

LA RESPONSABILITÀ COLLETTIVA E UN FUTURO ANCORA POSSIBILE

IL GLOBAL ENVIRONMENT OUTLOOK 7 DELL'UNEP È LA PIÙ AMPIA VALUTAZIONE GLOBALE DELL'AMBIENTE MAI REALIZZATA. IL RAPPORTO ANALIZZA LA CRISI AMBIENTALE E IDENTIFICA PERCORSI CONCRETI DI TRASFORMAZIONE, VALUTANDO ANCHE I COSTI DELLE AZIONI NECESSARIE (E I COSTI DELL'INAZIONE CHE SAREBBERO MOLTO MAGGIORI).

Un bambino, il 2100 e una scelta collettiva

Un bambino nato nel 2026 compirà 74 anni nel 2100. Da qui alla fine del secolo, in che mondo si troverà a vivere la sua vita? Se il mondo continuerà lungo le attuali traiettorie di sviluppo, l'ambiente che erediterà potrebbe essere fino a 3,9 °C più caldo rispetto all'era preindustriale, segnato da eventi climatici estremi, crisi economiche ricorrenti, insicurezza alimentare e livelli di inquinamento incompatibili con la salute umana e degli ecosistemi. È da questa prospettiva intergenerazionale che il *Global environment outlook 7 Geo-7* dell'Unep costruisce la propria narrazione: non un esercizio descrittivo, ma una valutazione orientata alle decisioni politiche e sociali dei prossimi anni.

Il rapporto rappresenta la più ampia valutazione globale dell'ambiente mai realizzata: 287 scienziati di 82 Paesi, oltre 800 revisori e un'integrazione senza precedenti di dati osservativi, scenari previsionali e analisi socioeconomiche. Tra gli autori figurano anche esperti italiani, incluse giovani scienziate under 35.

A differenza delle valutazioni precedenti, il Geo-7 non si limita a descrivere lo stato dell'ambiente, ma identifica percorsi concreti di trasformazione dei sistemi energetici, alimentari, dei materiali, dei rifiuti e della finanza. L'approccio è esplicitamente *whole-of-government* e *whole-of-society*¹: governi, imprese, comunità scientifica, società civile, popoli indigeni e cittadini sono chiamati a contribuire in modo coordinato.

Crisi ambientali globali interconnesse

Il pianeta è entrato in una fase di destabilizzazione ambientale senza precedenti nella storia umana. Cambiamento climatico, perdita di biodiversità, inquinamento e degrado del suolo aumentano simultaneamente, rafforzandosi a vicenda e dando origine a una crisi sistemica globale. Questi processi sono alimentati da modelli insostenibili di produzione e consumo, urbanizzazione rapida e stili di vita ad alto impatto ambientale. Il riscaldamento globale potrebbe

superare le proiezioni più caute dell'*Intergovernmental panel on climate change* (Ipcc), la massima autorità scientifica in tema di cambiamento climatico, aumentando il rischio di oltrepassare punti di non ritorno climatici. Tra i pericoli più gravi figurano l'alterazione delle grandi correnti oceaniche, la rapida perdita delle calotte polari e dei ghiacciai alpini, il disgelo del permafrost con rilascio massiccio di metano (CH₄) e anidride carbonica (CO₂) e il collasso degli ecosistemi corallini, fondamentali per la biodiversità marina e il sostentamento di milioni di persone di aree povere del pianeta.

La biodiversità terrestre, come dimostrano vari rapporti di valutazione dell'*Intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services* (Ipbcs, 2019; 2024) e una serie innumerevoli di studi indipendenti, sta diminuendo a un ritmo allarmante: fino a un milione di specie (degli 8 milioni circa presenti sul pianeta) rischia

CONFLITTI, INSTABILITÀ E AMBIENTE: UN MOLTIPLICATORE DI RISCHI SISTEMICI

Il *Global environment outlook 7* evidenzia come crisi ambientali, conflitti armati e instabilità geopolitica siano sempre più interconnessi, rafforzandosi a vicenda in un circolo vizioso. Il cambiamento climatico, il degrado degli ecosistemi e la scarsità di risorse naturali – in particolare acqua, suolo fertile ed energia – agiscono come moltiplicatori di rischio, aumentando la probabilità di tensioni sociali e violenza soprattutto in contesti caratterizzati da fragilità istituzionale e disuguaglianze. Oltre 3 miliardi di persone, pari a più del 40% della popolazione mondiale, vivono oggi in aree altamente vulnerabili agli impatti climatici, molte delle quali coincidono con regioni colpite da guerre o instabilità.

I conflitti, a loro volta, producono impatti ambientali diretti e duraturi: distruzione di infrastrutture, contaminazione di suoli e risorse idriche, emissioni significative di gas serra e perdita di biodiversità. Queste dinamiche compromettono la capacità degli Stati di attuare politiche climatiche e ambientali, distolgono risorse finanziarie dalla transizione sostenibile e aggravano le crisi alimentari e idriche. Per il Geo-7, prevenzione dei conflitti, cooperazione internazionale e rafforzamento del multilateralismo sono componenti essenziali di una strategia ambientale efficace: senza pace e stabilità, gli obiettivi climatici e di sostenibilità globale restano difficilmente raggiungibili.

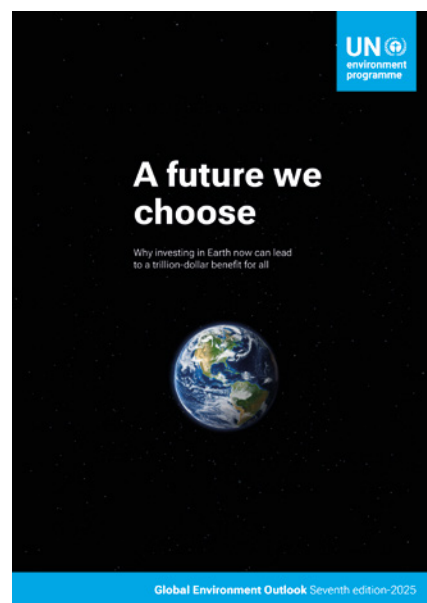


FIG. 1 GEO-7

La copertina del rapporto Unep, disponibile (anche in formato interattivo) su www.unep.org

l'estinzione, molte delle quali entro poche decadi. Anche la diversità genetica all'interno degli ecosistemi si riduce, compromettendo la resilienza e la capacità di adattamento al cambiamento climatico e, più in generale, al cambiamento globale. Oltre l'85% delle aree umide globali è stato distrutto. Il degrado del suolo interessa tra il 20% e il 40% delle terre emerse e tra il 2015 e il 2019 sono andati persi almeno 100 milioni di ettari di suoli fertili, con gravi conseguenze per la sicurezza alimentare globale.

L'inquinamento rimane uno dei principali fattori di rischio ambientale per la salute umana. Oggi si producono oltre 2 miliardi di tonnellate di rifiuti solidi ogni anno, che potrebbero arrivare a 3,8 miliardi entro il 2050. La diffusione di plastica e microplastiche contamina oceani, suoli agricoli e catene alimentari, con effetti sanitari rilevanti, inclusi disturbi respiratori, cardiovascolari ed endocrini. I costi economici complessivi dell'inquinamento superano l'8% del prodotto interno lordo (Pil) globale annuo.

I limiti dell'azione attuale e le opportunità ancora aperte

Secondo il Geo-7, le politiche attualmente in vigore a livello globale conducono verso un aumento della temperatura media globale compreso tra 2,4 e 3,9 °C entro la fine del secolo, a seconda degli scenari emissivi considerati. Questo valore è nettamente superiore all'obiettivo di contenere il riscaldamento entro 1,5-2 °C stabilito dall'Accordo di Parigi, soglia oltre la quale aumentano in modo non lineare i rischi di impatti climatici gravi e potenzialmente irreversibili. Già oggi la temperatura media globale ha superato di circa 1,5-1,6 °C i livelli preindustriali, con un'accelerazione della frequenza e dell'intensità di ondate di calore, siccità, alluvioni e incendi che colpiscono in modo sproporzionato le popolazioni più vulnerabili.

Il mondo è fuori traiettoria anche rispetto agli impegni internazionali in materia di biodiversità e suolo. In particolare, nessuno dei 20 *Aichi biodiversity targets*, definiti per il periodo 2011-2020 nell'ambito della Convenzione sulla diversità biologica, è stato pienamente raggiunto. Gli *Aichi targets* costituivano un quadro globale volto a ridurre le pressioni sulla biodiversità, proteggere ecosistemi e specie, garantire l'uso sostenibile delle risorse naturali e

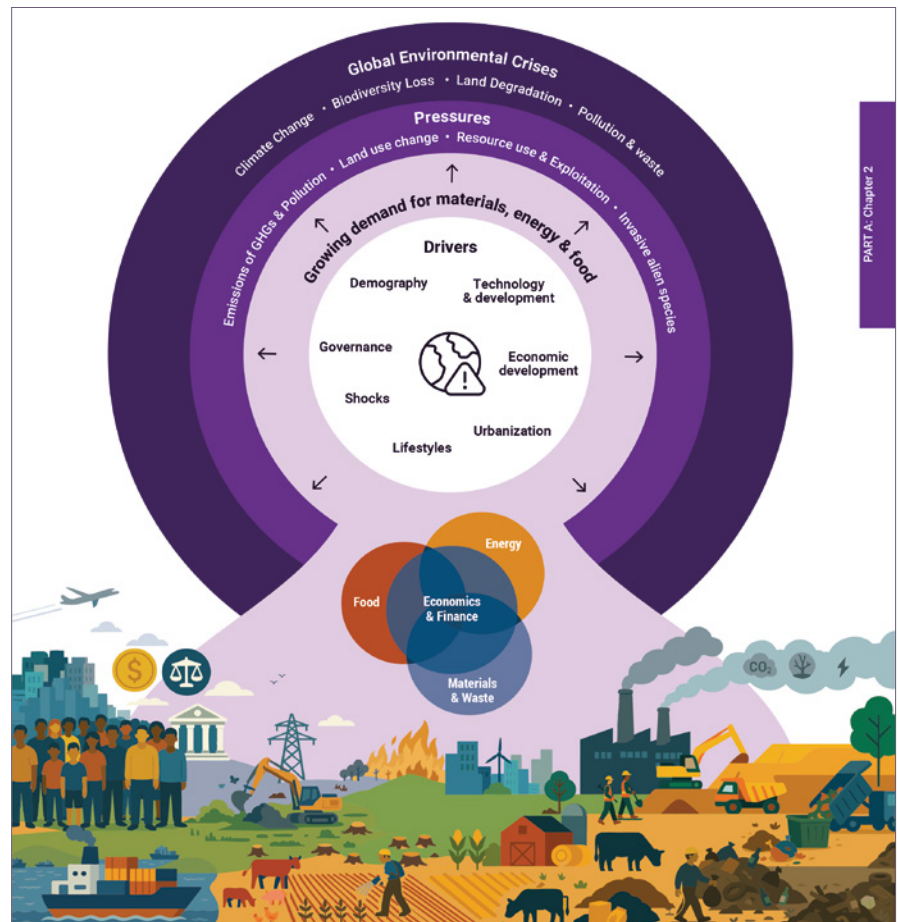


FIG. 2 DPSIR E DRIVER DEL CAMBIAMENTO AMBIENTALE GLOBALE

Il modello Dpsir (determinanti-pressioni-stato-impatti-risposte), riformulato da Unep per cogliere i driver interconnessi del cambiamento ambientale globale. Il grafico mostra che l'insieme dei fattori trainanti (*drivers*) determina una domanda in costante crescita di materiali, energia e cibo, soddisfatta attraverso sistemi di produzione e consumo ambientalmente insostenibili, inseriti in sistemi economici, finanziari e di governance anch'essi insostenibili. Ciò comporta pressioni (*pressures*) crescenti legate alle emissioni di gas a effetto serra e di inquinanti, ai cambiamenti nell'uso del suolo, all'utilizzo e allo sfruttamento delle risorse e alla diffusione di specie aliene invasive, che a loro volta rappresentano le cause profonde (*underlying causes*) delle crisi ambientali globali: cambiamento climatico, perdita di biodiversità, degradazione del suolo/territorio, inquinamento e rifiuti. Pertanto, affrontare le crisi ambientali globali richiede la trasformazione dei sistemi economici e finanziari dominanti, nonché dei sistemi dei materiali e dei rifiuti, dell'energia e dell'alimentazione.

Fonte: Unep, Geo-7, 2025

integrare la biodiversità nelle politiche economiche e settoriali. Il loro mancato raggiungimento riflette una crisi strutturale della governance ambientale globale, che finora non ha saputo affrontare i principali fattori diretti e indiretti della perdita di biodiversità, e ha reso necessaria l'adozione del nuovo piano della Convenzione per la diversità biologica (Cbd), il Quadro globale per la biodiversità di Kunming-Montreal, che tuttavia parte da una situazione di forte deterioramento degli ecosistemi.

Anche sul fronte del degrado del suolo e della desertificazione, gli obiettivi della Convenzione delle Nazioni unite per la lotta alla desertificazione (Unccd) risultano lontani dall'essere raggiunti. Circa il 40% delle terre emerse è già degradato in misura moderata o grave, con impatti diretti sulla sicurezza alimentare, sulla disponibilità di acqua e sui mezzi di sussistenza di miliardi di persone.

Il degrado del suolo riduce la capacità degli ecosistemi di sequestrare carbonio, rafforzando ulteriormente il legame tra crisi climatica, perdita di biodiversità e vulnerabilità socio-economica.

Il problema, come sottolinea il Geo-7, non è soltanto la lentezza dell'azione, ma soprattutto la sua frammentazione. Politiche settoriali non coordinate – ad esempio tra energia, agricoltura, trasporti, uso del suolo e commercio – producono benefici limitati e, in alcuni casi, effetti controproducenti, spostando le pressioni ambientali da un settore o da una regione all'altra. In assenza di un approccio sistemico, i miglioramenti ottenuti in un ambito possono essere annullati da dinamiche negative in altri. Senza un cambiamento strutturale dei modelli di produzione e consumo, i progressi tecnologici, pur necessari, non saranno sufficienti a compensare la crescita della domanda globale di

energia, materiali e cibo. Negli ultimi decenni, l'aumento dell'efficienza è stato spesso superato dall'"effetto rimbalzo" legato all'espansione dei consumi: il metabolismo globale dei materiali continua a crescere, così come le pressioni sugli ecosistemi. Il Geo-7 conclude che solo una trasformazione profonda dei sistemi energetici, alimentari, industriali e urbani, accompagnata da cambiamenti nei comportamenti e nei modelli di sviluppo, può riportare il mondo su una traiettoria compatibile con i limiti planetari e con gli obiettivi di sostenibilità a lungo termine.

Nonostante la gravità delle tendenze, il Geo-7 sottolinea che le soluzioni esistono. Il raggiungimento degli obiettivi ambientali globali è ancora possibile attraverso trasformazioni sistemiche coordinate e su larga scala. Per la neutralità climatica entro il 2050 sono necessari investimenti annui stimati in 6-7 mila miliardi di dollari, equivalenti a circa il 6-8% del prodotto interno lordo (Pil) globale.

Una leva cruciale è la riforma dei sistemi economici e finanziari: l'eliminazione progressiva dei sussidi dannosi per l'ambiente (1,5-3,5 mila miliardi di dollari l'anno), l'internalizzazione dei costi ambientali e sociali nei prezzi di mercato e l'allineamento dei flussi finanziari agli obiettivi climatici e di biodiversità. L'economia circolare globale può ridurre drasticamente rifiuti e inquinamento, alleviando la pressione su minerali e materiali critici.

Gli investimenti richiesti sono ingenti, ma i benefici superano ampiamente i costi. I danni evitati e i guadagni netti potrebbero raggiungere circa 20 mila miliardi di dollari all'anno entro il 2050-2070 e oltre 100 mila miliardi entro il 2100, con un potenziale aumento del Pil globale fino al 25% rispetto a scenari di inerzia.

Dal punto di vista sanitario, aria più pulita, diete più sane e minore competizione per le risorse potrebbero evitare oltre 9 milioni di morti premature entro il 2050 e più di 50 milioni entro il 2100. Tali benefici richiedono però politiche redistributive e strumenti di governance capaci di garantire una transizione giusta.

Città, territori e salute

Le città, che ospitano oltre il 55% della popolazione mondiale e potrebbero superare il 68% entro il 2050, sono uno degli snodi centrali della tripla crisi

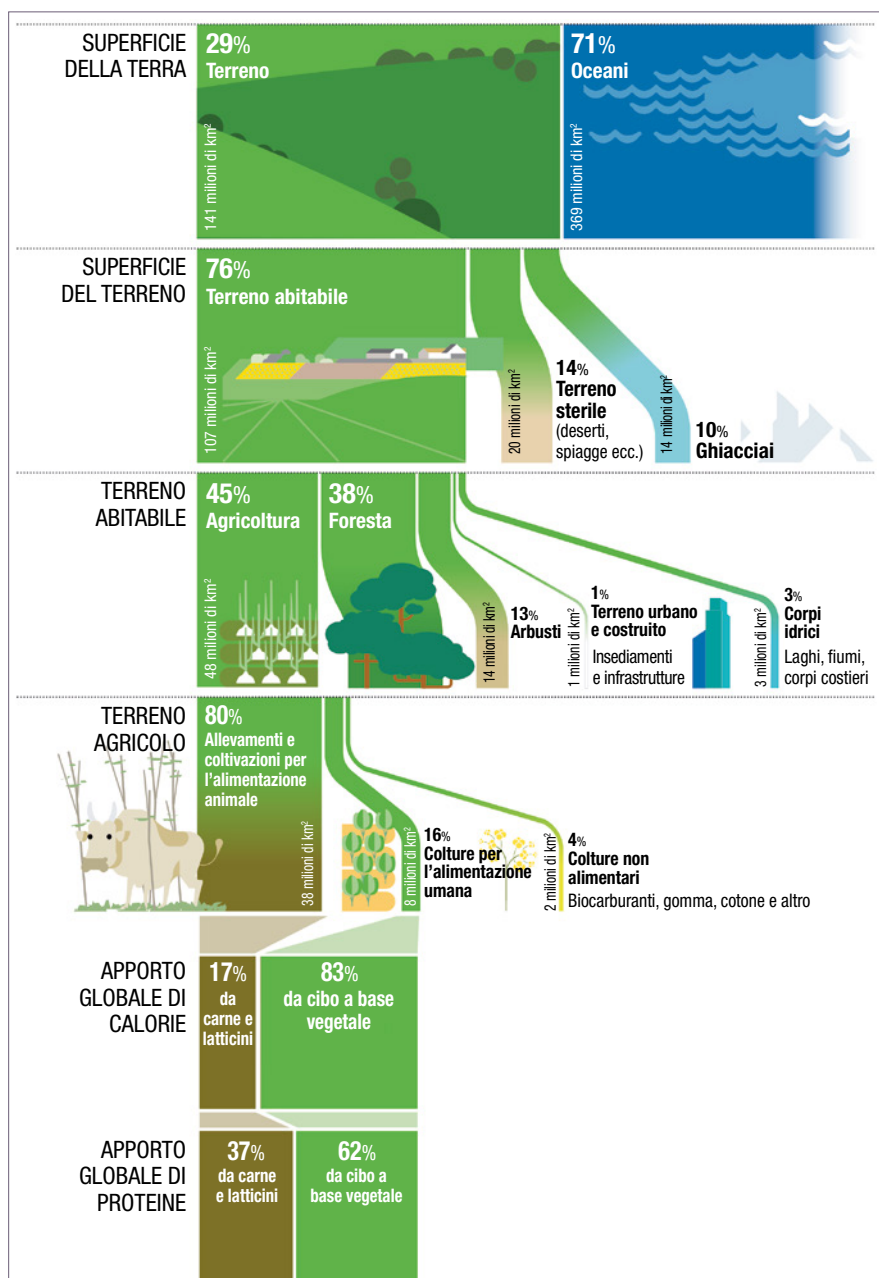


FIG. 1 USO DEL SUOLO PER L'ALIMENTAZIONE

Uso globale del terreno per la produzione di cibo nel 2019.

Fonte: Unep, 2025, Global Environment Outlook 7.

CARNE COLTIVATA: INNOVAZIONE E TRANSIZIONE DEI SISTEMI ALIMENTARI

La carne coltivata, prodotta a partire da cellule animali in bioreattori, è indicata dal Geo-7 come una possibile tecnologia complementare per ridurre l'impatto ambientale dei sistemi alimentari. Rispetto agli allevamenti intensivi, essa potrebbe ridurre in modo significativo l'uso di suolo e acqua e contribuire alla diminuzione delle emissioni, considerando che il sistema alimentare globale è responsabile di circa un terzo delle emissioni di gas serra e che la zootecnia utilizza oltre il 75% delle terre agricole pur fornendo meno del 20% delle calorie globali.

Il rapporto sottolinea tuttavia che la carne coltivata è ancora in fase di sviluppo. Restano aperte questioni legate ai costi energetici, alla scalabilità industriale, all'accettazione sociale e ai quadri regolatori. Per questo non va considerata una soluzione isolata, ma parte di una strategia più ampia che includa la riduzione del consumo eccessivo di carne, la promozione di diete prevalentemente vegetali, il rafforzamento delle filiere locali e la riduzione degli sprechi alimentari. Progetti pilota e sperimentazioni regolamentate, anche in Europa e in Italia, possono contribuire a valutarne il reale potenziale ambientale e socioeconomico.

ambientale – cambiamento climatico, perdita di biodiversità e inquinamento – ma anche uno degli spazi con il maggiore potenziale di trasformazione. La concentrazione di popolazione, infrastrutture e consumi le rende responsabili di una quota rilevante delle emissioni, dell'inquinamento atmosferico e della produzione di rifiuti; allo stesso tempo, consente di ottenere benefici ambientali, sanitari ed economici significativi attraverso politiche integrate. Il Geo-7 evidenzia che interventi settoriali isolati non sono sufficienti. La riduzione delle emissioni di gas inquinanti, serra e non, e il miglioramento della salute pubblica richiedono approcci sistemici che combinino mobilità sostenibile, pianificazione urbana compatta, efficienza energetica degli edifici, gestione integrata dell'acqua e infrastrutture

BIOENERGIA: POTENZIALITÀ E LIMITI DI UNA RISORSA CONTESA

La bioenergia, ottenuta da residui agricoli e forestali, rifiuti organici e reflui zootecnici, può svolgere un ruolo nel sostituire i combustibili fossili e contribuire alla riduzione delle emissioni di gas serra, valorizzando al contempo sottoprodotti dell'agricoltura, della zootecnia e della selvicoltura. Secondo il Geo-7 e le valutazioni Ippc, le bioenergie sostenibili potrebbero contribuire a circa il 5-10% del fabbisogno energetico globale entro metà secolo, a condizione che siano utilizzate in modo mirato e coerente con i limiti ecologici. La produzione di biogas e biometano da scarti e residui rappresenta un'opportunità concreta per l'economia circolare, la riduzione delle emissioni di metano dai rifiuti organici e il rafforzamento delle aree rurali.

Il Geo-7 evidenzia tuttavia con chiarezza i limiti della bioenergia quando deriva da coltivazioni dedicate su larga scala. L'espansione delle bioenergie può entrare in competizione con la produzione alimentare e contribuire alla conversione di habitat naturali, con effetti negativi su biodiversità, suoli e risorse idriche. A livello globale, l'agricoltura utilizza già circa il 70% dei prelievi di acqua dolce e occupa oltre il 40% delle terre emerse, rendendo particolarmente critica ogni ulteriore pressione. Per questo il rapporto raccomanda criteri stringenti di sostenibilità, privilegiando l'uso di residui, sistemi agroforestali integrati, digestione anaerobica dei rifiuti organici urbani e agricoli e l'integrazione della bioenergia con reti elettriche intelligenti. La sfida è garantire che la bioenergia sostenga la decarbonizzazione senza compromettere sicurezza alimentare ed ecosistemi.

TAB. 1
STIME COSTI
DELL'INAZIONE

Panoramica delle stime dei costi, tratte dalla letteratura, relative all'inazione o all'azione inadeguata in vari settori negli attuali scenari di tendenza.

Fonte: Unep, Geo-7, 2025.

Settore	Costi stimati	Unità
Agricoltura (produzione agricola)	80-120 miliardi di dollari persi annualmente fino al 2100 (Ippc 2022, Fao)	Valore della produzione agricola a rischio a causa di eventi meteorologici estremi, degrado del suolo indotto dalla salinità, perdita di impollinatori, scarsità d'acqua per l'irrigazione, aumento di parassiti e malattie
	15,3 miliardi di dollari persi annualmente in termini di Pil reale a causa della riduzione dell'habitat degli impollinatori e 19 miliardi di dollari persi annualmente in termini di Pil reale a causa della scarsità d'acqua solo per l'irrigazione fino a metà secolo (Johnson et al. 2020)	
Riduzione del rischio di disastri	327 miliardi di dollari di riduzione del Pil all'anno fino al 2050 (Johnson et al. 2020)	Pil perso a causa della ridotta produttività nelle aree costiere legata alla perdita e all'esaurimento di capitali e beni produttivi. Questo calo deriva dall'esposizione alle inondazioni dovuta a cambiamenti negli habitat terrestri e marini che normalmente proteggono la costa dall'erosione e dalle inondazioni
Energia	50-80 miliardi di dollari all'anno fino al 2050 (Ippc 2022, Iea 2022)	Valore dei danni alle infrastrutture energetiche e svalutazione degli asset (asset stranding) a seguito di eventi meteorologici estremi e del previsto aumento della domanda di energia, in alcuni casi
	12 mila miliardi di dollari fino al 2050 (Irena 2023)	
Silvicoltura	7,5 miliardi di dollari come perdita netta annuale nel Pil reale fino al 2050 (Johnson et al. 2020)	Ridotta produttività e produzione di legname a causa di cambiamenti nella biomassa legati all'uso del suolo, alla temperatura e ai cambiamenti delle precipitazioni
Salute	60-150 miliardi di dollari all'anno fino al 2100 (Romanello et al. 2023)	Perdita di produttività indotta dal clima, dovuta a esiti sanitari dannosi e costi di trattamento. Per quanto riguarda l'inquinamento atmosferico, i costi includono le perdite economiche annuali dovute a morti premature e i costi associati al trattamento delle malattie legate all'inquinamento
	12,5 mila miliardi di dollari entro il 2050 (Wef) Fino a 18-25 mila miliardi di dollari al 2060 per morti collegate all'inquinamento atmosferico e 2,2 mila miliardi al 2060 per malattie causate solo dall'inquinamento atmosferico (dollari a valore costante del 2010 a parità di potere d'acquisto) (Ocse)	
Lavoro	2,4 mila miliardi di dollari persi entro il 2030, con un riscaldamento globale limitato a 1,5 °C sopra i livelli preindustriali entro la fine del secolo (Ilo)	Valore delle ore lavorative perse a causa dello stress termico. Con un ulteriore degrado ambientale, i lavoratori agricoli saranno i più colpiti e rappresenteranno il 66% delle ore di lavoro globali perse a causa dello stress termico nel 2030
Bestiame	10-13 miliardi di dollari persi entro il 2050 a causa di una diminuzione del numero di capi allevati del 7-10% con un aumento di 2 °C, a causa della diminuzione di produttività del foraggio (Boone et al. 2018)	Perdite dirette risultanti dallo stress termico, che influenzano la mortalità e la produttività del bestiame e impattano indirettamente sulla disponibilità e la qualità del foraggio
	22-38 miliardi di dollari persi annualmente nella produzione di latticini e carne bovina entro il 2100 (Ippc 2022, scenario Ssp5)	
Turismo	80-120 miliardi di US\$ persi annualmente fino al 2100 (Unwto)	Valore delle entrate turistiche a rischio a causa di eventi meteorologici estremi e innalzamento del livello del mare
Aree urbane e infrastrutture	100-200 miliardi di dollari annualmente fino al 2100 (Undrr, Ippc 2022)	Costi delle riparazioni dei danni dovuti a una maggiore frequenza e intensità di eventi meteorologici estremi e altri eventi legati al clima
Risorse idriche	20-40 miliardi di dollari annualmente fino al 2100 (Ippc 2022)	Implicazioni della ridotta disponibilità idrica dovuta alla crescente incidenza della siccità



verdi. La trasformazione della mobilità urbana – riduzione del traffico privato, trasporto pubblico elettrificato e mobilità attiva – produce benefici immediati: minori emissioni di CO₂, riduzione dell'esposizione a PM_{2,5} e NO₂, calo del rumore e miglioramento della salute cardiovascolare e mentale.

Il patrimonio edilizio rappresenta un'altra leva cruciale. Programmi di riqualificazione energetica profonda, soluzioni di raffrescamento passivo, materiali a basse emissioni e integrazione delle rinnovabili consentono di ridurre i consumi energetici, migliorare il comfort abitativo e contrastare la povertà energetica, generando al contempo benefici sanitari ed economici. In un contesto di eventi climatici estremi sempre più frequenti, assumono inoltre un ruolo centrale le soluzioni basate sulla natura – parchi urbani, alberature, tetti verdi, suoli permeabili e rinaturalizzazione dei corsi d'acqua – che riducono le isole di calore, mitigano le alluvioni e migliorano il benessere psicofisico, risultando spesso più resilienti ed economicamente efficienti delle infrastrutture tradizionali.

Il Geo-7 sottolinea infine il legame diretto tra ambiente urbano e salute

pubblica: l'inquinamento atmosferico urbano è una delle principali cause di mortalità prematura², mentre la carenza di spazi verdi incide negativamente sulla salute mentale. Politiche urbane integrate possono quindi contribuire in modo sostanziale alla prevenzione delle malattie e alla riduzione dei costi sanitari, facendo delle città veri e propri laboratori di transizione sostenibile.

Economia, finanza e metriche oltre il Pil

Il Geo-7 dedica ampio spazio alla critica dell'uso esclusivo del Pil come indicatore di progresso. Sebbene il Pil globale superi i 100 mila miliardi di dollari annui, esso non considera la perdita di capitale naturale, il degrado degli ecosistemi, i costi sanitari dell'inquinamento né le disuguaglianze sociali, offrendo quindi una rappresentazione parziale e fuorviante del benessere reale.

Il rapporto propone l'adozione di metriche integrate che includano capitale naturale, umano e sociale, rendendo visibili i benefici economici della conservazione della biodiversità, della qualità dell'aria e dell'acqua e della salute pubblica.

Indicatori di benessere complessivo, resilienza e distribuzione equa dei benefici consentono di orientare le politiche verso obiettivi di lungo periodo, superando la semplice crescita quantitativa.

Dal punto di vista finanziario, il Geo-7 chiarisce che investire nella transizione ecologica non è un costo straordinario, ma una riallocazione razionale delle risorse. Una quota rilevante dei flussi finanziari globali è ancora diretta verso attività ad alta intensità di carbonio o sostenute da sussidi dannosi per l'ambiente. La loro progressiva eliminazione e il reindirizzamento dei

capitali verso rinnovabili, efficienza energetica, ripristino degli ecosistemi e agricoltura sostenibile avrebbero effetti sistemici positivi.

La finanza pubblica e privata svolge un ruolo chiave attraverso strumenti come tassazione ambientale, mercati del carbonio, *green bond*, finanza sostenibile e criteri Esg, che possono ridurre i rischi finanziari legati a clima e biodiversità. Affinché la transizione sia socialmente sostenibile, il Geo-7 sottolinea la necessità di politiche redistributive, protezione sociale e investimenti in competenze e occupazione verde, garantendo una transizione giusta e inclusiva.

Mediterraneo, Europa e Italia

Il Mediterraneo è riconosciuto dal Geo-7 come uno degli *hotspot* climatici globali, caratterizzato da un riscaldamento superiore alla media mondiale e da un aumento di siccità, ondate di calore, incendi ed eventi estremi. Per l'Europa meridionale e l'Italia, questi cambiamenti comportano rischi crescenti per agricoltura, risorse idriche, salute pubblica, ecosistemi e infrastrutture. Nel settore agricolo, l'aumento delle temperature e la riduzione delle precipitazioni mettono sotto pressione produttività e stabilità delle produzioni, accrescendo il rischio di desertificazione e degrado del suolo. Il Geo-7 indica come prioritarie pratiche resilienti come l'agroecologia, la riduzione di pesticidi e fertilizzanti, il miglioramento dell'efficienza idrica e il ripristino dei suoli, con benefici congiunti per sicurezza alimentare, clima e biodiversità.

Il bacino mediterraneo è inoltre sempre più esposto a stress idrico strutturale. Una gestione sostenibile dell'acqua richiede riduzione delle perdite nelle reti, riuso delle acque reflue, protezione

TAB. 2
PROSPETTIVE

Schema delle tre prospettive analizzate nel rapporto Unep e degli orientamenti se ne possono trarre per una trasformazione positiva.

Fonte: Unep, Geo-7, 2025.

Prospettiva	Focus del sistema	Dinamiche prevalenti del cambiamento	Orientamenti del cambiamento	Lezioni per la governance e la sostenibilità
Socioecologica	Interconnessione tra società ed ecologia	<ul style="list-style-type: none"> Vulnerabilità del sistema Resilienza del sistema: modelli di persistenza, adattamento o trasformazione 	<ul style="list-style-type: none"> Soglie e confini ecologici Considerazione di valori plurali Complessità della trasformazione 	<ul style="list-style-type: none"> Migliorare la capacità trasformativa Visioni co-create che combinano le dimensioni pratiche, politiche e personali del cambiamento
Sociotecnica	Modellamento reciproco di tecnologia e società	<ul style="list-style-type: none"> Meccanismi di stabilizzazione: lock-in (blocchi), resistenza degli attori Meccanismi di cambiamento: innovazione, destabilizzazione 	<ul style="list-style-type: none"> Superare i lock-in richiede un'innovazione radicale, tecnica o istituzionale Gli obiettivi normativi influenzano la direzione del cambiamento Il cambiamento radicale è politico 	<ul style="list-style-type: none"> Introdurre gradualmente e preservare le entità sostenibili Eliminare gradualmente ed evitare le entità insostenibili Navigare e anticipare le incertezze intrinseche
Socioeconomica	Modellamento reciproco di economia e istituzioni	<ul style="list-style-type: none"> Doppio movimento: Creazione di ricchezza Risultati negativi: ingiustizia, esternalità 	<ul style="list-style-type: none"> Le economie possono essere riformate o riconfigurate Obiettivi alternativi possono essere legittimi per le economie (ad es. giustizia, ecologizzazione, benessere, post-crescita) 	<ul style="list-style-type: none"> Alterare le condizioni istituzionali per lo sviluppo economico Evitare, ridurre e regolare le esternalità negative

degli ecosistemi acquatici e pianificazione integrata a scala di bacino. Le soluzioni basate sulla natura, come il ripristino di zone umide e aree fluviali, sono strumenti chiave per aumentare la resilienza. Nel contesto europeo, il *Green deal* e la *Nature restoration law* forniscono il quadro strategico per integrare obiettivi climatici, ambientali e sociali. Per l'Italia, la sfida principale è l'attuazione efficace, che richiede coerenza tra livelli di governo, capacità amministrativa, investimenti stabili e coinvolgimento di comunità locali e imprese. La decarbonizzazione dei sistemi energetici e industriali resta una priorità: accelerare le rinnovabili, l'efficienza energetica, l'elettrificazione dei consumi e l'innovazione industriale sono essenziali per ridurre le emissioni e rafforzare la competitività. Nel complesso, il Geo-7 evidenzia che Europa e Mediterraneo, pur vulnerabili, possono svolgere un ruolo guida in una transizione equa e basata sulla scienza, contribuendo a tutelare salute, ambiente ed economia entro i limiti planetari.

Conclusioni

Il messaggio del *Global environment outlook 7* è inequivocabile: il futuro non è predeterminato, ma la finestra di opportunità per evitare gli scenari peggiori si sta rapidamente chiudendo. Le crisi ambientali – cambiamento climatico, perdita di biodiversità, degrado del suolo, inquinamento e rifiuti – non possono essere affrontate con interventi frammentati o settoriali, ma richiedono trasformazioni sistemiche, rapide e coordinate dei modelli di sviluppo. Il Geo-7 mostra che gli investimenti necessari, pari a una quota contenuta del Pil globale, non rappresentano un costo netto, ma una riallocazione delle risorse capace di generare benefici economici, sanitari e sociali superiori nel medio e lungo periodo. Senza governance inclusiva e politiche redistributive, però, la transizione rischia di accentuare fratture sociali e territoriali. Il rapporto evidenzia anche il legame tra crisi ambientale e conflitti: scarsità idrica, degrado dei suoli e competizione per risorse critiche alimentano instabilità politica e migrazioni forzate. Prevenire i conflitti richiede cooperazione internazionale, governance inclusiva e tutela dei popoli indigeni, che proteggono il 25% della biodiversità mondiale. Le soluzioni devono essere adattate ai contesti regionali. Per l'Europa occidentale, Italia inclusa, il Geo-7

propone rafforzamento delle rinnovabili e degli accumuli energetici, economia circolare, agroecologia su larga scala e riduzione dei rifiuti e delle emissioni industriali. Prioritaria è anche la riduzione della dipendenza dai materiali critici, con filiere resilienti e ricerca avanzata. Fondamentale la governance multilivello, coinvolgendo cittadini, imprese, scienziati e istituzioni in un approccio *whole-of-government* e *whole-of-society*.

Il Geo-7 mostra due futuri: uno basato su cooperazione, innovazione e responsabilità collettiva; l'altro segnato da inazione e crisi sistemiche. Le scelte dei prossimi cinque anni determineranno quale strada imbrocheremo. Come ricorda Robert Watson, co-chair del rapporto, il costo dell'azione è immensamente inferiore al costo dell'inazione, e le soluzioni sono già alla nostra portata.

Lorenzo Ciccarese

Ispira, dirigente tecnologo, associato

NOTE

¹ L'approccio *whole-of-government* indica il coordinamento orizzontale e verticale delle politiche pubbliche oltre i silos amministrativi; il *whole-of-society* estende tale logica all'insieme degli attori sociali ed economici. I due concetti sono stati formalizzati dall'Ocse nei primi anni 2000 e successivamente adottati dal sistema Onu (in particolare Unep, Who e Undp).

² Secondo l'Organizzazione mondiale della sanità, l'inquinamento dell'aria è responsabile di circa 8,1 milioni di morti premature all'anno a livello globale. Nell'Unione europea, le stime più recenti attribuiscono a concentrazioni di PM_{2,5} al di sopra delle linee guida Oms tra 180 mila e 238 mila morti premature all'anno; solo per l'esposizione a PM_{2,5} nell'Ue sono stimati circa 182 mila decessi evitabili se si rispettassero i valori guida Oms. In Italia, valutazioni dell'Agenzia europea dell'ambiente indicano decine di migliaia di morti premature attribuibili all'inquinamento atmosferico (ad esempio ~48.600 per PM_{2,5}, ~9.600 per NO₂ e ~13.600 per O₃ secondo dati recenti).

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

Cbd, 2022, *Kunming-Montreal Global biodiversity framework*, Convention on Biological diversity, www.cbd.int/article/cop15-final-text-kunming-montreal-gbf-221222

International energy agency (Iea), 2021, *Net zero by 2050. A roadmap for the global energy sector*, Iea, Paris.

International renewable energy agency (Irena), 2023, *World energy transitions outlook 2023. 1.5 °C pathway*, Irena, Abu Dhabi.

Ipbcs, 2019, *Summary for policymakers of the Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services*, Bonn. www.ipbes.net/sites/default/files/2020-02/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers_en.pdf

Ipbcs, 2024, *Summary for policymakers of the Thematic assessment report on the interlinkages among biodiversity, water, food and health of the Intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services*, Ipbcs secretariat, Bonn, Germany. Doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13850289>

Ippc, 2022a, *Climate change 2022: mitigation of climate change. Contribution of Working group III to the Sixth assessment report of the Intergovernmental panel on climate change*, Cambridge University Press, Cambridge – New York.

Ippc, 2022b, *Climate change 2022: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working group II to the Sixth assessment report of the Intergovernmental panel on climate change*, Cambridge University Press, Cambridge – New York.

Ippc, 2023, *AR6 Synthesis Report*, Intergovernmental panel on climate change.

Oecd 2021, *Global material resources outlook to 2060*, Organisation for economic co-operation and development.

Unccd, 2017, *Global land outlook*, United Nations Convention to combat desertification, Bonn, Germany, Isbn: 978-92-95110-48-9, www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-09/GLO_Full_Report_low_res.pdf

Undrr, 2025, *Global assessment report on disaster risk reduction 2025: Resilience pays: financing and investing for our future*, United Nations office for disaster risk reduction, Geneva.

Unep, 2025, *Global environment outlook 7: A future we choose*, United Nations Environment Programme, Nairobi, www.unep.org/resources/global-environment-outlook-7?utm_source=chatgpt.com

Unfccc, 2015, *Paris Agreement*, United Nations framework convention on climate change.

MONITORAGGIO DEGLI INVASI E UTILIZZO DEI DATI SATELLITARI

IL MONITORAGGIO DELLA DISPONIBILITÀ DI ACQUA È DI IMPORTANZA FONDAMENTALE PER LA GESTIONE DELLE CRISI IDRICHE. IL DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE STA SPERIMENTANDO ALCUNE TECNICHE INNOVATIVE SUI CORPI IDRICI SUPERFICIALI. L'UTILIZZO DEI DATI SATELLITARI PRESENTA RILEVANTI VANTAGGI A SUPPORTO DELLE DECISIONI OPERATIVE.

Negli ultimi venticinque anni il territorio nazionale è stato interessato, con crescente frequenza, da numerose siccità che, in molti casi, hanno determinato vere e proprie crisi idriche e la consistente riduzione dell'acqua disponibile per i differenti comparti d'uso (idropotabile, irriguo, idroelettrico, industriale ecc.). La siccità è un fenomeno naturale relativamente lento rispetto ad altri (terremoti, eruzioni vulcaniche, frane, inondazioni ecc.), ma ostacola significativamente l'ordinato sviluppo sociale ed economico di un territorio, come testimoniato dai disagi sofferti dalle popolazioni interessate o dalla difficoltà delle imprese agricole a disporre dell'acqua necessaria per i turni di irrigazione previsti.

Nell'ambito delle competenze del Servizio nazionale della protezione civile rientra la previsione, prevenzione e il

contrasto del deficit idrico, ricompreso all'art. 16 comma 1 del Dlgs 1/2018 (codice di protezione civile) tra le tipologie di rischio in ordine alle quali si esplica l'azione di protezione civile. In particolare, le attività del Servizio nazionale della protezione civile si focalizzano sul settore idropotabile. Il monitoraggio della disponibilità idrica è di importanza fondamentale ai fini del preannuncio delle crisi idriche: infatti, prevedere con sufficiente anticipo l'approssimarsi di condizioni di scarsità idrica consente agli enti responsabili della programmazione e della gestione delle risorse idriche di adottare alcune misure gestionali finalizzate a prolungare la durata delle riserve disponibili, nonché a limitare i disagi per la popolazione e le ripercussioni per i differenti comparti produttivi.

Oltre alle metodologie tradizionali di monitoraggio della disponibilità idrica, il Dipartimento della protezione

civile (Dpc) sta promuovendo la sperimentazione di alcune tecniche innovative: in tale contesto, su indicazione dello stesso, Fondazione Cima (Centro internazionale in monitoraggio ambientale) – centro di competenza del Dpc stesso – sta conducendo lo sviluppo e la sperimentazione di un servizio operativo di monitoraggio dei corpi idrici superficiali (ad esempio invasi artificiali) basato sull'analisi di dati satellitari. Il servizio in questione consente di monitorare la variazione dell'estensione della superficie dei suddetti corpi d'acqua (*water bodies*, Wb) con una frequenza compatibile con le finalità di protezione civile. Il suddetto connubio scientifico-operativo ha permesso di ottimizzare il sistema verso scopi di protezione civile, di fatto implementando una strategia di co-design nella quale i requisiti operativi indicati dal Dpc sono stati utilizzati per effettuare le scelte tecniche di sviluppo del sistema in questione. L'obiettivo finale è supportare



FOTO: DI MATHÉLA - WIKIMEDIA - PUBBLICO DOMINIO

le decisioni degli attori, istituzionali e non istituzionali, responsabili della gestione delle risorse idriche.

Di seguito verrà brevemente descritta la metodologia alla base di tale servizio e successivamente verranno fatte alcune considerazioni in merito alle ricadute operative di tale sperimentazione, ai suoi pregi e limiti d'impiego, alle informazioni utili che è possibile estrarre anche per finalità di programmazione delle risorse idriche: da ultimo, verranno sinteticamente tracciate le direttrici dei possibili sviluppi futuri.

Il monitoraggio satellitare dei corpi idrici superficiali

Il servizio in questione si basa su immagini fornite da sensori di telerilevamento installati a bordo di satelliti. L'osservazione satellitare consente di monitorare su scala sinottica (ovvero su ampie porzioni di territorio, fino all'intera scala nazionale) le variazioni temporali delle superfici osservate, come l'estensione dei corpi idrici, la copertura del suolo e altri indicatori ambientali. Tali dati risultano particolarmente utili per valutare la disponibilità delle risorse idriche, attraverso l'analisi delle variazioni spazio-temporali dell'estensione dei Wb. Nel servizio proposto, queste variazioni vengono espresse come percentuale rispetto all'estensione storica massima della superficie del bacino considerato (*% Extent*). Le immagini satellitari, acquisite in diverse bande dello spettro

elettromagnetico, sono caratterizzate da proprietà fondamentali quali la risoluzione spaziale (ossia la minima distanza tra due oggetti distinguibili) e la risoluzione temporale (intervallo tra due acquisizioni che coincide con il tempo di rivisita se si considera la stessa geometria di osservazione).

Per rispettare i requisiti di dettaglio spazio-temporale richiesti dal Dpc, sono stati utilizzati i dati ottici ad alta risoluzione spaziale forniti dalla costellazione Sentinel-2 (S2) del programma europeo Copernicus. Nelle frequenze ottiche, i sensori misurano la frazione della radiazione solare riflessa dalla superficie terrestre verso il satellite in bande che vanno dal visibile (lunghezze d'onda di circa 0,4-0,7 μm) al vicino infrarosso (*near infrared*, Nir: ca. 0,7-1,3 μm) e all'infrarosso a onde corte (*short-wave infrared*, Swir: ca. 1,3-2,5 μm). La configurazione a due satelliti garantisce una frequenza di rivisita di 5 giorni, permettendo un monitoraggio regolare e aggiornato. Le immagini sono acquisite con una risoluzione spaziale di 10-20 metri nelle bande spettrali utilizzate per la mappatura dei corpi idrici. In particolare, l'acqua presenta alti coefficienti di assorbimento nelle bande del Nir e dello Swir, rendendo queste regioni spettrali particolarmente utili per monitorarne la presenza e il contenuto.

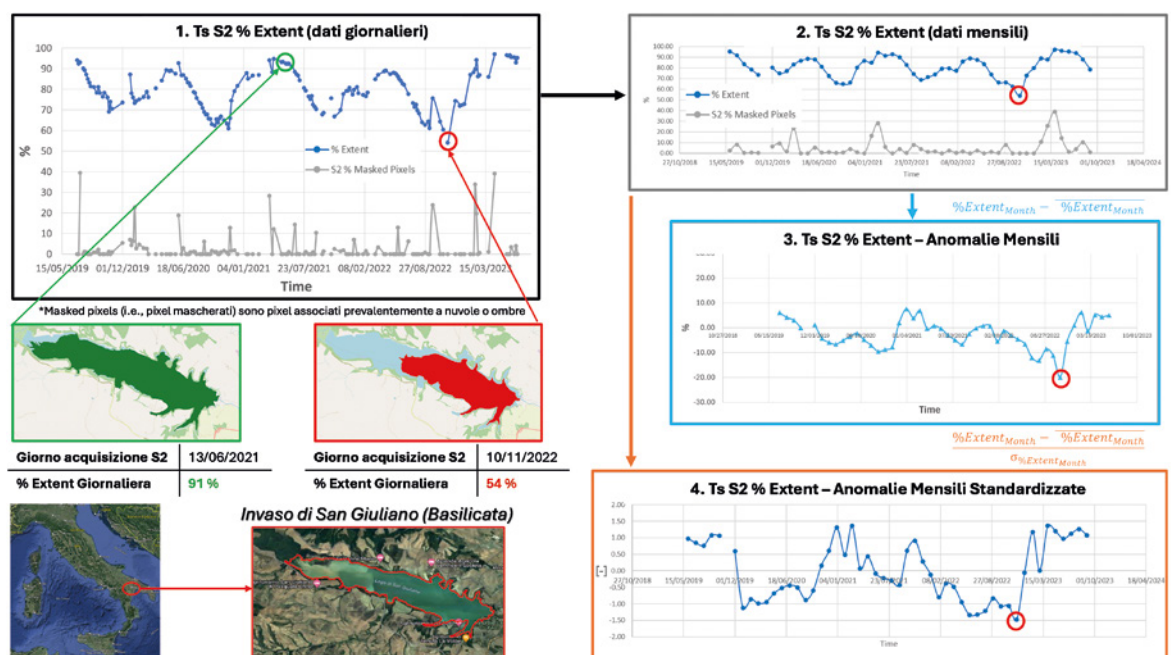
La disponibilità dei dati ottici può essere limitata dalla presenza di copertura nuvolosa, e per questo motivo il servizio può subire delle limitazioni dovute all'assenza di dati utili. Per superare questo vincolo, è in fase di

sviluppo un modulo aggiuntivo basato sull'elaborazione di dati a microonde acquisiti da sensori radar ad apertura sintetica (*synthetic aperture radar*, Sar), che sono sensori attivi, ovvero capaci di emettere un proprio segnale e di riceverne la frazione retrodiffusa dalla superficie terrestre. Le acquisizioni nella banda delle microonde (lunghezze d'onda comprese tra 30 e 3 cm) sono indipendenti dalla presenza di nubi e dall'illuminazione solare. L'obiettivo di questo ulteriore sviluppo è integrare informazioni provenienti da sensori differenti, al fine di garantire l'operatività del servizio anche in una più ampia casistica di condizioni ambientali. Per tale finalità, è stato progettato un modulo per il processamento dei dati Sar provenienti dalla costellazione Copernicus Sentinel-1 (risoluzione temporale: 6 giorni per immagini acquisite con la stessa orbita; risoluzione spaziale: circa 20 m) e dalla costellazione Cosmo-SkyMed (Csk). Questi ultimi, acquisiti nell'ambito del programma MapItaly, sono resi disponibili dall'Agenzia spaziale italiana (Asi) in collaborazione con Cima e Dpc e presentano una risoluzione spaziale di circa 5 m. Il programma MapItaly prevede un monitoraggio satellitare dell'intero territorio nazionale ogni 16 giorni.

L'identificazione della presenza di acqua tramite dati Sar si basa sulla sensibilità del sensore alla rugosità superficiale: superfici lisce, come l'acqua calma, riflettono il segnale radar in direzione speculare, risultando quindi scure nelle immagini, mentre superfici

FIG. 1
SERVIZIO
SATELLITARE

Workflow del servizio satellitare: dalla generazione delle serie temporali giornaliere di *% Extent*, alla produzione di serie mensili, anomalie mensili e anomalie standardizzate. Gli esempi riguardano l'invaso di San Giuliano (Basilicata).



più rugose (ad esempio suoli nudi) o vegetate producono una maggiore retrodiffusione del segnale verso il radar, apparendo quindi più luminose. Tuttavia, anche la mappatura dell'acqua da Sar presenta alcune criticità. In presenza di vento, la rugosità della superficie d'acqua aumenta, incrementando la retrodiffusione e riducendo il contrasto tra acqua e aree circostanti. Inoltre, a causa della geometria di acquisizione del Sar, le immagini sono soggette, in aree a orografia complessa, a distorsioni prospettiche che ne limitano l'utilizzo. Al momento, lo sviluppo del servizio basato sul processamento dei dati ottici S2 è da considerarsi in fase pre-operativa, ovvero tecnicamente pronto all'operatività, ma ancora in fase di validazione su differenti aree di studio. Parallelamente, lo sviluppo del processore dedicato ai dati Sar è attualmente in fase di design e test. Una volta completato questo modulo, verrà avviato lo sviluppo del componente per l'integrazione tra dati ottici e Sar.

La variabile principale di output del sistema, ovvero la *% Extent*, è prodotta in formato di serie temporale (*time series*, Ts) con cadenza giornaliera, ossia riferita al giorno dell'acquisizione satellitare, e mensile, ottenuta aggregando i valori giornalieri del mese (cioè calcolandone la mediana). Il servizio è stato concepito per operare in tempo quasi reale (*near real time*, Nrt): una volta definita l'area di interesse e processati i dati storici disponibili, i nuovi dati satellitari vengono elaborati non appena resi disponibili dal *data provider*. Considerando che l'obiettivo è fornire informazioni utili per la pianificazione e l'intervento anche in situazioni di emergenza, il sistema prevede anche la produzione di serie temporali relative alle anomalie mensili della *% Extent*. Tali anomalie rappresentano la differenza tra le condizioni di un mese e la media di riferimento per lo stesso mese (calcolata in un dato intervallo temporale di

riferimento pluriennale). Le anomalie vengono calcolate sia come semplice differenza tra valori di *% Extent*, sia in modalità standardizzata, ovvero normalizzate rispetto alla deviazione standard. Questo approccio consente di ottenere indicatori con significato statistico ben definito, utili per il confronto con anomalie di altre variabili ambientali, come ad esempio lo stato della vegetazione, che può risultare critico in periodi siccitosi.

Un'immagine descrittiva della modalità di funzionamento del servizio è riportata in *figura 1*, mentre la metodologia è illustrata in dettaglio in Cenci et al. (2024), che presenta anche i risultati di una prima validazione del servizio condotta sull'invaso di San Giuliano (Basilicata). La validazione si basa sul confronto tra le variabili del servizio derivate da dati S2 e variabili analoghe ottenute da dati in situ relative al volume d'acqua invasato (definite, per

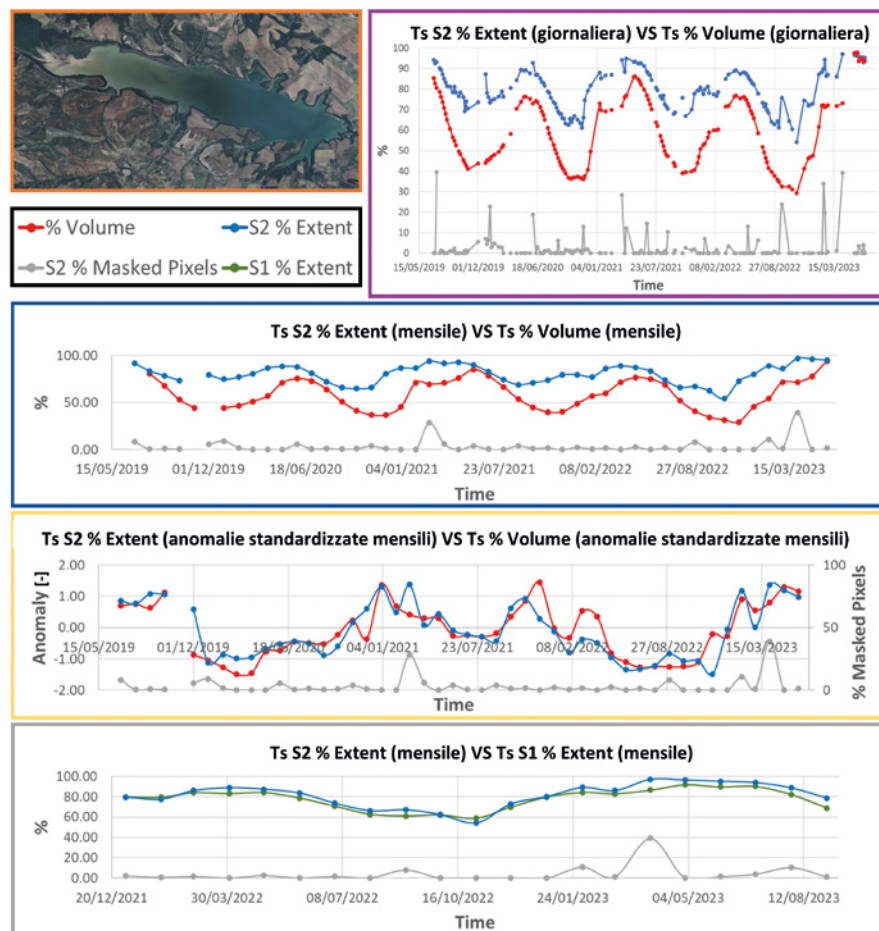


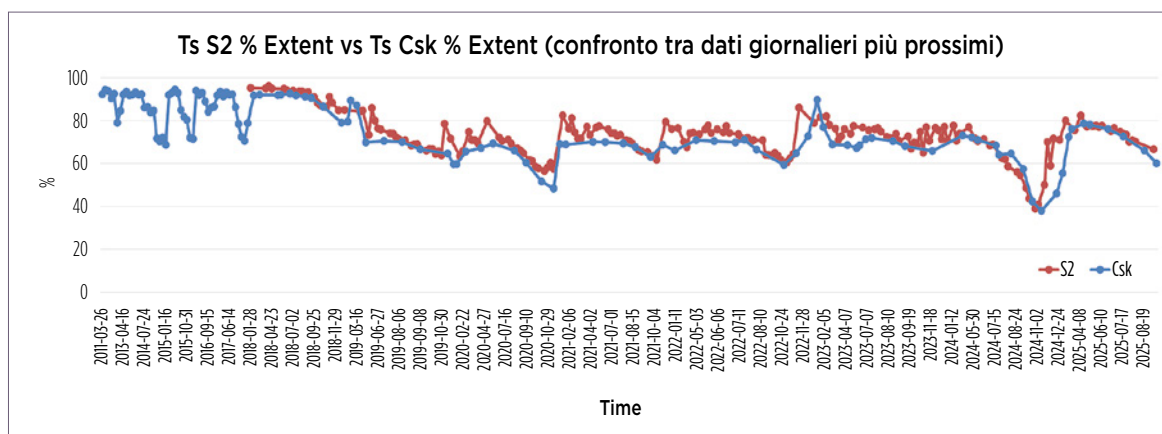
FIG. 2 SERIE TEMPORALI

Risultati delle analisi nell'area di San Giuliano (box arancione). Il confronto tra *% Extent* e *% Volume* è mostrato per Ts giornalieri (box viola), mensili (box blu) e anomalie mensili standardizzate (box giallo). Il box grigio riporta i risultati della cross-validazione (confronto tra Ts mensili di *% Extent* derivate da dati S2 e S1). La legenda è riportata nel box nero.

Fonte: La figura è stata adattata da Cenci et al., 2024.

FIG. 3
CROSS-VALIDAZIONE

Risultati della cross-validazione (confronto con dati derivati da acquisizioni Csk) del servizio eseguita nell'area di studio dell'invaso del Camastra.



analogia, % *Volume*). L'obiettivo è valutare le prestazioni del servizio mediante metriche statistiche, quali:

- coefficiente di correlazione di Pearson (ρ): misura l'accordo tra le varie Ts
- differenza media (μDiff): utile per individuare eventuali bias sistematici, attribuibili all'impatto della batimetria nel confronto tra dati volumetrici e areali
- deviazione standard della differenza (σDiff): quantifica errori casuali, ad esempio associabili a nubi non mascherate o artefatti radiometrici
- errore quadratico medio (*root mean squared error*, Rmse): stima congiunta di μDiff e σDiff .

I risultati mostrano che le Ts giornaliere e mensili di % *Extent* sono fortemente correlate con quelle volumetriche ($\rho \geq 0,93$), dimostrando la capacità del servizio di identificare e monitorare correttamente i trend di riempimento e svuotamento del lago. La presenza di bias sistematici risulta fortemente dipendente dalle caratteristiche geomorfologiche/batimetriche dell'invaso, variando quindi per ogni Wb. Ne consegue che la percentuale di riempimento stimata da dati volumetrici e superficiali può presentare differenze significative. Nelle condizioni più problematiche (ovvero in presenza di sponde molto acclivi) il bias può rendere difficile identificare con chiarezza i periodi critici (quelli associati a condizioni siccitose e di scarsità idrica). L'utilizzo delle anomalie di % *Extent* riduce l'impatto della presenza e variabilità del bias e consente di individuare con maggiore accuratezza le situazioni di siccità o di stress idrico (riducendo l'Rmse).

Queste capacità del servizio sono state confermate anche da una successiva validazione eseguita (con modalità analoghe) su scala regionale, in Sardegna, tenendo in considerazione un numero maggiore di invasi (14) che sono stati monitorati per un periodo temporale maggiore: 8 anni, dal 2017 al 2024 (Cenci et al., 2025).

L'analisi delle performance del servizio evidenzia che, nell'interpretazione dei risultati, non va sottovalutato il contributo antropico. Per esempio, Wb caratterizzati da elevata variabilità spazio-temporale dei volumi d'acqua (come quelli a uso prevalentemente idroelettrico) possono mostrare trend meno correlati con quelli satellitari, poiché la risoluzione temporale del sensore può non essere sufficiente a cogliere pienamente tali dinamiche. Inoltre, manovre antropiche relative alle

risorse idriche (ad esempio svuotamento per manutenzione) possono complicare l'interpretazione dei risultati (ad esempio essere confuse con condizioni di siccità). Per valutazioni relative alle dinamiche ambientali, è quindi utile valutare la relazione tra le Ts di dati di % *Extent* (incluse le anomalie) e altre variabili, come indici satellitari relativi allo stato della vegetazione. Alcune ricerche preliminari in questo contesto hanno mostrato le potenzialità del servizio anche per questo tipo di applicazioni (Parshina et al., 2024).

Ulteriori analisi sono state condotte per confrontare l'andamento delle Ts mensili di % *Extent* ottenute dal processamento dei dati satellitari di diversa natura: ottici (S2) e Sar (S1, Csk). Questi ultimi sono stati opportunamente elaborati dal processore dei dati Sar in via di sviluppo all'interno del servizio qui presentato. Il confronto tra S2 e S1 (figura 2) è stato effettuato sull'invaso di San Giuliano, mentre quello tra S2 e Csk (figura 3) sull'invaso del Camastra (Basilicata). Gli esiti delle analisi comparative, valutati utilizzando le metriche già descritte, hanno mostrato un forte accordo tra le Ts ($\rho_{S2-S1} = 0.96$, $\rho_{S2-CSK} = 0.88$) e l'assenza di errori sistematici significativi. Questi risultati mostrano che dati di diversa natura, se opportunamente processati e integrati, possono fornire informazioni compatibili per generare Ts più fitte, e quindi stime di % *Extent* più robuste e affidabili. Analisi successive saranno dedicate a definire la migliore strategia di integrazione di questi dati.

Conclusioni

La sperimentazione ha dimostrato la fattibilità operativa del servizio satellitare per il monitoraggio dei Wb, evidenziando la capacità di generare indicatori

(% *Extent* e anomalie) utili per supportare la gestione delle risorse idriche. I risultati ottenuti hanno mostrato un'elevata correlazione tra le stime satellitari e i dati *in situ*, sebbene batimetria e dinamiche antropiche rappresentino fonti di incertezza. L'integrazione di dati ottici e Sar, attualmente in fase di sviluppo, rappresenta un passo fondamentale per garantire continuità operativa anche in condizioni di copertura nuvolosa e per migliorare la robustezza delle stime. In linea generale, l'utilizzo dei dati satellitari per il monitoraggio dei corpi idrici presenta numerosi e rilevanti vantaggi: in primo luogo, consente di monitorare aree vaste con una frequenza di aggiornamento generalmente adeguata alle finalità di gestione delle risorse idriche e di prevenzione delle crisi a fini di protezione civile. Inoltre, garantisce la disponibilità di dati coerenti nel tempo e nello spazio, permettendo di individuare trend significativi e di fornire agli operatori indicazioni tempestive sull'approssimarsi di condizioni di scarsità idrica. Infine, consente di ottenere informazioni preziose in contesti territoriali caratterizzati da pochi dati strumentali (*data-scarce environments*), come avviene in molte ed estese aree del pianeta.

L'integrazione dei dati satellitari nella gestione delle risorse idriche può fornire un utile contributo a sistemi di monitoraggio tempestivi e affidabili, capaci di supportare decisioni operative e garantire una gestione sostenibile delle risorse in scenari complessi e mutevoli.

**Andrea Duro¹, Silvia Puca¹, Luca Cenci²,
Giuseppe Squicciarino²,
Edoardo Cremonese², Luca Pulvirenti²**

1. Presidenza del Consiglio dei ministri, Dipartimento della Protezione Civile
2. Fondazione Cima

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Cenci L., Squicciarino G., Pulvirenti L., Puca S., Duro A., 2024, "Validation of a prototype monitoring system of water bodies extent for civil protection applications", *Igarss 2024 - 2024 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, Athens, Greece, 2024, pp. 3765-3769. doi: 10.1109/IGARSS53475.2024.10641198.

Cenci L., Squicciarino G., Cremonese E., Pulvirenti L., Pintus M.T., Botti P., Azzena C., Fadda G., Duro A., Puca S., 2025, "Presenting of an EO-based service for hydrological drought monitoring", *Esa Living Planet Symposium (Lps)*, 23-27 June 2025, Vienna, Austria, <https://bit.ly/Cenci-et-al-2025>

Parshina O., Cenci L., Squicciarino G., Pulvirenti L., 2024, "Satellite-based monitoring of vegetation health and water bodies extent in dry periods and under drought conditions", in *Igarss 2024 - 2024 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, Athens, Greece, 2024, pp. 4027-4031. doi: 10.1109/IGARSS53475.2024.10640789.

UN'ECONOMIA NATURE POSITIVE PER IL DISTRETTO DEL PO

CRESCE L'ATTENZIONE E L'INTERESSE, ANCHE DEL SETTORE PRIVATO, A INVESTIRE NELLA NATURA, PER CONTRASTARE LA PERDITA DI BIODIVERSITÀ E FAVORIRE STRATEGIE ADATTIVE AL CAMBIAMENTO CLIMATICO CHE GARANTISCANO STABILITÀ ECONOMICA, SICUREZZA IDRICA E BENESSERE DELLE COMUNITÀ. L'ESPERIENZA DEL NATURE POSITIVE NETWORK.

La tutela e la gestione dell'acqua rappresentano una priorità da affrontare consapevolmente e da attuarsi in modo responsabile, solidale e collaborativo sia da parte dei soggetti pubblici sia da parte degli utilizzatori e stakeholder del distretto. Il distretto idrografico del fiume Po rappresenta una delle aree più strategiche del Paese dal punto di vista economico, ambientale e sociale. Qui si concentra una parte rilevante della produzione agricola e industriale nazionale, una fitta rete infrastrutturale e risiede circa il 34% della popolazione nazionale. La prosperità economica e il benessere raggiunto nel distretto hanno finora potuto avvantaggiarsi del capitale naturale presente, che ha reso questo territorio unico sia nel contesto nazionale sia in quello europeo. Gli impatti dei cambiamenti climatici, particolarmente evidenti con la siccità prolungata del 2022 e gli eventi alluvionali e di dissesto del 2023 e 2024, hanno

ridefinito le priorità di intervento e richiamato l'attenzione sulla necessità di promuovere soluzioni innovative e più adattative per affrontare i rischi idrogeologici e di siccità, e allo stesso tempo compatibili in termini ambientali e socioeconomici. Per queste ragioni il distretto del Po, per il suo valore e le sue specificità ambientali, sociali ed economiche, rappresenta un ambito unico per attuare lungimiranti politiche e interventi integrati per la tutela, la gestione e il ripristino degli ecosistemi, riducendo i rischi idraulici ma rafforzando la protezione delle acque e allo stesso tempo arrestare la perdita di biodiversità. Occorrono nuovi modelli di gestione degli ecosistemi fluviali, coerenti con una pianificazione e programmazione delle attività antropiche che assicurino benessere sociale ed economico pur non essendo conflittuale con la salvaguardia dei processi ecologici e il corretto funzionamento dei sistemi fluviali. Puntare a nuove forme di tutela e

gestione della natura, finalizzate ad aumentare la biodiversità locale nelle sue molteplici forme e l'efficienza dei processi ecosistemici, da associare a programmi di ripristino delle aree naturali, è fondamentale per l'affermazione di modelli produttivi più resilienti e per garantire quegli innumerevoli benefici che la letteratura scientifica definisce servizi ecosistemici.

Negli ultimi anni sono fortemente aumentati anche l'interesse e la predisposizione del settore privato a investire nella natura, per l'accresciuta consapevolezza sia riguardo alle implicazioni negative determinate dalla perdita di biodiversità e dalla riduzione nella fornitura di alcuni servizi ecosistemici, sia relativamente ai vantaggi che possono derivare da comportamenti più responsabili e proattivi in una visione lungimirante e non di breve periodo. In questo contesto, il concetto di economia *nature positive*¹ emerge come una risposta



FOTO: MAURIZIO IOLLI - CONCORSO MABPHOTO - H2O LA NATURA DELL'ACQUA

innovativa ma anche necessaria. Non si tratta soltanto di limitarsi a ridurre gli impatti ambientali delle attività economiche, ma di trovare nuovi modelli di sviluppo per arrestare e invertire il degrado della natura, per operare attivamente al ripristino degli ecosistemi e dei servizi ecosistemici da cui dipendono la stabilità economica, la sicurezza idrica e il benessere delle comunità del distretto del Po. Adottare un approccio *nature positive* nel distretto del Po significa riconoscere che la natura non è un vincolo allo sviluppo, bensì un sistema di supporto fondamentale per l'economia: un patrimonio da conoscere e, in alcune aree, da guidare affinché possa interagire in modo positivo e contribuire al benessere della collettività. Ecosistemi sani e ben gestiti garantiscono servizi essenziali: regolazione del ciclo dell'acqua, laminazione delle piene, ricarica delle falde, fertilità dei suoli, stoccaggio del carbonio e mitigazione degli impatti climatici. Investire nel loro ripristino e gestione funzionale è quindi una scelta razionale anche dal punto di vista economico, perché riduce i rischi, previene danni futuri e aumenta la resilienza delle attività produttive, garantendo allo stesso tempo la scelta adattiva più efficace agli impatti dei cambiamenti climatici.

Nature positive network nel distretto del Po

Negli ultimi anni, il distretto del Po è diventato un laboratorio di sperimentazione di politiche territoriali integrate, orientate a favorire il raggiungimento degli obiettivi di tutela delle acque e di conservazione e ripristino della biodiversità, in linea con gli obiettivi della direttiva quadro sulle Acque (direttiva 2000/60/Ce-Dqa), della Strategia europea per la biodiversità al 2030 e del regolamento Ue 2024/1991 sul ripristino della natura.

In questo percorso si inserisce l'avvio del *Nature positive network* (Npn)², promosso dall'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po (AdbPo), in collaborazione con la Fondazione per lo sviluppo sostenibile, per sensibilizzare le imprese sull'importanza della natura per la sostenibilità e la resilienza delle filiere produttive. Il network nasce con l'obiettivo di coinvolgere il settore privato nella transizione verso un'economia *nature positive*, favorendo il dialogo tra imprese, istituzioni e comunità scientifica. Durante il suo primo anno di attività, il Npn ha svolto un'intensa azione di sensibilizzazione, formazione e scambio

di conoscenze, attraverso eventi pubblici, forum tematici e webinar dedicati a temi chiave come la misurazione della biodiversità, gli strumenti finanziari per investire nella natura e il ruolo dei crediti ambientali.

Parallelamente, sono state raccolte e valorizzate buone pratiche di imprese che hanno già avviato interventi concreti di rinaturalizzazione, gestione sostenibile delle risorse idriche e ripristino degli ecosistemi, dimostrando che l'impegno per la natura può tradursi anche in benefici economici, reputazionali e competitivi. L'attività del Npn sta attirando l'interesse di molti attori del settore privato: nel primo anno si è passati da 21 a 35 imprese aderenti.

Il primo rapporto prodotto dal *Nature positive network*, presentato a Roma il 17 settembre scorso nell'ambito dell'evento "*Restoration economy: le imprese protagoniste della riqualificazione dei territori*", descrive le ragioni e le prospettive della transizione verso un'economia *nature positive* in Italia, con particolare attenzione al ruolo che le imprese possono rivestire nella realizzazione di azioni di ripristino degli ecosistemi. Il rapporto illustra inoltre, tramite schede sintetiche, le iniziative già realizzate da alcune delle imprese del Npn, che da tempo sono impegnate con convinzione nella valorizzazione del capitale naturale. Si tratta in particolare di:

- interventi di rigenerazione di habitat e monitoraggio della biodiversità, basati sull'adozione di soluzioni *nature-based*, che prevedono il recupero di aree naturali degradate e la loro trasformazione in "oasi" ecologiche, nelle quali la presenza di specie vegetali e fauna impollinatrice viene scientificamente monitorata e incrementata, con l'obiettivo di rafforzare la resilienza degli ecosistemi
- iniziative di agricoltura rigenerativa e sperimentazione territoriale, orientate all'adozione di pratiche agricole in grado di migliorare la qualità dei suoli, incrementare la biodiversità funzionale e ridurre la pressione sulle risorse idriche.

Queste esperienze possono facilitare il raggiungimento degli obiettivi della direttiva quadro sulle Acque, contribuendo alla riduzione delle pressioni diffuse sui corpi idrici e al miglioramento del loro stato ecologico, e risultano coerenti con le misure del Piano di gestione del distretto idrografico del fiume Po (PdgPo)³ volte a favorire un uso sostenibile della risorsa idrica e l'integrazione tra politiche agricole, tutela delle acque e conservazione della biodiversità, così come previsto dalla Strategia europea per la biodiversità al 2030.

Il network sta inoltre lavorando sul

fronte degli strumenti di misurazione e rendicontazione, accompagnando le imprese in un percorso di approfondimento della conoscenza di metriche utili a valutare il proprio impatto sulla biodiversità e i benefici generati dagli interventi *nature-based*. Questo approccio consente di rafforzare la trasparenza, acquisire una migliore capacità di analisi delle relazioni che intercorrono tra attività d'impresa e territorio e di migliorare conseguentemente la qualità delle decisioni di investimento.

Non sviluppare questa visione determina per le imprese una serie di rischi fisici e di transizione⁴, che vanno dalla scarsità o indisponibilità di materie prime fino a limitazioni nell'accesso a fonti di finanziamento, anche legate a specifiche *policies* degli istituti finanziari. L'impegno in azioni a favore della biodiversità può invece consentire di cogliere alcune opportunità, quali riduzione delle spese attraverso un migliore utilizzo delle risorse, minimizzazione dei possibili costi generati da eventi calamitosi (investendo in progetti che migliorano la resilienza del territorio), ampliare la gamma di possibilità di accesso al credito e a nuovi mercati.

Ma per ottenere una reale e propositiva partecipazione delle imprese c'è bisogno di un coinvolgimento trasparente, di un'adeguata capacità d'ascolto e della definizione di strategie coerenti con le specificità dei territori e le reali esigenze delle singole comunità. Soprattutto, bisogna tenere in conto che alcune delle motivazioni che generalmente vengono elencate per illustrare i potenziali vantaggi che hanno le imprese che investono in natura, sono certamente valide per le grandi aziende ma risultano di minore attrattiva per quelle medie e piccole. Ad esempio, nel settore agroalimentare i possibili benefici di un incremento reputazionale non toccano le piccole realtà, che sono però quelle che caratterizzano il contesto agricolo nazionale – e in particolare del distretto del Po – e influiscono concretamente sugli equilibri territoriali. Una reale transizione *nature positive* potrà avvenire solo grazie all'individuazione di meccanismi capaci di supportare e favorire la filiera corta, basati anche su strumenti finanziari innovativi come i crediti di biodiversità e i pagamenti per i servizi ecosistemici.

Interventi come quelli previsti dal Pnrr "Rinaturalizzazione dell'area del Po" (PnrrPo) hanno evidenziato le difficoltà, anche economiche, culturali e sociali, nell'attuazione di politiche per la riduzione dell'impatto antropico, l'adattamento climatico e la tutela della biodiversità,

ma allo stesso tempo hanno avviato un percorso di cambiamento di paradigma, per un recupero di lungo termine e duraturo degli ecosistemi fluviali, che sta dimostrando i primi risultati. Ora è necessario proseguire nel dialogo e nel confronto con il territorio, partendo da una valutazione realistica del contesto attuale e definendo con chiarezza le priorità per il futuro, garantendo la gestione necessaria di quanto già in opera e trovare le risorse per realizzare gli ulteriori interventi previsti dal Programma d'azione.

Il ruolo dell'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po

L'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po svolge un ruolo centrale in questa transizione. In quanto ente responsabile della pianificazione e della tutela delle risorse idriche a scala di distretto, AdbPo opera come snodo di coordinamento tra politiche ambientali, territoriali ed economiche.

Attraverso strumenti come il PdgPo e gli altri piani di valenza distrettuale e il programma d'azione del PnrrPo, l'Autorità integra gli obiettivi della Dqa con le nuove sfide poste dal cambiamento climatico e dalla perdita di biodiversità. In questa prospettiva, il ripristino degli ecosistemi acquatici e terrestri non è visto come un'azione settoriale, ma come una componente strutturale delle strategie di adattamento climatico e di prevenzione del rischio idrogeologico. La qualità delle acque è infatti strettamente legata al ripristino dei processi idraulici e morfologici naturali dei corpi idrici, fattori propedeutici per restituire maggiore forza al sistema ecologico periferiale, ponendo le basi per un effettivo miglioramento della biodiversità e per la protezione della salute del benessere dei cittadini dai rischi e dagli impatti derivanti dai cambiamenti climatici.

Per valutare gli impatti e l'efficacia del PnrrPo nel breve e nel medio-lungo periodo, alla scala dell'intera asta fluviale del Po, e per quantificare in modo obiettivo e basato su evidenze scientifiche i benefici derivanti dal miglioramento dell'assetto fluviale, AdbPo ha progettato e avviato, con il supporto delle università di Parma, di Torino, del Piemonte orientale e di Urbino e del Cnr, un monitoraggio ecosistemico multidisciplinare del progetto di rinaturazione del Po. La disponibilità di dati misurati e scientificamente fondati rafforza la consapevolezza sugli effetti degli interventi di ripristino fluviale, ne dimostra l'efficacia e contribuisce a coinvolgere il

settore privato nell'investimento di risorse per la realizzazione di ulteriori interventi. AdbPo, tramite il Npn, promuove il coinvolgimento di tutti i portatori di interesse sul tema del valore del capitale naturale, anche attivando sinergie virtuose con il settore privato per realizzare azioni di prevenzione e risanamento. Si intende promuovere un approccio innovativo basato sulla collaborazione pubblico-privato, riconoscendo il ruolo strategico delle imprese nella mobilitazione di risorse finanziarie e capacità operative per promuovere la realizzazione e la gestione di interventi di recupero del capitale naturale e allo stesso tempo assicurando che questo sia coerente con l'interesse pubblico e con la pianificazione distrettuale. Il *Nature positive network* rappresenta uno degli strumenti attraverso cui questa collaborazione si concretizza, favorendo interventi coerenti con le priorità territoriali e pubbliche e scientificamente fondati.

Prospettive future

L'obiettivo, nelle attività del Npn dei prossimi anni, è il coinvolgimento delle imprese in progetti pilota di ripristino degli ecosistemi, sviluppati in coerenza con le priorità individuate dalla pianificazione distrettuale. Attraverso il Npn, le imprese possono contribuire finanziariamente o operativamente a interventi di rinaturalizzazione selezionati sulla base di criteri scientifici, favorendo una maggiore integrazione tra investimenti privati e strategie pubbliche di tutela del territorio, coerentemente con quanto previsto dal regolamento europeo sul ripristino della natura e dalla Strategia nazionale per la biodiversità 2030. Un altro elemento chiave sarà il rafforzamento dei meccanismi di supporto economico, combinando risorse pubbliche e private e sperimentando strumenti finanziari e amministrativi innovativi (ad esempio crediti di biodiversità, pagamenti per servizi ecosistemici, accordi di *land stewardship* ecc.) per sostenere interventi di ripristino. Tutto questo in coerenza con l'aggiornamento dei piani distrettuali, che si concluderà a dicembre 2027, tralasciando le sfide del futuro e l'ultima scadenza prevista dalla Dqa per raggiungere gli obiettivi ambientali di riduzione dell'inquinamento, protezione e miglioramento delle acque e degli ecosistemi a esse connessi, e garantire un uso sostenibile della risorsa idrica; rappresenterà un'occasione fondamentale per rafforzare l'integrazione tra tutela



FOTO: MASSIMO DALL'AGNINE

delle acque, ripristino degli ecosistemi e sviluppo economico.

In conclusione, il *Nature positive network* non si configura soltanto come uno spazio di confronto, ma è di fatto una piattaforma operativa in grado di tradurre i principi dell'economia *nature positive* in azioni concrete sul territorio, allineate con le esigenze di tutela delle acque, di adattamento ai cambiamenti climatici e di sviluppo sostenibile.

L'esperienza del distretto del Po si auspica che possa mostrare come la transizione verso un'economia *nature positive* non sia un obiettivo astratto, ma un percorso realizzabile, che costruisca una nuova visione di lungo periodo rafforzando il coordinamento tra istituzioni e la partecipazione attiva delle imprese e della società civile a nuovi paradigmi e opportunità per uno sviluppo sostenibile, rafforzando la coesione territoriale e senza compromettere la competitività del distretto idrografico del fiume Po a scala nazionale e internazionale.

**Fernanda Moroni¹, Paola Gallani¹,
Giuseppe Dodaro²**

1. Autorità di bacino distrettuale del fiume Po
2. Fondazione per lo sviluppo sostenibile

NOTE

¹ www.naturepositive.org/

² <https://naturepositivenetwork.net>

³ <https://pianoacque.adbpo.it/>

⁴ Organisation for economic co-operation and development (Oecd), 2023, *A supervisory framework for assessing nature-related financial risks: Identifying and navigating biodiversity risks*, Business and finance policy papers), Oecd Publishing.

IL MERCATO DELLE BONIFICHE IN ITALIA, STATO E PROSPETTIVE

UN RAPPORTO REALIZZATO DA REF CON IL SOSTEGNO DI REMTECH PRESENTA I DATI DI UN COMPARTO FINO A OGGI ANALIZZATO SOLO IN MODO PARZIALE E FRAMMENTATO. NE EMERGE UN SETTORE A ELEVATO POTENZIALE ECONOMICO, STRATEGICO E TECNOLOGICO, CHE SI DEVE CONFRONTARE CON RIGIDITÀ, FRAMMENTAZIONE E INCERTEZZE.

Negli ultimi anni il tema delle bonifiche ambientali è uscito dall'angolo ristretto degli addetti ai lavori per diventare un nodo strategico della politica ambientale ed economica del nostro Paese. L'attenzione crescente ai temi della rigenerazione urbana, della transizione ecologica e della tutela della salute e dell'ambiente ha riportato al centro il problema delle aree contaminate, accumulate in decenni di industrializzazione anche in assenza di regole e norme ambientali specifiche e gestione non sempre adeguata (rifiuti, scarichi, emissioni ecc.).

In questo quadro si inserisce il *Primo rapporto sul mercato delle bonifiche*, curato da Ref srl e realizzato con il sostegno di RemTech grazie al contributo di un ampio comitato di operatori industriali. Lo studio restituisce una visione organica e multidisciplinare di un comparto fino a oggi analizzato solo in modo parziale e frammentato.

Il rapporto, presentato nel corso di Remtech Expo 2025, segna quindi un punto di partenza mettendo in luce la maturità tecnica, le fragilità strutturali e le opportunità di crescita di un settore che diventerà sempre più strategico.

alla complessità dei contesti ambientali, alla frammentazione delle competenze. La normativa europea sulle bonifiche ambientali, contenuta nella direttiva 2004/35/Ce e basata su principi come la precauzione e "chi inquina paga", è stata recepita a livello italiano dal Dlgs 152/2006 (Testo unico ambientale) che definisce alla Parte Quarta, Titolo V, le procedure di bonifica per suolo, sottosuolo e acque sotterranee, disciplinando la responsabilità della contaminazione. A ottobre 2025, il Consiglio Ue ha approvato la prima direttiva sul

monitoraggio e la resilienza del suolo, che ha come obiettivo cardine migliorare la resilienza del suolo attraverso una gestione sostenibile, il contrasto al consumo di suolo e la gestione dei siti contaminati, prevedendo inoltre la costruzione di un quadro comune di monitoraggio della salute del suolo in Europa e avendo come fine ultimo "suoli sani" entro il 2050. Per la prima volta gli Stati membri dovranno monitorare e valutare la salute del suolo sui propri territori, utilizzando parametri comuni (aspetti fisici, chimici e biologici) e una metodologia unica Ue.

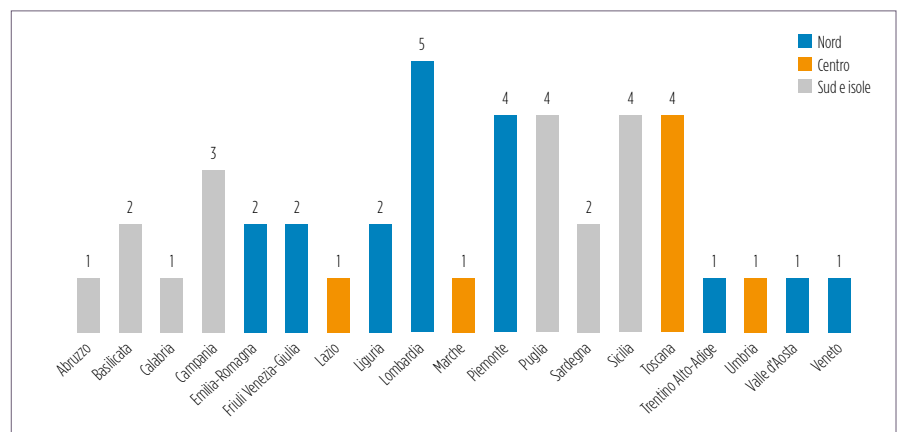


FIG. 1 DISTRIBUZIONE DEI SIN PER REGIONE

Fonte: elaborazione Ref su dati Mase.

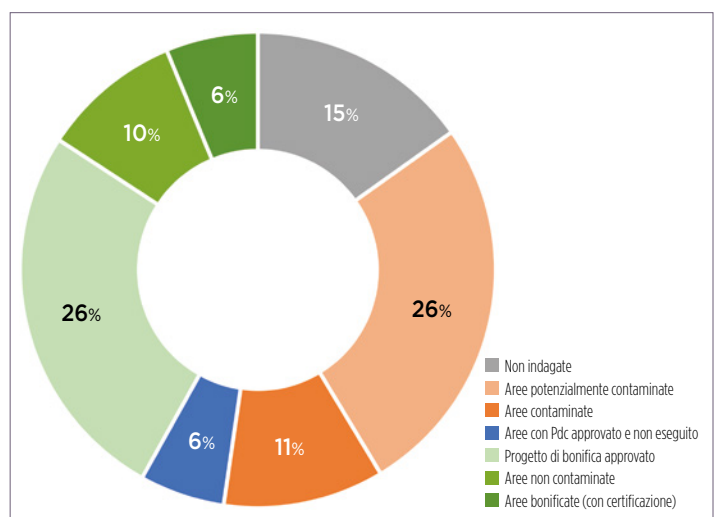
Dalla bonifica alla salute del suolo, l'evoluzione normativa

Il settore delle bonifiche ambientali rappresenta un ambito relativamente giovane nell'evoluzione delle politiche ambientali italiane. La presa di coscienza circa l'urgenza di intervenire su aree contaminate da attività industriali, discariche abusive o cattiva gestione dei rifiuti si è infatti consolidata solo a partire dagli anni '90. A fronte di una disciplina relativamente recente, il settore si caratterizza per una certa eterogeneità applicativa, con margini significativi di complessità e discrezionalità amministrativa e difficoltà operative legate

FIG. 2 STATO DI AVANZAMENTO BONIFICHE

Stato di avanzamento delle procedure di bonifica (in percentuale delle aree)

Fonte: elaborazione Ref su dati Mase estratti dallo Stato delle procedure nei Sin - giugno 2024.



Primo step per l'Italia sarà quello di avviare l'implementazione di un sistema nazionale per la gestione dei monitoraggi, dei campionamenti, delle analisi e dei flussi di dati e informazioni.

I dati delle bonifiche, quante aree restano da risanare in Italia

In Italia il tema delle bonifiche ambientali rappresenta una sfida complessa. La mappatura dei siti contaminati sul territorio nazionale realizzata nel rapporto evidenzia l'ampiezza e la rilevanza del fenomeno. I dati delineano un quadro che richiede un impegno strutturato e continuativo: vaste porzioni di territorio risultano ancora da indagare o bonificare, confermando la necessità di un'azione coordinata e sistemica. Il territorio nazionale conta numerose aree potenzialmente contaminate, classificate in base al livello di competenza amministrativa. La normativa, in particolare, distingue tra siti di interesse nazionale (Sin), che per estensione o gravità della contaminazione richiedono il coinvolgimento diretto dello Stato, e i restanti siti di competenza regionale, gestiti invece dagli enti territoriali o locali.

I Sin coprono migliaia di ettari distribuiti lungo tutta la penisola, spesso in aree ad alta densità abitativa o industriale. Le principali problematiche ambientali sono legate a un passato caratterizzato da un'intensa attività antropica che ha comportato il rilascio di sostanze tossiche nel suolo e nelle acque. Molto diffusi tra le cause di contaminazione anche i fenomeni di gestione inadeguata dei rifiuti, come le discariche abusive o non a norma, e l'estrazione e la produzione di materiali contenenti amianto, come nel caso del sito di Casale Monferrato, il più grande per estensione nel nostro Paese. A oggi risultano essere stati individuati 42 Sin, di cui 18 al Nord, 7 al Centro e 17 al Sud e nelle isole, per una superficie complessiva pari a 148 mila ettari a terra e 77 mila ettari a mare (figura 1).

Se si considerano i soli terreni, per ciascun sito, in media, l'85% delle aree perimetrate sono state sottoposte a indagine, mentre il restante 15% non sono state ancora indagate. In particolare, ancora molto bassa è la percentuale relativa alle aree bonificate con certificazione, pari al 6%, a cui però si somma quella delle superfici che, a seguito di indagini, si è accertato non essere state contaminate: circa il 10% (figura 2).

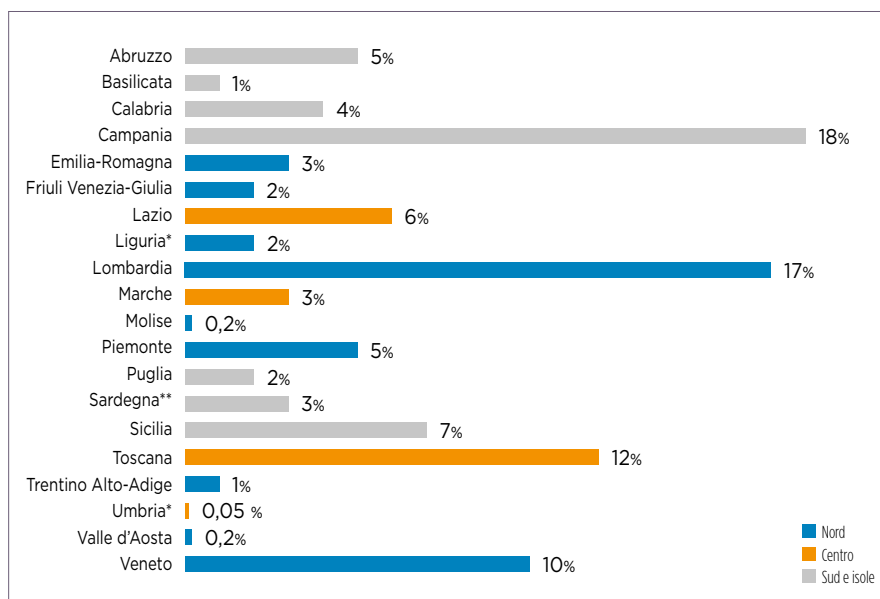


FIG. 3 DISTRIBUZIONE REGIONALE DEI PROCEDIMENTI IN CORSO – ANNO 2022

*I dati della Liguria e dell'Umbria sono parziali. **I dati della Sardegna sono aggiornati al 31 dicembre 2019.

Fonte: elaborazione Ref su dati Ispra.

Oltre ai siti di interesse nazionale, sono diffusi sul territorio nazionale i siti di competenza regionale e locale, meno noti, ma numericamente assai più rilevanti. Secondo Ispra, al 31 dicembre 2021 i siti di competenza regionale e locale oggetto di procedimento di bonifica erano infatti 36.814, di cui 17.340 con procedimento in corso (figura 3).

Con riferimento al loro stato di avanzamento, si registra al 2022 una forte prevalenza di procedimenti nella prima fase costituita dall'avvio del procedimento, la fase di notifica (60%). Molto più bassa invece la quota dei procedimenti per i quali l'intervento è stato concluso ed è stata rilasciata la certificazione (3%).

In questo quadro sono intervenuti due principali finanziamenti pubblici: il primo da 105 milioni di euro, previsti dal Dm 269 del 29 dicembre 2020, e il secondo, da 500 milioni di euro, in seno al Pnrr (misura M2C4, investimento 3.4). Tali risorse sono state stanziare per provvedere al risanamento dei cosiddetti "siti orfani". I siti orfani sono le aree potenzialmente contaminate per le quali:

- il responsabile dell'inquinamento non è individuabile
- il responsabile individuato non provvede agli adempimenti normativi per la bonifica
- non vi provvedono nemmeno i soggetti non responsabili della contaminazione (come il proprietario del sito o altri soggetti interessati).

In queste circostanze, in cui il principio "chi inquina paga" non può essere applicato, gli interventi di bonifica, messa

in sicurezza e ripristino ambientale sono in carico alla pubblica amministrazione. Sebbene queste risorse abbiano impresso una forte accelerazione ai procedimenti in essere, ancora molto resta da fare: è stato infatti stimato che, complessivamente, le superfici da indagare sommano a 545 milioni di m² (di cui 196 Mm² relativi ai Sin e 349 Mm² relativi ai siti di competenza regionale e locale), mentre quelle da risanare a 525 milioni di m² (di cui 364 Mm² relativi ai Sin e 161 Mm² relativi ai siti di competenza regionale e locale).

La variabilità dei costi e la ricaduta sul valore potenziale del mercato

Tra gli obiettivi dello studio c'è stato quello di ricostruire le dinamiche tecnico-economiche del settore, la cui comprensione è stata fondamentale per la stima delle dimensioni potenziali del mercato delle bonifiche in Italia. A tale scopo è stato implementato un primo database, utilizzando come fonti primarie complementari: le procedure di gara pubbliche, reperite tramite le piattaforme delle centrali uniche di committenza (Cuc) o stazioni appaltanti regionali e nazionali e le schede di dati tecnico-economici, compilate da alcuni degli operatori coinvolti nello studio e inerenti casi di interventi effettuati e ritenuti particolarmente significativi, anche dal punto di vista delle tecnologie impiegate e delle aree coinvolte.

Per ogni intervento selezionato sono stati ricostruiti e normalizzati i seguenti

blocchi informativi: inquadramento del sito (localizzazione amministrativa, destinazione urbanistica), *footprint* tecnico (superficie o volume di matrice contaminata), cronoprogramma dell'intervento, valore economico complessivo (importo a base di gara, quadro economico Qe, computo metrico estimativo Cme, voci di costo relativi agli specifici interventi), matrici coinvolte (suolo, sottosuolo, acque sotterranee, sedimenti, acque superficiali, falda), tipologia di contaminazione (natura degli inquinanti) e tecnologie/soluzioni operative adottate (scavo e smaltimento, *soil washing*, *bioremediation*, *pump&treat*, barriere idrauliche, barriere attive, *capping* e impermeabilizzazioni ecc.).

Sono stati acquisiti circa 50 bandi di gara e progetti di bonifica/messa in sicurezza permanente (Misp), ridotti a 39 dopo un'attenta analisi della documentazione reperita e 34 schede di operatori del settore. Il valore complessivo degli interventi indagati è di circa 1,06 miliardi di euro, per un'estensione areale complessiva di circa 10 Mm².

A partire dalla totalità dei casi mappati si è proceduto a una sistematizzazione dei dati e a escludere casi estremamente specifici (per ridotta estensione areale o valore economico, per incertezza sulla definizione della superficie di intervento) o non pertinenti (prevalente rimozione materiali contenenti amianto o smaltimento di scarti e sovralli di trattamenti di rifiuti urbani cd. ecoballe). Per ogni caso processato è stato calcolato il costo medio per intervento espresso in euro/m² calcolato rapportando il costo complessivo sia alla superficie tecnica sia a quella amministrativa.

Dalla prima analisi effettuata è emersa una notevole variabilità dei costi medi al metro quadrato, fenomeno non riconducibile unicamente alla scala dell'intervento, ma dovuto alla combinazione di diversi fattori quali la tipologia di sito, le condizioni geologiche, le matrici impattate e la loro estensione, le tipologie di inquinanti, gli obiettivi finali, le tecnologie applicabili e adottate e la complessità progettuale e gestionale del sito.

Le principali evidenze rilevate (si veda elaborazione statistica riportata in *figura 4*) sono che:

- la maggior parte dei costi medi è spostata verso i valori più bassi (box "schiacciato" verso il basso e mediana, identificata dalla linea rossa, posizionata nella parte bassa dell'intervallo interquartile)
- il valore medio (identificato con ×) risulta sensibilmente maggiore rispetto al

valore della mediana, ciò è determinato dalla presenza di numerosi valori elevati (*outlier*) che spostano la media verso i valori più alti della serie

- la presenza di numerosi *outlier* (identificati con •) conferma la grande eterogeneità del campione analizzato e suggerisce l'assunzione della mediana come valore statisticamente più rappresentativo della serie.

Alla luce delle analisi effettuate e delle considerazioni sull'ampia variabilità dei costi unitari sono stati individuati come indicatore di costo per le superfici tecniche (euro/m²) il valore mediano e i valori corrispondenti al 1°, al 3° quartile della serie (*figura 5*).

Relativamente al valore dei costi di indagine è stato utilizzato il valore approssimato indicato per tali attività nello studio del Commissario unico per le bonifiche *Relazione sulla ricognizione degli interventi da effettuare e delle risorse necessarie nelle aree contaminate delle province di Napoli e Caserta*, pari a 6 euro/m².

Al fine di fornire una stima delle dimensioni del mercato nazionale delle bonifiche in Italia sono stati utilizzati:

- i dati rilevati con la mappatura con particolare riferimento alla valutazione delle aree che necessitano sia di ulteriori indagini sia, potenzialmente, di ulteriori attività di risanamento (m²)
- l'indicatore di costo determinato a partire da casi reali analizzati onnicomprensivo (euro/m²)

- l'indicatore di costo di indagini e caratterizzazioni (euro/m²) ottenendo un valore di mercato compreso tra circa 19 miliardi di euro al 1° quartile e 92 miliardi di euro al 3° quartile, con un valore centrale, calcolato utilizzando il valore mediano, pari a 43 miliardi di euro. La stima centrale, basata su parametri statisticamente più robusti, risulta quella che meglio rappresenta la dimensione potenziale del settore (*figura 6*). Il reale valore del mercato si colloca, verosimilmente, nella parte alta della forbice, compresa fra 43 e 92 miliardi di euro, come evidenziato in verde in *figura 6*. Queste grandezze confermano il potenziale ruolo strategico delle bonifiche nel quadro delle politiche ambientali nazionali.

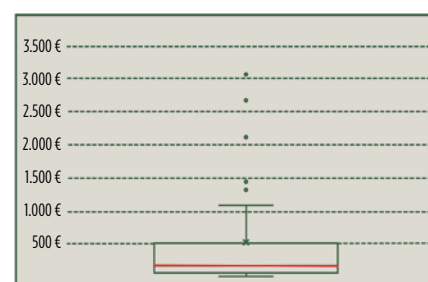


FIG. 4 COSTI
Variabilità degli indicatori di costi di intervento (euro/m²)
Fonte: elaborazione Ref.

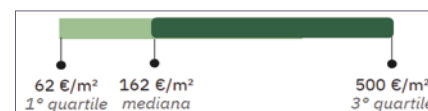


FIG. 5 COSTI
La forbice di indicatore di costo su superficie tecnica (euro/m²).
Fonte: elaborazione Ref.

Stima delle superfici che necessitano di indagine su superficie amministrativa

196 milioni di m²

SIN

349 milioni di m²

Siti Reg/Com

Stima delle superfici che necessitano di risanamento su superficie amministrativa

364 milioni di m²

SIN

161 milioni di m²

Siti Reg/Com

Forbice di mercato



Stima centrale del valore complessivo del mercato potenziale

43 miliardi di euro

circa

13,5 miliardi di euro

Competenza pubblica

29,5 miliardi di euro

Competenza privata

FIG. 3 RICOSTRUZIONE DEL VALORE DEL MERCATO
Fonte: elaborazione Ref.

Dietro le bonifiche: caratteristiche e geografia degli operatori

Le imprese attive nel comparto delle bonifiche ambientali si trovano a operare ogni giorno in un sistema complesso che deve tenere conto di aspetti tecnologici, procedurali e amministrativi e nel pieno rispetto della legalità e della responsabilità sociale. Si tratta di un settore che richiede competenze multidisciplinari, personale tecnico specializzato e infrastrutture avanzate, con attività che spaziano dalla caratterizzazione dei siti alla progettazione, esecuzione e monitoraggio degli interventi.

Da un'analisi specifica sugli operatori iscritti all'Albo nazionale dei gestori ambientali emerge che il 47% delle imprese ha sede nel Nord Italia con quasi la metà delle aziende operanti in classe E, ovvero con un volume d'affari annuo inferiore a 200.000 euro, mentre solo il 4% rientra nella classe A (oltre 9 milioni di euro). Le imprese esclusivamente dedicate alle bonifiche (solo Categoria 9) sono appena 91, meno del 6% del totale, concentrate per lo più nel Nord Italia.

Molte imprese provengono da settori affini come il movimento terra, le demolizioni e la gestione rifiuti. Solo un quarto degli operatori copre l'intera filiera, dalla progettazione all'esecuzione. La maggior parte agisce come *general contractor* o subappaltatore, con una scarsa integrazione verticale. Le imprese operano in modo bilanciato nei tre principali ambiti: industriale, pubblico/servizi e immobiliare.

Il panorama tecnologico offerto dalle aziende sul mercato evidenzia la prevalenza di tecniche tradizionali di scavo, smaltimento e *pump&stock* rispetto a quelle *in situ*. Le soluzioni innovative soffrono la mancanza di incentivi diretti e la preferenza, da parte dei soggetti istituzionali che rilasciano le autorizzazioni, per tecniche consolidate, in grado di garantire risultati e tempi certi (figura 8).

La ricerca e sviluppo resta limitata: solo il 25% degli operatori investe in R&S, con un forte divario territoriale tra Nord e Sud. Il Paese risulta inoltre importatore netto di produzione brevettuale dall'estero, in particolare dagli Usa. Il settore delle bonifiche, infine, genera ricavi per 3,5 miliardi di euro e valore aggiunto per 1,3 miliardi di euro, pari allo 0,06% del Pil, impiegando circa 23.000 addetti. Il dato peraltro riguarda le sole imprese iscritte all'albo in categoria 9

Classe	Volume annuo di affari	N. operatori
A	oltre 9.000.000 euro	62
B	fino a 9.000.000 euro	135
C	fino a 2.500.000 euro	275
D	fino a 1.000.000 euro	393
E	fino a 200.000 euro	723
TOTALE		1.588

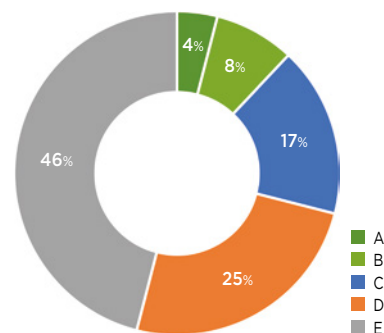


FIG. 7 DISTRIBUZIONE PER CLASSE DEL NUMERO DEGLI OPERATORI DEL SETTORE

Fonte: elaborazione Ref su dati Albo nazionale dei gestori ambientali.

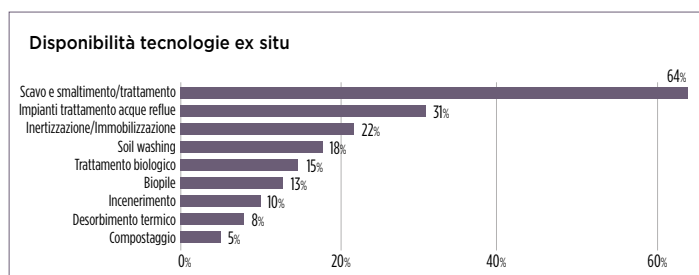
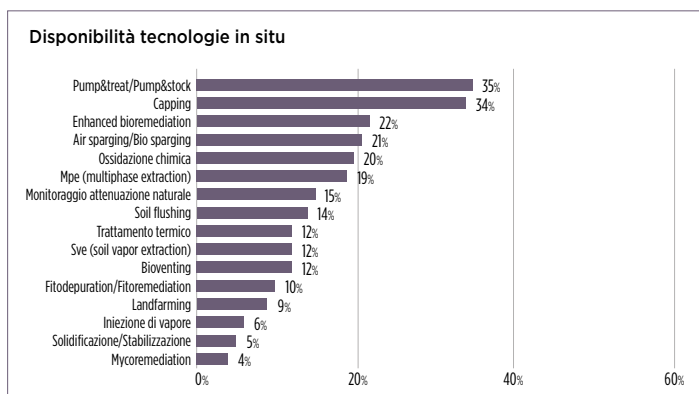


FIG. 8
TECNOLOGIE

Tecnologie in situ ed ex-situ offerte dagli operatori del mercato

Fonte: elaborazione Ref su dati RemBook

e non include le attività connesse di progettazione, monitoraggio e fornitura tecnologica, che ampliano ulteriormente la filiera.

Trasformare le bonifiche in leva per la rigenerazione del territorio

Il primo rapporto sul mercato delle bonifiche ha evidenziato un settore a elevato potenziale economico e strategico, ma frenato da rigidità normative, frammentazione istituzionale, incertezza procedurale e limitata innovazione tecnologica. Per abilitare una crescita ordinata e pienamente sostenibile è necessario un cambio di paradigma, con regole più flessibili e *site-specific*, capaci di accompagnare gli interventi e non ostacolarli, valorizzando la responsabilità dei soggetti coinvolti e differenziando tra proprietari responsabili e incolpevoli. Il livello di governance ottimale sembra collocarsi su scala regionale, con strutture

tecniche permanenti di coordinamento e supporto ai Comuni, in grado di fornire strumenti di concertazione e percorsi autorizzativi certi e integrati.

Centrale è l'integrazione tra bonifica e rigenerazione urbana: risanamento e riuso devono procedere congiuntamente, dentro un disegno unitario che favorisca la riduzione del consumo di suolo e abiliti investimenti produttivi sostenibili anche attraverso il ricorso al *project financing* e a forme di partenariato pubblico-privato. Le gare pubbliche dovrebbero premiare qualità, legalità, innovazione e tracciabilità, mentre il finanziamento richiede strumenti dedicati capaci di mobilitare capitali pubblici e privati, inclusi fondi rotativi, garanzie, crediti di imposta e polizze ambientali. Il settore necessita inoltre di trasparenza e conoscenza: una banca dati nazionale e un osservatorio dei costi fornirebbero *benchmark* affidabili, favorirebbero la concorrenza e rafforzerebbero la capacità programmatica pubblica.

Parallelamente, va sostenuto lo sviluppo e la validazione delle tecnologie *in situ* e delle soluzioni di economia circolare, unitamente a percorsi strutturati di formazione per tecnici e amministrazioni.

La valorizzazione culturale e comunicativa del settore è infine decisiva: le bonifiche non sono solo riparazione del danno, ma infrastruttura per lo sviluppo sostenibile, la salute pubblica, la rigenerazione territoriale e la competitività industriale. Con una strategia stabile, dati trasparenti e procedure amministrative più flessibili, il comparto può consolidarsi come pilastro della transizione ecologica, generando un alto valore sociale e contribuendo alla giustizia ambientale per le generazioni future.

**Silvia Angelini¹, Francesca Bellaera¹,
Donato Berardi¹, Silvia Paparella²,
Mario Sunseri³, Cosimo Zecchi¹**

1. Ref srl

2. RemTech

3. Labelab srl - Sgi Ingegneria srl

ANALISI ECONOMICO-FINANZIARIA DEGLI OPERATORI DEL SETTORE

A partire dai bilanci di un campione significativo di operatori del settore, è stato possibile analizzare la redditività e la solidità patrimoniale delle imprese attive nelle bonifiche ambientali. I principali indicatori di bilancio ci restituiscono la fotografia di un settore in cui, nonostante la prevalenza di imprese medio-piccole, da un lato, le performance economiche sono buone e, dall'altro, si predilige una bassa esposizione verso fonti di finanziamento esterne, mantenendo una situazione finanziaria più prudente.

Nel dettaglio, la produttività media del fattore lavoro, misurata attraverso il valore aggiunto per addetto, è pari a 72 mila euro. Distinguendo le imprese per dimensione, emerge come siano le imprese più grandi in termini di addetti, totale dell'attivo e volume di ricavi a registrare una maggiore produttività. L'*Ebitda margin* risulta essere pari all'11,6% il che significa che per ogni 100 euro di ricavi da vendite e prestazioni, gli operatori in media generano oltre 11 euro di margine operativo lordo. Il Roe (*return on equity*), indice di redditività del capitale proprio, si attesta invece su valori di poco superiori al 22%. A differenza del valore aggiunto per addetto, l'*Ebitda margin* e il Roe non mostrano alcuna correlazione con la dimensione degli operatori. Questo risultato deve essere interpretato alla luce della struttura dei costi tendenzialmente omogenea, e alla natura sito specifica degli interventi di risanamento che limitano la capacità degli operatori di più grandi dimensioni di generare economie di scala.

Sotto il profilo della solidità patrimoniale, infine, il rapporto tra posizione finanziaria netta e patrimonio netto, è pari al 3%. Sebbene questo dato risenta dell'incidenza nel campione delle microimprese che, in generale, prediligono l'autofinanziamento attraverso l'accumulazione di liquidità, rappresenta un carattere distintivo del settore la tendenza da parte degli operatori al mantenimento di una leva finanziaria particolarmente bassa.



FOTO: SINISTOPPAN.IT

CRISI CLIMATICA, QUALITÀ DELL'AMBIENTE E SALUTE

IL 2° CONGRESSO NAZIONALE “SALUTE, AMBIENTE E CAMBIAMENTI CLIMATICI. PROSPETTIVA 2030”, PROMOSSO DAL PROGRAMMA AMBIENTE E SALUTE DELL'AZIENDA USL DI BOLOGNA: APPUNTAMENTO PER LA COMUNITÀ SCIENTIFICA, A SUPPORTO DEI DECISORI PUBBLICI CON DATI, BUONE PRATICHE E PROPOSTE CONCRETE.

Uno dei temi più urgenti del nostro tempo: il legame sempre più stretto tra crisi climatica, qualità dell'ambiente e salute delle popolazioni, con un'attenzione particolare alle questioni di governance ed equità. Venerdì 28 novembre 2025, all'Opificio Golinelli di Bologna, si è svolto il 2° congresso nazionale “Salute, ambiente e cambiamenti climatici. Prospettiva 2030”, promosso dal Programma ambiente e salute dell'Azienda Usl di Bologna. Il punto di partenza del congresso è una consapevolezza ormai condivisa dalla comunità scientifica: il cambiamento climatico non è solo una questione ambientale, ma una delle principali sfide per la salute pubblica. Affrontarlo richiede politiche capaci di integrare sostenibilità, giustizia sociale e partecipazione. Nel corso della giornata, ricercatori, accademici e professionisti della sanità e dell'ambiente hanno discusso gli effetti dei cambiamenti climatici e dell'inquinamento atmosferico e ambientale sulla salute delle comunità, individuando possibili strategie di mitigazione e adattamento orientate a una transizione equa e sostenibile. Il congresso si inserisce nel percorso verso la neutralità climatica di Bologna – Missione clima 2030 e ha favorito il dialogo tra istituzioni, mondo della ricerca e società civile.

Oltre venti relatori, provenienti da ambiti disciplinari diversi e da istituzioni nazionali e internazionali, hanno contribuito al dibattito, tra cui l'Istituto superiore di sanità, la Johns Hopkins University Sais Europe, la National technical university di Trondheim norvegese e il Centro europeo per l'ambiente e la salute dell'Organizzazione mondiale della sanità di Bonn. L'iniziativa ha inoltre ricevuto il patrocinio del Ministero dell'Ambiente e della sicurezza energetica, dell'Università di Bologna e di Alma climate-Difa, oltre a quello degli Ordini professionali e delle professioni sanitarie coinvolte.

Ad aprire la giornata è stata la lezione magistrale “One health e il futuro della salute globale: la sfida dei cambiamenti climatici” di Valeria Dusolina Di Giorgi Gerevini, direttrice dell'Ufficio IV del Ministero della Salute per la tutela della salute nei rapporti con l'ecosistema. La relazione ha proposto una visione integrata della salute, mettendo in relazione qualità dell'aria, sicurezza degli alimenti e dell'acqua, stili di vita e benessere collettivo. Un filo conduttore chiaro: non esiste salute umana senza salute dell'ambiente, come sottolineano i paradigmi di *One health* e *Planetary health*, sempre più centrali di fronte alle trasformazioni climatiche e socioeconomiche in atto.

Governance ed equità per la salute in un mondo che cambia

La prima sessione ha affrontato il tema della governance e dell'equità in un mondo che cambia. Francesca Racioppi, direttrice del Centro europeo per l'ambiente e la salute dell'Oms (Bonn, Germania), ha richiamato la necessità di rivedere i modelli decisionali per rispondere in modo più efficace alle crisi ambientali e climatiche. L'approccio *One health* è emerso come uno strumento essenziale per integrare salute umana, animale e ambientale, anche grazie alle opportunità offerte dalla digitalizzazione e dall'integrazione dei dati a livello europeo. Nel corso della stessa sessione, Andrea Tilche, professore della National technical university of Norway (Trondheim, Norvegia), ha posto l'accento sulle disuguaglianze che caratterizzano il riscaldamento globale: i Paesi più poveri e vulnerabili subiscono gli impatti più gravi, mentre la responsabilità storica delle emissioni ricade in larga parte sui Paesi industrializzati. Da qui la necessità di una transizione energetica equa e giusta. I dati mostrano che i costi

della transizione sono inferiori ai danni economici e sanitari causati dai disastri naturali e dall'inquinamento: non a caso, circa il 16% dei decessi globali annui è legato alla scarsa qualità dell'aria dovuta all'uso di combustibili fossili. Strumenti come l'*Emission trading system* e il Fondo sociale per il clima possono favorire una transizione giusta, a patto che le risorse siano redistribuite in modo trasparente e partecipato.

Malattie infettive, resistenza antimicrobica e cambiamenti climatici

La seconda sessione si è concentrata su una delle emergenze sanitarie più complesse del nostro tempo: la resistenza antimicrobica. Denis Savini, direttore Uoc Assistenza farmaceutica territoriale e vigilanza dell'Azienda Usl di Bologna, ed Elena Sora, farmacista della stessa Azienda, hanno illustrato la governance innovativa necessaria per contrastare la resistenza microbica nell'era delle emergenze globali.

La resistenza antimicrobica è una minaccia globale che causa già milioni di decessi ogni anno e potrebbe diventare la principale causa di morte entro il 2050. Il contrasto richiede strategie integrate: prevenzione, ruolo dei vaccini – anche contro batteri multiresistenti – anagrafe vaccinale nazionale, sorveglianza genomica, sistemi di controllo regionali e governance efficiente delle risorse sanitarie secondo un approccio *One health* che includa anche ambiente e zootecnia. Fabio Tumietto, direttore della Uoc Stewardship antimicrobica del Dipartimento interaziendale per la gestione integrata del rischio infettivo dell'Azienda Usl Bologna, ha approfondito i meccanismi della resistenza microbica in ambito umano e il contributo dei vaccini nel contrastarla. Ha evidenziato come i casi di batteriemie da enterobatteri

resistenti ai carbapenemi siano più che raddoppiati negli ultimi dieci anni, secondo i dati dell'Istituto superiore di sanità. Ha inoltre sottolineato l'impatto dei residui di antibiotici nell'ambiente e dell'inquinamento atmosferico da particolato, che aumenta sia il consumo di antimicrobici sia la diffusione della resistenza tra salute animale e umana. Giuseppe Merialdi, direttore del Dipartimento Area territoriale Emilia-Romagna dell'Istituto zooprofilattico sperimentale della Lombardia e dell'Emilia-Romagna, ha affrontato la resistenza antimicrobica in ambito veterinario, evidenziando come i batteri resistenti non conoscano barriere di specie e seguano una dinamica *One health*. L'uso prudente di farmaci, vaccini veterinari, misure di biosicurezza, corretta alimentazione e benessere animale sono strumenti fondamentali per proteggere la salute pubblica e animale.

Città resilienti e salute urbana: strategie per la neutralità climatica

La terza sessione ha posto lo sguardo sulle città, sempre più esposte agli effetti del cambiamento climatico. Paola Mercoglian, direttrice della Divisione modelli regionali e impatti geo-idrologici dell'Istituto per la resilienza climatica del Cmcc (Trento, Italia), ha illustrato il ruolo dei modelli climatici e degli indicatori utili alla valutazione dei rischi, in coerenza con il Piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici. Sono stati approfonditi strumenti per mappare le aree più vulnerabili e i luoghi più esposti a eventi estremi, come ondate di calore, inondazioni, siccità e incendi, utilizzando anche modelli statistici e intelligenza artificiale per analizzare fenomeni come l'isola di calore urbana ed è stata evidenziata l'importanza dei rifugi climatici, che rappresentano un nuovo paradigma di pianificazione urbana. Paola Michelozzi, direttrice della Uoc Epidemiologia ambientale, occupazionale e registro tumori del Dipartimento di Epidemiologia del Servizio sanitario regionale del Lazio (Roma, Italia), ha sottolineato come mitigazione e adattamento siano strategie complementari: ridurre le emissioni di gas serra è essenziale, ma è altrettanto importante gestire gli impatti già in atto. Molte azioni offrono co-benefici per la salute, promuovendo mobilità attiva, diete sostenibili e riduzione delle malattie croniche, configurando politiche *win-win* per clima, salute e benessere.



La tavola rotonda con la partecipazione di (da sinistra) Stefano Tardivo, Giuseppe Bortone, Luca Lambertini, Antonio Piersanti, Paolo Ferrecchi, Luciano Attard e Paolo Pandolfi.

Anna Lisa Boni, assessora del Comune di Bologna, ha illustrato il percorso della città verso la neutralità climatica, il contratto climatico e le strategie di transizione energetica, dalla produzione di energia da fonti rinnovabili alla decarbonizzazione del trasporto pubblico. Ha inoltre sottolineato il ruolo dell'Assemblea per il clima come strumento di democrazia partecipata e coinvolgimento attivo della cittadinanza.

Uno sguardo al futuro

Nel pomeriggio, Paolo Pandolfi, direttore del Dipartimento di Sanità pubblica dell'Azienda Usl di Bologna, ha moderato la tavola rotonda finale con rappresentanti di istituzioni scientifiche, accademiche e ambientali, offrendo un momento di sintesi in vista del congresso 2026. Il confronto ha ribadito il valore dell'evento come appuntamento annuale per la comunità scientifica, a supporto dei decisori pubblici con dati, buone pratiche e proposte per ridurre l'impatto dei cambiamenti climatici sulla salute. La giornata si è conclusa con la *lectio magistralis* di Ilaria Capua, senior fellow in Salute globale alla Johns Hopkins

University Sais Europe (Bologna, Italia/Washington, Usa), "Salute circolare: la sintesi necessaria fra salute e sostenibilità". Capua ha proposto una visione della salute come equilibrio dinamico tra individuo, collettività e ambiente, un bene "circolare", fragile ma rigenerabile, strettamente legato alla biodiversità, alla qualità dell'aria e dell'acqua, agli eventi estremi e alle disuguaglianze sociali. È stato ribadito il ruolo centrale della ricerca, della prevenzione, dell'educazione sanitaria e delle politiche ambientali e sociali in un approccio *One health* fondato su equità, responsabilità e giustizia sociale, per garantire il benessere delle generazioni presenti e future.

Paolo Pandolfi¹, Chiara Donadei², Emma Fabbri³, Carmine Fiorentino⁴, Sara Potenza⁵

Dipartimento di Sanità pubblica, Azienda Usl Bologna

1. Dirigente medico Igiene, epidemiologia e sanità pubblica
2. Dirigente biologo
3. Dirigente fisico sanitario
4. Dirigente ingegnere
5. Tecnico della prevenzione nell'ambiente nei luoghi di lavoro

INTRUSIONE SALINA, IL RUOLO DELLE ZONE UMIDE

LA SALINIZZAZIONE DEI FIUMI È UN FENOMENO IN CRESCITA. UNA RICERCA NEI PAESI BASSI HA STUDIATO L'UTILIZZO DI SOLUZIONI BASATE SULLA NATURA NELLA GESTIONE DEL RISCHIO PER MIGLIORARE LA PIANIFICAZIONE ECOLOGICA. IL RIPRISTINO DI COMUNITÀ VEGETALI DIVERSIFICATE PUÒ AUMENTARE LA RESILIENZA E MIGLIORARE LA FUNZIONALITÀ ECOLOGICA.

Nei Paesi Bassi, la crescente intrusione salina nei fiumi e nelle aree costiere ha spinto la ricerca e la pianificazione territoriale verso soluzioni basate sulla natura. I risultati di questi studi offrono spunti anche per l'Italia, dove fenomeni simili si stanno manifestando in aree come il delta del Po.

Un fenomeno in crescita

L'intrusione salina è un problema in rapida espansione a livello mondiale. Si verifica quando l'acqua salata del mare si infila nelle falde o nei corsi d'acqua dolce, con impatti significativi sugli ecosistemi costieri e fluviali. Non riguarda solo il delta del Po, ma molte altre aree del pianeta. Tra le regioni colpite, forse a sorpresa, vi sono anche i Paesi Bassi. Qui, l'acqua marina risale sempre più frequentemente lungo i fiumi, in particolare durante le mareggiate o nei periodi di siccità prolungata, quando l'afflusso di acqua dolce si riduce. Le cause del fenomeno sono sia climatiche che antropiche: l'innalzamento del livello del mare, le siccità più frequenti e le mareggiate intense spingono l'acqua salata più a monte, mentre interventi come il dragaggio dei fiumi, l'estrazione eccessiva di acque sotterranee e l'alterazione dei flussi naturali riducono la quantità di acqua dolce disponibile per contrastare l'intrusione.

Soluzioni basate sulla natura

In questo contesto, ricerche sugli effetti della salinizzazione delle acque superficiali e sulle possibili strategie di mitigazione e adattamento sono state condotte presso il centro di ricerca Nioz (Istituto reale olandese per la ricerca marina) nell'ambito del progetto Nwo (Organizzazione olandese per la ricerca scientifica) Saltisolutions. Un aspetto



FOTO: E. SACCON

1



FOTO: E. SACCON

2

centrale riguarda il ruolo delle soluzioni basate sulla natura, oggi sempre più utilizzate per la gestione del rischio idraulico in aree costiere e fluviali. Un esempio di soluzioni basate sulla natura sono le zone umide. Queste aree svolgono molteplici funzioni: riducono l'impatto di mareggiate e alluvioni, migliorano la qualità delle acque trattengono nutrienti e sedimenti, e immagazzinano anidride carbonica

contribuendo alla mitigazione del cambiamento climatico. La loro importanza è sempre più riconosciuta e in molti contesti europei vengono realizzate nuove zone umide.

- 1 Piantagione di salici lungo il corso del Reno analizzata nella ricerca.
- 2 Esperimento controllato condotto a Nioz per analizzare la tolleranza di due specie di alberi allo stress salino.

Esperienze simili stanno prendendo forma anche in Italia, con progetti di rinaturalizzazione dei fiumi, come nel caso del fiume Po. Lo stesso accade nei Paesi Bassi, dove la costruzione di nuove zone umide è principalmente finalizzata alla protezione contro mareggiate e alluvioni. Tuttavia, mentre la loro progettazione si concentra soprattutto sulla riduzione del rischio idraulico, la crescente salinizzazione dei fiumi pone interrogativi non solo sulla loro vulnerabilità allo stress salino, ma anche sul possibile ruolo che queste aree potrebbero avere nell'influenzare o mitigare l'avanzata dell'intrusione salina.

Vegetazione e resistenza allo stress salino

Per progettare nuove zone umide è necessario comprendere come la vegetazione risponde all'aumento di salinità. In esperimenti controllati presso Nioz sono state studiate la tolleranza al sale di due specie arboree tipiche delle pianure alluvionali: il salice bianco e l'ontano nero. Il salice bianco è la specie più comune nelle zone umide lungo l'estuario del Reno, derivanti da piantagioni tradizionali di salici, un tempo coltivati per fornire legname destinato al rinforzo delle dighe. Tuttavia, prima del XIV secolo, le foreste ripariali erano molto più diversificate e includevano anche numerosi ontani neri che, in questo studio, si sono rivelati più resistenti agli aumenti di salinità. La ricerca ha mostrato che l'impatto dell'acqua salata dipende non solo dall'intensità, ma anche dalla durata e dalla stagionalità dello stress. Un'intrusione salina temporanea o invernale non rappresenta un rischio rilevante per nessuna delle due specie, mentre episodi prolungati in primavera o estate possono compromettere la crescita delle piante. In condizioni più critiche, come un'esposizione continua a 5 psu (*practical salinity units*) oppure una settimana di esposizione a 20 psu durante il periodo di crescita (a fronte dei 30 psu dell'acqua di mare), i salici soffrono e spesso muoiono, mentre gli ontani possono recuperare dallo stress salino. Questi risultati hanno implicazioni dirette per la pianificazione ecologica in Italia. Nei progetti di rinaturalizzazione fluviale, è importante valutare quali specie piantare o favorire nella ricolonizzazione naturale. Il ripristino di comunità vegetali più ricche e diversificate può infatti aumentare la resilienza e migliorare

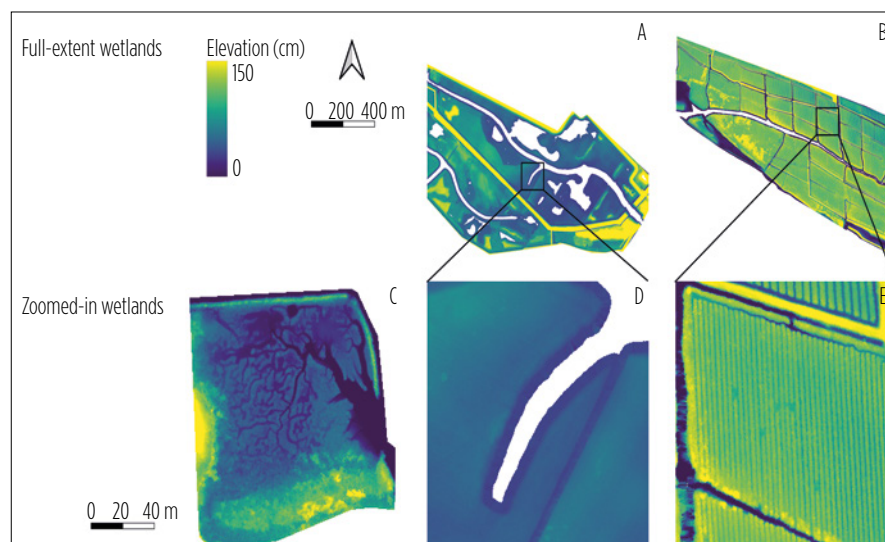


FIG. 1 MODELLO IDROGEOLOGICO

Modello digitale di elevazione di tre aree di studio: zona umida artificiale (A, D), piantagione di salici (B, E) e zona umida naturale (C).

la funzionalità ecologica dei paesaggi fluviali, rendendoli meno vulnerabili a eventi estremi, siccità e malattie.

Progettare zone umide resilienti

Oltre alla scelta delle specie, un elemento chiave per la resilienza delle zone umide riguarda la loro configurazione topografica. In molti fiumi europei, i corsi d'acqua sono stati incanalati e confinati da argini. Per creare nuove aree di esondazione controllata, è quindi necessario aprire varchi negli argini e riconvertire i terreni retrostanti, spesso agricoli, in zone umide. Questi ambienti artificiali differiscono notevolmente da quelli naturali, in quanto mancano di una pendenza naturale e di un sistema di drenaggio. Per favorire il deflusso dell'acqua, all'interno dell'area vengono spesso scavati canali ampi. La disposizione di questi canali può però influire sulla durata dell'intrusione salina e, di conseguenza, sul livello di stress delle comunità biologiche.

La ricerca condotta presso Nioz ha confrontato la durata dell'intrusione salina in diversi tipi di paesaggio fluviale (zone umide naturali, aree artificiali e piantagioni di salici) utilizzando

il modello idrogeologico Delft3D. I risultati evidenziano come zone umide sviluppatesi naturalmente siano le più efficaci nel limitare la permanenza dell'acqua salata e nel recuperare rapidamente condizioni di acqua dolce. Anche in Italia, dove si stanno sviluppando progetti di rinaturalizzazione e ampliamento delle aree di esondazione lungo il Po e i suoi affluenti, questi risultati offrono spunti pratici. La progettazione di nuove zone umide dovrebbe considerare non solo la gestione del rischio idraulico, ma anche la capacità del sistema di drenare rapidamente l'acqua salata. Tuttavia, come in Olanda, anche nel contesto italiano gli ostacoli principali riguardano la disponibilità di spazi e la competizione tra usi del suolo. Per questo, oltre alla progettazione locale, la strategia più efficace resta quella di agire sulle cause alla radice del problema: ridurre le pressioni che accelerano la salinizzazione, mitigare gli effetti del cambiamento climatico e ripristinare livelli adeguati delle acque sotterranee.

Eleonora Saccon

Ricercatrice presso Nioz, Istituto reale olandese per la ricerca marina

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Saccon E., van de Koppel J., Bekhuis W., Hulscher S.J.M.H., Bouma T.J., 2025, "Historic human-induced species shift increases climate sensitivity of today's Western European floodplain forests: Restoring past conditions for future resilience", *Freshwater Biology*, 70(4), <https://doi.org/10.1111/fwb.70034>
- Saccon E., Hendrickx G.G., Hulscher S.J.M.H., Bouma T.J., van de Koppel J., 2025, "Wetland topography drives salinity resilience in freshwater tidal ecosystems", *Ecological Engineering*, 217, <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2025.107650>

CARTA DI PESCASSEROLI E COMUNICAZIONE AMBIENTALE

IL DOCUMENTO, APPROVATO NEL 2023 DAL CONSIGLIO NAZIONALE DELL'ORDINE DEI GIORNALISTI, RAPPRESENTA L'INIZIO DI UN PERCORSO PER UN'INFORMAZIONE SEMPRE PIÙ SISTEMICA E AUTOREVOLE. ACCURATEZZA, EQUILIBRIO, PROATTIVITÀ E RESPONSABILITÀ SONO LE PAROLE CHIAVE PER IL GIORNALISTA CHIAMATO A OCCUPARSI DI AMBIENTE.

Prima ancora di addentrarci nei contenuti della Carta di Pescasseroli¹, una premessa minima ma necessaria sulla deontologia. Che per alcuni non è altro che un insieme di regole da rispettare per non incorrere in sanzioni disciplinari, ma che per altri assume un ruolo più consistente e sostanziale: un patrimonio identitario a duplice difesa dell'operato del singolo professionista e della società in cui quel singolo operato agisce e impatta. In tal senso, la materia deontologica non può essere, per funzione oltre che per definizione, statica ma deve assumere una forma viva, capace di intercettare – e talvolta anche di prevenire – le istanze e i mutamenti espressi dalla società, facendo dell'esperienza pratica un punto di osservazione privilegiato e responsabile per accreditare un filtro sempre più autorevole e qualificato tra chi racconta e chi ascolta o legge.

Ancora di più rispetto al racconto ambientale, oggi sotto l'attacco di sempre più raffinate *fake news* alimentate da una volontà negazionista o, nel migliore dei casi, attendista o dalla pratica corrosiva di quella che il referente della commissione nazionale sulla Comunicazione responsabile (18° Goal Agenda 2030) di Ferpi² Sergio Vazzoler definisce “fuffa verde”, messa in atto da organizzazioni pubbliche o private nel tentativo di ammantarsi di meriti ambientali attraverso una narrazione inautentica del proprio agire.

Le parole chiave

La Carta di Pescasseroli è stata approvata dal Consiglio nazionale dell'Ordine dei giornalisti su proposta degli Ordini regionali di Abruzzo, Lazio e Molise e del Parco nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise ed è stata sottoscritta il 13 dicembre 2023. Il documento è identificato nella sua

intestazione come “Linee guida per la consapevolezza ambientale nella professione giornalistica” e individua quattro parole chiave, di seguito analizzate:

Accuratezza

L'accuratezza dell'informazione rilasciata, in termini di verificabilità e attendibilità, rappresenta da sempre una costante del lavoro giornalistico.

La stessa, nel contempo, trova oggi un rinnovato significato in dinamiche di interazione che riguardano informazioni scientifiche declinate a pubblici sempre più generalisti, nella cornice di una narrazione che deve essere in grado di semplificare senza banalizzare, all'interno di un equilibrio dalla cui osservanza dipende l'autorevolezza e la credibilità del messaggio, oltre alla fiducia tra le parti. In termini operativi, interni alla classe giornalistica, questo comporta il progressivo irrobustimento delle competenze multidisciplinari interessate, per favorire una corretta decodifica, prima, seguita e perfezionata da una declinazione inequivocabile nella comprensione e negli effetti, poi.

Equilibrio

Il giornalista deve presentare ai propri lettori tutti i punti di vista pertinenti, evitando la parzialità, se non nelle parti di commento che devono essere espressamente dichiarate al lettore. Questo punto entra dichiaratamente in una quotidianità narrativa che, sino a oggi, si è adagiata sul *cluster* “crisi”, attivandosi esclusivamente nel momento in cui, per esempio, eventi estremi hanno colpito il territorio.

L'obiettivo, in questo caso, deve essere quello di promuovere un racconto che sia in grado di misurarsi con le criticità e le complessità di cui il tema è naturalmente portatore, affiancando alle stesse anche le tante opportunità – in termini di salute, di qualità della vita, di produttività – che spesso rimangono escluse dal racconto³.



Proattività

Il giornalista deve cercare di essere proattivo, riportando le notizie e, nel contempo, cercando di diffondere una consapevolezza ambientale piena ed esaustiva. Per molti, si tratta di un punto controverso che, in qualche modo, amplia il tradizionale dovere di cronaca con un ruolo pedagogico di parte. Personalmente, credo che questo punto abbia molto a che fare con il carattere diffuso del tema, che ci riguarda tutti, a prescindere dal luogo in cui viviamo o dalla professione svolta o dall'età, tanto da essere stato inserito nei principi fondamentali

della Costituzione, accanto alla tutela della biodiversità e degli ecosistemi. In tal senso, la proattività può e deve essere intesa anche come capacità di ingaggiare un lettore spesso disorientato dalla portata della sfida, che percepisce istintivamente come lontana. Dal proprio ambiente di riferimento come dalle proprie capacità. Una possibile proposta, in tal senso, è quella di consolidare la presenza ambientale nei media locali, in cui la prossimità – spesso, addirittura la coincidenza – tra i luoghi raccontati e quelli vissuti dal lettore potrebbe innescare un senso di partecipazione che riesce a intravedere nell'azione un impatto misurabile. E che proprio per questo può generare una attenzione non più periferica ma, al contrario, in grado di trasformarsi facilmente in comportamento individuale e, dunque, in cultura condivisa.

Responsabilità

Il giornalista deve assumersi la responsabilità del contenuto e delle sue conseguenze, evitando non solo la diffusione di informazioni false o ingannevoli, ma anche l'utilizzo di un timbro esclusivamente sensazionalistico. Anche in questo caso, il dettato della carta di Pescasseroli sembra attingere a una quotidianità narrativa alimentata da sensazioni forti e lontana da un racconto che si misura con una complessità non indifferente e che, per questo, necessita di una progressione costante nel tempo. Cinicamente capace di accreditare il tema, nel momento in cui l'esigenza richiesta è questa, o di svilupparlo nelle sue innumerevoli ramificazioni, nel momento in cui ci troviamo di fronte a un pubblico già adeguatamente formato. Ancora una volta, il ricordo non può che andare al lavoro dei tanti maestri e professori con cui ci siamo misurati nel corso delle nostre rispettive carriere scolastiche. E alla loro responsabilità nel dosaggio – semantico e contenutistico – delle informazioni rilasciate.

Conclusioni

Lungi dall'essere un punto di approdo, le linee guida raccontate rappresentano piuttosto un punto di partenza, da monitorare e da potenziare in una riflessione che non può certamente dirsi conclusa. In ballo, d'altronde, non c'è solo una rinnovata centralità – in termini di autorevolezza e sostanza – della classe giornalistica rispetto al racconto ambientale, ma anche forse soprattutto il primato dei fatti (delle

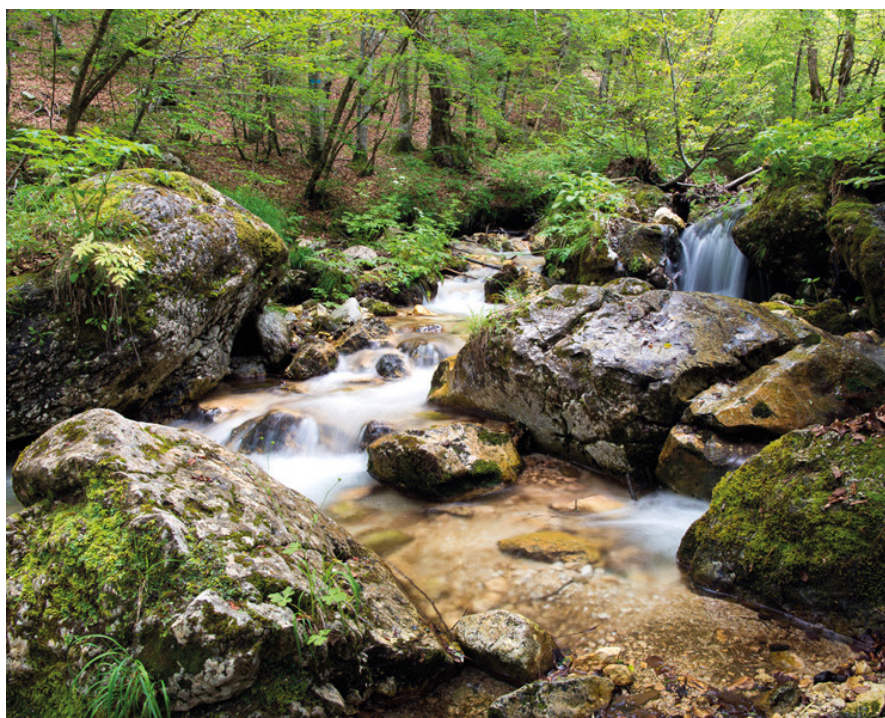


FOTO: ARCHIVO PARCO NAZIONALE LAZIO E MOLISE



FOTO: ANGELINA IANNARELLI - PARCO NAZIONALE LAZIO E MOLISE

evidenze scientifiche e dei dati empirici) che non può fare a meno del metodo con cui quegli stessi fatti vengono narrati⁴. Attingendo al significato più profondo e faticoso della comunicazione, che è quello di mettere in comune dati, esperienze, ragionamenti e finanche sentimenti ed emozioni. Con la speranza di una sostenibilità che sia pienamente trasformativa e non semplicemente formale.

Stefano Martello

Componente tavolo "Ambiente e sostenibilità", Pa Social

NOTE

¹ La Carta di Pescasseroli: www.odg.it/wp-content/uploads/2023/12/2023.12.13-Carta-di-Pescasseroli.pdf

² Federazione relazioni pubbliche italiana – www.ferpi.it

³ Sul tema, utile l'esperienza del Rapporto Eco Media che dal 2014 fotografa lo stato dell'informazione ambientale in Italia. I rapporti possono essere consultati in www.osa-ecomedia.it/research/

⁴ Stefano Martello, Sergio Vazzoler, "Introduzione" in *Dove i fatti non arrivano. Antologia ragionata e appassionata della comunicazione ambientale*, Pacini, 2024, p. 12.