

PROGETTO MIAPI

MONITORAGGIO E INDIVIDUAZIONE DELLE AREE POTENZIALMENTE INQUINATE

di Laura Petriglia, Christian Peloso e Salvatore Costabile

LA FORTE CONNESSIONE TRA CRIMINALITÀ ORGANIZZATA E DEGRADO AMBIENTALE È STATA AMPIAMENTE DIMOSTRATA SIA IN SEDE INVESTIGATIVA CHE GIUDIZIARIA. SOPRATTUTTO NELLE AREE OVE L'ILLEGALITÀ DIFFUSA È UN FENOMENO PERSASIVO OCCORRE CHE LE POLITICHE DI SVILUPPO SIANO ACCOMPAGNATE DA UNA PARTICOLARE ATTENZIONE ALLA DIFESA DELL'AMBIENTE E AL CONTROLLO DEL TERRITORIO ANCHE ATTRAVERSO L'AUSILIO DELLE TECNOLOGIE PIÙ AVANZATE.

IL PROGRAMMA OPERATIVO NAZIONALE "SICUREZZA PER LO SVILUPPO"

L'Unione Europea, al fine di ridurre le evidenti differenze esistenti tra le regioni più ricche e quelle meno favorite ha elaborato una specifica politica di coesione economica e sociale; gli strumenti messi a punto per raggiungere tale obiettivo sono i cosiddetti fondi strutturali europei e di investimento europei. La programmazione relativa a tali fondi è attuata attraverso programmi operativi che possono essere regionali, POR (Piano Operativo Regionale), o nazionali, PON (Piano Operativo Nazionale). Ciascun programma copre un arco di tempo di sette anni ed è elaborato dal singolo Stato Membro sulla base di procedure trasparenti nei confronti del pubblico e conformi ai rispettivi quadri istituzionali e giuridici.

Il Programma Operativo Nazionale "Sicurezza per lo sviluppo - Obiettivo convergenza" 2007- 2013 aveva come obiettivo globale "diffondere migliori condizioni di sicurezza, giustizia e legalità per i cittadini e le imprese, contribuendo alla riqualificazione dei contesti caratterizzati da maggiore pervasività e rilevanza dei fenomeni criminali e all'incremento della fiducia da parte della cittadinanza e degli operatori economici."

Il PON Sicurezza, il cui titolare è il Dipartimento della Pubblica Sicurezza del Ministero dell'Interno, aveva una dotazione finanziaria di 1.158 milio-

ni di euro di cui il 50% cofinanziato dall'Unione Europea, attraverso il Fondo Europeo di Sviluppo Regionale e il restante 50% dallo Stato Italiano. Le regioni interessate dal PON Sicurezza erano le Regioni Obiettivo Convergenza: Calabria, Campania, Puglia e Sicilia.

L'obiettivo globale del PON è stato perseguito attraverso tre assi principali:

- ▶ Asse 1: Sicurezza per la libertà economica e d'impresa;
- ▶ Asse 2: Diffusione della legalità;
- ▶ Asse 3: Assistenza tecnica.

In particolare l'Asse 1 - Sicurezza per la libertà economica e d'impresa aveva come obiettivo specifico quello di "determinare una maggiore sicurezza per la libertà economica e d'impresa". All'interno dell'Asse 1, l'Obiettivo Operativo 1.3 - Tutelare il contesto ambientale aveva come scopo il potenziamento delle forme di tutela dell'ambiente dall'aggressione criminale a tutela del benessere sociale ed economico delle Regioni Obiettivo Convergenza anche attraverso la sperimentazione di strumenti innovativi per il controllo, il monitoraggio e la prevenzione degli illeciti riguardanti l'ambiente in genere.

Il Progetto per il "Monitoraggio e l'Individuazione di Aree Potenzialmente Inquinata (MIAPI) nelle Regioni Obiettivo Convergenza" si colloca proprio in questo particolare obiettivo operativo.

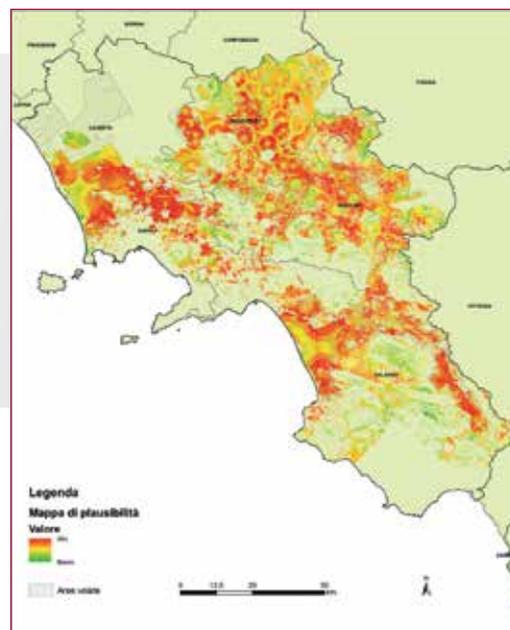


Fig. 1 - Mapa di plausibilità della regione Campania.

IL PROGETTO MIAPI

Il Progetto MIAPI, ideato nel 2011, nasce dalla collaborazione tra il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e il Comando Carabinieri per la Tutela Ambientale, da tempo impegnato ad accogliere le istanze di sicurezza in tema ambientale provenienti dalla società civile e alla ricerca costante di metodologie operative e soluzioni tecniche innovative che migliorino le capacità investigative e di intervento.

Il Progetto MIAPI, finanziato con 10.556.570,00 di euro, ha come obiettivo la localizzazione di possibili fonti di inquinamento attraverso l'individuazione delle anomalie che si riscontrano in alcuni parametri fisici e geofisici (magnetici, spettrometrici e termici) misurati attraverso sensori da piattaforma aerea. Il progetto prevede l'acquisizione di un totale di circa 12.000 km² di rilievi aerei a cui si aggiungono 1550 km di verifiche a terra. Il Progetto MIAPI, il primo in ambito nazionale su vasta scala, ha una connotazione fortemente innovativa perché, per la prima volta, sono state applicate tecniche normalmente utilizzate nel campo dei rilievi geologici

all'ambito della tutela dell'ambiente e della prevenzione di reati ambientali. Per la realizzazione del progetto e il suo svolgimento è stata indetta una gara europea a seguito della quale è risultato aggiudicatario del contratto un raggruppamento temporaneo composto da Telecom Italia S.p.A. e Helica S.r.l.

Il contratto tra il Ministero dell'Ambiente e il RT.I. è stato stipulato il 19 dicembre 2012 ed i lavori sono stati avviati nel maggio 2013.

Gli obiettivi principali del Progetto MIAPI sono:

1. l'individuazione di discariche abusive e siti potenzialmente contaminati con l'ausilio di dati telerilevati da piattaforma aerea;
2. la verifica a terra tramite indagini di campo delle anomalie riscontrate dall'analisi dei dati telerilevati;
3. la creazione di sistema informativo multimediale (Sistema Informativo Aree Potenzialmente Inquinata - SI-API) delle anomalie riscontrate sul territorio.

STRUTTURA DEL PROGETTO MIAPI

Il progetto si articola fondamentalmente in tre fasi. Nella prima fase, attraverso un'analisi multicriterio su dati storici, sono state individuate le aree che statisticamente possono essere oggetto di crimini ambientali e quindi da analizzare. Il passo successivo ha previsto le attività di volo aereo (elicottero ed aereo) multi sensore (spettrometro gamma, magnetometro, termico, fotogrammetrico) sui 12.000 km² (65.000 km lineari di rilievo) di territorio. I dati rilevati, che hanno richiesto oltre 1500 ore di volo, sono stati quindi analizzati con lo scopo di individuare eventuali anomalie, dei parametri misurati e di localizzare aree potenzialmente inquinate su cui focalizzare poi le tradizionali analisi a terra. I dati acquisiti vengono anche confrontati con serie fotogrammetriche storiche e contestualizzati al fine di limitare al massimo errori di interpretazione.

La seconda fase del progetto ha previsto la verifica, tramite indagini in campo con strumenti geofisici, dell'effettiva presenza di inquinanti in corrispondenza dei siti individuati; in caso positivo si è proceduto alla precisa localizzazione e perimetrazione dell'area anomala.

La terza e ultima fase del progetto è consistita nell'implementazione di un sistema informativo centralizzato, condiviso e aggiornabile, delle informazioni relative ai siti potenzialmente inquinati.

INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DA RILEVARE (FASE I)

La scelta delle aree da rilevare si è basata principalmente su tre criteri.

1. vincoli legati alla normativa aeronautica vigente e alla necessità di mantenere una quota di volo stabile e costante;
2. analisi multicriterio applicata sia a criteri geomorfologici sia a elementi derivanti dall'attività umana;
3. segnalazioni provenienti dalle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA), dai Nuclei Operativi Ecologici (NOE) e dalle Procure della Repubblica.

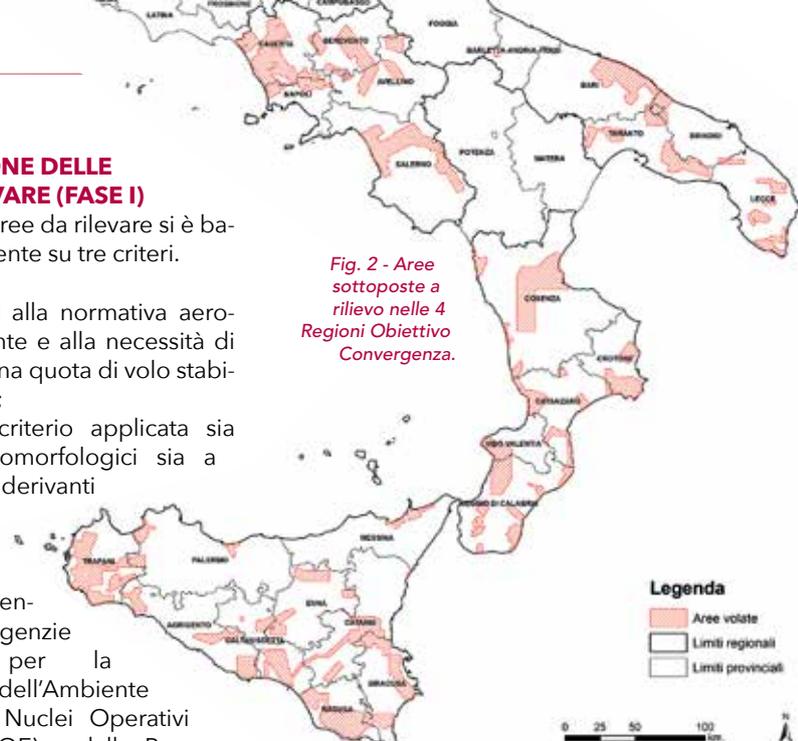
Per quanto riguarda il primo punto la scelta è legata innanzi tutto alle limitazioni al volo derivanti dalla normativa vigente che ha richiesto l'esclusione di alcune aree quali centri abitati con estensione superiore ai 2 km² zone interdette al volo, ecc. Inoltre, al fine di raggiungere il miglior compromesso tra superficie investigata e accuratezza dei dati rilevati, la quota di volo dell'elicottero è stata fissata a 100 m. dalla superficie terrestre per lo spettrometro e 70 m. per il magnetometro; ciò implica che la superficie terrestre non deve presentare inclinazione superiore ai di 15°, soglia limite per mantenere una velocità che garantisca la stabilità del magnetometro durante le fasi di volo. Questo criterio ha di fatto escluso dalle aree da rilevare tutte quelle zone con pendenza superiore ai 15°.

Per il secondo punto, una volta eliminate tutte le aree non volabili si è fatto ricorso all'applicazione di modelli decisionali basati su metodi di Analisi Multi-Criterio (MCA - Multi Criteria Analysis), nei quali gli algoritmi del modello utilizzato sono stati basati sull'analisi di una serie di dati acquisiti attraverso le ARPA Regionali e gli Enti Locali. Il risultato ultimo è stato quello di ottenere le mappe di plausibilità (Figura 1) sulla presenza di aree potenzialmente contaminate.

Le variabili dell'Analisi Multicriterio prese in considerazione sono state:

1. impianti di cave, discariche e siti industriali;
2. viabilità;
3. uso del suolo;
4. densità abitativa;
5. Anomalie Morfologiche ANtropiche

Fig. 2 - Aree sottoposte a rilievo nelle 4 Regioni Obiettivo Convergenza.



(AMAN) individuate mediante change detection fotointerpretativa di immagini satellitari ad alta risoluzione;

6. informazioni di carattere geomorfologico.

A quanto sopra si aggiungono le segnalazioni, provenienti dalla collaborazione con le ARPA Regionali e i NOE presenti sul territorio, su alcune aree che si riteneva utile sottoporre a rilievo. Dalle mappe di plausibilità sono state desunte le aree da sottoporre a rilievo (Figura 2).

RILIEVO DA PIATTAFORMA ELITRASPORTATA E POST PROCESSAMENTO

Al fine di restituire dati di alta qualità e precisione, il rilievo aereo è stato eseguito a bassissima quota circa 100 m. come si evidenzia nella Figura 3.

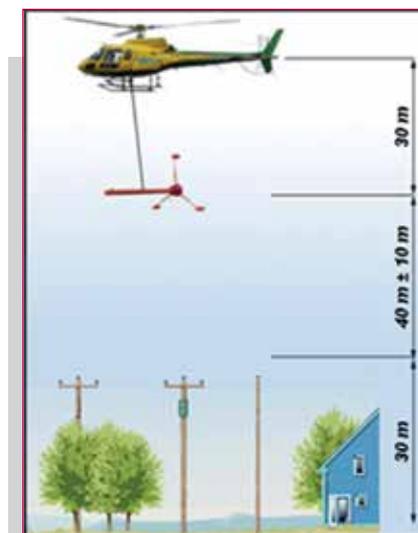


Fig. 3 - Quota di volo del rilievo.



Fig. 4 – Uno degli elicotteri utilizzati per il rilievo: in primo piano il magnetometro.



Fig. 5 – Dettaglio dello spettrometro.

Helica s.r.l., che all'interno del R.T.I. vincitore della gara aveva in carico i rilievi aerei, ha utilizzato due elicotteri Eurocopter AS350 B3, certificati dalle autorità competenti sia per l'abilitazione a condurre rilievi aerei sia per l'installazione a bordo dei sensori geofisici aviotrasportati. Ogni elicottero era dotato di una coppia di sensori costituita da un magnetometro GemSystem GSMP 35 A (Figura 4) e uno spettrometro raggi Gamma Radiation Solutions Inc RSX 5 (Figura 5).

Al fine di allargare il campo di indagine nell'identificazione di siti potenzialmente inquinati si è realizzato anche un rilievo termografico aviotrasportato. La termografia a raggi infrarossi (IR) è una tecnica che, misurando la radiazione infrarossa emessa da un corpo, è in grado di determinarne la temperatura superficiale. La mappatura della temperatura della superficie è fondamentale per poter valutare lo stato di conservazione dell'area di indagine; infatti, anomalie nella distribuzione delle temperature superficiali possono mettere in evidenza situazioni di rischio ambientale come interramenti abusivi di materiale organico, fuoriuscita di percolato ad alta temperatura, esalazioni anomale di biogas, ecc.

L'elaborazione dei dati geofisici, basata su controlli qualitativi stringenti e analisi statistiche, si è suddivisa in una serie di procedure specifiche atte a filtrare il dato dal rumore presente ed

enfaticizzare le anomalie geofisiche.

In particolare, per i dati radiometrici si è proceduto con il calcolo delle Componenti Principali (Principal Component Analysis - PCA) che ha consentito di valutare quali componenti principali presentavano segnale e quali solamente rumore.

A valle della PCA ciascun spettro è stato ricostruito sulla base delle sue componenti principali in modo da apparire privo del rumore statistico. Il passo successivo è stata l'analisi di "fit" che, attraverso il metodo dei minimi quadrati, ha permesso di valutare quali elementi radioattivi sono presenti nell'area. Infine, è stato rimosso il disturbo legato al Radon atmosferico che, essendo un figlio prodotto dal decadimento dell'uranio va eliminato in quanto potrebbe alterare le mappe dell'Uranio stesso aumentandone il numero dei conteggi al secondo.

Per quanto riguarda i dati magnetici si è proceduto prima ad una valutazione del rumore e ad un'analisi dei gradienti nelle tre direzioni. Successivamente si è proceduto con la rimozione del campo magnetico terrestre (IGRF correction) calcolato sulla base di un modello matematico in modo da evidenziare l'eventuale anomalia magnetica locale. Infine, sono state applicate operazioni di filtraggio singolarmente, caso per caso, per enfaticizzare o minimizzare la presenza di corpi o strutture presenti (filtri di enhance).

Dopo la fase di processamento dei dati si è proceduto alla generazione di dataset di dati interpolati a partire dalle misure rilevate in formato grid (Figg.6,7 e 8).

ANALISI DEI DATI ACQUISITI

A valle del post processamento dei dati, questi sono stati analizzati dagli operatori che hanno proceduto con l'individuazione delle anomalie magnetiche, radiometriche e termiche. I dati acquisiti sono stati incrociati con altre informazioni quali ad esempio la serie storica delle ortofoto dal 1988 al 2012, una serie di immagini satellitari, lo strato informativo dei poligoni delle aree "rimaneggiate" antropicamente, rete stradale, rete ferroviaria, ecc. Questa analisi ha portato all'individuazione di circa 600 anomalie per ognuna delle quali è stata prodotta una scheda con alcune informazioni di base e necessaria agli operatori per le successive verifiche a terra. Inoltre, tutte le informazioni riportate nelle schede sono state utilizzate per costruire un geodatabase che è parte del sistema informativo SIAPI (Sistema Informativo Aree Potenzialmente Inquinata).

Nella Figura 9 si riporta un esempio di scheda informativa per un'anomalia magnetica mentre nella Figura 10 si mostra la localizzazione di alcune anomalie riscontrate nella Regione Campania.

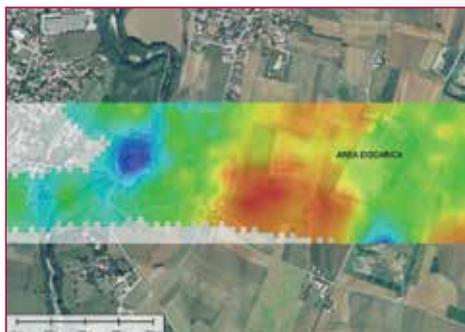


Fig. 6 - Esempio di anomalia radiometrica.

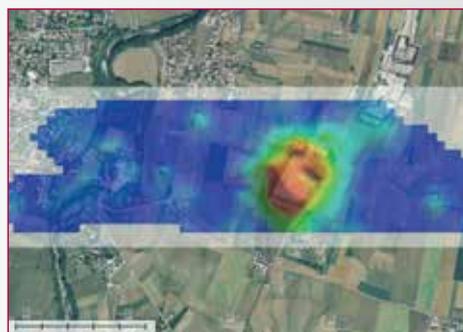


Fig. 7 - Esempio di anomalia magnetica.

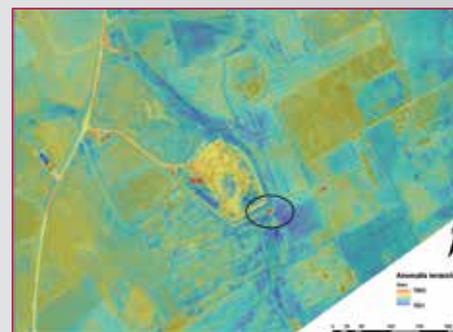


Fig. 8 - Esempio di anomalia termica.

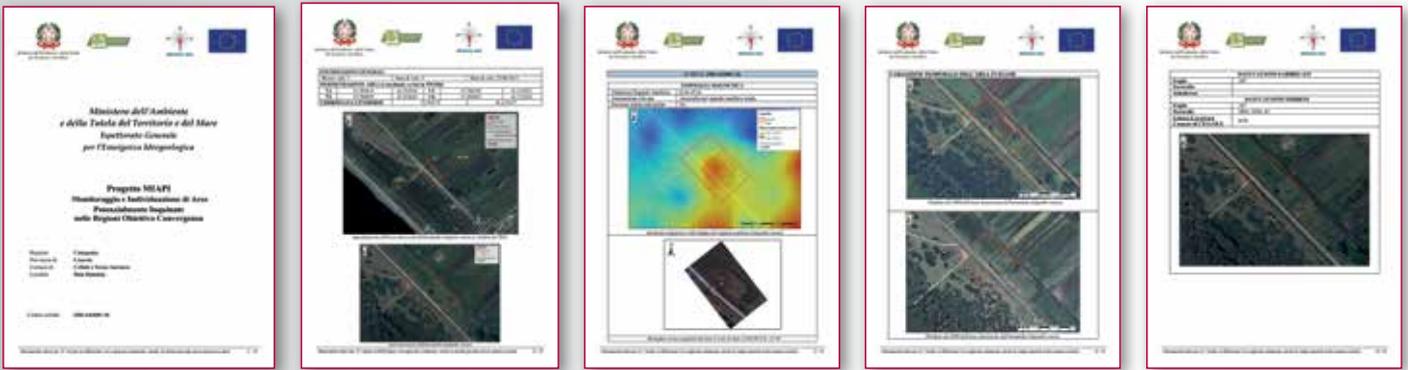


Fig. 9 - Esempio di scheda informativa per un'anomalia magnetica.

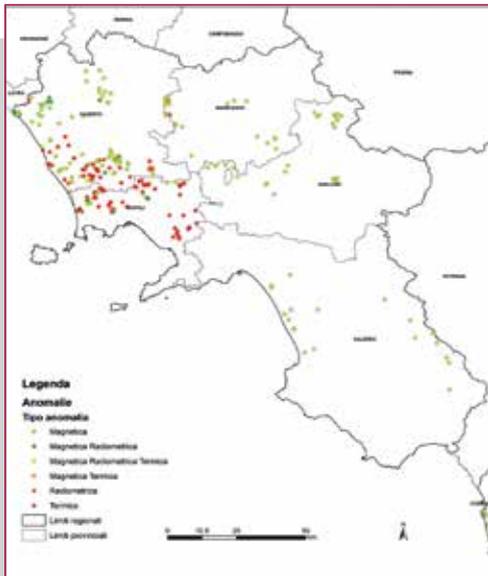


Fig. 10 - Localizzazione di alcune anomalie riscontrate nella regione Campania.

ATTIVITÀ DI VERIFICA A TERRA E PREDISPOSIZIONE DELLA DOCUMENTAZIONE TECNICA (FASE II)

La seconda fase del progetto ha previsto l'utilizzo di diverse squadre di operatori che, con la collaborazione e la conoscenza del territorio messa a disposizione dai Nuclei Operativi Ecologici dei Carabinieri provinciali, hanno proceduto con la verifica di ogni singola anomalia riscontrata attraverso prima di tutto un controllo visivo delle aree, e poi con indagini di campo eseguite con strumenti geofisici come magnetometro e spettrometro da campo, georadar, geoelettrica per terminare, a volte, con il prelievo e l'analisi di alcuni campioni di terreno. In questo modo si è potuta comprendere l'effettiva natura dell'anomalia riscontrata e, in caso positivo, procedere alla precisa localizzazione e perimetrazione dell'area anomala. Inoltre, in alcuni casi come ad esempio la mappatura di tratti di assi stradali, si sono rese necessarie ulteriori indagini eseguite con un veicolo laboratorio appositamente allestito con lo stesso spettrometro gamma ray installato sull'elicottero.

Tale metodologia di rilievo ha unito la produttività del rilievo da aeromobile ed il dettaglio e l'accessibilità in ambiente urbano tipici dei rilievi a terra. Nelle Figure 11 e 12 di seguito si riportano due esempi di rilievi a terra eseguiti. Per ogni anomalia si predispone una relazione tecnica che è aggiornata ogni volta che si esegue un nuovo tipo di intervento sull'area.

POPOLAMENTO DEL SISTEMA INFORMATIVO SIAPI (FASE III)

Il Sistema Informativo del progetto MIAPI, SIAPI (Figura 13), raccoglierà tutte le informazioni funzionali allo stato di conoscenza del sito e delle operazioni svolte su di esso. In particolare saranno raccolte all'interno del sistema i dati territoriali acquisiti da rilievo aereo, i dati acquisiti dalle campagne a terra, le schede informative e le relazioni di campo prodotte; a ciò si possono aggiungere tutte quelle informazioni documentali, storiche, analitiche che possono aiutare nel definire nuove attività di rilevamento sul territorio o nel predisporre ulteriori indagini.

L'individuazione di un'anomalia rispetto ai parametri geofisici misurati non implica automaticamente la presenza di inquinamento. Occorre, quindi, procedere ad una verifica a terra di ciò che si è rilevato da piattaforma elicottrata.

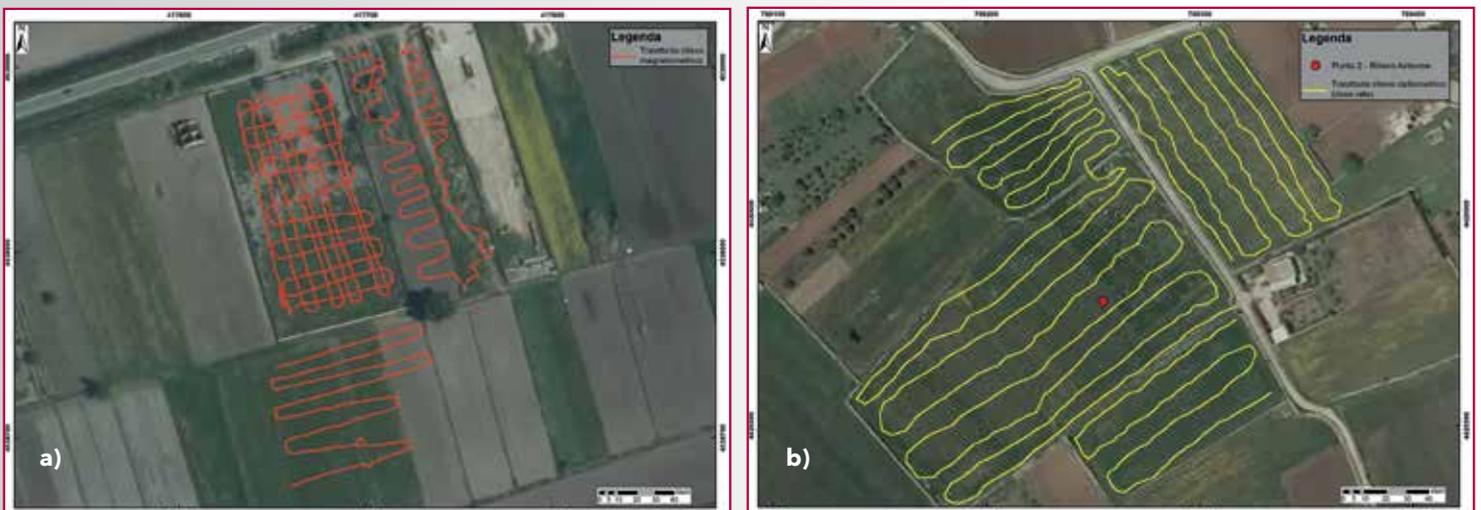


Fig. 11 - Esempi di rilievi a terra: magnetico (a), radiometrico (b).



Fig. 12 - Processamento dei dati rilevati in campo.

Il Sistema Informativo sarà fornito alle ARPA Regionali e ai relativi dipartimenti e al Comando Carabinieri Tutela dell'Ambiente e relativi NOE.

Il SIAPI è un sistema informativo complesso perché contiene una serie di servizi fondamentali quali:

- ▶ la gestione di dati eterogenei e consultabili sia attraverso logiche di data mining sia tramite ausilio di report e di dashboard per analisi statistica;
- ▶ interfacce in grado di acquisire, verificare e trasferire informazioni da sistemi esterni (es.: ARPA, CC, ecc...);
- ▶ acquisizione e gestione di dati ter-

ritoriali e cartografici per il popolamento del proprio geo datawarehouse (contenente dati geo referenziati);

- ▶ gestione delle anagrafiche tramite funzionalità di data-entry e consultazione del dato tramite interfacce grafiche web-oriented.

RISULTATI E CONCLUSIONI

Il notevole interesse suscitato dal progetto, anche grazie all'apertura di diverse istruttorie presso alcune Procure della Repubblica, sia per l'innovativa tecnica di indagine sia per la sua speditiva applicazione ha portato allo stanziamento di ulteriori fondi per investigare aree inizialmente escluse per la mancanza di capienza economica.

A luglio 2014 il Ministero dell'Interno - Dipartimento della Pubblica Sicurezza ha approvato "per il soddisfacimento delle esigenze di sicurezza e legalità a carattere sovra regionale nelle 4 Regioni Obiettivo Convergenza" il progetto di estensione del progetto MIAPI originario; ad ottobre 2014 è stato firmato il contratto con il R.T.I. che prevede ulteriori 8.000 km² di rilievi da piattaforma aerea e altri 1700 km circa di rilievi a terra e indagini geognostiche.

ABSTRACT

The MIAPI Project (*Detection And Monitoring Of Potentially Polluted Areas*) is a cooperation between the Carabinieri Force and the Ministry of the Environment. The project, focused on the Italian Regions Campania, Calabria, Apulia and Sicily, aims to provide information for fighting environmental crimes.

The project has been organized in three stages. The first one is a multiple-criteria analysis for the identification of areas potentially involved in environmental crimes. Airborne operations are part of the second stage, which includes multi-sensor surveys (gamma spectrometer, magnetometer, thermal and photogrammetry) on an area of 12000 km². All acquired data are then analysed for the detection of possible anomalies in physical and geophysical parameters in order to plan ground surveys on specific target. If ground surveys are positive, the area is exactly delimited and classified.

The third and last stage is the creation of an information system called SIAPI. SIAPI, implemented by the Ministry of the Environment, is updated and feed by the Regional Environmental Protection Agencies and the Carabinieri Force.

Since a huge interest grew in the Project MIAPI, in October 2014 a contract was signed for providing additional 8,000 km² of aerial.

PAROLE CHIAVE

PROGETTO MIAPI; SIAPI; POR; PON; MONITORAGGIO AREE INQUINATE; ANALISI GEOFISICHE

AUTORI

Laura Petriglia
petriglia.laura@minambiente.it
MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE
TEL: +390657223140

Christian Peloso
c.peloso@helica.it
HELICA S.R.L. TEL: +39043394286

Salvatore Costabile
costabile.salvatore@minambiente.it
MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE
TEL: +390657228603



Fig. 13 - Home page del Sistema Informativo SIAPI.