

SIMULATOR_ADS: uno strumento a supporto della gestione delle emergenze

Sara Grilli e Alberto Radice ^(a), G. Maffeis e R. Gianfreda ^(b),
 Mario Fumagalli e Luca Pollastri ^(c), Raffaele Salerno ^(d),
 Simone Sterlacchini, Giacomo Cappellini, Debora Voltolina, Marco Zazzeri ^(e),
 Gloria Bordogna, Mirco Boschetti, Pietro Alessandro Brivio, Andrea Ceresi,
 Monica Pepe, Anna Rampini, Daniela Stroppiana ^(f),
 Marta Faravelli e Diego Polli ^(g)

^(a) Cefriel scarl, Viale Sarca 226, 20126 Milano, tel, fax, e-mail,

^(b) TerrAria srl, via M. Gioia 132, 20125, Milano, tel 02/87085650, e-mail g.maffeis@terraria.com

^(c) Mixel scarl, Via Giacomo Watt, 12, 20143 Milano, tel, fax, e-mail,

^(d) Meteo OPERations Italia (MOPI) - METEO EXPERT srl, Via A. Falck, 16
 20099 Sesto S.Giovanni (MI), tel. 02/66021824, e-mail raffaele.salerno@meteo.expert

^(e) CNR IGG, già IDPA, c.o. Università degli Studi di Milano Bicocca
 Piazza della Scienza 4, tel, fax, first.name.lastname@idpa.cnr.it,

^(f) CNR IREA, via A. Corti 12, Milano, tel 02236993299, lastname.firstnameinitial@irea.cnr.it ,

^(g) EUCENTRE, Via Ferrata 1, Pavia, 03825169811, marta.faravelli@eucentre.it,
diego.polli@eucentre.it

Abstract

Il contributo, dopo aver analizzato i fattori che influenzano la capacità di affrontare e superare efficacemente situazioni di emergenza legate a rischi naturali e/o antropici, propone una soluzione implementata nell'ambito del progetto "SIMULATOR_ADS: un Sistema Integrato ModULAre per la gestIone e prevenziOne dei Rischi - Arricchito con Dati Satellitari", una piattaforma ICT originale, con un'architettura basata su servizi Web, a supporto degli operatori e delle autorità locali di Protezione Civile nelle fasi di preparazione e di gestione delle emergenze.

1. Introduzione

La gestione di un'emergenza dipende dall'efficacia delle azioni di **previsione, prevenzione, monitoraggio e mitigazione dei potenziali rischi naturali e/o antropici** preventivamente pianificate, nonché dal livello di preparazione dei diversi attori coinvolti tra cui i Sindaci, i quali rivestono il ruolo di Autorità Comunale di Protezione Civile. Tuttavia, accade molto spesso, soprattutto nei piccoli comuni, di non disporre di personale con specifiche competenze che invece viene dedicato al supporto dell'azione del sindaco per la gestione delle emergenze. In situazione di emergenza spesso non è facile seguire il flusso delle azioni previste dalla normativa portando a volte ad un allineamento operativo rispetto a quanto pianificato e normato. E' altrettanto frequente la nascita di incomprensioni nella trasmissione delle informazioni dal luogo dell'evento al centro di coordinamento e anche la disponibilità di documentazione multimediale a supporto è scarsa o assente.

Infine le reti di monitoraggio o in generale le informazioni provenienti dal territorio non sono di immediato accesso durante la gestione dell'emergenza, perché disponibili su sistemi eterogenei o di non immediata fruibilità.

Per tentare di far fronte a quanto sopra esposto, nell'ambito del progetto **"SIMULATOR-ADS - Sistema Integrato ModULAre per la gestIone e prevenziOne dei Rischi - Arricchito con Dati Satellitari"**, un progetto finanziato da Regione Lombardia (LINEA R&S PER AGGREGAZIONI) e sviluppato da un partenariato che comprende imprese e centri di ricerca, è stata progettata e realizzata una **piattaforma informatica prototipale innovativa, studiata per supportare i decisori e gli operatori locali di Protezione Civile, nel far fronte a differenti criticità ambientali** (www.simulator-ads.it).

Attraverso un WebGIS la piattaforma integra informazioni e servizi relativi a:

- **Gli scenari di rischio (mappe istituzionali o prodotte dalla ricerca).**
- **Il servizio meteo** che presenta la situazione meteorologica aggiornata e le previsioni a breve e medio termine.
- **Il gestore delle procedure operative** per la gestione di varie tipologie di rischio: idrogeologico/idraulico, chimico industriale, incendio boschivo/di interfaccia e sismico.
- **Le informazioni generate tramite l'utilizzo di un'applicazione mobile smart**, che consente uno scambio in tempo reale di informazioni utili alla gestione dell'emergenza (tra i quali anche file multimediali), tra chi opera direttamente sul terreno e i decisori presenti nel Centro Operativo Comunale (o sovracomunale).
- **Il servizio downstream per la mappatura periodica delle aree allagate o interessate da incendi boschivi da dati telerilevati** dai satelliti Sentinel del programma Copernicus.

La piattaforma infine è dotata di una **base di dati** per archiviare, interrogare e, all'occorrenza, estrarre tutte le tipologie di informazioni sopra definite. Tali informazioni (solo in parte pre-caricate) possono essere completate direttamente dagli operatori locali di Protezione Civile **adattando così la piattaforma al proprio contesto locale** (comunale o sovracomunale).

Nel seguito sono descritte in dettaglio le varie componenti della piattaforma.

2. Gli scenari di rischio

Un'infrastruttura dati innovativa per la gestione delle emergenze necessita innanzitutto di poter accedere ad una cartografia di base aggiornata oltre che a mappe di rischio istituzionali e prodotte dalla ricerca. A livello istituzionale, la piattaforma espone gli scenari di rischio del progetto regionale PRIM (Programma Regionale Integrato di Mitigazione dei rischi) per differenti tipologie di evento potenzialmente dannoso; a livello di prodotti della ricerca, essa espone gli scenari di rischio sismico appositamente elaborati per il progetto e le mappe di rischio sismico incondizionato. A tale scopo EUCENTRE ha analizzato i dati satellitari provenienti da sorgenti diverse per effettuare una classificazione topografica dell'area di interesse (immagini DEM di tipo "ASTER GDEM") e allo scopo di identificare le aree urbanizzate (immagini satellitari multispettrali "Sentinel-2"). Eucentre ha definito le procedure necessarie per estrapolare il dato di esposizione dai dati satellitari, utile ai fini della definizione del rischio

sismico, ed ha sviluppato un metodo per la classificazione topografica delle aree di interesse sfruttando il dato DEM. Per ciò che riguarda gli scenari di rischio esistenti sono stati selezionati gli scenari del PRIM, scaricati dal sito di Regione Lombardia (<https://sicurezza.servizirl.it/primviewer/>) in formato immagine (.img) e convertiti in formato vettoriale con la classificazione in termini di rischio. Le elaborazioni sviluppate ad hoc da Eucentre relativamente al rischio sismico hanno interessato tre livelli di dettaglio differenti. Per tutta la Regione Lombardia sono state prodotte mappe di rischio incondizionato per una finestra temporale di 1 anno utilizzando come unità minima di definizione il comune. Per la sola provincia di Brescia le mappe di rischio incondizionato sono state prodotte (1) focalizzandosi sulle aree urbanizzate identificate dal dato Sentinel e (2) tenendo conto dell'amplificazione topografica derivante dal DEM (vedi Figura 1).

Infine, per 5 comuni bresciani (Bagnolo Mella, Montirone, Montichiari, Ghedi, Borgosatollo) sono stati prodotti gli scenari di danno in relazione a 5 terremoti realmente accaduti nel passato. Sono stati selezionati questi 5 comuni per la loro partecipazione al precedente progetto SIMULATOR che aveva consentito di ottenere direttamente da loro il database topografico del comune. Gli scenari di danno sono stati calcolati per ogni singolo edificio presente nel database topografico. Lo scenario calcolato indica, per ogni edificio, la probabilità di raggiungere 5 livelli di danno. Inoltre, per ogni edificio è stato calcolato anche il livello di danno più probabile per lo scenario in esame. Per ulteriori dettagli si rimanda a Polli et al. (2019).

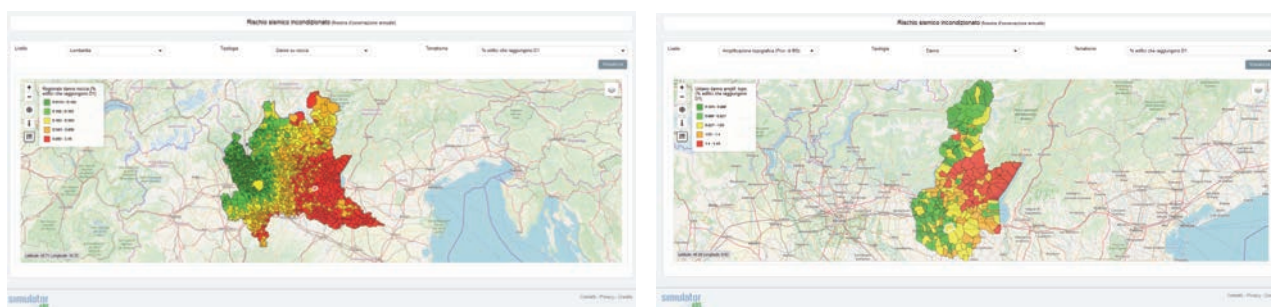


Figura 1 - Mappe di rischio incondizionato in 1 anno in termini di % di edifici che raggiungono il livello di danno D1: a sinistra senza amplificazione topografica su tutta la Lombardia, a destra con amplificazione topografica per la sola Provincia di Brescia.

3. Il servizio meteo per le previsioni a breve e medio termine

L'unità Meteo Expert ha curato lo sviluppo del servizio di generazione e condivisione su Web dei dati meteorologici di osservazione e di previsione. Riguardo le osservazioni, i dati satellitari e di remote sensing sono stati combinati con quelli provenienti dalle stazioni meteorologiche, costruendo un dataset omogeneo che può svolgere diverse funzioni tra cui la **ricostruzione** di scenari passati e la **produzione** di una più accurata inizializzazione dei modelli grazie all'assimilazione dei dati e alla loro gestione integrata. Oltre ai radar, sono state incluse anche le fulminazioni, attraverso una valutazione indiretta del contenuto d'acqua all'interno delle nubi. Tutto ciò è importante visto il sistema di modellizzazione utilizzato per la generazione dei dati previsionali, un "multi-model ensemble" di tipo probabilistico, che consente la generazione di una distribuzione di valori per ogni parametro ad un certo istante; perturbando il

dato iniziale, infatti, si tiene conto degli errori intrinseci nelle osservazioni. I dati così ottenuti sono distribuiti su una griglia con risoluzione orizzontale di 4 km. I dati al contorno provengono dai modelli a scala più ampia o globali, attraverso un ensemble combinato con gli output dei modelli dei principali centri mondiali [Bertolani et al., 2018]. Oltre ai dati su griglia tridimensionale, sono disponibili anche dati puntuali di osservazione e previsione su ogni singola località. E' stato anche condotto un test sulla Lombardia con il modello di ensemble a una risoluzione di 1.3 km su un orizzonte di 48h. Il test ha mostrato una maggiore precisione dei massimi di precipitazione e della stima dell'intensità del vento, e una più accurata definizione del campo termico. In questo modo la previsione a due giorni dei fenomeni meteorologici può migliorare, consentendo di predisporre eventuali azioni per la mitigazione delle conseguenze per eventi estremi.

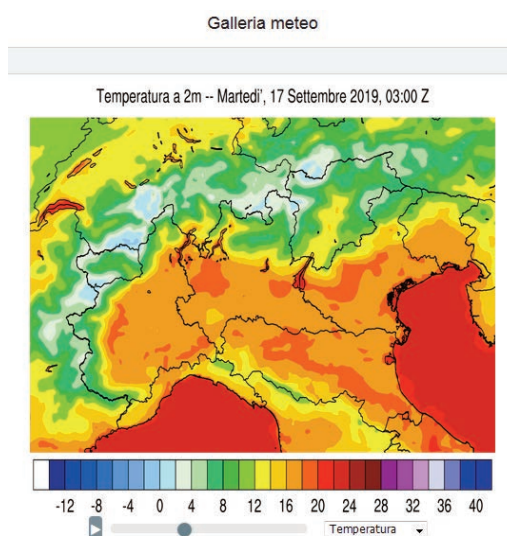


Figura 2 - Servizio meteo integrato nella piattaforma SIMULATOR-ADS: mappa meteo per tutta la Lombardia di temperatura; il servizio mostra mappe previsionali ogni 3 ore per precipitazione e temperatura fino a 72 ore .

4. Il gestore delle procedure operative

Il cuore della piattaforma SIMULATOR-ADS è costituito dal servizio per la gestione delle procedure operative a supporto del processo decisionale (DSS - Decision Support System), progettato e sviluppato dall'unità di ricerca del CNR-IDPA. Il DSS guida l'utente nell'esecuzione dei passi previsti dalle procedure che la Protezione Civile Regionale ha stilato come guida per la gestione di un'emergenza recependo il quadro normativo nazionale. Sono stati progettati e implementati una serie di modelli di intervento per i rischi Idraulico/Idrogeologico, Sismico, Incendio boschivo/interfaccia, e Chimico-industriale. Il DSS fornisce un valido aiuto nell'identificare e nel recuperare efficacemente i dati necessari (relativi a strutture, risorse e contatti) a livello di ogni passo procedurale. Il sistema viene definito "passivo" in quanto strettamente controllato dalla legislazione vigente, sia a livello nazionale che a livello regionale. Non esegue nulla autonomamente, ma è un navigatore che guida l'utente nell'esecuzione dei passi, delegando quindi sempre il controllo all'operatore umano. Per la formalizzazione delle procedure si è utilizzato il linguaggio grafico-matematico delle Reti di Petri e ciò ha permesso di utilizzare

tutto il corredo di analisi di cui questo formalismo dispone per la definizione dei passi procedurali che possono risultare mutuamente esclusivi, sequenziali o concorrenti. L'utilizzo di una notazione formale di questo tipo permette, tra le altre cose, anche la validazione e la verifica formale dell'intero processo in fase di preparazione all'emergenza (certificando, per esempio, la correttezza e la consistenza dell'intero flusso di operazioni, evitando situazioni di stallo, sovrapposizione di operazioni, mancata chiusura di procedure, ecc.). I grafi che rappresentano le procedure da eseguire risultano molto complessi, (vedi figura 3). Tuttavia l'interfaccia-utente della piattaforma SIMULATOR-ADS nasconde i grafi e rende disponibile all'utente solo i passi operativi, la descrizione delle azioni, i responsabili di ciascuna azione e i relativi contatti.



Figura 3 – Esempio di procedura del modello di intervento relativo al rischio idraulico-idrogeologico formalizzata attraverso l'utilizzo delle Reti di Petri e relativa interfaccia nella piattaforma SIMULATOR-ADS.

Inoltre, il servizio registra la storia (log file) di tutte le azioni svolte, l'operatore che le ha eseguite e i tempi di esecuzione di ogni fase operativa. Tali informazioni sono molto importanti in fase di preparazione all'emergenza (esercitazioni) al fine di "misurare" la capacità di risposta del gruppo comunale di Protezione Civile nel gestire differenti tipologie di eventi calamitosi ed, eventualmente, correggere/modificare le procedure/risorse messe in campo.

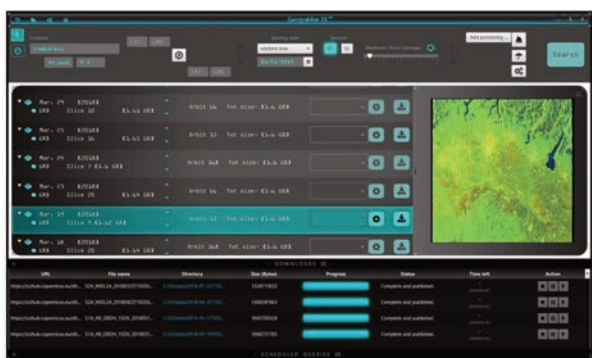
5. L'applicazione mobile smart per la creazione e lo scambio di informazioni utili a prevenire e gestire le emergenze

L'applicazione mobile si configura come uno strumento di supporto nella segnalazione in tempo reale di informazioni utili per la gestione delle emergenze. E' infatti stata progettata e implementata per essere utilizzata per una comunicazione bidirezionale: top-down per permettere ai gestori delle emergenze di inviare informazioni agli operatori in campo, e bottom-up per permettere agli operatori in campo e ai cittadini di effettuare segnalazioni geolocalizzate di criticità. I cittadini informati e gli operatori che operano nei luoghi interessati dagli eventi possono usare l'applicazione previa registrazione: in tempo di "pace" possono inviare segnalazioni e la propria posizione e

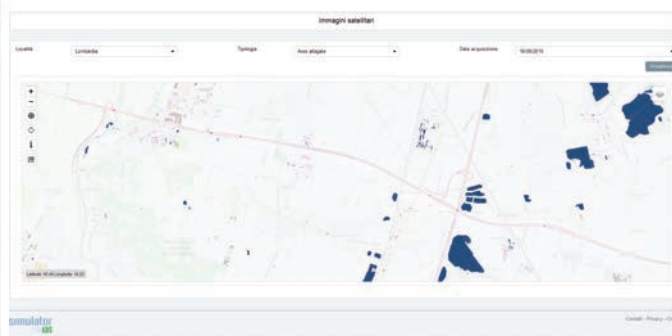
visualizzare la localizzazione di strutture strategiche, mentre in tempo di “allerta” gli operatori possono anche monitorare lo stato di avanzamento della procedura. Le segnalazioni permettono di allertare le autorità in modo sicuro sulle emergenze e riducono i tempi di comunicazione. L’applicazione è implementata per dispositivi Android.

6. Il servizio downstream per la mappatura periodica dello stato delle aree allagate e bruciate

Per mappare periodicamente lo stato delle aree allagate e bruciate l’unità CNR-IREA ha individuato le sorgenti di open data telerilevati Sentinel ottica multi-spettrale S2 e radar S1 (utile nel caso di alta copertura nuvolosa) e a tale scopo ha progettato un servizio prototipale downstream, denominato Geograbber, che a fronte di una query che permette di specificare un’area di interesse, mappa lo stato delle aree allagate e bruciate. Geograbber può essere usato con due diverse modalità: mono-utente – interrogandolo tramite la sua interfaccia utente (vedi figura 4 a sinistra) quando è installato su un comune PC connesso a Internet; multiutente, quando è utilizzato come servizio Web tramite l’accesso alle mappe condivise su Web da un Web GIS. Esso sfrutta le API Open Access Hub di Copernicus per interrogare periodicamente le sorgenti S1 e S2 di Sentinel e scaricare l’immagine più recente disponibile relativa a una regione di interesse. Gli algoritmi automatizzano le procedure di interrogazione dell’hub Sentinel: scaricamento delle immagini, preprocessing delle stesse per migliorarne la qualità, interpretazione tramite l’applicazione di metodi di soft computing che modellano il rafforzamento di evidenze multiple [Stroppiana et al., 2019], e infine pubblicazione delle mappe di stato (vedi figura 4 a destra) come servizio WMS (<http://geograbber.irea.cnr.it/>).



(a)



(b)

Figura 4 – (a) Interfaccia utente di Geograbber, il servizio prototipale Downstream che genera e pubblica su Web periodicamente le mappe di stato di allagamento (b) e delle aree bruciate per regioni di interesse specificate da un utente e mappa delle aree allagate sulla piattaforma

Le mappe di stato sono così generate in modo completamente automatico e coprono il territorio della regione Lombardia con due frame (alta lombardia e media-bassa lombardia) con risoluzione di 20x20 metri, e valore di evidenza in $[0,1]$, dove 0/1 indica che l’area non ha/ha evidenza di essere allagata/bruciata, mentre valori intermedi indicano che l’area coperta dal pixel può essere parzialmente allagata/bruciata. La taratura dell’algoritmo è stata effettuata su

tre aree distinte, caratterizzate da condizioni ambientali differenti. Si è valutata un'accuratezza superiore al 95%, in termini di F-score medio ottenuto sulla base di una procedura "10 fold-cross validation."

7. La piattaforma integrata SIMULATOR-ADS per l'accesso ai dati

Come emerge dalle figure precedenti, la piattaforma SIMULATOR-ADS integra tutti i servizi descritti nei precedenti paragrafi in un ambiente geografico facilmente usabile. E' concepita con un'architettura a moduli distinti, indipendenti e interagenti secondo i principi innovativi delle **architetture a servizi**, integra varie funzionalità erogate come servizi Web a cui **si accede attraverso un'unica dashboard** (vedi Figura 5). Di fatto è organizzata come un **ecosistema digitale** e pertanto è pronta per colloquiare anche con altri flussi di dati esterni o per mettere a disposizione le informazioni generate verso destinatari terzi.



Figura 5 - (a) architettura della piattaforma SIMULATOR-ADS; (b) Interfaccia-utente della piattaforma: l'utente tramite il pannello a sinistra può accedere a tutti i servizi offerti dalla piattaforma, mappe di rischio PRIM e di rischio incondizionato, immagini satellitari, mappa meteo; tramite il pannello a destra è possibile l'accesso alla procedura e al Web-GIS per ciascuno dei quattro rischi considerati.

L'interfaccia utente proprio per superare le criticità gestionali in emergenza, non richiede competenze specifiche all'utente; limita per quanto possibile le operazioni di input/output da tastiera e rende fruibili le elaborazioni direttamente dai menu attraverso mappe interattive che rispondono a semplici click del mouse. L'utente può attivare un qualunque servizio remoto in modo del tutto trasparente. Le tecnologie utilizzate sono tutte open-source in modo da limitare gli investimenti e i costi di gestione. Il WebGIS è stato sviluppato con Leaflet, una libreria JavaScript per sviluppare mappe geografiche interattive su sfondo OpenStreetMap, e adotta gli standard dell'Open Geospatial Consortium e di comunicazione dell'ecosistema digitale permettendo così una facile implementazione e abilitazione di nuovi servizi futuri basati su questi standard. Infine, la configurazione della piattaforma per uno specifico Comune consente l'abilitazione dei soli servizi di interesse e delle procedure per i rischi previsti dal Piano di Emergenza Comunale.

8. Risultati e Conclusioni

Al termine del progetto SIMULATOR-ADS si è svolto presso Cefriel Experience Centre di Milano un incontro pubblico dedicato alla presentazione dei risultati, nel quale è stata organizzata una tavola rotonda con potenziali utenti, rappresentanti di comuni, della protezione civile e di regione Lombardia. In quel contesto sono emersi importanti risvolti, tra i quali spicca la capacità innovativa di SIMULATOR-ADS di *“supportare non solo chi è direttamente coinvolto nella gestione dell’evento locale ma anche chi ne risente per gli effetti sovralocali, senza di norma averne preavviso, e deve garantire la continuità dei servizi di interesse collettivo, ad esempio nel caso dell’interruzione di direttrici di trasporto pubblico, e per la possibilità di coinvolgere attivamente i gestori di quei servizi nel supporto alle situazioni di emergenza, come nel caso di evacuazioni”*, come ha precisato UMBERTO REGALIA (Agenzia per il Trasporto Pubblico Locale del bacino della Città metropolitana Milano, Monza e Brianza, Lodi e Pavia). Il beneficio dell’integrazione di dati da diverse fonti ha implicazioni consistenti per gli operatori di Protezione Civile, che normalmente sono costretti a consultare molteplici applicativi, come testimonia CRISTIANO COZZI del Comune di Milano: *“Nel contesto di un comune di grandi dimensioni come il Comune di Milano, che gestisce la sicurezza di quasi un milione e 400mila abitanti, l’attività degli operatori di centrale della Protezione Civile non è semplice. Per questo è fondamentale superare la complessità apportata dai molteplici applicativi utilizzati per il monitoraggio e la gestione delle emergenze: l’approccio innovativo di SIMULATOR-ADS rappresenta un importante passo in questa direzione”*, e come ha sottolineato EMILIANO SERGIO VERGA, Digital Ecosystem Manager di Cefriel, SIMULATOR-ADS può supportare il *“lavoro di squadra”*, specialmente in ambito di Protezione Civile che può beneficiare dei nuovi approcci tecnologici come l’ecosistema digitale E015 di Regione Lombardia, permettono un’integrazione di dati più semplice, governata ed efficace. Infine, la Direzione Generale Territorio e Protezione Civile di Regione Lombardia si è dimostrata interessata a porre a sistema le funzionalità studiate e realizzate con il progetto SIMULATOR-ADS. Tale processo valorizzerebbe ulteriormente i risultati di progetto e della ricerca scientifica.

Riferimenti bibliografici

Bertolani, L., Salerno R., Dipierro G., (2018), “Self-Organizing Maps: an Application to NWP Models Verification. First Conference of the Italian Association for Atmospheric Sciences and Meteorology, Bologna, Italy.

Polli D., Faravelli M., Ceresi A., Bordogna G. (2019), “Utilizzo dei dati satellitari nel progetto SIMULATOR-ADS”, *Progettazione Sismica*, Vol. 12, 2: 7-23, DOI 10.7414/PS.11.2.7-23.

Stroppiana D., Goffi A., Brivio P.A., Bordogna G., Boschetti M., (2019) “Towards an automated approach to map flooded areas from Sentinel-2 MSI data and soft integration of water spectral features”, *International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation*, in stampa.