

N° 3
2009

Rivista bimestrale - anno 13 - Numero 3/09 - Sped. in abb. postale 70% - Filiale di Roma

GEO MEDIA

La prima rivista italiana di geomatica e geografia intelligente

► **La storia del
telerilevamento in Italia
e in Europa**

► **Osservazione della Terra con
tecnologia Grid e SOA da ESA**

► **Un report dalla Conferenza ESRI 2009**

► **Il Corpo Forestale presenta il
progetto TARGET-STARS**

► **L'International Cartographic
Association compie 50 anni**

Radar ad alta risoluzione nelle procedure di controllo della nuova Politica Agricola Comunitaria

di G. Monaldi, L. Rossi, P. Guerra

I sussidi destinati agli agricoltori europei sono da sempre verificati a campione da parte di tutti gli Stati membri e della stessa Commissione EU attraverso tecniche GIS e l'ausilio del telerilevamento satellitare ed aereo ottico multispettrale e multitemporale. L'Agenzia Italiana per l'Erogazione dei pagamenti in Agricoltura (AGEA) e la sua società controllata SIN, a partire dal 2007 hanno intrapreso dei test di utilizzabilità per il controllo delle colture agricole, anche con dati telerilevati radar SAR (*Synthetic Aperture Radar*) in banda X, sia acquisiti da aereo che dalla costellazione satellitare COSMO-SkyMed dell'Agenzia Spaziale Italiana (ASI).

L'AGEA, dopo aver intrapreso i test di utilizzabilità dei dati SAR nel 2007, nel corso del 2008, in accordo con il Centro di Ricerche Comunitario di Ispra (*Ispra Joint Research Centre - JRC*), ha realizzato una sperimentazione per valutare l'utilizzabilità dei dati SAR nell'ambito dei controlli con Remote Sensing (*Control with Remote Sensing - CwRS*) previsti dai regolamenti comunitari e annualmente effettuati sulle colture agricole e sugli elementi agro-ambientali.

La capacità intrinseca del sensore SAR di acquisire dati indipendentemente dalle condizioni atmosferiche, di notte o in presenza di copertura nuvolosa, rappresenta uno straordinario vantaggio per gestire al meglio le finestre temporali necessarie ai controlli comunitari e, come dimostrato nel corso dei test, la disponibilità di dati ancillari di qualità adeguata (ad esempio DEM - *Digital Elevation Models*) garantisce il raggiungimento di risultati in linea con i requisiti.

AGEA-SIN ha quindi effettuato, tra il 2008 e il 2009, uno studio di fattibilità pre-operativo simulando il lavoro su alcune aree di controllo a campione pregresse, già elaborate con i dati telerilevati ottici tradizionali.

Nello specifico, con il VHR SAR di COSMO sono stati analizzati i seguenti target:

- possibile utilizzo del SAR come backup del dato ottico in presenza di copertura nuvolosa;
- possibile utilizzo per l'individuazione e il monitoraggio di pattern agronomici complessi (coltivazioni erbacee diversificate e associate a colture permanenti);
- sorgente di informazioni multi-temporali per il controllo degli aiuti accoppiati (richieste di contributo aggiuntivo su specifiche colture);
- possibile supporto per il controllo delle GAEC (*Good Agricultural Environmental Conditions*) quali erosione dei suoli, ristagno di acqua, mantenimento dei pascoli, ecc.;
- possibile sorgente di informazione multi-temporale

nelle aree coltivate a riso (Nord Italia) anche con l'obiettivo di utilizzare in modo massivo dati *multi-source* ottico-radar su zone chiave per l'alimentazione mondiale (risaie tropicali).

Da un punto di vista tecnico le sperimentazioni effettuate con il sistema Telaar SAR in banda X e con risoluzione 0,5m, hanno fornito ad AGEA e JRC uno scenario di utilizzabilità molto buono nelle aree di pianura sia per l'aspetto di misura delle superfici, sia per quello tematico, con un 90% di accuratezza rispetto ai sensori ottici, più critico (accuratezza 80%) in quelle a morfologia

La riforma della PAC per la tutela della salute e dell'ambiente

La riforma della PAC ha collegato l'erogazione dei contributi alle aziende al rispetto di una serie di norme a tutela della salute e dell'ambiente. Queste norme vengono indicate col termine condizionalità.

La normativa si divide in:

- **Criteri di Gestione Obbligatoria (CGO)** che riguardano i comportamenti dell'azienda a tutela della salute del benessere degli animali, alla gestione dei sottoprodotti dell'attività agricola o zootecnica.

- **Buone Pratiche Agronomiche Ambientali (BCAA)** in relazione con l'azione dell'azienda agricola sul territorio che si dividono in obiettivi e norme:

Ob. 1 *Protezione del suolo*

1.1 interventi di regimazione temporanea delle acque per i terreni in pendio

Ob. 2 *Sostanza organica del suolo*

2.1 gestione delle stoppie e dei residui colturali

2.2 avvicendamento delle colture

Ob. 3 *Struttura del suolo*

3.1 mantenimento in efficienza delle reti di sgrondo delle acque superficiali e adeguato uso delle macchine agricole

Ob. 4 *Mantenimento degli habitat*

4.1 protezione del pascolo permanente

4.2 gestione superfici ritirate dalla produzione

4.3 manutenzione degli oliveti

4.4 mantenimento degli elementi caratteristici del paesaggio

media – ad esempio si riscontra una deformazione con maggiore estensione della canopy degli alberi – mentre nelle zone a morfologia collinare-montana, l'utilizzo di DEM standard è risultato non adeguato, creando in zone ad elevato gradiente di pendenza delle deformazioni elevate (60% nelle zone meno pendenti, mentre in zone tipicamente montane il numero di parcelle lavorabili risulta molto basso).

Nuove sperimentazioni SAR 2008-2009

AGEA, in accordo con JRC e Agenzia Spaziale Italiana (ASI) come *data provider*, ha realizzato nuovi test, al fine di valutare le capacità dei sensori COSMO nei confronti dei requisiti e delle specifiche emesse dal Directorate Generale per l'Agricoltura e dal Joint Research Centre. Tali sperimentazioni hanno particolare significato anche in considerazione del fatto che il Directorate della CE e il JRC hanno sospeso l'acquisizione di dati radar a bassa risoluzione in seguito al mancato utilizzo da parte degli Stati Membri.

Sono stati dunque realizzati test su numerosi aggregati di comuni distribuiti sul territorio nazionale (circa 600 km² ognuno) al fine di valutare l'utilizzo sostitutivo dei dati SAR in caso di copertura nuvolosa, anche parziale, delle immagini ottiche, usando dati COSMO in modalità Spotlight a 1m su porzioni di aree a controllo AGEA. Un'ulteriore indagine è stata finalizzata alla discriminazione di pattern agricoli differenziati (seminativi complessi, colture permanenti come olivi, vigneti, frutta a guscio ecc); gli output del SAR sono stati perciò confrontati con quelli derivati dai dati ottici, valutando così la capacità nella discriminazione e nella misurazione del target specifico, in modo operativo.

L'attività CwRS prevede investigazioni multi-temporali, soprattutto per differenziare le fasi fenologiche, permettendo la miglior identificazione delle colture, sovente con colture estive e invernali compresenti; analisi di dati COSMO a diversa polarimetria sono state eseguite utilizzando differenti tipologie di immagini e sintesi additive, anche a differenti risoluzioni (*HIMAGE 5m*, *PING-PONG 15m con polarizzazioni H-V V-V V-H H-H* per valutare anche in questo caso le possibilità e i limiti di questi strumenti).

Sono state altresì acquisite immagini COSMO invernali del 2009, nel tentativo di ritrovare le possibili correlazioni multi temporali per il monitoraggio agro-ambientale (*Cross Compliance GAEC*) e l'individuazione delle possibili violazioni ai regolamenti di salvaguardia territoriale come, ad esempio, fenomeni erosivi, coperture erbacee su versanti da mantenere, ecc.

Per tutti i test appena descritti sono state effettuate delle campagne di verità a terra, sia per verificare gli aspetti tematici sia per quelli geometrici. Obiettivo di tali campagne è stata la definizione di un'analisi costi/benefici e di statistiche di prestazioni da utilizzare per le future attività con i dati COSMO o in generale con dati VHR SAR.

Risultati preliminari del progetto

Ortorettificazione delle immagini: sono stati utilizzati dati ancillari differenti, con DEM a diverso passo e accuratezza sull'asse Z. Come illustrato nelle figure precedenti, l'influenza della precisione del DEM sui risultati è più limitata nel caso di dati satellitari, principalmente a causa della maggiore distanza sensore-target al suo-

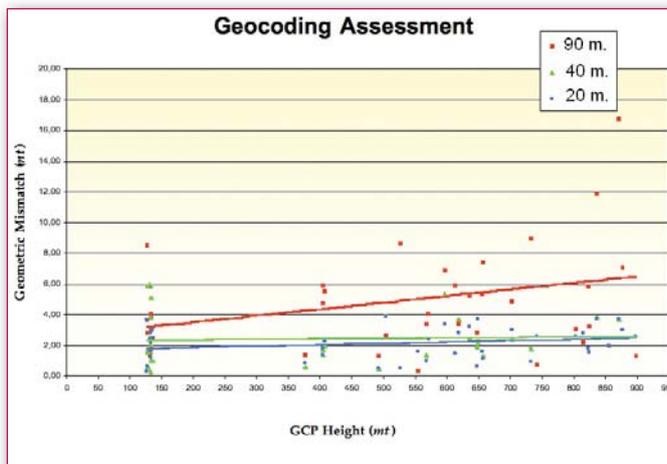


Figura 1 - Verifiche dell'accuratezza di COSMO-SkyMed in modalità Spotlight utilizzando tre DEM a passo differente (SRTM 90m, DTM 40m, DTM 20m): il dato da satellite risulta meno influenzato dalla precisione del DEM rispetto al dato acquisito da aereo.

lo; in ogni caso, lavorando in modalità Spotlight con una risoluzione di 1m e DEM di grande precisione, è raggiungibile uno scarto quadratico medio di 2/2,5m e quindi in linea con le specifiche di lavoro comunitarie per il progetto CwRS. Elementi che devono sempre essere considerati sono l'angolo di acquisizione del SAR e ovviamente la complessità morfologica del territorio target. In zone ottimali si può quindi affermare che con COSMO Spotlight è possibile raggiungere la scala nominale di 1:10.000.

Individuazione dell'uso del suolo agronomico e dei parametri agro-ambientali: i dati in VHR della costellazione COSMO consentono di conseguire gli stessi risultati ottenuti dal sensore in banda X della piattaforma aerea Telaar utilizzati nel 2007; i test non hanno mostrato alcuna differenza nell'utilizzo dei dati di risoluzione ad 1m di Telaar o di COSMO, sia dal punto di vista dell'interpretazione dell'uso del suolo che per quanto riguarda i



Figura 2 - COSMO Spotlight_2 del 17 novembre 2008 zona Macerata - (descending orbit, right looking, horizontal polarization, incidence angle 54.66°) da notare la capacità di identificazione delle singole caratteristiche agronomiche



Figura 3 - Sintesi ILU (Interferometric Land Use) su immagine COSMO-SkyMed Spotlight_2 da una coppia interferometrica (CSKS1, descending, right looking, angle 53.85°) del 13 dicembre 2008 e 3 marzo 2009 nella zona del Pollino (Rosso= coerenza interferometrica, Verde=somma media dell'ampiezza del segnale, Blue=differenza di ampiezza del segnale fra le due immagini)

criteri di eco-condizionalità; la valutazione è stata effettuata in comparazione con i risultati ottenuti con le metodologie ottiche tradizionali. La principale limitazione è relativa al fatto che la risposta del SAR, basata solo sulla struttura geometrica delle colture e sull'altezza della vegetazione in campo (da: ampiezza del segnale, speckle e backscattering) identifica negli stessi gruppi geometrici specie differenti a diversa fase fenologica (ad esempio mais non ancora a maturazione e sorgo, che presenta altezze minori).

Particolari miglioramenti si sono però ottenuti costruendo delle sintesi multitemporali con date di acquisizione diverse, non solo attraverso l'approccio tradizionale (3 date in RGB), ma anche usando la cosiddetta sintesi ILU (Interferometric Land Use) ed il metodo della Coerenza (R-G-Coherence) per evidenziare e mappare tutti i



Figura 4 - Immagine a colori derivata da una coppia COSMO interferometrica sull'area di Pavia 30 settembre 008 e 20 maggio 2009 da notare in rosso l'ampiezza del segnale (settembre) verde l'ampiezza del segnale (maggio), blue coerenza interferometrica.

I risultati forniti da COSMO consentono di garantire il livello di qualità e precisione tematica delle raccomandazioni comunitarie in tema di controlli. Infine, come è ovvio, il dato VHR SAR rappresenta uno strumento insostituibile nel caso di copertura nuvolosa, totale o parziale che è in realtà la maggiore limitazione dei dati ottici tradizionali.

COSMO-SkyMed

COSMO-SkyMed (Constellation Of Satellites for Mediterranean basin Observation) è un programma spaziale di osservazione della Terra che punta alla distribuzione globale di dati SAR ad alta risoluzione, prodotti e servizi compatibili con gli standard internazionali e funzionali per un ampio spettro di applicazioni, come il Risk Management, il monitoraggio e l'analisi del territorio, commercio e Difesa/Intelligence.

Modalità di acquisizione:

Spotlight_2: modalità ad alta risoluzione spaziale (1x1m) adatta per analisi a larga scala (10x10km di copertura)

Stripmap: classica modalità di acquisizione SAR (da 3x3m a 5x5m di risoluzione e 40x40km di copertura)

HIMAGE: la configurazione rice-trasmittente del sensore non varia nel tempo.

PING-PONG: durante l'acquisizione l'antenna alterna una coppia di polarizzazioni (HH-HV, VV-VH, HH-VV).

ScanSAR (Wide-Region-Huge-Region): modalità di acquisizione con la maggiore copertura disponibile (100-200km) adatta per analisi su aree vaste (risoluzione spaziale 30x30-100x100m)

Glossario

- **Swath** – L'area della superficie terrestre osservata da un satellite durante la sua orbita attorno alla Terra.
- **Risoluzione** – E' una misura dell'abilità a separare quantità osservabili. Nel caso delle immagini da satellite descrive l'area rappresentata da ogni pixel dell'immagine: più piccola è l'area rappresentata da un pixel, più accurata e dettagliata è l'immagine.
- **Backscattering** - Segnale re-irradiato da un oggetto colpito da un segnale radar.
- **Speckle** - Caratteristica assimilabile a rumore prodotto da sistemi come il Radar ad Apertura Sintetica, causato dall'interferenza di onde elettromagnetiche diffuse da superfici od oggetti.
- **Polarimetria radar** – Tecnica che sfrutta la decomposizione del campo elettromagnetico per ottenere informazioni aggiuntive sul target osservato.
- **Interferometria** - Tecnica di elaborazione di immagini radar che mette a confronto più immagini di una stessa zona per ottenerne una con una precisione maggiore e per visualizzare in maniera molto precisa i cambiamenti che si possono osservare. Può essere multitemporale oppure no: nel primo caso si confrontano immagini acquisite in tempi diversi, nel secondo si ottengono due immagini contemporanee della stessa zona.
- **Coerenza** - Relazione fissa tra le onde in un fascio di radiazione elettromagnetica: due treni d'onda sono coerenti quando sono in fase, vale a dire vibrano all'unisono. E' utilizzata nella tecnologia radar per distinguere target che preservano la fase del segnale ricevuto.

cambiamenti agronomici avvenuti sul territorio. L'erosione del suolo o i vari fenomeni di *creeping*, a causa dell'aumento delle caratteristiche di rugosità dei suoli, sono decisamente più evidenti con il SAR; analogamente succede con l'individuazione delle aree con ristagno di acque, in funzione del livello basso/nullo del back-scattering di ritorno. Questo è vero anche per la mappatura o l'aggiornamento degli elementi del paesaggio agricolo (filari di alberi, muretti a secco, siepi, laghetti, ecc.).

Controllo forestazione: lo studio degli elementi geometrici nelle aree boscate, sia in ambienti naturali che da reimpianto, ha fornito le *regole* per l'uso del dato VHR SAR, sia per l'attività di mappatura che per quella di monitoraggio. La mancanza di firme spettrali non consente la normale classificazione ma l'altezza, la densità e la struttura delle piante possono rappresentare dei parametri di distinzione delle superfici boscate. Dei buoni risultati si sono ottenuti osservando alcune aziende forestali sperimentali sia attraverso un singolo passaggio del satellite che in sintesi multitemporale RGB; a tal proposito c'è da registrare un crescente interesse della comunità internazionale per le capacità di mappatura e monitoraggio delle foreste tropicali.

Queste applicazioni, grazie alla capacità intrinseca di penetrazione al di sotto delle coperture nuvolose monsoniche o equatoriali, ed alla disponibilità di ampi *frame* sinottici, sono particolarmente adatte all'utilizzo nei progetti di LUCF (*Land Use Change in Forestry*) e UNFCCC (*UN Framework Convention on Climate Change*) legate al *Protocollo di Kyoto*.

Conclusioni

AGEA, nell'ambito dei propri compiti di costituzione e manutenzione del Sistema Informativo Agricolo Nazionale nonché di esecuzione dei controlli annuali sulle colture agricole previsti dalle norme comunitarie, ha avviato un programma di R&D finalizzato al monitoraggio agronomico e territoriale completo e continuativo su vaste aree agro-forestali nazionali. Tutti gli studi realizzati sono stati orientati alle specifiche necessità di AGEA, ma le enormi potenzialità delle banche dati del SIAN (serie storiche di ortofoto da aereo o immagini satellitari, dati catastali, dati tematici sulla copertura e l'uso del suolo, serie storica dei controlli in campo) consentono di configurare uno scenario di sviluppo di nuove soluzioni per la sostenibilità agro-ambientale per l'intero comparto agricolo e forestale nazionale. **G**

SIN – Sistema Informativo Nazionale per lo Sviluppo dell'Agricoltura

Nata a fine 2005, la società SIN srl rappresenta una novità assoluta nel processo di governance della politica agricola nazionale. Partecipata al 51% dall' AGEA, Agenzia per le Erogazioni in agricoltura, e al 49% dal socio privato (scelto a seguito di apposite procedure di gara e per una durata contrattuale di 9 anni), la SIN, in base alla legge 231 del 2005, ha il compito di gestire e sviluppare il Sistema Informativo Agricolo Nazionale, quale sistema di servizi complesso ed interdisciplinare a supporto delle competenze istituzionali del comparto agricolo, agroalimentare, forestale e della pesca.

SIN, nella sua qualità di organismo di diritto pubblico, coniuga la propria mission, finalizzata all'erogazione di servizi sempre più efficienti a favore della Pubblica Amministrazione, centrale e locale, delle imprese e dei cittadini con le capacità industriali di ricerca, innovazione e sviluppo, oltre che commerciali, messe a disposizione dal partner privato.

L'osmosi tra le competenze della componente pubblica e quelle del socio privato, consente inoltre alla SIN di proporre soluzioni innovative basate sull'integrazione e l'interoperabilità tra diversi sistemi informativi, nel rispetto delle singole autonomie e responsabilità, come strumento di recupero dell'efficienza e della qualità dei servizi, in linea con gli indirizzi definiti dal CNIPA e dal Ministero della Funzione Pubblica e dell'Innovazione.

Riferimenti

Bogaert, P., Delincé, J., Kay S., *Assessing the error of polygonal area measurements: a general formulation with applications to agriculture*, Meas. Sci. Technol. 16 (2005) 1170-1178.

Moreira J., *A new method of aircraft motion error extraction from radar raw data for real time motion compensation*, IEEE Trans.on Geosc.and Rem.Sens., 28, 4 (1990) 620-626

Abstract

New VHR SAR data for control procedures in Agriculture

The new VHR SAR data generation has renewed both the technological expectations and the data policy for using radar in Agriculture solving previous problems related to this technology. AGEA, with ASI (Italian Space Agency) collaboration, addressed its activities to satellite SAR pre-operational feasibility in Controls with Remote Sensing (CwRS), Object of the work were: crop detection capability, geometric accuracies, operational scales, usability in replacing optical affected by cloud cover and agro-environmental parameters with indicators extraction.

Autore

GIULIO MONALDI - GIULIO.MONALDI@SIN.IT

LIVIO ROSSI - LIVIO.ROSSI@SIN.IT

PIERPAOLO GUERRA - PIERPAOLO.GUERRA@SIN.IT

AGEA-SIN