ecoscienza

SOSTENIBILITÀ E CONTROLLO AMBIENTALE

Rivista di Arpae
Agenzia regionale
prevenzione, ambiente ed energia
dell'Emilia-Romagna
N° 5 ottobre 2021, Anno XII

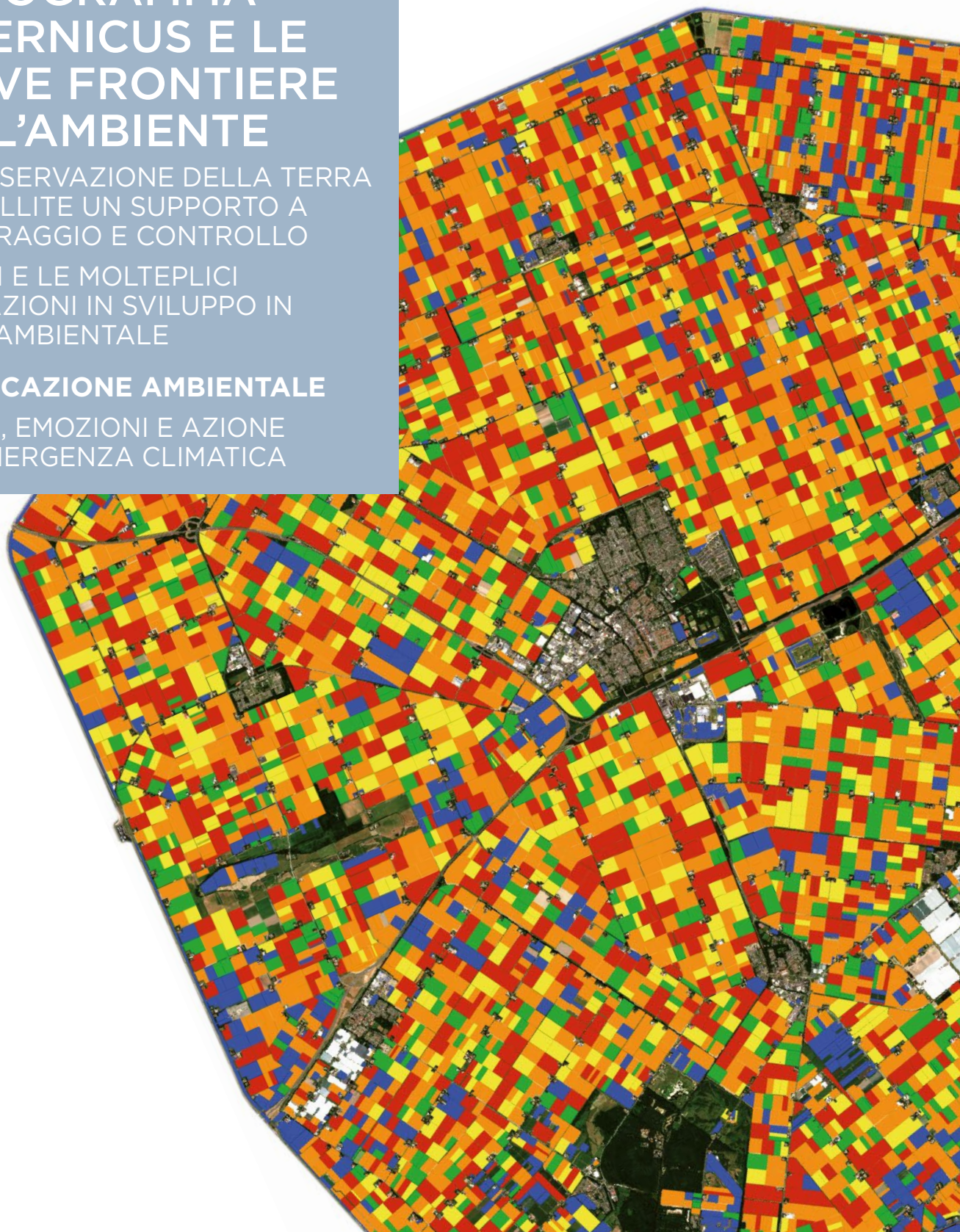
IL PROGRAMMA COPERNICUS E LE NUOVE FRONTIERE PER L'AMBIENTE

DALL'OSSERVAZIONE DELLA TERRA DA SATELLITE UN SUPPORTO A MONITORAGGIO E CONTROLLO

I SERVIZI E LE MOLTEPLICI APPLICAZIONI IN SVILUPPO IN CAMPO AMBIENTALE

COMUNICAZIONE AMBIENTALE

SCIENZA, EMOZIONI E AZIONE PER L'EMERGENZA CLIMATICA



Spedizione Postatarget - In caso di mancato recapito restituire all'ufficio Bologna CMP

CAE S.p.A. propone un approccio multirischio nella progettazione, realizzazione e manutenzione di sistemi e tecnologie per il monitoraggio e l'allertamento ambientale.

CAE
innovation for a safer world.

CAE S.p.A | Via Colunga 20 | 40068 San Lazzaro di Savena (BO) | ITALY | tel.: +39 051 4992711 | fax: +39 051 4992709
www.cae.it

COPERNICUS, DALLO SPAZIO UN AIUTO PER L'AMBIENTE

Mauro Facchini • Responsabile programma Copernicus della Direzione generale per l'industria della difesa e lo spazio, Commissione europea

Ho iniziato a lavorare nella Commissione europea nel 2002 e in vent'anni di attività il programma Copernicus, di cui sono responsabile dal 2014, è stato il grande protagonista della mia carriera. Rappresenta uno dei pilastri della politica spaziale dell'Unione europea, che dopo il Trattato di Lisbona del 2007 ha acquisito una specifica competenza istituzionale proprio nel settore spazio. Copernicus garantisce a chiunque dati liberi, aperti e gratuiti, permettendo la nascita di nuove applicazioni e servizi per il monitoraggio dell'ambiente e la sicurezza di tutti i cittadini europei.
Quando mi è stato chiesto un piccolo contributo per *Ecoscienza*, una delle riviste di riferimento non solo per il Sistema nazionale di protezione dell'ambiente, ma per tutti coloro che hanno a cuore l'ambiente nel nostro paese, ho accettato volentieri. E scorrendo l'indice degli articoli di questo numero, ho visto che il lavoro sta prendendo la piega giusta anche in Italia, così come in tante altre realtà europee.

I servizi sono il valore aggiunto di un programma spaziale che garantisce osservazione e monitoraggio in maniera uniforme e costante delle terre emerse, dell'atmosfera, dell'oceano e dei loro sottosistemi. I servizi sono l'innovazione chiave di Copernicus. Voglio sottolineare una volta di più un elemento essenziale e realmente innovativo: si tratta di servizi spesso operativi, che auspichiamo entreranno a far parte del quotidiano lavoro di monitoraggio, prevenzione, supporto alle amministrazioni nazionali, regionali e locali integrando le attuali tecniche e procedure. In queste pagine li trovate ben rappresentati a livello nazionale e con particolare riguardo agli aspetti ambientali.

Ovviamente si tratta di argomenti complessi, frutto della ricerca e dello sviluppo tecnologico di migliaia di ricercatori e operatori provenienti da diversi contesti scientifici e istituzionali: il programma Copernicus parte da dati spaziali, osservazioni locali e modellistica per arrivare a prodotti a valore aggiunto e informazioni elaborate, aggregate, che possono essere interpretati e utilizzati anche da utenti non specializzati per rispondere a esigenze operative e decisionali. In questo modo sarà più facile integrare la dimensione ambientale in tutte le decisioni.

Copernicus inoltre aiuta le imprese a creare nuovi posti di lavoro e opportunità commerciali, in particolare servizi per la produzione e la diffusione di dati ambientali, oltre a sostenere la stessa industria spaziale. La scelta di attivare *open school* itineranti lungo lo stivale è un ottimo strumento di divulgazione e formazione per creare aggregazione fra i diversi portatori di interesse e facilitare il raggiungimento di una massa critica di attori con competenze ed esigenze complementari. Gli studi mostrano che Copernicus potrebbe generare un beneficio finanziario di circa 30 miliardi di euro e creare migliaia di posti di lavoro in Europa entro il 2030, con possibili ulteriori partenariati pubblico-privato o pubblico-pubblico.

Monitorare la qualità dell'aria e attuare le giuste politiche su traffico e industrie, seguire la propagazione delle ceneri vulcaniche per la sicurezza dell'aviazione, avvertire in caso di alti livelli di radiazioni UV che possono causare il cancro alla pelle, affrontare sfide globali dalla migrazione al cambiamento climatico, contribuire alla definizione di strategie per lo sviluppo sostenibile, osservare l'evoluzione di ecosistemi cibo-energia-acqua per pianificare gli aiuti umanitari: questi sono solo alcuni esempi.
I servizi di Copernicus garantiscono la continuità e la sostenibilità di questi dati e informazioni operative nel medio e lungo termine. Sono inoltre una capacità a disposizione e a supporto del Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente e di tutte le attività che lo contraddistinguono, dal monitoraggio al controllo, dall'analisi alla ricerca.

CREDIT: EUROPEAN UNION, COPERNICUS SENTINEL-2 IMAGERY

Un esempio di applicazione dei servizi Copernicus per il monitoraggio della siccità sul lago Guardialfiera, in Molise (copernicus.eu, Image of the day, 13/09/2021).

ISSN 2039-0424

Rivista di Arpae
Agenzia regionale prevenzione, ambiente ed energia dell'Emilia-Romagna

Numero 5 • Anno XII
Ottobre 2021

arpae agenzia prevenzione ambiente energia emilia-romagna

DIRETTORE
Giuseppe Bortone

DIRETTORE RESPONSABILE
Stefano Folli

Segreteria:
Ecoscienza, redazione
Via Po, 5 40139 - Bologna
Tel 051 6223887
ecoscienza@arpae.it

In redazione:
Daniela Merli
Barbara Galzigna

Progetto grafico
Miguel Sal & C.

Impaginazione, grafica e copertina
Mauro Cremonini (Odoya srl)

Stampa
Teraprint srl
Via dei Gracchi 169
00192 Roma

Registrazione Trib. di Bologna
n. 7988 del 27-08-2009

COMITATO EDITORIALE
Coordinatore
Eriberto De' Munari

Paola Angelini
Raffaella Angelini
Giuseppe Battarino
Vito Belladonna
Francesco Bertolini
Gianfranco Bologna
Giuseppe Bortone
Roberto Coizet
Nicola Dall'Olio
Paolo Ferrecchi
Matteo Mascia
Michele Munafò
Giancarlo Naldi
Giorgio Pineschi
Attilio Raimondi
Karl Ludwig Schibel
Andrea Segré
Stefano Tibaldi
Alessandra Vaccari

In copertina: immagine delle diverse colture attorno a Emmeloord (Paesi Bassi); immagine elaborata da GeoVille sulla base di dati Copernicus Sentinel

Tutti gli articoli, se non altrimenti specificato, sono rilasciati con licenza Creative Commons
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Chiuso in redazione: 29 ottobre 2021

Stampa su carta
Nautilus Classic

SOMMARIO

3 Editoriale
Copernicus, dallo spazio un aiuto per l'ambiente
Mauro Facchini

Programma Copernicus

6 **L'approccio *space economy* del Mirror Copernicus**
Andrea Taramelli, Antonio Bartoloni, Marco Bernardi, Serena Geraldini

9 **Una piattaforma nazionale per la qualità dell'aria**
Michele Stortini, Roberta Amorati, Giorgio Cattani, Marco Deserti

12 **Copertura e uso del suolo, il monitoraggio Snpa**
Michele Munafò, Ines Marinosci, Luca Congedo

14 **Dinamiche di trasformazione del territorio in Italia**
Michele Munafò, Ines Marinosci

17 **Lo studio del permafrost in Valle d'Aosta**
Umberto Morra di Cella, Paolo Pogliotti

20 **L'individuazione delle zone idonee all'acquacoltura**
Tommaso Petochi, Francesco Cardia, Maria Paola Campolunghi, Antonello Bruschi, Gianfranco Calise, Stefano de Corso, Carlo Cipolloni, Giovanna Marino

22 **Copernicus a supporto della direttiva Habitat**
Laura Casella, Emiliano Agrillo, Federico Filipponi, Alice Pezzarossa, Andrea Taramelli

24 **Il Sian e gli sviluppi dei controlli in agricoltura**
Fabio Pierangeli, Salvatore Carfì, Antonella Tornato, Andrea Taramelli

26 **Multi-mapping per studiare gli habitat marini**
Sante Francesco Rende, Alessandro Bosman, Antonio Lagudi, Fabio Bruno, Emilio Cellini

28 **I dati Sentinel per monitorare i corsi d'acqua**
Stefano Mariani, Martina Bussettini

31 **Le *Open school* per un'innovazione concreta**
Maria Castellani, Bernardo De Bernardinis, Sergio Farruggia

34 **Così cambia l'ecosistema meteorologico nazionale**
Carlo Cacciamani

36 **I satelliti a servizio dell'agricoltura 4.0**
Andrea Cruciani, Federica Ferroni

38 **I servizi Rheticus per territorio e infrastrutture**
Massimo Zotti, Sergio Samarelli, Giuseppe Forenza

40 ***Rapid mapping* per le emergenze**
Livio Rossi, Lucia Luzietti, Annalaura Di Federico, Domenico Grandoni

Attualità

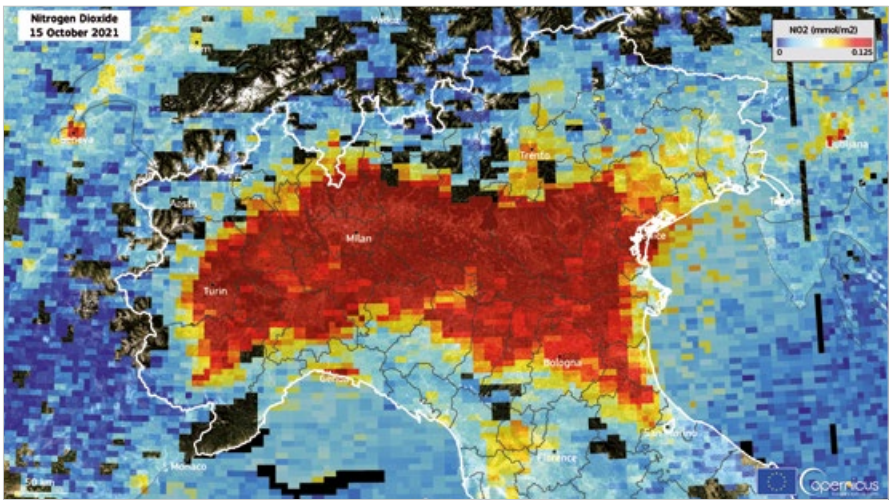
42 **Comunicare la crisi tra scienza, emozioni e azione**
Simona Re

44 **Verso la nuova Politica agricola comune europea**
Paolo De Castro

46 **Dai digestati un contributo alla sanità del suolo**
Luisa Maria Manici, Francesco Caputo, Enrico Ceotto

Rubriche

48 **Legislazione news**
49 **Osservatorio ecoreati**
50 **Libri**



FONTE: EUROPEAN UNION, COPERNICUS SENTINEL-5P IMAGERY

Visualizzazione dei dati relativi alla concentrazione di biossido di azoto nel bacino padano acquisiti dal satellite Copernicus Sentinel-5P il 15 ottobre 2021.

COPERNICUS E LE NUOVE FRONTIERE PER L'AMBIENTE

L'osservazione della Terra da satellite a supporto di monitoraggio e controllo

Il programma europeo Copernicus rappresenta uno straordinario esempio di innovazione: il sistema di osservazione della Terra da satellite offre un'impressionante mole di dati liberi, aperti e gratuiti, che possono essere utilizzati per tantissime applicazioni.

I settori che possono usufruire dei servizi sviluppati grazie a Copernicus sono molto vari e sicuramente tra i più interessanti ci sono quelli legati al monitoraggio ambientale, allo studio del cambiamento climatico, alla gestione delle emergenze.
I servizi che si stanno sviluppando nell'ambito del programma spaziale europeo offrono grandi opportunità non solo al mondo della ricerca e agli enti che si occupano a livello istituzionale di monitoraggio e controllo, ma anche alle imprese, andando a rispondere a una domanda crescente di mercato che ha sempre più bisogno di queste informazioni avanzate e in tempo reale.

In queste pagine analizziamo alcune delle applicazioni più interessanti in campo ambientale e le principali prospettive di sviluppo, evidenziando in particolare l'impegno in questo ambito del Sistema nazionale di protezione dell'ambiente. *(SF)*

L'APPROCCIO SPACE ECONOMY DEL MIRROR COPERNICUS

L'ITALIA HA DEFINITO UN PIANO STRATEGICO SULL'ECONOMIA DELLO SPAZIO, IN LINEA CON LE INIZIATIVE EUROPEE. TRA LE PRINCIPALI ATTIVITÀ, CON INTERESSANTI APPLICAZIONI ANCHE IN CAMPO AMBIENTALE, C'È LO SVILUPPO DI INNOVATIVI SERVIZI OPERATIVI LEGATI AL PROGRAMMA COPERNICUS, CON UN'ATTENZIONE PRIVILEGIATA ALLE NECESSITÀ DEGLI UTENTI.

1

IMMAGINE: © ESA–PIERRE CARRIL

Il Piano strategico space economy italiano

L'Italia, tramite il Ministero dello Sviluppo economico (Mise), ha definito un *Piano strategico space economy* che prevede un investimento di circa 4,7 miliardi di euro, di cui circa il 50% coperto con risorse pubbliche, tra nazionali e regionali, aggiuntive rispetto a quelle ordinariamente destinate alle politiche spaziali.
Il piano si articola in 5 linee programmatiche in linea con le iniziative condotte a livello europeo:
- Telecomunicazioni satellitari (Mirror GovSatCom)
- Supporto alla partecipazione nazionale a Galileo (Mirror Galileo)
- Infrastruttura Galileo Prs
- Supporto a Copernicus (Mirror Copernicus)
- Esplorazione spaziale e sviluppi tecnologici connessi.

L'obiettivo è massimizzare il posizionamento nazionale nel mercato collegato direttamente e indirettamente a questi settori, anche a beneficio delle istituzioni.

Il Mirror Copernicus

Tra le linee di attività del *Piano di space economy* c'è quella riguardante il settore del *downstream* legato al Programma Copernicus, chiamata Mirror Copernicus, il cui obiettivo strategico è rafforzare il posizionamento del sistema produttivo nazionale nell'emergente mercato europeo e globale dei servizi geo-spaziali, attraverso la realizzazione, sul territorio nazionale e a leadership nazionale, di un'innovativa infrastruttura abilitante, aperta, scalabile, interoperabile con altri sistemi analoghi, in grado di accelerarne lo sviluppo e aumentarne la competitività. Sulla base dei dati messi a disposizione dal programma di osservazione della Terra (Ot) dell'Unione europea Copernicus e da altri sistemi analoghi, è ora possibile osservare con continuità e precisione processi e fenomeni globali, sia naturali che di origine antropica, per una migliore gestione delle risorse ambientali e del territorio, dei rischi e delle emergenze, anche collegati al cambiamento climatico e ai suoi impatti. Inoltre, nel prossimo futuro le tecnologie *big data*, Iot, i nuovi *analytics* e l'*high performance computing* (Hpc) consentiranno di trattare e integrare moli enormi di dati provenienti da piattaforme eterogenee (dati in *real time* da satellite, dal suolo, da aereo e da sistemi a pilotaggio remoto, dati da archivi, *new social networks* ecc.) creando le condizioni

1 Elaborazione artistica del satellite Sentinel-3 di Esa, che fornisce per il programma Copernicus misure sistematiche su oceani, suolo, ghiaccio e atmosfera.

2 Un esempio di applicazione dei servizi Copernicus: la combinazione di sabbia dal Sahara e biossido di zolfo dall'eruzione del vulcano Cumbre Vieja sull'isola La Palma (Canarie) il 26 settembre 2021.

per lo sviluppo di servizi geo-spaziali radicalmente innovativi.

Moltissimi i campi di applicazione, come ad esempio l'agricoltura di precisione, la gestione della resilienza dell'ambiente costruito, anche in riferimento ai cambiamenti climatici e agli interventi antropici, la sorveglianza marittima, la sicurezza, la previsione meteo marina dal brevissimo termine (*nowcasting*) al lungo termine (proiezioni climatiche) e il monitoraggio delle diverse matrici ambientali, ma anche nuovi modelli di business per l'industria 4.0, legati alla disponibilità di dati di geolocalizzazione e tracciatura satellitare.

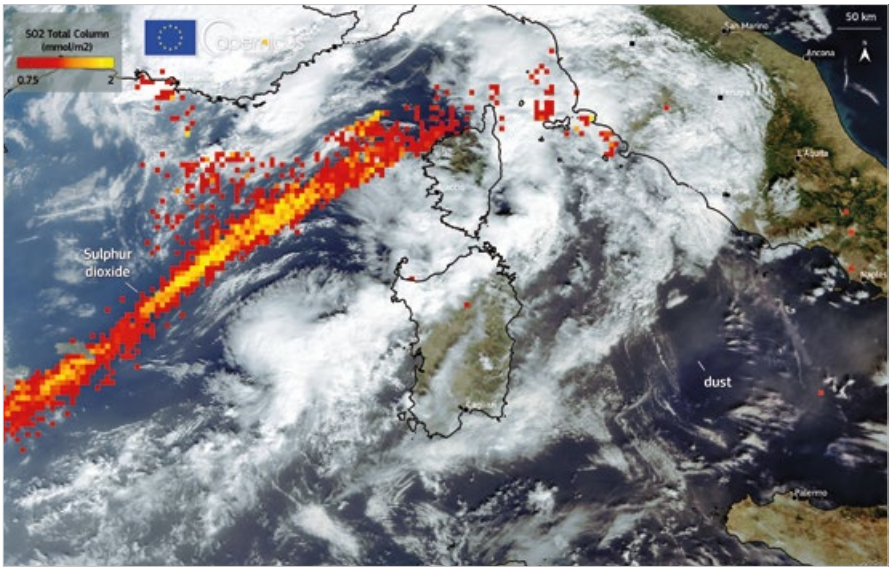


IMMAGINE: EUROPEAN UNION, COPERNICUS SENTINEL-3, SENTINEL-5P IMAGERY

2

Il nuovo punto di vista

Fino a oggi buona parte delle risorse è stata investita nelle sfide scientifiche e nello sviluppo tecnologico della parte spaziale satellitare (*upstream*) ora è necessario cambiare il punto di vista per avere un ritorno sull'investimento fatto, individuando i fabbisogni degli utenti sia istituzionali sia privati e costruire, quindi, un'offerta di servizi e applicazioni (*downstream*) che, trasformando la mole di dati in informazioni, risponda in modo adeguato alla domanda di mercato.

Il sistema Mirror Copernicus

Gli attori coinvolti nella realizzazione del programma Mirror Copernicus sono:
1) il ***buyers group*** che, attraverso l'espressione dei propri fabbisogni, legati ai propri compiti istituzionali, esprime una domanda qualificata promuovendo il processo di innovazione radicale attorno al quale si sviluppa la ricerca di soluzioni tecnologiche e la progettazione dell'infrastruttura da parte delle imprese. Gli utenti istituzionali di riferimento coinvolti sono: il Servizio nazionale della protezione ambientale (Snpa); il Servizio nazionale della protezione civile (Snpc); il Ministero delle Politiche agricole alimentari e forestali (Mipaaf); il Ministero delle Infrastrutture e della mobilità sostenibili (Mims); il Ministero della Difesa (Md); il Ministero dell'Interno (Mint); il Ministero della Cultura (Mic); l'agenzia ItaliaMeteo

2) il ***sistema della ricerca***, che ha il compito di stimolare e indirizzare lo sviluppo industriale allo scopo di ottenere un'infrastruttura capace di soddisfare i fabbisogni degli utenti istituzionali. Ciò avverrà tramite l'analisi dei fabbisogni degli utente espressi dal *buyers group* e la loro traduzione in requisiti tecnici su cui si basa lo sviluppo e la sperimentazione di un sistema prototipale e la verifica delle prestazioni. Partecipano nell'ambito della ricerca: il Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr), l'Istituto per la protezione e la ricerca ambientale (Ispra) e il Servizio nazionale della protezione ambientale (Snpa); l'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Enea); l'Istituto nazionale di ricerca metrologica (Inrim); l'Istituto nazionale di fisica nucleare (Infn) per la parte di sviluppo infrastrutturale e l'Agenzia spaziale

Fascia costiera e monitoraggio marino-costiero
- Monitoraggio e previsioni marino costiere
- Identificazione e previsione della dinamica di eventi di oil spill
- Monitoraggio geomorfologico della fascia costiera
- Monitoraggio di habitat, ecosistemi e servizi connessi
- Reti in situ (mareografi, ondametri)

Qualità dell'aria
- Monitoraggio e previsioni qualità dell'aria
- Monitoraggio di episodi di inquinamento atmosferico causati da fenomeni naturali e attività antropiche (polvere del deserto, eruzioni vulcaniche, incendi, rilasci industriali accidentali
- Rianalisi della composizione atmosferica ad alta risoluzione

Movimenti del terreno
- Monitoraggio dei movimenti del terreno su area vasta in tempo differito (media risoluzione o alta risoluzione
- Monitoraggio dei movimenti del terreno su specifiche aree di interesse in tempo quasi reale, ad alta risoluzione
- Monitoraggio strutture e infrastrutture

Copertura del suolo
- Monitoraggio dello stato/cambiamenti della copertura e dell'uso del suolo
- Monitoraggio di habitat, ecosistemi e servizi connessi
- Valutazione di perturbazioni, fenomeni e conseguenti danni, dovuti a cause antropiche o naturali che alterano copertura e/o l'uso del suolo
- Agricoltura
- Foreste

Idrometeoclima
- Monitoraggio idro-meteorologico e previsioni meteo (nowcasting e previsioni a breve e medio termine; prodotti di previsione meteo)
- Servizi climatici (indicatori climatici, Ecv e gas a effetto serra, rianalisi, previsioni stagionali e proiezioni climatiche
- Servizi agro-meteorologici
- Rete e modello per i fulmini

Risorsa idrica
- Modellistica idrologica e idraulica, previsione delle piene e gestione dei sedimenti
- Monitoraggio idromorfologico e dinamica d'alveo
- Servizi per la gestione integrata della risorsa idrica
- Mappatura di habitat di specie target e valutazione dello stato ambientale dei corpi idrici

Emergenza
- Servizio sismico
- Servizio alluvioni e inondazioni
- Servizio eruzioni vulcaniche

Sicurezza
- Monitoraggio ad alta ed altissima risoluzione di aree di interesse
- Mappe di densità di popolazione
- Servizi di Tracking & Surveillance
- Servizi di Analisi del rischio
- Intelligence ambientale: incidenti e reati (discariche, scarichi a terra, mare e fiumi)

FIG. 1 MIRROR COPERNICUS
Servizi tematici identificati.

italiana (Asi) per la realizzazione dell'infrastruttura dedicata alla gestione del dato, per le missioni nazionali

3) l'***industria*** che costruisce le soluzioni architetturali e il mix tecnologico più idoneo a rispondere alle richieste del *buyers group* in modo efficace ed efficiente, tenendo in considerazione il *benchmark* definito dalla ricerca e favorendo contestualmente la crescita dei mercati privati che si costituiscono attorno ai processi di produzione dei nuovi beni comuni.

I servizi tematici

L'interazione con le comunità di soggetti istituzionali e la conseguente analisi dei fabbisogni ha portato all'identificazione di otto *Servizi tematici*, che raggruppano a loro interno una molteplicità di servizi e prodotti utili per l'espletamento dei compiti istituzionali dei soggetti interessati nelle varie aree tematiche di competenza.
In particolare, i servizi tematici di riferimento individuati includono:
S1) fascia costiera e monitoraggio marino-costiero
S2) qualità dell'aria
S3) movimenti del terreno
S4) monitoraggio copertura e uso del suolo
S5) idro-meteo-clima
S6) risorsa idrica
S7) il servizio in emergenza
S8) sicurezza (*safety* e *security*).

Il Copernicus Marketplace

Il Copernicus Marketplace (Comap) si pone l'obiettivo di offrire la possibilità ad attori pubblici e privati di utilizzare e sviluppare un'ampia gamma di servizi di interesse nazionale basati su dati geo-spaziali e di mettere in contatto la domanda e l'offerta di tali servizi attraverso una piattaforma digitale flessibile. La domanda da parte degli attori istituzionali sarà di particolare importanza per assicurare la stabilità economica dell'iniziativa, permettendo di disporre di soluzioni efficienti sviluppate per rispondere a specifiche necessità operative. Da un altro fronte, l'esistenza di una domanda consolidata permetterà di attrarre attori commerciali, stimolando il loro interesse nello sviluppo di ulteriori soluzioni *ad hoc* in favore di soggetti sia pubblici istituzionali sia privati.
Per essere efficace, l'infrastruttura target finale deve assolvere a quattro compiti fondamentali:
- essere in grado di ospitare e rendere disponibili dati, satellitari e non, "materia prima" per la creazione di applicazioni e servizi, nel modo più semplice ed efficiente ma anche nel rispetto dei diritti di proprietà e delle *data policy* che ne conseguono
- favorire l'accesso alle imprese, possibilmente non solo quelle Ict o *Space native* e soprattutto Pmi, a tecnologie sofisticate di estrazione dell'informazione, comprese quelle basate su *big data analytics* e Hpc
- costituire un *marketplace*, ovvero una piattaforma per la gestione in *real time* degli scambi legati alla domanda e all'offerta di applicazioni e servizi geo-spaziali a valore aggiunto che costituisca un fattore di accelerazione della diffusione di tali applicazioni
- fornire agli utenti finali, prima di tutto a quelli istituzionali appartenenti al *buyers group*, degli ambienti di supporto informativo alla decisione, strettamente ritagliati sulle esigenze operative, facilitando l'adozione da parte degli utenti finali non tecnici.

SENTINEL 5-P - IMMAGINE: © ESA/ATG MEDIALAB

Andrea Taramelli[1,2], Antonio Bartoloni[3], Marco Bernardi[3], Serena Geraldini[2]

1. Coordinatore Forum nazionale utenti Copernicus
2. Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale, Ispra
3. Ministero dello Sviluppo economico

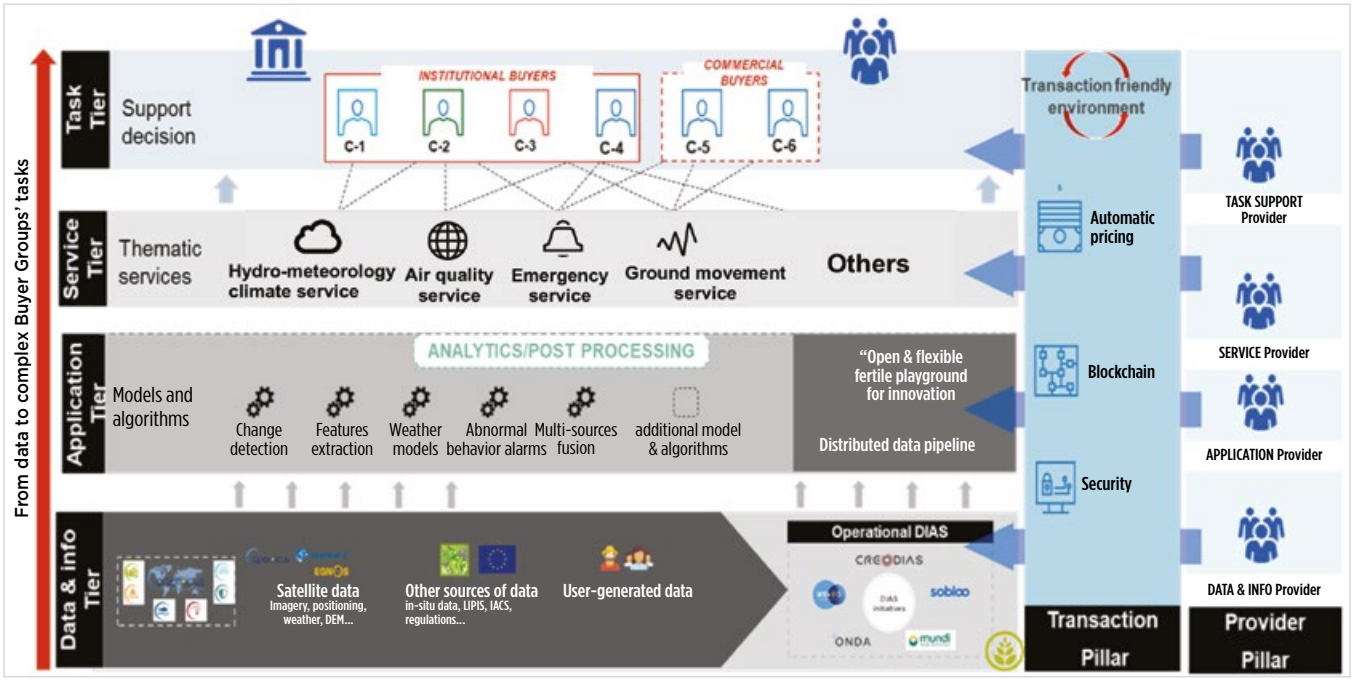


FIG. 2 COPERNICUS MARKETPLACE
Mirror Copernicus, concept del Copernicus Marketplace (Comap).

UNA PIATTAFORMA NAZIONALE PER LA QUALITÀ DELL'ARIA

IL SERVIZIO SPERIMENTALE DI MODELLISTICA NAZIONALE, SVILUPPATO DA ISPRA E ASI CON IL COORDINAMENTO SCIENTIFICO DI ARPAE È UTILIZZATO QUOTIDIANAMENTE DA DIVERSE AGENZIE AMBIENTALI PER FORNIRE LE CONDIZIONI ORARIE AL CONTORNO PER I MODELLI DI QUALITÀ DELL'ARIA SU SCALA REGIONALE E LOCALE AD ALTA RISOLUZIONE.

Il servizio, sviluppato nell'ambito del progetto "*Piattaforma tematica del Sentinel collaborative ground segment per la qualità dell'aria*", frutto di un accordo tra Ispra e l'Agenzia spaziale italiana (Asi), è basato su una piattaforma tematica dedicata alla valutazione, previsione e gestione della qualità dell'aria sull'intero territorio nazionale e ha lo scopo principale di fornire alle istituzioni responsabili gli strumenti necessari allo svolgimento dei propri compiti istituzionali. Il servizio copre una scala intermedia tra i prodotti della piattaforma europea *Copernicus atmosphere monitoring service* (Cams), che opera a scala continentale, e i servizi a scala regionale/locale prodotti dalle agenzie del Snpa. Il progetto, sotto la responsabilità di Ispra e con il coordinamento scientifico di Arpae, ha visto coinvolte diverse Agenzie regionali.

Descrizione della suite modellistica

Il servizio, operativo dal 2019, fornisce la valutazione e previsione (fino a 72 ore) della qualità dell'aria su tutto il territorio nazionale con risoluzione temporale oraria e risoluzione spaziale attualmente di circa 7×7 km. Il modello numerico che costituisce il nucleo centrale del servizio è il modello fotochimico di trasporto e dispersione Chimere, implementato da Arpae su risorse di calcolo messe a disposizione dalla Struttura IdroMeteoClima (Arpae-Simc). Il modello utilizza in ingresso i dati meteorologici forniti dal modello nazionale Cosmo (*figura 1*).
Il modello fotochimico agisce su diverse scale, innestate una dentro l'altra, dalla scala europea a quella nazionale (*figura 2*). La simulazione a scala europea utilizza le condizioni al contorno fornite dal modello globale Cams e le emissioni a livello europeo fornite da Eccad (*Emission of atmospheric compounds and compilation of ancillary data*), mentre la

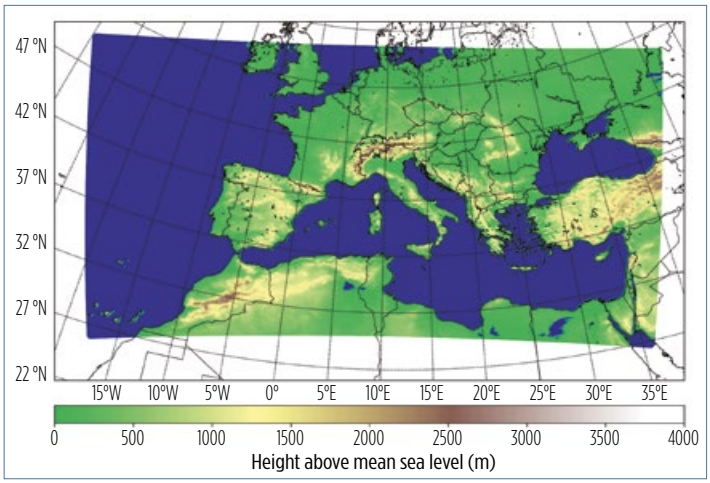


FIG. 1
COSMO

Dominio di Cosmo 5M.

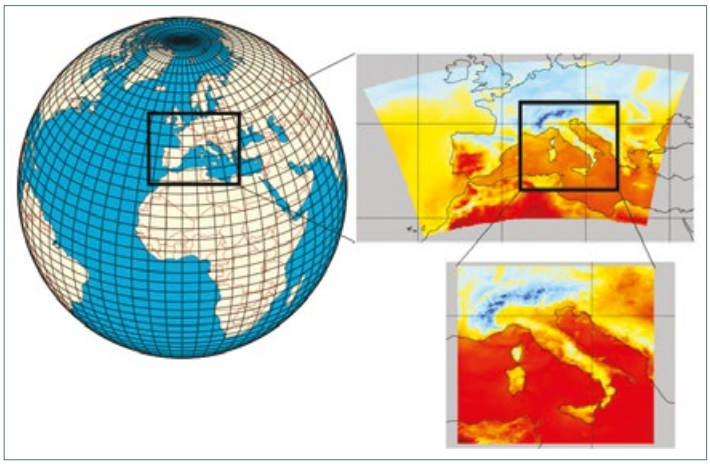


FIG. 2
MODELLO FOTOCHIMICO

Domini di integrazione del modello fotochimico.

simulazione a scala italiana, innestata sul dominio europeo, utilizza le emissioni nazionali fornite da Ispra. Lo schema logico della suite modellistica è rappresentato in *figura 3*.
La piattaforma di distribuzione dei dati, attualmente sperimentale, è basata sul sistema *open source* Ckan e permette di scaricare i dati orari tridimensionali prodotti dal modello contenente tutti i composti chimici analizzati e previsti, necessari per inizializzare modelli locali ad alta risoluzione.
L'interfaccia permette di visualizzare e scaricare anche i dati giornalieri bidimensionali delle concentrazioni dei principali inquinanti (PM_{10}, $PM_{2,5}$, NO_2 e O_3) in analisi e previsione.
Attualmente le condizioni al contorno fornite dal modello nazionale sono utilizzate operativamente da Arpa Umbria e Arpae Emilia-Romagna per simulazioni ad alta risoluzione sul rispettivo dominio regionale e, nel caso di Arpae, anche per simulazioni estese all'intero bacino padano nell'ambito del progetto Life-Ip Prepair. L'efficacia del servizio è stata sottoposta a valutazione da Arpa Piemonte, Arpa Friuli Venezia Giulia, Arpa Veneto, Arpa Campania e Arpa Lazio che hanno sperimentato l'utilizzo come dati di ingresso per le proprie catene modellistiche di qualità dell'aria, le condizioni al contorno su scala nazionale fornite dalla nuova suite modellistica.
Il servizio operativo include un sito web per la visualizzazione delle simulazioni modellistiche a scala nazionale e regionale e dei dati di qualità dell'aria in tempo quasi reale (*near-real time*) raccolti dalle reti di rilevamento presenti sul territorio gestite dalle Agenzie regionali e delle Province autonome e inviati a Ispra nell'ambito della decisione 2011/850/EU.
La suite modellistica è poi corredata da un *tool* di verifica (Metopa) e da un modulo per l'elaborazione dei dati da satellite.
Il *tool* di verifica Metopa, sviluppato in ambiente R, permette di calcolare indicatori statistici continui come Bias e Rmse e dicotomici come Far e Pod, utilizzati per valutare le performance dei modelli.
Il modulo di elaborazione dati da satellite elabora i dati del Sentinel-3 Syn livello 2, in particolare lo spessore ottico dell'aerosol (Aod) a 550 nm per ottenere una stima delle concentrazioni al suolo di PM_{10} che può essere utilizzata per la valutazione diretta della distribuzione spaziale dell'inquinamento e/o per verificare la struttura spaziale delle analisi modellistiche.

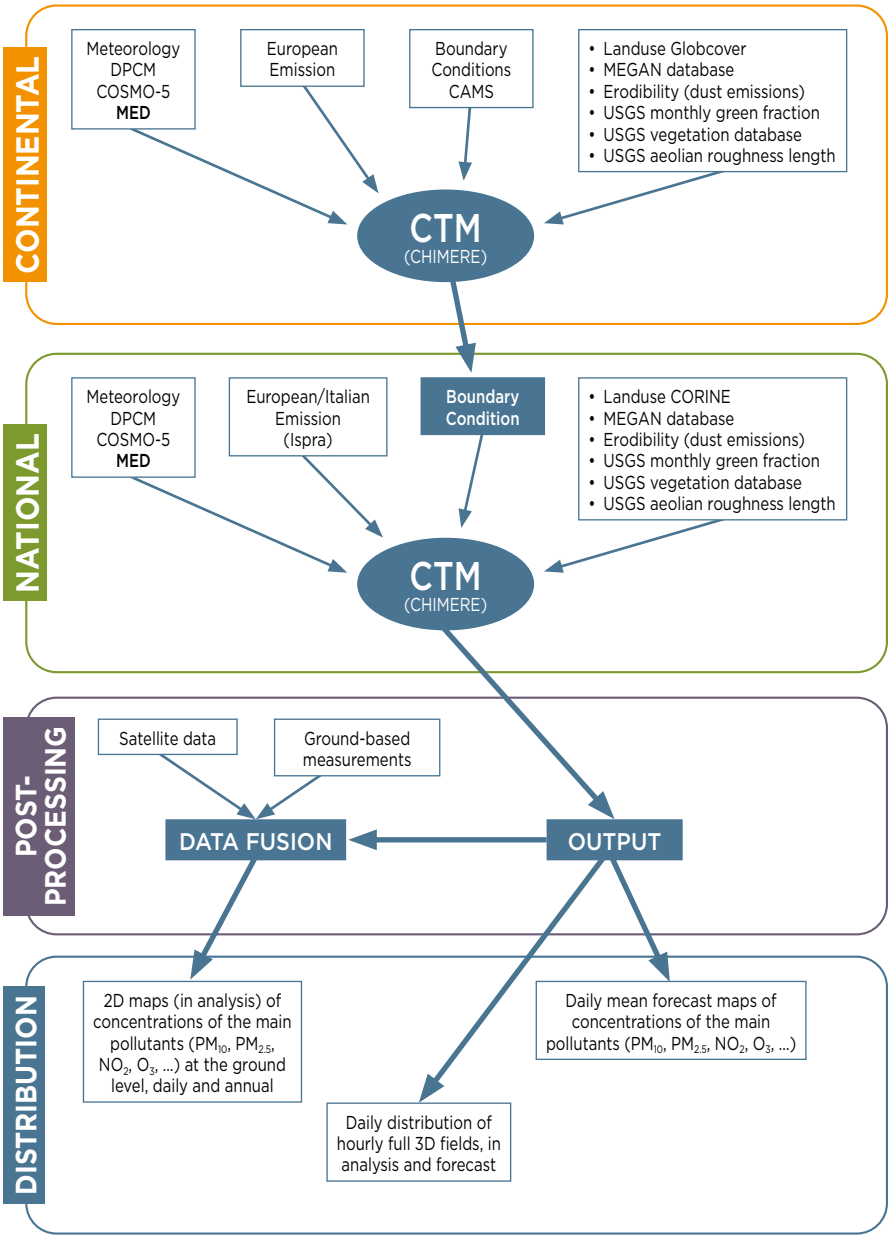


FIG. 3 SUITE MODELLISTICA
Schema a blocchi della suite modellistica.

Alcune applicazioni

Episodio di trasporto di polveri desertiche dal lago di Aral

A fine marzo 2020, in pieno lockdown, si è verificato un fenomeno di trasporto di polveri a grande scala proveniente dall'Europa orientale. Le immagini elaborate del satellite Esa Sentinel-3 il 24 marzo mostrano la formazione di una tempesta di sabbia nella zona del lago di Aral (est Europa, zona del mar Caspio), da diversi anni ormai del tutto prosciugato. Successivamente un flusso di aria proveniente da est ha investito l'Europa centrale e in seguito il centro-nord della penisola italiana. Il fenomeno è stato ben riprodotto dalle simulazioni modellistiche, come evidenziato in *figura 4*, che mostra le concentrazioni misurate il 28 marzo e le previsioni a 72 ore prodotte il 26 marzo: è ben evidente sia il trasporto di polveri con elevati valori di PM_{10} in Bosnia-Erzegovina e nell'alto Adriatico, sia la divisione in due dell'Italia con concentrazioni basse al centro-sud e alte al centro-nord.

Episodio di elevati valori di ozono di fine luglio 2020

A fine luglio 2020 si è verificato un episodio di inquinamento da ozono che ha interessato in particolare la pianura Padana. La *figura 5* mostra le previsioni a 72 ore, prodotte il 26 luglio, mentre l'evoluzione dell'episodio, concluso come previsto il 3 agosto, è ben illustrato in *figura 6* dove sono mostrate le concentrazioni orarie di ozono sulla pianura Padana.

Conclusioni

Il servizio sperimentale di modellistica nazionale legato ai prodotti Copernicus Cams è attualmente operativo ed è utilizzato quotidianamente da diverse Agenzie ambientali per fornire le condizioni al contorno orarie ai modelli di qualità dell'aria su scala regionale e locale ad alta risoluzione. La suite modellistica inoltre comprende un algoritmo per la stima della concentrazione media giornaliera di particolato utilizzando i dati di Aod da satellite Sentinel 3 e uno strumento di verifica. Il servizio così sviluppato sarà consolidato, mantenuto in operatività e continuamente aggiornato nell'ambito del programma nazionale *Copernicus Mirror Programme*.

Michele Stortini[1], Roberta Amorati[1], Giorgio Cattani[2], Marco Deserti[3]

1. Arpae Emilia-Romagna
2. Ispra
3. Responsabile scientifico del progetto "Piattaforma tematica del Sentinel collaborative ground segment per la qualità dell'aria"

Si ringraziano l'Agenzia spaziale italiana (Asi), Arpa Piemonte, Arpa Umbria, Arpa Veneto, Arpa Friuli Venezia Giulia, Arpa Lazio, Arpa Campania

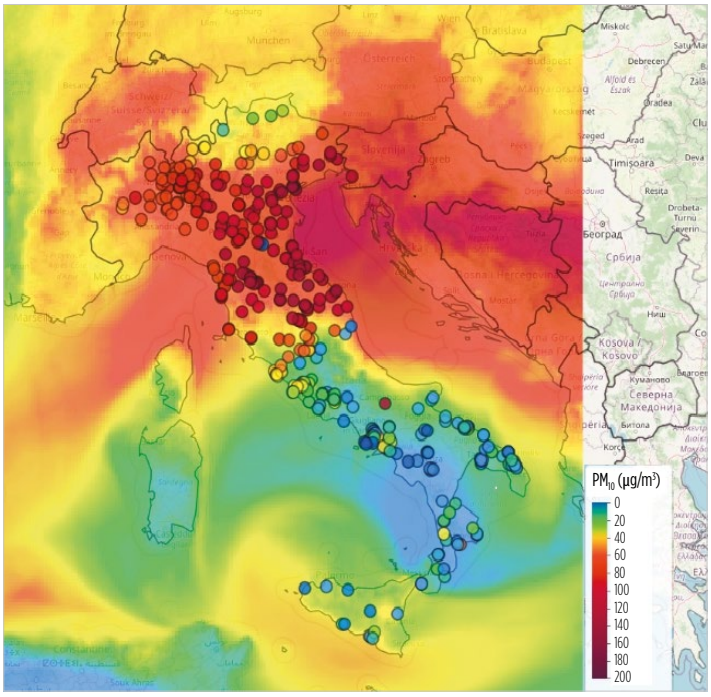


FIG. 4
CONCENTRAZIONI DI PM_{10}

Previste il 28 marzo a 72 ore e misurate dalla rete di monitoraggio.

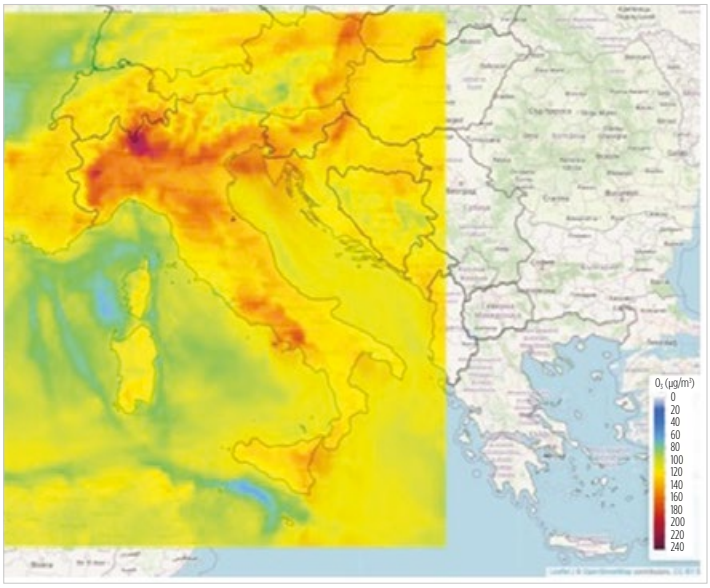


FIG. 5
CONCENTRAZIONI OZONO

Concentrazione oraria massima delle concentrazioni di ozono in Italia, previste per il 28 luglio 2020, prodotte il 26 luglio.

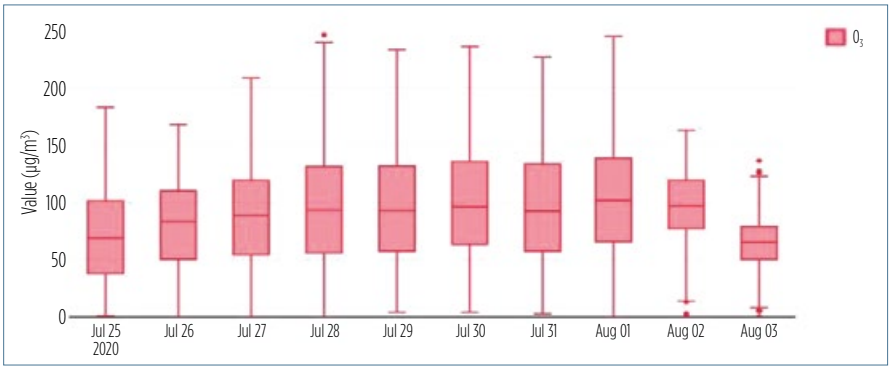


FIG. 6 CONCENTRAZIONI OZONO
Concentrazioni orarie di ozono (near-real time) in pianura Padana dal 25 luglio al 3 agosto 2020.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Copernicus official site, www.copernicus.eu/en/services/atmosphere

Mailler S., Menut L., Khvorostyanov D., Valari M., Couvidat F., Siour G., Turquety S., Briant R., Tuccella P., Bessagnet B., Colette A., Letinois L., Meleux F., 2017, "Chimere-2017: from urban to hemispheric chemistry-transport modeling", *Geosci. Model Dev.*, 10, 2397-2423, https://gmd.copernicus.org/articles/10/2397/2017/

Cosmo, 2020, *Source Consortium for Small-scale Modeling*, www.cosmo-model.org

Stortini M., Arvani B., Deserti M., 2020, "Operational forecast and daily assessment of the air quality in Italy: a Copernicus-Cams downstream service", *Atmosphere*, 11(5), 447; https://doi.org/10.3390/atmos11050447

Arvani B., 2016, "Seasonal monitoring and estimation of regional aerosol distribution over Po valley, northern Italy, using a high-resolution Maiac product", *Atmospheric Environment*, 141, 106-121.

Cattani G., Stortini M., 2020, "Le previsioni Snpa dell'ozono utilizzando i servizi di Copernicus", http://snpambiente.it/2020/08/10/le-previsioni-snpa-dellozono-utilizzando-i-servizi-di-copernicus

Torreggiani L., Trentini A., Stortini M., Poluzzi V., Ballareni M., Arvani B., Bacci T., 2020, "Un episodio di dust storm dal Caspio al Nord Italia", *Ecoscienza*, 3/2020.

Stortini M., Amorati R., Giovannini G., "Servizio operativo di previsione e valutazione della qualità dell'aria legato ai prodotti Copernicus Cams", in *La qualità dell'aria in Italia, Edizione 2020*, Snpa, Rapporti 17/2020.

Bacco D., Torregiani L., Stortini M., Poluzzi V., Ballabeni M., Verna D., Selvini A, "Analisi di trasporto di dust in atmosfera a febbraio 2021", *Ecoscienza*, 4/2021.

COPERTURA E USO DEL SUOLO, IL MONITORAGGIO SNPA

IL SISTEMA NAZIONALE DI PROTEZIONE DELL'AMBIENTE HA SVILUPPATO VARIE METODOLOGIE PER LA RILEVAZIONE PERIODICA DEI CAMBIAMENTI NELLA COPERTURA DEL SUOLO IN ITALIA. L'UTILIZZO DI DATI SATELLITARI HA PERMESSO DI ACQUISIRE INFORMAZIONI DETTAGLIATE E AGGIORNATE ANCHE SU SUPERFICI ESTESE E CON UN'OROGRAFIA COMPLESSA.

La copertura del suolo (*land cover*) è definita come la copertura biofisica della superficie terrestre, che include tutte le superfici artificiali, le aree seminaturali e agricole, i boschi e le foreste, i corpi idrici e le zone umide, come definita dalla direttiva 2007/2/CE. La copertura del suolo rappresenta quindi il materiale presente sulla superficie terrestre, ed è concettualmente differente dall'uso del suolo (*land use*) che invece rappresenta, secondo la stessa direttiva 2007/2/CE, la funzione o la destinazione socioeconomica di un certo territorio, come ad esempio l'uso residenziale, industriale, commerciale o ricreativo.
Il monitoraggio della copertura e dell'uso del suolo è fondamentale per supportare e valutare il percorso verso lo sviluppo sostenibile dei territori e, in tal senso, il Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente (Snpa) è attivo nella realizzazione di un servizio di *land cover-land use* in grado di rilevare periodicamente i cambiamenti del territorio e delle diverse superfici in Italia, come ad esempio il consumo di suolo, la perdita di aree agricole o le dinamiche forestali (Munafò, 2021; Strollo et al., 2020). Questo servizio, che si compone di moltissimi prodotti specifici previsti all'interno del programma nazionale Mirror Copernicus (www.snpambiente.it/2021/02/07/mirror-copernicus-il-momento-di-impegnarsi-davvero/), si coniuga con i servizi già esistenti al livello europeo (l'Ispra è referente nazionale della rete Eionet dell'Agenzia europea per l'ambiente per quanto concerne le analisi spaziali e di copertura del suolo), in particolare con i servizi europei *Copernicus Land* (https://land.copernicus.eu).
A livello europeo, infatti, si stanno realizzando i prodotti di nuova generazione per il monitoraggio del territorio in una iniziativa nota come *Corine land cover plus* (evoluzione dello storico *Corine land cover*) che prevede l'utilizzo di dati geospaziali satellitari e l'integrazione con dati *in situ* e la definizione di un nuovo sistema di classificazione (denominato Eagle, *Eionet action group on land monitoring in Europe*) che intende risolvere la distinzione netta tra uso e copertura del suolo tramite la definizione di classi di copertura, e vari attributi di uso, caratteristiche biofisiche, funzionali, e altre tipologie (Eagle, 2020; Eea, 2020). Inoltre, l'iniziativa *Corine land cover plus* prevede una nuova struttura dei dati (formato Grid) che permette l'integrazione di dati *raster* e vettoriali, migliorando la gestione e omogenizzazione dei dati di copertura del suolo provenienti da diverse fonti e favorendo così, nel caso dell'Italia, ancora di più l'integrazione tra i servizi nazionali del *Mirror Copernicus* e i servizi europei.

La mappatura Snpa

Il Snpa ha sviluppato varie metodologie per mappare la copertura del suolo e la sua evoluzione nel tempo tramite il processamento di dati satellitari, algoritmi di *machine learning* e dati *in situ* per produrre servizi di monitoraggio nazionale, che costituiscono la base per ulteriori analisi ambientali

e per la produzione di report. Questi servizi utilizzano principalmente i dati satellitari *Copernicus Sentinel*, dalla cui analisi derivano carte di copertura *raster* con risoluzione spaziale di 10 m, con la possibilità di aggiornare frequentemente il dato grazie alla disponibilità di immagini multitemporali.
Vari servizi preoperativi sono stati sviluppati nell'ambito del progetto *Habitat Mapping* nato dalla collaborazione tra Asi e Ispra. Tra questi servizi preoperativi, è stata sviluppata una metodologia di classificazione della copertura del suolo in modo semiautomatico utilizzando immagini

TAB. 1
COPERTURA DEL SUOLO

Classi di base sulla copertura del suolo individuate e classi principali di cambiamento avvenuto tra due anni di riferimento.

Classi di copertura del suolo		
superfici abiotiche-non vegetate	abiotico artificiale	
	abiotico naturale	
superfici vegetate	vegetazione legnosa	latifoglie
		conifere
	vegetazione erbacea	erbaceo permanente
		erbaceo periodico
corpi idrici e ghiacci e nevi perenni	corpi idrici permanenti	
	ghiacci e nevi perenni	
Classi di cambiamento		
consumo di suolo		
rinaturalizzazioni		
disturbi forestali	incendi	
	altri disturbi forestali	

Copernicus Sentinel-1 e *Sentinel-2*, sfruttando la multitemporalità (cioè più immagini acquisite nel tempo sulla stessa area di interesse) e la multispettralità (cioè i satelliti acquisiscono varie informazioni relative al modo in cui le superfici riflettono le onde elettromagnetiche) dei dati. Le immagini sono elaborate in modo automatico per derivare alcuni indici e parametri statistici che permettono l'identificazione delle classi di copertura tramite regole decisionali e valori soglia (De Fioravante et al., 2021; Luti et al., 2021). Ciò ha permesso di elaborare una gran quantità di dati satellitari, e di individuare otto classi di base sulla copertura del suolo (definite come componenti del sistema di classificazione Eagle, e ulteriori "*caratteristiche biofisiche*" e "*parametri temporali*") e alcune classi principali di cambiamento avvenuto tra due anni di riferimento (*tabella 1*).

La carta prodotta relativa al 2018 (*figura 1*) ha permesso di stimare la distribuzione nazionale delle principali classi di copertura: "vegetazione legnosa" circa 45%, "vegetazione erbacea" circa 43%, "superfici abiotiche-non vegetate" circa 10% (di cui il 70% è "abiotico artificiale"). Inoltre, sono state rilevate le aree di cambiamento tra il 2017 e il 2018. Tra i cambiamenti di copertura è stato possibile monitorare quelli dovuti al consumo di suolo e alle rinaturalizzazioni (tramite l'integrazione dei dati Snpa) e quelli connessi a disturbi forestali quali incendi e altri (principalmente tagliate). La cartografia è stata validata tramite un campione stratificato di punti fotointerpretati (Olofsson et al., 2014), con un risultato di accuratezza globale pari a 83%.

Tali risultati sono promettenti in quanto mostrano le potenzialità dell'elaborazione di dati satellitari nel fornire informazioni dettagliate e aggiornate anche su superfici estese e con un'orografia complessa come l'Italia. Ulteriori sviluppi della metodologia potranno ridurre gli errori di classificazione, ad esempio tramite la calibrazione di parametri fenologici che migliorino l'identificazione automatica della copertura vegetale (Spadoni et al., 2020).
Inoltre, il sistema di classificazione adottato conforme a Eagle permetterà una maggiore facilità di integrazione con i servizi Copernicus, e quindi la possibilità di confrontare i dati al livello europeo.
Nell'ottica di operatività dei servizi, l'integrazione con i dati spaziali disponibili al livello locale permetterà un incremento delle classi di copertura e uso identificabili. L'obiettivo prossimo è quindi l'implementazione di un servizio aggiornato almeno annualmente che possa fornire cartografia e stime di superficie utili a monitorare il territorio e fungere da input per ulteriori analisi ambientali come lo studio del degrado o dei servizi ecosistemici.

Michele Munafò, Ines Marinosci, Luca Congedo

Servizio per il sistema informativo nazionale ambientale (Dg-Sina), Ispra

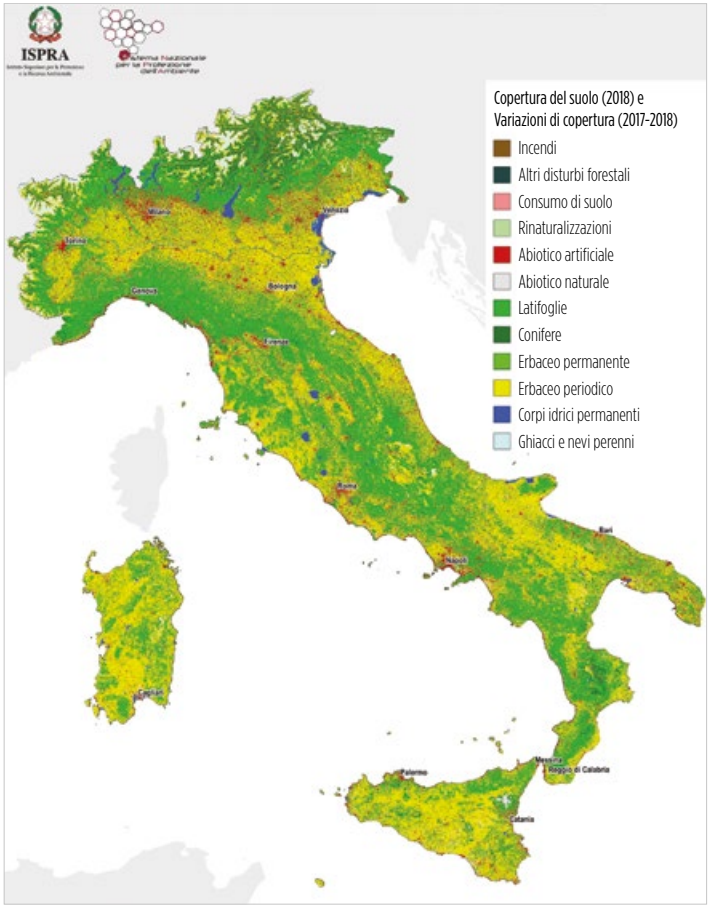


FIG. 1
COPERTURA DEL SUOLO

Carta di copertura del suolo relativa al 2018 prodotta dell'elaborazione di immagini Copernicus Sentinel-1 e Sentinel-2 e dati Snpa.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

De Fioravante P. et al., 2021, "Multispectral Sentinel-2 and SAR Sentinel-1 Integration for Automatic Land Cover Classification", *Land*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 10(6), p. 611.

Eagle, 2020, *Explanatory Documentation of the Eagle Concept*, available at: https://land.copernicus.eu/eagle/files/explanatory-documentation/eagle-concept-explanatory-documentation-version-3-1-4-12-2020

Eea, 2020, *Technical specifications for implementation of a new land-monitoring concept based on Eagle,* Public Consultation document for CLC+ Core.

Luti T. et al., 2021, "Land Consumption Monitoring with SAR Data and Multispectral Indices", *Remote Sensing,* Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 13(8), p. 1586.

Munafò M. (a cura di), 2021, *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2021,* Report Snpa 22/2021, www.snpambiente.it/2021/07/14/consumo-di-suolo-dinamiche-territoriali-e-servizi-ecosistemici-edizione-2021/

Olofsson P. et al., 2014, "Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change", *Remote Sensing of Environment,* Elsevier Inc., 148, pp. 42–57.

Spadoni G.L. et al., 2020, "Analysis of Normalized Difference Vegetation Index (Ndvi) multi-temporal series for the production of forest cartography", *Remote Sensing Applications: Society and Environment,* 20, 100419.

Strollo A. et al., 2020, "Land consumption in Italy", *Journal of Maps*, Taylor & Francis, 16(1), pp. 113–123.

DINAMICHE DI TRASFORMAZIONE DEL TERRITORIO IN ITALIA

NEL NUOVO RAPPORTO ANNUALE SNPA SUL CONSUMO DI SUOLO, I DATI 2020 CONFERMANO CHE NELLE ZONE URBANE E PERIURBANE AUMENTANO SIA LE SUPERFICI ARTIFICIALI SIA LA DENSITÀ DEL COSTRUITO, A SCAPITO DELLE AREE AGRICOLE E NATURALI. NEL MONITORAGGIO HANNO UN RUOLO FONDAMENTALE I DATI SATELLITARI PROVENIENTI DA COPERNICUS.

Il 14 luglio 2021 è stata presentata la nuova edizione del rapporto del Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (Snpa) *"Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici"*, che fornisce il quadro aggiornato dei processi di trasformazione della copertura del suolo e permette di valutarne l'impatto sul paesaggio e sui servizi ecosistemici.
I dati pubblicati nel rapporto sono aggiornati e prodotti annualmente a scala nazionale, regionale e comunale grazie all'impegno del Snpa, che vede l'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (Ispra) insieme alle Agenzie per la protezione dell'ambiente delle Regioni e delle Province autonome (Arpa/Appa) in un lavoro congiunto di monitoraggio dell'intero territorio nazionale. È infatti compito del Sistema, ai sensi della legge 132/2016, seguire le trasformazioni del territorio e la perdita di suolo naturale, agricolo e seminaturale, inteso come risorsa ambientale essenziale e fondamentalmente non rinnovabile, vitale per il nostro ambiente, il nostro benessere e la nostra stessa economia. Tutti i dati sono disponibili in formato aperto e liberamente accessibili sul sito dell'Ispra e del Snpa[1] e rappresentano uno strumento a disposizione dell'intera comunità istituzionale e scientifica nazionale e una base conoscitiva a supporto delle diverse politiche, dello sviluppo del quadro normativo e delle decisioni a livello locale, necessarie per arrivare all'obiettivo di arresto del consumo di suolo.

Le attività di monitoraggio che portano alla produzione della carta nazionale del consumo di suolo sfruttano ampiamente le potenzialità del programma europeo di osservazione della Terra Copernicus. Nell'ambito del programma sono infatti resi disponibili tutti i dati dei servizi e le immagini acquisite dalla costellazione di satelliti Sentinel. Tali satelliti forniscono immagini radar e ottiche ad alta risoluzione del nostro pianeta, permettendo il monitoraggio del territorio (copertura vegetale, suolo e acqua ecc.), del mare (temperatura, andamento della superficie marina ecc.) e dell'atmosfera.

Ai fini del monitoraggio del territorio a cura del Snpa, vengono in particolare utilizzate le immagini multispettrali Sentinel-2 (13 bande) caratterizzate da un elevato tempo di rivisitazione (3-5 giorni) e una risoluzione compresa tra i 10 m e i 60 m, e le immagini radar delle missioni Sentinel-1 (radar ad apertura sintetica, Sar, in banda C). Entrambe, con un opportuno pre-processamento, rendono possibile lo sviluppo di procedure di classificazione automatica e semi-automatica alla base delle successive fotointerpretazioni, elaborazione e restituzione cartografica anche se, ai fini di un monitoraggio del territorio adeguato alle esigenze del rapporto, è generalmente necessario integrare anche con dati a maggiore risoluzione geometrica.

I dati 2020: persi quasi 2 metri quadrati di suolo ogni secondo

I dati del rapporto aggiornati al 2020 (*figura 1*) confermano che anche quest'anno il consumo di suolo[2] si è concentrato nelle zone urbane e periurbane, in cui si rileva un continuo e significativo incremento delle superfici artificiali, con un aumento della densità del costruito a scapito delle aree agricole e naturali unitamente alla criticità delle aree nell'intorno del sistema infrastrutturale, più frammentate e oggetto di interventi di artificializzazione a causa della loro maggiore accessibilità, soprattutto quando necessari per la realizzazione di poli logistici e commerciali (*figura 2*).
I maggiori cambiamenti rilevati nell'ultimo anno si concentrano in alcune aree del Paese, rimanendo particolarmente elevati nelle pianure del Nord, ma anche lungo le coste siciliane e della Puglia meridionale e nelle aree metropolitane di Roma, Milano, Napoli, Bari e Bologna. Gradi elevati di trasformazione permangono poi lungo quasi tutta la costa adriatica.

Nell'ultimo anno, le nuove coperture artificiali hanno riguardato 56,7 km^2, ovvero, in media, più di 15 ettari al

	2019 - 2020
Consumo di suolo (km^2)	56,7
Consumo di suolo netto (km^2)	51,7
Consumo di suolo netto (incremento %)	0,24
Densità del consumo di suolo netto (m^2/ha)	1,72

TAB. 1 CONSUMO DI SUOLO TOTALE
Stima del consumo di suolo annuale (nuova superficie a copertura artificiale), del consumo di suolo annuale netto (bilancio tra nuovo consumo e aree rispristinate), della densità del consumo (incremento in metri quadrati per ogni ettaro di territorio) a livello nazionale.

Fonte: elaborazioni Ispra su cartografia Snpa.

giorno. Una crescita solo in minima parte compensata dal ripristino di aree naturali, pari a 5 km², dovuti al passaggio da suolo consumato a non consumato (in genere grazie al recupero di aree di cantiere o di superfici già classificate come consumo di suolo reversibile). Un valore ancora del tutto insufficiente per raggiungere l'obiettivo di azzeramento del consumo di suolo netto che, negli ultimi dodici mesi, è invece risultato pari a 51,7 km², equivalenti a 1,72 m² per ogni ettaro di territorio italiano (*tabella 1*).

Si tratta di un incremento che rimane in linea con quelli rilevati nel recente passato e fa perdere al nostro Paese quasi 2 metri quadrati di suolo ogni secondo, causando la cancellazione di aree naturali e agricole. Tali superfici sono sostituite da nuovi edifici, infrastrutture, insediamenti commerciali, logistici, produttivi e di servizio e da altre aree a copertura artificiale all'interno e all'esterno delle aree urbane esistenti.
In aggiunta, si deve considerare che 8,2 km² sono passati, nell'ultimo anno, da suolo consumato reversibile a suolo consumato permanente, sigillando ulteriormente il territorio. L'impermeabilizzazione è quindi cresciuta complessivamente di 18 km², considerando anche il nuovo consumo di suolo permanente.

Il rapporto analizza anche la relazione tra il consumo di suolo e le dinamiche della popolazione confermando che non esiste un legame diretto tra la demografia e i processi di urbanizzazione e di infrastrutturazione, bensì si assiste a una crescita delle superfici artificiali anche in presenza di stabilizzazione, in molti casi di decrescita, dei residenti con il suolo consumato pro capite che aumenta in

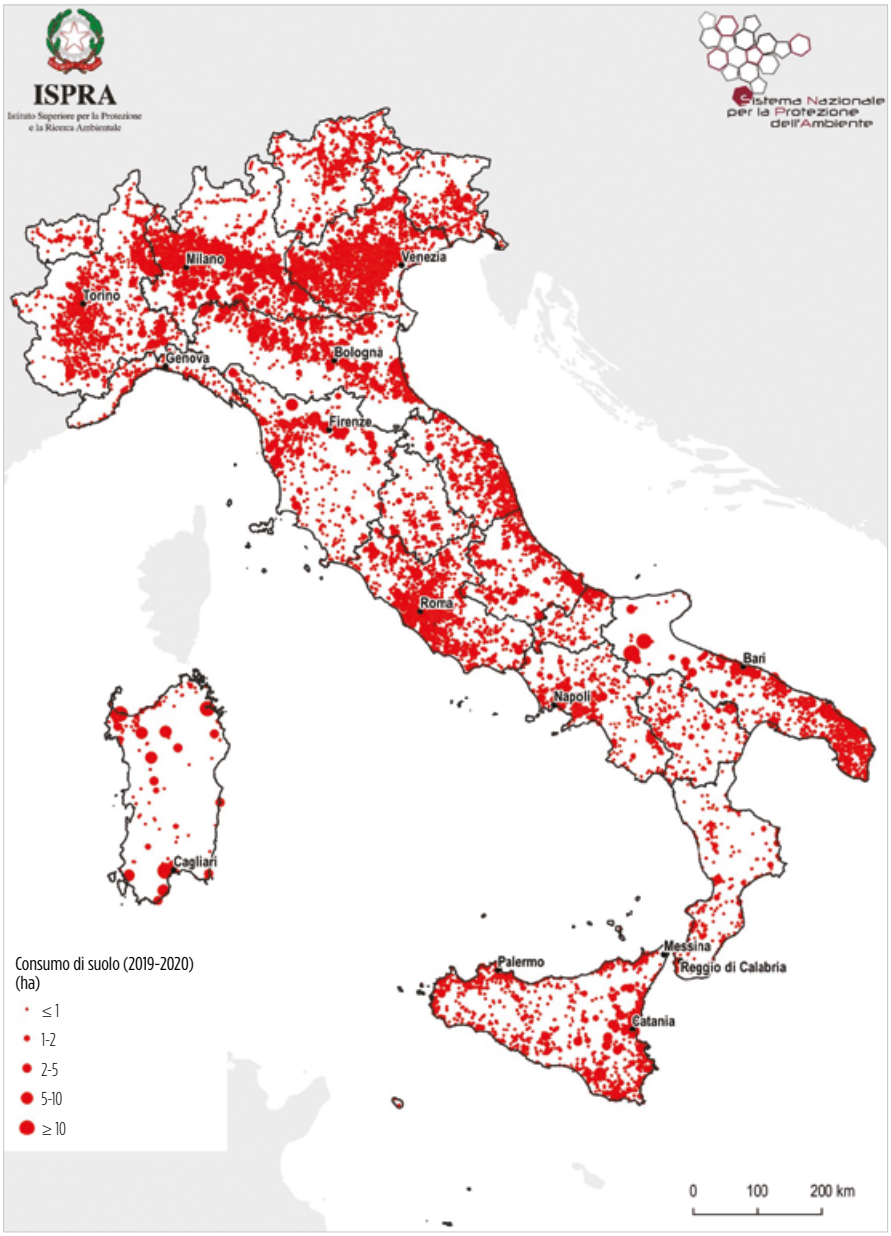


FIG. 1 CONSUMO DI SUOLO 2020
Localizzazione dei cambiamenti dovuti al consumo di suolo tra il 2019 e il 2020.
Fonte: elaborazioni Ispra su cartografia Snpa.

FIG. 2
ESEMPIO DI CONSUMO DI SUOLO

Un esempio di consumo di suolo a Mesero (Milano): realizzazione di un polo logistico di 4,9 ettari.
A sinistra l'immagine satellitare dell'area prima dell'inizio dei lavori (2019), a destra la stessa area nel 2020.

un anno di 1,92 m², passando da 357 a 359 m²/ab (*figura 3*).
In termini di copertura artificiale complessiva del suolo si è arrivati su tutto il territorio nazionale al 7,11% (era 7,02% nel 2015 e 6,76% nel 2006), un valore molto più elevato rispetto alla media europea, che è pari al 4,2%.

A livello regionale gli incrementi maggiori, indicati dal consumo di suolo netto in ettari dell'ultimo anno, hanno riguardato la Lombardia che, con 765 ettari in più, quest'anno supera le regioni Veneto (+682 ettari), Puglia (+493), Piemonte (+439), Lazio (+431) ed Emilia-Romagna (+425).
Valle d'Aosta (14 ettari in più), Liguria, Umbria, Molise, Friuli-Venezia Giulia, Trentino-Alto Adige, Basilicata e Calabria sono invece le regioni che quest'anno hanno avuto incrementi inferiori ai 100 ettari (*figura 4*).
A livello provinciale Roma rappresenta la provincia dove il consumo di suolo netto è cresciuto di più nel 2020 con 271 ettari di nuovo suolo artificiale, seguita da Brescia (+214) e Vicenza (+172). Ed è sempre Roma a essere tra i primi tre comuni in cui si è registrato un elevato incremento di superficie artificiale (+123 ettari), seguita da Troia (Foggia) e Ravenna con rispettivamente 66 e 64 ettari.
Il consumo di suolo, quindi, non è rallentato neanche nel 2020, nonostante i mesi di blocco di gran parte delle attività durante il *lockdown*. Una delle cause principali è l'assenza di interventi normativi efficaci in buona parte del Paese o l'attesa della loro attuazione e la mancanza della definizione di un quadro di indirizzo omogeneo a livello nazionale.

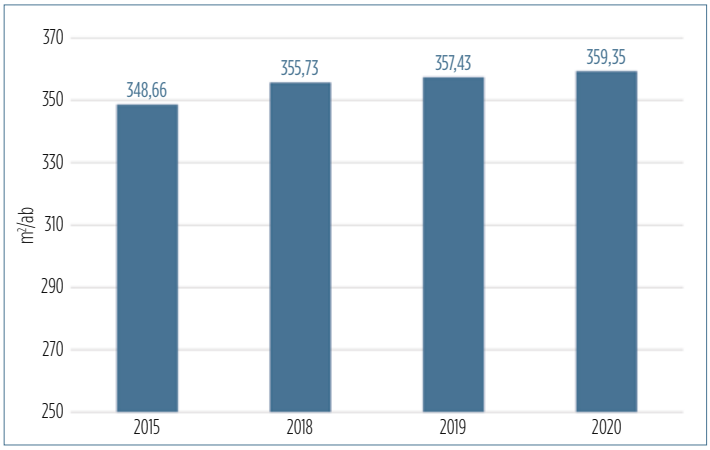


FIG. 3
CONSUMO DI SUOLO PRO CAPITE

Suolo consumato pro capite.

Fonte: elaborazioni Ispra su dati demografici Istat e cartografia Snpa.

Michele Munafò, Ines Marinosci

Servizio per il sistema informativo nazionale ambientale (Dg-Sina), Ispra

Per approfondimenti:

Munafò M. (a cura di) (2021), *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2021*, Report di sistema Snpa 22/2021.

NOTE

[1] www.isprambiente.gov.it/it/attivita/suolo-e-territorio/il-consumo-di-suolo/i-dati-sul-consumo-di-suolo

[2] Con "consumo di suolo" si intende l'incremento della copertura artificiale di solito elaborato su base annuale; con "suolo consumato" si intende invece la quantità complessiva di suolo con copertura artificiale esistente nell'anno considerato.

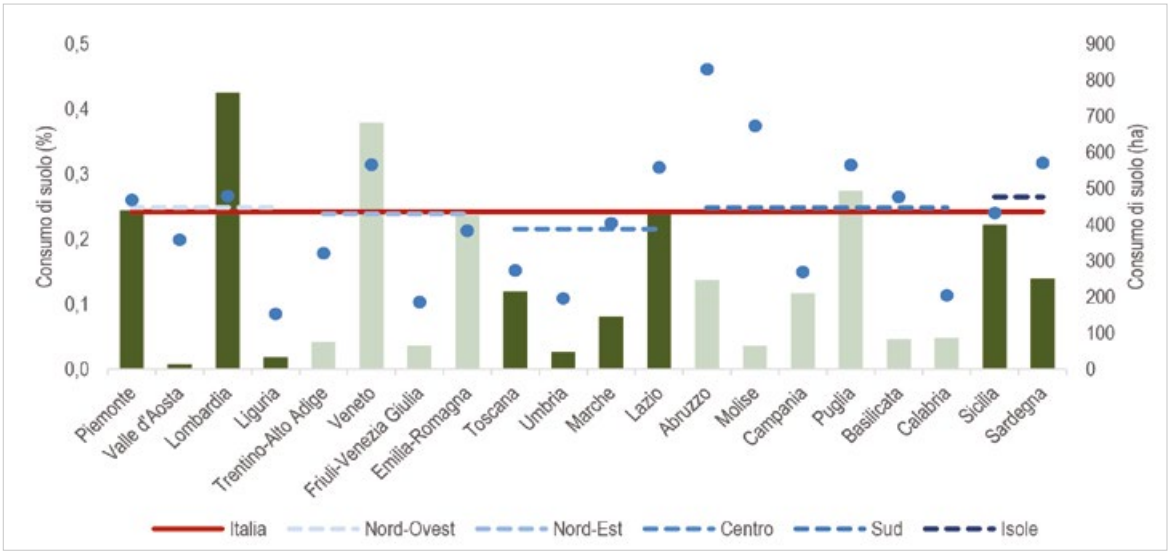


FIG. 4
CONSUMO DI SUOLO A LIVELLO REGIONALE

Incremento nel consumo di suolo su base regionale, in percentuale (in azzurro) e in ettari (verde) tra il 2019 e il 2020. È dato anche l'incremento percentuale nazionale (rosso) e per ripartizione geografica.

Fonte: elaborazioni Ispra su cartografia Snpa.

LO STUDIO DEL PERMAFROST IN VALLE D'AOSTA

LO STATO PERENNE DI CONGELAMENTO DEL SOTTOSUOLO È UN PARAMETRO DA CONTROLLARE PERIODICAMENTE PERCHÉ ESTREMAMENTE SENSIBILE AGLI EFFETTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO. LA RICERCA SCIENTIFICA STA SVILUPPANDO EFFICACI METODI DI MONITORAGGIO UTILIZZANDO ANCHE I DATI SATELLITARI.

Il permafrost, a differenza degli altri componenti della criosfera come neve e ghiacciai, non è qualcosa di tangibile, ma è uno stato termico di congelamento perenne del sottosuolo che si manifesta alle alte latitudini e alle alte quote, in quei luoghi dove la temperatura annua dell'aria è mediamente inferiore a -3 °C. Questo fenomeno può interessare qualunque tipo di materiale litosferico come terreni, rocce o detriti e può manifestare o meno la presenza di ghiaccio al suo interno a seconda della disponibilità di acqua circolante. Trattandosi di un fenomeno puramente termico, il permafrost è estremamente sensibile agli effetti del cambiamento climatico. Alle alte latitudini la sua degradazione provoca enormi problemi di stabilità dei terreni e libera tonnellate di metano in atmosfera. Nelle regioni montuose le problematiche principali sono associate al rischio idrogeologico e alla stabilità delle infrastrutture di alta quota. Per questi motivi lo studio e il monitoraggio del permafrost è progredito molto negli ultimi due decenni ed è stato inserito dal Gcos (*Global climate observing system*) tra le Ecv (*Essential climate variables*) da monitorare sistematicamente a livello globale.
Nelle aree montuose il permafrost ha caratteristiche del tutto particolari, sensibilmente diverse rispetto a quello delle alte latitudini. In montagna, la topografia e la distribuzione locale delle coperture quaternarie determinano la presenza o assenza del permafrost e le proprietà in termini di temperatura assoluta e inerzia termica generando una variabilità di condizioni estremamente complessa da monitorare (*figura 1*).
A partire dalla metà degli anni 2000, l'Arpa Valle d'Aosta ha progressivamente attrezzato una serie di siti di misura per monitorare l'evoluzione a lungo termine del permafrost in diversi contesti: le pareti rocciose, i plateau di alta quota e i ghiacciai rocciosi. Nell'area di Cervinia (Valtournenche, AO) si concentrano attualmente le principali attività di monitoraggio. La particolarità dell'area è che permette di monitorare i tre diversi contesti sopracitati, in un'area di pochi chilometri quadrati, escludendo la distanza geografica dalla lista di forzanti che determinano le peculiari risposte termiche dei tre contesti. In particolare, le condizioni di parete rocciosa sono monitorate sul Cervino nell'intorno della Capanna Carrel (3.800 m), le condizioni di plateau di alta quota presso il Colle superiore di Cime Bianche (3.100 m) e il *rock glacier* presso il sito Gran Sometta (2.700 m).

Monitoraggio del permafrost

Tra le varie tecniche di monitoraggio utilizzate per studiare il permafrost, il monitoraggio termico è certamente il più diffuso e consolidato nella comunità scientifica. Viene effettuato attraverso la realizzazione di un normale foro geognostico all'interno del quale viene alloggiata una catena di termometri che, collegata a un *datalogger,* registra a intervalli di tempo regolari la temperatura del sottosuolo alle diverse profondità (*figura 2*).
Il monitoraggio termico permette di ricavare i due parametri principali indicati da Gcos come Ecv: lo spessore dello strato attivo (Alt, *Active layer thickness*) e la temperatura del permafrost (Tsp, *Thermal state of permafrost*).

FOTO: PIER B – PANORAMIO - CC BY-SA

Nella *figura 2*, la linea nera (isoterma 0 °C) materializza lo spessore dello strato attivo, il quale varia di anno in anno a seconda delle condizioni climatiche e di innevamento. La profondità massima viene raggiunta normalmente nel tardo autunno, poiché l'onda di calore della stagione estiva impiega alcune settimane per propagarsi in profondità. Il grafico permette di constatare anche la tendenza all'approfondimento dello strato attivo, chiaro segnale dell'attuale stato di degradazione delle condizioni di permafrost.

La *figura 3* mostra invece l'andamento della temperatura del permafrost in profondità, dove l'influenza delle variazioni stagionali esterne è naturalmente filtrata dal substrato. Nella *figura 3a* è riportato l'andamento delle temperature medie mensili alla profondità di 40 m. Analizzando la serie temporale con opportune procedure è possibile quantificare l'entità e la significatività statistica dei trend di riscaldamento attualmente in atto. Applicando la medesima analisi sui sensori collocati alle varie profondità è possibile inoltre osservare come il trend di riscaldamento sia maggiore verso la superficie e diminuisca con la profondità (*figura 3b*); attualmente a Cime Bianche il trend di riscaldamento medio sotto i 10 m di profondità è di circa 0,02 °C/anno (Pogliotti et al., 2015).
Anche sulle pareti rocciose del Cervino, sebbene le temperature in profondità siano più basse rispetto a Cime Bianche per via della differenza di quota, si osserva chiaramente un trend di approfondimento dell'*active layer*. Nel contesto della parete rocciosa, l'assenza di terreni o coperture detritiche e lo scarso accumulo nevoso determinano un accoppiamento diretto tra condizioni climatiche e substrato. Il segnale di temperatura risulta meno "filtrato" e soggetto a una maggiore variabilità interannuale. Tuttavia l'osservazione dei segnali di temperatura sotto i 3-4 metri di propagazione dell'*active layer* consentirà, una volta che la serie temporale di osservazioni sarà abbastanza lunga, di quantificare anche in questo contesto il trend di riscaldamento e degradazione delle condizioni di permafrost.

Sui *rock glaciers* invece il monitoraggio termico ha il solo scopo di appurare la presenza delle condizioni di permafrost e determinare lo spessore dell'eventuale strato attivo. Infatti, l'ingente quantità

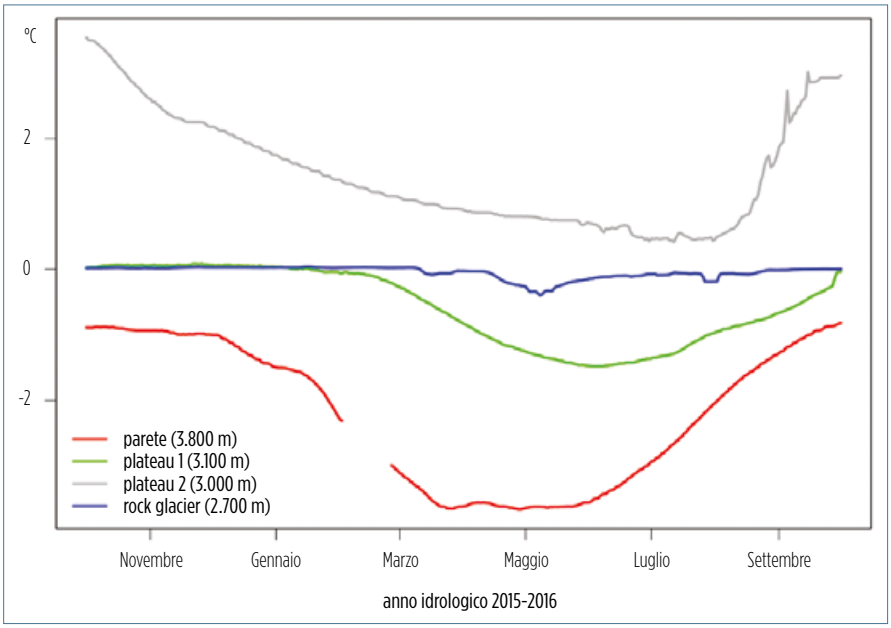


FIG. 1 TEMPERATURA A 4M DI PROFONDITÀ
Il grafico mostra la differente risposta termica del permafrost di montagna nei contesti morfologici della parete rocciosa, del plateau d'alta quota e dei ghiacciai rocciosi (*rock glacier*). Da notare l'ampiezza delle oscillazioni termiche, il tempo di propagazione dell'onda e le temperature assolute. Nel caso dei plateau, posti essenzialmente alla stessa quota, la differenza è data dalla presenza (verde) o assenza (grigio) di una copertura detritica sul *bedrock*. Da notare la pressoché totale assenza di oscillazioni termiche nel *rock glacier*, causata dall'abbondanza di ghiaccio che caratterizza queste forme.

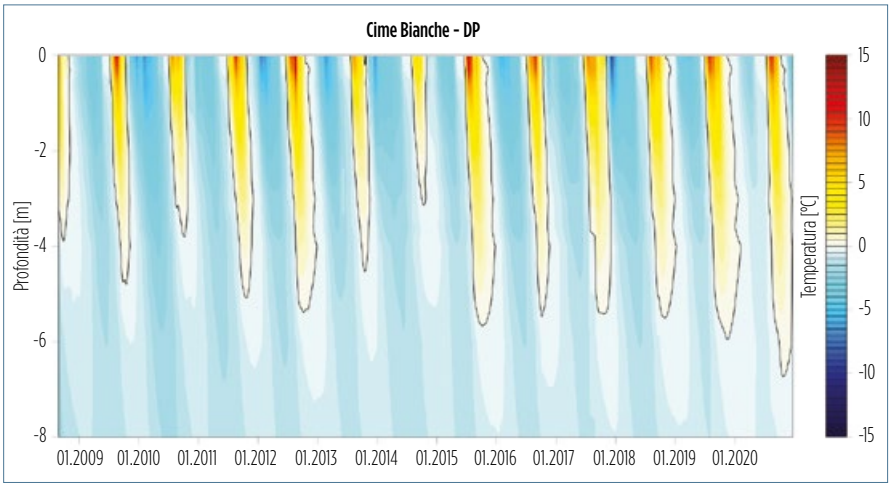


FIG. 2 SITO CIME BIANCHE
Andamento tempo/profondità delle temperature del substrato (scala di colore) presso il sito di Cime Bianche (Conca di Cervinia, 3.100m). La linea nera è l'isoterma 0 °C e materializza lo spessore dello strato attivo, ovvero la profondità che riesce a raggiungere il calore della stagione estiva.

di ghiaccio che si trova normalmente sepolta all'interno dei corpi detritici che costituiscono i *rock glaciers*, impedisce alle temperature di variare, poiché tutta l'energia termica che arriva dalla superficie è utilizzata per i cambiamenti di stato liquido/solido e non determina variazioni di temperatura (*figura 1*). In questi casi per studiare l'impatto dei cambiamenti climatici su questo tipo di permafrost, si ricorre all'utilizzo della geofisica, in particolare della tomografia elettrica, che con opportune configurazioni permette di identificare sulle sezioni di indagine le porzioni di substrato soggette a permafrost e valutarne la variazione di estensione nel tempo (*figura 4*).

I *rock glaciers* inoltre sono soggetti alla forza di gravità e per questo motivo fluiscono lentamente verso valle. Il monitoraggio nel tempo delle loro velocità superficiali, attraverso tecniche di *remote sensing* da drone o satellite, è anch'esso un indicatore indiretto dello stato di degradazione del permafrost sottostante. Alla scala alpina, infatti, si osserva nell'ultimo decennio una generale tendenza all'accelerazione della maggior parte dei *rock glaciers* monitorati. Le serie di osservazioni più lunghe permettono di affermare con ragionevole certezza che tale accelerazione sia una conseguenza diretta del riscaldamento climatico (Permos, 2021).

In alcune regioni delle Alpi così come in altre catene montuose, l'accelerazione di questi corpi detritici pone seri problemi di instabilità e rischio idrogeologico e obbliga le autorità locali a dotarsi di avanzati sistemi di allertamento e monitoraggio in continuo.
Con l'aggravarsi della crisi climatica c'è da aspettarsi che questi e gli altri problemi legati alla progressiva degradazione del permafrost aumentino di frequenza e intensità, costringendo la comunità scientifica a una ulteriore accelerazione sulle attività di ricerca legate allo studio e monitoraggio di questo fenomeno. Il *remote sensing* da satellite è in questo senso tra gli strumenti più promettenti a disposizione degli addetti ai lavori.

Umberto Morra di Cella[1], **Paolo Pogliotti**[2]

1. Arpa Valle d'Aosta
2. Libero professionista

PER APPROFONDIRE

Pogliotti P., Guglielmin M., Cremonese E., Morra di Cella U., Filippa G., Pellet C., Hauck C., 2015, "Warming permafrost and active layer variability at Cime Bianche, Western European Alps", *The Cryosphere*, 9(2), 647-661.

Permos 2021, *Swiss Permafrost Bulletin 2019/2020*, Noetzli, J. and Pellet, C. (eds.), 21 pp., DOI: 10.13093/permos-bull-2021.

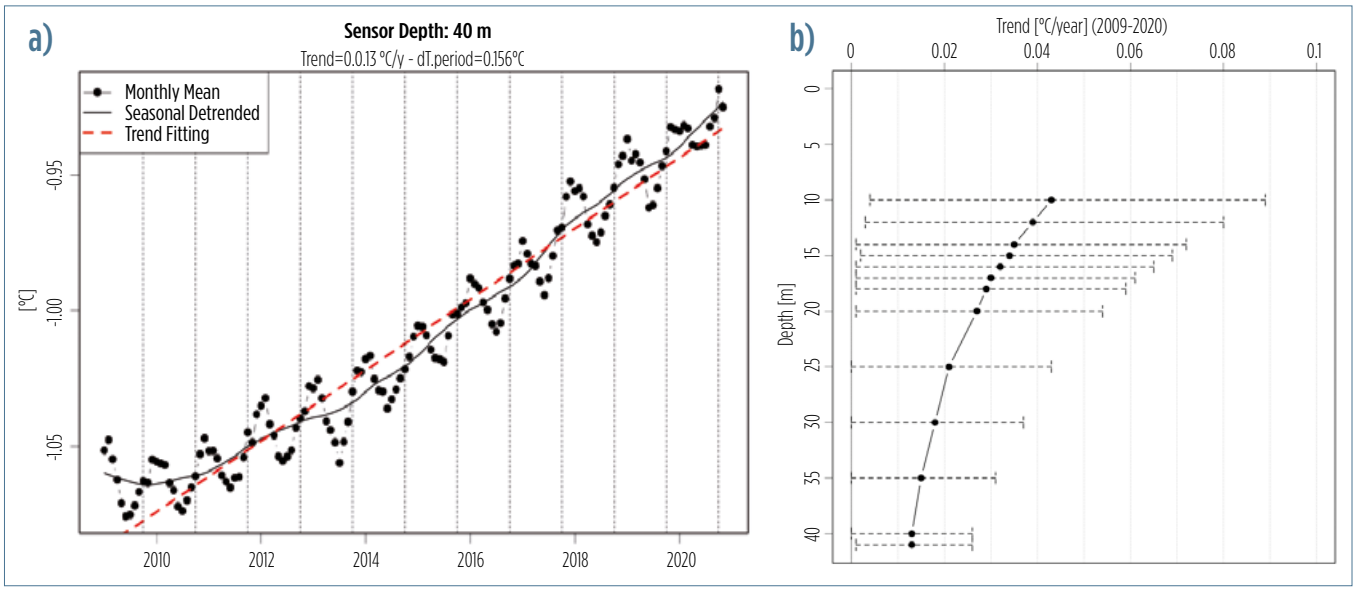


FIG. 3 SITO CIME BIANCHE

a) Temperatura media mensile a 40m di profondità presso il sito di Cime Bianche e analisi del trend di riscaldamento.
b) Valori del trend di riscaldamento calcolato alle varie profondità. Tra 0 e 10 m il trend di riscaldamento non è statisticamente significativo, pertanto non è riportato nel grafico.

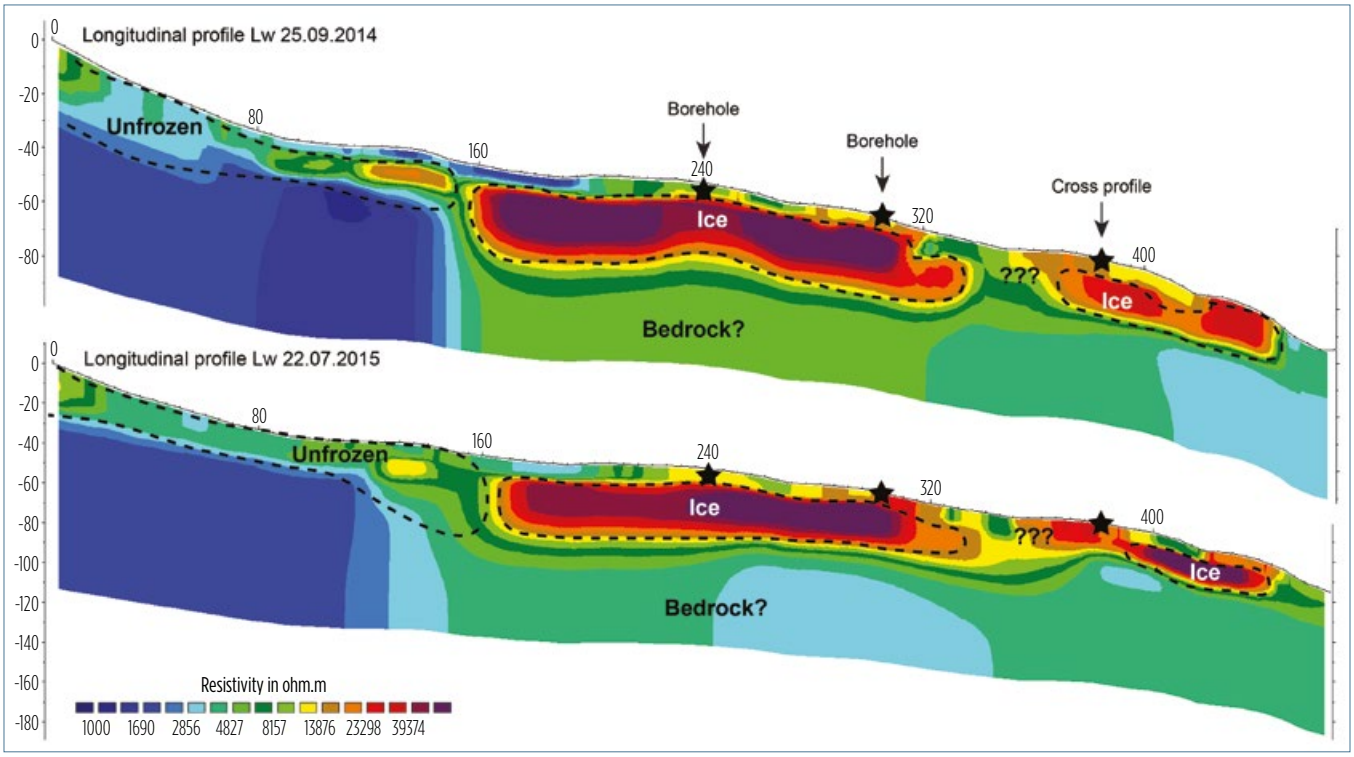


FIG. 4 TOMOGRAFIA ELETTRICA

Tomografia elettrica presso il *rock glacier* Gran Sometta (Conca di Cervinia, 2.700m) nel 2014 (sopra) e 2015 (sotto). Le linee tratteggiate indicano l'interpretazione dei valori di resistività elettrica rispetto alla presenza/assenza di permafrost. È apprezzabile la grande variabilità laterale delle condizioni in questi contesti (Pogliotti et al., 2015 modificato).

L'INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE IDONEE ALL'ACQUACOLTURA

PER L'ITALIA È URGENTE ADOTTARE MISURE E STRUMENTI PER STABILIRE LE ZONE MARINE VOCATE PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE DELL'ACQUACOLTURA, PROMUOVENDO LA DIGITALIZZAZIONE E L'INTEROPERABILITÀ DEI DATI. GLI STRUMENTI OPERATIVI SVILUPPATI DA ISPRA PREVEDONO L'UTILIZZO DEI DATI COPERNICUS.

L'acquacoltura è un settore economico chiave per la crescita blu e la transizione verde verso un sistema alimentare equo, sano e rispettoso dell'ambiente. Secondo la Fao l'acquacoltura giocherà un ruolo strategico per la sicurezza e la sostenibilità alimentare e il raggiungimento degli Obiettivi di sviluppo sostenibile dell'Agenda 2030[1]. In Italia, l'acquacoltura marina occupa una superficie di circa 22.000 ettari pari allo 0,16% dello spazio marittimo nazionale[2] e la mancanza di zone assegnate per l'acquacoltura (*Allocated zones for aquaculture*, Aza) è una delle principali criticità per lo sviluppo del settore. Per un paese in cui oltre il 90% degli stock selvatici è sovrasfruttato e che importa oltre il 75% di prodotti ittici, è urgente adottare misure e strumenti *ad hoc* per individuare zone marine idonee allo sviluppo sostenibile dell'acquacoltura e promuovere la digitalizzazione e l'interoperabilità dei dati, come indicato nelle nuove linee strategiche europee per l'acquacoltura[3].

L'identificazione di zone marine idonee per l'acquacoltura è un processo complesso: prevede una prima fase di mappatura delle aree marine vincolate o destinate ad altri usi e la mappatura delle aree libere e potenzialmente compatibili con attività di acquacoltura.

L'idoneità delle aree è stabilita secondo un indice elaborato sulla base delle caratteristiche ambientali e oceanografiche delle aree d'indagine (dati fisici, biochimici, geomorfologici) unitamente ad altri criteri (ad esempio distanza dai porti, sforzo di pesca, intensità del traffico marittimo, visibilità) utilizzando strumenti Gis.

Le principali fonti di dati ambientali e oceanografici su scala regionale, funzionali al processo di zonazione, sono rappresentate da dati *in situ* e satellitari e informazioni da modello, forniti dal *Copernicus marine environment monitoring service* (Cmems) e dai sistemi nazionali a esso connessi. Cmems rende

FIG. 1 ACQUACOLTURA
Esempio di prodotti oceanografici per l'acquacoltura generati da dati Copernicus.

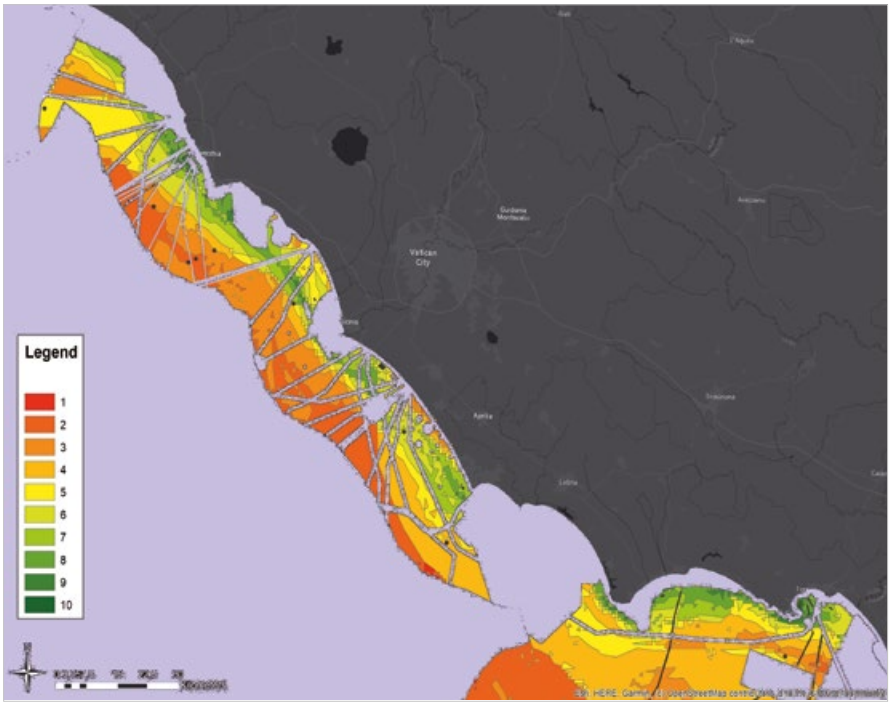


FIG. 2 PISCICOLTURA
Esempio di mappa di idoneità per la piscicoltura.

Fonte: progetto Feamp Aza Lazio

disponibili, a titolo gratuito, per utenti pubblici e privati, diverse serie storiche di dati fisici e biologici dell'ambiente marino (ad esempio correnti, altezza delle onde, ossigeno, temperatura, clorofilla-a) utili per la pianificazione, il monitoraggio e la gestione delle attività di acquacoltura (*figura 1*). Tali dati consentono l'analisi a diversa risoluzione e l'elaborazione di mappe di idoneità o mappe vocazionali per la piscicoltura e la molluschicoltura, facilitando il processo per l'identificazione delle Aza da parte delle autorità competenti (*figure 2 e 3*).
A supporto del processo di zonazione delle aree marine e dei nuovi piani di gestione dello spazio marittimo in corso di redazione presso il Ministero delle Infrastrutture e della mobilità sostenibili (Dlgs 201/2016, art. 5), Ispra ha realizzato due strumenti operativi:
- la guida tecnica Aza[4], che illustra principi, criteri, strumenti e metodi per la pianificazione e il monitoraggio di zone marine per l'acquacoltura in Italia, secondo i principi delle normative unionali (Msfd, Wfd, Psm, Eia)
- la *web app* @Aquagis[5], un'applicazione WebGis interoperabile secondo gli standard *Inspire*, che fornisce strumenti per visualizzare, interrogare e analizzare diverse tipologie di dati (ad esempio amministrativi, infrastrutturali e ambientali) a supporto della pianificazione dello spazio marittimo e per la valutazione di idoneità di aree marine per lo sviluppo di nuovi siti per l'allevamento di pesci e molluschi.

Per la valutazione di idoneità di aree marine per l'acquacoltura, la *web app* @Aquagis utilizza modelli di calcolo che, innestati nelle maglie dei dati Copernicus, producono i campi tridimensionali dei principali parametri fisici e biogeochimici a diversa scala di risoluzione (regionale ~750 m e locale ~90 m). Attualmente Ispra collabora con le amministrazioni regionali e le Agenzie regionali ambientali (Arpa) e altri istituti di ricerca (ad esempio Istituto nazionale di oceanografia e di geofisica sperimentale, Stazione zoologica Anton Dohrn, Università degli studi Roma Tre) per l'elaborazione dei modelli e la restituzione di mappe d'idoneità su circa 700 km di costa nelle acque marino costiere delle regioni Lazio, Campania e Liguria.
L'utilizzo dei dati Cmems da parte di Ispra è anche esteso ad altri progetti sull'acquacoltura, per il miglioramento delle performance di specie ittiche marine mediterranee (H2020 - PerformFish), il monitoraggio in tempo reale di attività di maricoltura (Fishrise), la valutazione degli effetti dei cambiamenti climatici sulla molluschicoltura in Adriatico (Interreg - AdriaClim), la valutazione dei potenziali impatti di sorgenti di inquinamento batterico sulle aree di produzione di molluschi (Cadeau; *Framework partnership agreement on Copernicus user uptake,* Fpcup).
In ambito europeo, l'uso dei dati Cmems per l'acquacoltura è sostenuto dalla *European aquaculture technology and innovation platform* (Eatip), che ha promosso dal 2019 workshop per rilevare le esigenze degli operatori e facilitare la realizzazione di prodotti e servizi operativi per lo sviluppo sostenibile dell'acquacoltura nell'area Mediterranea e ord atlantica[6].
L'identificazione di nuove zone e siti di produzione, il monitoraggio e la gestione dei rischi ambientali nei siti d'allevamento, anche rispetto ai diversi scenari legati ai cambiamenti climatici, sono tematiche prioritarie che non possono prescindere dall'uso di dati e informazioni prodotti da strumenti di osservazione della Terra. In tale contesto è auspicabile che i prodotti e servizi di oceanografia operativa offerti da Copernicus o da questo derivati soddisfino le esigenze dei diversi utenti per lo sviluppo, il monitoraggio e la gestione delle attività dell'acquacoltura nelle aree marino costiere e *offshore*, contribuendo alla resilienza e alla sostenibilità ambientale, sociale ed economica del settore.

Tommaso Petochi, Francesco Cardia, Maria Paola Campolunghi, Antonello Bruschi, Gianfranco Calise, Stefano de Corso, Carlo Cipolloni, Giovanna Marino

Ispra

NOTE

[1] *Shanghai Declaration: Aquaculture for food and sustainable development*, 2021, Global Conference on Aquaculture Millennium +20, Shanghai, China, 22-25 settembre 2021.

[2] Marino G., Petochi T., Cardia F., 2020, *Assegnazione di Zone marine per l'acquacoltura (Aza). Guida Tecnica*, 214 pp., documenti tecnici Ispra 2020, Isbn 978-88-448-1014-6.

[3] Com(2021)236 final.

[4] https://bit.ly/acquacoltura_ispra

[5] Campolunghi et al., 2021, "@AquaGis: a Gis web application for aquaculture marine spatial planning in Italy", *Abstract Book Aquaculture Europe 2021*, Funchal, Madeira, 4-7 ottobre 2021.

[6] https://eatip.eu/?s=workshop

a) Onde

b) Correnti

c) Clorofilla

FIG. 3 MAPPE DI IDONEITÀ

Esempi di mappe di idoneità di zone marine per l'acquacoltura, sulla base di dati fisici e biochimici rilevati dal sistema Copernicus e riclassificati da modello:
a) Onde (medie giornaliere dal 2007 al 2018 – dato riclassificato) • b) Correnti (medie giornaliere dal 1999 al 2018 – dato riclassificato) • c) Clorofilla (medie giornaliere dal 2006 al 2008 – dato riclassificato).

Fonte: elaborazione Ispra su dati Copernicus

COPERNICUS A SUPPORTO DELLA DIRETTIVA HABITAT

NONOSTANTE LA RACCOLTA DEI DATI SATELLITARI PER IL MONITORAGGIO E LA TUTELA DELLA BIODIVERSITÀ SIA ANCORA ALL'INIZIO, È STATA COMUNQUE TRACCIATA LA STRADA DA PERCORRERE PER AFFRONTARE UN TEMA COMPLESSO DA CUI DIPENDONO IMPORTANTI DINAMICHE AMBIENTALI PER UNA GESTIONE EFFICACE DEL TERRITORIO.

La perdita di biodiversità è riconosciuta come un'emergenza ambientale globale, che si ripercuote anche sulla salute umana (Rockström et al, 2009), e a cui il mondo della ricerca scientifica e dei decisori politici deve rispondere in modo unitario. Parlare di biodiversità in Europa significa parlare delle direttive Natura e del contributo della loro applicazione per fermare la perdita di biodiversità e delle risorse naturali a essa connesse.
In particolare, la direttiva Habitat (92/43/CEE) è uno strumento nodale: rappresenta un elemento di valutazione per le politiche europee legate al *green deal* ed è uno strumento diretto della *Strategia sulla biodiversità al 2030*. Al contempo, gli esiti delle valutazioni e delle azioni intraprese nell'ambito della direttiva hanno ricadute pratiche su altre politiche nazionali e paneuropee, in termini di condizionalità o valutazioni interconnesse (*figura 1*). È evidente quanto sia necessario che i dati derivanti dalla sua piena implementazione siano esatti, coerenti e affidabili.

La direttiva Habitat richiede agli Stati membri di monitorare e riferire ogni 6 anni sullo stato di conservazione degli habitat e delle specie di interesse comunitario, fornendo chiare indicazioni sulla metodologia da applicare. I parametri sono condivisi a livello dell'Unione europea in modo che i dati provenienti dai monitoraggi nazionali possano essere aggregati al livello biogeografico.
Per quanto riguarda i tipi di habitat, i parametri richiesti per la valutazione del loro stato di conservazione sono "distribuzione", "area" e "struttura e funzioni", informazioni che traggono evidente beneficio dall'integrazione dei dati da osservazione della Terra e in particolare dai prodotti del programma Copernicus.
Gli habitat possono essere descritti come finestre mobili che intercettano la continuità della complessità ecologica. Abbiamo bisogno di parametri quantitativi e soglie discrete, ma dobbiamo misurare questa continuità di fondo. Se da un lato abbiamo bisogno di dati empirici *in situ,* abbiamo anche bisogno di acquisire informazioni e dati su questa continuità, che può essere registrata automaticamente da sensori remoti senza ulteriori costi.
Le nuove tecnologie, come quelle messe a disposizione dal programma Copernicus in Europa, e le iniziative regolamentali come la direttiva sul riuso dei dati (direttiva 2019/1024/UE) rappresentano un'opportunità, mettendo a disposizione gratuitamente i dati derivanti dall'osservazione della Terra, esortando alla condivisione dei dati e ampliando le possibilità di collaborazione tra il mondo scientifico e quello istituzionale per la realizzazione di politiche informate dalla conoscenza.
La grande innovazione legata alla disponibilità dei dati acquisiti da remoto con elevata frequenza e dettaglio spaziale si rivela nella pratica legata alla descrizione del territorio, consentendo analisi semi-automatiche e letture esperte dei cambiamenti nel tempo e nello spazio sia della distribuzione spaziale sia della funzionalità ecologica degli ecosistemi.
Ma se su alcuni settori i prodotti Copernicus sono già ampiamente utilizzati anche in modo coordinato in specifici progetti tra i diversi Paesi membri, per la biodiversità il lavoro è agli esordi ed è necessario lo sviluppo di iniziative concrete e coordinate.

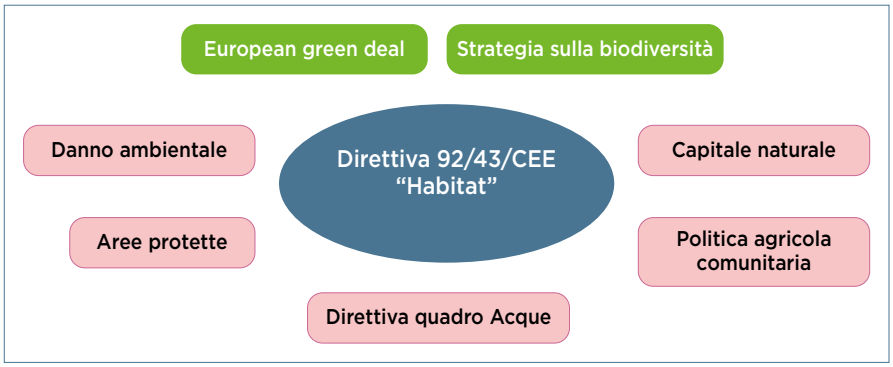


FIG. 1 DIRETTIVA HABITAT
I livelli delle politiche comunitarie interconnesse con la direttiva Habitat.

In Ispra, nell'ambito di un progetto di ricerca che ha beneficiato della collaborazione di accademie nazionali ed europee e ha utilizzato con sinergia i risultati derivati da altre iniziative programmatiche, incluso un progetto operativo istituzionale tra l'Ispra e l'Agenzia spaziale italiana (Asi) sull'*habitat mapping*, è stato sviluppato un sistema di elaborazione che integra dati a terra e da remoto, evidenziando le possibili applicazioni per una mappatura dinamica a supporto di analisi dei trend negli habitat, in particolare per gli habitat in allegato I della direttiva (European Commission, 2013) all'interno di un servizio unico nazionale di *Land use* e *Land cover*.
Il primo passo è stata una ricognizione per la selezione dei layer utili disponibili nel *Copernicus Land Service*. Questa operazione, eseguita per ogni habitat o macro-habitat, è stata svolta in stretta collaborazione tra diversi esperti bio-informatici, ecologi e di osservazione della Terra. È stata quindi implementata una procedura attraverso un sistema informativo esperto che integra i dati di osservazione da satellite con punti di rilevamento a terra vegetazionale.

I rilievi di vegetazione sono qui classificati in modo semi-automatico per ottenere delle unità vegetazionali oggettive, facendo riferimento ai protocolli di analisi sviluppati a livello europeo nei progetti legati agli archivi dello *European Vegetation Archive* (Chytry et al. 2020).
I dati del *Copernicus Land Service* sono stati ottenuti tramite portale ufficiale Eea e ricalibrati nei valori di soglia; lo stesso vale per le immagini spettrali dal portale Copernicus, che sono state sottoposte a co-registrazione spaziale e rimozione di artefatti (*figura 2*)
Le variabili di risposta vengono utilizzate in parte per le mappe di idoneità ottenute con tecniche di *machine learning* e in parte entrano direttamente nell'algoritmo di classificazione, un classificatore iterativo non parametrico di tipo *Random Forests* (Breiman 2001), insieme a mappe di idoneità e immagini spettrali.
L'output viene poi raffinato attraverso il terzo set di variabili di risposta per ottenere le mappe predittive finali.
Applicato alla scala di macrohabitat con estensione areale, come gli habitat forestali, l'algoritmo scelto permette di modellizzare contemporaneamente tutte le mappe di idoneità, scegliendo direttamente la probabilità più alta tra tutti gli habitat elaborati (*figura 3*).
Tali risultati sono di estremo interesse ad esempio nell'ambito di piani di monitoraggio della biodiversità, che prevedono approcci al campionamento statistico. In questo caso l'affinamento delle mappe di idoneità ottimizza lo sforzo di campionamento a terra, ottenendo un risparmio sulle risorse impiegate e aumentando la sostenibilità dell'approccio.
La mancanza di dati, la descrizione della continuità e complessità ecologica, il rilevamento delle tendenze evolutive degli habitat o degli impatti agenti, sono criticità che possono trarre vantaggio dall'integrazione dei dati da osservazione della Terra con sistemi di classificazione automatici o semi-automatici esperti, accanto alle tradizionali indagini e valutazioni. La multidisciplinarietà innovativa è necessaria per poter affrontare la complessità della biodiversità e ottenere dati certi e affidabili che consentano una conoscenza accurata delle dinamiche ambientali, premessa indispensabile a una gestione efficace del territorio.

Laura Casella[1], Emiliano Agrillo[1], Federico Filipponi[1], Alice Pezzarossa[1], Andrea Taramelli[1,2]

1. Ispra
2. Istituto universitario di studi superiori di Pavia (Iuss)

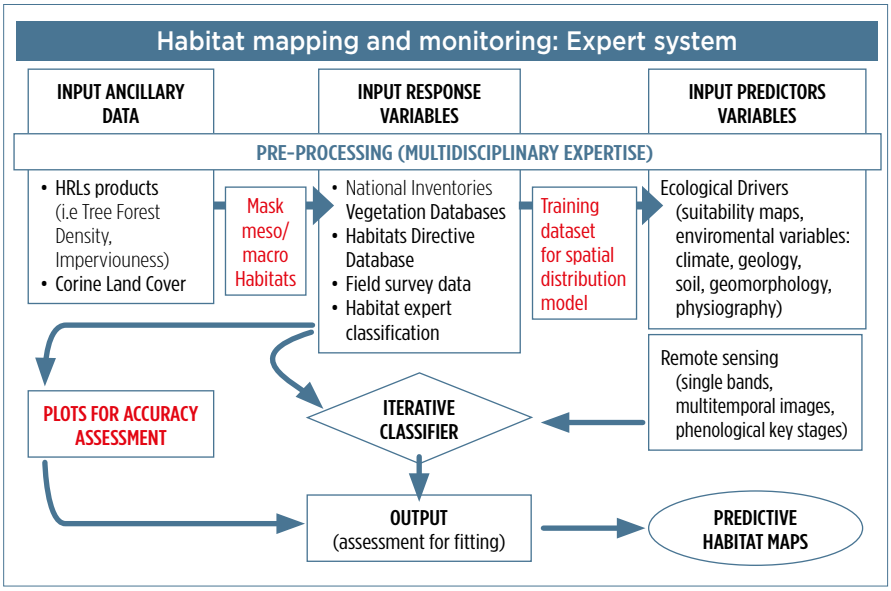


FIG. 2 MONITORAGGIO HABITAT
Sistema esperto per la produzione di mappe probabilistiche a supporto del monitoraggio degli habitat.

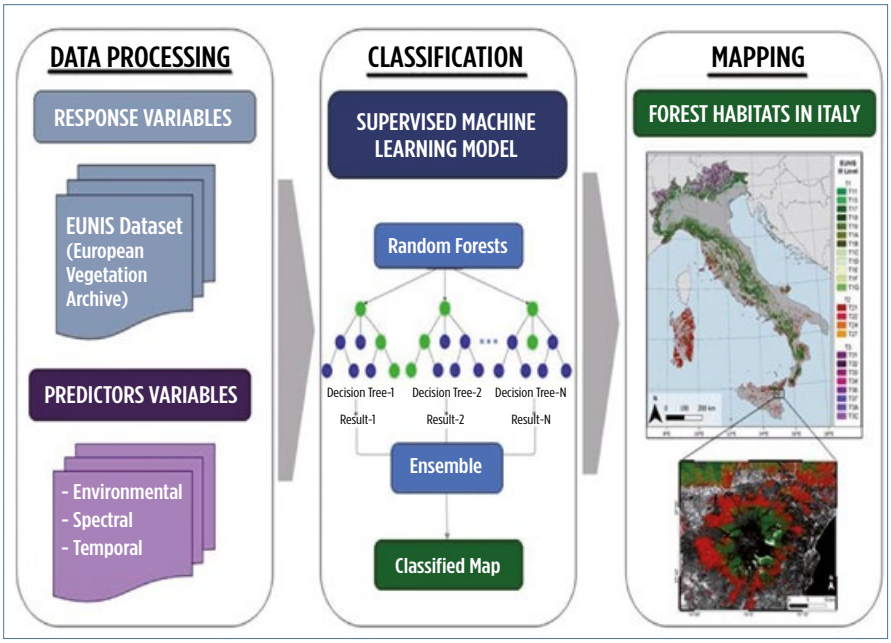


FIG. 3 CLASSIFICAZIONE DEGLI HABITAT
Schema semplificato della classificazione degli habitat (modificato da: Agrillo et al., 2021).

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Agrillo E., Filipponi F., Pezzarossa A., Casella L., Smiraglia D., Orasi A., Taramelli A., 2021, "Earth observation and biodiversity big data for forest habitat types classification and mapping", *Remote Sensing*, 13(7), 1231.

Breiman L., 2001 "Random Forests", *Machine Learning,* 45,5–32, 2001, https://doi.org/10.1023/A:1010933404324.

Chytrý M., Tichý L., Hennekens S.M., Knollová I., Janssen J.A., Rodwell J.S., Schaminée J.H., 2020, "Eunis Habitat Classification: Expert system, characteristic species combinations and distribution maps of European habitats", *Applied Vegetation Science*, 23(4), 648-675.

European Commission, 2013, *Interpretation Manual of European Union Habitats - EUR28*, Nature ENV B.3. DG Environment.

Rockström J., Steffen W., Noone K., Persson Å., Chapin III F.S., Lambin E., Foley J., 2009, "Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity", *Ecology and society*, 14(2).

IL SIAN E GLI SVILUPPI DEI CONTROLLI IN AGRICOLTURA

IL SISTEMA INFORMATIVO AGRICOLO NAZIONALE È UNO STRUMENTO FONDAMENTALE PER LA DIGITALIZZAZIONE DEI SERVIZI NEL SETTORE PRIMARIO, A SUPPORTO DEGLI ADEMPIMENTI DI LEGGE NELL'AMBITO DELLE STRATEGIE EUROPEE. È IMPORTANTE L'INTEGRAZIONE DELLE INFORMAZIONI AMMINISTRATIVE CON I RILIEVI SATELLITARI DEL SUOLO.

Il Sistema informativo agricolo nazionale (www.sian.it) è lo strumento attraverso il quale l'intera comunità agricola partecipa al processo di "telematizzazione" e digitalizzazione nella gestione dei servizi nel settore primario italiano, la cui gestione è affidata all'Agenzia per le erogazioni in agricoltura (Agea), mentre gli indirizzi di sviluppo sono di competenza del Ministero delle Politiche agricole, alimentari e forestali (Mipaaf).
La *mission* del Sian è di certificare dati e informazioni a supporto degli adempimenti di legge, previsti in materia di monitoraggio e controllo della Politica agricola comune (Pac), al fine di contribuire allo sviluppo imprenditoriale del settore primario (nonché di altri specifici settori), nel rispetto delle nuove strategie promosse dall'Unione europea *Green deal* e *Farm to fork*.

Il Sian è costituito dalle seguenti componenti del Sistema integrato di gestione e controllo (Sigc), previsto dall'articolo 68 del regolamento (Ue) n. 1306/2013:
- una banca dati informatizzata
- un sistema di identificazione delle parcelle agricole (Sipa)
- un sistema di identificazione e di registrazione dei diritti all'aiuto (registro titoli)
- domande di aiuto e domande di pagamento
- un sistema integrato di controllo
- un sistema unico di registrazione dell'identità di ciascun beneficiario del sostegno (nel Sian sviluppato a livello di fascicolo aziendale).

In aggiunta, il Sian interloquisce, per la validità della consistenza zootecnica, con il sistema di identificazione e registrazione degli animali istituito a norma del regolamento (Ce) n. 1760/2000 del Parlamento europeo e del Consiglio e del regolamento (Ce) n. 21/2004 del Consiglio. Gli elementi di forza sono:

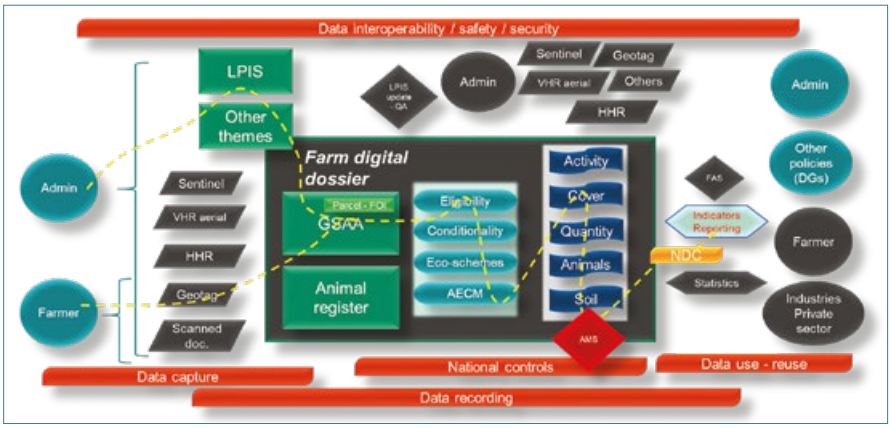


FIG. 1 SIGC
Sistema integrato di gestione e controllo (Sigc) esteso in ambito comunitario.
Fonte: Commissione europea – Jrc (2021).

- il fascicolo aziendale elettronico (alfanumerico e grafico), che fornisce una accurata rappresentazione della consistenza territoriale di ciascuna azienda agricola presente
- il sistema di identificazione delle parcelle agricole (Sipa), che offre una rappresentazione geospaziale del territorio, completamente aggiornato ogni tre anni (*refresh*).

Queste informazioni devono poter essere gestite insieme? La risposta è dettata dalla necessità, da parte della comunità agricola tutta, di disporre di un sistema di monitoraggio e controllo snello, che garantisca dati affidabili e sottoposti a un processo di controllo dei vari procedimenti amministrativi attivati. Il Sian si basa sostanzialmente sulla validazione e conformità del rispetto delle condizioni e obblighi previsti dai regolamenti settoriali e ambientali da parte dei beneficiari dei finanziamenti. Tradizionalmente, questi accertamenti vengono effettuati mediante interpretazione di ortofoto aeree, nell'ambito del Sipa, sul 100% delle superfici. Su un campione annuale, la verifica dell'uso del suolo viene eseguita tramite l'interpretazione automatica di immagini satellitari di alta risoluzione (Vhr) e in caso di dubbi attraverso visite rapide in campo, ai sensi dell'articolo 30 del regolamento (Ue) n. 809/2014. Infine, sul 100% del territorio selezionato per i controlli di monitoraggio, la verifica delle pratiche agronomiche viene effettuata utilizzando immagini Sentinel-Copernicus, ai sensi dell'articolo 40bis regolamento (Ue) n. 809/2014. La tempestività dei controlli di monitoraggio consente anche di fornire ai beneficiari richiedenti informazioni tempestive in termini di *alert*, come servizio alle aziende per garantire il pagamento dovuto a ciascun beneficiario.
I dati e le informazioni che rientrano nella gestione del Sian sono dati di stretto interesse dell'azienda agricola (anagrafica, consistenza territoriale, allevamenti, fabbricati, manodopera, macchinari, vincoli agronomici) che rientrano nei procedimenti amministrativi (domande di aiuto, controlli, pagamenti), qui di seguito rappresentati.
Particolare attenzione viene posta all'accessibilità di questo bagaglio informativo – in conformità al regolamento generale per la protezione dei dati personali 2016/679 (Gdpr) – tenendo conto della "sensibilità" di alcuni dati contenuti, alla luce delle recenti direttive emanate dalle istituzioni comunitarie in materia di apertura

dei dati e riutilizzo dell'informazione del settore pubblico (direttiva Ue 1024/2019). Rientrano tra le tipologie di dati previste dalla direttiva (Ue) 1024/2019: dati geospaziali, relativi all'osservazione della Terra e all'ambiente, meteorologici; statistici; relativi alle imprese e alla proprietà delle imprese; relativi alla mobilità.

Attualmente il Sian è in fase di rinnovamento, passando da piattaforme obsolete a un nuovo sistema integrato e di interscambio di dati e informazioni. Le strategie di indirizzo sono finalizzate ai seguenti obiettivi specifici:
- realizzazione di processi di interscambio fluidi con garanzia di accesso sicuro, tra centro e territorio, in modalità *near-real-time*
- fruibilità del dato, con registrazione di accesso controllato
- disponibilità di adeguati strumenti di monitoraggio e di servizi verso gli *stakeholder*
- disponibilità per gli operatori (enti/amministrazioni, imprenditori agricoli e loro forme di rappresentanza ecc.) dei dati amministrativi, produttivi e territoriali del Sian, con caratteristiche tecniche in modalità *open data* (accessibilità, distribuzione e riutilizzo) ai fini dell'efficientamento e sviluppo dei processi economici del settore agricolo ovvero di altri settori
- rispetto della disciplina dell'*open government*; storicizzazione del ciclo di vita del dato; sviluppo di procedure efficaci di *data management* e, infine, monitoraggio continuo del livello di affidabilità e qualità del dato.

In questo modo si promuoverà lo sviluppo delle potenzialità offerte dalle nuove tecnologie per gestire il nuovo modello della Pac (2023-2027), in una struttura che può essere schematizzata come segue.

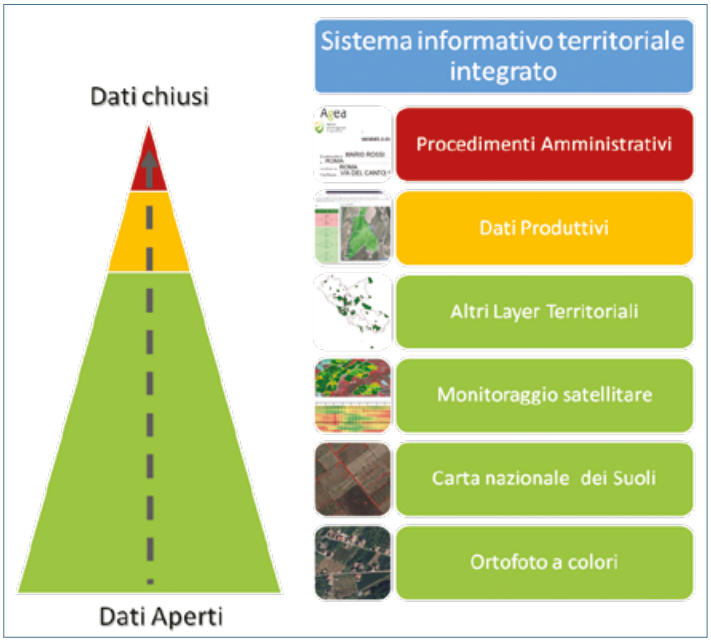


FIG. 2
SIAN

La struttura gerarchica dei dati nel Sistema informativo agricolo nazionale.

Fonte: Agea (2021).

L'utilizzo integrato delle banche dati del Sian è di vitale importanza per incrementare le conoscenze sul comparto agricolo e forestale e per studiare e gestire i fenomeni connessi al monitoraggio e alla conservazione del territorio e delle risorse, come suoli, acque, caratteristiche del paesaggio, incendi boschivi.
La conoscenza delle attività produttive agricole e forestali contenute nel Sian per singola azienda agricola e per il territorio sono un patrimonio ricco e "sensibile" che va opportunamente maneggiato e tutelato.
In tal senso è prevista l'integrazione del Sian con l'infrastruttura nazionale abilitante prevista nel Copernicus Marketplace (Comap), come riportato nell'ambito del *Piano strategico per la space economy*. Il Sian si configura come strumento informativo volto a favorire lo sviluppo di servizi nazionali, basati su informazioni satellitari che valorizzano la partecipazione italiana ai programmi Galileo e Copernicus, sfruttando a livello nazionale, regionale e locale applicazioni, prodotti e algoritmi sviluppati in tali ambiti e già testati da mettere in riuso.
Tra i servizi nazionali ospitati dall'infrastruttura nazionale abilitante di particolare interesse sono il Servizio di monitoraggio copertura e uso del suolo, monitoraggio biodiversità, attività produttive e sostenibilità (S4) e il Servizio idro-meteo-clima (S5), che assicureranno all'utenza nazionale l'accesso tempestivo a dati, prodotti e servizi (sia europei sia nazionali) legati al settore primario.

Fabio Pierangeli[1], Salvatore Carfì[2], Antonella Tornato[3], Andrea Taramelli[3,4]

1. Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (Crea)
2. Agenzia per le erogazioni in agricoltura (Agea)
3. Istituto nazionale per la protezione e la ricerca ambientale (Ispra)
4. Istituto universitario di studi superiori di Pavia (Iuss)

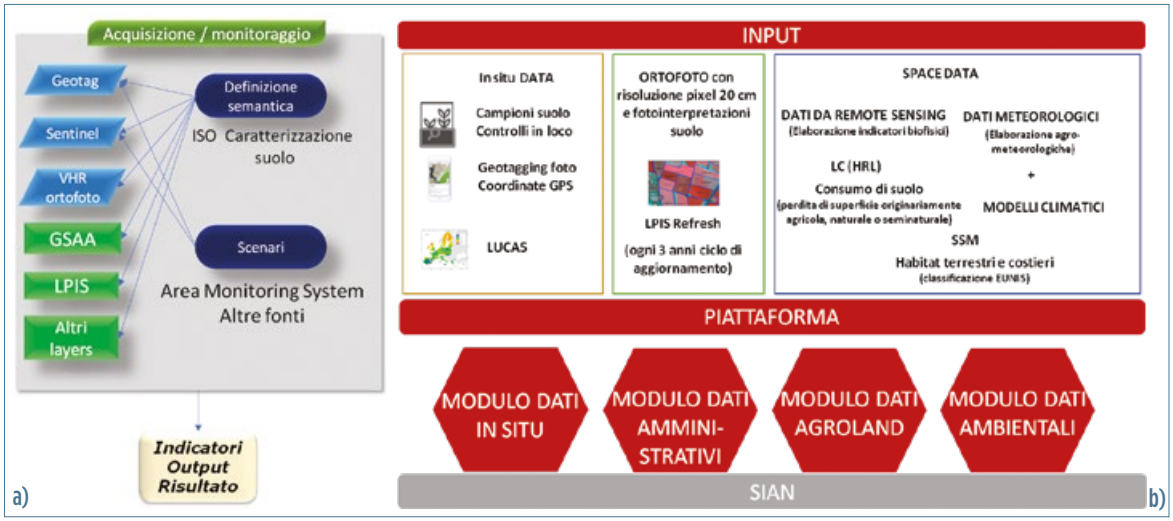


FIG. 3
PAC 2023-2027

Schematizzazione e integrazione delle informazioni nel Sian per soddisfare le esigenze normative legate alla Pac 2023-2027 (quantificazione degli indicatori di monitoraggio e valutazione).

Fonte:
a) Commissione europea-Jrc (2021)
b) Mipaaf-Agea-Ispra (2021).

MULTI-MAPPING PER STUDIARE GLI HABITAT MARINI

LA SPERIMENTAZIONE AVVIATA NELLA ZONA ZSC DI CIRELLA-DIAMANTE IN CALABRIA USA TECNOLOGIE E METODOLOGIE INNOVATIVE PER IL MONITORAGGIO MARINO COSTIERO, INTEGRANDO DATI SATELLITARI, VEICOLI AUTONOMI DI SUPERFICIE E STRUMENTI AD ALTA RISOLUZIONE. UN APPROCCIO UTILE ANCHE IN CONTESTI AMBIENTALI COMPLESSI.

A partire dal 2017, è in corso un'attività di sperimentazione e validazione di procedure di standardizzazione e integrazione multi data provenienti da diverse piattaforme multi sensori satellitari, *Unmanned aerial vehicles* (Uav), veicoli autonomi di superficie (Asvs) e tecnologia Multibeam ad alta risoluzione [1].
L'Ispra, il Cnr-Igag (Istituto di geologia ambientale e geoingegneria), l'Università della Calabria e il Centro regionale strategia marina di Arpa Calabria (Crsm-Arpacal) hanno avviato in stretta collaborazione un'attività di sperimentazione con lo sviluppo di tecnologie e metodologie innovative mediante un approccio multi-risoluzione e multi-scala (*figura 1*) per la mappatura degli habitat nelle Zone speciali di conservazione (Zsc) con particolare riferimento all'habitat prioritario 1120 Praterie di *Posidonia* e ai popolamenti a *Cystoseira*.
Le attività sono state condotte, in sinergia tra i diversi partner, nell'ambito dei progetti Musmap e Sic Carlit, finanziati dalla Regione Calabria al Crsm-Arpacal, con finalità di monitoraggio ambientale marino costiero nei 14 siti Natura 2000.

Lo studio degli habitat condotto nella zona speciale di Cirella-Diamante, tramite *seafloor mapping*, ha interessato la *Posidonia oceanica* tra circa 5 m e 50 m e i popolamenti a *Cystoseira* da costa sino a circa 1 m di profondità, integrando dati acustici e ottici multispettrali con algoritmi di classificazione basata su oggetti (Obia).
Per i dati satellitari sono state adoperate immagini satellitari Pléiades a 4 bande spettrali a 2 m di risoluzione del 28 settembre 2016, sulle quali sono state apportare correzioni dagli effetti della colonna d'acqua con compensazione dell'intensità della luce e attenuazione all'aumentare delle profondità.
Per i dati batimetrici è stato invece condotto nel settembre 2018 un rilievo *multibeam* estensivo ad alta risoluzione (batimetria, *backscatter* e dati della colonna d'acqua) tra 7 m e 50 m di profondità con il sistema Kongsberg EM2040 (3-400 kHz), installato sulla motonave Astrea.
I dati batimetrici elaborati alla massima risoluzione [2], hanno permesso di ricostruire Dem a 30 cm e mappe di *backscatter* a 20 cm di risoluzione. Tutti i dati (Dems, *backscatter intensity map*, dati Uav e immagini multi-spettrali) sono stati integrati tramite software Global mapper

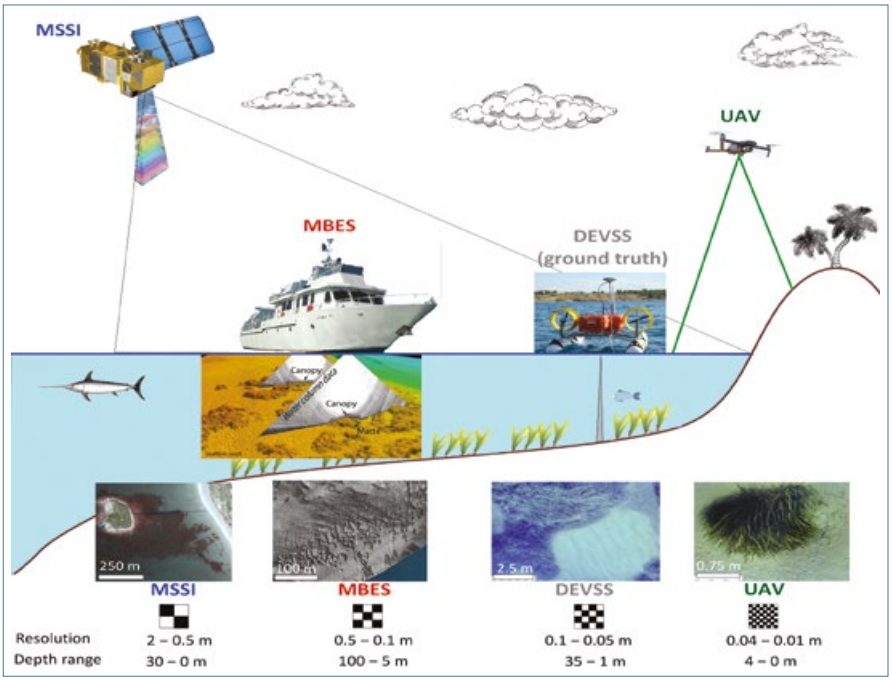


FIG. 1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA
Strumentazioni utilizzate per la generazione delle cartografie tematiche e comparazione delle loro risoluzioni. Mssi: immagine satellitare multispettrale; Mbes: sistema Multibeam echo-sounder; Devss: veicolo autonomo di superficie; Uav: unmanned aerial vehicle.

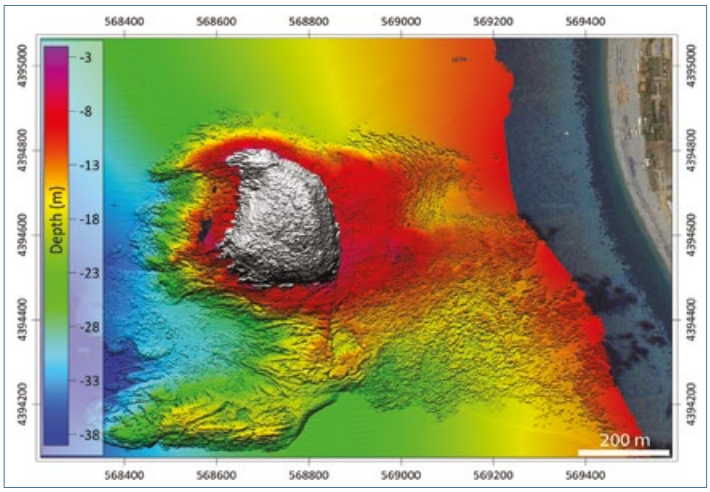


FIG. 2
DTMM

Modello digitale del terreno integrato (Dtmm) generato dalla fusione dei dati del modello ottico (Uav) e acustico (Multibeam) corregistrati sulla base di Gcp e sounding.

20.1 che ha permesso di co-registrare i dataset in *overlapping* (*figura 2*).
I rilievi Uav sono stati condotti nel luglio 2019 tramite un sistema Parrot Anafi Work da imbarcazione, dotato di fotocamera con sensore Cmos da 1/2,4 da pollici con risoluzione di 21 megapixel per frame e obiettivo con luminosità f/2.4 e lunghezza focale 23-69 mm (35 mm equivalente). I 4 voli condotti in modalità autonoma sono stati eseguiti con l'applicazione open Pix4D capture con sovrapposizione dell'80% frontale e laterale a un'altitudine media di 60 m per un totale di 360 fotogrammi. Le immagini sono state successivamente elaborate con Pix4D mapper utilizzando 11 Gcp ubicati lungo costa sino a un'altitudine di 10 m e altri sommersi impiegando i *sounding* per la correzione delle quote sommerse.
Per l'acquisizione dei punti di verità a terra (*ground truth*) sono stati condotti rilievi fotogrammetrici 3D e acustici con un veicolo autonomo di superficie (Asvs) denominato Devss (*Development vehicle for scientific survey*), sviluppato dallo spinoff 3D Research dell'Università della Calabria. L'Asvs è stato equipaggiato con una GoPro Hero 4Black con sensore Cmos hd da 12 mp.
Per il *ground truth* nelle acque poco profonde è stata impiegata una piattaforma a traino "Towed camera systems" (Utcs), dotata di una pinna caudale per ridurre i movimenti di beccheggio e rollio e stabilizzare le acquisizioni video. I fotogrammi acquisiti sono stati elaborati con i software Agisoft Metashape Pro e Pix4D mapper per le ricostruzioni fotogrammetriche.
I punti di verità a terra sono stati utilizzati per l'addestramento e la convalida degli algoritmi di classificazione *machine learning*.
Per l'analisi dei dataset abbiamo utilizzato una procedura di elaborazione e classificazione supervisionata (Obia) per restituire delle mappe tematiche ad alta risoluzione delle praterie di *P. oceanica* e della *Cystoseira* (*figura 3*).
L'Obia è un metodo di classificazione avanzato che incorpora informazioni spettrali, di peso, colore, struttura, forma e contestuali per identificare classi tematiche in immagini derivate da dati ottici e acustici. La classificazione si basa sulla scala degli oggetti e utilizza algoritmi di apprendimento automatico come *Support vector machine* (Svm), *Random tree* (Rt), *Decision tree* (Dt), bayesiano e *k-Nearest Neighbor* (k-NN) che sono stati progressivamente raffinati e applicati con successo.
I processi di acquisizione multipli e di elaborazione dei dati, condotti tra il 2017 e 2019 da sistemi acustici e ottici emersi e sommersi e multispettrali, hanno permesso una fedele, accurata e attuale ricostruzione della distribuzione delle praterie di *Posidonia oceanica* e della *Cystoseira* nel sito.
I processi di elaborazione *multi-layer* e *multi-data* hanno incrementato significativamente la risoluzione e l'accuratezza delle mappature delle praterie di *P. oceanica* soprattutto lungo i limiti superiori, difficilmente raggiungibili con le tecniche acustiche.
I migliori risultati della classificazione *object-based image* sono stati ottenuti con l'elaborazione combinata della batimetria (Dem), *backscatter* e dei dati ottici satellitari. Nell'ambito della direttiva quadro sulla Strategia marina (Msfd-2008/56/CE) e della direttiva Habitat (92/43/CEE), questa tecnica di mappatura può rappresentare una valida metodologia per determinare l'estensione areale degli habitat e la condizione delle praterie di *P. oceanica,* anche al fine di stimare il sequestro della CO_2 e lo stoccaggio del carbonio delle praterie.
L'approccio con questa metodologia di *multi-mapping* ad alta risoluzione, rappresenta un efficace e robusto metodo di studio delle aree emerse e sommerse anche in contesti insulari geologico-ambientali complessi e costituisce la base di partenza per piani di monitoraggio e controlli ambientali specifici da riproporre attraverso scansioni temporali ravvicinate (*timelapse high-resolution mapping*).

Sante Francesco Rende[1], Alessandro Bosman[2], Antonio Lagudi[3], Fabio Bruno[4], Emilio Cellini[5]

1. Ispra
2. Istituto di geologia ambientale e geoingegneria del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Igag)
3. 3D Research
4. Università della Calabria
5. Centro regionale strategia marina (Crsm), Arpa Calabria

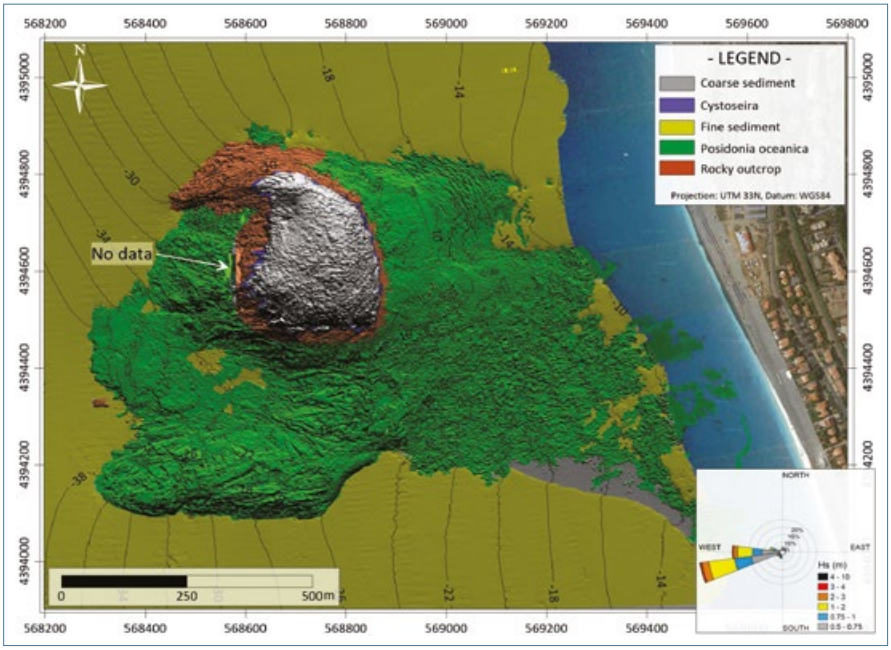


FIG. 3 MAPPA TEMATICA
Mappa tematica delle facies dei fondali circostanti l'Isola di Cirella sovrapposta alla batimetria multibeam ad alta risoluzione. In basso a destra clima ondametrico di 30 anni.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] Rende S.F., Bosman A., Di Mento R., Bruno F., Lagudi A., Irving A.D., Dattola L., Giambattista L., Lanera P., Proietti R., Parlagreco L., Stroobant M., Cellini E., 2020, "Ultra-high-resolution mapping of Posidonia oceanica (L.) Delile meadows through acoustic, optical data and object-based image classification", *J. Mar. Sci. Eng.,* 2020, 8, 647 https://doi.org/10.3390/jmse8090647.

[2] Bosman A., Romagnoli C., Madricardo F., Correggiari A., Remia A., Zubalich R., Fogarin S., Krussc A., Trincardi F., 2020, "Short-term evolution of Po della Pila delta lobe from time lapse high-resolution multibeam bathymetry (2013–2016)", *Estuarine Coastal and Shelf Science,* 233(1-2):106533. DOI:10.1016/j.ecss.2019.106533.

I DATI SENTINEL PER MONITORARE I CORSI D'ACQUA

IL CRESCENTE SVILUPPO TECNOLOGICO NEL CAMPO DEL TELERILEVAMENTO HA POSTO LE BASI PER L'IMPIEGO SISTEMATICO DI NUOVE METODOLOGIE DA REMOTO PER LA CARATTERIZZAZIONE IDROMORFOLOGICA, ANCHE TRAMITE L'INTEGRAZIONE CON ALTRI STRUMENTI. VERSO UN SERVIZIO NAZIONALE NEL MIRROR COPERNICUS.

Dalla sua introduzione attraverso la direttiva quadro sulle Acque 2000/60/CE, l'idromorfologia si è sviluppata come disciplina trasversale tra idrologia e geomorfologia, mettendo in risalto l'importanza degli aspetti fisici e dei processi nello studio e nella gestione dei sistemi fluviali. Proprio riconoscendo il ruolo di supporto che i processi idromorfologici alle diverse scale hanno nel sostenere gli ecosistemi acquatici e i servizi che essi erogano, la direttiva quadro sulle Acque richiede espressamente la valutazione delle condizioni idromorfologiche di un corso d'acqua per la classificazione e il monitoraggio dei corpi idrici. A tale scopo, negli ultimi decenni sono stati sviluppati a livello europeo numerosi metodi, la maggior parte dei quali rientrano nella categoria del cosiddetto rilevamento o valutazione degli habitat fisici.
In Italia, l'Ispra (Istituto superiore per la ricerca e la protezione ambientale), con la sua Unità di idrologia, ha promosso a partire dal 2008 un percorso di ricerca e sviluppo per arrivare a disporre, a livello nazionale, di un approccio metodologico, comprensivo di una serie di *tool* geomorfologici per la gestione dei corsi d'acqua, coinvolgendo i gruppi di ricerca di tre università italiane – le Università degli Studi di Firenze e di Padova e la Libera Università di Bolzano – aventi competenze di rilievo nel tema della geomorfologia fluviale. Questa attività ha condotto alla realizzazione e all'implementazione di un ampio sistema, denominato Idraim, per la valutazione idromorfologica, l'analisi e il monitoraggio dei corsi d'acqua e per la definizione delle misure di mitigazione degli impatti ai fini della pianificazione integrata prevista dalla direttiva quadro sulle Acque e dalla direttiva Alluvioni 2007/60/CE. Nel corso del tempo, il sistema Idraim si è ulteriormente arricchito di un sistema per il rilevamento e la classificazione delle unità morfologiche dei corsi d'acqua (ossia gli habitat fisici), denominato Sum, utilizzato per identificare, caratterizzare e analizzare l'insieme delle unità morfologiche presenti lungo un tratto di corso d'acqua attraverso un uso sinergico di analisi su campo e da remoto e di una metodologia, adattata al contesto italiano, denominata e-MesoHabsim, per descrivere la variabilità spazio-temporale degli habitat fluviali disponibili per la fauna, in funzione della portata defluente e della morfologia del corso d'acqua.

I vantaggi del rilievo da satellite

Seppure il rilievo sul terreno e l'elaborazione di cartografia sono raccomandati e spesso indispensabili in alcune condizioni, il crescente sviluppo tecnologico nel campo del telerilevamento, unito alla facilità di acquisizione di dati e informazioni anche in termini economici, ha posto le basi necessarie per l'impiego sistematico di nuove metodologie da remoto per la caratterizzazione idromorfologica. In particolare, l'integrazione di sistemi di *remote sensing* può contribuire fortemente alle attività di monitoraggio delle aste fluviali, fornendo un approccio comparativo a larga scala che prenda in considerazione le interazioni esistenti tra un corso d'acqua e il suo bacino idrografico a monte. Tale approccio sistemico ha non solo con lo scopo di comprendere meglio il funzionamento dei fiumi, ma anche e soprattutto di supportare efficacemente la gestione integrata dei sistemi fluviali a scala regionale, nazionale ed europea.

FOTO: STEFANO MARIANI - ISPRA

1

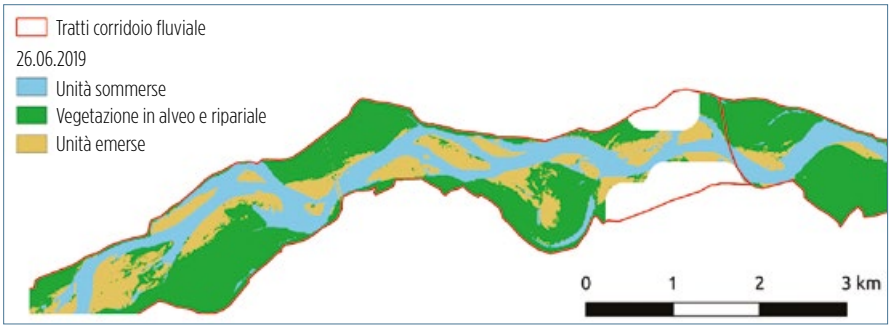


FIG. 1 ELABORAZIONE DA RILIEVO SATELLITARE SU FIUME PO
Risultato del classificatore delle macro-unità morfologiche da Sentinel- 2 per un tratto del fiume Po osservato in data 26/06/2019. Le aree mancanti (pixel bianchi) mostrano le zone coperte da nuvole. In celeste le unità in alveo sommerse, in verde la vegetazione in alveo e ripariale e in marrone chiaro le unità in alveo emerse.

FOTO: MARCO CASIOLI - ISPRA

2

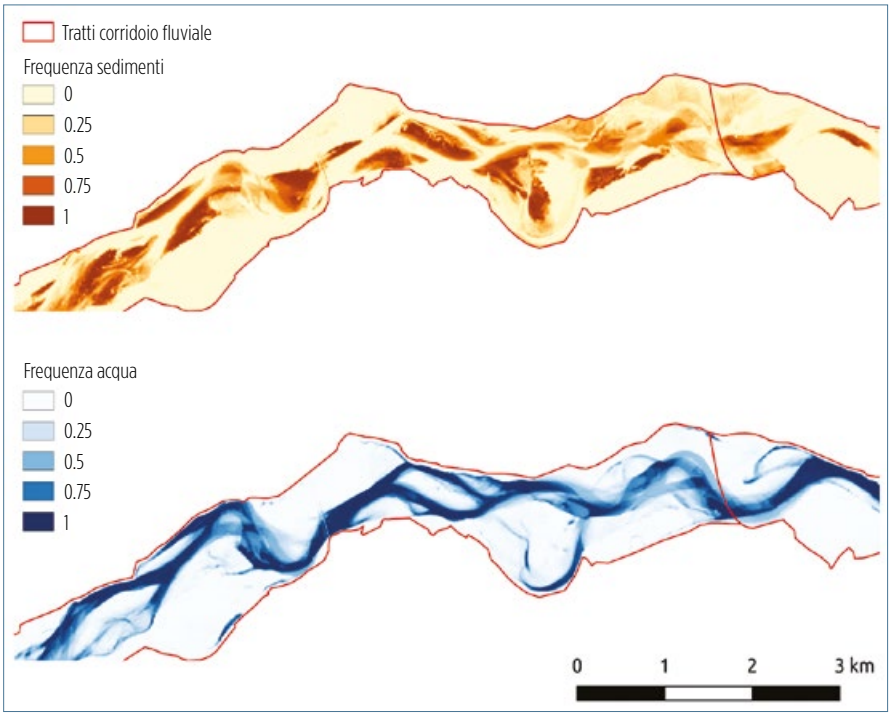


FIG. 2 ELABORAZIONE DA RILIEVO SATELLITARE SU FIUME PO
Mappa di frequenza mediata su un mese per le unità emerse (alto) e sommerse (basso) ottenute tramite il classificatore delle macro-unità morfologiche da Sentinel-2. La frequenza è normalizzata tra zero e uno.

Negli ultimi anni, le acquisizioni di immagini satellitari di nuova generazione, in primis dai satelliti Sentinel del programma europeo Copernicus, grazie alla buona risoluzione spaziale, all'ampia copertura al suolo, all'elevata frequenza temporale e al basso costo per gli utenti (nel caso delle Sentinel i dati sono gratuiti), si sono dimostrate uno strumento innovativo adatto allo studio e al monitoraggio dei sistemi fluviali a più scale spaziali e temporali. La grande mole di dati acquisiti da questi satelliti può permettere lo sviluppo di strumenti applicativi di supporto alla gestione dei sistemi fluviali, sia da un punto di vista fisico, come possono essere – per la caratterizzazione morfologica degli habitat lungo un corso d'acqua – la dinamica laterale e di vegetazione e la mappatura delle piene, sia in termini di supporto al monitoraggio della componente biotica, come ad esempio per l'analisi degli habitat fisici ai fini del campionamento delle componenti biologiche.

L'iniziativa Iris e l'integrazione satellite-droni

Con queste premesse, la convenzione operativa Asi-Ispra *"Habitat Mapping"* ha previsto espressamente una apposita linea di intervento avente come obiettivo tecnico-scientifico lo sviluppo e l'applicazione prototipale di *tool* e indicatori semi-automatici basati sui dati di Copernicus Sentinel-1 e Sentinel-2 di supporto alle attività degli enti territoriali di caratterizzazione e valutazione delle condizioni idromorfologiche delle aste fluviali, secondo la metodologia nazionale Idraim. Tale linea di intervento, che ha preso il nome di Iris (*Italian research and development initiative for spaceborne river monitoring*), ha visto l'Ispra, il Politecnico di Milano e la Durham University (Uk) cooperare mettendo insieme le proprie competenze in termini di idrologia, idromorfologia e telerilevamento da satellite e da aeromobili a pilotaggio remoto (droni).

Le attività di sviluppo e applicazione prototipale di questi *tool* e indicatori idromorfologici hanno interessato 9 tratti fluviali, di estensione variabile di 500-1.000 m, su quattro bacini scelti da nord a sud per rappresentare specifiche peculiarità nell'ambito del territorio nazionale: Po e Sesia nel distretto idrografico del fiume Po; Tagliamento nel distretto delle Alpi orientali; Paglia-Tevere nel distretto idrografico dell'Appennino centrale; fiumara Bonamico nel distretto idrografico dell'Appenino meridionale.

Nei tratti selezionati sono state condotte campagne di misure in cui l'utilizzo di droni ha permesso di acquisire immagini fondamentali per la generazione, con sufficiente copertura spaziale, dei prodotti di *ground truth* (verità a terra) necessari nelle attività di calibrazione e validazione dei *tool* sviluppati sulla base dei dati Sentinel.

L'iniziativa Iris ha dimostrato che con uno sforzo di campionamento ridotto rispetto alle metodologie tradizionali e con l'integrazione delle immagini multispettrali da Sentinel-2 e Sar da Sentinel-1 con i dati da drone è possibile generare una vasta gamma di informazioni a supporto della caratterizzazione idromorfologica dei corsi d'acqua. È stato possibile produrre informazioni settimanali e mensili riguardo la traiettoria delle macro-unità morfologiche, ossia unità in alveo sommerse (alveo di magra), unità in alveo emerse (es. barre di sedimento, canali emersi, sponde non vegetate) e la vegetazione in alveo e ripariate. Mappe di frequenza di tali macro-unità forniscono importanti indicazioni, fino a oggi non disponibili, circa la caratterizzazione morfologica delle tipologie di corsi d'acqua maggiori ai fini dell'interpretazione delle dinamiche d'alveo. Combinando le informazioni sulle frequenze delle unità sommerse rilevabili da Sentinel-1 e 2 con quelle delle altre macro-unità, è stato possibile generare nuovi strati informativi a supporto dell'identificazione dell'alveo di piena e l'alveo attivo fornendo un efficace strumento conoscitivo per la gestione della risorsa idrica e della caratterizzazione degli habitat fisici e del rischio idraulico. Nei tratti monitorati con drone è stato anche possibile derivare informazioni sulla distribuzione granulometrica superficiale che, estesa su tratti caratteristici all'interno di un bacino, può costituire una importante base informativa per il calcolo del trasporto solido, per l'interpretazione dei

1-2 Fiume Paglia e fiumara Bonamico, monitoraggio con drone per l'attività di calibrazione e validazione dei *tool* e degli indicatori basati sui dati di Copernicus Sentinel 1 e Sentinel 2.

processi d'alveo e per la caratterizzazione e il monitoraggio degli habitat fisici. Questo utilizzo congiunto Sentinel-droni rende possibile disporre di uno strumento di monitoraggio multi-scala, che va dall'informazione di dettaglio raggiungibile sul tratto dell'ordine del cm/mm fino all'informazione a larga scala ottenibile da satellite con copertura dell'ordine delle centinaia di km, permettendo un'integrazione di scale spaziali e temporali che, oltre a caratterizzare un tratto specifico di un corso d'acqua, fornisce elementi utili a generalizzare l'informazione all'intero bacino.
Rendere sistematiche a livello regionale le acquisizioni da drone a integrazione dei rilievi di campo condotti normalmente per l'applicazione della metodologia Idraim, congiuntamente all'implementazione operativa a scala nazionale dei *tool* sviluppati dall'iniziativa Iris, può condurre alla creazione di un sistema innovativo di monitoraggio fluviale. Si avrebbe così la possibilità di usufruire di un sistema nazionale aperto e aggiornabile a scadenze fissate (es. mensili), capace di generare nuovi e preziosi strati informativi a supporto della pianificazione integrata prevista dalle direttive europee, fornendo ai decisori politici e agli enti coinvolti nel monitoraggio idromorfologico uno strumento interpretativo e previsionale delle dinamiche d'alveo presenti e future, particolarmente rilevante in relazione agli impatti prodotti dai cambiamenti climatici e dalla crescente pressione antropica sul territorio.

Le prospettive del servizio

La risoluzione spaziale attuale dei dati Sentinel, attualmente compresa tra i 10 e i 20 m, implica l'applicazione dei *tool* sviluppati ai corsi d'acqua nazionali con alveo attivo di larghezza maggiore di 50 m (e alveo bagnato maggiore di 50 m per gli indicatori che riguardano la stima dell'alveo bagnato), precludendone al momento l'utilizzo alla gran parte dei bacini montani, dove tuttavia resta la possibilità di utilizzare le acquisizioni da drone per la caratterizzazione di dettaglio di tratti specifici. La possibilità di rendere operativo un tale sistema di monitoraggio e caratterizzazione idromorfologica dei corsi d'acqua medio-grandi dipende dall'assunzione di una strategia nazionale di lungo periodo, come quella prevista dal programma Mirror Copernicus della *Space economy* nazionale, che prevede l'utilizzo sistematico delle acquisizioni satellitari e l'integrazione con dati *in situ* e da modellistica. L'operatività di un tale servizio nazionale di monitoraggio e caratterizzazione idromorfologica è pertanto alla base del servizio tematico "Risorsa idrica" previsto dal Mirror Copernicus. Il contesto della *Space economy* permetterà inoltre di valutare la possibilità di migliorare ulteriormente il servizio disponendo con continuità anche di ulteriori dati da telerilevamento, inclusi quelli satellitari di maggiore risoluzione spaziale (es. dati di Cosmo SkyMed) e permettendo di estendere l'applicabilità dei *tool* anche a quei corsi d'acqua con alveo attivo di larghezza inferiore ai 50 m. Questa è una delle sfide che sarà intrapresa nell'ambito del programma Mirror Copernicus, che vedrà in primis il coinvolgimento operativo dell'Ispra e delle Agenzie del Snpa, con l'obiettivo di sistematizzare e integrare alle varie scale spaziali e temporali la grande quantità di dati generati per l'osservazione dell'ambiente e di trasformare questi dati in conoscenza e in una maggiore comprensione del territorio e dei suoi processi geomorfologici ed ecologici.

Stefano Mariani, Martina Bussettini

Ispra

Con la collaborazione del team Iris

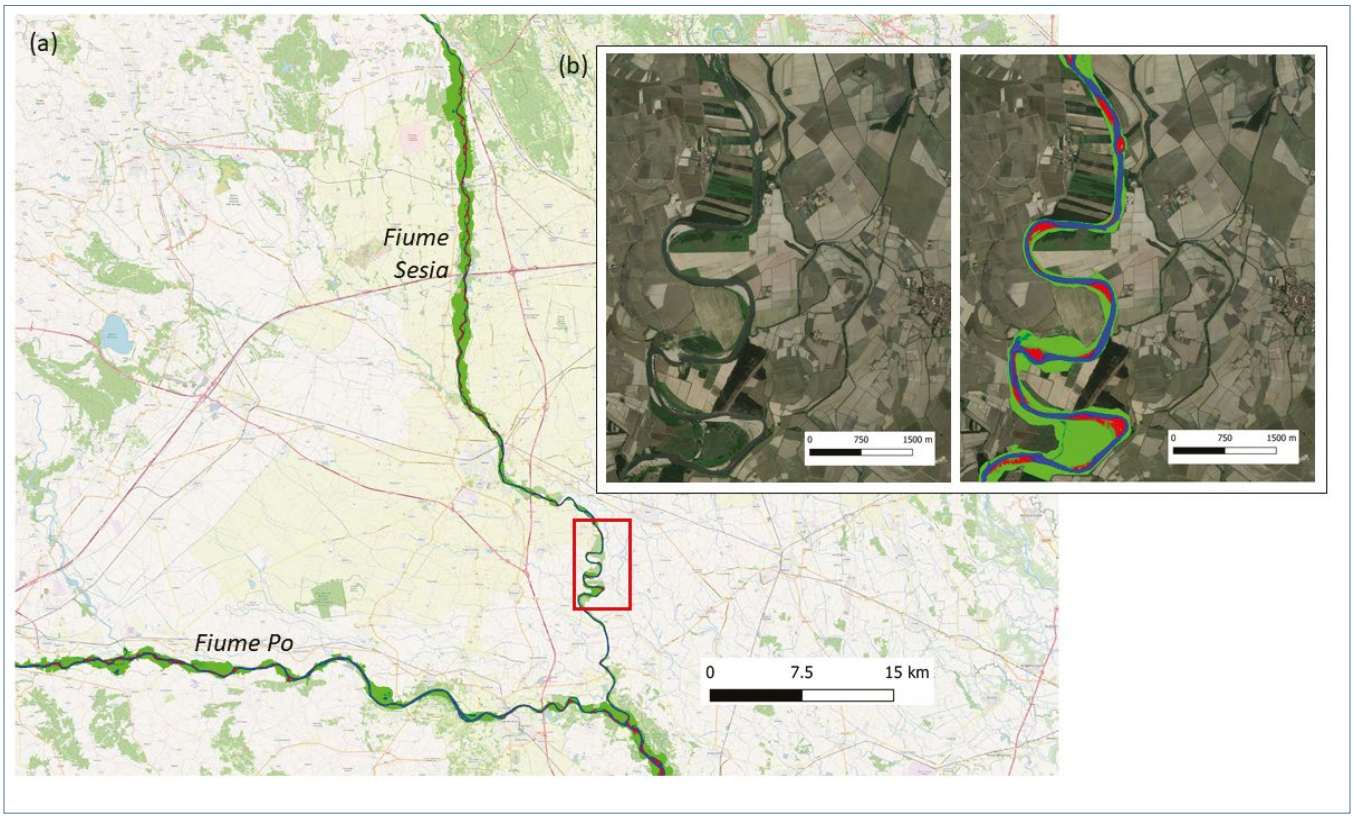


FIG. 3 ELABORAZIONE DA RILIEVO SATELLITARE SUI FIUMI PO E SESIA
Risultato dell'applicazione del classificatore delle macro-unità morfologiche da Sentinel-2 alla serie temporale lungo i corridoi fluviale di Po e Sesia.
(a) Immagine RGB in falsi colori ottenuta dalle frequenze medie mensili delle classi di "unità sommerse" (banda blu), "unità emerse" (banda rossa) e "unità di vegetazione in alveo e ripariale" (banda verde).
(b) Dettaglio di un tratto lungo il Sesia, identificato con il rettangolo rosso in (a).
L'immagine di fondo utilizzata in (a) è estratta da OpenStreetMap per QGis mentre quelle in (b) sono estratte dal Tms di Google Satellite per QGis.

LE OPEN SCHOOL PER UN'INNOVAZIONE CONCRETA

NELL'AMBITO DEL PROGRAMMA EUROPEO COPERNICUS, LE OPEN SCHOOL SONO UNO STRUMENTO FORMATIVO INNOVATIVO PER ACCRESCERE LA CONOSCENZA E LA CONSAPEVOLEZZA DEGLI UTENTI FINALI SUI SERVIZI OFFERTI. SONO COINVOLTI MOLTEPLICI SOGGETTI, CON UN'ATTENZIONE PARTICOLARE ALLE SPECIFICITÀ LOCALI.

Le *Open school* (Os) sono uno strumento informativo e formativo, innovativo, ritenuto particolarmente efficace per perseguire quello che nell'ambito del programma europeo Copernicus è denominato *User uptake* (Uu)[1].
Tale azione, promossa nel 2016 da Unione europea e Stati membri, è stata finalizzata ad accrescere la conoscenza e la consapevolezza presso gli "utenti finali", nello svolgimento delle loro ordinarie attività e per il perseguimento dei loro obiettivi, di quale possa essere l'utilità, e quindi il valore aggiunto – anche di impresa – ottenibile dall'uso di strumenti innovativi di osservazione della Terra (Ot), di geomatica e rappresentazione geospaziale (Ggi), nonché di gestione dinamica delle informazioni da questi prodotte, in particolare attraverso quanto Copernicus rende disponibile apertamente e gratuitamente a tutti gli europei e non solo.

La peculiarità delle Os, oltre a quella di perseguire tale finalità prioritaria, è quella di affrontare contemporaneamente aspetti comunemente tralasciati e/o affrontati singolarmente da altre attività

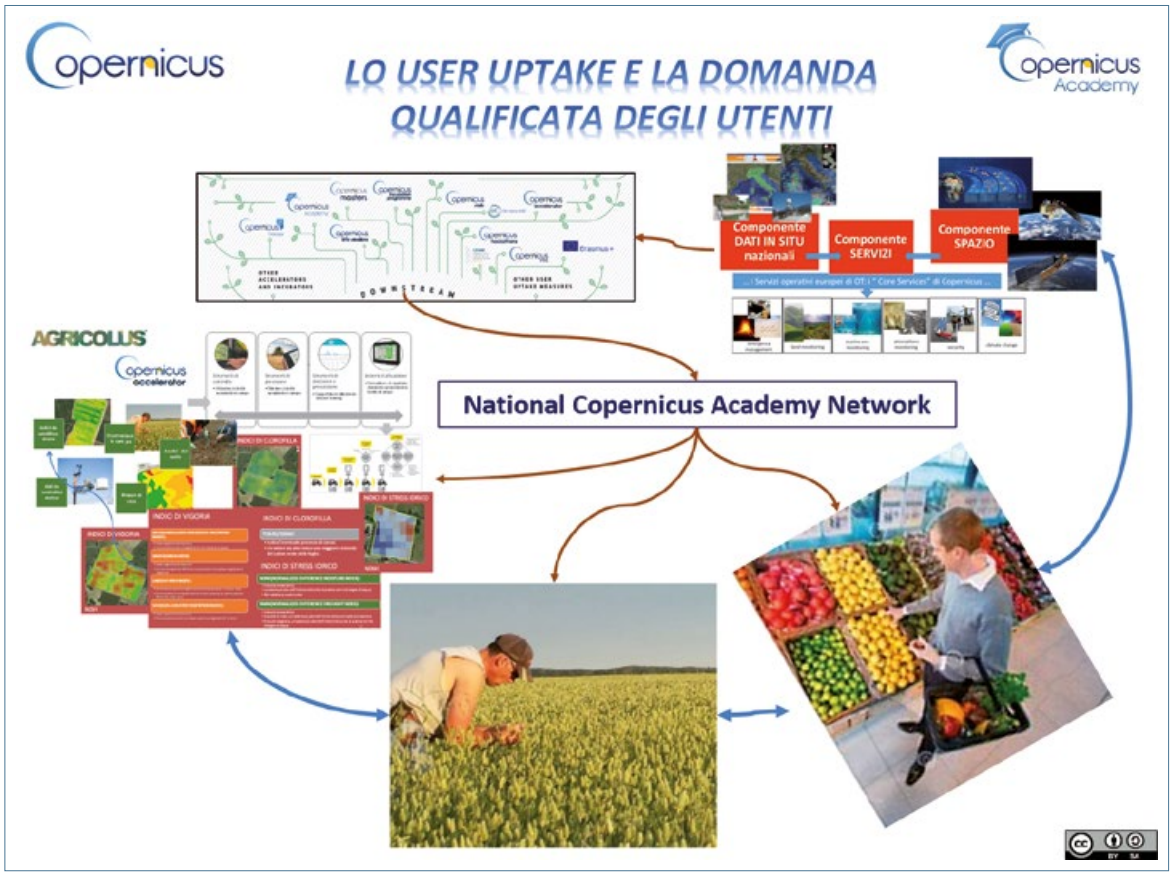


FIG. 1
DOMANDA DEGLI UTENTI

Offerta consapevole da parte dell'impresa mirata ai fabbisogni degli utenti.

di Uu, e contribuire alla risoluzione di problematiche, quali:
- promuovere la cooperazione e il concorso tra strutture e rappresentanze dello *User forum* nazionale di Copernicus (Ufn)[2]
- la costruzione di una domanda qualificata di servizi di Ot e Ggi da parte degli utenti finali e di un'offerta altrettanto consapevole da parte dell'impresa, mirata ai fabbisogni di tali utenti, e non tanto al solo sviluppo o all'applicazione di innovazione e tecnologie innovative automotivate (*figura 1*)
- la realizzazione di occasioni di incontro, cooperazione e integrazione, anche operativa, tra le diverse rappresentanze locali delle diverse comunità di utenti interessate e da coinvolgere nelle attività di Uu.

Le Os sono proposte e sostenute dal coordinamento nazionale della Copernicus Academy e dagli Stati generali per l'innovazione, nonché, a seconda dei tematismi, da altre rappresentanze. Tra queste, preme annoverare le autorità regionali e quelle territoriali di area vasta e/o comunali, i soggetti preposti a monitoraggi, valutazioni e controlli ambientali (in particolare le Arpa) e quelli responsabili dell'istruzione, formazione e addestramento (in particolare atenei e altri già membri della Copernicus Academy), nonché le rappresentanze professionali, dell'impresa e del commercio.
In generale, le Os rispondono agli obiettivi sopra descritti attraverso attività di Uu che prevedono almeno tre macrofasi: proposizione, organizzazione (comprensiva della progettazione) e attuazione, da articolare e sviluppare tra il livello nazionale e quello locale, essendo quest'ultimo il reale destinatario dell'azione complessiva da realizzare.
La proposizione di una Os consiste nello stabilire le tematiche da sviluppare, il territorio destinatario e ospitante e il promotore locale della Os, cioè il soggetto attorno a cui si concretizzano le attività previste dalle macrofasi. Queste scelte spettano al livello nazionale, ma devono essere fatte tenendo conto degli interessi degli altri livelli territoriali e sono condizionate dall'esistenza o meno localmente di articolazioni e attività della Copernicus Academy e degli Stati generali per l'innovazione che possano concorrere a sostenere sul territorio la realizzazione delle due macrofasi successive (*figura 2*).
L'organizzazione prevede almeno tre fasi distinte e relative all'istruttoria, comprendente l'individuazione di docenza e imprese, al coinvolgimento territoriale e alla pianificazione e programmazione operativa.
È caratterizzata in particolare:
- dal dare vita a un comitato promotore locale, costituito, oltre che dalle rappresentanze di livello nazionale che lo coordinano, da quelle degli altri soggetti locali ritenuti utili e necessari, oltre che per la realizzazione operativa delle diverse fasi, per la definizione dei contenuti della *Open school* e l'erogazione degli stessi
- dal coinvolgere i portatori degli interessi locali, individuati dal comitato promotore attraverso la realizzazione di incontri in cui, oltre a essere data ampia informazione, illustrazione e uso di ciò che Copernicus rende disponibile nell'ambito del tematismo scelto per l'Os, vengono offerti al confronto e alla discussione collettiva i contenuti e il programma provvisorio delle attività definiti e predisposti dal comitato promotore. Tale confronto da un lato permette al comitato promotore di approfondire e percepire ulteriormente i fabbisogni di Ot e le ulteriori specificità del territorio interessato, dall'altro di definire il programma definitivo della Os in sintonia con il territorio ospitante.
La complessa e intensa azione del comitato promotore, ma soprattutto gli incontri collettivi e preliminari alle attività di formazione e addestramento, sono già di per sé attività di *User uptake* rilevanti e localmente significativi (*figura 3*).
Anche l'attuazione si sviluppa in più fasi coinvolgendo attivamente non solo il comitato promotore, i docenti e le imprese selezionate e incaricate dei moduli didattici informativi, formativi e di addestramento, ma anche gli stessi partecipanti all'incontro preliminare.
La prima di tali fasi, che ben rappresenta altresì l'opportunità di un rapporto informato e consapevole tra domanda e offerta di servizi di Ot, si realizza nei tre giorni di svolgimento operativo delle attività di informazione, formazione e

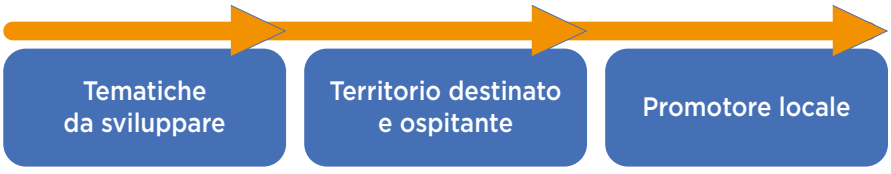


FIG. 2 FASE PROPOSITIVA

FIG. 3 FASE ORGANIZZATIVA

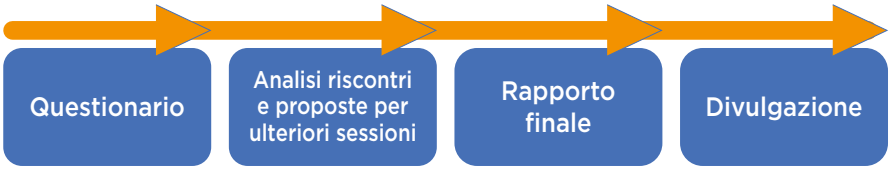


FIG. 4 FASE ATTUATIVA

addestramento previste dal programma definitivo della Os, attraverso:
- un'illustrazione degli elementi minimi necessari per capire, sapersi muovere e poter valutare i mondi dell'Ot e della Ggi, nonché degli *open source* e degli *open data* progressivamente focalizzati ai temi dell'Os
- una dimostrazione e un avvio all'uso sia dei prodotti offerti direttamente da Copernicus in modo aperto e gratuito sia di quelli sviluppati soprattutto da alcune Pmi in modo mirato e integrato a valle di quanto Copernicus già rende disponibile, e offerti sul mercato dei servizi specialistici ai diversi possibili utenti finali
- le imprese sono chiamate a giocare un ruolo istituzionale e neutro, partecipando alla realizzazione delle attività.

Le ultime due fasi perseguono la valutazione, la diffusione e la radicazione sul territorio di quanto realizzato e ottenuto attraverso tutte le fasi e le attività precedenti, coinvolgendo e interagendo, oltre che con il comitato promotore, i docenti, le imprese e i discenti, con quanti sono stati coinvolti negli incontri preliminari.
Infatti, a valle della fase precedente, segue una ineludibile fase:
- di rilevamento e indagine attraverso la somministrazione di un questionario destinato a raccogliere, oltre ai giudizi, le considerazioni, i suggerimenti e le possibili ulteriori richieste dei discenti, da cui ottenere anche spunti per l'identificazione e definizione di nuove esigenze di servizi e prodotti di Ot e/o da essi derivabili
- di predisposizione di un rapporto finale, narrazione e analisi di tutte le attività svolte, da distribuire e discutere tra tutti i partecipanti, nonché da rendere fruibile pubblicamente.

L'ultima fase è relativa alla creazione e implementazione di strumenti informativi, formativi e addestrativi e didattici online mirati, e alla creazione e animazione di una comunità di pratica online, destinata ad alimentare localmente la discussione e lo scambio di conoscenze ed esperienze sull'impiego di ciò che ruota attorno a Copernicus, ma in generale dell'innovazione e non solo tecnologica (*figura 4)*.
A oggi sono state realizzate tre Os (Bari, 2018; Asti, 2019; Perugia online, 2021) con il coinvolgimento di oltre 500 persone, e altre sono in programma.

Maria Castellani[1], Bernardo De Bernardinis[2], Sergio Farruggia[3]

1. Ispra
2. Coordinatore nazionale della Copernicus Academy
3. Vice presidente degli Stati generali dell'innovazione

NOTE

[1] www.copernicus.eu/sites/default/files/Fostering_the_uptake_of_Copernicus_and_Space_applications_July2017.pdf

[2] www.isprambiente.gov.it/it/programma-copernicus

[3] www.isprambiente.gov.it/it/programma-copernicus/notizie/scuola-copernicus-2018-telerilevamento-per-l2019agricoltura-4.0

[4] www.snpambiente.it/2019/09/10/copernicus-open-school-su-viticoltura-4-0-e-paesaggio-delle-colline-piemontesi/

[5] www.snpambiente.it/2021/05/21/copernicus-lagricoltura-4-0-e-la-sostenibilita-ambientale-e-impresa/

FIG. 5 OPEN SCHOOL
Realizzazione della Os ad Asti (2019).

COSÌ CAMBIA L'ECOSISTEMA METEOROLOGICO NAZIONALE

L'AGENZIA ITALIAMETEO E LE FUTURE OPPORTUNITÀ NEL NUOVO CONTESTO IN VIA DI REALIZZAZIONE IN ITALIA. L'IMPORTANZA DEL TRASFERIMENTO DEL DATA CENTRE DI ECMWF A BOLOGNA, DELLO SVILUPPO DELLA SPACE ECONOMY E, IN PARTICOLARE, DEL PROGRAMMA MIRROR COPERNICUS, ANCHE A BENEFICIO DEL COSIDDETTO "SEGMENTO SICUREZZA".

La piena operatività dell'agenzia ItaliaMeteo, e quindi la sua capacità di catalizzare da un lato le competenze meteorologiche nazionali traendo energia dal contesto esistente e dall'altro di fornire quei prodotti e servizi che possano favorire lo sviluppo del contesto stesso, sarà agevolata certamente dalla presenza e dallo sviluppo incrementale di alcune infrastrutture tecnologiche e di capacità progettuali a valenza internazionale e nazionale che opereranno in Italia e che avranno a Bologna un hub importante.

Tali infrastrutture costituiranno un ecosistema tecnologico in grado di dare un grande contributo alle varie filiere di attività che operano alle diverse scale territoriali e nei diversi ambiti istituzionali di utilizzo, a supporto dell'agenzia ItaliaMeteo e degli "Enti meteo" definiti nel Dpr del regolamento dell'agenzia stessa, che con essa comporranno il "Sistema meteorologico nazionale"[1].
Alcune di queste infrastrutture e capacità progettuali sono definite da tempo, altre sono in via di realizzazione e molto probabilmente prenderanno vita nell'immediato futuro.

Nel corso degli ultimi anni sono accaduti e stanno accadendo eventi molto rilevanti che possono modificare sostanzialmente lo stato dell'arte della meteorologia nazionale, creando le premesse per una sua importante evoluzione come sistema integrato: il trasferimento del *data centre* di Ecmwf da Reading (Uk) in Italia (a Bologna), la presenza dei servizi Copernicus[2] che troveranno anche in Italia ampia utilizzazione, nonché l'attuazione della*Space economy* e in particolare del piano nazionale Mirror Copernicus[3]. Questi eventi si legano alla costituzione dell'agenzia ItaliaMeteo e sono in stretta sinergia tra di loro, poiché ognuno di essi può beneficiare delle fortune degli altri.

FOTO: COPERNICUS - ESA, (CC BY-SA 3.0 IGO)

Il trasferimento del *data centre* di Ecmwf in Italia

Il trasferimento del *data centre* di Ecmwf in Italia, approvato dal *Council* dell'Ecmwf il 22 giugno 2017, e che è stato realizzato presso il Tecnopolo di Bologna, costituirà certamente un punto di riferimento tecnologico fondamentale per l'agenzia ItaliaMeteo. Si ricorda infatti che Ecmwf è la struttura europea che formula le previsioni meteorologiche numeriche a beneficio dei Paesi membri che finanziano l'attività del Centro. La vicinanza tra questa struttura di calcolo e l'agenzia ItaliaMeteo, nella città di Bologna, potrà sicuramente aumentare il livello di collaborazione tra Ecmwf e l'agenzia stessa.

L'attuazione della *Space economy* con il piano Mirror Copernicus

Parallelamente, per quanto concerne l'utilizzo dei prodotti del programma europeo Copernicus e soprattutto l'attuazione della *Space economy* con il piano nazionale Mirror Copernicus, si pongono le basi per gestire in maniera integrata e fruttuosa la grande ed eterogenea mole di dati geo-spaziali disponibili, in particolar modo quelli satellitari dalle diverse piattaforme orbitanti attorno alla Terra, così come della modellistica stessa di Ecmwf, al fine di soddisfare l'interesse della comunità nazionale attraverso l'utilizzo condiviso dei prodotti e servizi generati, e di incentivare la ricerca industriale per lo sviluppo di tecnologie innovative (Pia*no strategico di space economy*).
In particolare, il servizio idro-meteo-clima interno alla progettazione Mirror Copernicus ha l'obiettivo di definire e mettere a disposizione dati e servizi in ambito meteo-climatico, che costituiscano i prerequisiti per l'elaborazione successiva di prodotti a valore aggiunto che possano supportare le varie filiere dei diversi *buyer* (agricoltura, ambiente, trasporti, protezione civile ecc.).
I servizi che saranno prodotti in ambito Mirror Copernicus possono essere di diversa natura: servizi finalizzati ad alimentare piattaforme di *storage*, in un'ottica di gestione integrata di *big data*, indispensabili per analisi di post elaborazione anche di tipo climatico; servizi atti a un monitoraggio in tempo reale e servizi mirati alla previsione.

L'agenzia ItaliaMeteo avrà la grande fortuna di gravitare nell'ecosistema a elevato standard tecnologico presente nel Paese e potrà trarre risorse di supercalcolo, necessarie per far girare i modelli di previsione meteorologica e le

simulazioni del clima, dall'installazione del nuovo supercomputer pre-exascale cofinanziato da Italia e Unione europea presso il Tecnopolo a Bologna.
In definitiva l'agenzia ItaliaMeteo si troverà a operare all'interno di un ambiente ideale per il calcolo e le analisi di dati, anche in materia di clima e atmosfera, e per lo sviluppo di servizi innovativi che il Mirror Copernicus andrà a sviluppare nell'ambito della *Space economy*, oltre a quelli che potrà fruire dai servizi Cams[4] e C3S[5] di Copernicus.

Il ruolo dell'agenzia ItaliaMeteo

Si può ipotizzare che l'agenzia ItaliaMeteo in tale ecosistema potrà configurarsi sia come fornitore sia come fruitore di servizi e trarre giovamento dallo sviluppo dei tanti settori It, che spaziano da quello della gestione di dati (*big data*) allo sviluppo e operatività nella modellistica, dalla climatologia e produzione di scenari di cambiamento climatico ad alta risoluzione alle susseguenti analisi di impatto.

Da sottolineare inoltre, e non è assolutamente cosa da poco, che al termine dell'eccezionale emergenza sanitaria che il Paese sta vivendo con il Covid-19, ci sarà un'estrema necessità anche di una serie di prodotti e servizi che l'ecosistema coordinato dall'agenzia ItaliaMeteo potrà erogare per contribuire a far ripartire l'economia.
Per dare solo un esempio concreto, ma se ne potrebbero affiancare molti altri, di come potrebbe svilupparsi la sinergia sopra delineata, si può pensare alle applicazioni di servizio a beneficio del cosiddetto "segmento sicurezza" per la riduzione del rischio indotto da fenomeni meteorologici intensi, tema questo di eccezionale rilevanza anche per tutto il sistema di protezione civile.
Com'è noto, infatti, negli ultimi decenni si è osservato un numero crescente di eventi meteorologici particolarmente intensi sull'area europea, di cui sono responsabili nella maggioranza dei casi i sistemi convettivi a mesoscala, così come temporali a multicella e supercella che talvolta causano anche la formazione di tornado. Si tratta di fenomeni che sono aumentati in termini di frequenza di accadimento e di effetti al suolo, determinati dall'eccezionale intensità delle precipitazioni e dei venti.
Purtroppo una previsione dettagliata di tali eventi, per la loro natura di piccola se non piccolissima scala (talvolta inferiore alla decina di km^2), risulta ancora molto difficile da ottenere con gli attuali modelli di previsione numerica, anche se utilizzati a elevatissime risoluzioni spaziali (dell'ordine del km). In genere tali strumenti previsionali sono anche in grado di riprodurre le fenomenologie poi rilevate, ma in genere ne sbagliano il posizionamento nello spazio e nel tempo. Questi errori di localizzazione hanno un forte impatto sui sistemi di allertamento della protezione civile e, allo stesso tempo, sono molto dannosi anche in settori diversi: basti pensare alla lotta per la difesa dai fenomeni avversi (per esempio la grandine) in agricoltura.
In tutto ciò, diventano fondamentali la disponibilità, l'accesso e l'interoperabilità di dati e informazioni, dedicate o rese disponibili da altri settori, originate sia da sistemi strumentali *in situ* sia da piattaforme satellitari, nonché integrate e utilizzate nell'ambito di simulazioni dei fenomeni di interesse e relative sia alla meteorologia e alla climatologia sia allo stato dei suoli e della vegetazione, già rese disponibili oggi dai diversi servizi di Copernicus e che domani lo saranno nell'ambito del Mirror Copernicus della *Space economy* nazionale. Tutto questo rappresenta un interesse primario e impegna l'agenzia ItaliaMeteo a concorrervi.

Facendo tesoro di queste eccezionali opportunità offerte, e che determinano un miglioramento sostanziale nelle capacità osservative e previsionali, si potrà ottenere come conseguenza non solo un'altrettanto sostanziale riduzione del rischio meteo-idrogeologico e idraulico, ma si potranno avere anche elevate ricadute positive sull'economia del Paese, fortemente legata all'agricoltura, al patrimonio culturale, al funzionamento dei trasporti, alla produzione e consumo di energia e alla gestione della risorsa idrica.

Carlo Cacciamani

Responsabile Servizio IdroMeteoClima, Arpae Emilia-Romagna
Nominato direttore della costituenda agenzia nazionale ItaliaMeteo (Dpr 17/09/2021)

Ha collaborato alla stesura dell'articolo Alessandra De Savino

NOTE

[1] www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2021/01/20/21G00004/sg

[2] www.copernicus.eu/it

[3] www.snpambiente.it/2021/02/07/mirror-copernicus-il-momento-di-impegnarsi-davvero/

[4] https://atmosphere.copernicus.eu/charts/cams/

[5] https://cds.climate.copernicus.eu/about-c3s

CARLO CACCIAMANI NOMINATO DIRETTORE DI ITALIAMETEO

Il Consiglio dei ministri, nella riunione del 16 settembre 2021 su proposta del presidente del Consiglio, Mario Draghi, ha deliberato il conferimento dell'incarico di direttore dell'agenzia nazionale per la meteorologia e climatologia "ItaliaMeteo" a Carlo Cacciamani, responsabile della Struttura IdroMeteoClima di Arpae.

Con la nomina, della durata triennale come previsto dal successivo Dpr 17/09/2021, potrà finalmente prendere l'avvio l'attività dell'agenzia ItaliaMeteo, che avrà il ruolo di servizio meteo nazionale e sarà anche una struttura di coordinamento di tutti gli "Enti meteo" che gestiscono in modalità e misura diverse le tematiche meteo-climatologiche e marine nel Paese. Con la sua nascita si colma la mancanza storica di un servizio meteorologico nazionale civile, assente in Italia a differenza della grande maggioranza degli altri Paesi.

"A Carlo Cacciamani i migliori auguri di buon lavoro da parte del Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente – ha dichiarato Stefano Laporta, presidente di Snpa e di Ispra–. Un ruolo strategico quello che si accinge a ricoprire, a capo di una struttura fondamentale e molto attesa quale è ItaliaMeteo. L'Italia si dota di un servizio meteorologico nazionale, che andrà a coordinare le tante competenze oggi affidate a diversi enti. Tra questi, alcune nostre Agenzie per l'ambiente e non a caso Cacciamani ha maturato una parte significativa della sua lunga esperienza anche in Arpae Emilia-Romagna".

"Siamo molto felici di questa nomina- ha dichiarato il direttore generale di Arpae, Giuseppe Bortone- innanzitutto perché si tratta di una scelta basata sulla competenza tecnica e la qualità scientifica. Cacciamani ha lavorato tanto perché andasse in porto la creazione dell'agenzia ItaliaMeteo e questa nomina è il giusto riconoscimento al suo impegno e alla sua preparazione, che gli vengono riconosciuti da tutto il mondo della meteorologia e climatologia. Arpae darà pieno supporto all'avvio di ItaliaMeteo, la collaborazione sarà stretta, consapevoli che è nell'interesse di tutti il pieno supporto dei servizi meteo regionali come il nostro alle attività della nuova agenzia".

I SATELLITI A SERVIZIO DELL'AGRICOLTURA 4.0

I SATELLITI OFFRONO IMPORTANTI VANTAGGI NEL MONITORAGGIO DELLE COLTURE DA REMOTO. GLI INDICI DI VEGETAZIONE PERMETTONO DI DESCRIVERE ASPETTI DIVERSI DELLE COLTURE, PER GESTIRE AL MEGLIO APPEZZAMENTI OMOGENEI NELL'IRRIGAZIONE O NELLA CONCIMAZIONE. L'ESEMPIO DI ALCUNI SERVIZI FORNITI DA AGRICOLUS.

Le sfide da affrontare per l'agricoltura e il settore agroalimentare sono sempre più urgenti e complesse. La crescita attesa della popolazione nei prossimi anni, la scarsità di risorse fondamentali come il suolo e l'acqua, la perdita di biodiversità e i cambiamenti climatici a cui siamo esposti impongono di incrementare la produzione di cibo in maniera sostenibile. Lo scenario più plausibile per far fronte a queste sfide è l'utiizzo di tecnologie innovative in grado di rinnovare non solo i prodotti, ma anche i processi in agricoltura. Il settore primario ha subito profonde trasformazioni nel corso del XX secolo, fino ad arrivare a un modello oggi noto come *Agricoltura 4.0*.
Tra gli strumenti innovativi giocano un ruolo fondamentale i satelliti, la cui applicazione permette di monitare le colture anche da remoto e intervenire in modo mirato ed efficace.

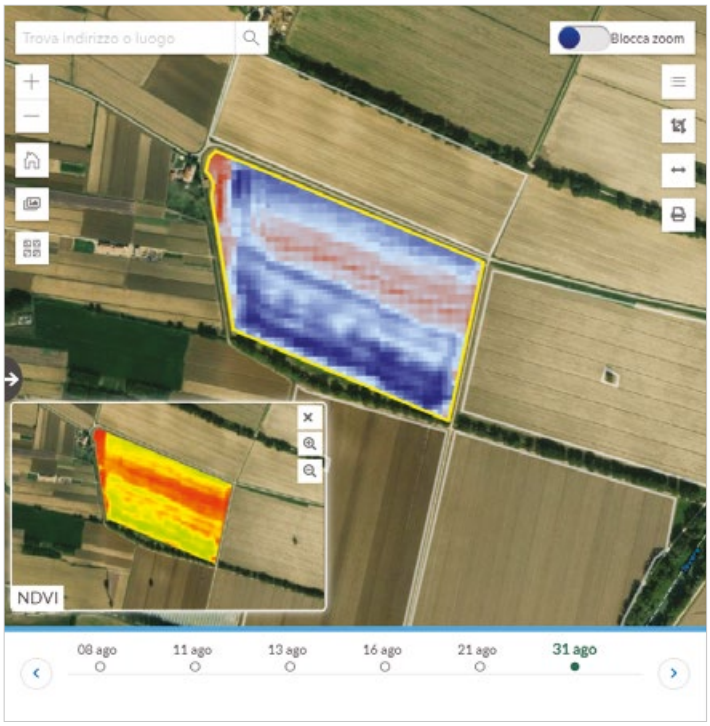


FIG. 1
INDICI DI VEGETAZIONE

Confronto fra indici di vegetazione (Ndvi, indice di vigoria e Ndmi, indice di stress idrico) dello stesso appezzamento.

Satelliti e indici di vegetazione

Il satellite è il mezzo più utilizzato per effettuare il *remote sensing*, o telerilevamento, per il monitoraggio delle colture da remoto. Per parlare di *remote sensing* è importante introdurre prima il concetto di *indice di vegetazione*.
Il sole emette radiazioni con differenti lunghezze d'onda e frequenze. La vegetazione assorbe la radiazione solare in diverse bande, cioè in diversi intervalli di frequenza e lunghezze d'onda, e ne riemette una percentuale differente. La percentuale di radiazione riemessa in bande specifiche (riflettanza) varia in base allo stato di salute della pianta.
Gli indici di vegetazione sono ottenuti da un calcolo algebrico sulle riflettanze in diverse bande. Esistono svariati tipi di indici che descrivono aspetti diversi della vegetazione. Gli indici di vigoria, come l'Ndvi, sono influenzati sia dallo sviluppo delle piante, in termini di biomassa verde, sia dalla *greenness*, ossia dal colore verde della pianta. Un'area del campo in cui si rileva Ndvi basso può essere affetta da clorosi, oppure può presentare problemi di emergenza (se si tratta di colture erbacee) o uno sviluppo vegetativo stentato. Gli indici di clorofilla sono influenzati soltanto dalla presenza di clorofilla e non tengono conto dello sviluppo della pianta in termini di copertura vegetale: sono quindi utili a identificare la presenza di aree clorotiche. Gli indici di stress idrico sono invece influenzati dallo stress idrico della pianta o dal contenuto d'acqua del suolo nudo. (*figura 1*). Tra questi, quelli più utilizzati sono:
- Ndvi (*Normalized difference vegetation index*): descrive il livello di vigoria della coltura ed è senza dubbio l'indice più utilizzato in agricoltura. I suoi valori variano tra -1 e 1 e la loro interpretazione è altamente informativa, poiché permette di riconoscere immediatamente le zone dell'azienda o del campo che presentano problemi di sviluppo
- Ndmi (*Normalized difference moisture index*): descrive il livello di stress idrico della coltura ed è un indice ancora poco utilizzato in agricoltura. Può assumere valori tra -1 e 1: un valore di Ndmi uguale a -1 indica un alto livello di stress idrico della vegetazione, oppure una vegetazione molto poco sviluppata o assente. Al contrario, un valore di Ndmi alto (intorno a 1) indica una vegetazione ben sviluppata, con basso stress idrico
- Tcari/Osavi: è un indice di clorofilla piuttosto complesso ed è correlato con la percentuale di clorofilla presente nei tessuti delle piante. È pertanto un indice utile a identificare le zone tendenti alla clorosi, ossia allo scolorimento delle foglie. Questo sintomo è utile a riconoscere zone del campo con possibili carenze nutrizionali o attacchi di patogeni.
Gli indici di vegetazione hanno funzioni diverse: ciascuno descrive un particolare fenomeno tipico delle condizioni della vegetazione, ma tutti hanno un vantaggio

comune: individuare aree all'interno del campo, omogenee per aspetti vegetativi e produttivi, allo scopo di gestire gli appezzamenti in maniera differenziata. Ad esempio, l'identificazione delle aree del campo maggiormente soggette a stress idrico permette di applicare l'irrigazione di precisione, differenziando la quantità d'acqua nelle diverse zone. In modo simile, l'indice di vigoria può essere l'input per effettuare la concimazione a rateo variabile. Infatti, le zone soggette a stress vegetativo, in assenza di patologie o stress idrico, sono quelle che presentano maggiori carenze d'azoto, pertanto possono essere concimate di più di quelle con alto Ndvi, per uniformare la resa.

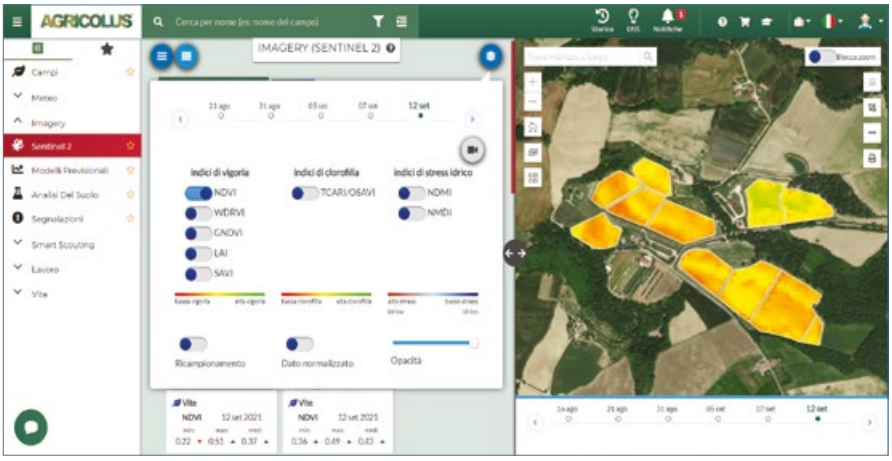


FIG. 2 SENTINEL 2
indice di vegetazione Ndvi elaborato da immagine Sentinel 2 disponibile sulla piattaforma Agricolus

Il satellite Sentinel 2

Esistono numerosi satelliti che acquisiscono immagini multispettrali dallo spazio. Uno dei più importanti è il Sentinel 2. Le immagini ottenute da questo satellite hanno una risoluzione spaziale di 10 metri e una risoluzione temporale di 3/5 giorni (a seconda delle zone).
La frequenza di passaggio regolare del satellite determina una disponibilità del dato in più fasi della stagione colturale, anche se bisogna ricordare che nei giorni di transito in cui l'area in esame è coperta da nuvole il dato non è utilizzabile.
Sentinel-2 acquisisce 12 bande spettrali che permettono di calcolare non solo gli indici di vigoria, ma anche quelli di stress idrico e di clorofilla (*figura 2*).

Mappe di prescrizione e concimazione a rateo-variabile

Le mappe di prescrizione sono uno strumento dell'agricoltura di precisione che permette di eseguire concimazioni a rateo variabile: ciò significa ottimizzare la dose di concime, associando a ciascuna zona del campo la quantità più adatta. Questo è particolarmente importante quando si parla di concimazione azotata: la carenza di azoto, infatti, determina una riduzione di resa e di qualità, mentre un eccesso comporta rischi di inquinamento e un costo inutile per le aziende agricole.
La costruzione delle mappe di prescrizione prevede 3 fasi:
- identificazione delle zone omogenee del campo in cui somministrare la stessa dose di azoto
- identificazione della strategia di concimazione
- identificazione della corretta dose di azoto da somministrare in ciascuna zona del campo.

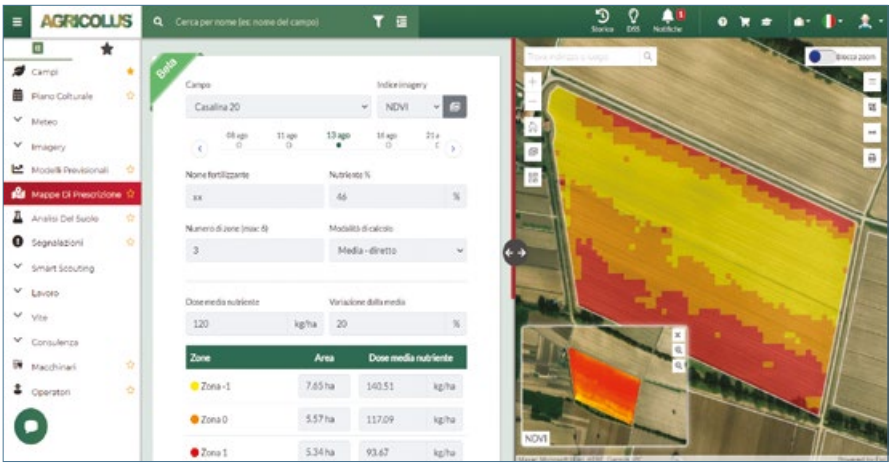


FIG. 3 PIATTAFORMA AGRICOLUS
Mappa di prescrizione elaborata nella piattaforma Agricolus a partire da un indice di vegetazione (Ndvi).

La concimazione a rateo variabile si basa sulla suddivisione del campo in zone omogenee a cui somministrare la stessa dose di concime. In questo caso bisogna considerare non solo le caratteristiche dei campi (che possono presentare una variabilità più o meno locale), ma anche i limiti dei macchinari a rateo variabile (Vrt): questi infatti lavorano più agevolmente con zone ampie e omogenee.
La definizione delle aree omogenee per la concimazione azotata può essere fatta partendo da dati di input molto diversi, ma molti ricercatori concordano sull'utilizzare gli indici di vigoria calcolati da satellite. Partendo da un indice di vegetazione come l'Ndvi, si può individuare un numero adeguato di zone in cui suddividere il campo (*figura 3*).
Ci sono poi due diverse strategie di concimazione: "diretta" e "inversa". La prima prevede di aumentare la dose di concime nelle aree con bassa vigoria, mentre la seconda in quelle a più alta vigoria. La strategia "diretta" assume che la causa della riduzione di vigoria sia l'azoto e tende a minimizzare le differenze tra le zone omogenee. Al contrario, la strategia "inversa" tende a massimizzarle: quest'ultima infatti assume che il fattore limitante della resa non sia l'azoto, ma altri fattori come suolo o ristagni idrici.
Le mappe di prescrizione rispondono alle esigenze di personalizzare le dosi di concimazione per ciascuna zona del campo tramite diverse strategie di applicazione. In questo modo l'agricoltore può ottimizzare il proprio intervento nel pieno rispetto dell'ambiente e delle normative con conseguente risparmio economico.

Andrea Cruciani[1], Federica Ferroni[2]

Agricolus (www.agricolus.com)
1. Ceo
2. Academy Account Manager

I SERVIZI RHETICUS PER TERRITORIO E INFRASTRUTTURE

PLANETEK ITALIA HA SVILUPPATO LA PIATTAFORMA CLOUD RHETICUS, CHE FORNISCE SERVIZI GEOINFORMATIVI BASATI SUI DATI SATELLITARI COPERNICUS RIVOLTI A PROFESSIONISTI, AZIENDE ED ENTI PUBBLICI. DUE ESEMPI RIGUARDANO IL MONITORAGGIO DELL'INSTABILITÀ DEL SUOLO E L'ANALISI PREDITTIVA PER LA MANUTENZIONE DELLE RETI FOGNARIE.

La salvaguardia del nostro pianeta e delle sue risorse è un obiettivo comune che ha assunto centralità, non solo nelle politiche nazionali e delle istituzioni sovranazionali come quelle europee, ma anche nei programmi e nelle strategie di grandi e piccole aziende e organizzazioni pubbliche.
Disporre di informazioni aggiornate e affidabili è fondamentale per poter delineare le strategie, stabilire gli obiettivi, e prendere decisioni consapevoli nei vari ambiti: dall'economia sostenibile, alle azioni a tutti i livelli per mitigare i cambiamenti climatici, fino ai programmi di resilienza e tutela del territorio e delle infrastrutture.
In questo senso, il programma Copernicus, finanziato e coordinato dalla Commissione europea, rappresenta una grande opportunità.
Copernicus raccoglie immagini satellitari da diverse fonti, compresi sensori *in situ*, le elabora e distribuisce informazioni affidabili e sempre aggiornate, per la stragrande maggioranza come *open data* gratuiti, in sei aree tematiche: terra, mare, atmosfera, cambiamento climatico, gestione delle emergenze e sicurezza. Mettendo a disposizione di chiunque ogni giorno centinaia di terabyte di dati *open* con i quali possiamo generare servizi e applicazioni per amministrare le risorse in maniera sostenibile, gestire emergenze e fare impresa, di fatto il programma Copernicus non solo fornisce informazioni preziosissime, ma ha aperto le porte di un nuovo mercato al quale possono partecipare anche piccole *startup* e Pmi.

Uno dei primi esempi di trasformazione dei dati Copernicus in servizi geoinformativi verticali pronti all'utilizzo in diverse applicazioni è Rheticus® (www.rheticus.eu).
Nato dalla trentennale esperienza di Planetek Italia, Rheticus è una piattaforma su *cloud* capace di utilizzare i dati dei diversi satelliti Sentinel, insieme a cartografia di base e tematica, e i dati ambientali e socio-culturali, per generare ed erogare servizi geoinformativi che spaziano dal monitoraggio della stabilità delle infrastrutture (dighe, strade, ponti, edifici, condotte idriche e fognarie, reti elettriche ecc.), al monitoraggio della stabilità dei versanti e della subsidenza, alla qualità delle acque marino costiere, agli incendi boschivi, ai cambiamenti antropici del territorio, all'acquacoltura e alla vitivinicoltura.

Partendo dai dati Copernicus, quindi, otteniamo non una classica produzione di mappe, ma veri e propri servizi geoinformativi online fruibili nel tempo, periodicamente aggiornati, interrogabili in modo dinamico dall'utente e con sistemi di *reporting* e allerta.
Grazie alla messa a disposizione delle informazioni attraverso *dashboard* interattive e dinamiche presenti nella piattaforma, l'esperienza dell'utente cambia radicalmente. Gli studi di ingegneria, le organizzazioni pubbliche e private, i singoli professionisti possono entrare in una nuova modalità di

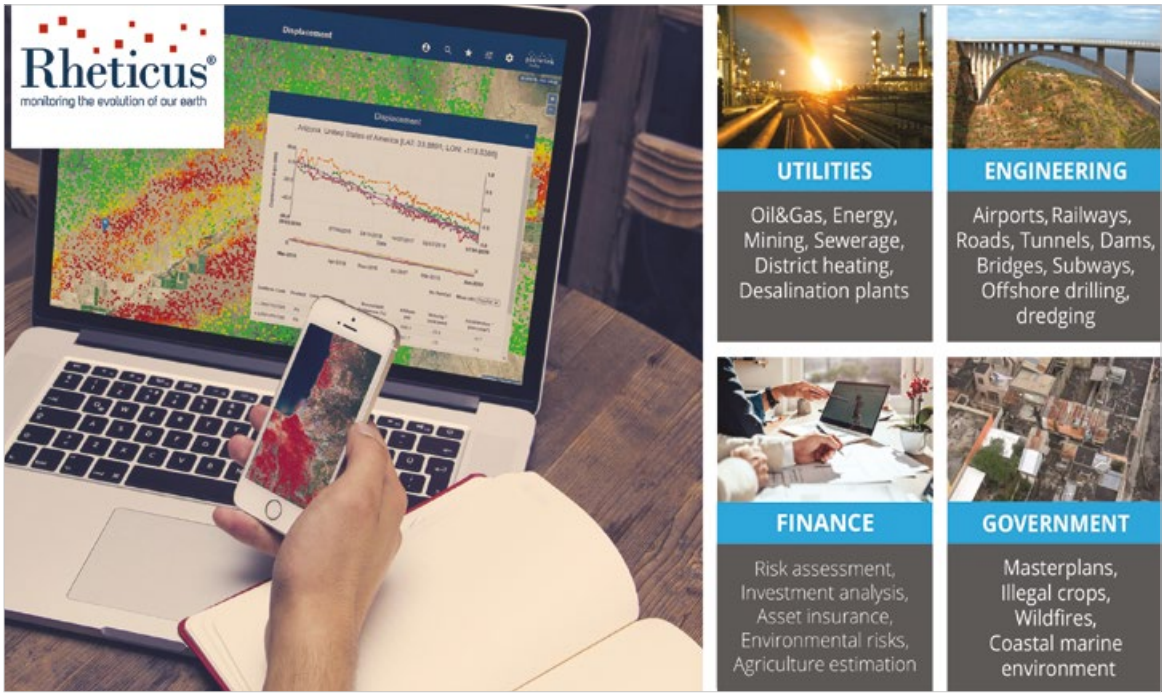


IMMAGINE: PLANETEK ITALIA

FIG. 1
RHETICUS®

I vari servizi della piattaforma geoinformativa Rheticus.

fruizione dell'informazione geografica che diventa dinamica e sempre aggiornata, attivabile sottoscrivendo un abbonamento con costi molto contenuti. Tra gli esempi più rilevanti illustriamo i servizi Rheticus Safeland e Rheticus Network Alert, utilizzati rispettivamente dalla Regione autonoma del Friuli Venezia Giulia e dalla multiutility bolognese Hera Spa.

Monitoraggio dell'instabilità del suolo in Friuli Venezia Giulia

Le zone montuose del Friuli Venezia Giulia sono aree particolarmente suscettibili ai rischi geologici, tra cui frane e doline, e predisposte a instabilità dei versanti e zone di debolezza geologica, come zone di faglia, zone di taglio e strati rocciosi o minerali deboli. Per meglio osservare e segnalare questi fenomeni, il Servizio geologico della Regione autonoma Friuli Venezia Giulia ha commissionato a Planetek Italia una soluzione per raccogliere, visualizzare e analizzare continuamente i dati sulle aree instabili. L'obiettivo era anche monitorare i movimenti del suolo che interessavano edifici e strade, sia per proteggere i cittadini dai pericoli, sia per prevenire l'aumento dei costi e i ritardi per i nuovi sviluppi.
Per aiutare il Servizio geologico regionale del Friuli Venezia Giulia, Planetek ha sviluppato Rheticus Safeland, un servizio di geoinformazione, alimentato da dati Copernicus Sentinel e potenziato da tecnologia M.App Enterprise di Hexagon Geospatial, che traccia continuamente i movimenti del suolo tramite l'interferometria radar satellitare. I dati radar satellitari sono una solida fonte informativa, ideale per questa attività perché sono dati prontamente disponibili, aggiornati di frequente e consentono agli utenti di identificare le tendenze nei movimenti del suolo con precisione millimetrica.
Rheticus® Safeland ha consentito al Servizio geologico regionale friulano di ridurre in modo significativo i tempi e i costi associati alla tradizionale raccolta di immagini del territorio e di disporre di informazioni dettagliate su edifici e infrastrutture di trasporto, offrendo a ingegneri, progettisti e altri utenti la possibilità di analizzare i fenomeni nel tempo con elevata precisione. Un quadro conoscitivo essenziale per organizzare e dare priorità alle misure di mitigazione dei rischi, agendo in modo proattivo e tempestivo nella individuazione di problemi critici dovuti a fenomeni in corso.

IMMAGINE: PLANETEK ITALIA

FIG. 2
RHETICUS® SAFELAND

Schermata del servizio geoinformativo Rheticus Safeland.

IMMAGINE: PLANETEK ITALIA

FIG. 3
RHETICUS® NETWORK ALERT

Schermata del servizio geoinformativo Rheticus Network Alert.

Analisi predittiva per le reti idrico-fognarie in Emilia Romagna

Hera Spa, quotata in borsa dal 2003, è oggi tra le maggiori *multiutility* italiane, operante principalmente nei settori ambiente (gestione rifiuti), idrico (acquedotto, fognature e depurazione) ed energetico (energia elettrica, distribuzione e vendita gas, servizi energetici).
Hera, aveva la necessità di migliorare e ridurre i costi delle attività di manutenzione del sistema fognario, prevenendo la rottura delle condotte causata da cedimenti o instabilità del terreno. Un'attività di monitoraggio che, nel caso di Hera, deve essere realizzata su circa 14.800 km di reti fognarie. Per una *utility*, essere in grado di agire su queste informazioni in anticipo, prima che le situazioni si deteriorino, riduce notevolmente i costi dell'utenza per la manutenzione dei propri sistemi fognari. Il servizio Rheticus Network Alert non solo ha migliorato le ispezioni, ma ha anche permesso a Hera di identificare possibili aree problematiche e prevedere problemi futuri.
Il servizio di monitoraggio ha così elaborato e prodotto le informazioni geoanalitiche derivate dai dati satellitari Copernicus, rendendole disponibili sia come report, sia attraverso un geoportale dotato di una *dashboard* con indicatori dinamici per consentire all'utente finale di individuare in autonomia le condotte con possibili problemi.
Grazie all'adozione del servizio di monitoraggio satellitare continuo di Rheticus Network Alert, le attività ispettive hanno mostrato un incremento delle performance delle attività di indagine del 40%.
La *best practice* di Hera è stata premiata al *World Smart City Expo* di Barcellona nella categoria "Urban environment", selezionata tra 450 progetti provenienti da 54 nazioni come la più innovativa e promettente soluzione per le *smart city*.

Massimo Zotti[1], Sergio Samarelli[2], Giuseppe Forenza[3]

Planetek Italia
1. Head of Government & Security Sbu, zotti@planetek.it
2. Chief Technology Officer (Cto) & Head of Business to Business Sbu
3. Business Development Manager Rheticus®

RAPID MAPPING PER LE EMERGENZE

IL SERVIZIO EMERGENCY MAPPING SERVICE, GESTITO DA E-GEOS PER CONTO DELLA COMMISSIONE EUROPEA, FORNISCE IN MODO TEMPESTIVO MAPPE SATELLITARI DELLE AREE COLPITE DA EVENTI CALAMITOSI NATURALI O CAUSATI DALL'UOMO. IL SERVIZIO È STATO UTILIZZATO AD ESEMPIO COME SUPPORTO PER IL CONTRASTO AGLI INCENDI ESTIVI.

Il servizio *Emergency mapping service – Ems rapid mapping* del programma di osservazione della Terra europeo Copernicus viene gestito dalla Commissione europea. Il servizio viene erogato da un consorzio di aziende e centri di ricerca sin dal 2012 per rispondere in modo operativo a emergenze naturali e non, in tempi rapidissimi. E-Geos, che ha la leadership sin dall'inizio, federa sei centri produttivi di partner europei per poter rispondere sempre in modo tempestivo.
Il numero di richieste ricevute in questi anni è vicino a 550, con migliaia di mappe erogate poche ore dopo la richiesta di intervento, come ad esempio le alluvioni del centro Europa nel 2013, il tifone Hayan che ha flagellato le Filippine e i tifoni che devastarono il Texas nel 2017 o i più recenti devastanti incendi nel Mediterraneo della scorsa estate.
Il processo di attivazione è molto veloce, l'*on duty operator* riceve le nuove richieste di attivazione via mail dallo *European Response Coordination Center* (Ercc), la sala operativa 24/7 della Protezione civile europea a Bruxelles, contenenti informazioni sull'evento, le aree di interesse e la tipologia di analisi utile per l'utente che in Europa è rappresentato di solito dalle Protezioni civili locali.
Il servizio viene attivato dai *focal point* nazionali, in genere le Protezioni civili centrali, le delegazioni dell'Unione europea o le agenzie Onu che attraverso un modulo chiedono l'intervento descrivendone la gravità.
Il Team Ems guidato da e-Geos si attiva immediatamente: nelle prime due ore vengono definiti i dettagli della produzione direttamente con l'utente, in modo da finalizzare il più presto possibile l'ordine delle acquisizioni satellitari disponibili. Una volta ricevute le

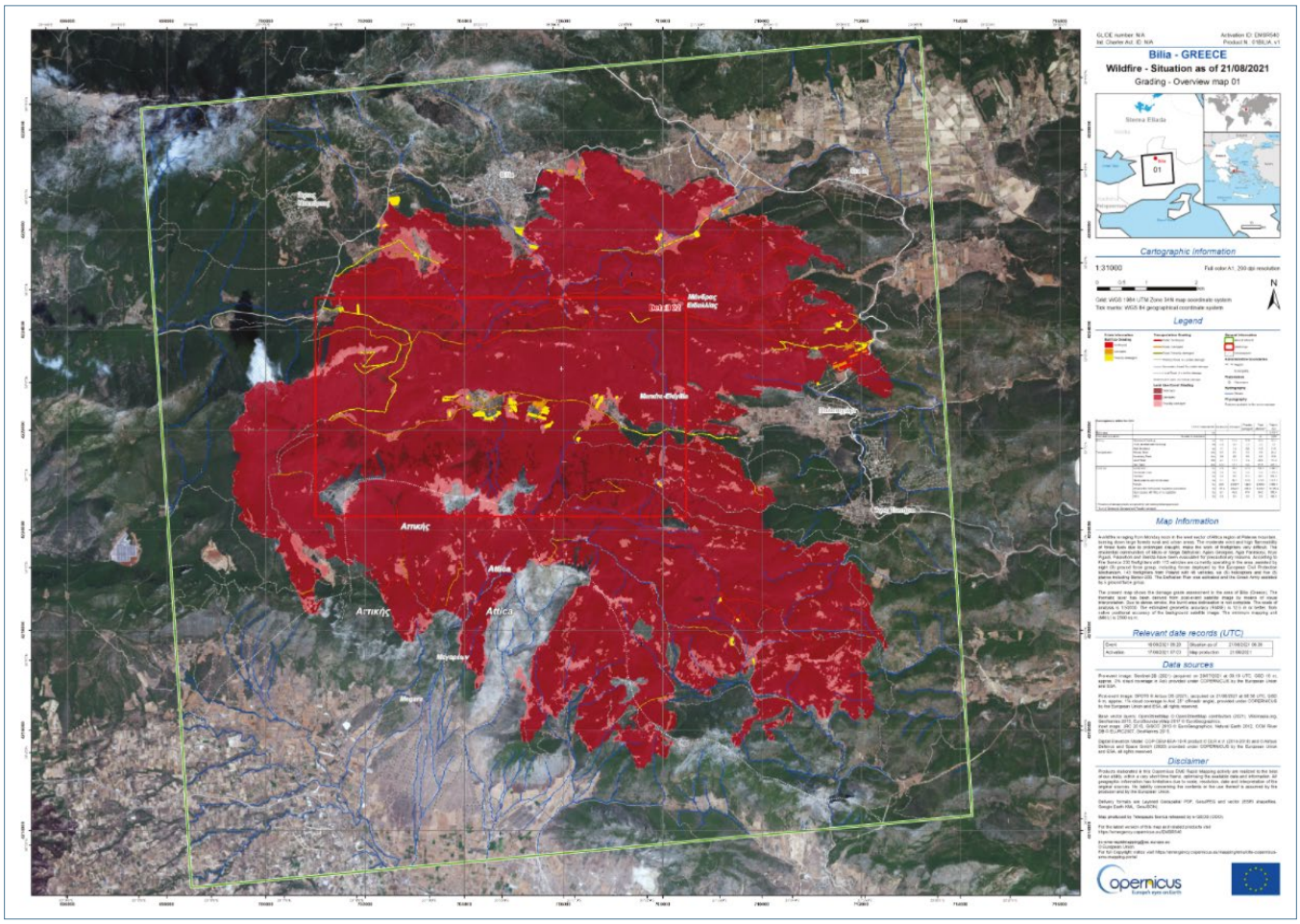


FIG. 1 EMS E INCENDI
Un esempio di mappa prodotta in occasione di un incendio in Grecia nell'agosto 2021. Oltre alla mappa, sono disponibili altri elementi cartografici come proiezioni, scala, legenda livello di danni, statistiche ecc.).

e-geos
AN ASI / TELESPAZIO COMPANY

immagini vengono in poche ore prodotti dati circa la situazione pre, durante e post-crisi.
Ogni giorno dell'anno, quindi, per 24 ore al giorno, *Ems rapid mapping* è in grado di fornire in tutto il mondo supporto ai team di soccorso informazioni e mappe satellitari fruibili anche su dispositivi mobili per diversi tipi di disastri, siano essi naturali o causati dall'uomo.

Esempi operativi Ems nel 2021: il dramma degli incendi boschivi

Facendo qualche esempio recente e drammatico, tra il 13 e il 15 luglio 2021 una pioggia incessante ha colpito la Germania occidentale, il Belgio e i Paesi Bassi, causando una tragica alluvione, con centinaia di morti, ma gli eventi più rilevanti sono stati gli incendi che hanno devastato l'intero sud Europa. Il 16 luglio un incendio ha colpito l'isola greca di Samos. Pochi giorni più tardi, un altro incendio è scoppiato in Spagna, vicino alla cittadina di Albacete: in poche ore sono andati in fumo oltre 2.500 ettari di bosco. Altri incendi hanno funestato durante tutta l'estate il sud Italia, il Portogallo, la Francia e la Turchia. Secondo Effis (*European Forest Fire Information System*), in Grecia sono bruciati nel 2021 circa 128.000 ettari, cioè 6 volte la superficie media bruciata annualmente tra il 2008 e il 2020, in Italia circa 156.000 ettari (quasi 4 volte la superficie media annuale bruciata tra 2008 e 2020), situazioni più severe rispetto agli anni precedenti anche in Spagna e Cipro.
Come conseguenza di questo incremento dell'estensione degli incendi boschivi, sono state ricevute, tra luglio e agosto 2021, ben 24 richieste di attivazione del servizio di *rapid mapping*, cioè un numero tre volte superiore rispetto allo stesso periodo del 2020. Tali richieste si sono inoltre sommate ad altre relative a diverse tipologie di eventi quali: inondazioni, terremoti, attività vulcaniche, tifoni, frane o emergenze legate a eventi antropici (esplosioni, crolli, manifestazioni ecc). Nel caso specifico di attivazione per incendio, vengono prodotte mappe relative all'individuazione e all'evoluzione dell'estensione delle aree incendiate nel tempo, seguite da un'analisi dell'entità dei danni su infrastrutture ed edificato (*figura 1*).

Le unità operative preposte alla gestione dello spegnimento impiegano perciò le mappe prodotte come supporto nelle prime fasi dell'emergenza, quelle più critiche. Le mappe offrono una visione sintetica circa l'estensione dell'evento e del suo progredire e includono la posizione dei fronti di fuoco, nonché di nuovi focolai che possono essere causati per esempio dalla presenza di forti venti. Le mappe consentono inoltre l'individuazione delle principali fonti idriche (laghi, bacini idrici, fiumi ecc.).
Grazie alla capacità di osservazione che può avere cadenza plurigiornaliera, i prodotti consento un continuo monitoraggio dell'evoluzione dell'evento e aiutano l'individuazione di zone esposte a rischio immediato, supportando i soccorritori nelle decisioni relative alla messa in sicurezza dei territori.
In generale, si può affermare che il servizio di *rapid mapping* di Copernicus, fornito da e-Geos, contribuisce agli obiettivi di sostenibilità ambientale, alla sicurezza dei cittadini e supporta gli obiettivi del "Sendai Framework" per il *disaster risk reduction* finalizzati a: riduzione delle perdite di vite umane, riduzione del numero di persone che possono risentire di impatti negativi, riduzione di perdite economiche e danni alle infrastrutture. Inoltre *Ems rapid mapping* contribuisce a fornire una visione oggettiva delle conseguenze dei disastri naturali, utile per pianificare un'adeguata ricostruzione.

Livio Rossi, Lucia Luzietti, Annalaura Di Federico, Domenico Grandoni

E-Geos, www.e-geos.it

COMUNICARE LA CRISI TRA SCIENZA, EMOZIONI E AZIONE

LA RISPOSTA AI CAMBIAMENTI CLIMATICI NECESSITA DI UN'EFFICACE COMUNICAZIONE DELL'EMERGENZA E DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA. GLI APPELLI DEGLI SCIENZIATI E LA COMUNICAZIONE DEL RISCHIO POTREBBERO FORNIRE GLI STRUMENTI PER FAVORIRE LA PERCEZIONE E LA RISPOSTA DELLE PERSONE.

"*Quello che dobbiamo fare ora è unirci come una comunità globale con un senso condiviso di urgenza, cooperazione ed equità*". Così si conclude il secondo *Appello degli scienziati del mondo sull'emergenza climatica* di William J. Ripple e colleghi, pubblicato lo scorso luglio sulla rivista *Bioscience* e sottoscritto da oltre tredicimila studiosi [1]. Spesso si accusano gli esperti di comunicare attraverso noiosi e incomprensibili numeri, ipotesi e stime. Gli appelli di Ripple rompono il *cliché*, offrendo al mondo un aggiornamento semplice ed esaustivo della situazione del clima sul nostro pianeta, e invocando *"un cambiamento trasformativo, che è necessario ora più che mai per proteggere la vita sulla Terra e rimanere entro il maggior numero possibile di limiti planetari"*.
È un messaggio forte e chiaro quello delle migliaia di studiosi, giunto in sordina nel *mare magnum* dell'informazione mediatica focalizzata sulla gestione dell'emergenza pandemica e alle prese con aggiornamenti distanti e all'acqua di rose su obiettivi di ripresa da Covid-19, transizione ecologica, *green deal* europeo e sulla Cop26 di Glasgow. Le reazioni emotive delle persone all'emergenza climatica oggi sono le più disparate, tra attivisti indignati nelle piazze e persone colpite dall'ansia climatica che si mescolano in una popolazione dominata da una generale apatia e disinteresse. Considerando l'urgenza della transizione ecologica e gli importanti cambiamenti a venire nei sistemi economici mondiali e nelle nostre vite, la comunicazione dell'emergenza climatica possiede tutti gli elementi per aggiudicarsi il titolo della più grande sfida di comunicazione del rischio nella storia dell'uomo.

Precaution advocacy e asintomatici della crisi climatica

Con il termine *precaution advocacy*, lo psicologo Peter Sandman indica le azioni utili ad allertare una popolazione non sufficientemente preoccupata di un grave pericolo. Nel caso del clima parliamo della comunicazione di istituzioni, scienziati, opinion leader, media e attivisti volta a informare le persone sull'emergenza climatica e i relativi impatti. Come dimostra l'esperienza di Covid-19, comunicare e gestire un'emergenza globale è un compito tutt'altro che banale. D'altra parte, la comunicazione della crisi climatica si rivela anche più difficile rispetto a quella della pandemia. La percezione degli impatti risulta infatti limitata da un'innata distanza psicologica di natura spaziale, temporale e sociale. A questo si somma la complessità del fenomeno, incluse le importanti connessioni e *trade-off* delle soluzioni per il clima, la biodiversità e il benessere della società. A questo proposito, i suggerimenti degli esperti sono di comunicare i cambiamenti climatici, gli impatti e gli scenari come rischi presenti e locali, e di prediligere il coinvolgimento emotivo ed esperienziale delle persone limitando la trasmissione di dati tecnici e informazioni scientifiche complesse [2-4]. Un'altra criticità dell'elefante nella stanza della *precaution advocacy* del clima riguarda la diffusa reazione di apatia delle persone. I numerosi "asintomatici della crisi climatica" potrebbero infatti celare inconsapevolmente alti livelli di paura e indignazione, soffocati da una reazione istintiva per resistere a un impatto psicologico insostenibile fatto di tristezza, angoscia e senso di colpa per il cambiamento climatico e i suoi effetti [5,6]. In quest'ottica, la responsabilizzazione dei comunicatori del rischio – quali istituzioni, scienziati, *opinion leader,* media e attivisti – risulta ancora più necessaria e urgente per garantire l'efficacia della transizione. Le emozioni infatti giocano un ruolo fondamentale nel condizionare la risposta alle emergenze e alle crisi, e per questo motivo gli esperti di comunicazione del rischio raccomandano di agire informando e al contempo prevenendo gli eccessi di ansia, paura e indignazione delle persone. Il principale obiettivo della *precaution advocacy* è quindi quello di allertare senza spaventare, per favorire decisioni lucide e azioni utili e cooperative. Le strategie vanno dall'organizzazione di campagne di sensibilizzazione, all'attenzione nella trasmissione di messaggi di efficacia per sventare i rischi di eccessiva ansia e demoralizzazione a fronte della narrazione di rischi e impatti, insieme a una particolare attenzione ai sentimenti delle persone [5,7].

La comunicazione della transizione ecologica

Il secondo grosso elefante nella stanza della comunicazione del rischio climatico è quello della cosiddetta

crisis communication. In accordo con il modello di comunicazione del rischio di Sandman, l'obiettivo è guidare le persone adeguatamente preoccupate nell'affrontare un grave pericolo. È il caso della comunicazione della transizione ecologica. Una preziosa strategia riguarda allora la promozione di politiche dei co-benefici, per delineare sforzi e interventi congiunti per la riduzione dello sfruttamento delle risorse del pianeta, in grado di conciliare la lotta al cambiamento climatico con la tutela del benessere e della salute delle persone e degli ecosistemi [8].
Anche per la *crisis communication*, il problema climatico rende necessario porsi obiettivi assai ambiziosi. Oltre a elaborare soluzioni in grado di rispondere a crisi sanitarie e ambientali connesse e a comunicare in modo chiaro politiche climatiche "digeribili" alla popolazione (compito arduo di per sé), le dimensioni del problema e la complessità dei contesti locali richiederebbero altresì un forte coinvolgimento delle persone per alimentare un dibattito pubblico costruttivo e un processo di co-produzione della conoscenza. Coerentemente con le notabili sfumature degli esperti che definiscono la comunicazione del rischio come uno scambio interattivo di informazioni tra gli esperti e il pubblico [9], il contributo di tutte le persone allo sviluppo e all'implementazione delle soluzioni potrebbe infatti rivelarsi essenziale per garantire il successo della risposta. A farsi spazio in questa direzione è quello che viene chiamato *indigenous climate decision-making*, che indica le risposte dei popoli e delle comunità indigene al cambiamento climatico, basate sui processi decisionali interni anziché imposte dall'alto o dall'esterno [10]. In generale, dal punto di vista psicologico, gli esperti raccomandano di porre attenzione alle emozioni e alle esperienze delle persone, alle norme sociali e ai valori condivisi, delineando soluzioni pratiche tangibili e con un focus sulla prospettiva locale [2-4].

Abbiamo gli strumenti per farcela

Comunicare e affrontare il rischio climatico non è cosa semplice, ma oggi disponiamo di tutto ciò che serve per rispondere al meglio a questa emergenza globale, per garantire la tutela della specie e delle nostre risorse. La risposta a Covid-19 insegna molti errori da non ripetere e porta con sé un'esperienza senza precedenti di efficacia della condivisione e cooperazione per obiettivi comuni. Verosimilmente, una risposta di successo alla crisi climatica potrebbe non contemplare eccessive reazioni di negazione, *no mask* e *no pass* della transizione, e per ridurre questi rischi è necessario garantire quanto prima una comunicazione efficace a tutte le persone. L'appello di Ripple e colleghi rappresenta un importante potenziale strumento a disposizione dei "comunicatori del rischio climatico" per comprendere e interpretare le attuali e future politiche climatiche dei governi, e si basa su tre pilastri:
- la *conoscenza*, fornendo evidenze di tendenze (molto preoccupanti) sull'andamento del clima, dei suoi impatti a livello globale e sugli *"scarsi progressi da parte dell'umanità nell'affrontare il cambiamento climatico"* (*precaution advocacy)*
- la *comunicazione*, offrendo l'aggiornamento di un set di *"segni vitali planetari"* (*precaution advocacy e crisis communication*)
- l'*azione*, invocando urgenti cambi di rotta nelle aree di energia, inquinanti atmosferici, natura, cibo, economia e popolazione umana (*crisis communication*).
Per quanto riguarda le modalità di trasmissione delle informazioni, disponiamo oggi delle preziose indicazioni degli esperti di comunicazione del rischio, sociologi e psicologi per garantire un'efficace comunicazione del clima e della transizione [3,4].
Considerando l'importanza fondamentale di trasmettere messaggi chiari e onesti alla popolazione nelle situazioni di crisi ed emergenza, riconoscere e comunicare il cambiamento climatico come un rischio per la nostra specie e per le nostre risorse – trasformando così la più consueta retorica del "salvare il pianeta" a cui siamo da tempo abituati e forse assuefatti – rappresenterebbe un ottimo punto di partenza per innescare una comunicazione del rischio climatico in grado di favorire una risposta da parte delle comunità. "*In senso lato, l'educazione al cambiamento climatico dovrebbe considerare gli esseri umani come individui capaci di cambiare i loro comportamenti per ridurre i rischi*" affermano gli scienziati su *Bioscience*, raccomandando l'inserimento dell'educazione al cambiamento climatico nei programmi scolastici di base a livello globale [1]. Tuttavia, con un obiettivo di azzeramento delle emissioni di carbonio entro trent'anni, l'impegno delle future generazioni non è sufficiente. Per mano di scienziati, istituzioni, giornalisti e insegnanti, si spera che uomini e donne, giovani e adulti possano presto fruire e prendere parte a quella comunicazione responsabile e collaborativa che rappresenta solo il primo di tanti passi importanti per la cooperazione contro la crisi climatica, oltre che un diritto di cittadinanza scientifica.

Simona Re

Istituto di geoscienze e georisorse, Igg-Cnr

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] Ripple W.J. et al, 2021, "World scientists' warning of a climate emergency 2021", *BioScience*, biab079, Supplemental Materials. doi.org/10.1093/biosci/biab079

[2] Corner A., Shaw C., Clarke J., 2018, "Principles for effective communication and public engagement on climate change: A Handbook for IPCC authors", Oxford: Climate Outreach.

[3] van der Linden S. et al., 2015, "Improving public engagement with climate change: five "best practice" insights from psychological science", *Perspectives on Psychological Science*, 10(6), 758-763. doi.org/10.1177/1745691615598516

[4] Mah A.Y.J. et al., 2020, "Coping with climate change: Three insights for research, intervention, and communication to promote adaptive coping to climate change", *Journal of Anxiety Disorders*, 75, 102282. doi.org/10.1016/j.janxdis.2020.102282

[5] Re S., 2021, "La transizione ecologica, un impegno di rinnovamento sociale non più revocabile", *Scienza in Rete*, 09 aprile 2021. www.scienzainrete.it/articolo/transizione-ecologica-impegno-di-rinnovamento-sociale-non-più-revocabile/simona-re/2021-04

[6] Sandman M.P., 2009, "Climate change risk communication: the problem of psychological denial", *Risk = Hazard + Outrage, The Peter Sandman Risk Communication Website*, 11 febbraio 2009. www.psandman.com/col/climate.htm

[7] Witte K., Allen M., 2000, "A meta-analysis of fear appeals: implications for effective public health campaigns", *Health Education & Behavior*, 27, 591–615. doi.org/10.1177/109019810002700506

[8] Vineis P., Carra L., Cingolani R., 2020, *Prevenire*, Einaudi.

[9] Who, 2020, *Emergencies: Risk communication*, 15 gennaio 2020, www.who.int/news-room/q-a-detail/emergencies-risk-communication

[10] Muralikrishna I.V., Manickam V., 2017, "Chapter Eight - Environmental risk assessment", *Environmental Management, Science and Engineering for Industry*, 135-152. doi.org/10.1016/B978-0-12-811989-1.00008-7

VERSO LA NUOVA POLITICA AGRICOLA COMUNE EUROPEA

RIFLESSIONI E PROPOSTE PER LA NUOVA PAC, UNO STRUMENTO ESSENZIALE PER GARANTIRE UN ADEGUATO REDDITO AGLI AGRICOLTORI E LA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE E SOCIALE AI CITTADINI. È NECESSARIO RIPORTARE AL CENTRO IL RUOLO DELLE REGIONI, SIA COME CONOSCITRICI DEL TERRITORIO SIA COME AUTORITÀ PER LA GESTIONE DEI FONDI.

La prossima politica agricola comune (Pac) dovrà continuare a garantire un adeguato reddito agli agricoltori e una sostenibilità ambientale e sociale ai cittadini. Con una "veste" ancora più *green* e un nuovo impianto legislativo, in fase di implementazione, che dopo l'accordo politico raggiunto nel giugno scorso è ora in attesa del definitivo via libera da parte del Parlamento e del Consiglio Ue.

In questo contesto l'Emilia-Romagna, pioniera in Italia di un'agricoltura all'avanguardia, rispettosa dell'ambiente e resiliente alle crisi, da qui al 2023, quando la nuova Pac entrerà in vigore, avrà tempo e modi per adeguarsi anche ai cambiamenti indicati dal *green deal* europeo. Cambiamenti che certo non saranno imposti sul piano normativo, ma che rappresenteranno una grande opportunità per i produttori agricoli e tutti gli operatori della filiera agroalimentare, all'insegna dell'innovazione e di un nuovo rapporto di fiducia con i consumatori.

La nuova Pac

La Pac poggia su tre regolamenti: quello sui Piani strategici nazionali, che riunisce al suo interno quelli "storici" su pagamenti diretti e sviluppo rurale; il regolamento "orizzontale", strettamente collegato al primo, che riguarda il finanziamento, la gestione e il monitoraggio della Pac per il periodo 2021-2027 e quello sull'Organizzazione comune dei mercati agricoli (Ocm).
Il regolamento sui Piani strategici punta a promuovere un'agricoltura che garantisca la sicurezza alimentare e, al tempo stesso, rafforzi il tessuto socio-economico delle aree rurali tutelando l'ambiente e il clima. E questa è una sfida epocale che nella proposta iniziale avanzata nel giugno 2018 dalla Commissione Ue veniva affidata agli Stati membri, delegando

l'intervento europeo per il settore agricolo e per le aree rurali.
Una ri-nazionalizzazione della Pac, di fatto, che al Parlamento europeo abbiamo da subito ritenuto inopportuna e lesiva dei principi della politica stessa. Da qui il nostro intervento con la nuova legislatura, in particolare come Gruppo S&D in Commissione agricoltura, per riaprire il dossier e arrivare a un approccio molto più ambizioso. Nel 2020, dopo aver votato circa 2 mila emendamenti, abbiamo ottenuto il mandato per negoziare con la Commissione e il Consiglio alcuni passaggi di questo regolamento che riteniamo importanti, a partire dal sostegno al reddito, in particolare dei giovani agricoltori.
Per questo abbiamo chiesto e ottenuto che almeno il 60% dei fondi del primo pilastro, in linea con l'obiettivo principale della Pac, venga utilizzato per i pagamenti diretti a superficie e per i pagamenti accoppiati a settori particolarmente strategici e sensibili.
Inoltre abbiamo chiesto di raddoppiare, dal 2% al 4%, la quota massima di pagamenti diretti che gli Stati membri possono destinare ai giovani agricoltori.

Proposta di intervento per i specifici settori agricoli

Abbiamo confermato la proposta della Commissione di introdurre interventi specifici per i settori ortofrutticolo, vitivinicolo, olivicolo, dell'apicoltura e del luppolo. Per l'ortofrutta, tra le misure finanziabili abbiamo introdotto tutti gli interventi di prevenzione del rischio, come ad esempio le reti antigrandine, ma anche magazzini collettivi, riduzione dei rifiuti e salvaguardia della diversità genetica. L'assistenza finanziaria per le Organizzazioni di produttori (Op) sarà massimo al 5,5% della produzione venduta, mentre l'intensità di aiuto verrà aumentata fino a un tetto massimo dell'85% per la promozione transnazionale.

Misure *green*

Per quanto riguarda le misure *green*, almeno il 30% dei fondi del primo pilastro sarà dedicato ai cosiddetti eco-schemi, che devono diventare un menù

di misure definite a livello europeo, tra cui gli Stati membri possono individuare quelle che meglio si adattano ai diversi territori, con l'obiettivo di incentivare gli agricoltori a produrre con metodi sempre più sostenibili. Viene inoltre inserito l'obbligo di condizionare comunque il 30% della spesa per gli eco-schemi anche a "obiettivi economici", affinché possano davvero essere vantaggiosi per le aziende. Inoltre abbiamo chiesto di innalzare al 35% le spese per le misure agro-ambientali nel secondo pilastro, aggiungendo una soglia minima del 30% per gli investimenti sostenibili.
La condizionalità, vale a dire gli obblighi che ogni agricoltore deve rispettare per poter accedere ai fondi Pac, viene rafforzata aggiungendo alle attuali condizioni anche le tre misure di inverdimento: aree a interesse ecologico, rotazione colturale e mantenimento dei pascoli permanenti.
Le aree a interesse ecologico dovranno continuare a rappresentare almeno il 5% della "superficie arabile" dell'Ue per aumentare la difesa della biodiversità.
Per le stesse aree non produttive, il Parlamento ha chiesto poi che gli Stati membri incentivino gli agricoltori con un incremento fino al 10% dei fondi dedicati agli eco-schemi.

L'aspetto sociale

Tra i grandi obiettivi che siamo riusciti a introdurre nella nostra proposta c'è poi la "condizionalità sociale". E qui abbiamo chiesto una riduzione dei pagamenti diretti alle aziende che violano le norme nazionali sul lavoro e impiegano lavoratori agricoli in modo irregolare.
Quanto al *capping*, la proposta della Commissione, condivisa anche dal Parlamento, prevede l'inserimento di alcuni correttivi volti a ricalibrare in senso redistributivo, a favore delle aziende più piccole, il flusso dei pagamenti diretti. Innanzitutto, viene introdotto un tetto agli aiuti per azienda a 100 mila euro l'anno, accompagnato da riduzioni graduali delle sovvenzioni superiori a 60 mila euro. Le aziende hanno tuttavia la possibilità di aumentare questi massimali dimostrando le spese sostenute per la manodopera, che verranno conteggiate al 50% delle remunerazioni dei lavoratori regolari dell'azienda.
In questo quadro è stato richiesto di introdurre anche un altro tetto, pari a 1 milione di euro, per gli aiuti agli investimenti per lo sviluppo rurale.
Sempre nel regolamento sui Piani strategici, come Parlamento europeo

abbiamo chiesto infine di prevedere una revisione a medio termine, nel 2025, delle strategie *Farm to Fork* e *Biodiversity*. Strategie, vale ricordare, che sono state proposte dalla Commissione nel quadro del *green deal* e che non sono ancora parte integrante della Pac.

L'importanza del ruolo delle Regioni

Non ultimo, il ruolo che nella prossima Pac dovranno avere le Regioni. Noi del Gruppo S&D abbiamo chiesto tornino a essere riconosciute come autorità di gestione dei fondi per lo sviluppo rurale, ristabilendo così un dialogo diretto con la Commissione europea, in particolare nelle situazioni di emergenza, come in caso di epidemie improvvise o di attacco alle colture da parte di parassiti alieni.
La proposta di regolamento "orizzontale" contiene tutta la normativa sulla struttura che governa i pagamenti della Pac, nonché la disciplina delle eventuali sanzioni.
Il Parlamento ha chiesto di ridurre il margine di flessibilità originariamente previsto per gli Stati membri, creando un modello di attuazione che mantenga il principio di conformità per quanto riguarda l'ammissibilità della spesa.

Le esenzioni dalle sanzioni

Sono state poi aggiunte esenzioni dalle sanzioni per i piccoli agricoltori. Un sistema comune per aumentarle invece gradualmente in caso di ripetute violazioni. La portata della riserva di crisi è stata mantenuta e sono state introdotte modifiche alle fonti di finanziamento, con una dotazione di base di 400 milioni di euro al di fuori del fondo Feaga all'inizio e aumenti dall'interno della Pac fino a un possibile massimale di 1,5 miliardi di euro, con l'obiettivo di creare un meccanismo che renda utilizzabile la riserva di crisi, diversamente da quanto avviene attualmente.

Il regolamento Ocm

Per quanto riguarda infine il regolamento Ocm, abbiamo confermato il trasferimento delle norme sui vari programmi settoriali al regolamento sui Piani strategici, come proposto dalla Commissione. Mentre abbiamo mantenuto all'interno del regolamento Ocm i programmi frutta e latte nelle scuole, semplificandoli e ampliando la varietà di prodotti distribuibili.
Per gli impianti viticoli abbiamo ottenuto l'estensione al 2045 dell'attuale sistema di autorizzazioni, in scadenza al 2030, con l'obbligo per la Commissione di redigere due valutazioni sul funzionamento, una nel 2028 e la seconda nel 2040. La durata dell'intervallo massimo previsto per il reimpianto di viti passa dagli attuali tre a sei anni. Quanto alla riconversione dei diritti di impianto in portafoglio, dall'1 gennaio 2023 resterà a disposizione degli Stati membri una superficie equivalente a quella coperta dai diritti di impianto validi fino al 31 dicembre 2022 e non convertiti in autorizzazioni. Gli Stati membri potranno riallocare queste superfici entro il 31 dicembre 2025. E questa è una possibilità che andrà a sommarsi alla consueta assegnazione annuale dell'1% in più del potenziale viticolo.

Paolo De Castro
Parlamentare europeo

DAI DIGESTATI UN CONTRIBUTO ALLA SANITÀ DEL SUOLO

L'APPORTO RIPETUTO DI QUESTI AMMENDANTI, INSIEME AL RISPETTO DI UN ADEGUATO INTERVALLO DI TEMPO TRA LE INCORPORAZIONI AL SUOLO E LE ATTIVITÀ SUCCESSIVE DI SEMINA O TRAPIANTO DELLA COLTURA, SONO FONDAMENTALI. I BENEFICI SONO STATI VALUTATI DA CREA-AA CON UNO STUDIO CHE IMPIEGA UNA NUOVA TECNICA MOLECOLARE.

Il rapido aumento dal 2002 a oggi degli impianti a digestione anaerobica per la produzione di biogas, associati alle aziende zootecniche, ha permesso lo smaltimento sostenibile dei liquami riducendo drasticamente il rischio ambientale degli allevamenti.
Da allora, i digestati derivanti da detti impianti sono stati utilizzati come ammendanti nei terreni coltivati circostanti e oggi si prestano a valutazioni ex post sulla capacità di migliorare la qualità dei suoli di medio termine (10-15 anni).
Mentre è ben noto il contributo dei digestati al contenuto di carbonio organico del suolo e il loro apporto in termini di nutrienti, poco si sa dell'impatto sulla componente microbica, la quale è invece alla base della fertilità biologica e sanità dei suoli. La limitata conoscenza acquisita sino a ora su questi aspetti è in parte dovuta alle difficoltà di rilevare efficacemente le variazioni del microbioma tellurico (l'insieme dei microrganismi che vivono nei suoli e le loro interazioni). Queste complessità sono oggi superabili grazie all'impiego di tecniche molecolari per lo studio delle popolazioni microbiche a partire dal Dna estratto da piccoli campioni di suolo.

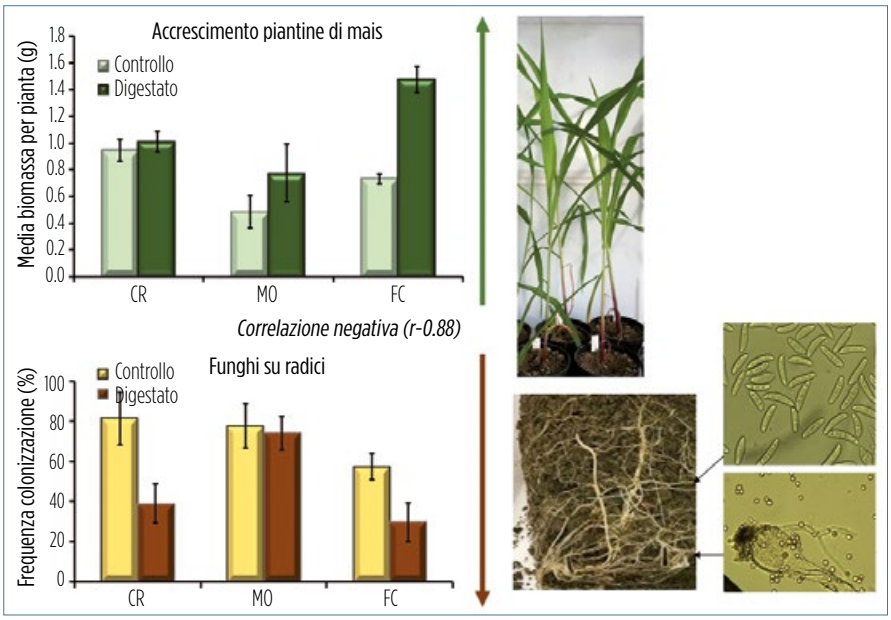


FIG. 1 RISPOSTA PRODUTTIVA
Massa vegetale prodotta da giovani piante di mais in vaso su suoli ammendati (digestato) e non ammendati (controllo) prelevati nei pressi di digestori delle province di Cremona Modena e Forlì e loro relazione con la colonizzazione fungina delle radici.
È evidente il vantaggio derivante da una minore colonizzazione fungina delle radici stesse.

Effetti dell'apporto dei digestati sulla sanità della coltura di mais

I benefici che derivano dall'apporto periodico al suolo dei digestati, con particolare attenzione alle variazioni del microbioma nella rizosfera, sono stati valutati dal Crea-Agricoltura e ambiente di Bologna (Manici et al., 2021).
Lo studio[1] è stato svolto con test di allevamento in vaso su campioni di suoli coltivati a mais presso diversi impianti per la produzione di biogas nella pianura Padana.
L'apporto periodico dei digestati ai suoli per almeno un decennio, pur non incrementando in modo significativo il contenuto della sostanza organica, ha permesso di raggiungere un incremento medio del 30% della crescita vegetativa nelle fasi giovanili del mais rispetto agli appezzamenti non ammendati (*figura 1*), tenendo conto che la disponibilità di azoto per le piante non era un fattore limitante in questo caso.
L'aggiunta ripetuta di digestati ai suoli ha portato a una miglior crescita di giovani piante di mais rispetto agli stessi suoli non ammendati; questa maggior crescita è risultata principalmente legata a un maggior sviluppo radicale.
L'apporto dei digestati ai suoli con una generale dotazione limitata di sostanza organica (con valori da 1 a 1,8%) ha inoltre indotto una serie di variazioni microbiche tali da ridurre la colonizzazione delle radici del mais da parte di una serie di funghi patogeni delle radici che sopravvivono nei suoli in forma saprofitaria. Le popolazioni batteriche ad azione positiva, come le *Pseudomonas* e gli attinomiceti, sono risultate sempre più abbondanti nei suoli ammendati, suggerendo il loro coinvolgimento nella migliorata capacità dei suoli di controllare i funghi patogeni delle radici. Fra i meccanismi maggiormente coinvolti, la liberazione nella rizosfera da parte dei batteri di una serie di composti tossici verso i funghi (antibiosi) e la competizione fra microrganismi per la disponibilità di elementi nutritivi a livello della rizosfera (antagonismo).

È opinione diffusa che il mais possa essere coltivato ripetutamente sullo stesso terreno senza eccessivi inconvenienti, come invece accade per altre colture.
In realtà, un esperimento condotto in un comprensorio maidicolo della pianura Padana ha evidenziato che la produzione del mais da granella in rotazione triennale è costantemente superiore rispetto al mais in monosuccessione, sia nelle annate sfavorevoli sia in quelle

propizie (Borrelli et al., 2014). Questi risultati sono coerenti con le evidenze osservate sullo stato sanitario delle radici di giovani piante di mais nei siti della pianura Padana scelti per questo studio. Infatti, in questi siti, dove il mais ritorna spesso sugli stessi appezzamenti, è stata evidenziata una colonizzazione delle radici da parte dei funghi del suolo tipicamente presenti nelle coltivazioni intensive di mais. Questo complesso di funghi è responsabile di riduzione di accrescimento delle radici ed è una delle principali cause del "declino produttivo" delle colture, ovvero della graduale e progressiva riduzione della produzione nel tempo.

Fra i patogeni radicali del mais, *Setophoma terrestris* è risultata la specie fungina predominante sulle radici e spazialmente più diffusa. *Setophoma* è un patogeno radicale molto diffuso su mais negli Usa; in prove di patogenicità con gli isolati provenienti dai suoli dei nostri siti studio nella pianura Padana, ha mostrato la capacità di ridurre fino al 70% lo sviluppo delle giovani piante di mais (*figura 2*).

Accorgimenti necessari a una corretta utilizzazione dei digestati

L'applicazione periodica dei digestati è risultata quindi in grado di valorizzare il microbioma nativo dei suoli con un effetto positivo sulle colture. Questa indagine semplicemente conferma la bontà di una pratica che gli agricoltori con impianti di biogas in azienda hanno già notato da tempo nei loro suoli. L'apporto ripetuto e il rispetto di un adeguato intervallo di tempo fra le incorporazioni al suolo e le attività successive di semina o trapianto della coltura sono fondamentali per la valorizzazione di queste masse di riciclo in agricoltura. Infatti, problematiche come fitotossicità e inibizione dello sviluppo delle piante sono state evidenziate con esperienze negative di coltivazione osservate immediatamente dopo l'incorporazione del digestato al terreno (Soppelsa et al. 2021). Questo ha creato una certa confusione sugli effetti dell'impiego agronomico di questi materiali derivanti dalla digestione anaerobica. Va infatti considerato che i digestati sono costituiti da materiale organico parzialmente degradato che, una volta incorporato al suolo, può causare una temporanea immobilizzazione dell'azoto. Generalmente bastano pochi mesi perché questo processo venga concluso, ma l'osservanza di questo periodo è fondamentale per trarre i migliori vantaggi dai digestati come ammendanti organici.

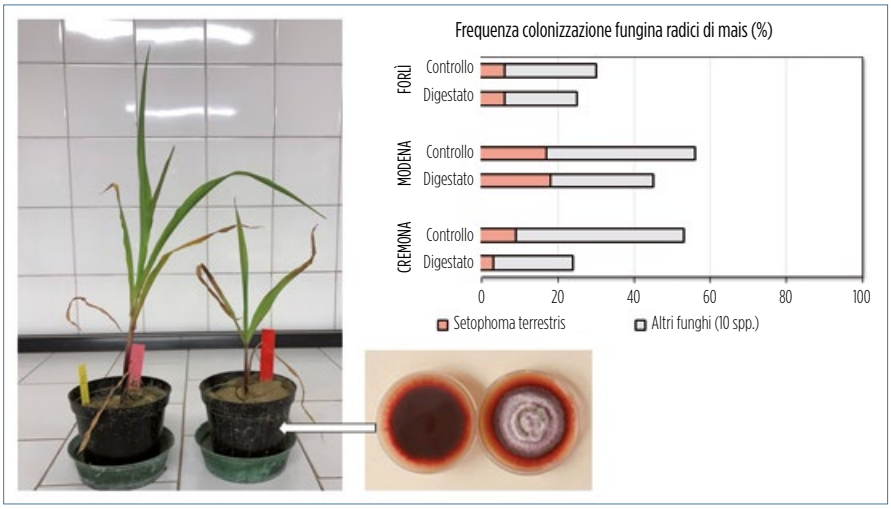


FIG. 2 REPRESSIONE NATURALE DEI PATOGENI RADICALI
A sinistra, riduzione di crescita di giovani piante di mais su suolo inoculato con Setophoma terrestris (vaso a destra con freccia da colonia pura del fungo) rispetto al controllo (vaso a sinistra).
Nel grafico a destra, si noti come nei suoli ammendati con digestato ci sia una minore colonizzazione fungina delle radici e che Setophoma è il patogeno più rappresentato e diffuso nei suoli dove la coltura di mais è ripetuta.

Implicazioni per un uso sostenibile dei digestati

I risultati di questo studio hanno importanti implicazioni in un contesto di efficiente utilizzazione delle superfici coltivate nelle aree dove sono presenti impianti di digestione anaerobica. Infatti, accanto agli apporti di carbonio organico al suolo, i digestati offrono un vantaggio aggiuntivo che consiste nell'incremento di una serie di processi microbici positivi che si traducono in una maggior fertilità biologica e sanità dei suoli.

Luisa Maria Manici, Francesco Caputo, Enrico Ceotto

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria - Centro agricoltura e ambiente (Crea-Aa)

NOTE

[1] Attività finanziata dal Ministero delle Politiche agricole, alimentari e forestali (Mipaaf) nell'ambito del progetto Agroener (Dd n. 26329, 1 aprile 2016)
http://agroener.crea.gov.it/

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Borrelli L., Castelli F., Ceotto E., Cabassi G., Tomasoni C., 2014, "Maize grain and silage yield and yield stability in a long-term cropping system experiment in northern Italy", *European Journal of Agronomy,* 55:12–19.

Manici L.M., Caputo F., Cappelli G.A., Ceotto E., 2020, "Can repeated soil amendment with biogas digestates increase soil suppressiveness toward non-specific soil-borne pathogens in agricultural lands?", *Renewable Agriculture and Food Systems*, 36, 353-364.

Soppelsa S., Manici L.M., Caputo F., Zago M., Kelderer M., 2021, "Locally available organic waste for counteracting strawberry decline in a mountain specialized cropping area", *Sustainability*, 13(7), 3964.

LEGISLAZIONE NEWS

A cura di Servizio Affari istituzionali e avvocatura • Arpae Emilia-Romagna

ACCESSO AGLI ESPOSTI: SI PRONUNCIA IL TAR PARMA

Ordinanza n. 249 del 12/10/2021 Tribunale amministrativo regionale dell'Emilia-Romagna, sezione distaccata di Parma

Con l'ordinanza in commento il Tar si pronuncia sul diniego formulato da un'amministrazione relativamente a un'istanza di accesso finalizzata a conoscere i dati dell'autore di un esposto da cui trae origine un procedimento di accertamento di un illecito ambientale.
Secondo il Collegio giudicante il nominativo della persona che ha effettuato la segnalazione sulla cui base la Pa si è attivata è del tutto ininfluente e non preclude, in alcun modo, la possibilità di difesa per il soggetto destinatario della predetta attività: il denunciante conosce i fatti contestati già dal verbale di accertamento e non c'è quindi ragione di risalire al nome dell'esponente. Anche il Consiglio di Stato ha di recente confermato tale orientamento giurisprudenziale, chiarendo che l'esposto costituisce il presupposto dal quale ha origine un'attività amministrativa che si traduce prima in verifiche ispettive, poi in verbali di accertamento di illeciti amministrativi, a seguito dei quali vengono adottate ordinanze ovvero altri provvedimenti sanzionatori; la segnalazione, pertanto, non può costituire oggetto di accesso agli atti, in quanto non sussiste il requisito della stretta connessione e del rapporto di strumentalità tra la cosiddetta denuncia scaturente dalla segnalazione e l'atto finale adottato dalla pubblica amministrazione. La segnalazione è, infatti, meramente sollecitatoria dell'esercizio della funzione amministrativa di controllo e verifica che compete alla Pa. Pertanto, anche a voler prescindere dalla riservatezza dell'autore della segnalazione (che ad esempio può essere un dipendente del soggetto sottoposto ad attività ispettiva, e quindi potenzialmente a rischio di ritorsione), emerge la sostanziale carenza di interesse alla conoscenza dell'autore dell'esposto.

ECONOMIA CIRCOLARE: PUBBLICATI TRE DECRETI DEL MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA

Decreto Mite 396 del 28 settembre 2021
Decreto Mite 397 del 28 settembre 2021
Decreto Mite 398 del 29 settembre 2021

Firmati dal ministro Roberto Cingolani i tre decreti sull'economia circolare con cui vengono destinate alcune risorse del Piano nazionale di ripresa e resilienza: un miliardo e mezzo di euro per la realizzazione di nuovi impianti di gestione dei rifiuti e per l'ammodernamento degli impianti esistenti, 600 milioni di euro per la realizzazione di progetti faro di economia circolare per filiere industriali strategiche e 500 milioni di euro per il sistema avanzato e integrato di monitoraggio e previsione. Il decreto 396 contiene i criteri di selezione per i progetti relativi a raccolta differenziata e impianti di riciclo. Destinatari sono gli enti di governo d'ambito territoriale ottimale di cui al decreto 152/2006 o, laddove questi non siano costituiti, i Comuni. Questi potranno presentare le proposte anche avvalendosi dei gestori incaricati del servizio rifiuti igiene urbana. Il decreto 397 contiene i criteri di selezione per i progetti relativi a iniziative "*flagship*" per le filiere di carta e cartone, plastiche, Raee e tessili. Infine il decreto 398 approva il piano operativo per il sistema avanzato e integrato di monitoraggio e prevenzione a difesa del territorio e delle infrastrutture.

DELEGA DI FUNZIONI IN CAMPO AMBIENTALE. LA CASSAZIONE RIBADISCE I REQUISITI NECESSARI

Sentenza Corte di Cassazione penale, sez. III, n. 32861 del 6 settembre 2021

La Suprema Corte torna su un istituto fondamentale per la vigilanza e il controllo ambientale confermando i principi fissati dalla precedente decisione n. 6420/2007 per la validità della delega e per il passaggio di responsabilità tra i soggetti coinvolti.
La Cassazione ribadisce che, ai fini dell'attribuzione della responsabilità penale, per poter essere valida ed efficace la delega di funzioni risulta necessario che vengano rispettati tutti i seguenti requisiti: a) la delega deve essere puntuale ed espressa, con esclusione in capo al delegante di poteri residuali di tipo discrezionale
b) il delegato deve essere tecnicamente idoneo e professionalmente qualificato per lo svolgimento del compito affidatogli
c) il trasferimento delle funzioni delegate deve essere giustificato in base alle dimensioni dell'impresa o, quantomeno, alle esigenze organizzative della stessa
d) la delega deve riguardare non solo le funzioni, ma anche i correlativi poteri decisionali e di spesa
e) l'esistenza della delega deve essere giudizialmente provata in modo certo.
Nel caso di specie il reato contestato era stato il non rispetto delle prescrizioni imposte dall'Aia, art. 29 quattordecies comma 3 del Dlgs 152/2006 e il legale rappresentante della società coinvolta aveva contestato la sentenza di condanna in primo grado in quanto, tra gli altri motivi di ricorso, riteneva che la stessa non avesse preso in giusta considerazione la conferita delega di funzioni rilasciata al direttore tecnico dello stabilimento. I giudici della Suprema Corte hanno invece osservato che, dalla lettura della visura camerale della società, non emergeva alcun riferimento alla sussistenza di poteri decisionali e di spesa in capo al delegato, confermando pertanto la responsabilità penale del legale rappresentante sul presupposto che la delega di funzioni risulta essere valida e efficace solo se vi è la contestuale presenza di tutti i sopra richiamati requisiti.

PER LA CASSAZIONE I REFLUI STOCCATI IN ATTESA DI SMALTIMENTO SONO RIFIUTI

Sentenza Corte di Cassazione penale, sez. III, n. 33793 del 13 settembre 2021

La Suprema Corte ha stabilito che, con riferimento ai reflui stoccati in attesa di smaltimento in pozzi neri e fosse imhoff, la disciplina applicabile risulta essere quella sui rifiuti e non quella sulle acque. La Cassazione, ribadendo un principio ormai consolidato, ha in particolare stabilito che restano soggetti alla normativa sui rifiuti, disciplinata nella parte IV del Dlgs 152/2006, i reflui stoccati in attesa di smaltimento come quelli contenuti in pozzi neri e fosse imhoff. Nel caso di specie è stata confermata la condanna dell'imputato ex art. 256 Tua per abbandono incontrollato di rifiuti liquidi (si trattava di reflui zootecnici raccolti in vasche e poi sversati in un terreno con successivo ruscellamento in un torrente). Secondo la Corte i rifiuti stoccati in attesa di successivo smaltimento, come i liquami contenuti in pozzi neri, fosse imhoff e bagni mobili, sono da considerarsi rifiuti liquidi di acque reflue, soggetti pertanto alla normativa sui rifiuti e non a quella delle acque di scarico che riguarda, invece, solo i liquidi direttamente immessi nel suolo, nel sottosuolo e nella rete fognaria. Ai fini della corretta decisione sulla normativa applicabile per i giudici risulta dirimente il concetto di scarico come definito dallo stesso Dlgs 152/2006 all'art. 74, comma 1, lett. ff), secondo il quale occorre che il collegamento fra il ciclo di produzione e il recapito finale nel corpo ricettore sia attuato, senza soluzione di continuità, tramite una condotta o un altro sistema stabile di collegamento, in mancanza del quale si applica la normativa sui rifiuti.

OSSERVATORIO ECOREATI

A cura di Giuseppe Battarino (magistrato) e **Silvia Massimi** (avvocata)

Con l'osservatorio sulla casistica applicativa della legge 22 maggio 2015 n. 68, *Ecoscienza* mette a disposizione dei lettori provvedimenti giudiziari sia di legittimità che di merito, con sintetici commenti orientati alle applicazioni concrete della legge. Per arricchire l'osservatorio giurisprudenziale **chiediamo ai lettori** (operatori del Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente e non solo) **di trasmettere alla redazione tutti i provvedimenti che ritengono significativi (dovutamente anonimizzati)**: decreti e ordinanze, prescrizioni, sentenze ecc.

I contributi possono essere inviati a ecoscienza@arpae.it

TRAFFICO ILLECITO DI RIFIUTI DI AZIENDE DEL SETTORE ALIMENTARE

Cassazione penale, sezione III, sentenza n. 35436 del 9 luglio – 24 settembre 2021

Il delitto di traffico illecito di rifiuti di cui all'art. 452-quaterdecies del codice penale rimane al centro dell'interesse della giurisprudenza, anche per il numero di contestazioni che le Procure della Repubblica muovono con questa qualificazione giuridica agli indagati.
La Cassazione è tornata a pronunciarsi di recente nel merito del delitto, con riferimento all'impugnazione di un'ordinanza emessa dal Tribunale del riesame, che confermava la misura degli arresti domiciliari a carico di un indagato.
In qualità di contitolare-amministratore di una società operante nel settore alimentare, in concorso con altri, ponendo in essere attività organizzate per il traffico illecito di rifiuti, egli, secondo la Procura della Repubblica e il giudice delle indagini preliminari che aveva emesso il provvedimento cautelare, aveva gestito abusivamente ingenti quantitativi di rifiuti speciali in relazione alla raccolta, trasporto e smaltimento illeciti degli stessi. Nello specifico venivano contestati all'indagato due episodi in occasione dei quali, avendo preso accordi in tal senso, concorreva nello smaltimento illecito del carico di rifiuti speciali prodotti dall'azienda dell'indagato in un fondo nella disponibilità di altro indagato, ritenuto concorrente nel reato.
La difesa ha sostenuto che il Tribunale di merito avesse inquadrato erroneamente la condotta dell'indagato nel più grave delitto del traffico illecito di rifiuti: questo perché i due episodi contestati sarebbero semmai stati da ricondurre a un semplice conferimento illecito di rifiuti, punibile alla stregua della gestione abusiva di rifiuti di cui all'art. 256 del decreto legislativo n. 152 del 2006.

Il punto cruciale, in questa prospettazione difensiva, era la mancanza del dato qualitativo ulteriore necessariamente rappresentato dall'elemento organizzativo, sia pure allo stadio rudimentale, che integra *"l'allestimento di mezzi e attività continuative"* previsto per il delitto di attività organizzata per il traffico illecito di rifiuti.
Si tratta di una questione spesso decisiva per passare da reati minori a quello più grave: nel caso esaminato dalla Cassazione, ma in genere nelle segnalazioni di notizie di reato e nelle indagini, è sempre necessario verificare se le violazioni accertate siano singole e scollegate o possano rientrare in una realtà più ampia di illeciti ambientali.
La Cassazione ha respinto il ricorso, sostenendo che l'ordinanza impugnata aveva dato articolatamente conto, mediante il riferimento al complessivo materiale investigativo acquisito (si trattava in particolare di intercettazioni telefoniche e ambientali, immagini delle videocamere e dei sistemi di rilevamento), della sussistenza di elementi, indiscussi, indicativi dell'esistenza di un'efficiente ed efficace organizzazione di mezzi e persone, stabilmente anche se non esclusivamente impiegata nelle varie fasi della gestione non autorizzata di rifiuti speciali.
Si trattava in questo caso della raccolta presso le aziende alimentari (situate in Campania) dei residui di lavorazione, del loro trasporto e del loro successivo sversamento e interramento in aree destinate a scopi agricoli e invece di fatto adibite a discarica abusiva.

Nella ricostruzione fatta dai magistrati, l'attività illecita dell'indagato aveva come finalità quella – ricorrente in casi simili – di sollevare le aziende coinvolte dai costi connessi al regolare smaltimento dei rifiuti, nello specifico gestendo la consegna dei quantitativi di rifiuti da smaltire e avviare all'interramento illecito.
È da sottolineare come i controlli e le indagini abbiano riguardato un'azienda che si può considerare a rischio di illeciti ambientali pur non esercitando attività di impatto rilevante: il che conferma l'utilità del possibile orientamento delle attività di controllo sulla base di un'analisi preventiva dell'insieme delle realtà produttive.
È vero che l'addebito provvisorio del giudice delle indagini preliminari indicava due soli episodi di conferimento di rifiuti, ma la Cassazione ha ritenuto che i contatti – monitorati attraverso le intercettazioni ambientali – relativi alla programmazione del conferimento dei rifiuti da trasportare e smaltire illecitamente, fossero più che sufficienti a ritenere ulteriormente provato l'allestimento di mezzi e attività continuative tipico del delitto di traffico illecito di rifiuti.

In buona sostanza con questa sentenza la Cassazione ha cristallizzato l'orientamento giurisprudenziale per cui a livello probatorio non è necessario e indispensabile che vi siano innumerevoli conferimenti dimostrati e realizzati al fine di ritenere esistente il delitto di traffico illecito di rifiuti, ritenendo che i contatti intercorsi tra gli imputati e destinati a programmare i futuri conferimenti siano elemento tipico del delitto.
Altra affermazione importante contenuta nella sentenza riguarda i ruoli dei soggetti: chi concorre nel delitto di traffico illecito di rifiuti non deve necessariamente partecipare a tutte le attività organizzate, ma può anche dedicarsi a una sola di esse (nel caso esaminato, per uno degli indagati era il ripetuto conferimento di rifiuti).
Il delitto di traffico illecito di rifiuti sta acquistando una significativa centralità nella repressione degli illeciti ambientali. Le Procure della Repubblica, come detto, sono inclini a contestarlo anche per le possibilità che esso offre di applicazione di misure cautelari e di uso di strumenti investigativi quali le intercettazioni telefoniche e ambientali. Indubbiamente però, va posta la massima attenzione nella qualificazione dei fatti per evitare che un grave addebito provvisorio in fase di indagine non regga poi al vaglio del giudizio. In questa prospettiva sono importanti l'accuratezza da parte di chi svolge attività di polizia giudiziaria della descrizione dei fatti e delle relazioni tra soggetti (singoli, aziende, enti) evitando sia sottovalutazioni che enfatizzazioni.

LIBRI

Libri, rapporti, pubblicazioni di attualità • A cura della redazione di Ecoscienza

WHO GLOBAL AIR QUALITY GUIDELINES

Particulate matter ($PM_{2.5}$ and PM_{10}), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide

A cura di World health organization
2021
300 pp.

L'Organizzazione mondiale della sanità ha aggiornato le proprie Linee guida sulla qualità dell'aria, fornendo le raccomandazioni sui livelli obiettivo per sei inquinanti principali ($PM_{2,5}$, PM_{10}, ozono, biossido di azoto, biossido di zolfo, monossido di carbonio). Il documento inoltre propone buone pratiche dal punto di vista qualitativo per la gestione di alcuni tipi di particolato, come *black carbon*/carbonio elementare, particelle ultrafini e particelle derivanti da tempeste di sabbia e di polvere, per i quali non ci sono prove quantitative sufficienti per fissare livelli guida.

Le nuove linee guida Oms, basate su un'ampia ricognizione delle evidenze scientifiche disponibili, individuano i livelli di qualità dell'aria che sarebbe opportuno raggiungere per proteggere la salute umana e rappresentano un riferimento per la valutazione dell'esposizione della popolazione a livelli di inquinanti che possono causare problemi di salute. L'obiettivo è di fornire ai decisori una guida nel fissare gli standard e gli obiettivi normativi per la gestione della qualità dell'aria a livello internazionale, nazionale e locale.
Il report è disponibile al seguente link https://bit.ly/whoairquality

IN BREVE

Pubblicato dall'Agenzia europea per l'ambiente (Aee) il rapporto sulla sostenibilità urbana dalla prospettiva ambientale, dove viene presentato un quadro concettuale di sostenibilità urbana basato su un'ampia revisione delle conoscenze, incorporando un ampio processo guidato dalle parti interessate che coinvolge esperti interni (Eea e Eionet), esterni e contributi interistituzionali.
Le analisi contenute in questo documento sono state in gran parte raggiunte prima che il coronavirus emergesse in Europa. Le città sono state in prima linea nella crisi sanitaria fin dall'inizio, non solo sopportando i peggiori impatti, ma diventando anche attori essenziali nell'affrontare in modo proattivo e innovativo l'emergenza sanitaria, oltre a far fronte alle più ampie ramificazioni sociali ed economiche. I budget comunali, nazionali e dell'Ue saranno messi a dura prova a causa della crisi economica, che potrebbe portare a una riduzione dei budget per le principali iniziative ambientali negli anni a venire. Allo stesso tempo, molte politiche che sono state attuate principalmente per affrontare l'emergenza sanitaria avranno anche benefici ambientali a lungo termine (ad esempio un miglioramento delle infrastrutture per la mobilità) e c'è un crescente impegno da parte delle città europee per una ripresa verde dalla crisi, supportata da iniziative a livello dell'Ue, come il *green deal* europeo.

VI TENIAMO D'OCCHIO

Il futuro sostenibile spiegato bene

Potito Ruggiero, Federico Taddia
Editore Baldini+Castoldi, 2021
240 pp., 18,00 euro

C'è l'urgenza di *"chi ha ancora una vita intera davanti per cambiare qualcosa"* e ti guarda e dice che *"non può esistere che un figlio avveleni sua madre"*. E c'è l'incontro tra due persone di due generazioni, *"un quasi cinquantenne e un quasi adolescente"*, che dialogano e danno vita a un "patto per il futuro", *"per salvarci, con il pianeta"*.
"Vi teniamo d'occhio" è il libro scritto da Potito Ruggiero, giovane studente ambientalista tredicenne, e Federico Taddia, giornalista e divulgatore scientifico, insieme alla fisica Elisa Palazzi che ne ha curato la consulenza scientifica.
Il libro propone numeri, dati e spunti pratici: sessanta carte per accendere un faro sul *global warming*; poi alcune azioni *green*, che potrebbero essere sviluppate nelle scuole, e idee per i lavori nel futuro con consigli sui percorsi formativi all'altezza delle prossime sfide ambientali. E non manca *"l'Agenda 2030 spiegata alle mie amiche e ai miei amici"*.
"Come dice Potito, i bambini sono molto più bravi degli adulti a cambiare abitudini e fare ciò che è giusto". Magari allora vale la pena di ascoltarli un po' di più e imparare qualcosa. È il momento di mettersi all'opera! (*BG*)

Ambiente informa
Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Agenzie regionali e delle province autonome per la protezione ambientale

Negli ultimi numeri di AmbienteInforma, notiziario settimanale del Sistema nazionale a rete di protezione dell'ambiente (Snpa), un focus sull'*Earth technology expo* (Ete), a Firenze dal 13 al 15 ottobre 2021, dove Snpa è stata presente con un proprio stand e per promuovere alcuni panel durante le giornate dell'esposizione. Esperti del Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente sono stati tra i docenti dei corsi di alta formazione organizzati da Ete. Da diversi anni Ispra e le Agenzie per l'ambiente delle regioni e province autonome si avvalgono delle tecnologie messe a disposizione dalla scienza per le attività quotidiane di monitoraggio ambientale, controllo, gestione delle emergenze e per studi di ricerca applicata. I dati sulla qualità dell'aria e sul consumo di suolo, l'erosione costiera, la tutela del mare, l'agricoltura e agritech, sono alcune delle attività che oggi vedono l'utilizzo delle tecnologie satellitari mese a disposizione dal programma Copernicus, di droni e aerei, in un sistema integrato con gli strumenti tradizionali. Si parla anche dell'iniziativa di mobilità sostenibile Bimbimbici, promossa dalla Federazione italiana ambiente e bicicletta, a cui si è unito il progetto di *citizen science* ed educazione ambientale CleanAir@School sulla qualità dell'aria.
Segnaliamo anche la partecipazione di Snpa a Ecomondo (26-29 ottobre 2021), le ricerche di Arpa Piemonte per individuare le varianti di Sars-cov-2 nelle acque reflue e quelle di Arpa Campania su mascherine e allergie.

Tutti possono ricevere AmbienteInforma compilando il modulo online e accedere ai numeri in archivio (https://bit.ly/iscrizione_ambienteinforma_snpa).

arpae
agenzia prevenzione ambiente energia emilia-romagna

Arpae Emilia-Romagna è l'Agenzia della Regione che si occupa di ambiente ed energia sotto diversi aspetti. Obiettivo dell'Agenzia è favorire la sostenibilità delle attività umane che influiscono sull'ambiente, sulla salute, sulla sicurezza del territorio, sia attraverso i controlli, le valutazioni e gli atti autorizzativi previsti dalle norme, sia attraverso progetti, attività di prevenzione, comunicazione ambientale ed educazione alla sostenibilità. Arpae è impegnata anche nello sviluppo di sistemi e modelli di previsione per migliorare la qualità dei sistemi ambientali, affrontare il cambiamento climatico e le nuove forme di inquinamento e di degrado degli ecosistemi. L'Agenzia opera attraverso un'organizzazione di servizi a rete, articolata sul territorio. Quattro Aree prevenzione ambientale, organizzate in distretti, garantiscono l'attività di vigilanza e di controllo capillare; quattro Aree autorizzazioni e concessioni presidiano i processi di autorizzazione ambientale e di concessione per l'uso delle risorse idriche; una rete di Centri tematici, distribuita sul territorio, svolge attività operative e cura progetti e ricerche specialistici; il Laboratorio multisito garantisce le analisi sulle diverse matrici ambientali. Completano la rete Arpae due strutture dedicate rispettivamente all'analisi del mare e alla meteorologia e al clima, le cui attività operative e di ricerca sono strettamente correlate a quelle degli organismi territoriali e tematici. Il sito web www.arpae.it, quotidianamente aggiornato e arricchito, è il principale strumento di diffusione delle informazioni, dei dati e delle conoscenze ambientali.

Le principali attività

- Valutazioni e autorizzazioni ambientali
- Vigilanza e controllo ambientale del territorio e delle attività dell'uomo
- Gestione delle reti di monitoraggio dello stato ambientale
- Studio, ricerca e controllo in campo ambientale
- Emissione di pareri tecnici ambientali
- Concessioni per l'uso delle risorse idriche e demaniali
- Previsioni e studi idrologici, meteorologici e climatici
- Gestione delle emergenze ambientali
- Centro funzionale e di competenza della Protezione civile
- Campionamento e attività analitica di laboratorio
- Diffusione di informazioni ambientali
- Diffusione dei sistemi di gestione ambientale

Arpae Emilia-Romagna
Direzione generale: Via Po 5, 40139 Bologna – Tel. 051 6223811 – email: urp@arpae.it

www.arpae.it

L’osservazione della Terra non è solo uno strumento tecnico efficiente. Fornisce una prospettiva diretta e quasi emozionale sul nostro ambiente e sul nostro impatto su di esso.

Mariya Gabriel, Commissaria europea per l’innovazione e la ricerca.