

FEROX

Flood Earth observation Rapid Optical & SAR Processing for eXtreme disaster assessment

1. Introduzione

Dopo tre giorni di pioggia continua, il fiume Beltrame, nella notte di Domenica 10 settembre 2000, ha travolto un campeggio situato in prossimità della riva del fiume tra le città di Soverato e Montepaone (provincia di Catanzaro).

Il progetto FEROX (Flood Earth observation Rapid Optical & SAR Processing for eXtreme disaster assessment), condotto da Planetek Italia per conto dell'[ESA-ESRIN](#), ha avuto l'obiettivo di fornire in maniera speditiva una stima dei danni derivati dall'inondazione e di fare delle ipotesi sulle possibili cause del disastro integrando i dati da satellite in un sistema informativo geografico.

L'analisi condotta sull'area del disastro si è basata sullo studio di 3 immagini acquisite dal satellite Spot e su quattro scene acquisite dal satellite ERS-2.

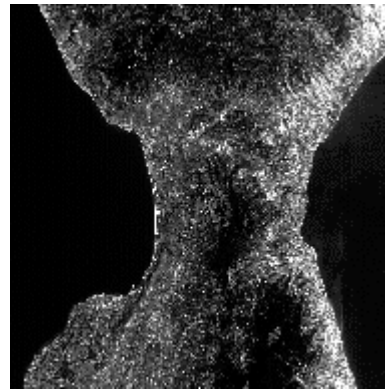
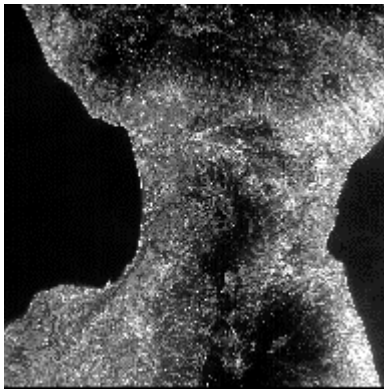


Fig. 1.1: Spot PAN, 27/08/00, Angolo d'incidenza R 11.7 gradi Fig. 1.2: Spot PAN, 17/08/00, Angolo d'incidenza L 30.3 gradi

Per quanto riguarda il satellite SPOT, un'immagine è stata acquisita pochi giorni prima dell'evento (precisamente il 27 agosto 2000) dal sensore pancromatico, mentre le altre 2 immagini sono state acquisite dopo l'evento, il 17 settembre del 2000, una dal sensore pancromatico e l'altra dal sensore multispettrale.

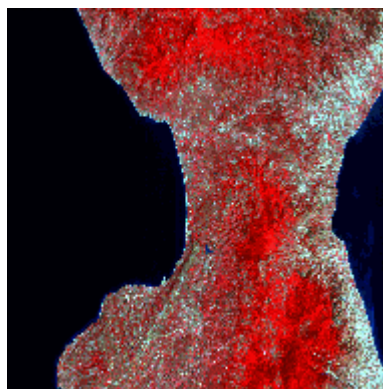


Fig. 1.3: Spot, 17/08/00, L 30.0 deg.

Due delle immagini SAR processate sono state acquisite prima dell'evento, ad Ottobre e a Novembre 1999, mentre altre 2 sono state acquisite dopo l'evento, il 12 e il 22 settembre 2000. Il dato del 1999 è

molto interessante come dato di riferimento per verificare le variazioni avvenute alla foce e nell'alveo del fiume dopo il disastro.



Fig. 1.4: ERS-2 , 8/10/99 Descending Pass



Fig. 1.5: ERS-2 , 2/11/99 Ascending Pass



Fig. 1.6: ERS-2 , 12/09/2000 Ascending Pass



Fig. 1.7: ERS-2 , 22/09/2000 Descending Pass.

Come dato ancillare di supporto all'interpretazione delle immagini è stata usata la cartografia prodotta dall'IGM. In particolare è stata utilizzata per estrarre il modello digitale del terreno usato per delineare in modo automatico il bacino del fiume e delineare l'area da analizzare.

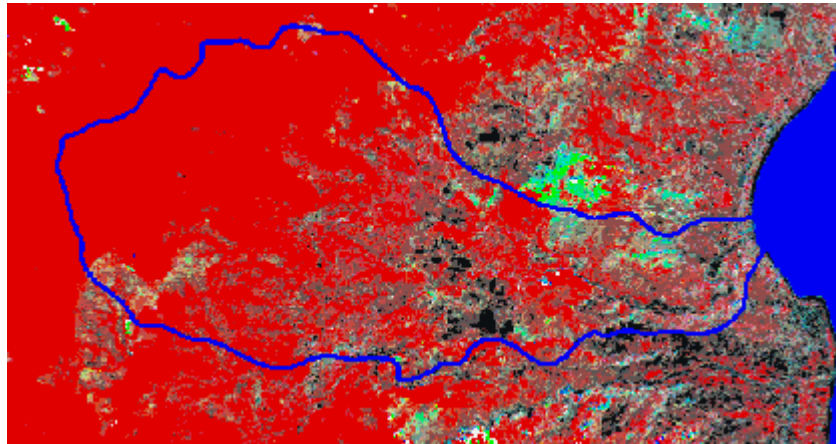


Fig. 1.8: Composito di Spot XS + Immagine PAN.
La linea blu è il bacino del fiume, calcolato da DEM.

L'area maggiormente danneggiata include il bacino del Beltrame, ove sono stati rilevati, successivamente all'evento, dissesti diffusi nel settore montano e fenomeni di alluvionamento in quello di pianura.

L'obiettivo dello studio è quello di suggerire gli elementi da analizzare sul posto, al fine di comprendere meglio l'accaduto.

2. Analisi dei dati da satellite Spot

La figura sottostante mostra l'area del fiume presentata anche in una vista tridimensionale della valle del fiume e dell'area del campeggio.

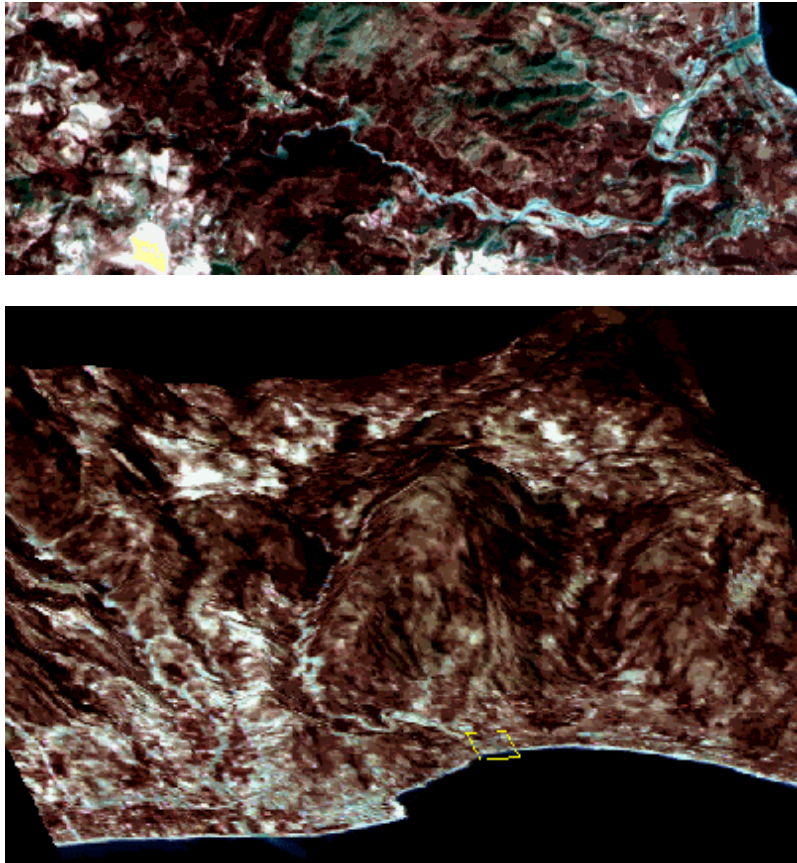


Fig. 2.1: Modello 3D dell'area del fiume. Il riquadro giallo mostra l'area del campo.

L'analisi qui descritta è basata principalmente sul confronto delle immagini precedenti e successive all'evento.

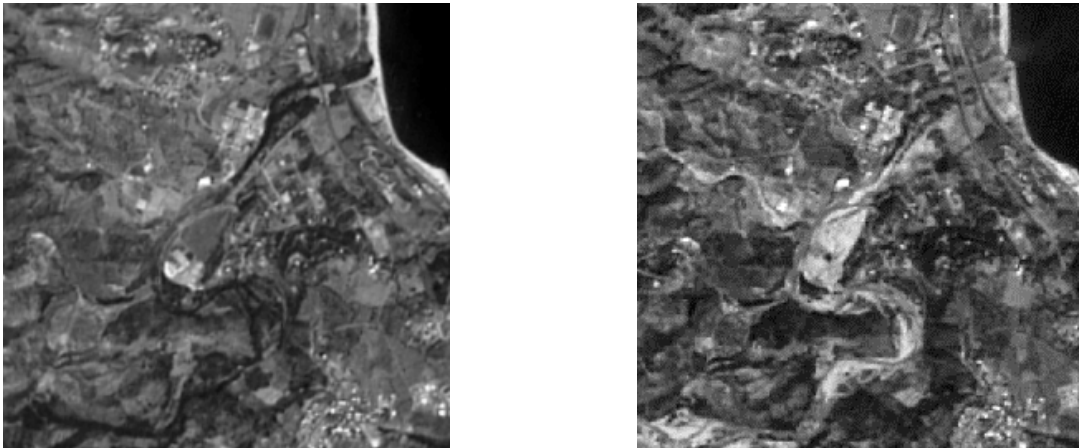


Fig. 2.2 : La foce del fiume prima (sinistra) e dopo (destra) l'evento .

Il campeggio "Le Giare" si trova in destra idrografica a circa 500m dalla foce. Sulla sponda sinistra si vede l'area industriale vicino al letto del fiume.

Sono particolarmente evidenti sulla seconda immagine le aree chiare probabilmente dovute ai detriti portati dal fiume. Inoltre sull'immagine in basso sembra che una parte della spiaggia sia stata spazzata via dall'intensità dell'inondazione (Fig. 2.3).

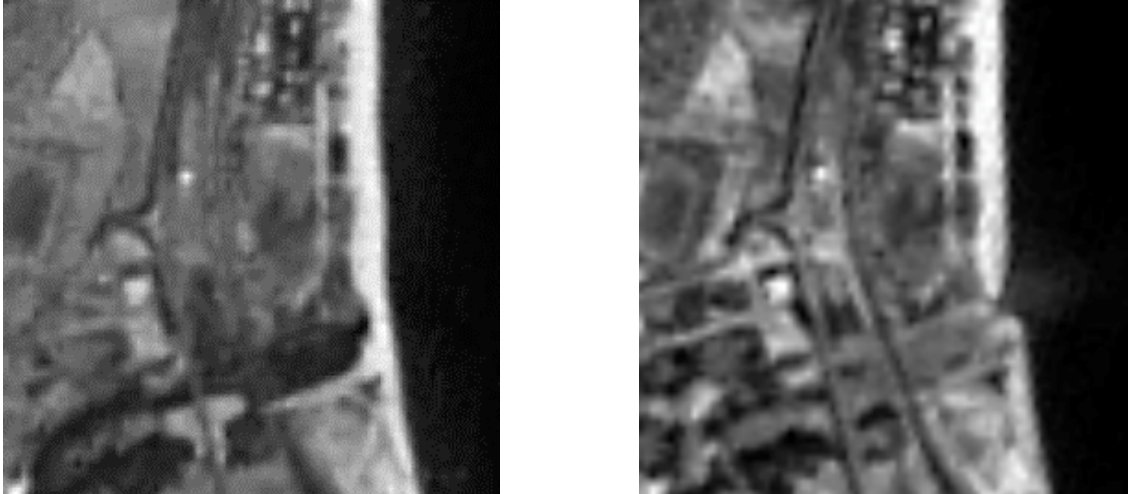


Fig. 2.3 : Dettaglio della foce del fiume prima (sinistra) e dopo (destra) l'evento.

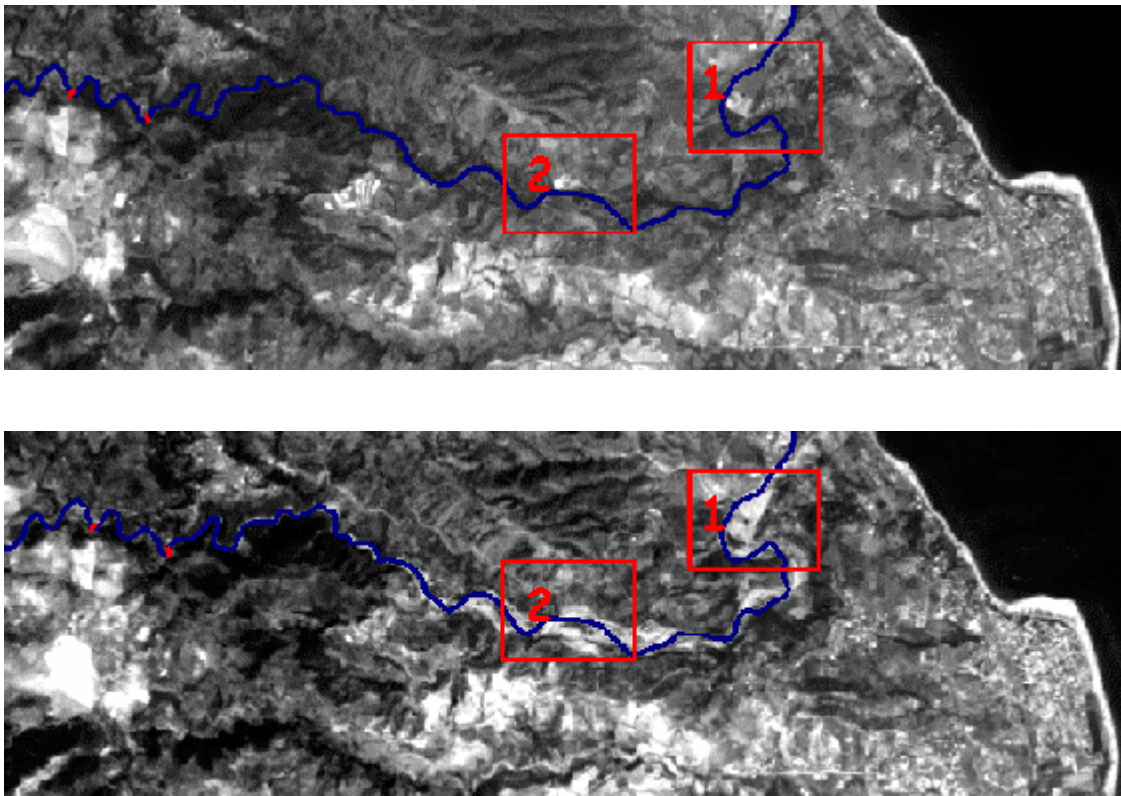


Fig. 2.4: La valle del fiume prima (superiore) e dopo (inferiore) l'evento

La figura 2.4 mostra la valle del fiume a monte del campeggio. I due riquadri rossi della figura evidenziano le aree in cui si possono osservare cambiamenti importanti. La linea blu è stata ottenuta digitalizzando sull'immagine il corso del fiume prima dell'evento. Le piccole linee rosse a sinistra dell'immagine indicano due ponti chiaramente visibili sull'immagine.

Nel riquadro 1 (vedi dettagli in Fig. 2.5) è mostrata la copertura dei detriti che ha interessato un'area caratterizzata dalla presenza di serre.

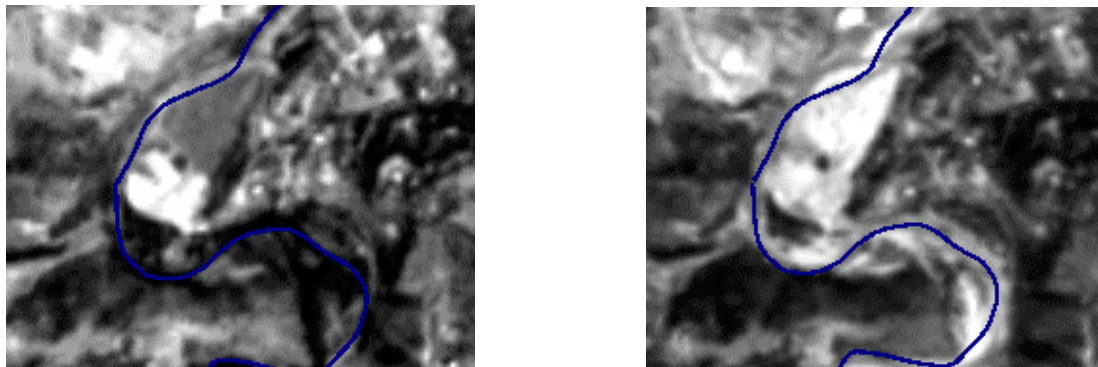


Fig. 2.5: Dettagli dei riquadri 1 della Fig. 2.4.

Inoltre sull'immagine acquisita prima dell'evento, nella stessa area mostrata prima, si possono notare alcune caratteristiche particolari. Le frecce gialle sulla fig. 2.6 mostrano due aree chiare nel letto del fiume che sembrano un accumulo di detriti che sembrano determinare un restringimento del fiume.

Fino ad adesso non sono state rinvenuti riscontri certi di questi elementi nella cartografia esistente.

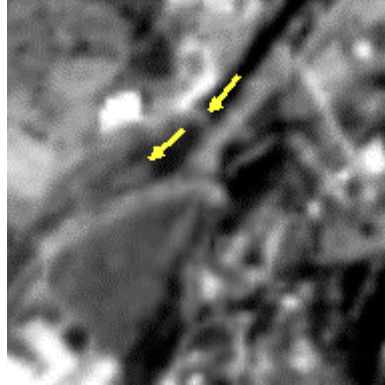


Fig. 2.6: Aree chiare individuate nel corso d'acqua.

Nel riquadro 2 è mostrata un'altra area urbana o industriale completamente ricoperta dai detriti trasportati dall'acqua.

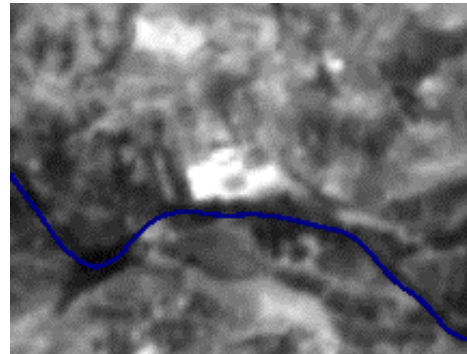
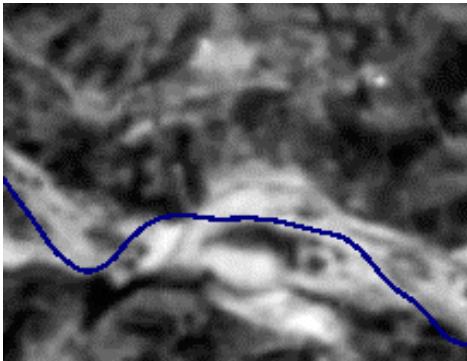


Fig. 2.7: Dettagli dei riquadri 2 di Fig. 2.4 (Prima a sinistra, dopo a destra).

3. Analisi dei dati da satellite ERS

I dati SAR sono stati co-registrati con i dati SPOT per ottenere dati confrontabili e integrabili.

L'osservazione più interessante è quella delle immagini ERS del 2 novembre 1999 e del 12 settembre 2000.

Una caratteristica interessante può essere osservata nella fig. 3.3. Si tratta di un color composite RGB che ha nel rosso e nel verde i dati SPOT XS e nel blu i dati ERS del 12 settembre Il fiume è evidenziato da una linea blu, mentre l'area scura in corrispondenza della foce del fiume è delimitata da una linea blu.

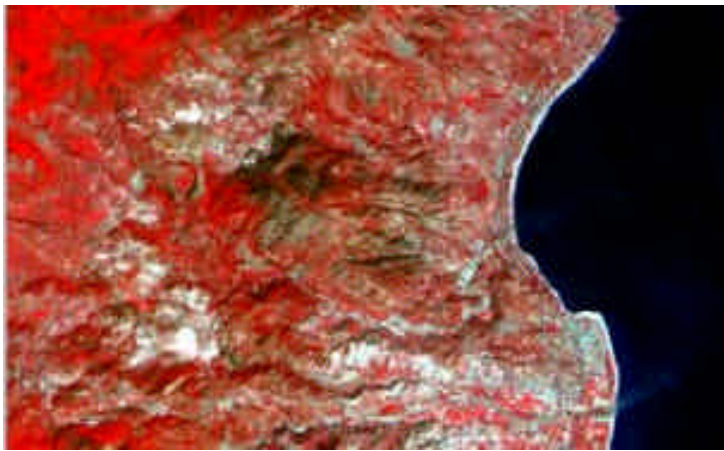


Fig. 3.1: SPOT XS (RGB 321) acquisito il 17 Settembre 2000

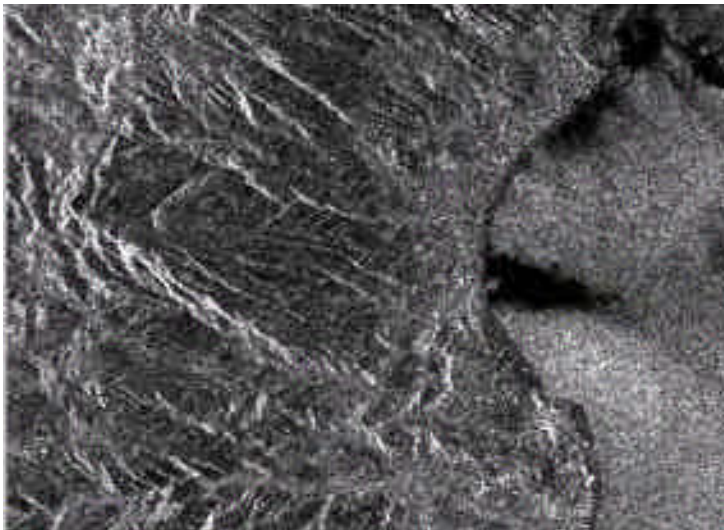


Fig. 3.2 : ERS SAR acquisito il 12 Settembre 2000

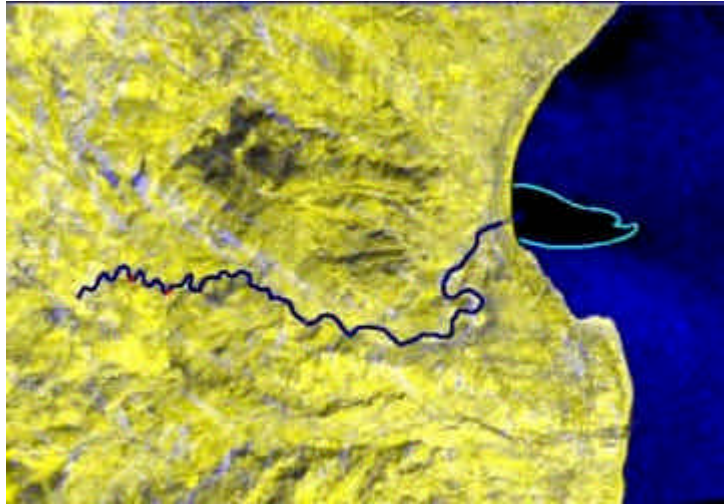
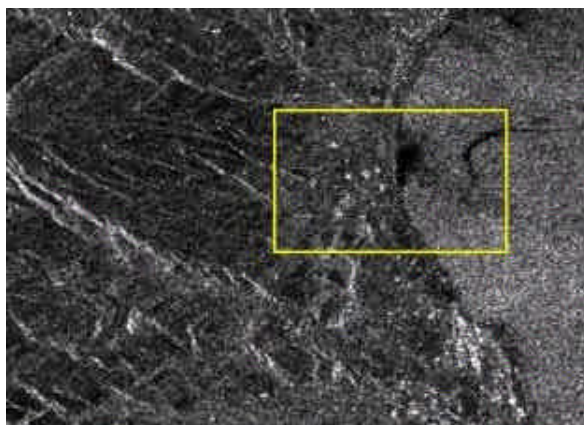


Fig. 3.3: Dati ERS (In Blu) dopo l'evento in RGB composito con dati SPOT XS (in Rosso+Verde) dopo l'evento.

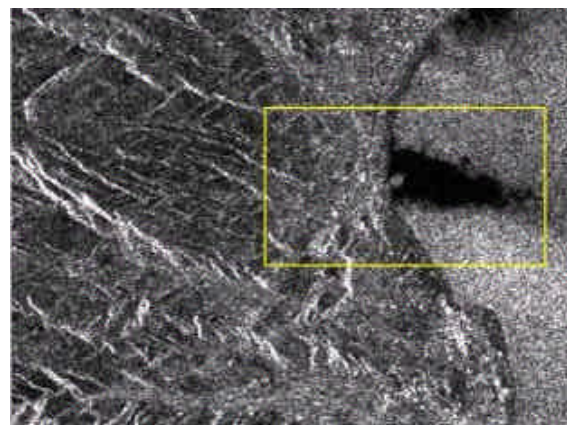
L'area scura nell'immagine SAR mette in evidenza una particolare condizione della costa dove la grossa quantità di detrito fuoriuscito dalla foce del fiume ha determinato una diminuzione della rugosità locale della superficie del mare rispetto alla rugosità evidente nelle acque circostanti.

Le due immagini successive mostrano la stessa area in un riquadro giallo in un'immagine SAR di Novembre 1999 e in una di Settembre 2000.

Anche in questo caso è evidente come sia mutata la condizione della costa nei giorni successivi al disastro.



a) 2 NOVEMBRE 1999



b) 12 SETTEMBRE 2000

Fig. 3.4: Dato ERS del 1999 (a) comparato al dato ERS dopo il disastro (b).

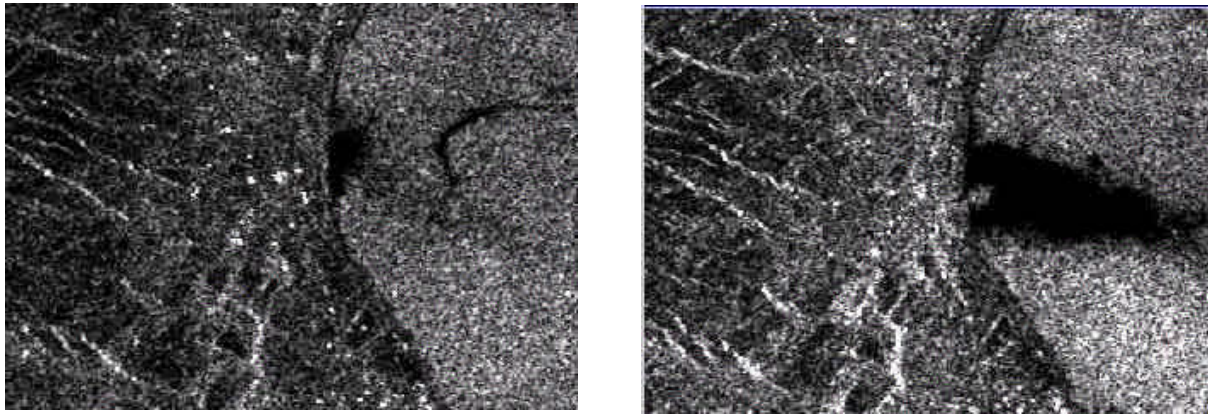


Fig. 3.5: Dettagli di Fig. 3.4a e 3.4b

Nell'immagine del 12 settembre 2000, vicino alla foce del fiume, si nota chiaramente una piccola area in cui il backscattering è completamente differente dall'area meno rugosa precedentemente indicata. Probabilmente ciò indica che, nel tempo trascorso per l'acquisizione ERS, che è avvenuta solo due giorni dopo l'evento, una grossa quantità di materiale è stata trasportata alla foce del fiume ed è fuoriuscita in mare.

Quest'area è meglio evidenziata nella fig. 3.6 che è il risultato di un rapporto ottenuto dai due dati ERS. L'area è delimitata in giallo. Il fiume, colorato in arancione, è quello estratto dall'immagine SPOT dopo l'evento.

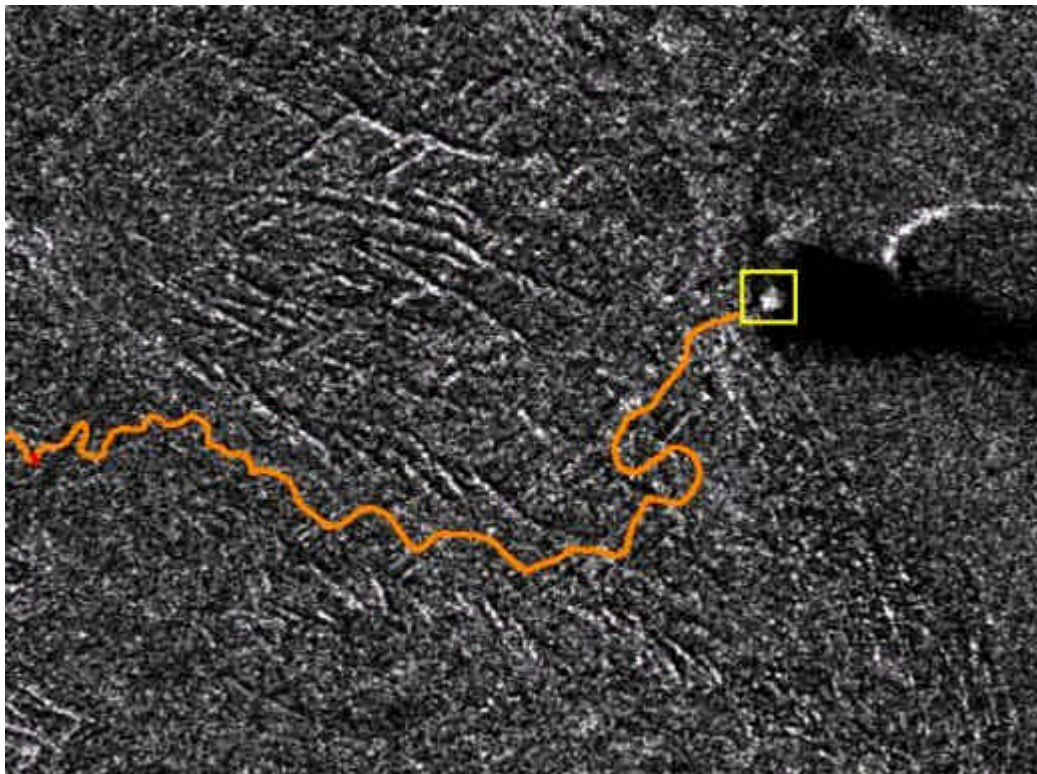


Fig. 3.6: Proporzione immagine tra il 2 Novembre 99 e il 12 Settembre 2000
nel riquadro giallo una disseminazione estremamente caratteristica dettagliata nella figura seguente

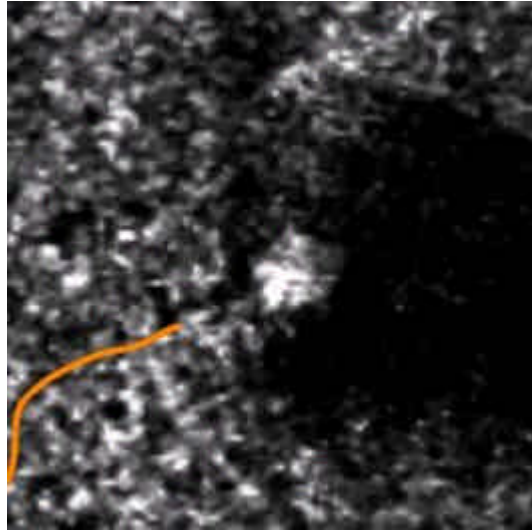


Fig. 3.7: Dettaglio di Fig. 3.6

La torbida sembra essere scomparsa nell'immagine del 22 settembre (Fig. 3.8) e ciò prova che in quella data, esattamente 13 giorni dopo l'evento, le condizioni meteorologiche erano completamente cambiate e il fiume era tornato alle condizioni normali.

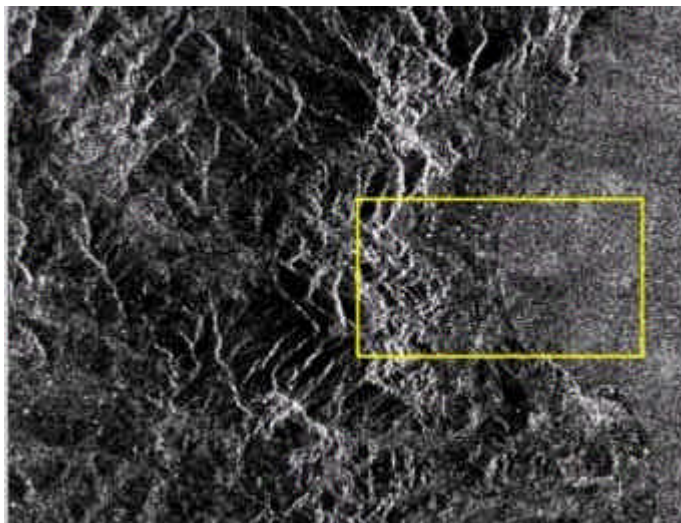


Fig. 3.8: ERS SAR (22 Settembre 2000)

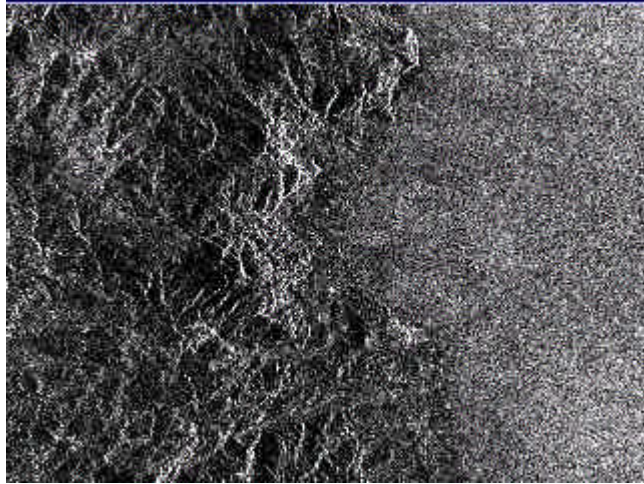


Fig. 3.9: Dettagli di Fig. 3.8

La figura 3.10 mostra delle aree di scattering evidenti lungo la valle del fiume (indicata in giallo) fino alla foce del fiume: si tratta di un RGB color composite in cui in blu e verde è rappresentato il dato Spot Pancromatico prima dell'evento mentre i dati ERS del 12 settembre sono rappresentati nel rosso .

I pixel rossi evidenti lungo l'alveo rappresentano elementi con un elevato scattering e con una bassa risposta nella frequenza dell'ottico, che potrebbero essere acqua in situazione similare a quella descritta alla foce del fiume.

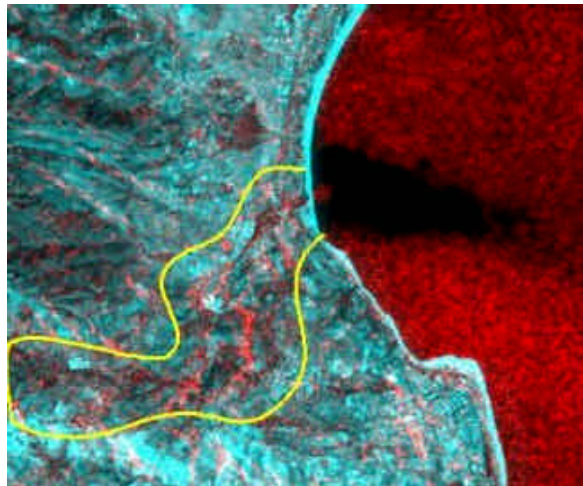


Fig. 3.10 Spot Pan (in strato Verde+Blu) prima l'evento in RGB con dati ERS (in strato Rosso) del 12 Settembre.

Un dettaglio dell'area è mostrato in Fig. 3.11.

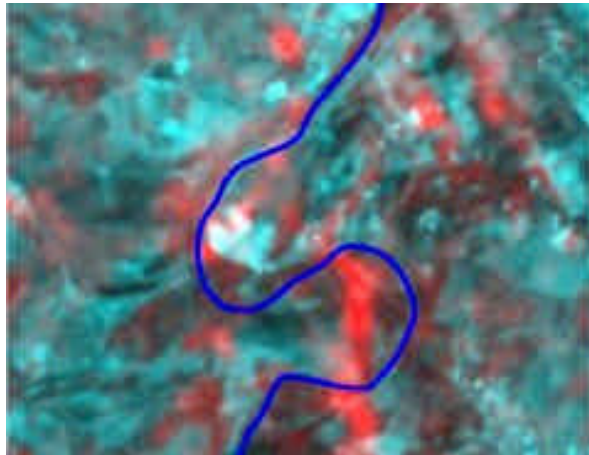


Fig. 3.11: Un dettaglio della disseminazione rossa nel corso del fiume proveniente dall'immagine SAR dopo l'evento.

L'ultima interessante integrazione tra dati Spot e ERS è mostrata nella fig. 3.12



Fig. 3.12: RGB-HSI fusione dell' ERS e dati SPOT, in blu le aree allagate dopo l'evento.

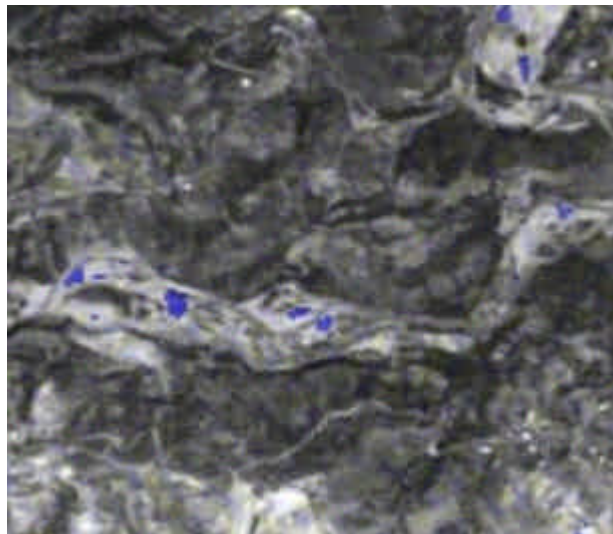


Fig. 3.13: Dettaglio del riquadro 1 in Fig. 3.12

Si tratta di una combinazione RGB-HSI di dati ERS integrati con dati SPOT Pan e SPOT XS.

L'algoritmo evidenzia nel blu i valori più bassi di NDVI (< 0,05) calcolati sull'immagine SPOT XS, rispetto alle differenze fra i dati ERS, discriminando le aree inondate dalle aree vegetate.

Sullo sfondo un'immagine SPOT Pan aiuta ad identificare l'alveo di massima piena del fiume dopo l'evento alluvionale. Nei riquadri rossi numerose aree blu identificano le aree inondate, ancora più evidenti sulla spiaggia. Alcuni dettagli sono mostrati nella fig. 3.13 e fig. 3.14.

La figura 3.15 mostra l'istogramma del NDVI dai dati SPOT XS.

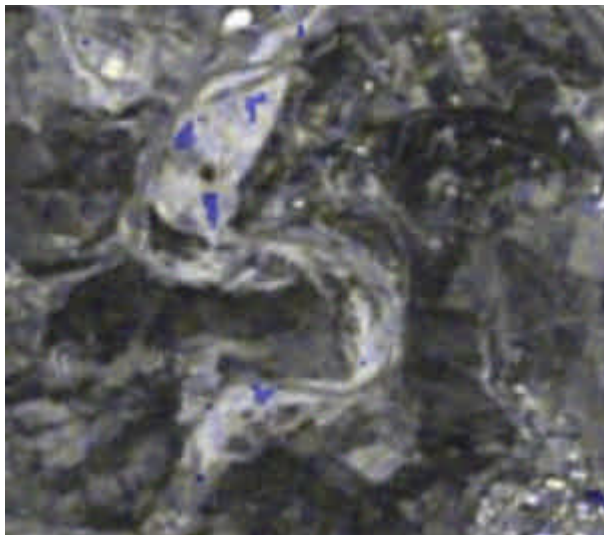


Fig. 3.14: Dettaglio del box 2 in Fig. 3.12

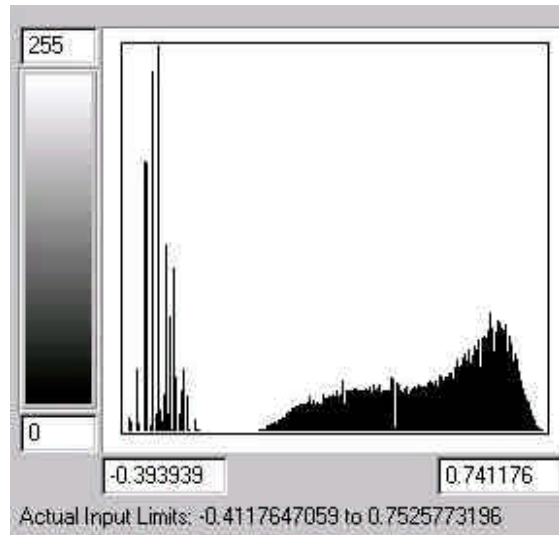


Fig. 3.15: istogramma NDVI

4. FEROX GIS

Un set ausiliario di dati non ottenuti da piattaforme satellitari è stato incluso nell'ambiente GIS per consentire un'analisi completa dell'area di studio. Molti dettagli sono stati direttamente identificati e aggiunti come dati vettoriali con digitalizzazione da schermo.

I dati inseriti nell'ambiente GIS sono:

- Mappe IGM
- Fiumi
- Strade
- Bacino idrografico
- Digital Elevation Model a bassa risoluzione
- Digital elevation Model ad alta risoluzione
- Limiti comunali
- Aree urbane

Dopo una corretta geocodifica in UTM tutti i dati raster e vettoriali sono stati organizzati in un GIS.

L'analisi qui descritta è stata condotta senza precedenti campagne di rilevamento a terra e senza precedenti dati a disposizione delle persone coinvolte nel progetto, fatti salvi i dati, peraltro non aggiornati, delle mappe IGM.

Alcune informazioni sull'evento sono state raccolte dal Servizio Geologico Nazionale del Dipartimento Servizi Tecnici Nazionali.

Nonostante questi limiti, sono state riscontrate interessanti caratteristiche e differenze nelle immagini satellitari prima e dopo il disastro del Beltrame. La disponibilità di dati da satellite acquisiti pochi giorni prima dell'evento ha costituito una fonte preziosa di informazione, permettendo di completare l'informazione che può essere acquisita sull'area dopo l'evento.

L'analisi ha messo in evidenza caratteristiche interessanti nella valle del fiume ove concentrare l'esame e l'osservazione sul terreno e, allo stesso tempo, offre una chiara visione delle zone che hanno subito dei cambiamenti a seguito dell'evento.

Planetek Italia s.r.l.

Via Massaua, 12 - 70123 Bari

tel. +39 080 5343750

fax +39 080 5340280

web: www.planetek.it

e-mail: info@planetek.it

