

## **Mappatura della coltivazione e monitoraggio della crescita di riso nel distretto agricolo di salonico (Grecia) tramite l'utilizzo di dati SAR**

G. Fontanelli (\*), F. Holecz (\*\*), F. Collivignarelli (\*\*), L. Gatti (\*\*), M. Barbieri (\*\*),  
D. Katsantonis (\*\*\*), Ch. Dramalis (\*\*\*), A. Kaliaitidis (\*\*\*), L. Ranghetti (\*),  
L. Busetto (\*), M. Boschetti (\*)

(\*) Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente (CNR IREA), Via Bassini 15, Milano  
(\*\*) SARMAP SA Cascine di Barico 10 6989 Purasca, Switzerland  
(\*\*\*) Hellenic Agricultural Organization - DEMETER, Cereal Institute, Georgikis Scholis  
57001 Thermi Thessaloniki, Greece

Il riso (*Oryza sativa L.*) è la specie vegetale più coltivata sulla terra; oltre la metà della popolazione umana basa la propria alimentazione su questo cereale. Nel mondo si producono annualmente oltre 550 milioni di tonnellate di riso su oltre 150 milioni di ettari, prevalentemente in zone a clima caldo umido delle regioni tropicali e sud-tropicali. In Europa la coltivazione del riso ha iniziato la sua diffusione tra la fine del XIV e l'inizio del XV secolo e si è sviluppata principalmente nelle aree mediterranee in Italia, Spagna e Grecia.

Informazioni riguardo le colture agronomiche, come varietà coltivate, fenologia, produttività e stato fitosanitario sono di cruciale importanza per un'accurata pianificazione e gestione degli ecosistemi agricoli da parte di agricoltori ed amministratori pubblici. I dati telerilevati, acquisiti da piattaforme spaziali, hanno dimostrato la loro efficacia nel fornire informazioni affidabili, in maniera continuativa e in tempi brevi.

I sensori SAR (Synthetic Aperture Radar) sono impiegati da tempo con successo in progetti di monitoraggio di ecosistemi naturali e agricoli, grazie alla sensibilità del segnale a microonde a parametri come il contenuto d'acqua della vegetazione, quindi alla biomassa e alle caratteristiche geometriche delle piante, che rende possibile l'utilizzo di questi sensori per scopi di classificazione delle colture da remoto.

Questo lavoro ha come obiettivo i) la mappatura della coltivazione di riso in un'area della penisola Ellenica settentrionale e ii) la produzione di mappe di crescita della vegetazione del periodo Primavera/Estate 2014, utilizzando serie temporali di immagini satellitari SAR.

Questo documento descrive i risultati ottenuti durante il primo anno di ricerca svolta nell'ambito del progetto "ERMES" (An Earth Observation Model based RICE information Service; EU-FP7 Collaborative Project grant agreement n° 606983 – [www.ermes-fp7space.eu](http://www.ermes-fp7space.eu)).

Il sito di studio è localizzato nell'area agricola del delta del fiume Anksiou, sfociante nella Baia di Salonico (GR). Si tratta di un'area pianeggiante intensamente coltivata principalmente con riso, cotone, mais e foraggio.

Il dataset di immagini satellitari è composto da 8 scene COSMO-SkyMed StripMap HIMAGE in banda X, polarizzazione HH, angolo 34 gradi, risoluzione spaziale circa 3m e 7 RADARSAT-2 WIDE in banda C, polarizzazioni HH+HV, angolo 38 gradi, risoluzione spaziale circa 20m, acquisite durante il periodo che va da Maggio a Ottobre 2014.

Le immagini sono state pre-processate utilizzando il software MapScape (Sarmap SA), al fine di ottenere il segnale radar calibrato (coefficiente di backscatter) e georiferito di entrambi i sensori.

A causa della mancata acquisizione di due scene COSMO-SkyMed, pianificate durante le fasi iniziali dello sviluppo del riso (da metà Maggio a metà Giugno), la classificazione è stata svolta utilizzando le sole immagini RADARSAT-2. La mappatura delle risaie è stata effettuata utilizzando un algoritmo di classificazione a soglie implementato nella suite MapScape in cui le soglie temporali e d'intensità del segnale radar sono state impostate a seguito di un'analisi dei trend temporali del backscatter di alcuni campi campione. La validazione, sulla base dei dati di campo ha mostrato un'alta accuratezza delle mappe così prodotte ( $OA \approx 88\%$ ,  $K \approx 0.76$ ).

I dati satellitari sono stati integrati con le informazioni di campo raccolte dai ricercatori di DEMETER, partner del progetto ERMES, durante le campagne di misura che si sono svolte nel periodo di acquisizioni dei satelliti utilizzati. I dati raccolti *in-situ* su 70 campi test riguardano varietà coltivata, data e densità di semina, data di allagamento, stato fitosanitario, fertilizzazioni, diserbi e trattamenti antiparassitari, stadio fenologico, etc.

Dati di biomassa di riso, oltre a Leaf Area Index (LAI) e dimensione e numero delle componenti delle piante (altezza, diametro fusti, larghezza delle foglie, etc) sono stati raccolti durante 21 campagne su 17 dei 70 campi test.

L'analisi delle informazioni SAR per il monitoraggio della coltura ha evidenziato la buona correlazione diretta ( $R^2 \approx 0.85$ ) del backscatter in banda C, polarizzazione HH con la biomassa del riso durante le prime fasi del ciclo di crescita, che vanno dall'emergenza fino alla fioritura, dopo la quale il segnale radar satura velocemente.

Il backscatter in banda X, polarizzazione HH mostra invece una correlazione inversa ( $R^2 \approx 0.82$ ) con la biomassa durante le fasi fenologiche, che vanno dalla fioritura al completo sviluppo della pannocchia, prima dell'inizio del disseccamento della pianta.

Il comportamento del segnale radar con lunghezza d'onda  $\lambda \approx 3\text{cm}$  lascia intuire una maggiore influenza del backscatter in banda X alle caratteristiche della pannocchia, meno evidenti utilizzando sensori operanti a lunghezze d'onda più grandi come RADARSAT-2 ( $\lambda \approx 5.6\text{ cm}$ ).

Sfruttando le equazioni polinomiali di secondo grado individuate dalle regressioni tra il segnale SAR e la biomassa sono state prodotte cinque mappe di biomassa vegetale del riso nel periodo giugno-agosto 2014: tre utilizzando i dati RADARSAT-2 (04/06/2014, 28/06/2014 e 22/07/2014) e due utilizzando i dati COSMO-SkyMed (29/07/2014 e 14/08/2014).