

Un sistema integrato multicomponente per il monitoraggio smart di bacini ad elevato Rischio Idrogeologico: il progetto SMoRI

Roberto De Donato^(a), Loredana Antronico^(b), Francesco Aristodemo^(c), Elenio Avolio^(d), Claudia R. Calidonna^(d), Roberto Coscarelli^(b), Rocco Dominici^(e), Roberto Gaudio^(c), Francesco Perri^(e), Luca Petraglia^(f), Fabio Scarciglia^(e), Gaetano Scarnati^(g)

(^a) SIRFIN SPA, Via Isonzo 2/M 87100 COSENZA, tel 3481304608, roberto.dedonato@sirfin.it

(^b) CNR-IRPI sede di Cosenza, via Cavour n. 4, 87036 RENDE (CS), tel. 0984.841478/417, antronico@irpi.cnr.it, coscarelli@irpi.cnr.it

(^c) Dipartimento di Ingegneria Civile, Università della Calabria, via Bucci 1, 87036 RENDE (CS), tel. 0984.496551/54, francesco.aristodemo@unical.it, gaudio@unical.it

(^d) CNR-ISAC sede di Lamezia Terme, Area Industriale C. 15, 88046 LAMEZIA TERME (CZ), e.avolio@isac.cnr.it, cr.calidonna@isac.cnr.it

(^e) Dipartimento di Biologia Ecologia e Scienze della Terra, Università della Calabria, Via Bucci 1, 87036 RENDE (CS), tel. 0984.493607/3554 rocco.dominici@unical.it, francesco.perri@unical.it, fabio.scarciglia@unical.it

(^f) Marigentech srl, Via La Mennolella 73, 84126 SALERNO, tel 3474100863, petraglia@marigentech.it

(^g) Progesist srl, Via A. Donato 1 88044 MARCELLINARA (CZ), tel 3358277508, ing.gaetanoscarnati@gmail.com

Il progetto SMoRI (Smart Monitoring per il controllo di bacini ad elevato Rischio Idrogeologico), cofinanziato nell'ambito del POR CALABRIA FESR-FSE 2014-2020, si prefigge di realizzare un sistema integrato di monitoraggio dei diversi fenomeni che possono determinare il rischio idrogeologico, attraverso un approccio multidisciplinare, coniugando know-how specialistico e le nuove tecnologie inerenti il Cloud Computing e l'IoT (Internet of Things). Al fine di realizzare un sistema prototipale integrato di monitoraggio del rischio idrogeologico, il progetto ha previsto lo sviluppo di una metodologia multicomponente innovativa di monitoraggio ambientale, applicabile su scala di bacino idrografico e nel relativo tratto costiero alimentato. SMoRI integra, infatti, i dati provenienti da "sensori a terra" con gli output di modelli previsionali atmosferici (Modulo Meteo), di modelli idrologici (Modulo Idraulica fluviale e costiera) e di analisi geologiche e morfologiche (Modulo Suolo), in modo da riprodurre scenari storici di franosità dei versanti, fenomeni di tipo idraulico, con conseguenti esondazioni dei corsi d'acqua ed elevata produzione/trasporto di materiale solido, fenomeni di tipo marittimo. I Moduli Meteo e Suolo si basano sull'utilizzo di centraline meteorologiche di superficie e sulla ricostruzione microclimatica, mediante modellistica atmosferica riferita a periodi passati, ed effettuano una analisi comparata fra caratteristiche pluviometriche e microclimatiche e i quantitativi mobilizzati in passato sui versanti, in occasione di eventi pluviometrici particolarmente intensi e/o prolungati, visualizzando scenari storici di franosità dei versanti e effettuando stime delle quantità di sedimenti prodotti, sia per processi erosivi sia per instabilità superficiali. Il Modulo Suolo, inoltre, permette di calcolare produzione/trasporto di sedimento a scala di bacino (celle 250m x 250m),

mediante l'utilizzo del plug-in YES. YES utilizza dati vettorializzati meteorologici, resistenza geolitologica, di uso del suolo e dei processi geomorfologici, acquisiti sul terreno ed in laboratorio e tarati attraverso misure di ridistribuzione del suolo (erosione/accumulo), lungo i versanti, mediante isotopi da fall-out e calcoli idraulici. Il Modulo Suolo consente così di definire indici di produzione di sedimenti, in relazione a parametri meteorologici, litologici, d'uso del suolo, di pendenza dei versanti, ecc.

Il Modulo di Idraulica fluviale e costiera si basa sull'applicazione di procedure automatizzate di trasformazione afflussi-deflussi (HEC-HMS), e di formule empiriche per il trasporto solido, opportunamente tarate in laboratorio, anche per il tramite di un sistema embedded costituito da una piccola rete di sensori idrofonici. Il modulo permette la stima delle portate, liquida e solida, dei corsi d'acqua, con particolare attenzione a quelle sezioni più vicine ad aree antropizzate. L'utilizzo di traccianti artificiali e naturali può consentire anche la ricostruzione dei percorsi di trasporto del materiale solido. Inoltre, partendo dalla ricostruzione del clima meteomarinico estremo al largo e sottocosta, legato a eventi di mareggiata, marea e pressione atmosferica sul mare, e dalla propagazione del moto ondoso tramite il modello spettrale SWAN, il Modulo permette la stima dell'evoluzione a breve termine del profilo di spiaggia attiva, attraverso il modello idromorfodinamico XBeach, e la stima del trasporto solido costiero a livello trasversale. La variazione della linea di riva, a lungo termine, viene stimata attraverso il modello ad una linea GENCADE. Il sistema SMORI permette anche di implementare moduli per il monitoraggio dei movimenti di versante (tempi, profondità, velocità), in stretta correlazione con le piogge registrate, e tramite sensori di tipo geotecnico, collegati al Cloud in real time.

La metodologia multicomponente è stata quindi implementata all'interno di un sistema software complesso multisensore IoT con metodologia OMT. L'infrastruttura tecnologica prevede: protocolli di comunicazione e di sicurezza per reti di sensori ambientali e geo-idrologici; modellazione delle componenti software di un sistema complesso multi sensore IoT; sistemi Cloud in modalità Smart Objects; protocollo di fruizione di un sistema di stazioni IoT multicomponenti da Cloud in modalità multicanale; protocollo di comunicazione tra Cloud Multi-Federato e Smart Objects; protocollo di sicurezza e affidabilità per lo storage su Cloud "Multi-Federato" per lo scenario di riferimento. E' stato anche realizzato un GIS in grado sia di gestire la diversità di informazioni presenti (geometriche, topologiche, informative), sia di implementare funzionalità di analisi spaziale e basi di dati. Un sistema di business intelligence, inoltre, implementa i moduli di analisi dei dati raccolti. Per tarare, calibrare e validare l'intero sistema, è stato selezionato, sulla base delle caratteristiche geomorfologiche, idrologiche, idrauliche, e delle implicazioni sulle dinamiche costiere, il bacino del Fiume Aron, ubicato nel territorio di Cetraro (CS). Si tratta di un'area rappresentativa dell'intero settore nord-occidentale della Calabria, dove la presenza di numerosi insediamenti antropici e di infrastrutture, può determinare, in caso di eventi pluviometrici intensi e/o prolungati, scenari complessi di rischio (rischio frana, esondazione, costiero).

SMORI, nato da una efficace sinergia fra mondo aziendale e comunità scientifica, potrà essere applicato, con una adeguata taratura, su altri bacini ed essere di grande utilità nella prevenzione e previsione del rischio idrogeologico.