

Analisi delle anomalie termiche in acqua attraverso immagini iperspettrali

Maria Rosaria Della Rocca (*), Giuseppe Onorati (*), Cira Oliviero (**), Fabio Cipolletti (**)

(*) ARPAC, Via Vicinale Santa Maria del Pianto, Centro Polifunzionale, Torre 1 80143 – Napoli
Tel 0812326364, mr.dellarocca@arpacampania.it, g.onorati@arpacampania.it
(**) CNR-IIA, Via Salaria km 29,300 C.P. 10 00015 Monterotondo – Roma
tel 0812326318, oliviero@iia.cnr.it, cipolletti@iia.cnr.it

Riassunto

Il litorale domitio, in provincia di Caserta, presenta numerose problematiche ambientali, che sono oggetto di studio presso l'ARPAC (*Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Campania*). Tra queste destano particolare attenzione le anomalie termiche in mare e nei corpi idrici del casertano dovute all'immissione di acque fredde o calde che danno origine al cosiddetto "effetto plume".

L'individuazione dei plumes risulta importante non solo per il monitoraggio delle acque costiere, ma anche per il controllo delle altre risorse idriche come i laghi ed i fiumi presenti sul territorio.

In questo lavoro viene descritta la metodologia adottata per la ricerca delle anomalie termiche ed in particolare di plumes nelle acque, utilizzando come dataset le immagini iperspettrali MIVIS del 2009 fornite dall'Arma dei Carabinieri nell'ambito del "Programma Operativo Nazionale per la Sicurezza e lo sviluppo del Mezzogiorno d'Italia".

I risultati ottenuti, contribuiscono al popolamento del "geodatabase ambientale" istituito presso l'Agenzia, contenente le informazioni relative allo stato ambientale del territorio campano.

Abstract

The Domitian coast, in the Caserta district, has long been subject of study at ARPAC (Regional Agency for Environmental Protection of Campania), due to the large number of environmental issues which affect this area.

Among the various issues under examination are the thermal anomalies in waters, caused by the presence of hot and cold water that give rise to the so-called "plume effect".

The identification of plumes is important not only for monitoring coastal waters, but also for the control of other water resources like lakes and rivers in the area. This paper describes the methodology used for the detection of thermal anomalies and the resulting formation of plumes in the water, using as dataset the 2009 MIVIS hyperspectral images provided by the Carabinieri.

The results of this study contribute to the feeding of the "environmental geodatabase" created by the Agency, which includes the information concerning the state of environment of the Campania region.

Introduzione

Monitorare l'evoluzione dell'ambiente non è facile e richiede la conoscenza adeguata a scala spaziale e temporale delle caratteristiche dinamiche della superficie terrestre e dell'atmosfera. Da ciò nasce la necessità di utilizzare il telerilevamento come tecnica di supporto a quelle tradizionali. Tramite il telerilevamento, multi e iperspettrale, integrato con le tecniche di indagine di campo, è possibile non solo rilevare ed elaborare i dati ambientali e territoriali, ma anche gestirli all'interno di un Sistema Informativo Geografico (GIS) o di un qualsiasi sistema di supporto alle decisioni.

L'utilizzo del telerilevamento per le attività di monitoraggio rappresenta un valido supporto alla pianificazione territoriale ai fini di una corretta gestione del territorio stesso. In particolare, la

conoscenza dello stato dei corpi idrici, in relazione all'obiettivo di questo lavoro, permette non solo di contribuire alla loro classificazione, ma anche di pianificare il loro risanamento ove necessario, al fine di raggiungere gli obiettivi di qualità ambientale richiesti dalla normativa sulle acque (D.lgs. 152/2006 e s.m.i.).

Il telerilevamento iperspettrale

Il telerilevamento iperspettrale da piattaforma aerea rappresenta una tecnologia relativamente nuova, utilizzata dai ricercatori nell'identificazione e nella rilevazione dei minerali, della vegetazione terrestre e di materiali non naturali.

Il sensore iperspettrale MIVIS (*Multispectral Infrared Visible Imaging Spectrometer*) (www.lara.iiia.cnr.it) è un sistema a scansione che opera ad un'elevata risoluzione spaziale e spettrale facilmente adattabile a bordo di aerei e piattaforme volanti. Esso è costituito da quattro spettrometri in grado di misurare la radianza della radiazione elettromagnetica (emessa o riflessa dalla superficie terrestre) per un totale di 102 canali, nel campo del visibile, del vicino infrarosso, del medio infrarosso e dell'infrarosso termico. Le bande utilizzate in questo caso studio fanno parte della regione dell'Infrarosso Termico (TIR), particolarmente adatte alla misura della temperatura superficiale dell'acqua.

Il lavoro di seguito riportato descrive la metodologia applicata alle immagini MIVIS utilizzate per l'identificazione e l'analisi delle anomalie termiche presenti in acqua, riconducibili sia a fattori naturali che antropici.

Inquadramento territoriale dell'area studio

Il Litorale Domitio caratterizzato da costa bassa e sabbiosa si estende dalla Piana del Garigliano fino a Monte di Procida per circa 45 km (fig.1). Esso raccoglie tre principali bacini idrografici, Garigliano, Volturno e Regi Lagni, ma rappresenta anche il punto di recapito di altri corsi d'acqua minori come, il fiume Savone, il Canale Agnena, il bacino del lago Patria ed infine l'alveo dei Camaldoli.

Il paesaggio naturale è condizionato da un intenso sfruttamento antropico del territorio, da attività agricole e zootecniche, da opere costiere, che hanno modificato l'assetto morfologico e il paesaggio. Quasi tutti i corsi d'acqua, versano in condizioni di inquinamento a causa dell'immissione di reflui, civili ed industriali, e dell'abbandono incontrollato di rifiuti solidi.

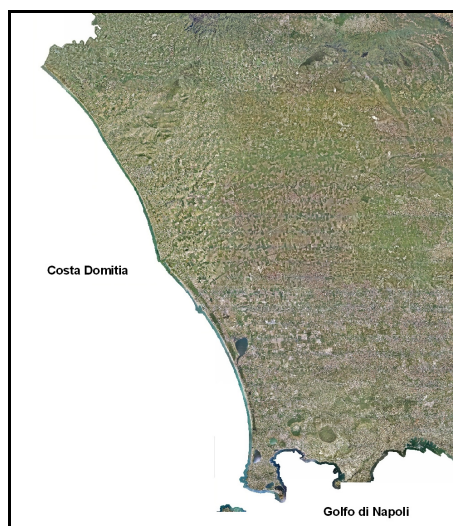


Fig.1 – Inquadramento territoriale della costa domitia.

Analisi delle anomalie termiche in acqua

Le immagini iperspettrali MIVIS 2009 hanno contribuito in modo decisivo alla ricerca delle anomalie termiche in acqua, andando a colmare quelle lacune lasciate dai metodi tradizionali. Grazie al canale 93 e 94 del campo Termico (TIR), è stato possibile individuare le immissioni calde o fredde in acqua, determinando in alcuni casi, la formazione dei cosiddetti plumes.

Analizzando il differente comportamento spettrale dei pixel si può interpretare il dato relativo ai plumes classificati e le loro variazioni termiche (Garrett et al. 2000; Nichol 1993; Jardine et al. 1993; Zoran et al. 2005).

I plumes caldi, possono essere collegati a scarichi di sostanze inquinanti (industrie ad esempio), mentre i plumes freddi possono essere definiti da immissione di acqua dolce in mare (fiumi e/o canali).

Le immagini MIVIS utilizzate in questo lavoro, sono state realizzate ad un'altezza relativa di volo pari a 1500 m e hanno una risoluzione a terra di 3 m/pixels. Sono state riprese a ottobre del 2009 e fornite nell'ambito del "Programma Operativo Nazionale per la Sicurezza e lo sviluppo del Mezzogiorno d'Italia" di proprietà dell'Arma dei Carabinieri.

Caso studio

L'area in esame è la costa domitia, ripresa dalle immagini MIVIS. Il lavoro descritto di seguito, è stato caratterizzato da quattro fasi:

- 1) Visualizzazione dell'immagine in colori reali (True Color Composite);
- 2) Identificazione delle anomalie termiche tramite la banda del termico;
- 3) Localizzazione dei plumes delle immissioni nelle acque costiere;
- 4) Interpretazione dei dati ottenuti, origine e natura delle anomalie termiche ritrovate.

La prima fase è stata caratterizzata dalla fotointerpretazione, visualizzando l'immagine nei colori reali, grazie alle bande del visibile.

Successivamente, per estrarre le informazioni, è stata utilizzata la tecnica della "*density slicing*" applicata alla banda del termico (# 93). Questa tecnica ha permesso di estrapolare le informazioni contenute nell'immagine, grazie alle differenti scale di colori assegnate agli oggetti presenti nella scena.

Il risultato finale è riprodotto dalla carta delle temperature superficiali, in base alla quale le differenze di temperature sono state rappresentate in diversi colori (fig. 2).

La carta delle temperature ha permesso di individuare i plumes prodotti dal Canale Agnena e dal Lago del Fusaro, caratterizzati entrambi da acque fredde (fig. 3 e fig. 4).

L'anomalia A-1 (fig. 3), caratterizzata da dimensioni piuttosto grandi, è provocata dalle acque fredde provenienti dal canale Agnena. Dalla grandezza del plume è possibile dedurre che il flusso d'acqua arriva in mare piuttosto velocemente, determinando in questo modo il lento rimescolamento delle acque (effetto plume).

L'anomalia A-2 (fig. 4), anche questa piuttosto grande come dimensione, è in realtà caratterizzata da due anomalie di acqua fredda provenienti dal lago Fusaro. La prima a sud del lago, la Foce Vecchia, mentre la seconda, più in alto, la Foce Nuova. Entrambe contribuiscono alla formazione di un grande plume, caratterizzato da acqua fredda e probabilmente molto più densa di quella del mare.

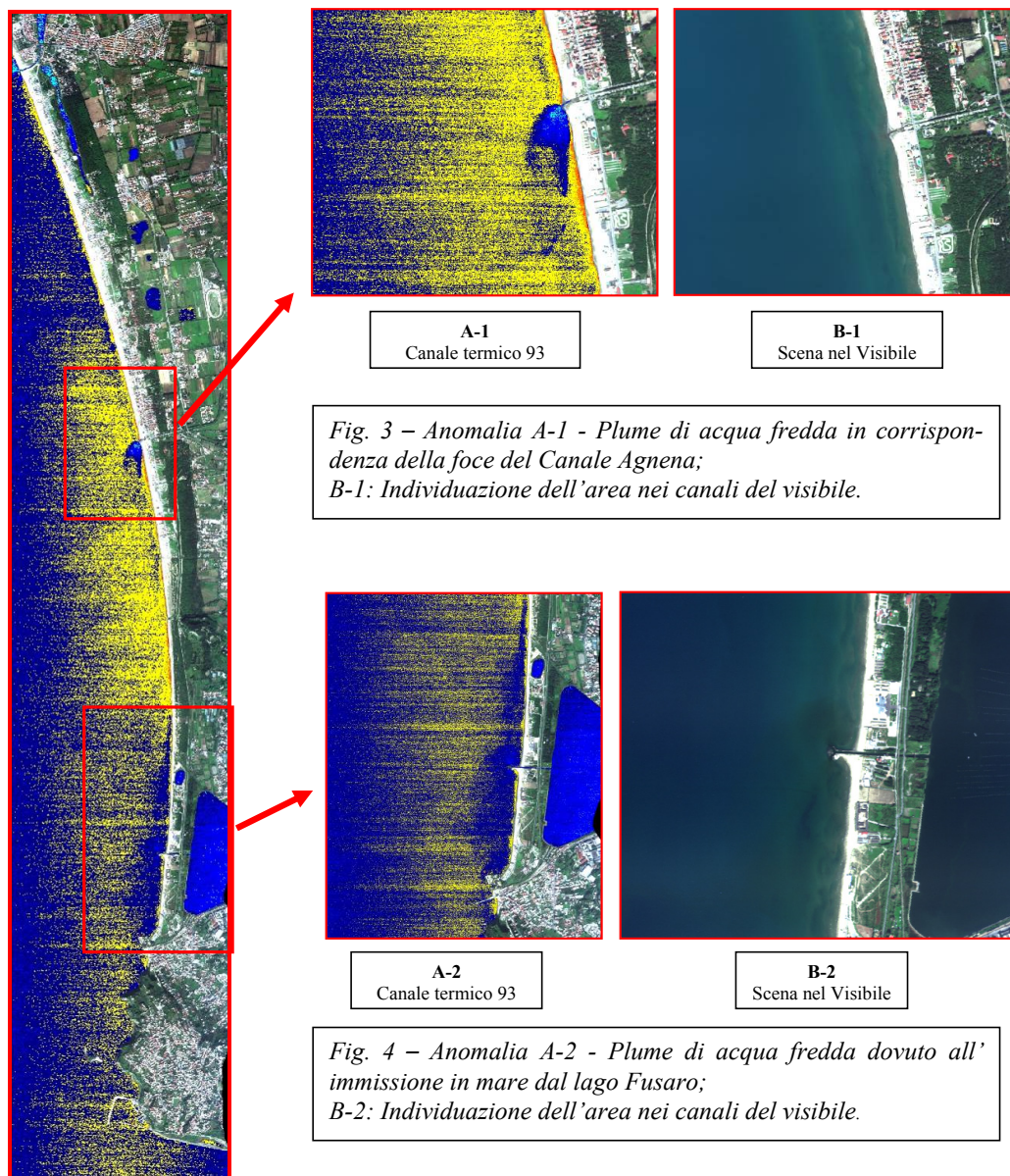


Fig. 2 – Immagine MIVIS in esame, ritrae la zona che va dalla foce del lago Patria fino a Monte di Procida.

Conclusioni

Le anomalie descritte in questo lavoro rappresentano, purtroppo, solo una parte delle numerose situazioni sospette presenti lungo la costa domitica. Lo stato di degrado in cui versa il territorio casertano si riscontra anche dai risultati ottenuti in campo dalle analisi effettuate nelle acque costiere, svolte nella campagna sulle acque di balneazione, nei 46 punti di campionamento della Provincia di Caserta durante il triennio di campionamento aprile-settembre 2008-2010.

I risultati ottenuti in questo studio attestano quanto sia innovativa l'applicazione dei dati iperspettrali per la ricerca di anomalie termiche solo parzialmente riconoscibili con i tradizionali metodi di indagine.

E' doveroso però osservare che solo un controllo diretto in situ può accertare l'attendibilità di quanto riconosciuto ed ipotizzato con il lavoro di lettura e di foto-interpretazione delle immagini. I dati ottenuti rappresentano quindi una valida base per elaborare una precisa strategia di indagine e di tutela ambientale per l'intero territorio campano.

Bibliografia

- A.a. (2009), "Relazione sullo Stato dell'Ambiente in Campania", ARPAC-Pubblicazioni;
- Casella V., Franzini M. (2004), "Il contenuto informativo delle immagini satellitari ad alta risoluzione", *L'uso delle immagini satellitari ad alta risoluzione per le analisi territoriali – cOFIN 2001*;
- D'Ambra G., Petricione M., Ruberti D., Strumia S., Vigliotti M. (2005), "*Analisi multidisciplinare delle dinamiche dei caratteri fisici, antropici e vegetazionali nella Piana Campana (CE)*", Atti della 9ª Conferenza Nazionale ASITA, Catania 15-18/11/05, vol.1, 843-851;
- D'Ambra G., Ruberti D., Verde R., Vigliotti M., Roviello V. (2009), "*La Gestione integrata della fascia costiera: studio e correlazione di variabili a carattere biologico, ecologico, chimico e sedimentologico del Litorale Domitio, in Provincia di Caserta*", Atti della 13ª Conferenza Nazionale ASITA, Bari 1-4/12/09;
- Della Rocca M.R., Onorati G., Oliviero C., Cipolletti F. (2009), "*Il telerilevamento di aree ad elevato rischio ambientale*", Atti della 13ª Conferenza Nazionale ASITA, Bari 1-4/12/09;
- Galati G., Gilardini A. (2001), "*Tecniche e strumenti per il telerilevamento ambientale*", Editore CNR-Servizio Pubblicazioni;
- Garrett A.J., Irvine J.M., King A.D., Evers T.K., Levine D.A., Ford C., Smyre J.L. (2000), *Application of multispectral imagery to assessment of a hydrodynamic simulation of an effluent stream entering the Clinch River*, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing;
- Jardine D., Thomson K.A., Foreman M.G., LeBlond P.H. (1993), *Remote sensing of coastal sea-surface features of northern British Columbia*. Remote sensing of Environmental
- Nichol J.E. (1993). *Remote sensing of water quality in the Singapore-Johor-Riau growth triangle*. Remote sensing of Environmental;
- Vito M. (2008) "*Siti Contaminati in Campania*", ARPAC- Pubblicazioni;
- Zoran M.A., Nicolae D.N., Talianu C.L., Ciucu J. (2005), *Analyses of thermal plume of Cernavoda nuclear power plant by satellite remote sensing data*. Remote sensing for Environmental monitoring , GIS application, and Geology V.

Siti consultati

- <http://www.terrasystem.it/monitoraggio.htm>
- <http://crr.sesm.it/upload/ew/Galati/BrochureCNR.pdf>
- <http://www.adb.basilicata.it/adb/pubblicazioni/vol9/saggi/309.pdf>
- <http://www.csr.utexas.edu/projects/rs/hrs/hyper.html>
- <http://www.lara.iiia.cnr.it/italiano/mivis/mivis.html>