

DRONI E AMBIENTE: LE ATTIVITÀ MESSE IN CAMPO DA ARPAE

DALLE MAPPE AEREE ALLE ANALISI DEI DATI, DRONI E MACHINE LEARNING A SERVIZIO DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE. GRAZIE ALLE NUOVE TECNOLOGIE, IL MONITORAGGIO AMBIENTALE DIVENTA PIÙ EFFICIENTE E SUPPORTA L'AGENZIA NELLE SUE ATTIVITÀ ISTITUZIONALI. LE INIZIATIVE DI FORMAZIONE PER AVERE PERSONALE SPECIALIZZATO.

Arpae Emilia-Romagna, con una flotta di cinque droni e un drone marino, si avvale di un team di 13 piloti altamente specializzati per affrontare un'ampia gamma di missioni di monitoraggio ambientale e vigilanza. Da gennaio 2024 il Servizio Indirizzi tecnici e reporting ambientale della Direzione tecnica (Sitra), attraverso il gruppo "Gis, droni e machine learning", ha avviato tutte le attività necessarie all'adeguamento normativo dei droni a seguito dell'entrata in vigore dei Regolamenti europei 2019/945 e 2019/947 e un programma di attività formative teorico-pratiche per i piloti.

L'obiettivo primario è massimizzare l'utilizzo delle tecnologie a disposizione dell'Agenzia nel rispetto della normativa europea e nazionale in materia di volo con i droni. Oltre alla formazione, pratica e teorica, il gruppo di coordinamento si è posto come obiettivo anche lo sviluppo di procedure atte a garantire la massima sicurezza durante le missioni e la programmazione di attività con simulazioni di volo, esercitazioni in campo e missioni operative in modo da affinare le competenze degli operatori Arpae in tutte le fasi: dalla pianificazione a una prima elaborazione dei dati.

Un ulteriore ambito di attività su cui si sta investendo è quello relativo alle elaborazioni avanzate dei dati acquisiti dai droni, oltre alla creazione di mappe e modelli digitali del territorio e la produzione di report tecnici. Al fine di ottimizzare il lavoro, Arpae ha valutato di gestire i dati a livello centralizzato. Questo approccio contribuirà alla formazione di un team altamente specializzato nell'elaborazione e analisi dei dati. Inoltre, permetterà di condividere le informazioni in modo efficiente e consentirà il monitoraggio di

un'ampia gamma di parametri ambientali: dalla qualità dell'aria alla presenza di inquinanti nel suolo, accrescendo così le informazioni sullo stato dell'ambiente e le pressioni ambientali. Infatti l'utilizzo dei droni consente di visualizzare il territorio da una nuova prospettiva e, grazie alla loro capacità di raggiungere zone difficilmente accessibili e di operare in modo rapido ed efficiente, rappresenta un valido supporto nelle attività di vigilanza e controllo, monitoraggio ambientale e nelle emergenze.

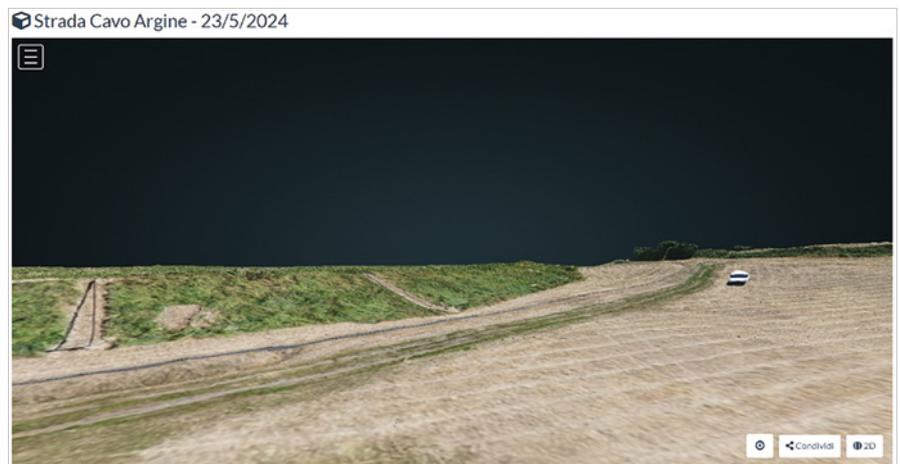


FIG. 1 VERIFICA DISCARICA

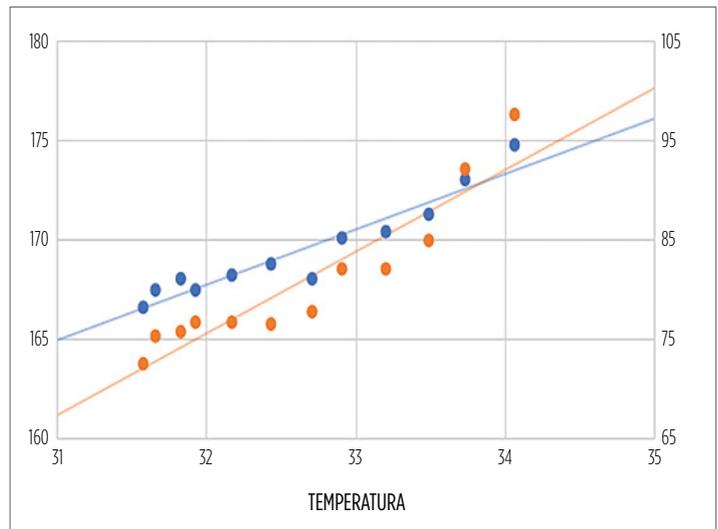
Elaborazioni ottenute dai dati rilevati con drone Dji Mavic 2, presso una discarica in gestione post-operativa sita nel territorio regionale. Modello Dsm (in alto) e nuvola di punti con texture (in basso), elaborazioni effettuate con il software Webodm-cloud della Regione Toscana (3D-Data).

Nell'ambito della vigilanza e del controllo ambientale, i droni si confermano strumenti molto utili, garantendo una sorveglianza più efficiente e capillare, sia nelle attività di routine sia in situazioni di emergenza. Ad esempio, l'utilizzo di droni per la verifica della copertura di discariche in gestione post operativa ha consentito di ottenere modelli 3D altamente dettagliati, evidenziando con precisione eventuali modifiche morfologiche del corpo discarica. Grazie alla possibilità di pianificare voli mirati e di acquisire dati ad alta risoluzione, i droni permettono di valutare con rapidità e accuratezza lo stato di conformità di un sito, guidando

FIG. 2
QUALITÀ DELL'ARIA

Elaborazioni ottenute dai dati rilevati con drone Dji Matrice 350, presso il sito di San Pietro Capofiume (BO). Andamento di O₃ e NO₂ in funzione della temperatura.

● O₃
● NO₂



FORMAZIONE

UN'ESERCITAZIONE PER I PILOTI DI DRONI DI ARPAE E LE ATTIVITÀ FORMATIVE FUTURE

Arpae Emilia-Romagna ha avviato un percorso formativo intensivo per i piloti Uas (*Unmanned aircraft system*), volto a creare un team altamente specializzato. Grazie all'iniziativa del gruppo "Gis, droni e *machine learning*", i piloti stanno acquisendo competenze indispensabili nell'utilizzo di tecnologie innovative per la tutela dell'ambiente. L'esercitazione, che si è tenuta il 31 luglio 2024 a Molinella (BO), è parte integrante di un percorso formativo completo che, attraverso una serie di incontri, prepara i piloti anche a gestire la prima fase del processo di acquisizione dati. Attraverso quattro missioni che riproducevano scenari operativi reali, i piloti hanno avuto l'opportunità di mettere alla prova e perfezionare le loro tecniche di pilotaggio. Le missioni, che spaziavano dalla mappatura di precisione all'analisi dell'ecosistema forestale, hanno offerto ai piloti un'esperienza formativa completa:

- mappatura di precisione e stima volumetrica: i piloti sono stati chiamati a mappare aree di interesse, come depositi o cumuli, e a stimarne il volume, una capacità fondamentale per la gestione delle risorse e la pianificazione territoriale
- monitoraggio dello stato di salute della vegetazione: grazie all'utilizzo di sensori Rgb e Ir, i piloti hanno potuto valutare lo stress idrico e le anomalie nella vegetazione, fornendo dati preziosi per la gestione delle aree verdi e la prevenzione di incendi
- analisi dell'ecosistema forestale: le missioni dedicate alla mappatura delle aree boschive hanno permesso ai piloti di acquisire dati dettagliati sulla composizione e sulla struttura del bosco, informazioni essenziali per la gestione sostenibile delle foreste
- individuazione di impatti antropici: la simulazione della ricerca di scarichi abusivi ha messo alla prova le capacità dei piloti nell'individuare segni di attività umane non autorizzate, contribuendo alla tutela dell'ambiente e al rispetto delle normative.

Oltre alle sfide specifiche di ciascuna missione, i piloti hanno dovuto affrontare ulteriori complessità operative. Infatti, l'esecuzione delle missioni ha richiesto un attento coordinamento tra i diversi team di volo, al fine di garantire la sicurezza delle operazioni ed evitare interferenze reciproche. Prima, durante e dopo ogni volo, i piloti hanno collaborato strettamente con gli osservatori di volo per effettuare i controlli di sicurezza, con l'ausilio di check list appositamente sviluppate dal gruppo "Gis, droni e *machine learning*". Inoltre, i piloti hanno dovuto affrontare situazioni inattese (simulate)



come, ad esempio, l'interferenza di volatili, dimostrando la loro capacità di reagire con prontezza e sicurezza.

A seguire, saranno organizzati degli incontri incentrati sull'elaborazione dati, articolati su due livelli. Il primo livello vede i piloti impegnati nella creazione di prodotti cartografici di base. Utilizzando software come 3DF Zephyr e DJI Terra, trasformeranno le immagini aeree in ortofoto dettagliate, modelli digitali del terreno (Dtm) e modelli digitali di superficie (Dsm), superando sfide come la correzione geometrica e la generazione di nuvole di punti dense. Questi prodotti, forniti in formato GeoTiff e Las, costituiranno la base per le successive analisi più approfondite, garantendo una rappresentazione accurata e tridimensionale del territorio. Successivamente, il gruppo "Gis, droni e *machine learning*", in collaborazione con il Servizio Sistemi informativi e innovazione digitale (Siid), si occuperà di analisi più approfondite, sfruttando software avanzati, tecniche di *machine learning* e competenze in *data science* per estrarre informazioni dettagliate dallo stato dell'ambiente.

A completamento delle attività svolte, il programma di formazione prevede a breve per i piloti dell'Agenzia l'acquisizione di 3 brevetti Open A2 e 10 brevetti Specific.

gli interventi di vigilanza con azioni mirate e riducendo le incertezze operative.

Un altro esempio di estrema efficacia di utilizzo dei droni è stato il supporto all'attività di ripristino costiero, seguito dal Centro tematico regionale Sistemi idrici, che cura il monitoraggio della duna sita nel Lido di Volano, nel comune di Comacchio (FE). Attraverso l'utilizzo di droni equipaggiati con Lidar è infatti possibile acquisire una grande quantità di dati, tale da permettere la creazione di modelli tridimensionali estremamente precisi della duna. Questi rappresentano uno strumento fondamentale, in quanto consentono di analizzare in dettaglio l'evoluzione morfologica della duna nel tempo e di valutare l'efficacia delle misure adottate anche in termini di sviluppo della vegetazione piantumata.

I droni si rivelano strumenti molto efficaci anche in situazioni di emergenza, garantendo una risposta rapida ed efficace alle segnalazioni di inconvenienti ambientali (Sia) e supportando le operazioni di soccorso. In particolare abbiamo esperienza di utilizzo dei droni in sinergia con i Vigili del fuoco in occasione di incendi a capannoni produttivi che hanno permesso di ispezionare rapidamente tetti e strutture per la verifica dei materiali di copertura e la valutazione delle successive misure precauzionali da assumere. Inoltre durante le indagini sulle segnalazioni di inconvenienti ambientali, i droni hanno dimostrato di essere strumenti preziosi per individuare scarichi illeciti, localizzare abbandoni di rifiuti e stimarne i quantitativi.

Oltre alla sperimentazione per utilizzi nelle attività istituzionali, Arpae sta valutando l'utilizzo dei droni in progetti di ricerca scientifica, anche in collaborazione con enti di ricerca e università, che possano contribuire a migliorare la lettura dei fenomeni ambientali e lo sviluppo tecnologico dell'Agenzia.

Un esempio concreto è il progetto in corso, che vede la collaborazione fra il Cnr-Istituto per la bioeconomia di Firenze, il Centro tematico regionale Qualità dell'aria e altri servizi di Arpae, volto a monitorare la qualità dell'aria utilizzando droni equipaggiati con sensori smart. Il progetto prevede che il drone esegua una serie di voli pianificati per effettuare misure ripetute in quota in punti noti, al fine di garantire precisione e affidabilità dei dati raccolti.

Inoltre, il gruppo "Gis, droni e machine learning" sta conducendo studi specifici con droni dotati di termocamera per valutare le potenzialità di questa tecnologia nell'individuare anomalie termiche, non altrimenti rilevabili con metodi tradizionali. Le informazioni ottenute attraverso le termocamere permetteranno di approfondire la conoscenza di diversi fenomeni e di sviluppare nuovi strumenti di analisi e diagnosi.

Le attività che impiegano i droni generano grandi quantità di dati complessi, richiedendo strumenti software sofisticati per l'elaborazione e l'analisi. Per far

fronte a questa esigenza, l'agenzia si sta dotando di software dedicati ad alte prestazioni. L'applicazione di algoritmi di *machine learning* permetterà, inoltre, di automatizzare l'analisi dei dati raccolti dai droni, identificando con maggiore precisione anomalie e trend.

Francesca Di Nicola, Daniele Chinè Milieri, Adele Lo Monaco

Servizio Indirizzi tecnici e reporting ambientale, Direzione tecnica, Arpae Emilia-Romagna

Si ringraziano il Ctr Qualità dell'aria, il Ctr Sistemi idrici - Unità mare-coste, il Servizio Sistemi informativi e innovazione digitale e le Aree di prevenzione ambientale (Apa) di Arpae

LA PIANIFICAZIONE DEL VOLO

La pianificazione del volo è una delle attività più importanti che il pilota Uas si trova a svolgere. Un volo ben pianificato permette di completare la missione con successo, in sicurezza e nel minor tempo possibile.

In primis è fondamentale effettuare l'analisi dello scenario operativo: verifica della presenza di eventuali zone non sicure e/o inibite o non autorizzate al volo, valutazione di tutte le possibili interferenze e della sicurezza generale dell'area interessata dall'operazione (ad es. presenza di persone non coinvolte, condizioni meteorologiche, ecc.). Solo dopo questa prima valutazione si può confermare o meno la missione e procedere, in caso affermativo, alla pianificazione del volo vera e propria.

Nella giornata di formazione, che si è tenuta il 31 luglio 2024 a Molinella (BO), è stato dato ampio risalto a questo aspetto, tramite una formazione mirata sui vari parametri da impostare in fase di pianificazione.

Il gruppo "Gis, droni e machine learning", ha sviluppato, inoltre, un registro di volo su cui i piloti sono tenuti a registrare ogni missione effettuata, indicando la data e l'ora in cui si è svolta la missione, il nominativo del pilota e degli osservatori di volo, l'identificativo del drone utilizzato, l'eventuale *payload*, la categoria in cui ricade la missione e il riferimento geografico della stessa.

Tutte queste informazioni consentono di tenere traccia delle attività svolte e rende Arpae già conforme alla normativa di riferimento, nel caso di voli in categoria Specific.

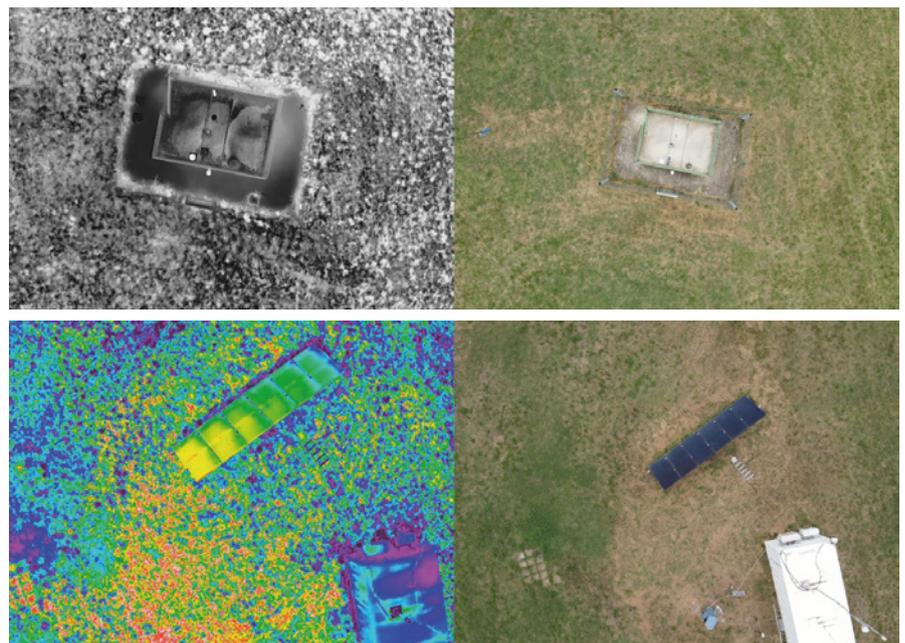


FIG. 3 TERMOCAMERA

Test termocamera nel sito di San Pietro Capofiume (BO), dettaglio delle immagini acquisite. Split Ir/Rgb di alcuni elementi di interesse nell'area di test.