

## IL SUPPORTO ITALIANO ALLA GESTIONE DELLE EMERGENZE AMBIENTALI: IL CICLONE IN MYANMAR E IL TERREMOTO IN CINA

Andrea AJMAR (\*\*), Piero BOCCARDO (\*), Alessandro COLETTA (\*\*\*),  
Fabio Giulio TOMOLO (\*\*), Francesca PEREZ (\*\*), Carlos VELOSO (\*\*\*\*)

- (\*) DITAG – Dipartimento di Ingegneria del Territorio, dell'Ambiente e delle Geotecnologie, Politecnico di Torino  
C.so Duca degli Abruzzi 24, 10129 Torino. – piero.boccardo@polito.it
- (\*\*) ITHACA, Information Technology for Humanitarian Assistance Cooperation and Action  
Via Pier Carlo Boggio 61, 10138 Torino. – (andrea.ajmar, fabio.giuliotonolo, francesca.perez) @ithaca.polito.it
- (\*\*\*) Agenzia Spaziale Italiana, Via Liegi 26, 00198 Roma – alessandro.coletta@asi.it
- (\*\*\*\*) WFP, Via C.G.Viola 68, Parco dei Medici, 00148 Roma – carlos.veloso@wfp.org

### Riassunto

Alcuni recenti eventi calamitosi (il ciclone Nargis nel Myanmar ed il terremoto nella provincia cinese del Sichuan, avvenuti nei mesi di maggio e giugno 2008) dimostrano come le catastrofi naturali, anche qualora previste con giorni di anticipo, possano causare danni incalcolabili e decine di migliaia di vittime. Uno degli aspetti cruciali nelle prime ore successive al verificarsi dell'evento è la localizzazione delle aree maggiormente colpite, in modo da consentire una efficace e tempestiva organizzazione dei soccorsi. Ormai da più di un anno l'associazione ITHACA (*Information Technology for Humanitarian Assistance, Cooperation and Action*) svolge attività indirizzate a prevenire e valutare le conseguenze di un evento catastrofico. I progetti di ricerca sono finalizzati a fornire supporto alle attività del WFP (*World Food Programme*), la più grande agenzia operativa delle Nazioni Unite che si occupa della distribuzione di aiuti alimentari nelle situazioni di emergenza, fornendo inoltre il supporto logistico necessario a far giungere gli aiuti al momento giusto e nel posto giusto. L'attività svolta da ITHACA nell'ambito dei sopracitati eventi, in collaborazione con l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI), è stata quella di produrre in tempi rapidi (poche ore dalla disponibilità del dato primario) informazioni georeferenziate a partire da dati telerilevati. Il supporto dell'ASI ha reso possibile l'utilizzo delle nuove immagini radar della costellazione satellitare italiana COSMO-SkyMed, che hanno consentito analisi di dettaglio anche quando la copertura nuvolosa presente sulle aree colpite rendeva inutilizzabili i dati ottici ad alta risoluzione. In particolare sono state delineate le aree colpite, sono stati valutati i possibili danni ad infrastrutture ed abitazioni ed è stata effettuata una stima della popolazione coinvolta.

### Abstract

*The cyclone Nargis that hit Myanmar in May 2008 and the earthquake occurred a month later in the Sichuan Chinese province, prove that natural disaster, although forecasted, may cause enormous damages and thousands of victims. ITHACA (Information Technology for Humanitarian Assistance, Cooperation and Action) operates in the field of early warning and early impact assessment, with a view to cooperate with the WFP (World Food Programme), the food aid arm of the United Nations and the world's largest operational humanitarian agency. Regarding the emergencies in Myanmar and in China, ITHACA produced, in a few hours from the availability of primary data, georeferenced information on the affected areas and estimates on the number of affected population. The radar images acquired by the Italian satellite constellation COSMO-SkyMed, made available by ISA (Italian Space Agency,) allowed to produce large scale maps despite the persistent cloud coverage.*

## **Introduzione**

Attualmente il numero dei disastri che occorrono in ogni parte del mondo ha raggiunto cifre senza precedenti: milioni di persone vengono colpite ogni anno da eventi calamitosi naturali e, solo negli ultimi dieci anni, più dell'80% delle vittime provocate da tutti i disastri sono state causate da eventi naturali, quali cicloni e terremoti. Il sistema delle organizzazioni umanitarie e delle Nazioni Unite sono state perciò chiamate a intensificare i loro sforzi per garantire un costante miglioramento delle loro capacità di intervento e fornitura di supporto alle popolazioni in difficoltà. Nel campo umanitario e della risposta alle emergenze, il WFP è la maggiore agenzia operativa delle Nazioni Unite e si occupa di rispondere a più di 100 emergenze e catastrofi naturali ogni anno in ogni parte del mondo, garantendo la distribuzione di beni di sopravvivenza fondamentali. Negli ultimi anni il WFP ha intrapreso un processo di progressivo rinforzo delle proprie capacità nel settore dell'*Information Management*, ritenuto fondamentale nel campo della mitigazione dei disastri. È conseguenza di questo processo la firma, avvenuta nel Febbraio del 2007, di un accordo di collaborazione con l'associazione ITHACA, che vede come soci fondatori il Politecnico di Torino e il SiTI (Istituto Superiore sui Sistemi Territoriali per l'Innovazione) ed ha lo scopo di condurre attività operative e di ricerca nel settore della geomatica per l'analisi, la valutazione e la mitigazione dei danni nei casi di emergenze ambientali. Nell'ambito della suddetta collaborazione, ITHACA coordina alcuni progetti di ricerca finalizzati a fornire supporto alle attività del WFP sia nelle fasi di previsione (*Early Warning*) che in quelle di valutazione delle conseguenze di un evento catastrofico (*Early Impact*). Tra questi, uno dei principali progetti in corso è finalizzato alla realizzazione di cartografie speditive necessarie per la valutazione delle conseguenze di un evento catastrofico attraverso l'impiego di dati acquisiti da satellite. L'attività svolta da ITHACA in questo ambito ha recentemente beneficiato del supporto dell'ASI, che negli ultimi anni ha dedicato particolare attenzione allo sviluppo del programma COSMO-SkyMed, una costellazione satellitare in orbita bassa, equipaggiata con sensori radar ad apertura sintetica, che consente di monitorare il territorio in qualsiasi condizione meteorologica, con elevata frequenza di rivisitazione dei siti, e di rendere i dati acquisiti disponibili all'utenza in tempi rapidi. Si tratta del primo sistema satellitare intrinsecamente "duale", ossia con caratteristiche applicative sia civili che di sicurezza. Nel contesto del dominio civile il sistema è essenzialmente dedicato alla protezione civile, al monitoraggio dell'ambiente, alla prevenzione delle catastrofi, al controllo delle coste, al monitoraggio delle risorse agricole, forestali e idrogeologiche nonché ad applicazioni cartografiche..

## **Cartografia speditiva per la gestione delle emergenze ambientali**

Uno degli aspetti cruciali nelle prime ore successive al verificarsi di un evento catastrofico è la localizzazione delle aree maggiormente colpite (*Early Impact*), in modo da consentire una efficace e tempestiva organizzazione delle attività di soccorso svolte dagli operatori del WFP. Le molteplici esperienze condotte da ITHACA, che è attiva in questo campo fin dalla sua nascita, hanno permesso di giungere alla definizione di procedure standardizzate e testate finalizzate alla rapida generazione di prodotti a valore aggiunto (essenzialmente di tipo cartografico) che mostrano l'impatto degli eventi sul territorio, ed in particolare: le aree fisicamente colpite dall'evento catastrofico (per esempio, nel caso di eventi alluvionali vengono individuate le aree alluvionate o aree sommerse d'acqua); la stima del numero di persone residenti nelle aree colpite; i danni alle infrastrutture, con particolare attenzione a quelle viarie. L'estrazione di tali informazioni viene effettuata mediante l'elaborazione di dati satellitari aggiornati utilizzando opportune tecniche di classificazione assistita, fotointerpretazione e successiva integrazione in ambiente GIS. I dati cartografici ottenuti, generati secondo le *Map Production Guidelines* dell'UNGIWG, sono infine resi disponibili al WFP, affinché vengano inoltrati agli uffici locali.

Solitamente, per le attività di monitoraggio e le analisi a piccola scala vengono impiegati i dati satellitari ottici a media e bassa risoluzione geometrica acquisiti dal sensore MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), montato sulle piattaforme satellitari Aqua e Terra della

NASA. Tuttavia questi dati, specie nel caso di eventi alluvionali, risultano spesso inutilizzabili a causa della persistente copertura nuvolosa presente durante gli eventi. Al contrario, la disponibilità di immagini radar ad alta risoluzione geometrica, che consente di non incorrere nel problema della copertura nuvolosa e di effettuare la stima dei danni alle infrastrutture, risulta in molti casi fondamentale per garantire la generazione dei prodotti cartografici necessari.

In particolare, alcune peculiarità della costellazione COSMO-SkyMed rendono particolarmente efficace l'impiego dei dati radar da essa acquisiti per le attività svolte da ITHACA nel campo della risposta alle emergenze. Sviluppato dall'Agenzia Spaziale Italiana in cooperazione con il Ministero della Difesa, il sistema COSMO-SkyMed si basa su una costellazione di quattro satelliti identici, dotati di radar ad apertura sintetica (SAR) che lavorano in banda X (in grado quindi di "vedere" attraverso le nuvole e in assenza di luce solare). La missione è stata concepita per garantire una copertura radar globale in tutte le condizioni atmosferiche, di giorno e di notte, un ampio numero di immagini acquisite, alta risoluzione geometrica, elevata accuratezza di georeferenziazione delle immagini, ridottissimi tempi di rivasista e di risposta, capacità interferometriche e polarimetriche. Il primo e il secondo satellite della costellazione sono stati lanciati rispettivamente nel giugno e nel dicembre 2007. Il lancio del terzo satellite è pianificato per il 23 Ottobre di quest'anno mentre la costellazione sarà completata entro i primi mesi del 2010. Una volta completato, il sistema sarà in grado di effettuare con ogni satellite fino a 450 riprese al giorno della superficie terrestre, pari a un totale di 1.800 immagini radar per l'intera costellazione, con almeno due opportunità di accesso a differenti angoli di incidenza. COSMO-SkyMed è dotato di una notevole flessibilità di utilizzo. Il sensore può acquisire infatti in differenti modalità: *spotlight* (viene acquisita un'area di pochi km quadrati, con risoluzione geometrica fino a 1 metro), *stripmap* (in questa modalità viene acquisita una striscia continua di superficie terrestre, con media risoluzione) o *scanSAR* (modalità che può coprire regioni di 100 o di 200 km di lato, con risoluzione geometrica rispettivamente di 30 e 100 m). Inoltre, sono previste differenti modalità operative che consentono brevissimi tempi di risposta (intervallo temporale compreso tra la ricezione della richiesta da parte dell'utente e la consegna del prodotto richiesto), fino a meno di 18 ore in condizioni di emergenza. Infine, COSMO-SkyMed è un sistema multi-missione, in grado di integrarsi con altri sistemi spaziali allo scopo di soddisfare le esigenze di una vasta comunità di utenze. In un tale contesto ASI ha attualmente accordi con il CNES (agenzia spaziale francese) per la realizzazione del sistema federato ORFEO (COSMO-SkyMed e sistema satellitare ottico francese Pleiades) e con la CONAE (l'Agenzia Spaziale Argentina) per la costituzione del Sistema SIASGE, Sistema Italo-Argentino di Satelliti per la Gestione delle Emergenze, che prevede l'integrazione dei sistemi satellitari italiano COSMO-SkyMed e quello argentino SAOCOM.

### **Il ciclone Nargis in Myanmar**

Il ciclone di categoria 3 Nargis si è abbattuto sul Myanmar il 2 e 3 maggio 2008, attraversando la regione dell'Ayeyawaddy a circa 250 km a sud di Yangon. I venti superiori ai 200 km/h e le piogge torrenziali hanno devastato in particolare la regione del delta del fiume Irrawaddy, la cui porzione costiera ha anche subito gli effetti di onde anomale, con altezze fino a 3,5 m. Nargis è stato il peggior disastro naturale nella storia del Myanmar e il più devastante ciclone che abbia colpito l'Asia dal 1991.

A fine giugno il numero ufficiale di persone decedute era superiore agli 80000, con più di 50000 dispersi e circa 20000 feriti. Il ciclone ha inoltre causato la distruzione di case, campi coltivati ed infrastrutture critiche quali strade, approdi, reti idriche, depuratori e linee ad alta tensione.

#### *Dati disponibili*

I primi dati ottici disponibili sull'area interessata dall'evento sono stati acquisiti dal sensore MODIS del satellite Terra il 5 maggio 2008 alle 04.10 UTC (Figura 1,b), con una minima copertura nuvolosa che ha comunque consentito di elaborare le immagini. Al fine di minimizzare i tempi di

intervento sono state processati i Real-Time Subset forniti dal MODIS Rapid Response System, geometricamente corretti e con una dimensione del pixel a terra pari a 250 m. L'immagine di riferimento pre-evento è stata scelta in funzione dei requisiti di minimo divario temporale e minima copertura nuvolosa: è stata quindi selezionata la scena MODIS acquisita il 21 aprile 2008 dalla piattaforma Aqua (Figura 1,a). La costellazione di satelliti COSMO-SkyMed dell'ASI ha inoltre acquisito due immagini radar in data 6 e 8 maggio 2008 con risoluzioni geometriche rispettivamente di 100 m (Figura 1,c) e 5 m (Figura 1,d).

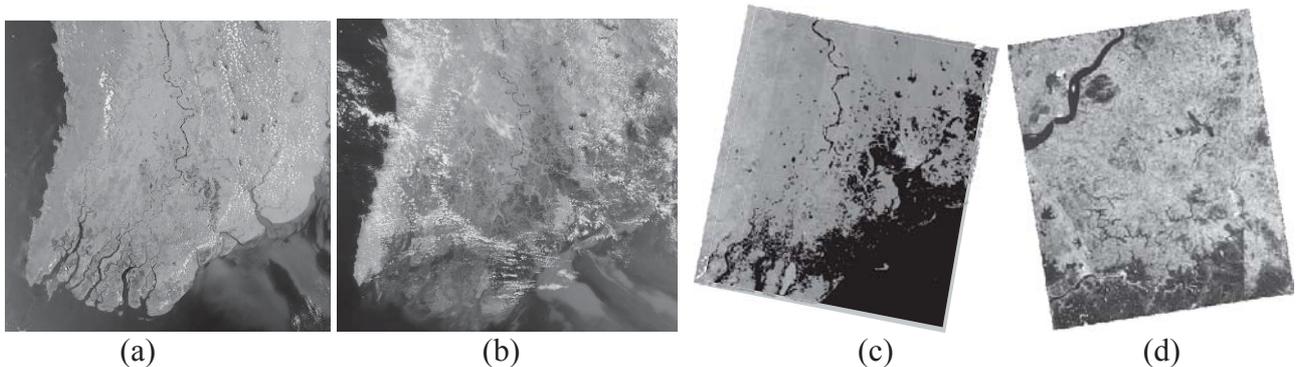


Figura 1 - a) Immagine MODIS Aqua pre-evento b) Immagine MODIS Terra post-evento (Image courtesy of MODIS Rapid Response Project at NASA/GSFC) c) Immagine COSMO-SkyMed Delta Irrawaddy – 100 m d) Immagine COSMO-SkyMed area a est di Yangon – 5 m (© ASI 2008)

### Cartografia prodotta

Il confronto multitemporale tra le immagini ottiche MODIS del 5 maggio e del 21 aprile 2008 ha consentito di evidenziare le aree colpite dal ciclone, grazie alla diminuzione della risposta elettromagnetica nella banda dell'infrarosso nell'immagine successiva all'evento, imputabile sia alla presenza di aree alluvionate o umide sia alla perdita di aree vegetate a causa dei forti venti.

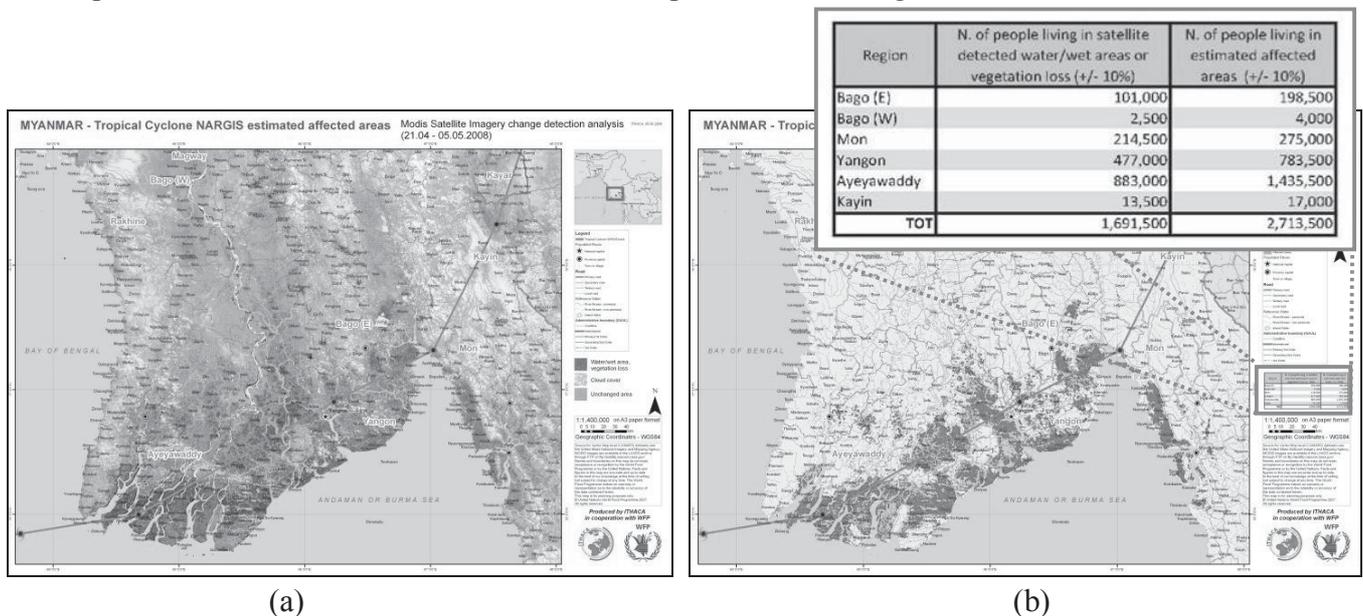


Figura 2 - a) Sintesi additiva multitemporale: in rosso le aree colpite b) Cartografia delle aree colpite e stima delle persone coinvolte

Per evidenziare tali aree è stata effettuata una sintesi additiva multi temporale assegnando al canale del rosso l'immagine pre-evento ed ai canali del verde e del blu l'immagine post-evento; il risultato è rappresentato in Figura 2,a con diverse tonalità di rosso. Successivamente è stata effettuata una classificazione dell'immagine risultante finalizzata alla vettorizzazione delle aree individuate. La

disponibilità di poligoni vettoriali è un prerequisito fondamentale per la successiva fase di intersezione con i database di popolazione disponibili per la stima della popolazione residente nelle aree colpite. Tale informazione, vitale per la corretta pianificazione dei soccorsi, è stata quindi inserita nei prodotti cartografici generati (Figura 2,b).

E' interessante notare come, seppure si tratti di stime basate su database di popolazione con copertura mondiale e conseguentemente caratterizzati da accuratezze non elevate e non uniformi, il valore indicato dopo due giorni dal verificarsi dell'evento (circa 2,7 milioni di persone) sia dello stesso ordine di grandezza di quello indicato dai rapporti ufficiali risultante da indagini in campo (2,4 milioni di persone) a circa due mesi dal passaggio del ciclone.

Nei giorni successivi sono state elaborate le immagini SAR acquisite, in tempi estremamente rapidi rispetto alla richiesta di attivazione, dai satelliti radar della costellazione italiana COSMO-SkyMed. Ciò ha consentito di produrre nuove cartografie (Figura 3,a e 3,b) di maggiore dettaglio (fino alla scala cartografica 1:25000 rispetto alla scala 1:1500000 delle immagini MODIS) sulle aree prioritarie (in particolare la zona di Labutta e Bogale) indicate dagli uffici locali del WFP.

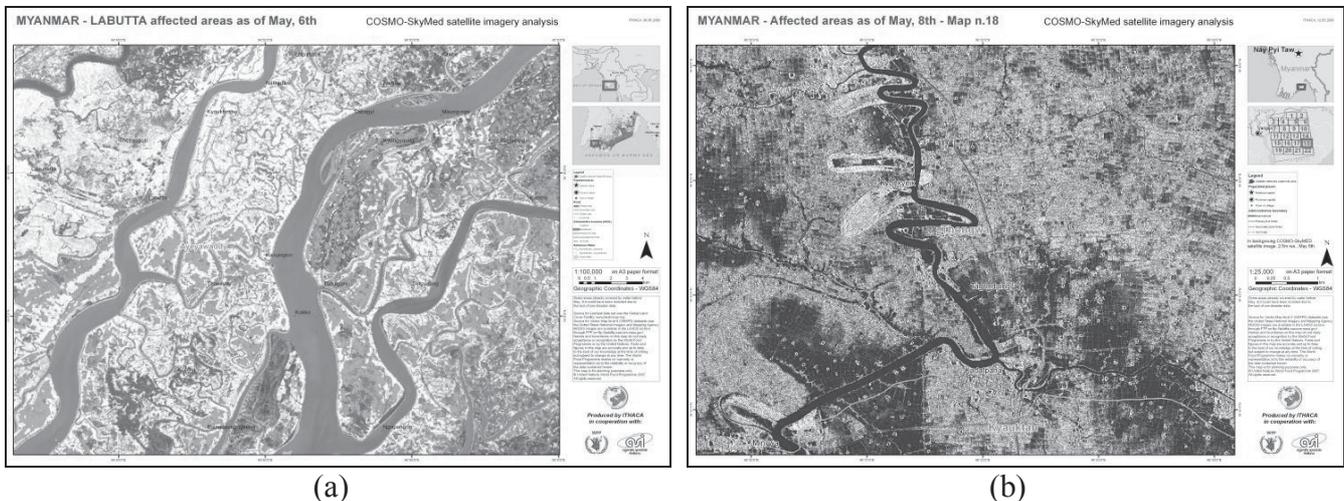


Figura 3 - Esempi di prodotti cartografici basati sulle immagini SAR COSMO-SkyMed alla scala 1:250000 (a) e 1:25000 (b)

### Il terremoto nella provincia cinese del Sichuan

Alle 06.28 GMT del 12 maggio 2008 un forte sisma pari a 7.8 della scala Richter ha colpito la provincia cinese dello Sichuan nella regione del Wenchuan, con epicentro a 92 km nord-ovest dalla città di Chengdu, capoluogo della provincia del Sichuan. L'area interessata è estremamente vasta, 8 province e 852 contee, con una popolazione residente di circa 348 milioni di persone.

A fine giugno le cifre ufficiali riportano circa 69000 vittime, 374000 feriti, 18500 persone disperse e 46 milioni di persone interessate dall'evento (di cui 5 milioni hanno perso la loro abitazione).

#### Dati disponibili

I dati ottici acquisiti dal sensore MODIS hanno una risoluzione geometrica troppo bassa per poter essere utilizzati nella fase di valutazione dei danni di un terremoto. Si rendono quindi necessarie immagini ad alta risoluzione geometrica, sia ottiche che radar, per poter produrre cartografie a supporto delle operazioni di soccorso e gestione dell'emergenza.

I rapidi tempi di risposta resi possibili dalla disponibilità della costellazione COSMO-SkyMed hanno consentito all'ASI di acquisire le prime immagini ad alta risoluzione (fino a 1 m) sin dal giorno successivo l'evento. In Figura 4 è riportato un esempio di immagine acquisita in modalità Spotlight con risoluzione geometrica pari a 1 m, dalla quale risulta evidente l'elevato grado di fotointerpretabilità nonostante l'acquisizione di tipo radar e non ottico.



Figura 4 - Particolare dell'immagine SAR Spot COSMO-SkyMed con risoluzione geometrica di 1 m (© ASI 2008)

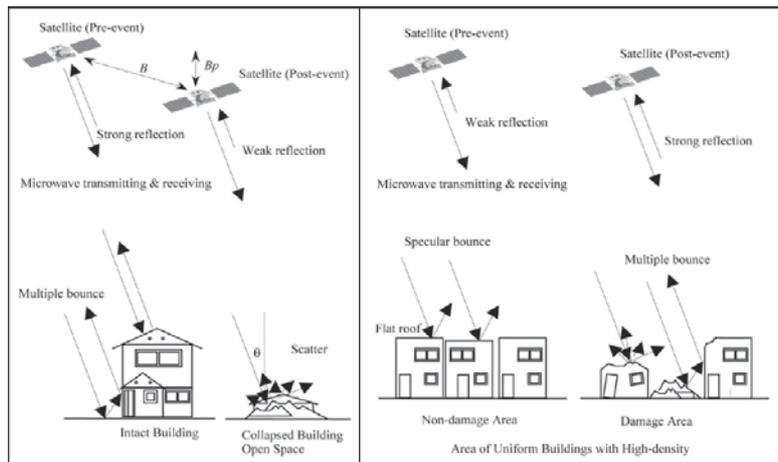


Figura 5 - Differenti comportamenti del backscattering radar in funzione della tipologia di area urbana interessata dall'evento sismico (Matsuoka, Yamazaki, 2004)

### Cartografia prodotta

La mancanza di un dato di riferimento pre-evento non ha consentito l'estrazione semi-automatica di informazioni relative agli edifici ed alle infrastrutture danneggiate, in quanto il comportamento riflettivo nella banda delle microonde delle aree urbane terremotate varia radicalmente in funzione della tipologia degli edifici presenti, come evidenziato dallo schema di Figura 5.

Ciò rende indispensabile la disponibilità di dati pre-evento, al fine di valutare le differenze nell'intensità del *backscattering* radar imputabile ai possibili danni ad edifici ed infrastrutture. Per questo motivo ITHACA, autorizzata da ASI, si è limitata a facilitare la disseminazione dei dati agli enti cinesi interessati, producendo un limitato numero di mappe di riferimento.

### Conclusioni

Gli esempi riportati dimostrano come la cooperazione tra entità differenti consenta di rispondere efficacemente ed in tempi molto rapidi alle catastrofi naturali quali cicloni e terremoti. In particolare il lavoro di coordinamento degli uffici locali svolto dal quartier generale del WFP a Roma ed il supporto dell'Agenzia Spaziale Italiana nella fase di acquisizione dei dati satellitari, consentono a realtà come ITHACA di generare entro poche ore dall'evento, grazie alla rapida disponibilità dei dati, prodotti a valore aggiunto a supporto delle operazioni di soccorso e gestione dell'emergenza. Particolare rilievo è stato dato alla fase di disseminazione delle informazioni e dei dati. Nel caso del ciclone in Myanmar, la cartografia prodotta è stata resa disponibile in tempo reale attraverso l'apposita sezione del sito web di ITHACA ed inoltrata direttamente agli uffici locali interessati grazie alla collaborazione con il WFP. Nel caso del terremoto in Cina ci si è invece avvalsi dell'intermediazione del consigliere scientifico dell'ambasciata cinese in Italia al fine di individuare i possibili enti cinesi interessati ad elaborare i dati acquisiti da ASI, quali il *National Remote Sensing Center of China* (NRSCC).

### Bibliografia

- UNHCR, *Final report on UNHCR emergency response to Sichuan earthquake*, Giugno 2008
- Matsuoka, M., Yamazaki, F. (2004), Building damage detection using satellite SAR intensity images for the 2003 Algeria and Iran earthquakes, pp. 1099-1102, IEEE, 0-7803-8742-2
- AA.VV., *Post-Nargis Joint Assessment*, A report prepared by the Tripartite Core Group comprised of representatives of the Government the Union of Myanmar, the Association of Southeast Asian Nations and the United Nations with support of the Humanitarian and Development Community, Luglio 2008
- Coletta, A. Et al, (2008), "Il programma COSMO-SkyMED: descrizione della mission e del sistema e primi risultati," *Rivista Italiana di Telerilevamento*, Vol. 40, n. 2, pp. 5-13