

Il monitoraggio del Servizio di Piena in Regione Sardegna con i dati SAR

Alessandra Pillai (*), Giulio Ceriola (**)

(*) Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato Lavori Pubblici, Servizio Difesa del Suolo
Viale Trento 69 Cagliari, Tel. 070 6062619, Fax 070 6062100, e-mail alepillai@regione.sardegna.it
(**) Planetek Italia s.r.l., Via Massaua 12 Bari, Tel. 080 9644200, Fax 080 9644299, e-mail ceriola@planetek.it

Riassunto

L'Assessorato ai Lavori Pubblici della Regione Sardegna ha avviato un progetto di monitoraggio dei principali bacini fluviali della Sardegna utilizzando dati di osservazione della Terra di tipo sia ottico che radar. L'esigenza prioritaria dei Servizi Tecnici dell'Assessorato dei Lavori Pubblici nello svolgimento delle attività del Servizio di Piena, è infatti quella di avere a disposizione immagini ad alta risoluzione, telerilevate da satellite, in tempi molto rapidi, soprattutto in caso di situazioni critiche e di emergenza. La necessità di acquisire immagini Radar attraverso sensori ad apertura sintetica (SAR) deriva dall'esigenza di acquisire i dati in qualsiasi condizione meteorologica; inoltre è indispensabile avere i dati processati e resi disponibili dopo pochi minuti dall'acquisizione. Requisito fondamentale del progetto è infatti la garanzia della disponibilità dell'immagine relativa alle aree di crisi in tempi brevi (due, massimo tre giorni) a partire dall'inizio dell'evento calamitoso, con la possibilità di rendere immediatamente disponibili i dati on-line per la realizzazione veramente rapida ed efficace di una mappa tematica dettagliata delle aree inondate durante l'evento.

Il progetto ha previsto quindi l'utilizzo di procedure automatizzate di estrazione delle informazioni tematiche dai dati telerilevati al fine di rendere disponibili nel più breve tempo possibile le informazioni cartografiche agli operatori dei servizi tecnici.

Abstract

The Public Works Department of Sardinia Region started a monitoring plan of the main river basins of the Region with the help of optical and radar Earth Observation data.

The main need of the Technical Services Department, during Flooding Service activities, is to receive high resolution satellite data in very short term, especially in case of crisis or emergency event. The collection of the area affected by the event through Synthetic Aperture Radar sensors (SAR) guarantees to acquire data in all weather conditions and to have the processed data available within few minutes after the collection. Indeed, key requirement of the project is ensuring the availability of the image of the crisis areas in a short time (two, maximum three days) since the beginning of the event. Data are also made readily available on-line with the aim to obtain a very rapid detailed thematic map of flooded areas during the event.

The project has therefore provided automated extraction procedures of thematic information from remot sensing data to make available as soon as possible cartographic information to the technical services.

Introduzione

Esiste un collegamento inesorabile tra gli incendi boschivi e le alluvioni che si verificano nelle stagioni autunnali. Il disboscamento provocato dagli incendi estivi impedisce infatti alla vegetazione di svolgere la sua funzione naturale di freno all'acqua piovana, che non trovando

ostacoli alla sua corsa defluisce copiosa nei corsi d'acqua, provocando così i tanto temuti fenomeni di piena.

La prevenzione delle alluvioni non può essere demandata solo alla costruzione di argini o di altre opere di difesa, ma è un discorso più ampio che parte dalla tutela e pianificazione territoriale fino a coinvolgere tutti i cittadini. Questi possono dare il loro contributo sia nella fase di prevenzione, segnalando tempestivamente gli eventi che portano ad un degrado del territorio, sia nella fase di allerta, evitando comportamenti rischiosi.

La Sardegna è una terra che da sempre affronta il problema legato agli incendi boschivi nella stagione estiva ed alle inondazioni nei mesi invernali. Si pensi agli 8.000 chilometri quadrati di territorio alluvionato nell'ottobre del 1951: un terzo dell'isola fu colpito dalle conseguenze di una settimana di piogge che la flagellarono, dopo alcuni anni di scarse precipitazioni. Senza andare così indietro con la memoria, è ancora vivo il ricordo dell'alluvione di Capoterra e dei morti del 22 ottobre 2008. Per fare fronte a questa situazione la Regione Sardegna ha guardato con crescente interesse al contributo che le tecnologie di osservazione della Terra possono offrire. Il Corpo Forestale di Vigilanza Ambientale infatti ha utilizzato immagini multispettrali telerilevate dal satellite SPOT 5 per individuare le aree boschive percorse da incendio nelle estati del 2009 e 2010, per arricchire, integrare e validare le perimetrazioni fatte in pieno campo con rilievi basati su GPS.

L'Ufficio Difesa del Suolo dell'Assessorato ai Lavori Pubblici, allo stesso tempo, ha avviato un progetto di monitoraggio dei principali bacini fluviali della Sardegna, a supporto del Servizio di Piena, che prevede l'utilizzo di dati di osservazione della Terra di tipo sia ottico che radar.

Il Servizio di Piena

L'obiettivo del Servizio di Piena è quello di poter disporre di immagini telerilevate acquisite durante le fasi critiche e di emergenza che possano essere di ausilio alle attività di individuazione delle aree soggette a calamità come, ad esempio, la perimetrazione delle aree inondate. L'adozione di immagini satellitari Radar acquisite con sensori ad apertura sintetica (SAR) deriva dalla necessità di poter disporre di dati in qualsiasi condizione meteorologica, indipendentemente dalla presenza di copertura nuvolosa. Acquisizioni effettuate in corrispondenza del picco del fenomeno o nelle ore immediatamente successive consentono di ottenere un'istantanea della situazione dei luoghi, che è utile per almeno due motivi: da un lato consente di comprendere meglio il fenomeno e quindi pianificare le opere di mitigazione e prevenzione; dall'altro risulta utile per la perimetrazione delle aree coinvolte dal fenomeno e la stima dei danni, a supporto dell'iter amministrativo di definizione dello stato di calamità e dei risarcimenti ai comuni colpiti.

In situazioni di emergenza, dove la variabile tempo è particolarmente critica, risulta determinante la presenza di un quadro contrattuale attivo che vada a regolare, secondo modalità e costi prestabiliti, le interazioni tra l'Amministrazione e l'Azienda fornitrice dei dati.

Solo in questo modo si riducono drasticamente i tempi che intercorrono tra la richiesta di acquisizione del dato da parte dell'utente e l'attivazione del satellite con carattere di priorità. Inoltre in questo modo per l'Amministrazione sono chiari da subito i costi che deve sostenere per ottenere i dati e può definire in anticipo i fondi da allocare sul capitolo di spesa specifico.

La Regione Sardegna ha attivato un contratto triennale con il fornitore dei dati, Planetek Italia s.r.l., nel quale sono state predefinite le modalità di interazione tra l'ufficio Difesa del Suolo e gli operatori di Planetek Italia, a supporto del Servizio di Piena.

In caso di emergenza si attiva, su richiesta dell'utente, il cosiddetto tasking del satellite (programmazione del satellite con definizione di tutte le specifiche necessarie). Immediatamente dopo l'acquisizione, i dati satellitari sono resi disponibili on-line mediante opportune procedure di archiviazione e condivisione conformi agli standard OGC. Successivamente alla elaborazione anche le mappe tematiche delle aree inondate vengono rese disponibili on-line.

La modalità di pubblicazione rapida dei dati satellitari e delle mappe tematiche, mediante un sito web dedicato che integra anche gli strati informativi resi disponibili dal Sistema Informativo Territoriale Regionale (nonché altre cartografie fruibili come webservices in una logica di condivisione ed interoperabilità secondo i principi di INSPIRE), fa sì che a seguito dell'emergenza le informazioni tematiche utili al servizio di Piena siano davvero immediatamente disponibili su tutto il territorio regionale, a supporto degli operatori coinvolti nelle attività operative.

Nell'ambito del progetto è stato anche allestito un laboratorio per la gestione dei dati telerilevati da satellite in grado di integrare layer tematici resi disponibili sia fisicamente che virtualmente, secondo gli standard OGC, da tutte le Amministrazioni che operano sul territorio regionale. Il laboratorio dispone di funzionalità di modellazione tridimensionale del territorio per l'analisi delle aree a rischio piena.

Caratteristiche dell'acquisizione di dati SAR in situazione di emergenza

L'Ufficio Difesa del Suolo dell'Assessorato ai Lavori Pubblici ha fornito al data provider una planimetria in cui sono selezionate le aree potenzialmente inondabili con forte probabilità di rischio di alluvione (aree critiche), prevalentemente individuate in prossimità di centri abitati e infrastrutture di primaria importanza, segnalate come maggiormente suscettibili di rischio alluvionale. Nel caso di un evento di piena l'acquisizione delle immagini ad alta risoluzione deve avvenire nel più breve tempo possibile dal momento in cui viene segnalato tale evento. Di conseguenza di fondamentale importanza è l'utilizzo di sensori che siano in grado di fornire immagini indipendentemente dalle condizioni meteorologiche e di luce, quindi in presenza di forte copertura nuvolosa o nebbia, anche di notte. È necessario, inoltre, che i tempi di rivisitazione del satellite siano brevi, dell'ordine di massimo 2-3 giorni, per poter accedere a informazioni territoriali per una prima valutazione dei danni provocati dall'evento calamitoso.

Si è scelto di utilizzare immagini RADAR acquisite da sensori SAR in quanto questa tipologia di dati soddisfa pienamente questi requisiti.

Per soddisfare tali richieste da un lato è stata scelta la costellazione di satelliti SAR Cosmo-SkyMed (attualmente 3 satelliti su 4 sono stati lanciati ed operanti), che da un lato soddisfa la richiesta di immagini ad alta risoluzione e dall'altro un tempo di rivisita molto breve (attualmente di 1-2 giorni, che scenderà a meno di 1 giorno quando la costellazione sarà completata entro il 2011).

Inoltre Planetek Italia ha stabilito, in accordo con L'Ufficio Difesa del Suolo dell'Assessorato ai Lavori Pubblici, una procedura di richiesta di acquisizione del dato in situazione di emergenza con le seguenti caratteristiche:

- punto di contatto disponibile 24h/24h, tutti i giorni, per la ricezione della richiesta di acquisizione da parte di personale prestabilito dell'Ufficio Difesa del Suolo dell'Assessorato ai Lavori Pubblici
- preselezione dei parametri geografici di acquisizione in base alla planimetria fornita dall'Ufficio Difesa del Suolo dell'Assessorato ai Lavori Pubblici; in tal modo non appena la richiesta di acquisizione è ricevuta è possibile immediatamente richiedere la programmazione (tasking) del satellite
- preselezione dei parametri radiometrici e geometrici di acquisizione.

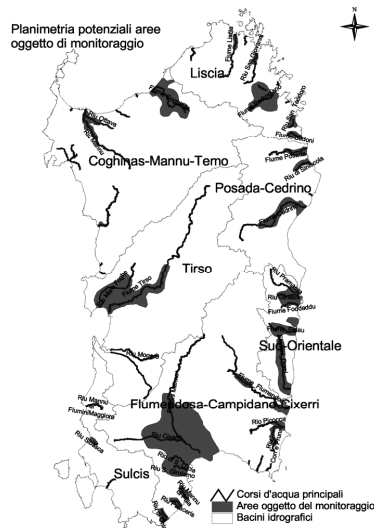


Figura 1 – Planimetria delle potenziali aree oggetto di monitoraggio.

Caratteristiche dei dati SAR

In particolare le caratteristiche dei dati SAR da acquisire che sono state individuate allo scopo di massimizzare la loro applicazione per la delimitazione delle aree di piena sono le seguenti:

- a) Banda spettrale: Banda X
- b) Polarizzazione: Modalità Singola Polarizzazione HH
- c) Risoluzione geometrica: indica la capacità di distinguere in un'immagine due oggetti adiacenti ed è definita come la larghezza della Funzione di Risposta all'Impulso (Impulse Response Function o IRF) misurata a 3dB (metà dell'intensità) al di sotto del valore di picco. In un'immagine SAR la risoluzione geometrica si misura in Azimuth ed in Ground Range ed è dipendente dall'angolo di ripresa. La risoluzione nominale in Azimuth ed in Ground Range non è superiore a 4 metri all'interno del range dell'angolo di elevazione del sensore consentito
- d) Risoluzione radiometrica (qualità): la risoluzione radiometrica, descrivente la qualità radiometrica per pixel in funzione del numero di look (NL) e del rapporto segnale rumore SNR, non è superiore a 3,5 db.
- e) Risoluzione radiometrica (bit per pixel): 16bit per pixel memorizzati nei formato JPG2000 e GeoTIFF a 16 bit.
- f) Geocodifica: i dati sono geolocalizzati nel sistema di riferimento WGS84 UTM32

Metodologia per la realizzazione di mappe delle aree inondate

A seguito dell'acquisizione del dato SAR relativo ad un'area dove si è verificato un fenomeno di inondazione, la metodologia applicata fa uso sia degli strumenti automatici di elaborazione e di classificazione messi a disposizione dalla Radar Mapping Suite (RMS) di ERDAS Imagine, che di eventuali immagini storiche ad alta risoluzione, disponibili per l'area considerata.

L'utilizzo dei modelli di processamento preimpostati in ERDAS Imagine mediante il Model Maker (MM) di Imagine fa sì che tali modelli possano essere successivamente esportati e pubblicati su

Web come servizi di elaborazione conformi con lo standard definito dall'OGC per i WPS, Web Processing Services.

Tale metodologia consiste nei seguenti processamenti o step:

- 1) eventuale ortorettifica del dato (RMS)
- 2) applicazione di filtri per la soppressione del rumore (speckle) e l'esaltazione delle caratteristiche dell'immagine SAR (intensità, varianza, tessitura) legate alla presenza o meno di acqua (RMS e MM)
- 3) applicazione di una classificazione non supervisionata, in base a delle soglie determinate in automatico o da un operatore (MM)
- 4) esportazione della mappa di inondazione grezza in formato shapefile (MM)
- 5) miglioramento della precisione della mappa di inondazione tramite fotointerpretazione dell'immagine SAR, con l'utilizzo di immagini storiche dello stesso sito, sia ottiche che SAR (ArcGIS)
- 6) Esportazione della mappa in formato compatibile con gli standard OGC per la pubblicazione e la condivisione online.

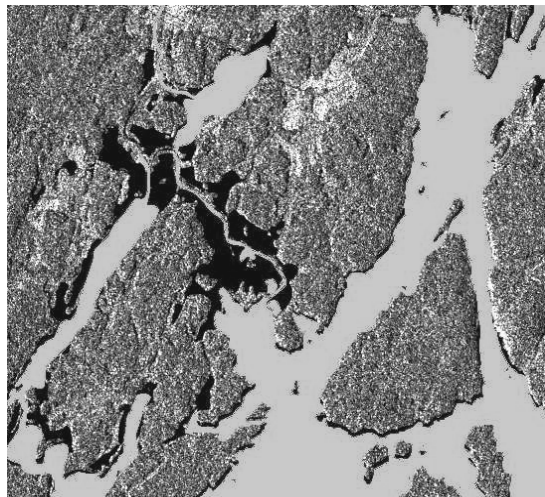


Figura 1 – Esempio di distinzione tra straripamento (in nero) e normale corso d'acqua (in grigio chiaro).

Inoltre, nel caso si disponga di immagini SAR storiche con particolari caratteristiche rispetto al dato SAR acquisito (stessa risoluzione e/o simile geometria di acquisizione e/o buona coerenza, ecc.), lo step 3) potrà essere sostituito dagli algoritmi di change detection messi a disposizione dal Model Maker e dalla Radar Mapping Suite di ERDAS Imagine 2010. Tali algoritmi permettono infatti di ottenere migliori risultati, in maniera *user friendly*, che quindi richiederanno minore sforzo per lo svolgimento dello step di correzione.

L'architettura del sistema realizzato per la catalogazione e condivisione dei dati nell'ambito del progetto favorisce l'accesso alle informazioni relative alle aree oggetto di esondazione e permette di rendere disponibile agli utenti finali modelli di analisi preimpostati, affinché essi possano estrarre informazioni dai dati avendo anche poca conoscenza tecnica.

Monitoraggio stagionale di alcuni bacini fluviali

In corrispondenza di alcune delle aree individuate come potenzialmente inondabili con forte probabilità di rischio di alluvione, nell'ottica del monitoraggio stagionale, è stata anche prevista una attività di analisi e monitoraggio periodico dei bacini fluviali, soprattutto in corrispondenza delle aree stagionalmente interessate da eventi alluvionali.

Per questa attività è stata prevista l'acquisizione di immagini satellitari ottiche multispettrali ad alta risoluzione stagionale per una durata di 3 anni, con una acquisizioni all'anno. E' auspicabile che nel prosieguo delle attività sia possibile acquisire anche immagini SAR da utilizzare come dato di base storico per la mappatura delle aree alluvionate in caso di evento calamitoso.

L'analisi delle aree prevede la rilevazione delle variazioni nell'uso del suolo soprattutto in funzione e previsione di intervento puntuale con opere di regimazione e di analisi generali di change detection.

In particolare, il periodo dell'anno durante il quale queste aree potranno essere interessate da campagne di acquisizione è il periodo compreso tra i mesi di marzo e giugno, immediatamente successivo alla stagione invernale dunque, per valutare i cambiamenti intervenuti sul territorio rispetto all'anno precedente. Le acquisizioni realizzate durante questo periodo consentono di ottenere immagini di qualità elevata con la possibilità di minimizzare la presenza di ombre nelle immagini a causa della dell'angolo di incidenza dell'illuminazione solare.