedimento potenzialmente trasportabile dalla colata e lo si confronta con un valore soglia di pericolo. Nell'altro caso, l'idrogramma solido-liquido prodotto dal modello di formazione della colata viene propagato verso valle, determinando le aree potenzialmente soggette a pericolo. Il prerequisito per l'utilizzo dei modelli ai fini di preavviso del pericolo sono la loro affidabilità e robustezza. I modelli devono essere ampiamente validati mediante osservazioni reali in modo da avere capacità predittive e non devono essere soggetti ad errori che possano arrestarli durante la simulazione. In questo contributo presentiamo i risultati dell'applicazione delle due metodologie riguardo la colata detritica del canale di Rovina di Cancia.



Gestione, controllo e consumo sostenibile della risorsa idrica nel clima che cambia: un nuovo sportello della scienza

Giovanna Grossi¹, Francesca Barisani², Francesca Berteni¹, Stefano Barontini¹, **Roberto Ranzi**¹

¹Università degli Studi di Brescia, DICATAM

²Università degli Studi di Brescia, DII

roberto.ranzi@unibs.it

Sommario

La ricerca partecipata su base locale (Community-Based Participatory Research - CBPR) rappresenta un'affascinante opportunità di coinvolgimento di un vasto pubblico nella pianificazione e sviluppo delle attività di ricerca e, contemporaneamente, di aumentarne la consapevolezza riguardo a diversi problemi che incidono sulla loro vita quotidiana, in particolare questioni legate all'ambiente e alla salute. L'idea è nata nella seconda metà del secolo scorso, quando si è cominciato a puntare il dito sulla distanza tra il mondo accademico e i bisogni della società civile e si è cercato di trovare un collegamento tra i risultati della scienza e azioni concrete. La ricerca sui potenziali sviluppi di questo tipo di approccio si è poi intensificata dall'inizio di questo secolo (e.g. Corburn, 2005; Minkler et al., 2006) ed è fortemente incoraggiata dalla Commissione Europea.

Gli sportelli della scienza (science shops) sono una possibile espressione di CBPR. Uno sportello della scienza è infatti un'entità che produce ricerca scientifica indipendente e partecipata (dalle comunità locali) in risposta alle questioni evidenziate dalle stesse comunità. È un approccio 'dal basso' e 'basato sulla domanda'. Come espresso da Living Knowledge – The international Science Shop Network (<http://www.livingknowledge.org>) gli sportelli della scienza 'carry out scientific research in a wide range of disciplines – usually free of charge and – on behalf of citizens and local civil society'. Questo particolare approccio implica un processo comunicativo bidirezionale: non solo da parte dei ricercatori nei confronti della società, ma anche da parte della società nei confronti dei ricercatori ('social demand'). Il progetto Scishops.eu (Enhancing the Responsible and Sustainable Expansion of the Science Shops Ecosystem in Europe and beyond - <http://www.scishops.eu>) è stato finanziato nell'ambito del programma di Horizon 2020 Science with and for Society (Swafs) ed è partito a settembre 2017. Tra i dieci nuovi sportelli della scienza previsti quello che avvierà l'Università di Brescia sarà focalizzato su 'Gestione, controllo e consumo sostenibile della risorsa idrica nel clima che cambia'.



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society

Le Giornate dell'Idrologia 2018

Roma, 18 - 20 giugno 2018



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



Bibliografia

- [1] J. Corburn (2005), *Street Science: Community Knowledge and Environmental Health Justice*, Cambridge, Massachusetts Institute of Technology, MIT Press.
- [2] M. Minkler, V. Vasquez, M. Tajik and D. Petersen: Promoting environmental justice through community based participatory research: the role of community and partnership capacity, *Health, Education & Behavior*, 35 (1), 119-137 (2006).



Metodologia per la caratterizzazione Idrologica del rischio Idraulico in ambiente urbano

Matteo Isola^{1,2}, Enrica Caporali¹, Luis Garrote¹

¹Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale, Università degli Studi di Firenze, Italia

²Dipartimento di Energia, Idraulica e Ambientale, Politecnica di Madrid, Spagna.

matteo.isola@dicea.unifi.it

Sommario

Viene presentata una procedura per la definizione e la valutazione del rischio idraulico in area urbana dovuto al sormonto arginale. Lo studio mira a caratterizzare il rischio idraulico dal punto di vista idrologico ovvero individuando le forzanti costituite da coppie picco di portata e volume dell'idrogramma che producono i medesimi effetti in termini di danno. Viene esaminato un tratto del fiume Ombrone Pistoiese sito in Poggio a Caiano (PO). Nella zona prospiciente il fiume sorge un'area abitativa e industriale.

Le procedure convenzionali per la definizione del rischio idraulico in area urbana, utili per la creazione delle mappe di rischio e di allagabilità, si basano su un approccio probabilistico di tipo univariato o sulle piogge o sulle portate che porta alla definizione di un evento ovvero di un'idrogramma a cui viene associata una probabilità di accadimento e che determina poi la mappa di rischio. L'approccio potrebbe essere non completamente corretto poiché non tiene conto del fatto che il massimo livello raggiunto in corrispondenza di una sezione di un fiume è una funzione suriettiva rispetto all'idrogramma e pertanto un unico evento non può fornire una caratterizzazione completa del rischio.

In questo studio, a partire da una serie di dati orari di portata di 25 anni, viene generata una serie sintetica di forzanti idrologiche secondo la metodologia descritta in [1]: ciascun evento di piena viene descritto secondo una funzione multivariata che tiene conto della relazione picco di portata e volume, nonché della classificazione di portata secondo Overtopping Hydrograph Shape Index – OHSI. Mediante una procedura Montecarlo viene generato un campione di 5000 idrogrammi sintetici che tengono conto delle proprietà statistiche delle portate, dei volumi e della classificazione della forma. Ciascun idrogramma viene implementato come condizione al contorno di monte di un modello idraulico bidimensionale per valutare il rischio all'interno dell'abitato urbano.

Per ciascun evento, nel caso di esondazione, sono stimate la batimetria e la velocità dell'acqua raggiunta all'interno dell'area abitativa in modo da poter stimare in ciascun punto la forza idraulica come somma della forza idrostatica e dalla forza idrodinamica. E' infine stimata su scala del singolo edificio e su scala globale la condizione in cui l'acqua entra all'interno



degli edifici dagli infissi secondo il criterio di pressione dell'acqua fissato dalla norma UNI 12208. Questa procedura consente di determinare l'Idrogramma di Innesco del Danno - IID. Lo IID non è un unico idrogramma ma piuttosto una curva nel piano picco di portata e volume a cui sono associati tutti gli idrogrammi che producono lo stesso livello del danno.

References

- [1] Isola, M., Caporali, E. and Garrote, L. (2018). Hydrological risk analysis for the characterization of overtopping for a river levee. "5th IAHR EUROPE CONGRESS New challenges in hydraulic research and engineering", IAHR2018, Trento (Italy) 12-14 June.



Attività propedeutiche alla progettazione delle opere di mitigazione del pericolo idraulico della città di Chiusa (BZ), ed ipotesi di utilizzo di barriere passive a funzionamento idraulico per la difesa dalle piene

Cristiano Lanni¹, Federico de Piccoli¹, Rudi Bertagnolli¹

¹studio tecnico in.ge.na. – Bolzano, via del Macello 57, 39100 – Bolzano

cristiano.lanni@gmail.com

Sommario

Progettare le opere di mitigazione del pericolo idraulico significa in primo luogo riconoscere il fenomeno e le dinamiche del processo da mitigare. Solo attraverso il corretto riconoscimento delle criticità è possibile pervenire ad uno *schema concettuale di riferimento* sul quale impostare la successiva fase di definizione/progettazione delle misure di protezione.

La complessità dei fenomeni alluvionali - dovuta, ad esempio, all'interazione tra le dinamiche di deflusso ed esondazione e l'assetto morfologico ed urbanistico del territorio e dei corsi d'acqua del reticolo idrografico secondario – rende dunque le *attività propedeutiche alla progettazione* di fondamentale importanza per la definizione di un idoneo *schema concettuale di riferimento*.

In questa presentazione particolare enfasi sarà data all'attività analitica di modellistica idraulica, evidenziando l'importanza nella scelta dello schema geometrico/numerico più appropriato da adottarsi e delle informazioni territoriali da includersi ai fini di una realistica descrizione della dinamica dei processi fisici di esondazione ad opera del fiume Isarco nella Città di Chiusa.

Nella seconda parte della presentazione, sempre per il caso di Chiusa, verrà illustrata l'ipotesi di utilizzo di un particolare sistema - ad integrazione delle misure di mitigazione del pericolo idraulico - di barriere passive auto-attivanti a funzionamento idraulico. L'utilizzo del sistema verrà discusso anche in relazione al caso della cittadina di Cockermouth (EN), dove le suddette barriere sono state installate nel 2013 e sono entrate in funzione in occasione di un evento di piena nel Dicembre del 2015.



Analisi delle strategie di gestione di un invaso per la mitigazione del rischio residuo

Ridolfi E.¹, Pandolfo C.², Di Francesco S.³, Biscarini C.⁴, Berni N.², Manciola P.¹

¹Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Università di Perugia, Perugia

²Regione Umbria, CFD, Foligno

³Università Niccolò Cusano, Roma

⁴UNESCO Chair in Water Resources Management and Culture, Università per Stranieri di Perugia, Perugia

elena.ridolfi@unipg.it

Sommario

La necessità di strutture come arginature e sbarramenti lungo i corsi d'acqua ha, da un lato, diminuito il rischio idraulico a cui sono soggetti i territori per eventi fino ad una certa "magnitudo" ma, dall'altro lato, ha portato un falso senso di sicurezza nelle popolazioni locali. Queste strutture, infatti, hanno alterato il normale regime idrologico dei corpi idrici con una conseguente alterazione della memoria delle popolazioni locali, non più abituate ad affrontare e gestire eventi estremi [1]. Di conseguenza, hanno diminuito la percezione del rischio determinando, in alcuni casi, la costruzione di aggregati urbani e industriali in aree precedentemente a rischio [2].

In questo contesto, la gestione del "rischio residuo" relativo a tali opere riveste una grande importanza. Conoscere tale rischio permette di mettere in atto azioni di mitigazione non strutturale al fine di salvaguardare vite umane e beni materiali [3,4,5]. In particolare, il documento di riferimento su cui basare le decisioni per la gestione degli invasi è il "piano di laminazione" che deve contenere per diversi e possibili prefigurati scenari d'evento le misure e le procedure da adottare per la mitigazione degli effetti a valle dell'invaso, al fine della salvaguardia della incolumità della vita umana, dei beni e dell'ambiente, pur considerando sia la sicurezza delle opere, sia l'esigenza di utilizzazione dei volumi invasi.

Tale lavoro, dunque, vuole essere strumento di supporto per la redazione del piano di laminazione per l'invaso di Casanuova lungo il fiume Chiascio (Umbria). Obiettivo del presente lavoro è valutare l'esito, in termini di scenari di allagamento delle aree a valle della diga, di diverse strategie di gestione della stessa durante eventi di piena. La diga, seppur costruita sul fiume Chiascio principalmente per scopi di tipo irriguo, è in grado di svolgere anche un'importante azione di mitigazione delle piene. Il territorio a valle della diga è caratterizzato da diversi insediamenti urbani ed industriali, tra cui Assisi, Petrignano, Bastia Umbra.



L'evento oggetto di studio è quello verificatosi nel novembre 2013, sicuramente tra i più intensi degli ultimi anni. L'evento pluviometrico ha avuto una durata complessiva di circa 60 ore.

Per le analisi è stato utilizzato un modello a cascata, il primo modulo è costituito dal modello idrologico semi-distribuito afflussi/deflussi realizzato attraverso il software HEC-HMS [6] che ha permesso, inoltre, di rappresentare il funzionamento della diga con i relativi scarichi e valutare gli idrogrammi di piena nelle sezioni di valle. Mentre il secondo modulo, relativo alla propagazione della piena in alveo, è stato realizzato mediante il modello idraulico HEC-RAS. Oltre allo scenario relativo alla gestione effettivamente messa in atto nel novembre 2013, sono state considerate diverse ipotesi di gestione, permettendo di ottenere un ensemble di possibili scenari di laminazione. Per ogni scenario è stato determinato lo scenario di inondazione a valle della diga ottenendo un ensemble di mappe di inondazione. Questo permetterà di individuare le migliori azioni di gestione dell'invaso e dunque l'aggiornamento del piano di laminazione per la diga in esame.

Bibliografia

- [1] Di Baldassarre, G., Saccà, S., Aronica, G. T., Grimaldi, S., Ciullo, A. and Crisci, M.: Human-flood interactions in Rome over the past 150 years, *Adv. Geosci.*, 44, 9–13, doi:10.5194/adgeo-44-9-2017, 2017.
- [2] White, G. F.: *Human Adjustments to Floods*, Dep. Geogr. Res. Pap. no. 29, Dep. Geogr. Res. Chicago, 1945.
- [3] A. Viglione, G. Di Baldassarre, L. Brandimarte, L. Kuil, G. Carr, J.L. Salinas, A. Scolobig, G. Blöschl, Insights from socio-hydrology modelling on dealing with flood risk – Roles of collective memory, risk-taking attitude and trust, *J. Hydrol.* 518 (2014) 71–82. doi:10.1016/J.JHYDROL.2014.01.018.
- [4] A. Scolobig, B. De Marchi, M. Borga, The missing link between flood risk awareness and preparedness: findings from case studies in an Alpine, *Nat. Hazards.* 63 (2012) 499–520. doi:10.1007/s11069-012-0161-1.
- [5] G. Di Baldassarre, A. Viglione, G. Carr, L. Kuil, K. Yan, L. Brandimarte, G. Blöschl, Debates—Perspectives on socio-hydrology: Capturing feedbacks between physical and social processes, *Water Resour. Res.* 51 (2015) 4770–4781. doi:10.1002/2014WR016416.
- [6] U.S. Army Corps of Engineers (USACE) Hydrologic Engineering Center, *Hydrologic Modeling System HEC-HMS Technical Reference Manual*, 2000.



Distribuzione delle vittime di frane e inondazione in Italia: un'analisi per genere ed età.

Paola Salvati¹, Cinzia Bianchi¹, Olga Petrucci², Angela Aurora Pasqua², Mauro Rossi¹ e Fausto Guzzetti¹

¹ CNR IRPI, Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, Via Madonna Alta, 126 06128 Perugia, Italia

² CNR IRPI, Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, Via Cavour, 4/6, 87036 Rende (CS), Italia

Sommario

Ogni anno, in Italia frane e inondazioni causano vittime e danni rilevanti. Fra il 1967 e il 2016 le frane hanno causato 1205 morti, 12 dispersi, 1509 feriti e oltre 149.000 tra sfollati e senzatetto in 2312 località di 1407 comuni. Nello stesso periodo le inondazioni hanno prodotto 584 morti, 50 dispersi, 462 feriti e oltre 168.000 tra sfollati e senzatetto in 1230 località di 980 comuni. Questi dati rappresentano la porzione più recente di un catalogo storico di eventi di frana e di inondazione che hanno causato vittime in Italia. Il catalogo ha una estensione temporale di più di 1500 anni e viene costantemente revisionato e aggiornato. Utilizzando le informazioni contenute nel catalogo abbiamo analizzato i dati relativi al genere e alla età delle vittime (morti e dispersi) per identificare le fasce più vulnerabili e quelle più propense ad assumersi rischi. Sono emerse differenze significative nella distribuzione delle vittime per tipologia di evento, per genere e per diverse classi di età. Per capire se queste differenze sono realmente significative e rappresentative di un trend, abbiamo confrontato i dati osservati delle vittime con quelli della popolazione divisi per età e per genere.

Usando i censimenti Istat dal 1961 al 2011, per ogni categoria di età e genere, sono stati randomicamente generati da una distribuzione multinomiale un set di 10.000 campioni in modo che ogni campione avesse, per le stesse classi, la distribuzione delle vittime osservate. Per ogni classe di età e di genere si è ottenuta la distribuzione attesa delle vittime in base al dato demografico, distribuzione che è stata poi confrontata con la distribuzione delle vittime osservate nei 50 anni. Queste analisi ci hanno confermato come gli uomini giovani e adulti risultino più a rischio delle donne. Questo dipende da molti fattori, principalmente da una maggiore esposizione al rischio in funzione delle attività svolte dagli uomini maggiormente impegnati in lavori all'aperto o in macchina. Ma anche una maggiore propensione ad atteggiamenti rischiosi.

Le informazioni disponibili nel catalogo ci hanno permesso di assegnare con molta precisione anche il luogo e le circostanze durante le quali le persone hanno perso la vita durante un evento geo-idrologico. Per 514 persone, pari al 66,6 % di tutte le persone che hanno perso la vita a causa delle inondazioni nei 50 anni tra il 1965 e il 2014, 392 persone, la maggioranza, erano all'aperto. Di queste la maggior parte sono state coinvolte mentre erano in viaggio in macchina lungo le strade, con gli uomini (65%) ampiamente più numerosi delle donne (35%).



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society

Le Giornate dell'Idrologia 2018

Roma, 18 - 20 giugno 2018



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



La minoranza, circa il 24% si trovavano in edifici pubblici o privati, intrappolati dalle acque. Per le frane i dati dimostrano che le differenze tra il genere delle vittime sono meno marcati rispetto a quanto osservato per le inondazioni.

La conoscenza delle fasce di popolazione più vulnerabili e dei fattori determinanti l'impatto che gli eventi geo-idrologici causano alla popolazione è di fondamentale importanza per la pianificazione di misure di mitigazione e prevenzione che prevedano campagne di sensibilizzazione e di informazione rivolte alla popolazione.



Società Idrologica Italiana
Italian Hydrological Society

Le Giornate dell'Idrologia 2018

Roma, 18 - 20 giugno 2018



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma

