

RAPPORTO AMBIENTE - SNPA EDIZIONE 2023

Delibera del Consiglio SNPA n. 225/23 del 30.11.2023





Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

RAPPORTO AMBIENTE - SNPA EDIZIONE 2023

Delibera del Consiglio SNPA n. 225/23 del 30.11.2023

REPORT AMBIENTALI SNPA | **39** 2023

ISBN 978-88-448-1197-6 | Roma, dicembre 2023

Il Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) è operativo dal 14 gennaio 2017, data di entrata in vigore della legge 28 giugno 2016, n. 132 di "Istituzione del Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente e disciplina dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale" (ISPRA). Il SNPA è composto dall'ISPRA, ente pubblico nazionale di ricerca che ne coordina le attività, e dalle agenzie per la protezione dell'ambiente delle Regioni e delle Province autonome di Trento e Bolzano.

Attraverso la cooperazione a rete, il Sistema lavora per raggiungere prestazioni tecniche ambientali uniformi sull'intero territorio nazionale, a vantaggio della tutela dell'ambiente e a beneficio della popolazione, dell'attività delle imprese e del sistema pubblico in generale. Le prestazioni tecniche riguardano le attività ispettive e di controllo ambientale, il monitoraggio dello stato dell'ambiente, il controllo delle fonti e dei fattori di inquinamento, il supporto alle attività in campo ambientale dello Stato, delle Regioni e degli enti locali, la ricerca finalizzata a tali scopi nonché la raccolta, l'organizzazione e diffusione dei dati e delle informazioni ambientali che sono riferimenti ufficiali dell'attività di tutta la pubblica amministrazione.

Il Sistema produce documenti tecnici quali Report ambientali SNPA, Linee guida SNPA, Pubblicazioni tecniche SNPA e pareri vincolanti in base alla legge. Organo deliberativo del Sistema è, ai sensi dell'art. 10 della legge n. 132/2016, il Consiglio del Sistema Nazionale, presieduto dal presidente dell'ISPRA e composto dai rappresentanti legali delle agenzie e dal Direttore generale dell'Istituto.

Le persone che agiscono per conto delle componenti del Sistema non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in queste pubblicazioni.

Citare questo documento come segue:
SNPA, Rapporto ambiente SNPA, Report ambientali SNPA, 2023

La collana Report ambientali SNPA include raccolte sistematiche e periodiche di dati e/o informazioni ambientali, anche in chiave evolutiva, su tematiche di rilievo nazionale e per la diffusione al pubblico.

ISBN 978-88-448-1197-6
© Report ambientali SNPA, 39/2023

Riproduzione autorizzata citando la fonte.

Coordinamento della pubblicazione online:
Daria Mazzella – ISPRA
Progetto grafico e Copertina:
Elena Porrazzo – Ufficio Grafica ISPRA

Dicembre 2023

Abstract

Il Rapporto Ambiente - SNPA nasce nell'ambito del SNPA per un'ampia ed efficace divulgazione dei dati e dell'informazione ambientale prodotta da ISPRA e dalle ARPA/APPA. La base dati è la banca dati indicatori ambientali ISPRA. Il Rapporto è realizzato in un unico volume strutturato in due parti. La prima descrive le realtà regionali attraverso l'analisi di 21 indicatori; la seconda è composta da brevi articoli che riguardano specificità regionali e/o attività SNPA particolarmente rilevanti e di interesse per la collettività.

The Environment Report-SNPA was created within the SNPA for a wide and effective dissemination of environmental data and information produced by ISPRA and by ARPA/APPA. The data source is the ISPRA environmental indicators database. The report consists of one document, structured in two parts. The first describes the regional realities through the analysis of 21 indicators; the second

is composed of short articles concerning regional specificities and/or particularly relevant SNPA activities of interest to the community.

Parole chiave: ambiente, indicatori, Green deal, VIII Programma d'azione ambientale, focus.

Keywords: environment, indicators, Green Deal, VIII Environmental Action Programme, focus.

Redattori/Autori

Il documento è stato realizzato a cura di:

Comitato Tecnico di Redazione (CDR)

Cristina FRIZZA – Coordinatore RR-TEM-17 (ISPRA)
Rossella LAINO – (ARPA Molise)
Paola Sonia PETILLO – (ARPA Campania)
Roberto MALLEGGNI – (ARPAE Emilia-Romagna)
Stefania DEL FRATE .- (ARPA Friuli Venezia Giulia)
Diego PALAZZUOLI – (ARPA Toscana)
Caterina NUCCIOTTI – (ARPAE Emilia-Romagna)
Angela IMPERI – (ISPRA)

Il CDR ha selezionato gli articoli per ciascuna tematica.

Ha assicurato la revisione tecnico scientifica degli stessi nonché la revisione tecnica complessiva. Ha provveduto alla stesura delle sintesi, al coordinamento delle infografiche e all'assemblaggio del documento.

La RR-TEM-17 è costituita da:

Cristina FRIZZA – Coordinatore RR-TEM-17 (ISPRA)
Valerio DI GIANCROCE – (ARTA Abruzzo)
Adelchi ACAMPORA – (ARPA Basilicata)
Vincenzo SORRENTI, Teresa BENINCASA – (ARPA Calabria)
Paola Sonia PETILLO – (ARPA Campania)
Roberto MALLEGGNI – (ARPAE Emilia-Romagna)
Stefania DEL FRATE – (ARPA Friuli Venezia Giulia)
Sergio TARSIERO – (ARPA Lazio)
Marco BARBIERI, Stefano FERRETTI – (ARPA Liguria)
Chiara ANTONIAZZI – (ARPA Lombardia)
Thomas Valerio SIMEONI, Marco FANELLI – (ARPA Marche)
Rossella LAINO - (ARPA Molise)
Fulvio RAVIOLA – (ARPA Piemonte)
Erminia SGARAMELLA – (ARPA Puglia)
Sergio PILURZU – (ARPA Sardegna)
Marilyn ARMATO – (ARPA Sicilia)
Simona CERRAI – (ARPA Toscana)
Jacopo MANTOAN – (ARPA Trento)
Paolo STRANIERI – (ARPA Umbria)
Marco CAPPIO BORLINO – (ARPA Valle d'Aosta)
Giovanna ZIROLODO – (ARPA Veneto)

Il dettaglio degli autori è riportato all'inizio di ogni contributo.

Percorso Istruttorio

Documento elaborato nell'ambito delle articolazioni istruttorie del Consiglio SNPA:
Rete tematica RR TEM 17 Reporting e indicatori

Documento condiviso con:

Reti tematiche SNPA RR TEM 03; RR TEM 06, RR TEM 07, RR TEM 09, RR TEM 10, RR TEM 12, RR TEM 13, RR TEM 14, RR TEM 18, RR TEM 19, RR TEM 20, RR TEM 21, RR TEM 22, RR TEM 23, RR TEM 25, RR TEM 26, RR TEM 27, RR TEM 28, RR TEM 30
Osservatorio SNPA OSS 02
Coordinamento Tecnico Operativo (CTO) SNPA

Ulteriori contributori

Mariaconcetta GIUNTA – (ISPRA)
Task Force Annuario – (ISPRA)

Le infografiche sono state realizzate da:

Caterina NUCCIOTTI – (ARPAE Emilia-Romagna)
Gabriele ROSSI - (ARPA Toscana)
Matteo SALOMONE – (ISPRA)

Foto:

pag 27 Pixabay
pag 89 La forza della natura – Lombardia- Meteorologia –Maria Elena Garini
pag 109 RicliAmo – Veneto – Economia circolare –Amelia De Lazzari
pag 137 Biclettando-Salute-Toscana-Picozzi
pag 175 Cetonia aurata, un gioiello a sei zampe – Lazio – Biodiversità –Andrea Bonifazi
pag 205 Monitoraggio deposizioni atmosferiche – Sardegna – Aria –Giuliano Saiu
pag 253 Pixabay

Si ringraziano:

il Presidente e il vice Presidente SNPA;
i Direttori Generali SNPA, per aver promosso e sostenuto questa attività;
l'Area di Presidenza SNPA, l'Area di Direzione SNPA, il Comitato Tecnico Operativo SNPA:
le Reti RR TEM 03; RR TEM 06, RR TEM 07, RR TEM 09, RR TEM 10, RR TEM 12, RR TEM 13, RR TEM 14, RR TEM 18, RR TEM 19, RR TEM 20, RR TEM 21, RR TEM 22, RR TEM 23, RR TEM 25, RR TEM 26, RR TEM 27, RR TEM 28, RR TEM 30 e l'OSS 02.

Un sentito ringraziamento va a tutti coloro che a vario titolo hanno collaborato alla stesura del Rapporto di Sistema sullo Stato dell'Ambiente.

PRESENTAZIONE

Desidero esprimere, innanzitutto, la mia più grande soddisfazione nel presentare la quarta edizione del Rapporto Ambiente - SNPA realizzato dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente in ottemperanza ai compiti ad esso attribuiti dalla Legge n. 132 del 2016.

Il Rapporto offre una panoramica dettagliata sullo stato del nostro ambiente basata su informazioni oggettive, affidabili e confrontabili che consentono di valutare il raggiungimento dei numerosi obiettivi prefissati e di affrontare con efficacia le sfide ambientali future. In particolare, tale strumento mette in luce l'impegno e l'operato del Sistema nella lotta ai cambiamenti climatici, nella diffusione dei principi dell'economia circolare, nella tutela della biodiversità e della salute di tutte le specie viventi.

"La nostra cura per l'altro e la nostra cura per la terra sono intimamente legate. Il cambiamento climatico è una delle principali sfide che la società e la comunità globale devono affrontare. Gli effetti del cambiamento climatico sono subiti dalle persone più vulnerabili, sia in patria che nel mondo (...)".

L'esortazione apostolica *Laudate Deum* di Papa Francesco, di cui sopra ho voluto proporre un significativo passaggio, e gli importanti programmi ed eventi politici di quest'anno confermano l'attenzione crescente verso le problematiche ambientali e il dibattito su come intervenire per proteggere o ripristinare gli equilibri alterati: dai movimenti giovanili, all'Ottavo Programma d'Azione Ambientale (VIII PAA) e al Green Deal della Commissione europea, che mirano ad accelerare la transizione verde e a garantire un'azione incisiva di tutela. A questi si aggiunge il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) che è parte di una più ampia e ambiziosa strategia per l'ammodernamento del Paese ed è finalizzato ad aggiornare le strategie nazionali in tema di sviluppo e mobilità sostenibile, ambiente e clima, idrogeno, automotive, filiera della salute.

Le minacce che incombono sullo stato del nostro Pianeta sono molteplici: dai sempre più frequenti e violenti disastri naturali all'esaurimento delle risorse, con conseguenti impatti negativi quali il degrado ambientale e la perdita di biodiversità. Gli impatti dei cambiamenti climatici sono divenuti una delle più grandi sfide della nostra epoca: l'aumento della temperatura globale, la fusione dei ghiacciai, l'innalzamento del livello del mare stanno mettendo seriamente a repentaglio le zone costiere e i paesi che si estendono al di sotto del livello del mare.

Per intervenire efficacemente, per intraprendere qualsiasi azione di prevenzione e di ricostruzione, e per non incorrere ciclicamente negli stessi problemi, sono fondamentali il monitoraggio e la rilevazione dei dati, quindi la conoscenza che ne deriva.

Le azioni concrete spettano ai decisori politici, a cui il Sistema mette a disposizione la ricca base informativa che produce, ma per il successo dell'azione di tutela occorre la partecipazione della collettività. Per questo ogni attività del SNPA è accompagnata da una capillare informazione multicanale ovvero diffusa attraverso reportistica, comunicazione *social* e stampa. Inoltre, per parlare a tutti, è alta l'attenzione per rendere più fruibile il linguaggio tecnico-scientifico. Il Rapporto Ambiente SNPA rappresenta, dunque, la fase conclusiva di un complesso processo conoscitivo che comincia dal

flusso dei dati reperiti tramite le attività ordinarie di monitoraggio e controllo e si conclude con il lavoro di *reporting* che l'ISPRA e le ARPA/APPA svolgono in sinergia.

La presente edizione fornisce anche una panoramica su particolari attività svolte nell'ambito del Sistema quali studi, ricerche o progetti, la cui descrizione può essere di interesse per la collettività. Il Rapporto, infatti, non solo costituisce un valido strumento di supporto alle politiche, ma è in grado di stimolare il confronto tra esperti e cittadinanza e favorire l'adozione di comportamenti eco-compatibili utili al cambiamento.

Nel ringraziare tutti coloro i quali, operando con dedizione e professionalità, hanno permesso il raggiungimento di questo importante traguardo, vorrei ribadire l'impegno comune per garantire il futuro dei nostri figli e consegnare alle nuove generazioni un ambiente migliore in cui vivere.

Prefetto Stefano Laporta
Presidente ISPRA e SNPA

SOMMARIO

PRESENTAZIONE 7

INTRODUZIONE 13

SINTESI DELLO STATO DELL’AMBIENTE 16

INDICATORI AMBIENTALI..... 27

Emissioni di gas serra 42

Quota di energie rinnovabili nel consumo di energia finale lordo 44

Strategie e piani di adattamento ai cambiamenti climatici regionali 46

Produzione dei rifiuti urbani 48

Incidenza del turismo sui rifiuti 50

Raccolta differenziata 52

Rifiuti urbani smaltiti in discarica..... 54

Produzione dei rifiuti speciali 56

Qualità dell’aria: PM 2,5 58

Esposizione della popolazione al PM 2,5 60

Qualità dell’aria: PM10 62

Stato chimico delle acque superficiali interne..... 64

Stato ecologico delle acque superficiali interne..... 66

Stato chimico delle acque sotterranee (SCAS) 68

Stato ecologico delle acque marino costiere 70

Superficie nazionale ad agricoltura biologica 72

Sorgenti di rumore controllate 74

Aree terrestri e marine protette designate 76

Consumo di suolo 78

Controlli SNPA (aia e seveso) 80

Comunicazione ambientale 82

FOCUS 84

CAMBIAMENTI CLIMATICI	89
Gli andamenti climatici del passato, gli scenari futuri, gli indicatori	90
Il cambiamento climatico in Lombardia.....	94
Il bilancio energetico regionale (ber-er) certificato ISO 9001.....	98
Le water towers alpine nella crisi idrica del 2022	102
Le conferenze dei giovani sul clima in trentino: un progetto innovativo di partecipazione giovanile allo sviluppo di politiche di adattamento ai cambiamenti climatici.....	105
ECONOMIA CIRCOLARE E GESTIONE DEI RIFIUTI	109
La sfida di ISPRA sulla finanza sostenibile	110
Il Progetto INTERREG IT-HR MARLESS.....	113
Il Progetto INTERREG EUROPE CORE.....	116
Promozione e diffusione delle buone pratiche sulla gestione sostenibile dei rifiuti	119
Circularità e sostenibilità: la filiera di carta e cartone in campania	122
Campagna ispettiva straordinaria presso il sistema di discariche per rifiuti speciali in sardegna.....	126
La procedura di ARPA Veneto nel rilascio dei pareri EOW di cui all' art. 184 ter. comma 3 del D.lgs. 152/06 smi	132
AMBIENTE E SALUTE (INQUINAMENTO ZERO)	137
Nuovi indicatori per l'individuazione e lo studio di aree quiete per il ristoro dagli effetti nocivi dell'esposizione al rumore	138
Applicazione di un nuovo approccio metodologico rivolto all'analisi dell'inquinamento ambientale con utilizzo dell'ape da miele (apis mellifera l.) come bioindicatore	143
Il fenomeno di diffusione e variazione del virus sars-cov-2 attraverso l'analisi degli affluenti agli impianti di depurazione delle acque reflue urbane	152
Un nuovo approccio metodologico per la valutazione del contenuto di ²³⁸ u in acqua potabile.....	156
Il ruolo di arpa liguria nell'applicazione della dgr 46/2020	162
Analisi dell'antibiotico-resistenza in ceppi batterici isolati da matrici ambientali: il progetto di ARTA Abruzzo	165
Conoscere e proteggere il mare per una vera economia blu - Progetto PNRR MER.....	168
Progetto Life Blue Lakes: prevenzione dall'inquinamento di microplastiche nei laghi.....	171
BIODIVERSITÀ E CAPITALE NATURALE	175

Specie aliene nei corsi d'acqua: proposta di un indice di alloctonia.....	176
Studio conoscitivo sulla biodiversità del suolo attraverso l'applicazione dell'indice QBS-AR in diverse aree della regione Friuli Venezia Giulia.....	179
Sviluppo di una nuova generazione di indicatori per la tematica biodiversità: l'esempio della vegetazione nel progetto del "monitoraggio degli ecosistemi in Val D'Agri".....	183
Impatto generato dai rifiuti marini a livello micro sugli habitat marini e sull'uso generale della risorsa mare	188
Il monitoraggio dei grandi vertebrati marini: contributo alla conoscenza della biodiversità marina in Toscana.....	191
Il monitoraggio dei cetacei dei mari della Campania: progetti in corso e stato delle ricerche	196
Progetto corallo	201
MONITORAGGIO E CONTROLLI	205
Strumenti di modellistica ambientale per il sistema di risposta in emergenza.....	206
Osservazione del globo terracqueo dallo spazio	210
Exe sisma dello stretto 2022 (reggio Calabria) - impiego dei sistemi aeromobili a pilotaggio remoto (sapr) per la verifica delle caratteristiche di un sito da impiegare come area di stoccaggio delle macerie generate da un sisma	214
Valori di fondo dei suoli e delle acque sotterranee nelle aree minerarie dismesse della Sardegna ..	223
Supporto alla regione Lazio per la definizione cartografica e il bilancio depurativo degli agglomerati di acque reflue urbane di dimensioni maggiori di 2000 aetu (uwwtd)	228
Utilizzo di droni a supporto dei controlli ispettivi: l'esperienza di Arpa Lombardia.....	231
Problemi odorigeni: una struttura specialistica nelle Marche	238
Il rilievo batimetrico a supporto dell'ambiente.....	241
Nuova modalità on line di compilazione ed invio della dichiarazione di utilizzo delle pratiche terre e rocce da scavo qualificate come sottoprodotti, secondo quanto definito dall'art.21 del D.P.R. 120/2017	245
Identificazione dei limiti superiori delle praterie di posidonia con Unmanned Aircraft System (UAS) e Full Motion Video (FMV).....	248
COMUNICAZIONE AMBIENTALE	253

Passeggiando nell'ambiente: in viaggio verso la sostenibilità tra informazioni e sensazioni. <i>L'ISPRA crea una guida "emozionale" per i giovani e i non esperti</i>	254
Nuovo approccio di ispra per monitorare le politiche ambientali in modo innovativo: indicatori, indici e scenari per l'analisi dei principali <i>trend</i> ambientali.....	260
Cambiamenti climatici: conoscere per agire può mettere al sicuro il nostro futuro.....	271
Il Tgreen di ARPA Puglia.....	276
Pianeta3: la web radio che racconta la relazione tra gli esseri umani e la terra insieme ai ragazzi delle scuole secondarie del trentino	280
I "venerdì della comunicazione ambientale": ARPA Puglia ospita le grandi firme del giornalismo ambientale nazionale.....	283
Il ruolo delle agenzie regionali nella promozione e diffusione della cultura ambientale. l'esperienza e i progetti di ARPAC sulla sostenibilità ambientale.....	285
Isola prossima	287

INTRODUZIONE

ISPRA e le Agenzie regionali e provinciali sono i principali produttori e detentori dei dati e della conoscenza ambientale. Per una più efficace e omogenea divulgazione dell'informazione ambientale il Sistema Nazionale per la Protezione Ambiente realizza il Rapporto Ambiente SNPA, giunto alla sua quarta edizione, realizzato sulla base delle linee guida deliberate dal Consiglio Federale (seduta del 15.03.2016. Doc. n. 64/16 – CF Manuali e linee guida 135 / 2016), mantenendo la struttura del consueto documento utilizzata per le versioni precedenti, con una chiave di lettura in linea con le politiche ambientali in essere. La fonte dei dati/indicatori è costituita dalla Banca dati Indicatori ambientali ISPRA. Gli indicatori e le relative tematiche di maggiore interesse sono stati individuati seguendo le nuove politiche ambientali (Green Deal, SDGs, VIII Programma di Azione per l'Ambiente-PAA, Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza - PNRR, Strategia Nazionale dello Sviluppo Sostenibile). L'Ottavo Programma di Azione per l'Ambiente fino al 2030 mira ad accelerare la transizione verde e a garantire un'azione incisiva per proteggere e ripristinare l'ambiente. Si basa sugli obiettivi del Green Deal europeo, ossia la strategia di crescita dell'UE volta a realizzare un'economia circolare climaticamente neutra, efficiente sotto il profilo delle risorse, priva di sostanze tossiche, resiliente e competitiva in maniera giusta e inclusiva. Il programma è centrale anche per conseguire gli obiettivi in materia di ambiente e clima definiti nell'ambito dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite e i suoi obiettivi di sviluppo sostenibile (OSS), nonché gli accordi multilaterali in materia di ambiente e di clima. Un monitoraggio coerente delle principali tendenze mediante indicatori appropriati è fondamentale per garantire che l'Italia progredisca insieme all'Europa verso il conseguimento dei propri obiettivi ambientali e climatici. Per sostenere e rafforzare un approccio integrato, l'VIII PAA predispone un meccanismo di governance e affida alla Commissione il compito di istituire un nuovo quadro di monitoraggio che misuri i progressi compiuti verso il conseguimento dei suoi obiettivi prioritari, ossia il quadro di monitoraggio dell'VIII PAA: la sua base di partenza è costituita da un numero limitato di indicatori chiave, che comprendono indicatori sistemici riguardanti il nesso ambiente-società e ambiente-economia, così da consentire all'UE di monitorare i progressi compiuti verso la transizione verde. Per tali motivi sono state individuate 4 tematiche: Cambiamenti climatici (Pressioni e azioni); Economia circolare e gestione dei rifiuti; Ambiente e salute (Inquinamento zero); Biodiversità e capitale naturale; e 19 indicatori ambientali, affinché il SNPA fornisca il proprio contributo al conseguimento degli obiettivi ambientali in essere. Inoltre, ai fini di fornire un quadro delle attività svolte dal SNPA sono state inserite altre due aree tematiche specifiche (Monitoraggio e controlli e Comunicazione ambientale) e per ciascuna di esse è stato individuato un indicatore. Per ciascun indicatore sono stati riportati i simboli di appartenenza al core set "Key Green Deal", SDGs, core set chiave individuato dall'VIII Piano d'azione ambientale e core set della Strategia Sviluppo Sostenibile. Il Rapporto è stato realizzato in un unico volume strutturato in due parti. La prima descrive le realtà regionali attraverso l'analisi di 21 indicatori; la seconda è composta da brevi articoli che riguardano specificità regionali e/o attività SNPA particolarmente rilevanti e di interesse per la collettività, afferenti alle 6 tematiche ambientali individuate.

Tra le principali attività svolte dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) rientrano: Monitoraggio dello stato dell'ambiente, Vigilanza e Controllo delle fonti e dei fattori di inquinamento, Ricerca, Supporto tecnico-scientifico alle attività degli enti statali, regionali e locali, Raccolta, organizzazione e diffusione dei dati ambientali.

Cambiamenti Climatici

Il cambiamento climatico è in atto ed è destinato a continuare: le temperature sono in aumento, l'andamento delle precipitazioni sta variando, ghiaccio e neve si stanno sciogliendo e il livello del mare si sta innalzando. Gli eventi meteorologici e climatici estremi con conseguenti impatti quali inondazioni e siccità diventeranno più frequenti e intensi in molte regioni. Sebbene gli sforzi globali intesi a ridurre le emissioni si stiano rivelando efficaci, alcuni aspetti del cambiamento climatico sono inevitabili e sono quindi necessarie azioni complementari per un adattamento agli effetti che lo stesso produce.

Economia circolare e Gestione dei rifiuti

Il nuovo piano d'azione per l'economia circolare adottato nel marzo 2020 è uno dei principali elementi costitutivi del Green Deal europeo. Il piano d'azione annuncia iniziative lungo l'intero ciclo di vita dei prodotti, con l'obiettivo di ridurre l'impronta dei consumi, di raddoppiare il tasso di utilizzo di materiali circolari entro il 2030, promuovere i processi dell'economia circolare, di incoraggiare il consumo sostenibile e di prevenire la produzione di rifiuti. L'analisi dei dati evidenzia la necessità di imprimere una accelerazione nel miglioramento del sistema di gestione per consentire il raggiungimento dei nuovi sfidanti obiettivi previsti dalla normativa europea; lo smaltimento in discarica nei prossimi 15 anni dovrà essere dimezzato (10% entro il 2035).

**ANOMALIA TEMPERATURA
MEDIA 2022**
+ 1,23 °C

EMISSIONI GAS SERRA
1990-2021 -19,9%

RIFIUTI 2021
Produzione RU 29,6 Mt
Raccolta differenziata 64%
RU smaltiti in discarica 19%

ACQUE MARINO COSTIERE
Presenza di Ostreopsis
in 11 regioni costiere

**QUOTA DI ENERGIA
RINNOVABILE 2021**
19%

RUMORE
1.359 sorgenti controllate

QUALITÀ DELL'ARIA PM10 2022
Stazioni di monitoraggio che hanno superato il limite giornaliero 20%

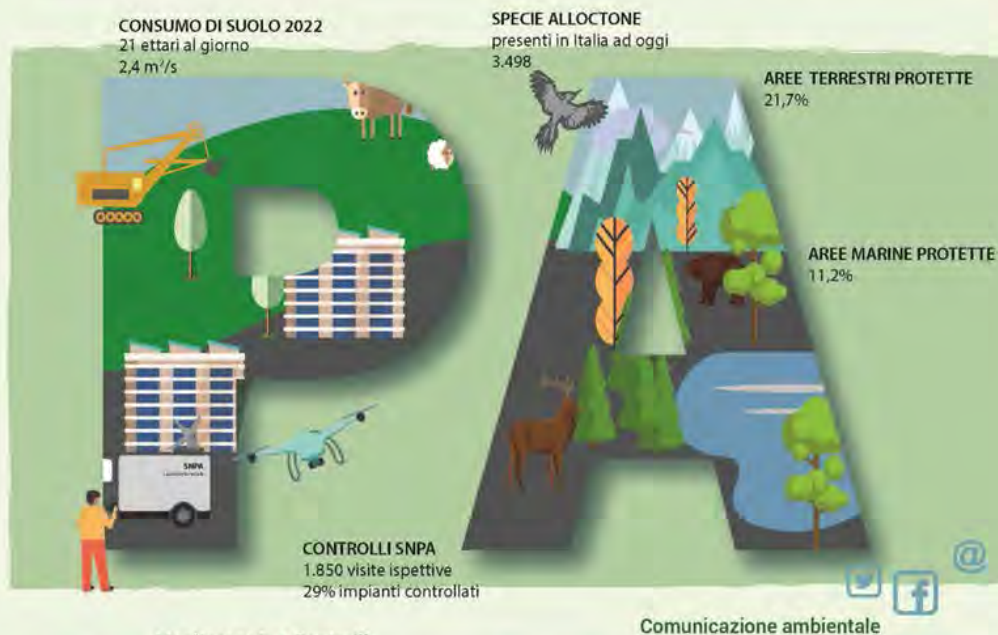
Ambiente e salute

La Commissione europea ha pubblicato a marzo 2023 la prima relazione "Monitoraggio e prospettive sull'inquinamento zero", che definisce la via da seguire per avere aria, acqua e suolo più puliti. La relazione della Commissione, insieme alla valutazione di monitoraggio dell'Agenzia europea dell'ambiente (AEA), mostra che le politiche dell'UE hanno contribuito a ridurre l'inquinamento atmosferico e quello causato dai pesticidi. Tuttavia, in altri settori, come il rumore nocivo, l'inquinamento da nutrienti o la produzione di rifiuti urbani, i problemi persistono. I risultati evidenziano che, nel complesso, è necessaria un'azione molto più incisiva, affinché l'UE possa raggiungere gli obiettivi di inquinamento zero per il 2030, con l'adozione di nuove leggi antinquinamento e una migliore attuazione di quelle già esistenti. Relativamente alla qualità dell'aria, l'obiettivo ad oggi è ridurre i livelli dei principali inquinanti in modo sostanziale cercando di allinearci, entro il 2030, agli ambiziosi traguardi indicati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità. Tra il 2013 e il 2022 la concentrazione di PM10 è diminuita in media del 2,1% annuo. Circa i 2/3 della superficie terrestre è ricoperta di acqua, l'Italia è caratterizzata da circa 6.900 corpi idrici fluviali e quasi 350 corpi idrici lacustri. Sia a livello nazionale sia di distretto, per quanto riguarda i fiumi e laghi, si registra un generale aumento, rispetto al ciclo di monitoraggio precedente, dei corpi idrici classificati in stato chimico buono e una riduzione dei corpi idrici non classificati.

In ottemperanza ai compiti attribuiti dalla Legge n. 132 del 2016, nell'ambito delle attività di reporting svolte dal SNPA, il Rapporto Ambiente, rappresenta un efficace mezzo di conoscenza delle condizioni ambientali in Italia per decisori politici e istituzionali, per scienziati e tecnici e per i cittadini. Il documento descrive e confronta le realtà regionali attraverso l'analisi di 21 indicatori condivisi dal SNPA che rispondono a diversi core set per il monitoraggio delle politiche ambientali in essere (Green Deal, SDGs, VIII Piano d'azione ambientale, PNRR, Strategia Nazionale dello Sviluppo Sostenibile).

Biodiversità e Capitale naturale

L'Italia è caratterizzata da altissima biodiversità ed elevatissimi tassi di endemismo, ovvero un'alta percentuale di specie esclusive del nostro territorio. L'Italia aderisce a numerose convenzioni e accordi internazionali per la tutela della biodiversità ed è impegnata nell'attuazione di direttive comunitarie, come le Direttive Habitat e Uccelli e la Direttiva Quadro sulla Strategia Marina, oltre che nel monitoraggio del raggiungimento degli obiettivi della Strategia Europea per la Biodiversità 2030 (SEB 2030). In Italia, ad oggi, la copertura nazionale di superficie protetta, al netto delle sovrapposizioni tra aree protette e siti Natura2000, è di circa 3.920.174 ettari a mare, pari all'11,2% delle acque territoriali e ZPE (Zone di Protezione Ecologica) italiane, e di circa 6.530.473 a terra, pari al 21,7% del territorio italiano. Il capitale naturale, non si riferisce alla sola parte vivente del patrimonio ambientale (biotica- flora e fauna) ma anche la parte non-vivente (abiotica) ossia le risorse naturali quali l'acqua, l'aria, i minerali, i metalli, le fibre tessili, gli idrocarburi, l'energia solare ed eolica, le terre rare, i principi attivi biochimici. In Italia non si arresta il consumo di suolo, che dal 2006 al 2022 è aumentato di oltre 120.000 ettari, quasi il 40% dei quali concentrati prevalentemente nelle regioni del Nord in particolare Lombardia, Veneto ed Emilia-Romagna.



Le notizie sulle attività di controllo svolte dal sistema presso gli impianti industriali sono generalmente reperibili sui siti Web delle ARPA/APPA e di ISPRA. Nel corso del 2021, l'attività di controllo, effettuata, per le installazioni assoggettate all'AIA, si attesta su un numero simile sia per le installazioni di competenza statale sia per quelle regionali nel suo complesso, nel rispetto della programmazione annuale. Nello specifico, a fronte di 6.463 installazioni autorizzate il SNPA, con un totale di 1.850 visite ispettive, ha garantito il controllo di quasi il 29% degli impianti presenti sul territorio italiano per l'anno in argomento.

L'informazione ambientale sta assumendo sempre più un ruolo strategico non solo per i decisori politici, ma per tutti i portatori d'interesse (stakeholders), inclusi i cittadini: banche dati e pubblicazioni consultabili on-line sono divenuti, ormai, strumenti imprescindibili per divulgare dati e diffondere la cultura ambientale. Con le attività di comunicazione e informazione ambientale ISPRA e le Agenzie declinano dati e informazioni utilizzando svariati canali: Web, social media, relazione con i media, urp, prodotti editoriali e convegnistica contribuendo in modo integrato e sinergico alla diffusione dei messaggi. Nel 2022 sui siti Web SNPA sono state pubblicate 4.077 notizie, 241 report ambientali e 730 comunicati stampa.

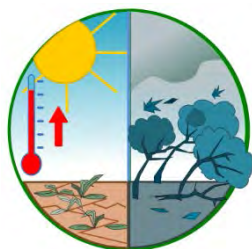
SINTESI DELLO STATO DELL'AMBIENTE

Autore: Cristina Frizza
ISPRA

Il Rapporto Ambiente –SNPA, in ottemperanza ai compiti attribuiti dalla Legge n. 132 del 2016, nell'ambito delle attività di *reporting* svolte dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, rappresenta un efficace mezzo di conoscenza delle condizioni ambientali in Italia per decisori politici e istituzionali, per scienziati e tecnici e per i cittadini.

Il documento descrive e confronta le diverse realtà regionali attraverso l'analisi di 21 indicatori condivisi dal Sistema che delineano le tendenze delle principali tematiche ambientali. Dai cambiamenti verso la decarbonizzazione e la circolarità dei modelli di produzione, distribuzione e consumo, come il riciclo dei rifiuti, pilastro dell'economia circolare, all'efficienza energetica e le fonti rinnovabili di energia necessarie per andare verso un'economia climaticamente neutrale; a quelle del nostro modello di agricoltura sostenibile, fondamentale per la sicurezza alimentare; a quelle dell'importante capitale naturale, necessario per numerosi servizi ecosistemici e per il rilancio di diverse attività economiche come il turismo; a quelle della transizione a basse emissioni e con carburanti alternativi verso la mobilità decarbonizzata, elettrica e condivisa.

Questo Rapporto, realizzato grazie agli esperti del SNPA, mostra che, sebbene si siano osservati dei miglioramenti e le azioni intraprese, da parte del nostro Paese e delle singole realtà regionali, vadano nella giusta direzione, per alcune problematiche ambientali sono necessari ulteriori sforzi per il miglioramento e/o la conservazione delle condizioni ambientali.



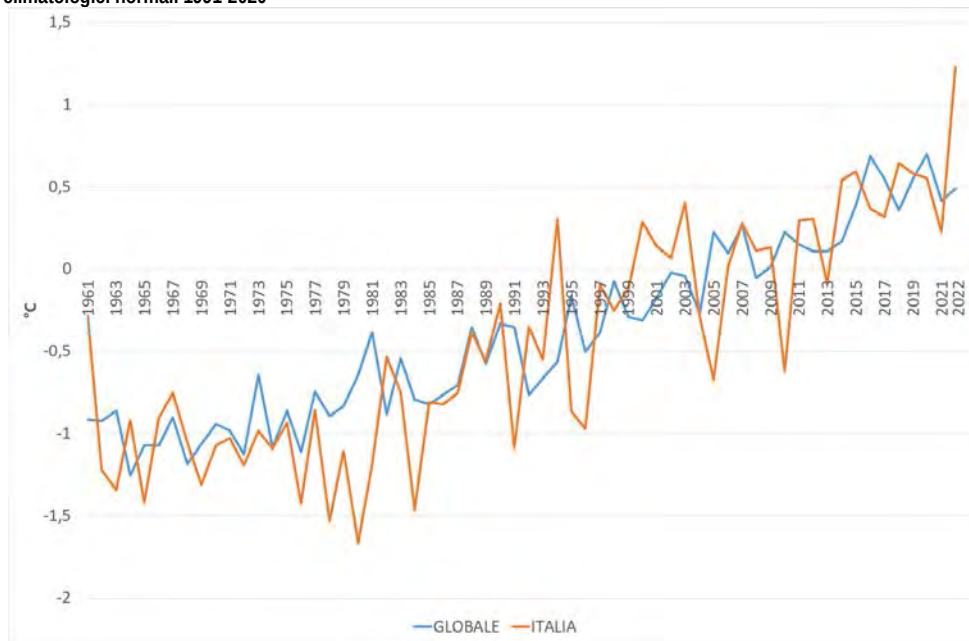
Un'attenta valutazione dei progressi verso l'implementazione delle politiche di adattamento e contrasto verso i **cambiamenti climatici** è fondamentale per capire come si sviluppano nel tempo e per comprendere l'efficacia delle diverse azioni attuate. Il cambiamento climatico è in atto ed è destinato a continuare: le temperature sono in aumento, l'andamento delle precipitazioni sta variando, ghiaccio e neve si stanno sciogliendo e il livello del mare si sta innalzando. Gli eventi meteorologici e climatici estremi con conseguenti impatti quali inondazioni e siccità diventeranno più frequenti e intensi in molte regioni.

Sebbene gli sforzi globali intesi a ridurre le emissioni si stiano rivelando efficaci, gli impatti del cambiamento climatico saranno comunque inevitabili e sono quindi necessarie azioni complementari per un adattamento agli effetti che lo stesso produce.

Un aumento di 2°C rispetto alla **temperatura** dell'epoca preindustriale è associato a gravi impatti negativi sull'ambiente naturale e sulla salute e il benessere umani, per tale motivo la comunità internazionale ha ritenuto necessario mantenere l'aumento della temperatura media globale ben al di sotto dei 2°C e di proseguire gli sforzi per limitarlo a 1,5°C. L'Italia registra, negli ultimi trenta anni (1991–2020), valori di anomalia della temperatura media spesso superiori a quello medio globale sulla terraferma. Il 2022 risulta essere l'anno più caldo di tutta la serie dal 1961, con una marcata anomalia

della temperatura media di +1,23 °C rispetto alla media climatologica 1991–2020, superiore di +0,58 °C rispetto al precedente record assoluto del 2018 e di +1,0 °C rispetto al valore del 2021¹.

Serie delle anomalie medie annuali della temperatura media sulla terraferma, globale e in Italia, rispetto ai valori climatologici normali 1991-2020



Fonte: NCDC/NOAA e ISPRA

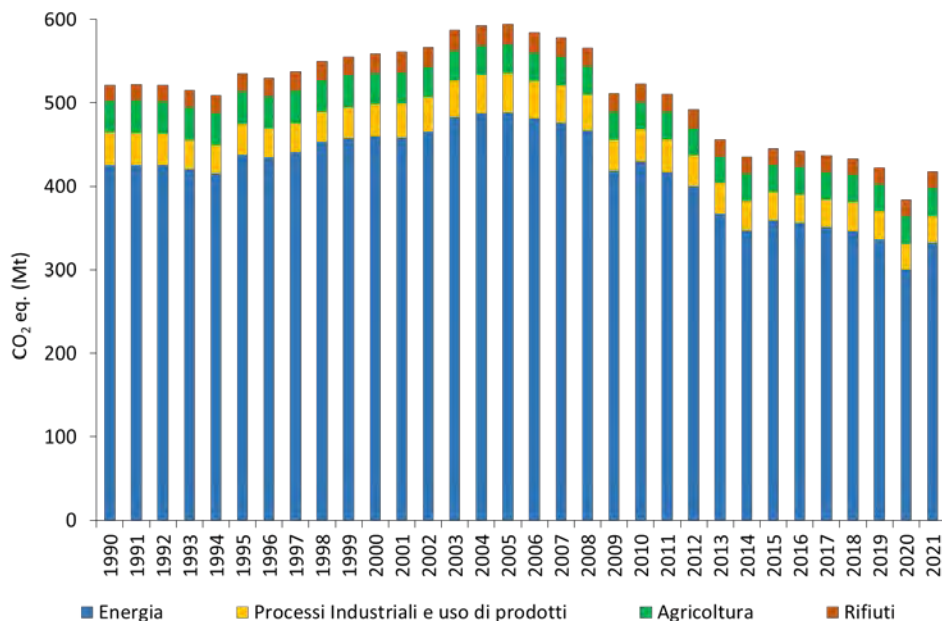
Le principali misure di risposta ai cambiamenti climatici sono relative alla mitigazione, che consiste nella riduzione delle emissioni di gas serra, e all'adattamento, che ha l'obiettivo di minimizzare le possibili conseguenze negative e di prevenire gli eventuali danni derivanti dai cambiamenti climatici. Tali misure sono fra loro complementari, ma nel contempo sinergiche.

Negli ultimi trent'anni le **emissioni di gas serra** prodotte dall'Italia si sono ridotte di circa un quinto rispetto al 1990, passando da 521 a 418 milioni di tonnellate di CO₂ equivalente (1990-2021), riducendosi del 19,9%.

Nel 2021, dopo la battuta d'arresto dovuta essenzialmente al periodo pandemico, le emissioni di gas serra in Italia mostrano un incremento dell'8,5% rispetto al 2020. In particolare, le emissioni che ricadono nel campo di applicazione del regolamento "Effort sharing" (EU) 2018/842, nel 2030, secondo lo scenario a politiche correnti, si ridurranno del 28,5% rispetto ai livelli del 2005, a fronte di un obiettivo di riduzione del 43,7%.

¹ SNPA, 2023: "Il clima in Italia nel 2022", Report SNPA 36/2023

Emissioni Gas Serra senza LULUCF (Land Use, Land-Use Change and Forestry) (1990-2021)



Fonte: ISPRA

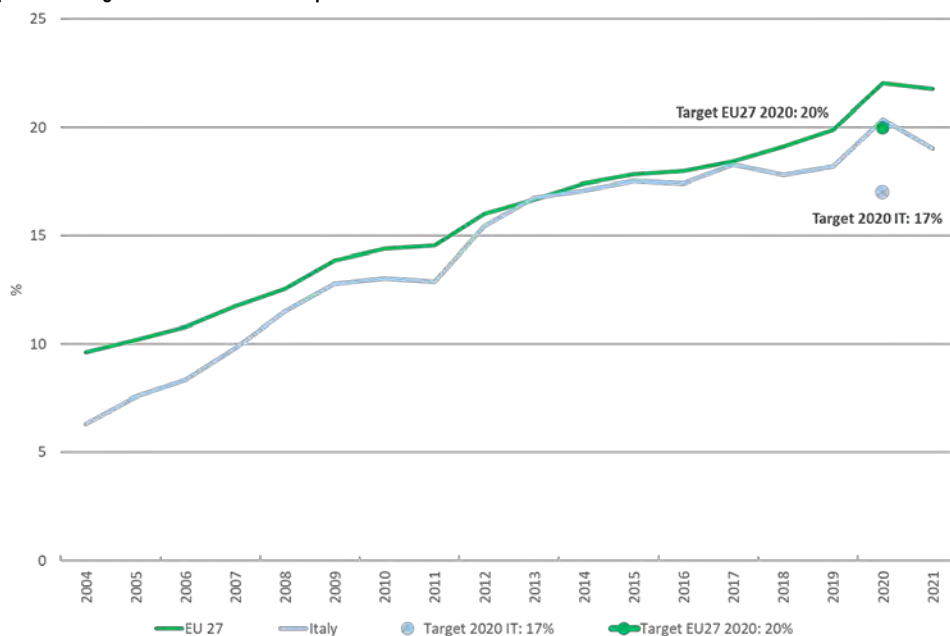


La riduzione delle emissioni, riscontrata in particolare dal 2008, è una conseguenza sia della riduzione dei consumi energetici, sia delle produzioni industriali, a causa della crisi economica e della delocalizzazione di alcune produzioni, ma anche della crescita della produzione di **energia da fonti rinnovabili** e dell'incremento dell'efficienza energetica.

Le fonti rinnovabili, grazie alle politiche di incentivazione attuate, sono cresciute da 14 Mtep del 2005 a 29 Mtep del 2021, raggiungendo circa il 20% del mix energetico del paese. Contestualmente, la domanda di energia da fonti fossili ha registrato una contrazione complessiva di circa 60 Mtep e un decremento medio annuo del 3%, con riduzioni del petrolio e del carbone molto più sensibili rispetto a quelle registrate dal gas naturale.

Un ruolo di primo piano nel sistema energetico nazionale è svolto dalle fonti rinnovabili. Seppur ancora lontana dal *target* fissato al 2030, nel 2020 la quota di energia rinnovabile, pari al 20% del consumo finale lordo, ha superato l'obiettivo del 17% previsto per lo stesso anno, ed è più che triplicata rispetto al 2004, quando rappresentava il 6,3% del consumo finale lordo di energia. Nel 2021 tale quota è scesa al 19%.

Quota di energia da fonti rinnovabili rispetto ai consumi finali



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Eurostat



Il nuovo piano d'azione per l'**economia circolare** adottato nel marzo 2020 è uno dei principali elementi costitutivi del Green Deal europeo. Il piano d'azione annuncia iniziative lungo l'intero ciclo di vita dei prodotti, con l'obiettivo di ridurre l'impronta dei consumi, di raddoppiare il tasso di utilizzo di materiali circolari entro il 2030, promuovere i processi dell'economia circolare, incoraggiare il consumo sostenibile e prevenire la produzione di rifiuti.

Nel 2021, la produzione nazionale dei rifiuti urbani si attesta a 29,6 milioni di tonnellate, in aumento del 2,3% rispetto al 2020. Dopo il calo rilevato nel 2017, il dato di produzione ha superato per due anni consecutivi i 30 milioni di tonnellate per poi decrescere in modo significativo per effetto della pandemia nel 2020. La **raccolta differenziata** rappresenta una modalità di conferimento, attuata dai cittadini, grazie alla quale i vari flussi di rifiuti sono mantenuti separati in base alle loro caratteristiche e natura, per facilitarne il successivo trattamento finalizzato, in via prioritaria, al recupero di materia. Il D.Lgs. n. 152/2006 e la Legge 27 dicembre 2006, n. 296 individuano per il 2011 l'obiettivo di raccolta differenziata del 60% e del 65% per il 2012. Nel 2021, si conferma il *trend* di crescita della raccolta differenziata con +1 punto percentuale a livello nazionale rispetto al 2020: che raggiunge così il 64%. Tutte le macroaree geografiche mostrano incrementi più o meno consistenti della percentuale di raccolta differenziata: Sud

+2,2 punti, Centro +1,2 punti e Nord +0,2 punti, rispetto al 2020. Dal 2011 al 2021 la percentuale è aumentata di oltre 26 punti percentuali, passando dal 37,8% al 64%. Tra i rifiuti differenziati, l'organico si conferma la frazione più raccolta in Italia con oltre 7 milioni di tonnellate.

Percentuali di raccolta differenziata dei rifiuti urbani per regione (2021)



Fonte: ISPRA

Secondo il D.Lgs 121/2020, a partire dal 2030 è vietato lo smaltimento in discarica di tutti i rifiuti idonei al riciclaggio o al recupero di altro tipo, in particolare i rifiuti urbani, ad eccezione dei rifiuti per i quali il collocamento in discarica produca il miglior risultato ambientale conformemente all'articolo 179 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. Nel 2021, i quantitativi di rifiuti urbani complessivamente

smaltiti in discarica ammontano a 5,6 milioni di tonnellate, pari al 19% del quantitativo dei rifiuti urbani prodotti a livello nazionale (29,6 milioni di tonnellate). La percentuale di rifiuti urbani smaltiti in discarica scende al 17% se si utilizza la metodologia di calcolo previsto dal D.Lgs. 36/2003, la cui finalità è il raggiungimento dell'obiettivo del 10% entro il 2035. L'analisi dei dati evidenzia la necessità di imprimere una accelerazione nel miglioramento del sistema di gestione per consentire il raggiungimento dei nuovi sfidanti obiettivi previsti dalla normativa europea; lo smaltimento in discarica nei prossimi 15 anni dovrà essere dimezzato (10% entro il 2035).



La normativa e le politiche in materia di aria pulita richiedono un significativo miglioramento della **qualità dell'aria** per potersi avvicinare ai livelli di qualità raccomandati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità e ridurre le emissioni dei principali inquinanti atmosferici. L'obiettivo ad oggi è ridurre i livelli dei principali inquinanti in modo sostanziale cercando di allinearci, entro il 2030, agli ambiziosi traguardi indicati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità. Tra il 2013 e il 2022 la concentrazione di PM10 è risultata decrescente nel 45% delle stazioni

analizzate, con una diminuzione media del 2,1% annuo. Nel 2022, è stato registrato un solo superamento del valore limite annuale, pari allo 0,2% dei casi, mentre il valore limite giornaliero è stato superato nel 20% dei casi. Risultano superati nella maggior parte delle stazioni di monitoraggio sia il valore di riferimento annuale dell'OMS (93% dei casi), sia quello giornaliero (88% dei casi). I livelli atmosferici di PM2,5 decrescono, come risultato della riduzione congiunta delle emissioni di particolato primario e dei principali precursori del secondario (ossidi di azoto, ossidi di zolfo, ammoniaca e composti organici volatili). Il valore limite annuale del PM2,5 ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è rispettato nella quasi totalità delle stazioni: è stato registrato il superamento in 4 stazioni pari all'1,3% dei casi. Risulta tuttavia superato, nella quasi totalità delle stazioni di monitoraggio, il valore di riferimento annuale dell'OMS (99,7% dei casi) che nelle nuove linee guida è stato ridotto a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (il valore di riferimento precedente era pari a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



Si definiscono **acque interne** tutte le acque superficiali, correnti o stagnanti, e tutte le acque sotterranee all'interno della linea di base che serve da riferimento per definire il limite delle acque territoriali.

Circa i 2/3 della superficie terrestre è ricoperta di acqua, l'Italia è caratterizzata da circa 6.900 corpi idrici fluviali e quasi 350 corpi idrici lacustri.

Sia a livello nazionale sia di distretto, per quanto riguarda i fiumi e laghi, si registra un generale aumento, rispetto al ciclo precedente, dei corpi idrici classificati in stato chimico buono e una riduzione dei corpi idrici non classificati. A livello nazionale, il 78% dei fiumi è in stato chimico buono, il 13% non buono e il 9% non è stato classificato. Per i laghi, il 69% è in stato buono. Lo stato ecologico delle acque superficiali interne – fiumi e laghi – raggiunge l'obiettivo buono superiore per il 43% dei corpi idrici, mentre il 10% dei corpi idrici è ancora in stato sconosciuto.

Per le acque sotterranee, nel periodo di classificazione 2016-2021, il 70% dei corpi idrici sotterranei italiani è classificato in stato chimico buono e il 27% dei corpi idrici in stato scarso. A livello di distretto

si registrano percentuali variabili di raggiungimento del buono stato, ma in generale aumento rispetto al precedente PdG (Piano di Gestione di Distretto Idrografico).

Gli **habitat marino costieri** rappresentano ambienti estremamente rilevanti dal punto di vista ecologico e paesaggistico, ma allo stesso tempo sono ecosistemi tra i più vulnerabili e più seriamente minacciati.



Negli ultimi decenni i litorali italiani presentano significative evoluzioni geomorfologiche, dovute ai processi naturali e all'intervento dell'uomo. L'*Ostreopsis cf. ovata* è stata riscontrata in 11 regioni costiere e assente lungo le coste dell'Emilia-Romagna, Molise, Veneto. L'analisi delle acque marino costiere, a livello nazionale, mostra che i corpi idrici in stato ecologico buono ed elevato sono più del 66% (291 corpi idrici su 394 totali), con avvicinamento all'obiettivo previsto dalla normativa vigente.

Elevati livelli di **rumore** possono influire sullo stato di benessere; gli effetti del rumore sulla salute

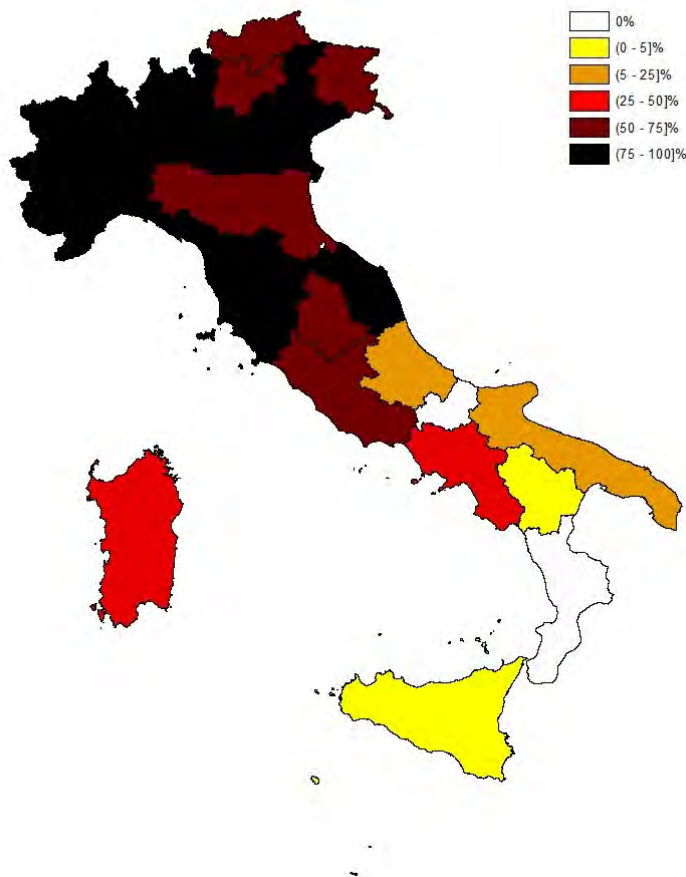


comprendono lo *stress*, la riduzione del benessere psicologico e i disturbi del sonno, ma anche problemi cardiovascolari. Gran parte della popolazione italiana è esposta a livelli di rumore, diurni e notturni, considerati importanti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità. Per il contenimento dell'inquinamento acustico, la normativa nazionale sul rumore ha definito, per le diverse tipologie di sorgenti, valori limiti assoluti, per l'ambiente esterno e limiti differenziali, per l'interno degli ambienti abitativi. La zonizzazione acustica o classificazione acustica del territorio rappresenta la suddivisione del territorio comunale in aree acustiche omogenee a cui sono associati

dei limiti acustici. Al 2021, sul territorio nazionale, il Piano di classificazione acustica è stato approvato nel 63% dei comuni; permangono ancora evidenti, a scala regionale, le differenze di applicazione di questo strumento di pianificazione.

Anche nel 2021 le attività di servizio e/o commerciali, in linea con quanto riscontrato negli anni passati, sono le sorgenti maggiormente controllate, pari al 49%, seguite dalle attività produttive (35,3%). Tra le infrastrutture di trasporto, che rappresentano l'11,5% delle sorgenti controllate, le strade sono le più controllate (6,5% sul totale).

Percentuale di comuni che hanno approvato il Piano di classificazione acustica sul numero di comuni di ogni Regione/Provincia autonoma (31/12/2021)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA

L'attività di controllo viene eseguita principalmente a seguito di segnalazione/esposto da parte dei cittadini, rappresentando nel 2021 globalmente l'89,5% delle sorgenti controllate (1.359). Le attività di servizio e/o commerciali sono anche le sorgenti per le quali si rileva la più elevata percentuale di superamenti dei limiti normativi, pari al 50,2%, seguite dalle attività produttive (38,2%); superamenti significativi si riscontrano altresì per le infrastrutture ferroviarie (35,4%) e stradali (31,3%), e per le attività temporanee (28,1%).



L'Italia è caratterizzata da altissima **biodiversità** ed elevatissimi tassi di endemismo, ovvero un'alta percentuale di specie esclusive del nostro territorio. L'Italia aderisce a numerose convenzioni e accordi internazionali per la tutela della biodiversità ed è impegnata nell'attuazione di direttive comunitarie, come le Direttive Habitat e Uccelli e la Direttiva Quadro sulla Strategia Marina, oltre che nel monitoraggio del raggiungimento degli obiettivi della Strategia Europea per la Biodiversità 2030 (SEB 2030). In Italia, ad oggi, la copertura nazionale di superficie protetta, al netto delle sovrapposizioni tra aree protette e siti Natura2000, è di circa 3.920.174 ettari a mare, pari

all'11,2% delle acque territoriali e ZPE (Zone di Protezione Ecologica) italiane, e di circa 6.530.473 a terra, pari al 21,7% del territorio italiano.

In base a questi dati, per il raggiungimento dal target del 30% fissato dalla SEB 2030, vi è uno scarto di un ulteriore 19% di superficie marina da sottoporre a tutela e di circa l'8% per la parte terrestre.

L'introduzione di specie esotiche (o alloctone) potenzialmente invasive costituisce un fattore di rischio per la biodiversità, la cui importanza è ormai nota a scala planetaria. Il numero di specie alloctone in Italia è in progressivo e costante aumento; sulla base dei dati attualmente disponibili, le specie esotiche (o ancora di status incerto) introdotte nel nostro Paese sono state più di 3.600 (di cui 3.498 attualmente presenti). Il numero medio di specie aliene introdotte per anno è aumentato in modo esponenziale nel tempo, arrivando a 16 specie all'anno nel decennio scorso (2010-2019). Anche il numero cumulato di specie introdotte in Italia a partire dal 1900 conferma questo andamento, con un aumento, in 120 anni, di oltre il 500%.



In Italia non si arresta il consumo di suolo, che dal 2006 al 2022 è aumentato di oltre 120.000 ettari, quasi il 40% dei quali concentrati prevalentemente nelle regioni del Nord in particolare Lombardia, Veneto ed Emilia-Romagna. Nell'ultimo anno, il consumo di suolo netto registrato in Italia è stato in media, oltre 21 ettari al giorno pari a 2,4 m2 al secondo. Un incremento che allontana ancora di più dall'obiettivo di azzeramento del consumo netto di suolo, previsto dall'Ottavo Programma di Azione Ambientale, mostrando una preoccupante inversione di tendenza dopo i segnali di rallentamento registrati nel 2020.



Le notizie sulle **attività di controllo** svolte dal sistema presso gli impianti industriali sono generalmente reperibili sui siti Web delle Agenzie e di ISPRA.

Nel corso del 2021, l'attività di controllo, effettuata per le installazioni assoggettate all'AIA, si attesta su un numero simile sia per le installazioni di competenza statale, sia per quelle regionali nel suo complesso, nel rispetto della programmazione annuale.

Nello specifico, a fronte di 6.463 installazioni autorizzate (137 statali e 6.326 regionali) il sistema delle Agenzie a rete SNPA, con un totale di 1.850 visite ispettive (79 statali e 1.771 regionali), ha garantito il

controllo di quasi il 29% degli impianti presenti sul territorio italiano per l'anno in argomento. Per quanto attiene il numero di Stabilimenti sottoposti a normativa Seveso, il numero di stabilimenti di Soglia Superiore (SS) sono 505; il numero di stabilimenti di Soglia Inferiore (SI) sono 470; sono state effettuate, rispettivamente, 126 e 61 visite ispettive ordinarie, assicurando, per gli stabilimenti in SS, il controllo di circa il 25% e, per quelli in SI, di circa il 13% degli Stabilimenti a Rischio di Incidente Rilevante (RIR).



L'informazione ambientale sta assumendo sempre più un ruolo strategico non solo per i decisori politici, ma per tutti i portatori d'interesse (*stakeholders*), inclusi i cittadini; banche dati e pubblicazioni consultabili *on-line* sono divenuti, ormai, strumenti imprescindibili per divulgare dati e diffondere la cultura ambientale.

Con le attività di comunicazione e informazione ambientale le Agenzie declinano dati e informazioni utilizzando svariati canali: Web, social media, relazione con i media, urp, prodotti editoriali e convegnistica contribuendo in modo integrato e sinergico alla diffusione dei messaggi. Tra tutti, il web è il canale principale; tutte le Agenzie

presentano sul proprio sito pubblicazioni, documenti e prodotti divulgativi, aggiornamenti in tempo reale sulle proprie attività indirizzati alle comunità di riferimento e alle testate giornalistiche presenti sul territorio: nel 2022 sui siti Web del Sistema Nazionale per la protezione Ambientale sono state pubblicate 4.077 notizie, 241 report ambientali e 730 comunicati stampa.

Bibliografia

- ISPRA (2023), Ambiente in Italia: uno sguardo d'insieme. Annuario dei dati ambientali 2022
- ISPRA (2023), Inventario nazionale delle emissioni in atmosfera 1990-2021. Informative Inventory Report 2023
- ISPRA (2023), Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2021 National Inventory Report 2023 in Rapporti ISPRA, Rapporti 384/2023
- ISPRA (2023), L'ITALIA E L'AMBIENTE: Stato, Prospettive e Scenari
- ISPRA (2022), Rapporto rifiuti urbani
- SNPA, 2023: "Il clima in Italia nel 2022", Report SNPA 36/2023
- SNPA, 2023: Munafò, M. (a cura di), 2023. Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2023. Report SNPA 37/23
- SNPA, 2023: "Rapporto Controlli, monitoraggi e ispezioni ambientali SNPA AIA-RIR riferito ai dati del 2021" - Report 35/2023 <https://indicatoriambientali.isprambiente.it/>

INDICATORI AMBIENTALI



Quadro Sinottico Indicatori

INDICATORE	SCOPO	Copertura temporale	Stato e Trend	Valutazione Trend	Core set di appartenenza
Cambiamenti climatici (Pressioni e azioni)					
Emissioni di gas a effetto serra	Stimare le emissioni nazionali/regionali e valutare i contributi settoriali per verificare il raggiungimento degli obiettivi di neutralità climatica: ridurre le emissioni nette di gas serra di almeno il 55 % rispetto ai livelli del 1990 entro il 2030.	2021	Nel 2021, le emissioni di gas serra in Italia, dopo la battuta d'arresto dovuta essenzialmente al periodo pandemico mostrano un incremento dell'8,5% rispetto al 2020, pur registrando una diminuzione del 20% rispetto al 1990, grazie alla crescita negli ultimi anni della produzione di energia da fonti rinnovabili (idroelettrico ed eolico), dell'efficienza energetica nei settori industriali e al passaggio all'uso di combustibili a minor contenuto di carbonio. Ma la riduzione non è sufficiente: le emissioni risultano di 11 Milioni di tonnellate al di sopra dell'obiettivo stabilito per il 2021.		   

INDICATORE	SCOPO	Copertura temporale	Stato e Trend	Valutazione Trend	Core set di appartenenza
Quota di energie rinnovabili nel consumo di energia finale lordo	Monitorare la quota di energia sostenibile al fine di verificare il raggiungimento degli obiettivi previsti sia a livello nazionale (almeno il [45%] di energia proveniente da fonti di energia rinnovabili nel consumo di energia finale lordo entro il 2030) sia regionale (obiettivi previsti per il 2020 dal DM 15/3/2012).	2020	Dall'analisi del trend 2004-2020 emerge che l'uso delle energie rinnovabili è aumentato, con una quota quasi triplicata rispetto al 2004, quando le energie rinnovabili coprivano il 6,3% del consumo lordo di energia finale. La quota nazionale di energia da fonti rinnovabili, nel 2020, è pari al 20,4% rispetto al consumo finale lordo, un valore superiore all'obiettivo del 17% assegnato all'Italia.		   
Strategie e Piani di adattamento ai cambiamenti climatici regionali	Individuare il numero di Regioni italiane impegnate nella predisposizione/adozione/approvazione di strumenti per la pianificazione dell'adattamento ai cambiamenti climatici (Strategie e/o Piani), indicando la fase in cui ciascuna Regione si trova all'interno del processo.	2021	Nel 2021 le Strategie approvate sono 4, due in più rispetto al 2018. Una lieve tendenza positiva ma ancora del tutto insufficiente. Il dato non è confortante anche alla luce del fatto che la Strategia Nazionale è invece approvata dal 2015. L'unico Piano approvato, come nel 2018, è quello della Regione Lombardia. Quindi nessun segnale di crescita ma stabilità a livelli insoddisfacenti.		

INDICATORE	SCOPO	Copertura temporale	Stato e Trend	Valutazione Trend	Core set di appartenenza
Economia circolare e gestione rifiuti					
Produzione dei rifiuti urbani	Monitorare la produzione dei rifiuti urbani al fine di ridurre in modo significativo la quantità totale di rifiuti urbani prodotti entro il 2030.	2021	Nel 2021, la produzione nazionale dei rifiuti urbani si attesta a 29,6 milioni di tonnellate, in aumento del 2,3% rispetto al 2020. Dopo il calo rilevato nel 2017, il dato di produzione ha superato per due anni consecutivi i 30 milioni di tonnellate, per poi decrescere in modo significativo per effetto della pandemia nel 2020. Nel 2021, si assiste a un'inversione di tendenza in linea con la ripresa economica post-pandemia, con un dato di produzione che si mantiene comunque al di sotto di 30 milioni di tonnellate.		
Incidenza del turismo sui rifiuti	Fornire l'incidenza del settore turistico sulla produzione di rifiuti urbani.	2021	Dal 2006 al 2021, in Italia, la quota di rifiuti urbani prodotti attribuibili al settore turistico mostra un andamento altalenante: in decremento fino al 2009, poi una crescita, seppur lieve, nel 2010 e nel 2011, per diminuire fino al 2013, e successivamente tornare ad aumentare, raggiungendo 9,71 kg/ab. equivalenti nel 2019 e crollare nell'"anomalo" biennio 2020-2021, attestandosi a 4,88 kg/ab. equivalenti.		

INDICATORE	SCOPO	Copertura temporale	Stato e Trend	Valutazione Trend	Core set di appartenenza
Raccolta differenziata	Verificare il raggiungimento degli obiettivi di raccolta differenziata per una gestione sostenibile dei rifiuti.		Si conferma il trend di crescita della raccolta differenziata anche nel 2021 con +1 punto percentuale a livello nazionale rispetto al 2020; che raggiunge così il 64%. Nonostante l'ulteriore incremento non viene, tuttavia, ancora conseguito l'obiettivo fissato dalla normativa per il 2012 (65%).		
Rifiuti urbani smaltiti in discarica	Migliorare la gestione dei rifiuti urbani, in particolare riducendo il conferimento in discarica e aumentando la raccolta differenziata dei rifiuti nelle regioni meridionali.	2021	Nell'ultimo decennio (2012-2021) c'è stata una riduzione dei quantitativi di rifiuti urbani smaltiti in discarica pari a -52% a fronte di una riduzione meno consistente del numero di impianti (-33,3%). L'analisi dei dati evidenzia la necessità di imprimere una accelerazione nel miglioramento del sistema di gestione per consentire il raggiungimento dei nuovi sfidanti obiettivi previsti dalla normativa europea; lo smaltimento in discarica nei prossimi 15 anni dovrà essere dimezzato (10% entro il 2035).		 

INDICATORE	SCOPO	Copertura temporale	Stato e Trend	Valutazione Trend	Core set di appartenenza
Produzione di rifiuti speciali	Monitorare la produzione dei rifiuti speciali al fine di ridurre in modo significativo la quantità totale di rifiuti speciali prodotti entro il 2030.	2021	Nel 2021, la produzione nazionale dei rifiuti speciali si attesta a 165 milioni di tonnellate, mostrando, rispetto al 2020, un aumento del 12,2%, corrispondente a quasi 18 milioni di tonnellate. Va comunque segnalato che il confronto con il 2020 non può essere ritenuto rappresentativo di una situazione ordinaria, tenuto conto dell'emergenza sanitaria che ha segnato l'intero contesto socioeconomico nazionale, con conseguenti ripercussioni sul sistema produttivo nazionale e sui consumi.		 
Ambiente e salute (Inquinamento zero)					
Qualità dell'aria: PM 2,5	Fornire informazioni sullo stato e il trend della qualità dell'aria attraverso l'analisi delle concentrazioni di PM 2,5 misurate in Italia, la verifica del rispetto dei valori limite stabiliti dalla normativa e il confronto con i valori di riferimento OMS.	2022	L'andamento delle concentrazioni del particolato PM 2,5 nel medio periodo (2013–2022) è generalmente decrescente; il valore limite previsto dalla normativa è rispettato nella quasi totalità delle stazioni, mentre l'obiettivo di raggiungere il livello raccomandato dall'OMS appare lontano.		 

INDICATORE	SCOPO	Copertura temporale	Stato e Trend	Valutazione Trend	Core set di appartenenza
Esposizione della popolazione al PM_{2,5}	Stimare l'esposizione media della popolazione ai principali inquinanti aerodispersi, valutare i livelli di esposizione per il confronto con i valori di riferimento dell'OMS e valutare l'andamento nel tempo dell'esposizione.	2021	Dal 2016 al 2021, si registra, nel complesso, una tendenza dei valori della PWE alla diminuzione, con la sola eccezione del 2017, anno in cui si osserva un valore medio più elevato (16 µg/m³). La media nazionale, infatti, passa da 15 µg/m³ nel 2016 a 13 µg/m³ nel 2021, facendo registrare una riduzione pari al 13%.		 
Qualità dell'aria: PM₁₀	Fornire informazioni sullo stato della qualità dell'aria attraverso i parametri statistici calcolati a partire dai dati di concentrazione del PM ₁₀ nell'aria ambiente, la verifica del rispetto dei valori limite previsti dalla normativa e il confronto con i valori di riferimento stabiliti dall'OMS.	2022	L'andamento decrescente dei livelli atmosferici di PM ₁₀ prosegue, come risultato della riduzione congiunta delle emissioni di particolato primario e dei principali precursori del secondario (ossidi di azoto, ossidi di zolfo, ammoniaca, composti organici volatili). Tuttavia, in riferimento all'esposizione al valore limite giornaliero, oltre al lontanissimo obiettivo di raggiungere i livelli raccomandati dall'OMS anche rispettare l'obiettivo previsto dalla normativa su tutto il territorio nazionale sembra piuttosto difficile: nel 2022 non è stato rispettato nel 20% dei casi.		 

INDICATORE	SCOPO	Copertura temporale	Stato e Trend	Valutazione Trend	Core set di appartenenza
Stato chimico delle acque superficiali	Monitorare lo stato chimico dei corpi idrici superficiali come definito dalla direttiva quadro sulle acque, al fine di garantire ai cittadini dell'UE la possibilità di beneficiare di standard elevati per l'acqua potabile e le acque di balneazione, così come una gestione del ciclo dei nutrienti (azoto e fosforo) più sostenibile ed efficiente sotto il profilo delle risorse.	2016-2021	Sia a livello nazionale sia di distretto, per quanto riguarda i fiumi e laghi, si registra un generale aumento, rispetto al ciclo precedente, dei corpi idrici classificati in stato chimico buono e una riduzione dei corpi idrici non classificati. Rimangono comunque, per qualche distretto, percentuali significative di corpi idrici in stato chimico non buono e non ancora classificati.		 
Stato ecologico delle acque superficiali	Monitorare lo stato ecologico dei corpi idrici superficiali come definito dalla direttiva quadro sulle acque, al fine di garantire ai cittadini dell'UE la possibilità di beneficiare di standard elevati per l'acqua potabile e le acque di balneazione, così come una gestione del ciclo dei nutrienti (azoto e fosforo) più sostenibile ed efficiente sotto il profilo delle risorse.	2016-2021	A livello nazionale, lo stato ecologico delle acque superficiali interne – fiumi e laghi – raggiunge l'obiettivo buono e superiore per il 43% dei corpi idrici, mentre il 10% dei corpi idrici è ancora in stato sconosciuto. In generale lo stato ecologico non differisce molto dal precedente ciclo di gestione, se non per la percentuale di laghi in stato buono, aumentata dal 17% al 35%.		 

INDICATORE	SCOPO	Copertura temporale	Stato e Trend	Valutazione Trend	Core set di appartenenza
Stato chimico delle acque sotterranee (SCAS)	Monitorare lo stato chimico delle acque sotterranee come definito dalla direttiva quadro sulle acque, al fine di garantire ai cittadini dell'UE la possibilità di beneficiare di standard elevati per l'acqua potabile e le acque di balneazione, così come una gestione del ciclo dei nutrienti (azoto e fosforo) più sostenibile ed efficiente sotto il profilo delle risorse.	2016-2021	A livello nazionale, nel sessennio di classificazione 2016-2021, il 70% dei corpi idrici sotterranei italiani è classificato in stato chimico buono e il 27% di corpi idrici in stato scarso. A livello di distretto si hanno percentuali variabili di raggiungimento del buono stato ma in generale aumento rispetto al precedente PdG.		
Stato ecologico delle acque marino costiere	Monitorare lo stato ecologico delle acque marino costiere come definito dalla direttiva quadro sulle acque, al fine di garantire ai cittadini dell'UE la possibilità di beneficiare di standard elevati per l'acqua potabile e le acque di balneazione, così come una gestione del ciclo dei nutrienti (azoto e fosforo) più sostenibile ed efficiente sotto il profilo delle risorse.	2016-2021	L'analisi delle acque marino costiere, a livello nazionale, mostra che i corpi idrici in stato ecologico buono ed elevato sono più del 66% (291 corpi idrici su 394 totali), con avvicinamento all'obiettivo previsto dalla normativa vigente.		

INDICATORE	SCOPO	Copertura temporale	Stato e Trend	Valutazione Trend	Core set di appartenenza
Superficie nazionale ad agricoltura biologica	Monitorare la superficie agricola destinata all'agricoltura biologica al fine del raggiungimento dell'obiettivo del 25% dei terreni agricoli entro il 2027. È l'obiettivo previsto nel Piano strategico nazionale politica agricola comune 2023 - 2027 ² per raggiungere in anticipo il target del 25% della quota di agricoltura biologica nell'UE entro il 2030.	2022	Nel 2022 l'agricoltura biologica interessa il 18,7% della superficie agricola utilizzata (SAU) e il 7,3% del numero di aziende agricole. Negli ultimi 32 anni l'andamento è stato crescente sia in termini di operatori sia di superficie coltivata, in controtendenza rispetto allo storico declino della superficie agricola utilizzata in Italia.		   
Sorgenti di rumore controllate	Un importante obiettivo per il 2030 del piano d'azione per l'inquinamento zero è la riduzione del 30 % rispetto al 2017 della percentuale di persone che soffrono di disturbi cronici dovuti al rumore dei trasporti. L'indicatore evidenzia quali sorgenti di rumore risultano maggiormente controllate da parte delle ARPA/APPA e in che misura le sorgenti controllate	2021	Nel 2021, la percentuale delle sorgenti per le quali si rilevano superamenti dei limiti normativi è significativa (42,7%), leggermente inferiore a quella riscontrata nel 2013 (-1,3 punti percentuali).		

² https://www.reterurale.it/PAC_2023_27/PianoStrategicoNazionale

INDICATORE	SCOPO	Copertura temporale	Stato e Trend	Valutazione Trend	Core set di appartenenza
	presentino situazioni di non conformità. Lo scopo è valutare in termini qualitativi e quantitativi l'inquinamento acustico determinato dalle diverse tipologie di sorgenti.				
Biodiversità e capitale naturale					
Aree terrestri e marine protette designate³	Monitorare la % di aree marine e terrestri protette al fine del raggiungimento degli obiettivi prefissati: tutelare giuridicamente almeno il 30 % della superficie terrestre dell'UE e il 30 % dei suoi mari entro il 2030 ⁴	2021	In Italia, ad oggi, la copertura nazionale di superficie protetta, al netto delle sovrapposizioni tra aree protette e siti Natura2000, è di circa 3.920.174 ettari a mare, pari all'11,2% delle acque territoriali e ZPE (Zone di Protezione Ecologica) italiane, e di circa 6.530.473 a terra, pari al 21,7% del territorio italiano. In base a questi dati, per il raggiungimento dal target del 30% fissato dalla SEB 2030, vi è uno scarto di un ulteriore 19% di superficie marina da sottoporre a tutela e di circa l'8% per la parte terrestre.		   

³ Siti designati a livello nazionale o siti Natura 2000.

⁴ Strategia dell'UE sulla biodiversità.

INDICATORE	SCOPO	Copertura temporale	Stato e Trend	Valutazione Trend	Core set di appartenenza
Consumo di suolo	Valutare il consumo di suolo a scala nazionale, regionale, provinciale e comunale. La nuova strategia dell'UE per il suolo, adottata il 17 novembre 2021, sottolinea l'importanza di proteggerlo, gestirlo in modo sostenibile e ripristinare i suoli degradati al fine di conseguire gli obiettivi del Green Deal così come la neutralità in termini di degrado del suolo entro il 2030.	2022	Dal 2006 al 2022 il consumo di suolo in Italia è aumentato di oltre 120.000 ettari. Nell'ultimo anno, il consumo di suolo netto registrato in Italia è stato in media, oltre 21 ettari al giorno pari a 2,4 m ² al secondo. Un incremento che allontana ancora di più dall'obiettivo di azzeramento del consumo netto di suolo, previsto dall'Ottavo Programma di Azione Ambientale, mostrando una preoccupante inversione di tendenza dopo i segnali di rallentamento registrati nel 2020.		 
Monitoraggio e controlli					
Controlli SNPA (AIA e Seveso)	Monitorare i controlli ambientali svolti da tutto il sistema delle Agenzie e di ISPRA presso gli impianti soggetti al rispetto dell'autorizzazione integrata ambientale (AIA) e presso gli impianti assoggettati alla normativa Seveso	2021	Il trend relativo agli anni 2020-2021 risulta positivo, in quanto sia il numero di Visite Ispettive AIA (nazionali e regionali), sia il numero di Visite Ispettive Seveso (considerate come totale negli Stabilimenti in Soglia Inferiore e Soglia Superiore) è in crescita e determina un maggior numero di controlli		

INDICATORE	SCOPO	Copertura temporale	Stato e Trend	Valutazione Trend	Core set di appartenenza
Comunicazione ambientale					
Comunicazione ambientale	Descrive la comunicazione e l'informazione ambientale delle Agenzie attraverso Web, social media e prodotti editoriali di informazione ambientale	2022	Si diffonde in modo crescente l'uso dei social media all'interno del SNPA. I social media, rappresentano, ancora oggi il modo più immediato per comunicare e informare il vasto pubblico, pertanto è interessante notare come, alla presenza su Twitter e Facebook, le Agenzie stiano affiancando anche altri social, in particolare LinkedIn (11 account nel 2022), ma anche piattaforme maggiormente orientate a contenuti audiovisivi come YouTube (17 account) e Instagram (7 account).		

LEGENDA:

Simbolo	Valutazione TREND	
	POSITIVO	L'andamento va nella direzione auspicabile dal punto di vista ambientale.
	STABILE	L'andamento osservato è stabile rispetto alla direzione auspicabile dal punto di vista ambientale.
	NEGATIVO	L'andamento NON va nella direzione auspicabile dal punto di vista ambientale.
	NON DEFINIBILE	L'andamento non è definibile.

Simbolo	Core set
	Indicatori chiave individuati per il monitoraggio dell'Ottavo Programma d'azione ambientale
 	Green Deal europeo: Indicatori chiave individuati dalla CE per il monitoraggio e la valutazione dei progressi verso un'economia più sostenibile e resiliente (Ridurre il nostro impatto sul clima, Proteggere il nostro pianeta e la nostra salute)
	Indicatori individuati per il monitoraggio della Strategia nazionale per lo sviluppo sostenibile
                	Indicatori individuati per il monitoraggio dei 17 obiettivi dell'Agenda 2030

EMISSIONI DI GAS SERRA

Autori: Daniela Romano, Ernesto Taurino, Cristina Frizza
ISPRA

Messaggi chiave

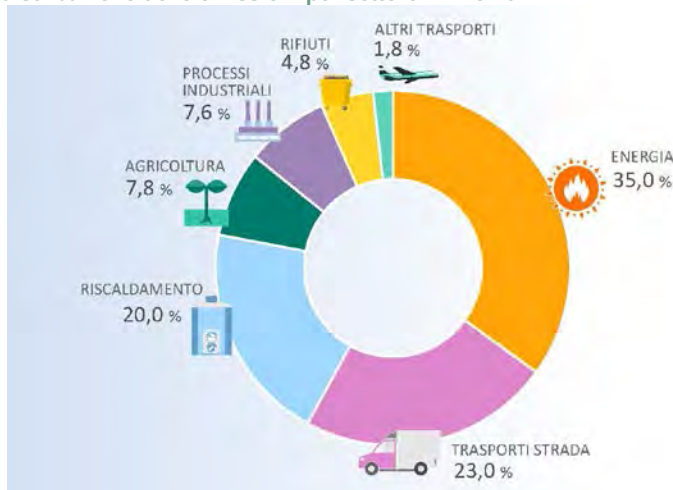
Le emissioni antropogeniche di sostanze climalteranti, i gas serra, sono considerate tra le principali cause della velocità e ampiezza dei cambiamenti climatici in corso. Le emissioni di gas serra sono in gran parte dovute alle emissioni di anidride carbonica (CO₂), connesse, per quanto riguarda le attività antropiche, principalmente all'utilizzo dei combustibili fossili. Contribuiscono all'effetto serra anche il metano (CH₄), le cui emissioni sono legate principalmente all'attività di allevamento in ambito agricolo, allo smaltimento dei rifiuti e alle perdite nel settore energetico, e il protossido di azoto (N₂O) derivante soprattutto dalle attività agricole e dal settore energetico, inclusi i trasporti. Il contributo generale all'effetto serra degli F-gas o gas fluorurati (HFCs, PFCs, SF₆, NF₃) è minore rispetto ai suddetti inquinanti e la loro presenza deriva essenzialmente da attività industriali e di refrigerazione.

Nel 2021, le emissioni di gas serra in Italia dopo la battuta d'arresto dovuta essenzialmente al periodo pandemico mostrano un incremento dell'8,5% rispetto al 2020.

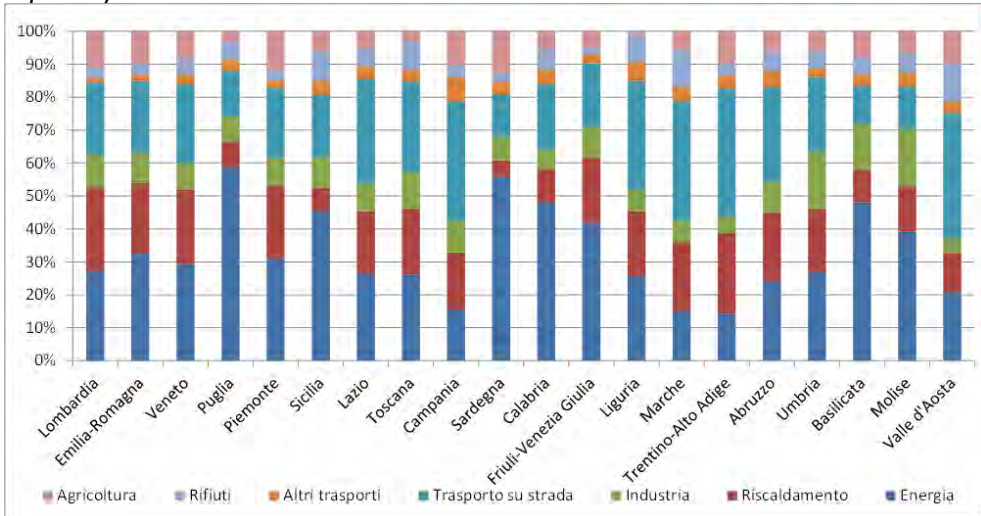
Messaggi in pillole

Negli ultimi trent'anni le emissioni di gas serra prodotte dall'Italia si sono ridotte di circa un quinto rispetto al 1990. Nello specifico, le emissioni nazionali di gas serra sono passate da 521 a 418 milioni di tonnellate di CO₂ equivalente dal 1990 al 2021, riducendosi del 19,9%. Tale tendenza è stata determinata principalmente dal settore energetico, le cui emissioni di CO₂ rappresentano l'80% delle emissioni totali, e che lungo il periodo 1990-2021 sono diminuite del 21,8%. In particolare, il settore dei trasporti (31,0% del totale delle emissioni di energia) ha registrato un incremento dell'1,1%; si è inoltre osservato un aumento (pari al 6,4%) delle emissioni negli altri settori, incluso il residenziale, che nel 2021 rappresentano il 25,0% del totale delle emissioni settoriali. Le emissioni relative al settore processi industriali (7,6% del totale delle emissioni di gas serra) hanno mostrato una diminuzione del 18,9% dovuta, principalmente, alla riduzione nel settore della chimica e della produzione di minerali e metalli.

Gas serra: distribuzione delle emissioni per settore. Anno 2021



GHG, 2021: distribuzione delle emissioni regionali di gas serra per settore emissivo SNAP (Selected nomenclature for air pollution).



Fonte: ISPRA

In Lombardia si emette circa il 18% delle emissioni di gas serra italiane. Fra le regioni che sono maggiormente responsabili della produzione di gas serra seguono con una quota compresa fra l'8 ed il 10%, l'Emilia-Romagna, la Puglia, il Veneto e il Piemonte. Ciascuna regione è caratterizzata da categorie emissive specifiche che ne riflettono la struttura economica e la distribuzione della popolazione. Pertanto, in alcune regioni come la Sardegna, la presenza di grandi centrali di produzione di energia elettrica comporta che tale settore rappresenti il 56% delle emissioni regionali. L'agricoltura è pari oltre il 10% delle emissioni regionali in Sardegna, Lombardia e Piemonte. Le emissioni dei trasporti stradali e quelle per il riscaldamento degli edifici, che sono più correlate, da un lato alla densità abitativa e dall'altro alle condizioni climatiche, sono oltre il 50% delle emissioni totali per Trentino Alto Adige, Marche, Campania, Liguria, Lazio e Valle d'Aosta.



QUOTA DI ENERGIE RINNOVABILI NEL CONSUMO DI ENERGIA FINALE LORDO

Autori: Antonio Caputo, Francesca Palomba
ISPRA

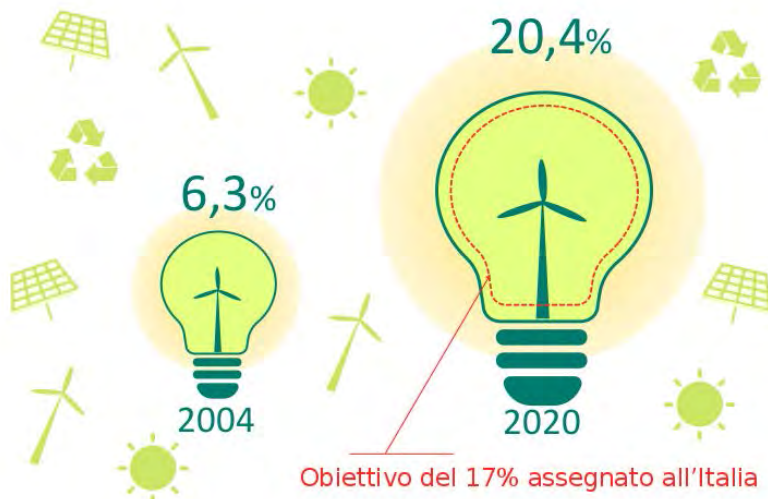
Messaggi chiave

L'uso di fonti di energia rinnovabili (FER) contribuisce alla riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, alla diversificazione dell'approvvigionamento energetico e a una minore dipendenza dai mercati dei combustibili fossili. La quota di energie rinnovabili sul consumo finale lordo di energia è un indicatore chiave per monitorare il raggiungimento degli obiettivi sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

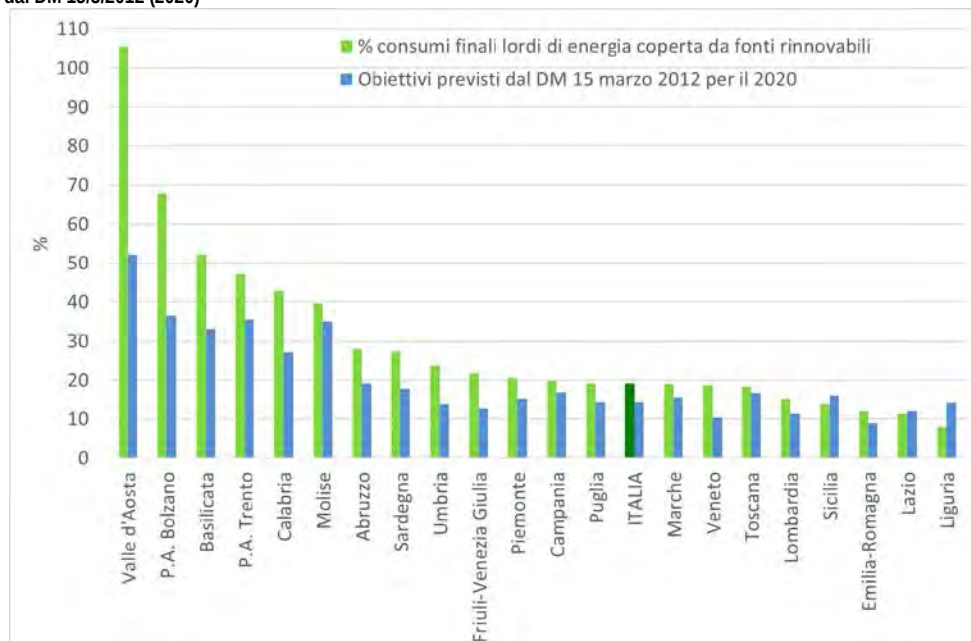
Messaggi in pillole

La Direttiva (UE) 2018/2001, o RED II, recepita in Italia con il Decreto Legislativo n. 199 del 2021, ha introdotto delle variazioni metodologiche nell'elaborazione dei dati di monitoraggio, a partire dal 2021, per il raggiungimento del target UE sulle FER al 2030. Per gli anni precedenti al 2021, il principale riferimento è costituito dalla Direttiva 2009/28/CE, o RED I, recepita in Italia con il Decreto Legislativo n. 28/2011, che ha assegnato, come obiettivo nazionale vincolante, il raggiungimento, entro il 2020, di almeno il 17% di quota di FER sul consumo finale lordo. Tali quote comprendono sia i consumi di energia da fonte rinnovabile per la produzione di elettricità, sia quelli per usi termici e trasporti. Nel 2021, la quota di consumo da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia si è attestato ad un valore pari a 19,03% (secondo i criteri della RED II). Dall'analisi del trend 2004-2020 emerge che l'uso delle energie rinnovabili è aumentato e la quota è quasi triplicata rispetto al 2004, quando le energie rinnovabili coprivano il 6,3% del consumo finale lordo di energia. La quota nazionale di energia da fonti rinnovabili, nel 2020, è pari al 20,4% rispetto al consumo finale lordo, un valore superiore all'obiettivo del 17% assegnato all'Italia (seguendo i criteri della RED I).

Quota del consumo da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia



Percentuale dei consumi finali lordi di energia coperta da fonti rinnovabili in relazione agli obiettivi previsti per il 2020 dal DM 15/3/2012 (2020)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati GSE

Il Decreto 15 marzo 2012 del Ministero dello Sviluppo economico (c.d. decreto *burden sharing*) stabilisce, per ciascuna Regione e Provincia autonoma, gli **obiettivi intermedi e finali da raggiungere entro il 2020**, ai fini del conseguimento dell'**obiettivo nazionale** in termini di quota dei consumi finali lordi di energia coperta da FER. Rispetto all'obiettivo nazionale, per il calcolo degli obiettivi regionali, non sono considerati i consumi di energia da FER nel settore dei trasporti. Nel 2020, con l'eccezione di Liguria, Lazio e Sicilia, in tutte le regioni italiane si osserva che la percentuale dei consumi finali lordi coperta da fonti rinnovabili è più elevata rispetto agli obiettivi previsti dal DM *burden sharing*. In particolare, la percentuale più alta si osserva in Valle d'Aosta (105%), con 53 punti percentuali in più rispetto all'obiettivo. Seguono la Provincia di Bolzano (68%), la Basilicata (52%) e la Provincia autonoma di Trento (47%).



STRATEGIE E PIANI DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI REGIONALI

Autori: Federica Aldighieri
ISPRA

Messaggi chiave

Le Strategie e i Piani regionali di Adattamento sono lo strumento principale a disposizione delle Regioni per affrontare gli impatti dei cambiamenti climatici e implementare azioni finalizzate a ridurre le vulnerabilità. In Italia le Strategie e i Piani regionali adottati sono ancora molto pochi. Nonostante manchino un quadro normativo cogente e un contesto di riferimento programmatico nazionale, si rilevano tuttavia iniziative, progetti e studi climatici e di vulnerabilità che si auspica portino verso percorsi di approvazione prima di Strategie e poi di Piani di Adattamento ai Cambiamenti Climatici. Il problema dei cambiamenti climatici impone, infatti, che vengano definite e realizzate con urgenza azioni concrete volte a rendere i territori più resilienti.

Messaggi in pillole

L'indicatore risponde alla domanda: Quante Regioni si sono dotate di una Strategia di Adattamento ai Cambiamenti Climatici? Quante di un successivo Piano? Nel 2021 il MITE ha sottoposto alle 21 Regioni (comprese le due province autonome) un questionario elaborato dai tecnici ISPRA, sul tema dell'Adattamento ai Cambiamenti Climatici e, più nello specifico, sulla approvazione o meno di Strategie e Piani di Adattamento. Le risposte al questionario sono ora pubblicate sulla Piattaforma Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici. Su 21 Regioni hanno risposto in 16. Le Regioni che non hanno risposto al questionario sono 5: Basilicata, Bolzano, Calabria, Sicilia e Valle D'Aosta⁵. Delle regioni rispondenti al questionario solo 3 hanno una Strategia Regionale ai Cambiamenti Climatici approvata al 2021: Emilia-Romagna, Lombardia e Sardegna; a queste si aggiunge la Valle d'Aosta che ha fornito tale informazione tramite l'ARPA direttamente ad ISPRA. Nella rilevazione del 2018 le Strategie approvate erano 2, quindi c'è stato un trend lievemente positivo. Il dato non è confortante, anche alla luce del fatto che la Strategia Nazionale è, invece, approvata dal 2015. L'unico Piano approvato, come nel 2018, è quello della Regione Lombardia. Quindi non si rileva nessun segnale di crescita.

Gli step verso un Piano di adattamento ai cambiamenti climatici. Anno 2021



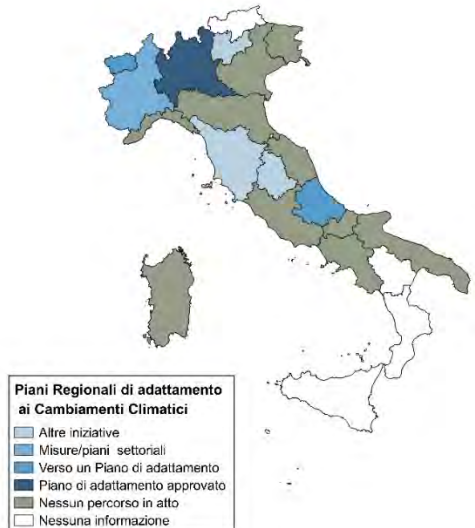
⁵ La regione Valle d'Aosta si è dotata di strategia di adattamento ai CC nel 2021, <https://svilupposostenibile.vda.it/Media/Svilupposostenibile/Hierarchy/6/694/Strategia%20di%20adattamento%20ai%20cambiamenti%20climatici%20ARVA%202021-2030.pdf>

Strategie regionali di adattamento ai cambiamenti climatici (A) e Piani regionali di adattamento ai cambiamenti climatici (B) (2021)

A



B



Note: Le informazioni relative alla Valle d'Aosta sono state fornite dall'ARPA Valle d'Aosta

Fonte: Elaborazioni ISPRA su dati delle Regioni

Delle 16 regioni che hanno fornito le informazioni richieste aggiornate al 2021, la Lombardia si trova nella fase più avanzata del processo di adattamento, avendo già approvato sia una Strategia Regionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SRACC, 2014) che il conseguente Piano (Documento di Azione Regionale sull'Adattamento al Cambiamento Climatico). L'Emilia-Romagna e la Sardegna hanno approvato le loro Strategie regionali⁶. Sono 10 le regioni che dichiarano "percorso avviato verso una strategia": Abruzzo, Friuli-Venezia Giulia, Trento, Liguria, Marche, Molise, Piemonte, Puglia, Umbria e Veneto (dato invariato rispetto al 2018). Un'interpretazione positiva può essere data dal fatto che, su 16 regioni rispondenti, 14 hanno partecipato ad almeno un progetto sul tema dell'adattamento ai cambiamenti climatici. Le tematiche di tali progetti però non coprono tutti i settori proposti dalla Strategia nazionale, ma trattano soprattutto agricoltura, mare, zone costiere, e uno solo energia. Un buon segnale è dato anche dal fatto che 9 Regioni, sulle 13 rispondenti (escludendo chi ha già approvato la Strategia), hanno effettuato uno studio sulle variazioni climatiche passate e future. Di queste 9, sono 7 quelle che hanno fatto anche uno studio di vulnerabilità agli impatti dei cambiamenti climatici, e di queste 4 hanno anche individuato le relative azioni di adattamento. Sono 10 (sempre su 13) le Regioni che hanno messo in atto azioni di adattamento senza che siano ufficialmente riconosciute come tali.

⁶ A queste si aggiunge la Valle d'Aosta che non risulta tra le Regioni rispondenti al questionario MITE (ora MASE), ma ha comunicato tale informazione direttamente ad ISPRA.



PRODUZIONE DEI RIFIUTI URBANI

Autori: Simona Buscemi, Andrea Lanz, Fabio Tatti
ISPRA

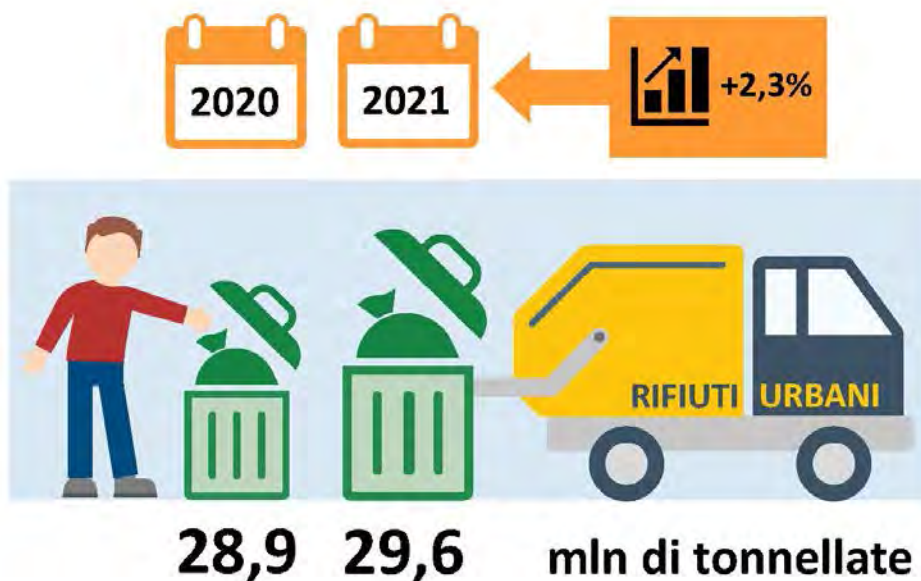
Messaggi chiave

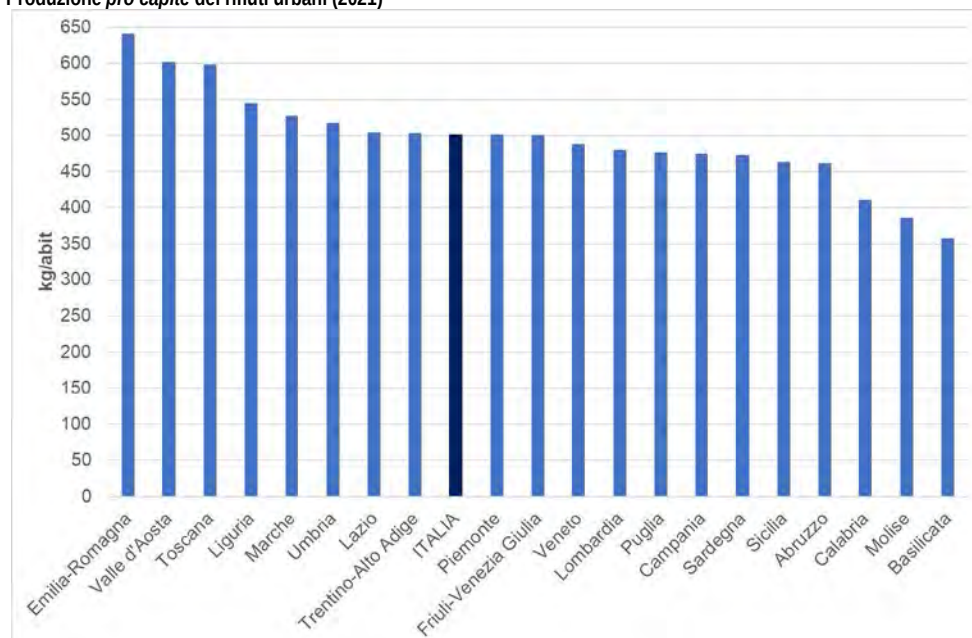
Sono definiti rifiuti urbani (articolo 183, comma 1, lettera b-ter del D.Lgs. n. 152/2006) i seguenti tipi di rifiuti: domestici indifferenziati e da raccolta differenziata; non pericolosi indifferenziati e da raccolta differenziata provenienti da locali/luoghi adibiti ad uso non abitativo; provenienti da spazzamento di strade e dallo svuotamento dei cestini portarifiuti; giacenti su strade ed aree pubbliche o private soggette ad uso pubblico o su spiagge marittime e lacuali e su rive di corsi d'acqua; provenienti dalla manutenzione delle aree verdi, dalla pulizia dei mercati e dalle aree cimiteriali; provenienti da esumazioni ed estumulazioni.

Messaggi in pillole

Nel 2021, la produzione nazionale dei rifiuti urbani si attesta a 29,6 milioni di tonnellate, in aumento del 2,3% rispetto al 2020. Dopo il calo rilevato nel 2017, il dato di produzione ha superato per due anni consecutivi i 30 milioni di tonnellate, per poi decrescere in modo significativo per effetto della pandemia nel 2020. Nel 2021, si assiste a un'inversione di tendenza, in linea con la ripresa economica post-pandemia, con un dato di produzione che si mantiene comunque al di sotto di 30 milioni di tonnellate. La crescita è ancora maggiore se si osserva il dato pro capite: + 2,8%, che in termini di quantità è pari a circa 502 chilogrammi per abitante. Raffrontando il dato 2021 con quello 2012, si riscontra una sostanziale stabilità, al netto di fisiologiche lievi oscillazioni (-1,3%).

Produzione dei rifiuti urbani



Produzione *pro capite* dei rifiuti urbani (2021)

Fonte: ISPRA

I valori più alti di produzione *pro capite* si osservano per il Centro, con quasi 538 chilogrammi per abitante, con un aumento di quasi 14 kg per abitante rispetto al 2020. Il valore medio del nord Italia si attesta a circa 517 chilogrammi per abitante, in crescita di 10 kg per abitante rispetto al 2020, mentre il dato del Sud si attesta intorno a 461 chilogrammi per abitante, con un aumento di quasi 18 kg. La produzione *pro capite* di questa macroarea risulta inferiore di oltre 41 chilogrammi per abitante rispetto al dato nazionale e di quasi 77 chilogrammi in raffronto al valore medio del Centro.

Ad eccezione di Valle d'Aosta e dell'Emilia-Romagna, tra il 2020 e il 2021, tutte le regioni italiane fanno rilevare una crescita della produzione dei rifiuti urbani. I maggiori incrementi si osservano per il Trentino-Alto Adige (+5,9%), la Sardegna (+5%) e la Calabria (+4,8%).

Analogamente ai precedenti anni, la produzione *pro capite* più elevata, con quasi 641 chilogrammi per abitante per anno, si rileva per l'Emilia-Romagna, il cui dato risulta in crescita dello 0,1% rispetto al 2020. Segue la Valle d'Aosta, il cui *pro capite* si attesta a 602 chilogrammi per abitante, che fa rilevare una decrescita dell'1,7%.



INCIDENZA DEL TURISMO SUI RIFIUTI

Autori: Giovanni Finocchiaro, Silvia Iaccarino
ISPRA

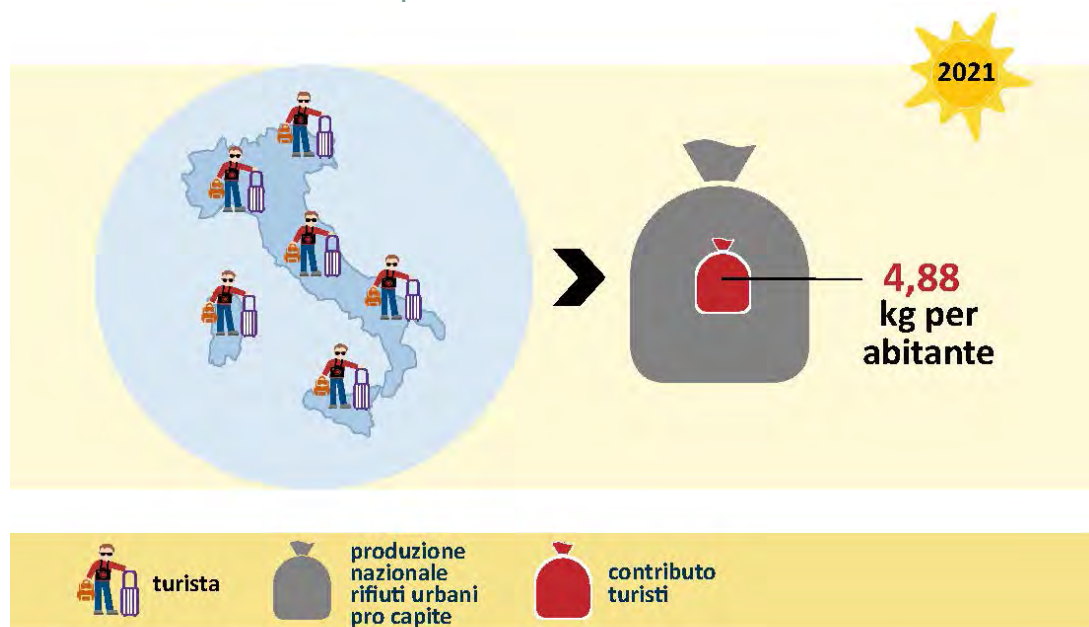
Messaggi chiave

Uno degli impatti più significativi del turismo è l'incremento della produzione dei rifiuti. Nel 2021, a livello nazionale, la quota dei rifiuti urbani prodotti attribuibili al settore turistico si attesta a 4,88 kg/ab. equivalenti. La drastica diminuzione, rispetto al 2019, è attribuibile alla pandemia e conseguenti *lockdown*, che hanno caratterizzato il 2020 e il 2021. Data l'eccezionalità del biennio 2020-2021 non si ritiene opportuno valutare lo stato.

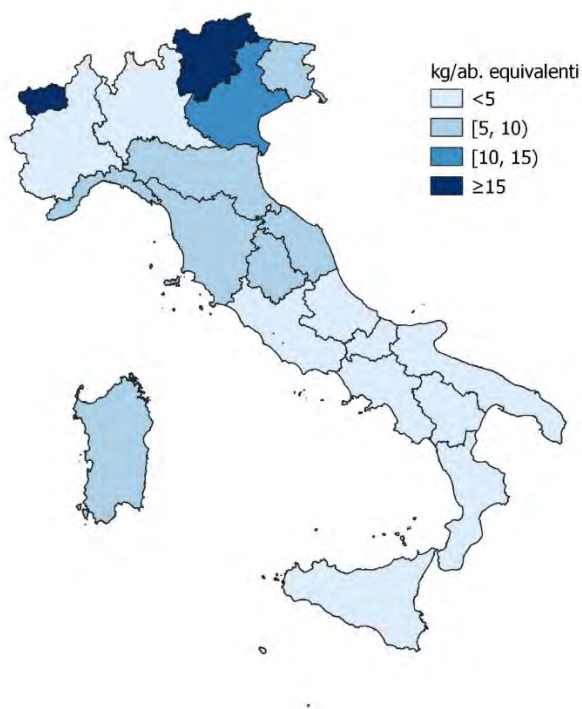
Messaggi in pillole

Dal 2006 al 2021, in Italia, la quota di rifiuti urbani prodotti attribuibili al settore turistico mostra un andamento altalenante: in decremento fino al 2009, poi una crescita, seppur lieve, nel 2010 e nel 2011, per diminuire fino al 2013, e successivamente tornare ad aumentare, raggiungendo 9,71 kg/ab. equivalenti, nel 2019, e crollare nell'"anomalo" biennio 2020-2021, attestandosi a 4,88 kg/ab. equivalenti.

Produzione nazionale di rifiuti urbani prodotta dai turisti.



Distribuzione regionale della quota pro capite dei rifiuti solidi urbani attribuibili al turismo (2021)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA e ISTAT

Nonostante l'anomalia del 2021 dovuto ancora ai postumi della pandemia, i dati confermano come le presenze dei turisti gravino maggiormente sul territorio delle regioni che registrano una pressione turistica elevata: sono, infatti, il Trentino-Alto Adige (33,12 kg pro capite) e la Valle d'Aosta (15,35 kg pro capite) a presentare, anche nel 2021, la più alta incidenza del movimento turistico "censito" sulla produzione totale di rifiuti urbani. Sempre a causa del singolare biennio 2020-2021, nel periodo 2006-2021 si rilevano delle flessioni superiori al 50% in 7 regioni: Lazio, Valle d'Aosta, Toscana, Campania, Emilia-Romagna, Umbria, Sicilia.

RACCOLTA DIFFERENZIATA

Autori: Simona Buscemi, Andrea Lanz, Fabio Tatti
ISPRA

Messaggi chiave

La raccolta differenziata rappresenta una modalità di conferimento, attuata dai cittadini, grazie alla quale i vari flussi di rifiuti sono mantenuti separati in base alle loro caratteristiche e natura, per facilitarne il successivo trattamento finalizzato, in via prioritaria, al recupero di materia. Il D.Lgs. n. 152/2006 e la Legge 27 dicembre 2006, n. 296 individuano per il 2011 l'obiettivo di raccolta differenziata del 60% e del 65% per il 2012.

La direttiva quadro sui rifiuti 2008/98/CE è stata ampiamente modificata dalla direttiva 2018/851/UE, che ha aggiunto ulteriori obiettivi per la preparazione per il riutilizzo e il riciclaggio, da conseguirsi entro il 2025 (55%), 2030 (60%) e 2035 (65%).

Messaggi in pillole

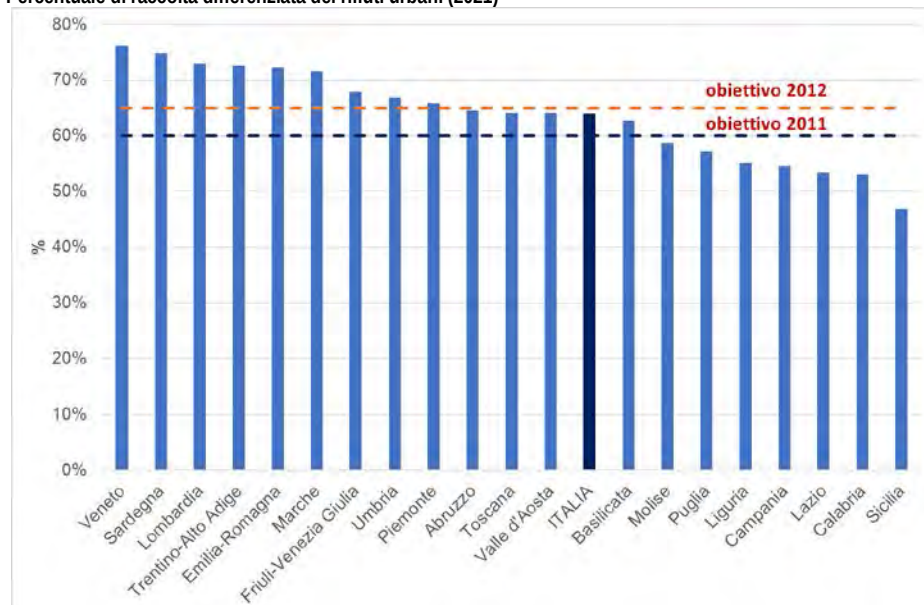
Si conferma il *trend* di crescita della raccolta differenziata anche nel 2021 con l'aumento di un punto percentuale a livello nazionale rispetto al 2020; che raggiunge così il 64%. In termini quantitativi, dopo la lieve flessione registrata nel 2020 (-0,9%), la raccolta differenziata torna a crescere passando da 18,2 milioni a quasi 19 milioni di tonnellate (circa +721 mila tonnellate). Tutte le macroaree geografiche mostrano incrementi più o meno consistenti della percentuale di raccolta differenziata: Sud +2,2 punti, Centro +1,2 punti e Nord +0,2 punti, rispetto al 2020. Dal 2011 al 2021 la percentuale è aumentata di oltre 26 punti percentuali, passando dal 37,8% al 64%.

Tra i rifiuti differenziati, l'organico si conferma la frazione più raccolta in Italia (oltre 7 milioni di tonnellate); rappresenta il 39,0% del totale e nel 2021 registra un'ulteriore impennata con un +3% rispetto al 2020. Al secondo posto per quantità, carta e cartone (19,1% del totale), con 3,6 milioni di tonnellate e +3,3% rispetto al 2020. Segue il vetro con oltre 2,2 milioni di tonnellate (11,9% del totale, +1,2 punti percentuali).

Percentuale di rifiuti urbani raccolti in modo differenziato



Percentuale di raccolta differenziata dei rifiuti urbani (2021)



Fonte: ISPRA

Nel 2021, la più alta percentuale di raccolta differenziata è conseguita dalla regione Veneto, con il 76,2%, seguita da Sardegna, con il 74,9%, Lombardia, con il 73,0%, Trentino-Alto Adige, con il 72,6%, Emilia-Romagna con 72,2%, Marche con 71,6%, Friuli Venezia Giulia con 67,9%, Umbria con 66,9% e Piemonte con 65,8%. Tutte queste regioni superano, pertanto, l'obiettivo del 65% fissato dalla normativa per il 2012. Tra queste regioni, quelle che fanno registrare i maggiori incrementi delle percentuali di raccolta sono, nell'ordine, il Piemonte (+1,5 punti percentuali) e l'Umbria (+0,7 punti percentuali).

Si collocano al di sopra del 60% l'Abruzzo (64,6%), la Toscana (64,1%), la Valle d'Aosta (64%), e la Basilicata (62,7%). Di queste tutte sono al di sopra del valore nazionale (64,0%) ad eccezione della Basilicata (62,7%). Nel complesso sono 12 le regioni al di sopra del dato nazionale.

Tutte le rimanenti regioni fanno rilevare percentuali di raccolta al di sopra del 50%, con la sola eccezione della Sicilia, dove la raccolta differenziata è meno della metà dei rifiuti urbani annualmente prodotti (46,9%). La Sicilia, tuttavia, fa registrare un aumento di 4,7 punti percentuali rispetto al 2020 (42,3%) e di 8,4 punti rispetto al 2019. In questa regione, in particolare, nel quinquennio 2017-2021, la percentuale di raccolta differenziata risulta più che raddoppiata.

RIFIUTI URBANI SMALTITI IN DISCARICA

Autori: Simona Buscemi, Patrizia D'Alessandro, Cristina Frizza, ISPRA

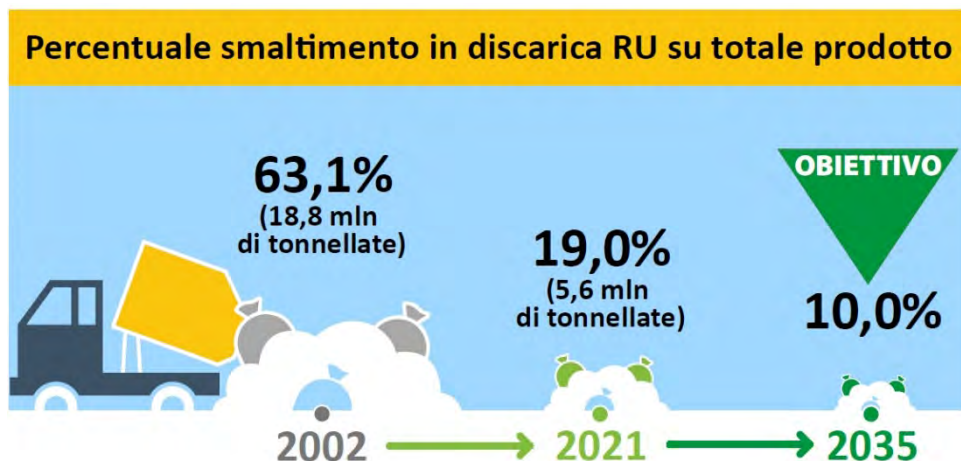
Messaggi chiave

Per discarica dei rifiuti si intende un'operazione di smaltimento e deposito permanente in un'area con caratteristiche ben definite. L'art. 179 del D. Lgs 152/2006 stabilisce la gerarchia dei rifiuti, intesa come ordine di priorità nella politica e nell'attività di gestione dei rifiuti; il conferimento in discarica costituisce l'ultima opzione. Secondo il D.Lgs 121/2020 a partire dal 2030 è vietato lo smaltimento in discarica di tutti i rifiuti idonei al riciclaggio o al recupero di altro tipo, in particolare i rifiuti urbani, ad eccezione dei rifiuti per i quali il collocamento in discarica produca il miglior risultato ambientale conformemente all'articolo 179 del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152.

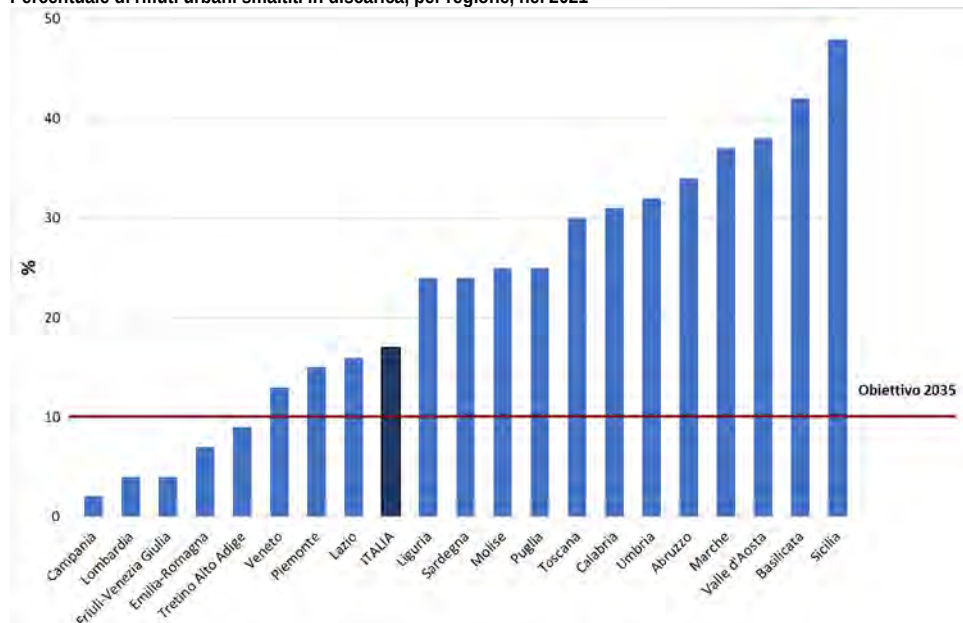
Messaggi in pillole

Nel 2021, i quantitativi di rifiuti urbani complessivamente smaltiti in discarica ammontano a 5,6 milioni di tonnellate, pari al 19% del quantitativo dei rifiuti urbani prodotti a livello nazionale (29,6 milioni di tonnellate), e il numero delle discariche operative è pari a 126 impianti: Nord 53, Centro 28 e Sud 45 impianti. La percentuale di rifiuti urbani smaltiti in discarica scende al 17% se si utilizza la metodologia di calcolo previsto dal D. Lgs. 36/2003, la cui finalità è il raggiungimento dell'obiettivo del 10% entro il 2035. Si registra una riduzione, rispetto al 2020, delle quantità totali di rifiuti urbani smaltiti in discarica del 3,4% (pari a 198 mila tonnellate di rifiuti) e una situazione nel complesso stabile per quanto riguarda il sistema impiantistico (nel Nord il numero delle discariche è rimasto pressoché invariato: -1), nel Centro 2 impianti in più e nel Sud 6 impianti in meno. Nell'ultimo decennio (2012-2021) c'è stata una riduzione dei quantitativi di rifiuti urbani smaltiti in discarica pari al 52%, a fronte di una riduzione meno consistente del numero di impianti (-33,3%). L'analisi dei dati evidenzia la necessità di imprimere una accelerazione nel miglioramento del sistema di gestione per consentire il raggiungimento dei nuovi sfidanti obiettivi previsti dalla normativa europea; lo smaltimento in discarica nei prossimi 15 anni dovrà essere dimezzato (10% entro il 2035).

Percentuale di rifiuti urbani smaltiti in discarica



Percentuale di rifiuti urbani smaltiti in discarica, per regione, nel 2021



Fonte: ISPRA

Note: Percentuale calcolata applicando la metodologia basata sui criteri previsti dall'art. 5-bis "regole per calcolare il conseguimento degli obiettivi" del d.lgs. 36/2003.

L'analisi dei dati a livello regionale evidenzia un calo tra il 2020 ed il 2021, riferibile soprattutto al Sud dove si registra una riduzione di circa 151 mila tonnellate, pari al 5,8%. Al Centro si registra una diminuzione di circa 37 mila tonnellate (-2,1%) e al Nord una diminuzione di circa 11 mila tonnellate (-0,7%). A livello regionale, nel 2021, la più bassa percentuale di rifiuti urbani smaltiti in discarica è conseguita dalla regione Campania con il 2%, seguita da Lombardia e Friuli-Venezia Giulia, con il 4%, Emilia-Romagna con il 7%, Trentino-Alto Adige con il 9%. Tutte queste regioni raggiungono, pertanto, già l'obiettivo del 10% fissato per il 2035 dal D. Lgs. 36/2003. È importante, però, sottolineare la particolare situazione della regione Campania dove, nel 2021, a causa della chiusura di due impianti, ha esportato fuori dal territorio regionale i propri rifiuti destinati alle discariche (circa 54 mila tonnellate). Si collocano al di sopra della soglia del 10% tutte le restanti regioni: a partire dalla regione Veneto con il 13%, fino alla Sicilia con il 48% dei rifiuti smaltiti in discarica, preceduta dalla regione Basilicata la quale presenta un incremento di 22 punti percentuali (dal 20% del 2020 al 42% del 2021). Le regioni che hanno ridimensionato il carico di rifiuti destinato allo smaltimento in discarica dal 2020 al 2021 sono Molise, con -16 punti percentuali, Valle d'Aosta, con -10 punti percentuali, e Sicilia, con -9 punti percentuali. Dal 2020 al 2021, la percentuale di rifiuti destinati a discariche in Italia globalmente è diminuita di 2 punti percentuali, al Nord è rimasta invariata, al Centro e al Sud è diminuita di 2 e 3 punti percentuali, rispettivamente.

PRODUZIONE DEI RIFIUTI SPECIALI

Autori: Cristina Frizza, Costanza Mariotta
ISPRA

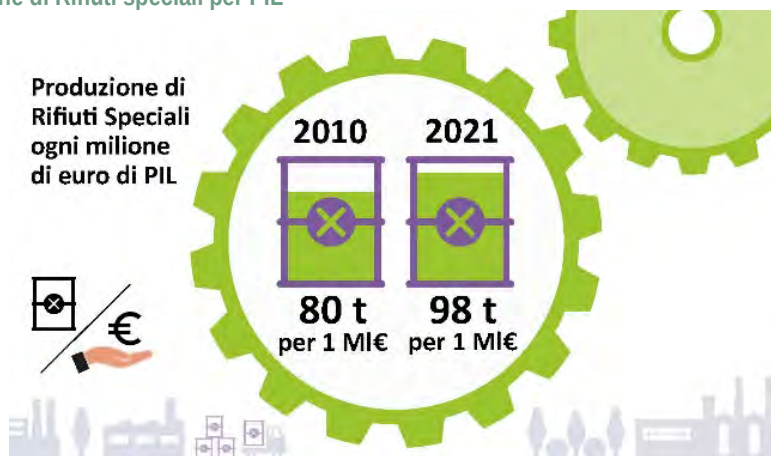
Messaggi chiave

L'indicatore misura la quantità totale di rifiuti speciali prodotti in Italia dalle attività economiche ed è, pertanto, legato alle attività insistenti su uno specifico territorio. Tale valore viene rapportato al Prodotto Interno Lordo (valori concatenati, anno di riferimento 2015). L'economia circolare è un modello di produzione e consumo sostenibile alternativo al modello lineare utilizzato da oltre un secolo, fondato sulle fasi "estrazione-produzione-consumo-smaltimento". L'elemento di innovazione è rappresentato dal prolungamento del ciclo di vita dei prodotti, ovvero dall'ottimizzazione delle risorse raggiungibile attraverso strategie di eco-progettazione che garantiscano una maggior durabilità, riutilizzabilità, possibilità di *upgrading* e riparabilità dei prodotti, un maggior impiego di materiali riciclati e una maggior riciclabilità quando giungono a fine vita, con conseguente riduzione degli impatti ambientali e di rifiuti prodotti. A tal fine, è importante promuovere processi industriali innovativi, anche in un'ottica di simbiosi industriale e creazione dei cosiddetti "distretti circolari", attraverso cui rifiuti o sottoprodotti di un'industria diventano materie prime per un'altra, mantenendo la produttività delle risorse il più a lungo possibile, rendendo la catena del valore industriale più efficiente e più competitiva.

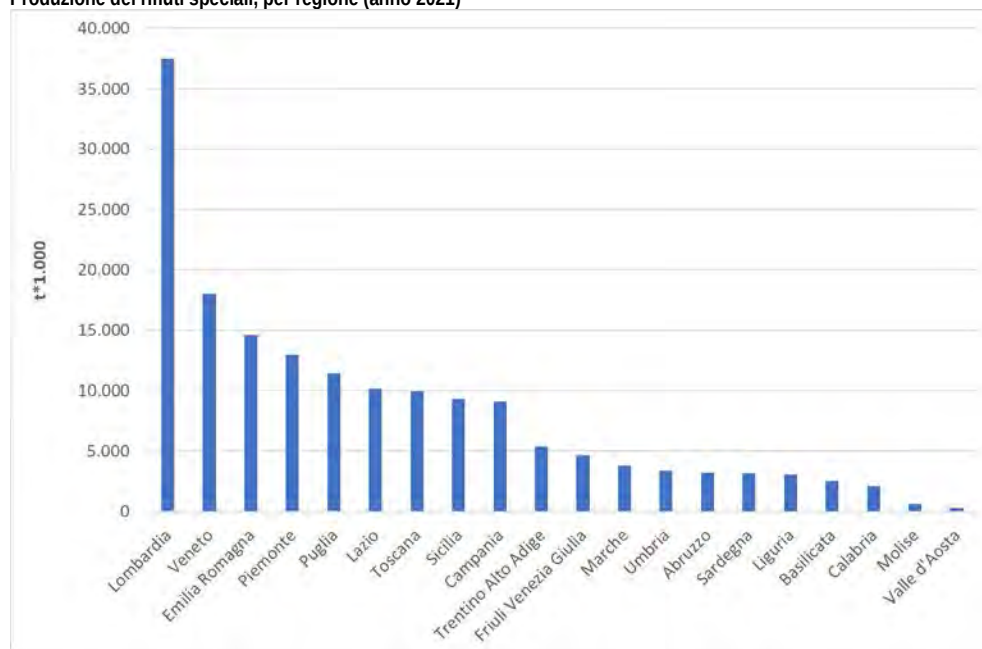
Messaggi in pillole

Nel 2021, la produzione nazionale dei rifiuti speciali si attesta a 165 milioni di tonnellate mostrando, rispetto al 2020, un aumento del 12,2%, corrispondente a quasi 18 milioni di tonnellate. Va comunque segnalato che il confronto con il 2020 non può essere ritenuto rappresentativo di una situazione ordinaria, tenuto conto dell'emergenza sanitaria che ha segnato l'intero contesto socioeconomico nazionale, con conseguenti ripercussioni sul sistema produttivo nazionale e sui consumi. Rispetto al 2019, anno pre-pandemia, l'incremento rilevato risulta più moderato, pari al 7,1% (+11 milioni di tonnellate). Dopo gli effetti negativi legati all'emergenza sanitaria, nel 2021, si assiste a una generale ripresa delle attività economiche con un aumento del PIL (+7%), pur se più contenuto di quello registrato per la produzione dei rifiuti (+12,2%), confermato dal rapporto tra la produzione dei rifiuti speciali e il PIL che passa da 93 tonnellate di rifiuti speciali prodotti per 1 milione di euro di PIL nel 2020 a 98 tonnellate di rifiuti speciali prodotti per 1 milione di euro di PIL nel 2021.

Produzione di Rifiuti speciali per PIL



Produzione dei rifiuti speciali, per regione (anno 2021)



Fonte: ISPRA

Nel 2021, i maggiori valori di produzione totale dei rifiuti speciali, tenuto conto delle dimensioni territoriali e del tessuto industriale, si concentrano nel nord Italia con quasi 96,4 milioni di tonnellate (pari, in termini percentuali, al 58,4% del dato complessivo nazionale). La produzione del Centro si attesta a 27,2 milioni di tonnellate (16,5% del totale nazionale), mentre quella del Sud a 41,3 milioni di tonnellate (25,1%). Dall'analisi dei dati a livello regionale si può rilevare come la Lombardia, con quasi 37,4 milioni di tonnellate, produca da sola, nel 2021, il 22,7% del totale dei rifiuti speciali generati in Italia, seguita dal Veneto con oltre 18 milioni di tonnellate (10,9% della produzione totale italiana), dall'Emilia-Romagna con quasi 14,6 milioni di tonnellate (8,8%) e dal Piemonte, la cui produzione complessiva di rifiuti si attesta, nello stesso anno, a circa 13 milioni di tonnellate (7,9% della produzione totale). Tra le regioni del Centro, i maggiori valori di produzione si riscontrano per il Lazio, con 10,2 milioni di tonnellate (6,2% del totale nazionale), e per la Toscana, il cui quantitativo, pari a quasi 10 milioni di tonnellate, rappresenta il 6% della produzione nazionale. Al Sud la Puglia, con una produzione di circa 11,4 milioni di tonnellate, copre il 6,9% del totale nazionale, seguita dalla Sicilia, con 9,3 milioni di tonnellate (5,6%), e dalla Campania, con 9,1 milioni di tonnellate, pari al 5,5% del totale nazionale.

QUALITÀ DELL'ARIA: PM 2,5

Autori: Giorgio Cattani, Mariacarmela Cusano, Alessandro Di Menno di Bucchianico, Raffaella Gaddi, Alessandra Gaeta, Alessandra Galosi, Giuseppe Gandolfo, Gianluca Leone
ISPRA

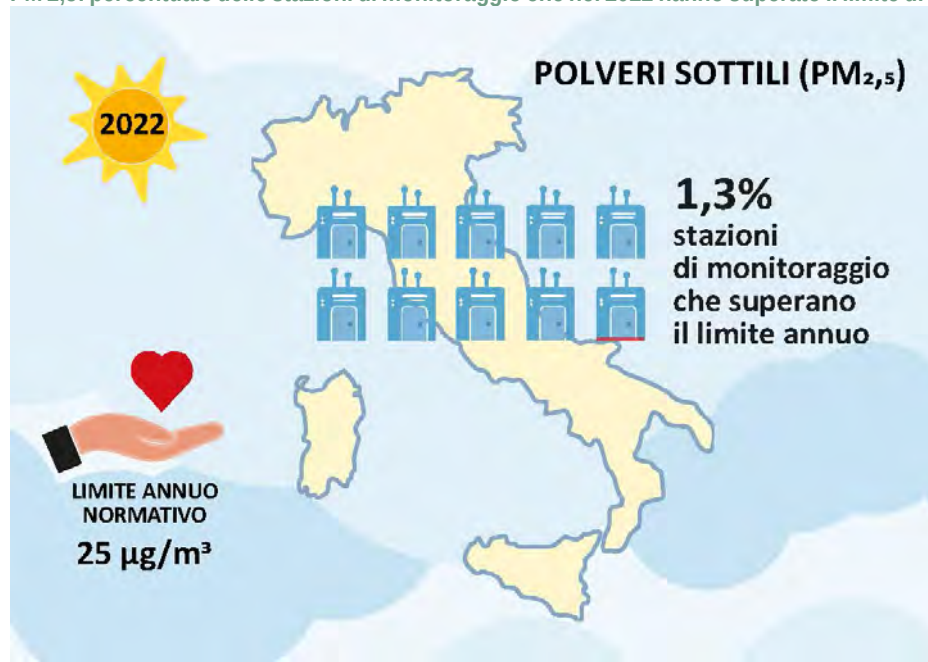
Messaggi chiave:

L'inquinamento atmosferico è un fattore di rischio per la salute umana e per gli ecosistemi. L'andamento delle concentrazioni del particolato PM 2,5 nel medio periodo (2013–2022) è generalmente decrescente; il valore limite previsto dalla normativa è rispettato nella quasi totalità delle stazioni, mentre l'obiettivo di raggiungere il livello raccomandato dall'OMS appare lontano.

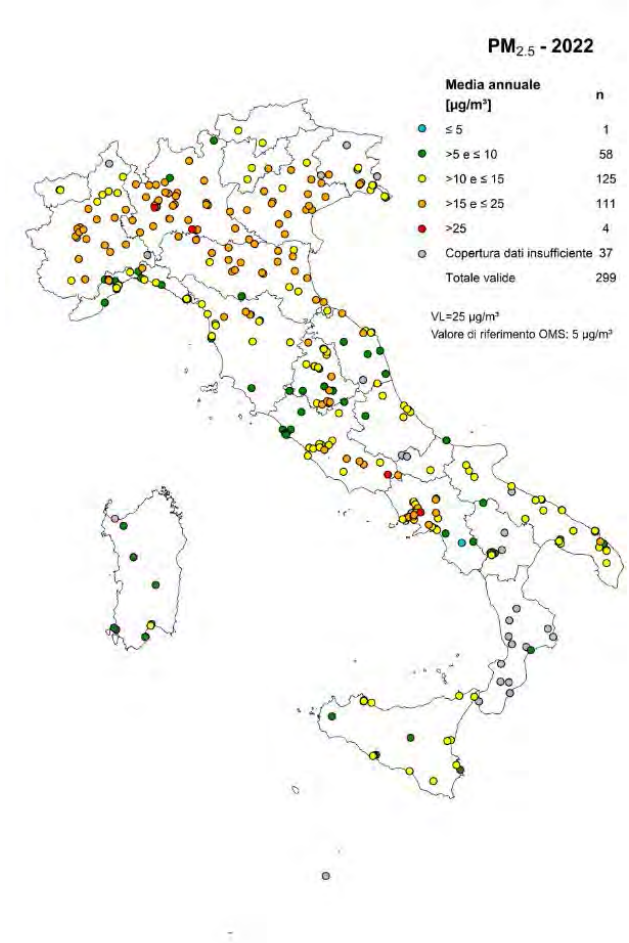
Messaggi in pillole

L'andamento decrescente dei livelli atmosferici di PM 2,5 prosegue, come risultato della riduzione congiunta delle emissioni di particolato primario e dei principali precursori del secondario (ossidi di azoto, ossidi di zolfo, ammoniaca e composti organici volatili). Il valore limite annuale del PM2,5 (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) è stato superato in quattro stazioni pari all'1,3% dei casi. Risulta tuttavia superato, nella maggior parte delle stazioni di monitoraggio, il valore di riferimento annuale dell'OMS (99,7% dei casi) che nelle nuove linee guida aggiornate è stato ridotto a 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (il valore di riferimento precedente era pari a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

PM 2,5: percentuale delle stazioni di monitoraggio che nel 2022 hanno superato il limite di Legge



PM 2,5 - Stazioni di monitoraggio e superamenti del valore limite annuale per la protezione della salute (2022)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati SNPA

Il valore di riferimento annuale dell'OMS, che è molto più rigoroso degli standard fissati dalla normativa vigente e si basa su quanto è ritenuto necessario per garantire la protezione della salute umana, è superato nella quasi totalità delle stazioni di monitoraggio (99,7%). In particolare, valori medi annui superiori a 15 µg/m³ sono stati registrati prevalentemente nelle regioni del bacino padano (Piemonte, Lombardia, Veneto ed Emilia-Romagna) e in Campania.

Tali valori interessano anche, con diffusione spaziale minore, la provincia di Trento, il Friuli Venezia Giulia (provincia di Udine e Pordenone), la Liguria (provincia di Savona e Genova), la Toscana (in provincia di Lucca, Pistoia e Prato), l'Umbria, le Marche, il Lazio (a Roma e nella zona della Valle del Sacco), il Molise (la provincia di Isernia) e la Puglia (Brindisi); in questi casi i superamenti ai 15 µg/m³ sono per lo più limitati a specifiche aree dove esistono localmente fonti emissive significative e/o condizioni meteorologiche che favoriscono l'accumulo degli inquinanti.

ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE AL PM 2,5

Autori: Alessandra Gaeta¹, Massimo Stafoggia², Federica Nobile², Massimiliano Bultrini¹, Simona Buscemi¹, Giorgio Cattani¹, Maria Antonietta Reatini¹

¹ISPR

²Dipartimento di Epidemiologia del Servizio Sanitario Regionale-Regione Lazio ASL Roma 1

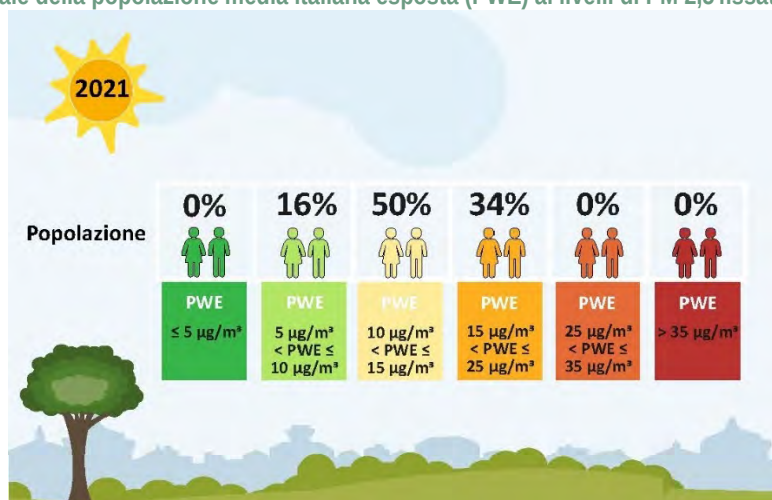
Messaggi chiave

Le stime sanitarie più accreditate attribuiscono una porzione significativa di morti premature e riduzione della speranza di vita legate all'esposizione agli inquinanti atmosferici. La valutazione dell'esposizione della popolazione e della relativa variabilità spaziale e temporale *outdoor* rappresenta un passaggio fondamentale per gli studi epidemiologici che mettono in relazione l'esposizione all'inquinamento atmosferico e gli effetti sulla salute.

Messaggi in pillole

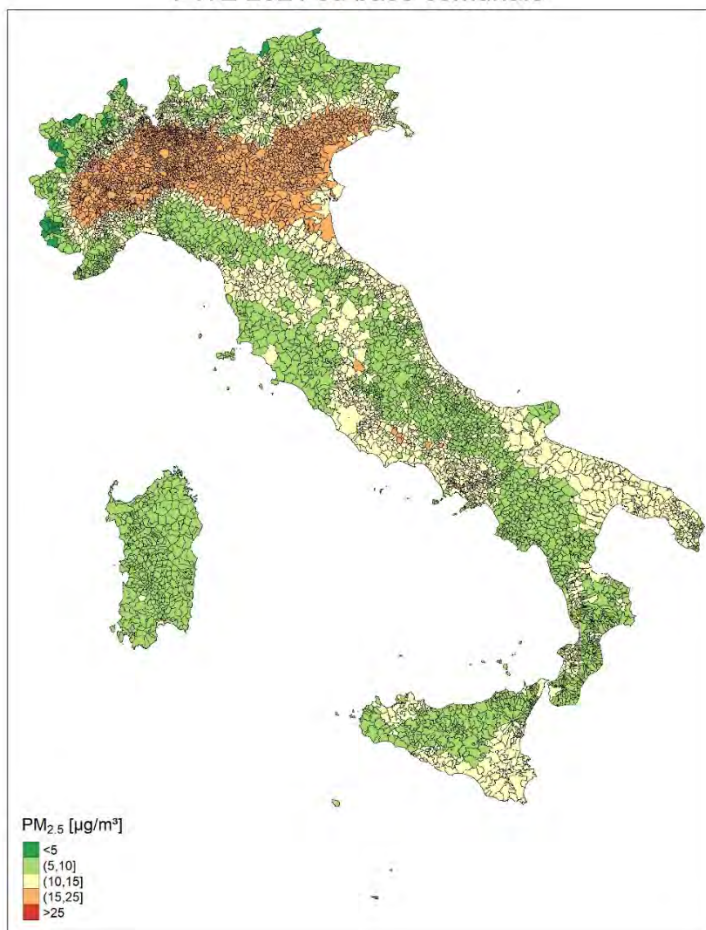
Al fine di stimare livelli medi giornalieri di PM 2,5 sull'intero territorio italiano è stato sviluppato e validato un modello alla risoluzione di 1km² basato su un algoritmo di *machine learning*, il *random forest*, mettendo in relazione le concentrazioni giornaliere misurate nelle stazioni di monitoraggio con predittori spaziali (densità di popolazione, rete stradale, copertura del suolo, altitudine, ecc.) e spazio-temporali (modelli di dispersione, variabili meteorologiche). L'esposizione media annuale della popolazione è stata calcolata pesando le concentrazioni stimate a livello di singola cella di 1 km² per la popolazione residente all'interno della cella stessa (*Population Weighted Exposure*, PWE). Dal 2016 al 2021, si registra, nel complesso, una tendenza dei valori della PWE alla diminuzione, con la sola eccezione del 2017, anno in cui si osserva un valore medio più elevato (16 µg/m³). La media nazionale, infatti, passa da 15 µg/m³ nel 2016 a 13 µg/m³ nel 2021, facendo registrare una riduzione pari al 13%. Il periodo investigato comunque è troppo breve per poter stimare un trend e la sua significatività statistica, che quindi è non definibile e appare evidente, nella maggior parte dei casi, quando si analizzano i dati su un orizzonte temporale di 10 anni o più.

Percentuale della popolazione media italiana esposta (PWE) ai livelli di PM 2,5 fissati dall'OMS.



Esposizione media al PM_{2,5} pesata per la popolazione su base comunale (2021).

PWE 2021 su base comunale



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati del Dipartimento di epidemiologia del servizio sanitario regionale del Lazio

Nel 2021, il 100% della popolazione è stato esposto a livelli superiori al valore guida dell'OMS ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$); l'84% (residente nel 61% dei comuni) risulta esposto a livelli superiori all'interim target IT 4 ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$); il 34% (residente nel 28% dei comuni) della popolazione è stato esposto a livelli superiori all'IT3 ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$). In quest'ultimo caso la popolazione esposta è concentrata principalmente nell'area padana, interessando Lombardia, Veneto, Piemonte ed Emilia-Romagna. In nessun comune si sono registrati livelli di PWE superiore all'IT2 ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

La media nazionale della PWE è stata pari a $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($5 - 24 \mu\text{g}/\text{m}^3$, range minimo-massimo).

QUALITÀ DELL'ARIA: PM₁₀

Autori: Giorgio Cattani, Mariacarmela Cusano, Alessandro Di Menno di Bucchianico, Raffaella Gaddi, Alessandra Gaeta, Alessandra Galosi, Giuseppe Gandolfo, Gianluca Leone
ISPRA

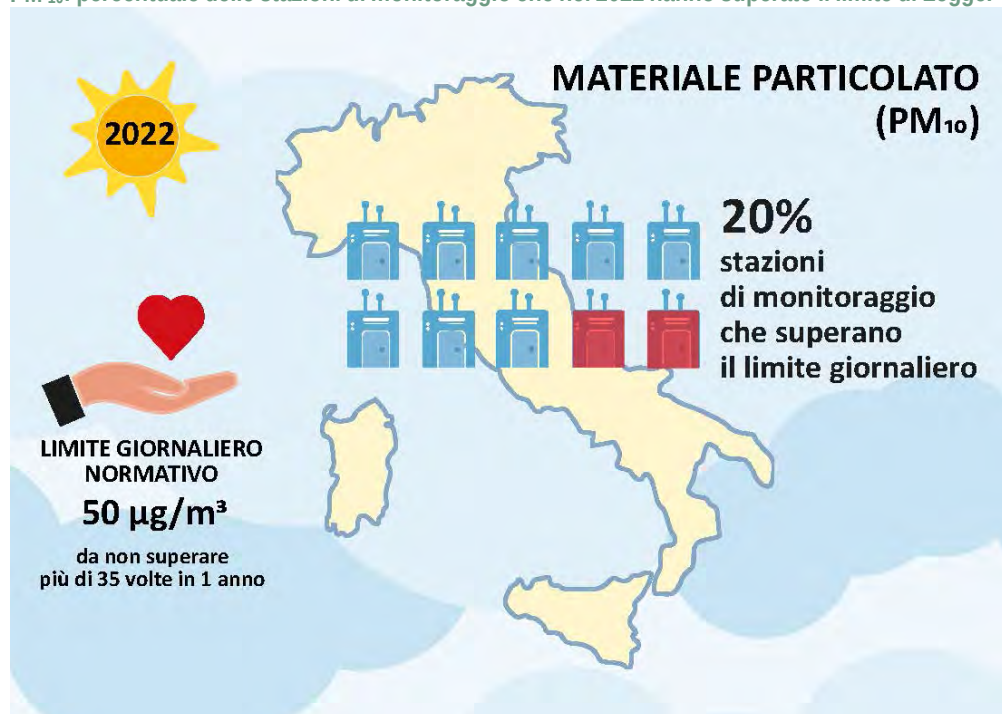
Messaggi chiave

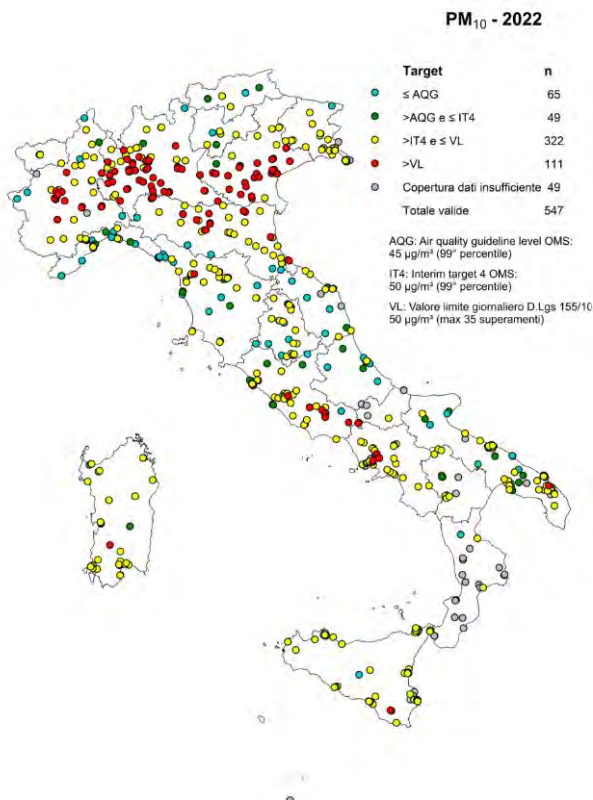
L'inquinamento atmosferico è un fattore di rischio per la salute umana e per gli ecosistemi. L'andamento delle concentrazioni del particolato PM₁₀ nel medio periodo (2013–2022) è generalmente decrescente; tuttavia, i limiti previsti dalla normativa non sono rispettati e l'obiettivo di raggiungere i livelli raccomandati dall'OMS appare lontano.

Messaggi in pillole

L'andamento decrescente dei livelli atmosferici di PM₁₀ prosegue, come risultato della riduzione congiunta delle emissioni di particolato primario e dei principali precursori del secondario (ossidi di azoto, ossidi di zolfo, ammoniaca, composti organici volatili). Tuttavia, in riferimento all'esposizione al valore limite giornaliero, oltre al lontanissimo obiettivo di raggiungere i livelli raccomandati dall'OMS (nell'88% dei casi si registrano superamenti della soglia di 45 µg/m³ da registrarsi al 99° percentile delle medie giornaliere di un anno), anche rispettare l'obiettivo previsto dalla normativa (non più di 35 superamenti della soglia di 50 µg/m³ in un anno) su tutto il territorio nazionale sembra piuttosto difficile: nel 2022 non è stato rispettato nel 20% dei casi.

PM₁₀: percentuale delle stazioni di monitoraggio che nel 2022 hanno superato il limite di Legge.



PM₁₀ Stazioni di monitoraggio e superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute (2022)

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati SNPA

Legenda: AQG - Air Quality Guideline Levels OMS: 45 µg/m³, 99° percentile; IT4 - Interim Target 4 OMS: 50 µg/m³, 99° percentile; VL - Valore Limite per la protezione della salute umana D.Lgs.155/2010: 50 µg/m³, da non superare più di 35 volte per anno civile

I superamenti del valore limite giornaliero sono stati numerosi e diffusi nelle regioni del bacino padano sia negli agglomerati che nelle zone pianeggianti suburbane e rurali.

Come noto, nel bacino padano esistono condizioni meteorologiche e orografiche uniche, anche rispetto al contesto europeo, che favoriscono, in particolare nei mesi invernali, l'accumulo degli inquinanti in atmosfera e i processi chimico-fisici che determinano la formazione di particolato secondario.

I superamenti interessano anche, con frequenza e diffusione spaziale minore, il Friuli Venezia Giulia (zona di Pordenone), la Toscana (provincia di Lucca), il Lazio (Roma e la zona della Valle del Sacco), il Molise (la provincia di Isernia), la Sicilia (Catania) e la Sardegna (Sud Sardegna); in questi casi i superamenti sono per lo più limitati a specifiche aree dove esistono localmente fonti emmissive significative e/o condizioni meteorologiche che favoriscono l'accumulo degli inquinanti.

STATO CHIMICO DELLE ACQUE SUPERFICIALI INTERNE

Autori: Silvia Iaccarino, Francesca Piva
ISPRA

Messaggi chiave

Lo stato chimico è valutato in base alle concentrazioni, nelle matrici acqua e biota, delle sostanze chimiche appartenenti all'Elenco di Priorità di tab 1/A (D.Lgs. 152/2006 ss.mm.ii), distinte in prioritarie, pericolose prioritarie e altre sostanze. Per ogni sostanza dell'Elenco di Priorità la norma italiana, in attuazione delle Direttive europee, fissa gli Standard di Qualità Ambientale (SQA) che devono essere rispettati per poter assegnare lo stato chimico buono a un corpo idrico. Lo stato chimico concorre, assieme allo stato ecologico, alla valutazione dello "stato ambientale" complessivo di ogni corpo idrico.

Messaggi in pillole

Sulla base dei dati contenuti nei Database distrettuali del Reporting WISE (aggiornamento ottobre 2022) del 3° Piano di Gestione delle Acque (PdG) (2016 - 2021), previsto ai sensi dell'art. 117 comma 2bis del D.Lgs 152/2006 è stato completato a dicembre 2021. Nei sette distretti idrografici nazionali, i corpi idrici superficiali interni identificati sono 7.225, di cui 6.878 fiumi e 348 laghi. A livello nazionale, il 78% dei fiumi è in stato chimico buono, il 13% non buono e il 9% non è stato classificato. Per i laghi, il 69% è in stato buono, il 11% non buono e il 20% non è stato classificato. Complessivamente, si registra un generale aumento, rispetto al 2° PdG, dei corpi idrici superficiali acque interne classificati in stato chimico buono e una riduzione dei corpi idrici non classificati.

Stato chimico acque interne. Anni 2016-2021

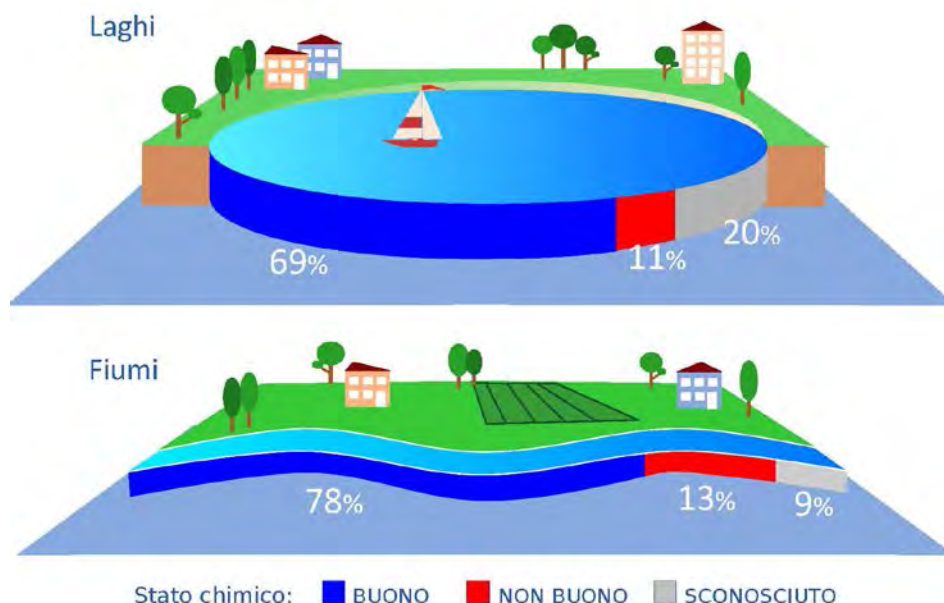
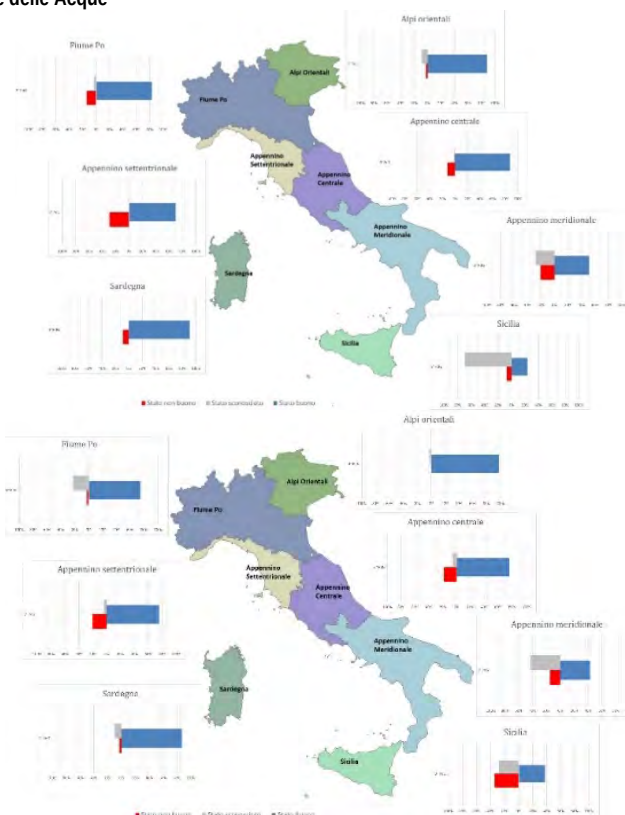


Figura: Stato chimico dei corpi idrici superficiali per distretto idrografico- fiumi (sx) e laghi (dx) - 3° ciclo (2016-2021) dei Piani di Gestione delle Acque



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati reporting WISE 2022 (aggiornamento ottobre 2022)

A livello nazionale, per quanto riguarda i fiumi, si registra un aumento, rispetto al 2° PdG, dei corpi idrici classificati in stato chimico buono, che salgono al 78%, mentre i corpi idrici in stato non buono si attestano al 13%. Dimezzata, invece, la percentuale di corpi idrici non classificati, che scende al 9%. Per i laghi si evidenzia una crescita netta dei corpi idrici in stato chimico buono, che raggiunge il 69%, mentre quelli in stato non buono restano sostanzialmente invariati; diminuiscono, invece, i corpi idrici non classificati (20%). Nella maggior parte dei distretti aumentano i corpi idrici fluviali in stato chimico buono rispetto al precedente sessennio, pur con percentuali di raggiungimento dell'obiettivo molto diverse tra loro. Un leggero calo si registra nei Distretti Fiume Po e Appennino Centrale, per i quali tuttavia le percentuali di corpi idrici che raggiungono l'obiettivo risultano comunque superiori alla media nazionale, attestandosi, rispettivamente, all'83% e 87%. Il miglioramento più marcato si registra nel Distretto Sardegna: 91% dei fiumi raggiunge lo stato chimico buono, con la totalità dei corpi idrici classificati. Nei Distretti Appennino Meridionale e Sicilia, le percentuali dei corpi idrici in stato buono restano inferiori alla media nazionale, 23% e 51%, ma si evidenzia un significativo aumento dei corpi idrici classificati rispetto al precedente ciclo di gestione. Per quanto riguarda i laghi, aumentano sensibilmente i corpi idrici in stato chimico buono in quasi tutti i distretti, con percentuali che raggiungono l'87% nel Distretto Sardegna e il 97% in quello delle Alpi Orientali. Nei Distretti Sicilia e Appennino Meridionale, invece, i corpi idrici che raggiungono l'obiettivo non superano il 40-45%, ma si è comunque ridotta significativamente la percentuale di laghi non classificati.

STATO ECOLOGICO DELLE ACQUE SUPERFICIALI INTERNE

Autori: Silvia Iaccarino, Francesca Piva
ISPRA

Messaggi chiave

Lo stato ecologico si basa sulla valutazione degli Elementi di Qualità Biologica (EQB), da monitorare nei corpi idrici, selezionati in base all'analisi delle pressioni e degli impatti, supportati dalle caratteristiche fisico-chimiche della colonna d'acqua, dagli elementi chimici (inquinanti specifici) e dalle caratteristiche idromorfologiche del corpo idrico. Gli EQB monitorati nelle acque superficiali interne sono: macrobenthos, macrofite, fauna ittica e il fitobenthos (diatomee) nei fiumi, il fitoplancton nei laghi.

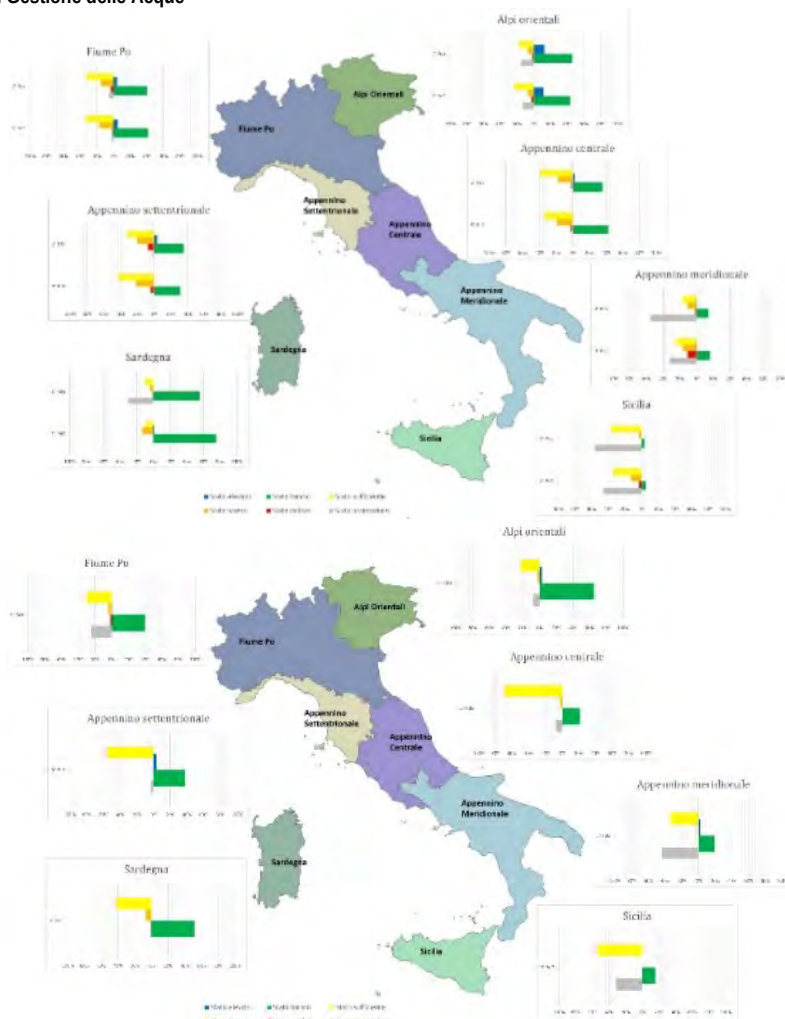
Messaggi in pillole

Sulla base dei dati contenuti nei Database distrettuali del Reporting WISE (aggiornamento ottobre 2022) del 3° Piano di Gestione delle Acque (PdG) (2016 - 2021), nei sette distretti idrografici nazionali, i corpi idrici superficiali interni identificati sono 7.226, di cui 6.878 fiumi e 348 laghi. La Direttiva 2000/60/CE (recepita in Italia con il D.Lgs. 152/2006) impone il raggiungimento del "buono" stato di qualità dei corpi idrici che è dato dalla valutazione dello stato ecologico e dello stato chimico. A livello nazionale, lo stato ecologico delle acque superficiali interne – fiumi e laghi – raggiunge l'obiettivo buono e superiore per il 43% dei corpi idrici, mentre il 10% dei corpi idrici è ancora in stato sconosciuto. In generale lo stato ecologico non differisce molto dal precedente ciclo di gestione se non per la percentuale di laghi in stato buono, aumentata dal 17% al 35%.

Stato ecologico delle acque superficiali interne. Anni 2016-2021



Figura: Stato ecologico dei corpi idrici superficiali per distretto idrografico - fiumi (sx) e laghi (dx) - 3° ciclo (2016-2021) dei Piani di Gestione delle Acque



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati reporting WISE 2022 (aggiornamento ottobre 2022)

I dati di classificazione contenuti nel 3° PdG mostrano che lo stato ecologico dei fiumi non si differenzia di molto rispetto al 2°PdG, per tutti i Distretti tranne che per la Sardegna, dove si ha un aumento della percentuale di corpi idrici in stato buono che passa dal 55% al 76%. Per quanto riguarda i laghi, invece, si rileva un aumento dei corpi idrici che hanno raggiunto l'obiettivo buono e superiore in quasi tutti i Distretti, anche se le percentuali sono ancora basse, tranne per il Distretto Alpi Orientali (68%) e il Distretto Sardegna che passa dal 9% del 2° PdG al 52% del 3° PdG. Da considerare anche che il numero dei corpi idrici è cambiato tra il 2° e il 3° ciclo di gestione, in particolare per i fiumi: infatti, si avevano 7.493 corpi idrici nel 2° PdG a fronte dei 6.878 del 3° PdG. Per quanto riguarda i laghi il numero di corpi idrici è aumentato di uno (348) nel 3° PdG. Con la Legge 221/2015 sono stati ridefiniti i limiti dei Distretti Idrografici e quindi per operare un confronto tra 2° e 3° ciclo del PdG, i corpi idrici del 2° ciclo sono stati assegnati ai Distretti secondo la nuova perimetrazione.



STATO CHIMICO DELLE ACQUE SOTTERRANEE (SCAS)

Autori: Silvia Iaccarino, Francesca Piva
ISPRA

Messaggi chiave:

L'indicatore di Stato Chimico delle Acque Sotterranee (SCAS) fornisce una valutazione della qualità chimica dei corpi idrici sotterranei italiani in base al confronto delle concentrazioni di alcuni inquinanti rispetto agli Standard di Qualità Ambientale e ai Valori Soglia delle tabelle 2 e 3 del DM 6/7/2016. A seconda se vengono rispettati o meno i limiti di concentrazione tabellari, lo stato chimico di un corpo idrico può risultare in stato buono o scarso e concorre, insieme allo stato quantitativo, a definire lo stato complessivo dei corpi idrici sotterranei.

Messaggi in pillole

A livello nazionale, nel sessennio di classificazione 2016-2021, inerente al 3° Piano di Gestione delle acque (PdG), si evidenzia un aumento dei corpi idrici sotterranei classificati in stato chimico buono, che raggiungono il 70% del totale (rispetto al 58% del 2° PdG), con una percentuale di corpi idrici in stato scarso del 27%. A livello di distretto si rilevano percentuali variabili di raggiungimento del buono stato, ma in generale aumento rispetto al precedente PdG.

Stato chimico delle acque sotterranee. Anni 2016-2021

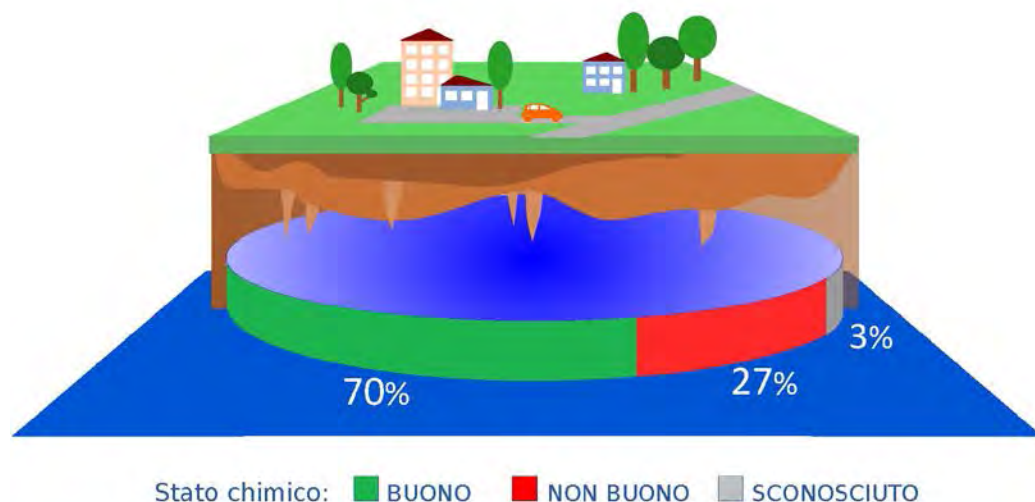
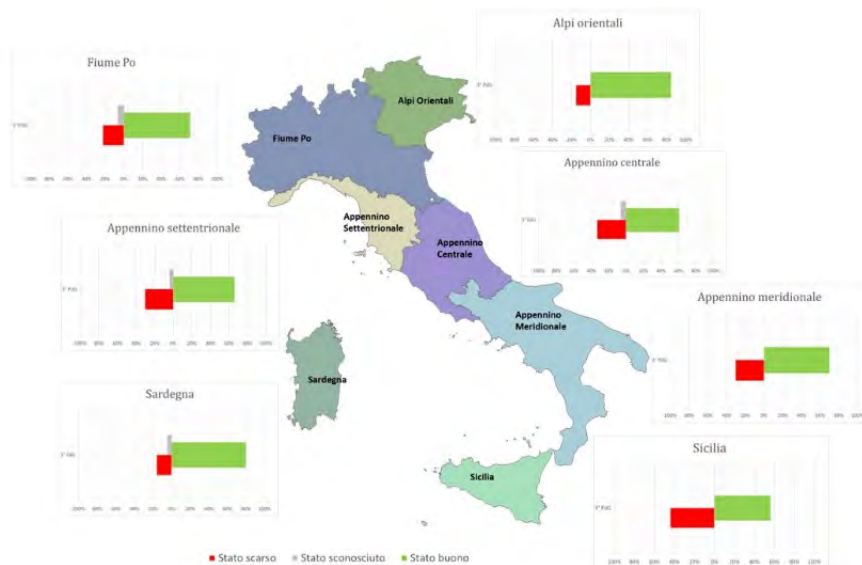


Figura: Stato chimico dei corpi idrici sotterranei per distretto idrografico - 3° ciclo (2016-2021) dei Piani di Gestione delle Acque



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Reporting WISE 2022 (aggiornamento ottobre 2022)

A livello nazionale, nel sessennio di classificazione 2016-2021, inerente il 3° PdG (dati reporting WISE aggiornati a ottobre 2022), l'obiettivo del buono stato chimico è raggiunto da 708 corpi idrici sotterranei su 1.009 totali. Rispetto al ciclo precedente, si evidenzia un aumento dei corpi idrici sotterranei classificati in stato chimico buono, che raggiungono il 70% del totale (rispetto al 58% del 2° PdG), con una percentuale di corpi idrici in stato scarso del 27% e un'esigua percentuale di corpi idrici ancora non classificati. A livello di distretto, le percentuali di corpi idrici sotterranei che raggiungono lo stato chimico buono variano dal 56%, registrato nel Distretto Sicilia, all'85%, nel Distretto Alpi Orientali. Si evidenzia un generale aumento di corpi idrici in stato chimico buono rispetto al precedente PdG. Nei Distretti Alpi Orientali, Fiume Po, Appennino Meridionale e Sardegna si rilevano percentuali di raggiungimento dell'obiettivo pari o superiori alla media nazionale. La percentuale di corpi idrici sotterranei in stato chimico scarso è variabile tra distretti ed è compresa tra il 15% e il 33% del totale, a eccezione del Distretto Sicilia dove risulta pari al 44%. Si evidenzia, tuttavia, che la classificazione è stata estesa alla maggior parte dei corpi idrici sotterranei, con percentuali di corpi idrici non classificati in netta riduzione in quasi tutti i distretti e la totalità di corpi idrici classificati nei Distretti Alpi Orientali, Appennino Meridionale e Sicilia.

STATO ECOLOGICO DELLE ACQUE MARINO COSTIERE

Autori: Silvia Iaccarino, Marina Penna
ISPRA

Messaggi chiave:

La definizione dello stato ecologico delle acque marino-costiere si basa sulla valutazione dello stato di qualità della flora acquatica e dei macroinvertebrati bentonici supportati dalle caratteristiche fisico-chimiche della colonna d'acqua e dalle caratteristiche idromorfologiche del corpo idrico, sulla base di metodiche condivise da tutti i Distretti idrografici e a livello europeo. È assegnato in base al più basso dei valori di classificazione degli EQB (fitoplancton, macroinvertebrati bentonici, macroalghe e angiosperme), selezionati in base all'analisi delle pressioni, secondo il principio del "one out - all out", sintetizzato, poi, attraverso un giudizio basato su cinque classi di qualità: "elevato", "buono", "sufficiente", "scarso" e "cattivo".

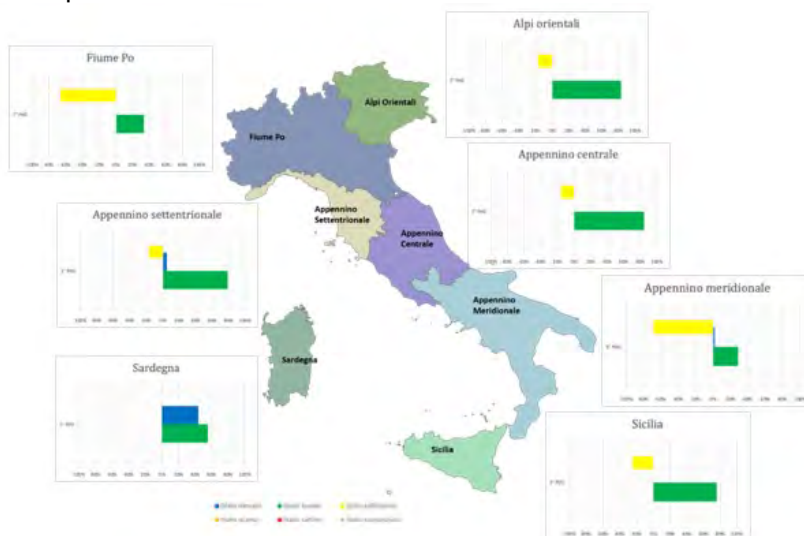
Messaggi in pillole

In base all'analisi dei dati riportati dai Distretti nel 3° Reporting alla Commissione europea relativo al sessennio 2016-2021 (3° Piano di Gestione delle Acque – PdG - aggiornamento ottobre 2022), lo stato ecologico delle acque marino costiere italiane risulta eterogeneo. A livello nazionale i corpi idrici in stato ecologico buono ed elevato sono più del 60% del totale (291 corpi idrici su 394 totali). Dal confronto tra i dati del 2° PdG (2010-2015) e del 3° PdG, si rileva un aumento dei corpi idrici nello stato ecologico buono ed elevato, che passano dal 55% al 66%.

Stato ecologico delle acque marino costiere. Anni 2016-2021



Figura: Stato ecologico dei corpi idrici marino costieri per distretto idrografico - 3° ciclo (2016-2021) dei Piani di Gestione delle Acque



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Reporting WISE 2022 (aggiornamento ottobre 2022)

L'analisi delle acque marino costiere a livello nazionale mostra che i corpi idrici in stato ecologico buono ed elevato sono più del 66% (291 corpi idrici su 394 totali), pertanto si sta avvicinando l'obiettivo previsto dalla normativa vigente. I Distretti delle Alpi Orientali, Appennino Settentrionale, Appennino Centrale, Sicilia e Sardegna presentano una percentuale di corpi idrici in stato buono ed elevato maggiore o uguale al 70%. Il Distretto della Sardegna è quello con la percentuale più alta di corpi idrici in stato ecologico elevato (44%), mentre il Distretto del Fiume Po e dell'Appennino Meridionale hanno rispettivamente il 67% (2 corpi idrici su 3 totali) e il 69% (100 corpi idrici su 145 totali) in stato ecologico sufficiente. Tale indicatore intercetta il traguardo 14.1 dell'SDG 14, cioè quello di prevenire e ridurre entro il 2025 in modo significativo ogni forma di inquinamento marino, in particolar modo quello derivante da attività esercitate sulla terraferma.

SUPERFICIE NAZIONALE AD AGRICOLTURA BIOLOGICA

Autori: Roberto Daffinà, Alessandra Galosi, Valerio Silli
ISPRA

Messaggi chiave

L'analisi della evoluzione delle superfici agricole con metodi di produzione biologica consente di conoscere la diffusione sul territorio delle pratiche colturali agronomiche più idonee a garantire un buon livello di qualità ambientale e di biodiversità, la salubrità degli alimenti e il benessere degli animali da allevamento.

L'obiettivo nazionale del 25% della superficie a biologico entro il 2027, definito nel Piano Strategico Nazionale Politica Agricola Comune 2023 - 2027, si caratterizza per essere più ambizioso rispetto all'analogo obiettivo europeo (definito dalla *Strategia Farm to Fork*), fissato al 2030.

Messaggi in pillole

Nel 2022, il SINAB (Sistema di Informazione Nazionale sull'Agricoltura Biologica) indica che l'agricoltura biologica in Italia ha raggiunto una superficie coltivata di 2.349.880 ettari, coinvolgendo circa 92,8 mila operatori biologici. Il biologico interessa il 18,7% della superficie agricola utilizzata (SAU) e il 7,3% del numero di aziende agricole (Censimento ISTAT 2020). Negli ultimi 32 anni l'andamento è stato crescente sia in termini di operatori sia di superficie coltivata, in controtendenza rispetto allo storico declino della superficie agricola utilizzata in Italia.

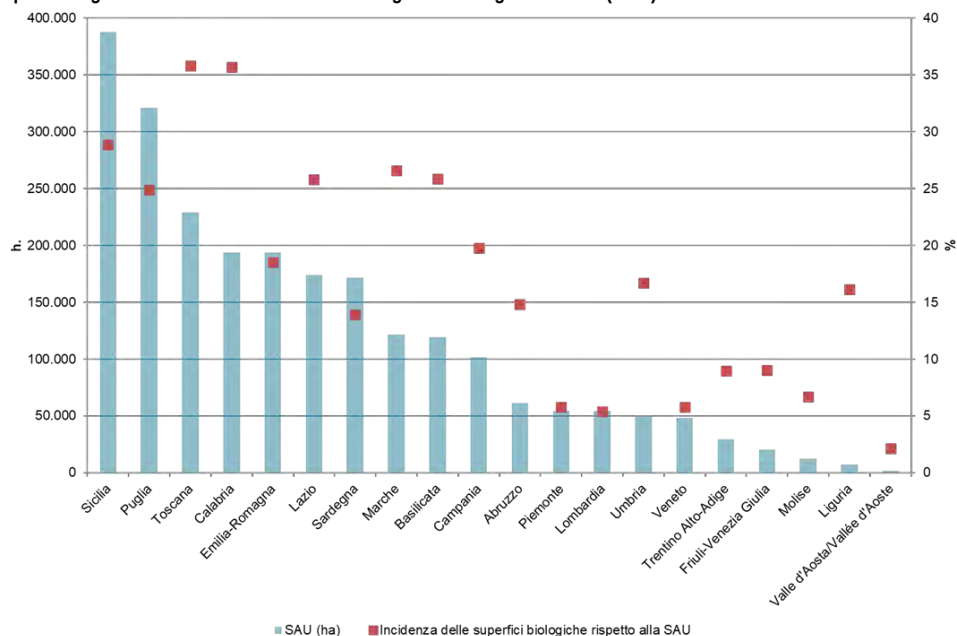
A livello europeo, l'Italia è tra gli stati membri più virtuosi: la superficie agricola biologica complessiva dell'UE27 è circa il 10% della SAU.

Agricoltura biologica: superficie coltivata e operatori. Anno 2022



Legenda: pp = punti percentuali

Superficie agricola utilizzata con il metodo biologico nelle regioni italiane (2022)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati MiPAAF (SINAB) e ISTAT

Nel complesso, l'agricoltura biologica italiana si concentra prevalentemente in cinque regioni: Sicilia, Puglia, Toscana, Calabria ed Emilia-Romagna, che vanno a rappresentare, nell'ordine, il 56% della superficie agricola biologica nazionale e il 54% degli operatori biologici. In particolare, le regioni: Toscana, Calabria, Sicilia, Marche, Basilicata e Lazio hanno già convertito almeno il 25% delle superfici agricole al regime di produzione biologica. Per quanto riguarda le tipologie di colture, i prati e i pascoli, le colture foraggere destinate agli animali e i cereali rappresentano i principali orientamenti produttivi del biologico.

Le superfici biologiche aumentano, nel 2022, di oltre 163 mila ettari rispetto al 2021. Il quadro nazionale però non è omogeneo tra le diverse regioni. In alcuni territori come il Trentino-Alto Adige (+25,4% rispetto al 2021), la Sicilia (+22,5%) e la Liguria (+19,9%) le superfici biologiche crescono notevolmente mentre al contrario, gli ettari coltivati in biologico diminuiscono di oltre il 2% fino al 5%, in Molise, Basilicata, Umbria, e Friuli-Venezia Giulia. Da un approfondimento, emerge come queste dinamiche siano legate alla durata e alla natura degli impegni agroambientali dei PSR 2014-2020.



SORGENTI DI RUMORE CONTROLLATE

Autori: Simona Buscemi, Cristina Frizza, Francesca Sacchetti
ISPRA

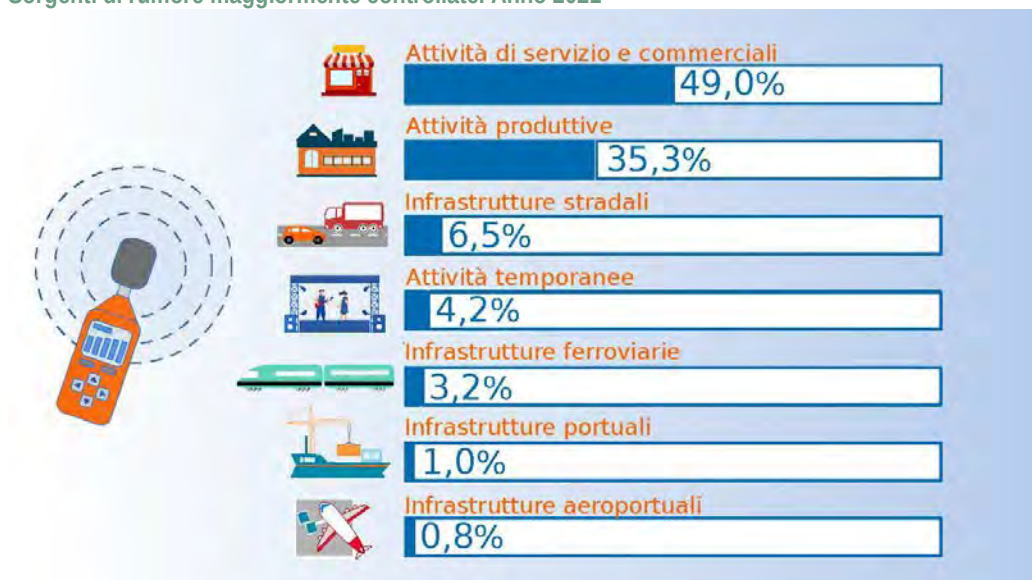
Messaggi chiave

Il rumore prodotto dal traffico, dalle industrie e da altre attività antropiche costituisce uno dei principali problemi ambientali e può provocare diversi disturbi alla popolazione. Per il contenimento dell'inquinamento acustico e quindi la regolamentazione delle sorgenti, la normativa nazionale sul rumore (LQ 47/95 e decreti attuativi) ha definito, per le diverse tipologie di sorgenti, valori limiti assoluti (di immissione e di emissione) per l'ambiente esterno (in allineamento a quanto disposto dalla classificazione acustica del territorio comunale) e limiti differenziali, per l'interno degli ambienti abitativi.

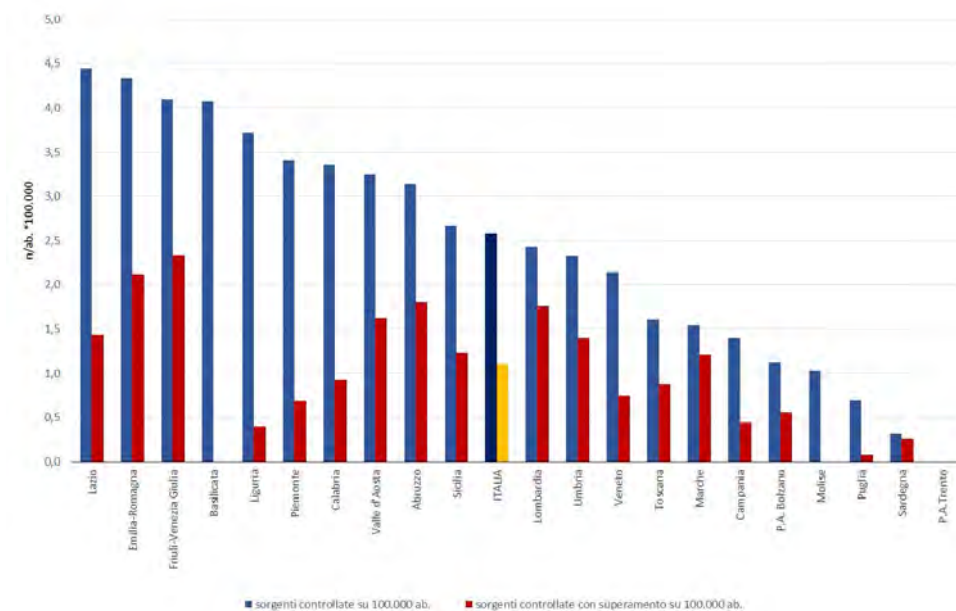
Messaggi in pillole

Le sorgenti maggiormente controllate risultano, in linea con quanto riscontrato negli anni passati, anche per il 2021, le attività di servizio e/o commerciali (49% sul totale delle sorgenti controllate), seguite dalle attività produttive (35,3%). Tra le infrastrutture di trasporto, che rappresentano l'11,5% delle sorgenti controllate, le strade sono quelle più controllate (6,5%). Nel 2021, la percentuale delle sorgenti per le quali si rilevano superamenti dei limiti normativi è significativa (42,7%), superiore a quella riscontrata nel 2020 (+5,3 punti percentuali), ma simile a quella degli anni passati (45,7% nel 2019, 43,5% nel 2018, 40,6% nel 2016, 45,9% nel 2015 e 46,3% nel 2014, solo nel 2017 tale percentuale era scesa al 32,1%). L'incidenza sul territorio delle sorgenti controllate su 100.000 abitanti, nel 2021, è pari a 2,6, come nel 2020, ma inferiore a quella degli anni passati (3,7 nel 2019, 4,2 nel 2018, 5,1 nel 2017 e 4,6 nel 2016).

Sorgenti di rumore maggiormente controllate. Anno 2021



Numero di sorgenti controllate e di sorgenti controllate con superamento su 100.000 abitanti (2021)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA e ISTAT

Nel 2021, sono state controllate da parte delle ARPA/APPA 1.519 sorgenti di rumore, di cui 1.359 controllate a seguito di esposto; nel 42,7% delle sorgenti controllate è stato rilevato almeno un superamento dei limiti normativi, che evidenzia come l'inquinamento acustico sia un problema ambientale rilevante. I dati rilevati nel 2021 risentono, come nel 2020, della chiusura in alcuni periodi dell'anno di molte attività e della relativa contrazione delle attività di controllo a causa dell'emergenza sanitaria da Covid-19.

Nel 2021 si segnala un'incidenza sul territorio nazionale di 2,6 sorgenti controllate su 100.000 abitanti e su 1,1 sorgenti controllate (ogni 100.000 abitanti) è stato riscontrato almeno un superamento dei limiti normativi, incidenza pari a quella riscontrata nel 2020.

Le regioni in cui l'incidenza delle sorgenti controllate risulta superiore al dato medio nazionale sono: Lazio (4,4), Emilia-Romagna (4,3), Friuli Venezia Giulia e Basilicata (4,1), Liguria (3,7), Piemonte e Calabria (3,4), Valle d'Aosta (3,2), Abruzzo (3,1) e Sicilia (2,7); mentre quelle con valori significativamente inferiori sono Sardegna (0,3), Puglia (0,7), Molise (1,0) e Provincia autonoma di Bolzano (1,1). Non si hanno informazioni sui controlli effettuati nel 2021 nella provincia autonoma di Trento.

AREE TERRESTRI E MARINE PROTETTE DESIGNATE

Autori: Luca Segazzi, Stefania Ercole
ISPRA

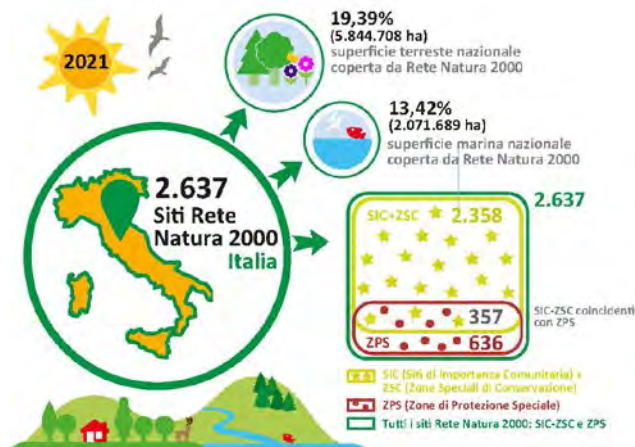
Messaggi chiave

L'Italia aderisce a numerose convenzioni e accordi internazionali per la tutela della biodiversità ed è impegnata nell'attuazione di direttive comunitarie, come le Direttive Habitat e Uccelli e la Direttiva Quadro sulla Strategia Marina, oltre che nel monitoraggio del raggiungimento degli obiettivi della Strategia Europea per la Biodiversità 2030 (SEB 2030). Il sistema delle aree di tutela ambientale nel nostro Paese è formato dall'integrazione e sovrapposizione delle Aree protette nazionali e regionali e della Rete Natura 2000, rete ecologica diffusa sul territorio dell'Unione Europea, istituita per garantire il mantenimento a lungo termine degli habitat e delle specie di flora e fauna minacciati o rari a livello comunitario.

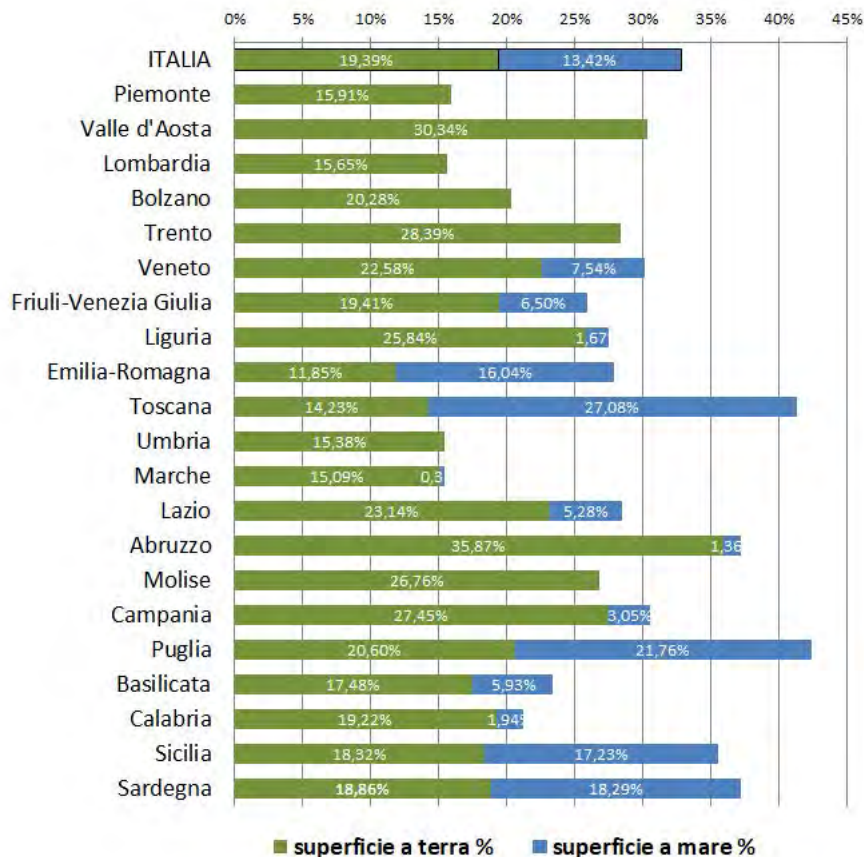
Messaggi in pillole

In Italia, ad oggi, la copertura nazionale di superficie protetta, al netto delle sovrapposizioni tra aree protette e siti Natura2000, è di circa 3.920.174 ettari a mare, pari all'11,2% delle acque territoriali e ZPE (Zone di Protezione Ecologica) italiane, e di circa 6.530.473 a terra, pari al 21,7% del territorio italiano. In base a questi dati, per il raggiungimento dal target del 30% fissato dalla SEB 2030, vi è uno scarto di un ulteriore 19% di superficie marina da sottoporre a tutela e di circa l'8% per la parte terrestre, ma si ricorda che un incremento delle superfici già protette potrà essere conteggiato quando verrà approvato il nuovo EUAP (Elenco Ufficiale delle Aree naturali Protette) e quando verranno incluse le aree considerate OECM (Other Effective area based Conservation Measures). La Rete Natura 2000 include Zone di Protezione Speciale (ZPS), Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e Zone Speciali di Conservazione (ZSC) ed è costituita da 2.637 siti, per una superficie totale, al netto delle sovrapposizioni, di 5.844.708 ettari a terra, pari al 19,4% del territorio nazionale e una superficie a mare di 2.071.689 ettari pari al 13,4% delle acque (dati aggiornati al dicembre 2021). Sono state designate complessivamente 636 ZPS e 2.358 SIC-ZSC (di cui 357 di tipo C, ovvero SIC-ZSC coincidenti con ZPS).

Biodiversità: Aree protette e Rete Natura2000



Estensione regionale della superficie a terra e a mare della Rete Natura 2000 (% calcolate rispetto ai territori/acque regionali), al netto delle sovrapposizioni fra SIC-ZSC e ZPS (agg. dicembre 2021)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati MASE

Le percentuali di copertura della Rete Natura 2000 nelle diverse regioni e province autonome sono piuttosto eterogenee e oscillano dal 12% (Emilia-Romagna) al 36% (Abruzzo) per le superfici a terra e da valori inferiori all'1% (Marche) al 27% (Toscana) per le superfici a mare.

La Lombardia, con 246 siti, copre il 15,65% del proprio territorio.

La Valle d'Aosta, con 30 siti, copre il 30,34% del proprio territorio.

Laddove i siti ricadono in più regioni, è stata attribuita a ciascuna la parte effettivamente ricadente nel proprio territorio.

Numero ed estensione dei siti sono stati calcolati escludendo le sovrapposizioni fra i SIC-ZSC e le ZPS. Si ricorda che una parte dei siti Natura 2000 ricadono all'interno di aree protette o, talvolta, si sovrappongono parzialmente a esse.

Il solo dato di superficie protetta non permette di valutare l'effettiva efficacia nella tutela della biodiversità di tutte queste aree; in tal senso, per rendere veramente efficace il sistema delle aree protette nazionali e regionali e della Rete Natura 2000 a terra e a mare, sono fondamentali la *governance* e gli strumenti di gestione.

CONSUMO DI SUOLO

Autori: Marco Di Leginio, Giovanni Finocchiaro
ISPRA

Messaggi chiave

Per consumo di suolo si intende il suolo consumato a seguito di una variazione della copertura: da una copertura non artificiale a una artificiale. Il consumo di suolo netto registrato nel corso del 2022 ha riguardato circa 7.677 ettari di territorio, causando la perdita spesso irreversibile di aree naturali semi-naturali e agricole e dei loro rispettivi servizi ecosistemici.

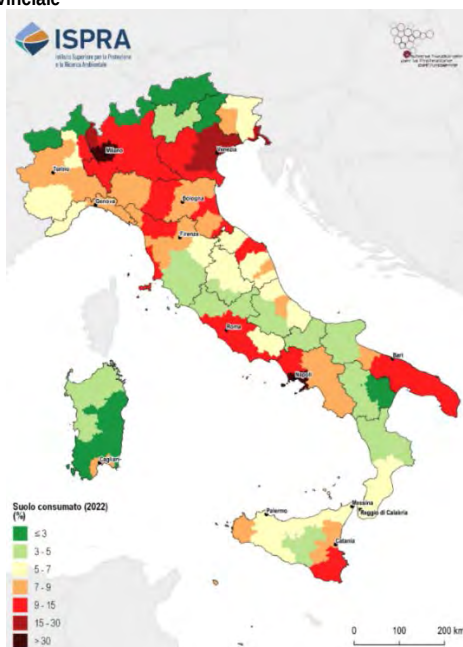
Messaggi in pillole

Dal 2006 al 2022 il consumo di suolo in Italia è aumentato di oltre 120.000 ettari, quasi il 40% dei quali concentrati prevalentemente nelle regioni del Nord in particolare Lombardia, Veneto ed Emilia-Romagna. Nell'ultimo anno, il consumo di suolo netto registrato in Italia è stato in media, oltre 21 ettari al giorno pari a 2,4 m² al secondo. Un incremento che allontana ancora di più dall'obiettivo di azzeramento del consumo netto di suolo, previsto dall'Ottavo Programma di Azione Ambientale, mostrando una preoccupante inversione di tendenza dopo i modesti segnali di rallentamento fatti registrare lo scorso anno.

Consumo di suolo in Italia. Anno 2022



Suolo consumato a livello provinciale



Fonte: Elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

In termini assoluti, in Italia sono oggi irreversibilmente persi circa 21.500 km² di suolo. Prendendo in esame le ripartizioni geografiche del territorio italiano, i valori percentuali più elevati si registrano al Nord: molte province che affacciano sulla Pianura Padana hanno ormai superato il 10% di superficie impermeabilizzata con un sensibile incremento, in termini di ettari consumati tra il 2021 e 2022, registrato soprattutto nella pianura veneta e lombarda. Nel 2022, in 14 regioni il suolo consumato supera il 5% con i valori percentuali più elevati in Lombardia, Veneto e Campania che vanno oltre il 10% di superficie regionale consumata. Seguono Emilia-Romagna, Puglia, Lazio, Friuli Venezia Giulia e Liguria, con valori sopra la media nazionale e compresi tra il 7 e il 9%. La Valle d'Aosta è la regione con la percentuale più bassa (2,15%). Naturalmente va considerata sia la diversa morfologia regionale sia la storica e peculiare evoluzione del territorio nell'interpretare la rilevanza dei valori riscontrati.

Il confronto tra ripartizioni geografiche conferma i valori più alti di suolo consumato per le due ripartizioni del Nord, peraltro le uniche ben al di sopra del valore percentuale nazionale. La densità dei cambiamenti netti fra il 2021 e il 2022, ovvero il consumo di suolo rapportato alla superficie territoriale, rende evidente il peso del Nord-Ovest che consuma 2,7 m² ogni ettaro di territorio, contro una media nazionale di 2,35 m²/ha. Tra le regioni, la densità del consumo di suolo è più alta in Campania (4,09 m²/ha), Veneto (4,03 m²/ha), Lombardia (3,8 m²/ha) e Puglia (3,71 m²/ha). Le regioni con il consumo di suolo maggiore, nel periodo 2006-2022, sono state la Lombardia (14.642 ha), la Puglia (14.314 ha), il Veneto (13.079 ha) e l'Emilia-Romagna (11.009 ha), in cui si sono concentrate oltre il 43% di tutte le trasformazioni degli ultimi 16 anni. L'intensità del consumo di suolo dal 2006, espressa in metri quadrati per ettaro, presenta una media nazionale di oltre 40 m²/ha. Le intensità maggiori si registrano in Puglia (quasi 74m²/ha), Veneto (71,33 m²/ha) e Lombardia (61,32 m²/ha).

In linea con gli altri anni, i risultati evidenziano un consumo soprattutto reversibile, essendo più del 80% dei cambiamenti interessato da cantieri e altre aree in terra battuta che in buona parte saranno probabilmente convertiti in consumo di suolo permanente nei prossimi anni.



CONTROLLI SNPA (AIA E SEVESO)

Autori: Roberto Borghesi, Fabrizio Vazzana, Tiziana Mazza
ISPRA

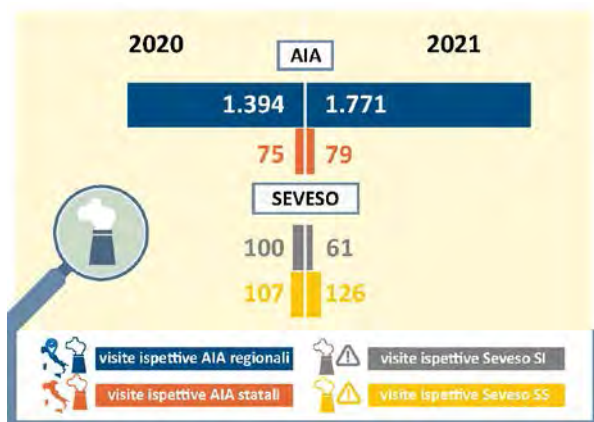
Messaggi chiave

Il “Rapporto controlli, monitoraggi e ispezioni ambientali AIA RIR del SNPA” relativo ai dati del 2021 è il risultato dell'attività di raccolta e valutazione dei dati relativi alle attività di controllo svolte a livello statale e regionale, elaborati dalla Rete dei Referenti RR TEM 07, che coinvolge l'intero Sistema delle agenzie ed ISPRA per le installazioni industriali soggette al rispetto dell'Autorizzazione Integrata Ambientale (ex art. 29-decies D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.) e presso gli stabilimenti soggetti al rispetto della Direttiva Seveso (D.Lgs. 105 del 26/6/2015).

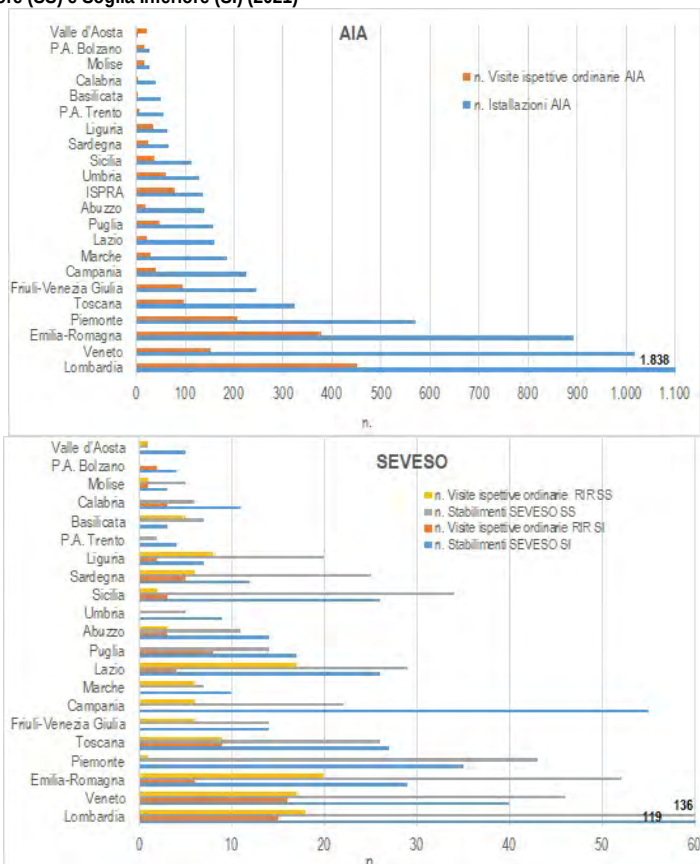
Messaggi in pillole

L'attività di controllo, effettuata nel 2021, per le installazioni assoggettate all'AIA, si attesta su un numero simile, sia per le installazioni di competenza statale, sia per quelle regionali nel suo complesso, nel rispetto della programmazione annuale. Nello specifico, a fronte di 6.463 installazioni autorizzate (137 statali e 6.326 regionali), il sistema delle agenzie a rete SNPA, con un totale di 1.850 visite ispettive (79 statali e 1.771 regionali), ha garantito il controllo di quasi il 29% degli impianti presenti sul territorio italiano. Per quanto attiene gli Stabilimenti sottoposti a normativa Seveso, il numero di stabilimenti di Soglia Superiore (SS) sono 505; quelli di Soglia Inferiore (SI) sono 470; sono state effettuate rispettivamente 126 e 61 visite ispettive ordinarie, assicurando per gli stabilimenti in SS il controllo di circa il 25% e per quelli in SI di circa il 13% degli Stabilimenti a Rischio di Incidente Rilevante (RIR). Nel 2020, nonostante la situazione di *lockdown* per la pandemia da COVID 19 (da marzo fino a giugno le attività ispettive non hanno potuto avere luogo), sono state effettuate 1.469 visite ispettive su 6.546 installazioni AIA (statali e regionali), con una percentuale di controllo pari al 22%. Le ispezioni Seveso, nel 2020, sono state 100, su 477 stabilimenti in Soglia Inferiore, e 107, su 508 stabilimenti in Soglia Superiore, con una percentuale di controllo pari al 21% in entrambi i casi. Da un confronto tra il 2020 e il 2021, si evince che le visite ispettive ordinarie presso le installazioni assoggettate ad AIA sono aumentate di circa il 26%; mentre, per quanto riguarda gli stabilimenti sottoposti alla Direttiva Seveso, per quelli in Soglia Inferiore si nota una diminuzione pari a circa il 40% delle visite ispettive, dovuta probabilmente alla lenta ripresa dei sopralluoghi post pandemia, mentre per gli Stabilimenti in Soglia Superiore si osserva un aumento del 18% di visite ispettive.

Controlli SNPA presso stabilimenti AIA e Seveso



Numero di visite ispettive ordinarie AIA e RIR e numero di installazioni assoggettate all'AIA e agli stabilimenti Seveso di Soglia Superiore (SS) e Soglia Inferiore (SI) (2021)



Fonte: ISPRA, ARPA-APPA

Premesso che la Direttiva 75/2010/CE IED *Industrial Emission Directive* prevede che i controlli presso le installazioni siano effettuate almeno ogni 3 anni, il numero delle visite ispettive ordinarie AIA regionali evidenzia come circa la metà delle regioni ha garantito il controllo su più del 30% degli impianti autorizzati presenti nei diversi territori, con rilievo per la Valle d'Aosta, la Provincia Autonoma di Bolzano, l'Emilia-Romagna e l'Umbria che superano il 40%. Tra il 30% e il 40% ricadono il Friuli-Venezia Giulia, il Piemonte, la Puglia, la Sardegna, la Sicilia e la Toscana; tra il 10% e il 30% troviamo l'Abruzzo, il Lazio, la Lombardia, la Campania, le Marche, il Veneto e la Provincia Autonoma di Trento; in Lombardia i controlli hanno riguardato il 24,5% dei 1.838 impianti con AIA regionali; tale valore è riconducibile all'elevata presenza di impianti appartenenti alla categoria 6 - All. VIII, Parte II del D.Lgs. 152/06 (quali ad esempio produzione di carta, concia delle pelli, macelli, allevamenti, ecc.), i cui controlli avvengono con minor frequenza a seguito degli esiti delle analisi di rischio più basse. Riguardo ai controlli AIA statali, ISPRA, con il supporto delle Agenzie regionali territoriali (in riferimento ex art. 29-decies c.11 D.Lgs. 152/06), con 79 visite ordinarie ha assicurato il controllo su circa il 58% degli impianti autorizzati complessivamente pari a 137. Per gli stabilimenti Seveso Soglia Superiore e Soglia Inferiore, nel complesso hanno assicurato il controllo di circa il 20% degli Stabilimenti assoggettati alla Direttiva Seveso. Tutto il sistema SNPA ha, comunque, garantito la coerenza del numero di controlli svolti con quanto programmato ad inizio anno.



COMUNICAZIONE AMBIENTALE

Autori: Carlotta Alaura¹, Alessandra Galosi², Luigi Mosca³

¹ ARPA Toscana, ² ISPRA, ³ ARPA Campania

Messaggi chiave

Con le attività di comunicazione e informazione ambientale le Agenzie declinano dati e informazioni in più dimensioni utilizzando vari canali: Web, social media, relazione con i media, urp, prodotti editoriali e convegnistica contribuiscono in modo integrato e sinergico alla diffusione dei messaggi. Tra tutti, il web è il canale principale, tutte le Agenzie presentano sul proprio sito pubblicazioni, documenti e prodotti divulgativi, aggiornamenti in tempo reale sulle proprie attività indirizzati alle comunità di riferimento e alle testate giornalistiche presenti sul territorio: nel 2022 sui siti Web del Sistema Nazionale per la protezione Ambientale sono state pubblicate 4.077 notizie, 241 report ambientali e 730 comunicati stampa.

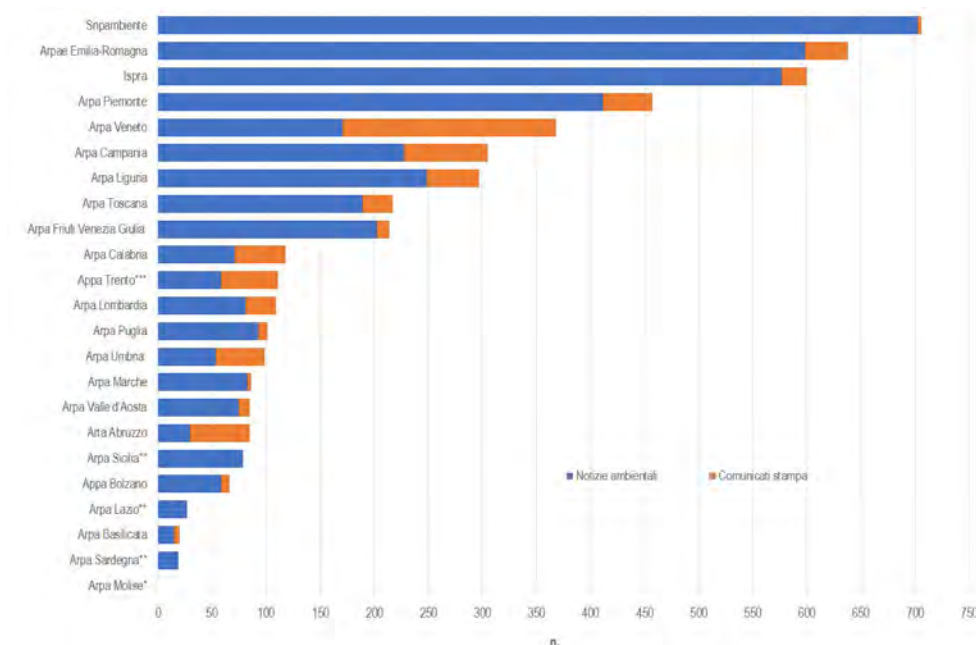
Messaggi in pillole

Si diffonde in modo crescente l'uso dei social media all'interno del SNPA. I social media, rappresentano ancora oggi il modo più immediato per comunicare e informare il vasto pubblico, pertanto è interessante notare come, alla presenza su Twitter e Facebook, le Agenzie stiano affiancando anche altri social, in particolare LinkedIn (11 account nel 2022) ma anche piattaforme maggiormente orientate a contenuti audiovisivi come YouTube (17 account) e Instagram (7 account).

SNPA e social media. Anno 2022



Comunicati stampa e notizie ambientali pubblicati on-line dalle componenti del SNPA



Legenda:

* dati non disponibili

** Agenzia priva di un proprio ufficio stampa

***Agenzia priva di un proprio ufficio stampa; i comunicati vengono diffusi attraverso gli uffici della Provincia autonoma

Fonte: SNPA

Come contributo alla diffusione della conoscenza ambientale, per una divulgazione capillare dell'informazione, tutte le Agenzie presentano sul sito Web notizie, pubblicazioni e prodotti divulgativi. In dettaglio, il SNPA nel 2022 ha diffuso *online* oltre 4.800 notizie/comunicati stampa e 241 report (dato aggregato degli strumenti integrati di Sistema e di quelli dei singoli componenti). Il grafico soprastante mostra una notevole varietà nel numero di notizie e comunicati ambientali pubblicati dalle diverse Agenzie e mostra, tra le più attive per le notizie, oltre a SNPA, l'ARPAE Emilia-Romagna e ISPRA.

Per quanto riguarda la diffusione di Report, dall'indagine annualmente finalizzata a monitorare la comunicazione/informazione nell'ambito del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, emerge che spicca l'ISPRA con 58 pubblicazioni, seguita da ARPAE Emilia-Romagna e ARPA Puglia. Da tenere presente che i valori registrati dalle singole Agenzie possono essere influenzati sensibilmente dagli eventi ambientali occorsi nell'anno e nel territorio preso a riferimento per la rilevazione. Nelle attività delle singole Agenzie persiste, poi, una certa disomogeneità, legata alla tipologia di servizi informativi erogati, alle problematiche ambientali del territorio e all'occorrenza di manifestazioni convegnistiche/fieristiche con rilevanza ambientale.

Dal punto di vista qualitativo un'analisi condotta sul sito Web di sistema, www.snpambiente.it, ha evidenziato che oltre un quarto delle notizie pubblicate nel 2022 ha trattato una delle tematiche individuate come di interesse prioritario dal Rapporto 2023: rifiuti ed economia circolare (55), ambiente e salute (41), biodiversità (36) e cambiamento climatico (64). Quest'ultimo argomento, in linea con l'aggravarsi dell'emergenza climatica, ha registrato una notevole crescita, rappresentando il tema del 9% delle notizie pubblicate nel 2022, contro il 5% del 2020.

FOCUS SINTESI

CAMBIAMENTI CLIMATICI

ARPA Piemonte, a supporto della Strategia Regionale sul Cambiamento Climatico e per fornire un quadro conoscitivo sulle variazioni del clima, ha realizzato **un portale**, ad accesso aperto, dove consultare **indicatori elaborati per descrivere il clima passato e gli scenari futuri**. **ARPA Lombardia** ha realizzato **uno studio** che prevede **il confronto fra i dati osservati** in alcune stazioni di monitoraggio della rete osservativa idro-nivo-meteo **e le proiezioni climatiche relative a tre scenari emissivi di riferimento**, consentendo una rappresentazione del cambiamento climatico efficace e semplice da comunicare.

ARPAE Emilia-Romagna, realizza ed aggiorna, annualmente, il **Bilancio Energetico Regionale**, cioè **un quadro contabile in grado di rappresentare i flussi energetici** associati a tutti i combustibili e vettori energetici, in ingresso, in trasformazione e in uscita dal territorio regionale, che costituisce la base conoscitiva sia per il piano energetico regionale, sia per l'inventario delle emissioni climalteranti.

ARPA Valle d'Aosta presenta **un'analisi** dei molti **ruoli svolti dalle montagne**, tra i quali quello di **"serbatoi d'acqua"** (*water towers*), utili anche a compensare il deficit delle precipitazioni estive, tipico dei climi italiani; il focus fa il quadro dell'evoluzione stagionale degli impatti del cambiamento climatico sulla disponibilità idrica, dalla riserva idrica nivo-glaciale alla falda, e della relazione con i fabbisogni irrigui nel territorio della Valle d'Aosta.

Infine, **APPA Trento** ha promosso il progetto **"Conferenze dei giovani sul clima in Trentino"**, con percorsi di formazione e partecipazione sui temi della crisi climatica rivolti a gruppi di giovani, tramite "Conferenze" territoriali e libere alle quali hanno aderito scuole, università e numerose associazioni giovanili, e una conferenza finale per portare a sintesi le proposte raccolte e per contribuire alla proposta di possibili **misure di adattamento da includersi nella futura Strategia di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici** della Provincia di Trento.

ECONOMIA CIRCOLARE E GESTIONE DEI RIFIUTI

ISPRA illustra la **finanza sostenibile**, quale **applicazione del concetto di sviluppo sostenibile all'attività finanziaria**, ponendo attenzione al contrasto del *greenwashing*, "ecologismo di facciata". Riferisce dell'istituzione in ISPRA di una specifica *task force* per il supporto delle imprese, degli operatori finanziari e delle autorità vigilanti nella comprensione dei dati e/o informazioni ambientali pubbliche e validate da ISPRA. Nell'ambito di **soluzioni innovative nella gestione dei rifiuti** secondo i principi dell'Economia Circolare, **ARPA Veneto** presenta il **progetto MARLESS**, che è finanziato dal programma INTERREG Italy-Croatia, con focus sulle problematiche del Marine Litter nell'Adriatico e lo sviluppo di possibili soluzioni, **APPA Bolzano** mostra il **progetto CORE** che ha lo scopo di favorire lo scambio tra partner europei di buone pratiche sulla gestione del rifiuto organico, mentre **ARPA Molise** illustra il **progetto NETWAP** - Network of small "in situ" Waste Prevention and management initiatives, riguardante lo sviluppo di una **metodologia innovativa per la gestione dei rifiuti di piccole comunità** e la successiva sperimentazione tramite azioni pilota presso il Comune di Fossalto e l'isola di Isto in Croazia.

ARPA Campania descrive la **filiera di carta e cartone**, terzo flusso di rifiuti urbani in termini di peso in Campania, rappresentante una eccellenza in termini di circolarità e di filiera corta. Con riferimento al regime autorizzativo e al rilascio dei pareri EoW di cui all' art. 184 ter. comma 3 del D.Lgs. 152/06 s.m.i., **ARPA Veneto** illustra la **propria procedura**, in costante perfezionamento, e l'istituzione di una sola struttura a valenza regionale avente competenza al rilascio dei pareri "caso per caso", mentre, in relazione al controllo di gestione dei rifiuti, **ARPA Sardegna** illustra gli **esiti dell'esecuzione di una campagna straordinaria di verifiche ispettive** effettuata presso gli impianti AIA di discarica per rifiuti speciali, attuata secondo le modalità del Piano nazionale anticorruzione 2019.

AMBIENTE E SALUTE

Il benessere psicofisico e la salute umana sono connessi alla qualità dell'ambiente in cui viviamo: i dati ci indicano che oggi oltre il 10% delle morti premature negli stati europei è attribuibile ogni anno all'inquinamento ambientale. A livello comunitario il Green Deal e l'ottavo programma d'azione per l'ambiente definiscono il percorso per il raggiungimento dell'obiettivo "inquinamento zero" per un ambiente sano quale *"base del benessere di tutte le persone"*. A tal scopo, le complesse interazioni tra ambiente e salute richiedono la definizione di nuovi **indicatori e strategie di monitoraggio** che consentano, anche attraverso l'implementazione di specifici **progetti di ricerca**, una sempre più efficace valutazione dello stato dell'ambiente per interventi mirati a mitigare le fonti di pressione.

ARPA Valle d'Aosta presenta uno studio sull'impiego di nuovi indicatori per l'**individuazione e la caratterizzazione delle "aree quiete"**, zone, richieste dalla normativa nazionale ed europea, dove la qualità acustica deve essere preservata e tutelata anche per una rigenerazione psicofisica delle persone che ne usufruiscono. La sperimentazione ha riguardato descrittori capaci di trattare separatamente eventi sonori improvvisi e chiaramente distinguibili, dal rumore di fondo per la valutazione del loro contributo alla caratterizzazione dell'ambiente sonoro.

L'utilizzo delle **api da miele come bioindicatore** per la valutazione dello stato di salute del territorio e la tutela della biodiversità, anche in campo agroalimentare, è presentato da **ARPA Molise** all'interno di un progetto più ampio per la realizzazione di una "Rete di biomonitoraggio permanente", sia in aree urbane che agricole.

Rimanendo in tema di monitoraggio, **ARPA Piemonte** illustra la propria esperienza in tema di **sorveglianza ambientale della presenza del virus SARS-CoV-2 attraverso l'analisi dei reflui urbani**. Il metodo e le procedure di analisi messe a punto hanno permesso, negli anni 2021 e 2022, sia di monitorare la presenza e la quantità virale, sia di identificare le diverse varianti presenti nel tempo, attraverso il campionamento sistematico presso i principali collettori dei depuratori della regione.

All'interno della complessa tematica della valutazione della presenza di radionuclidi nelle acque potabili, **ARPA Calabria** illustra una **nuova metodologie per quantificare il contenuto di ²³⁸U in campioni di acqua potabile**; sperimentazione presso il Comune di Paola (CS).

ARPA Liguria presenta la procedura messa a punto per il **monitoraggio nelle acque superficiali delle sostanze utilizzate nell'attività di diserbo eseguito da RFI presso le tratte ricadenti nel territorio ligure**, a seguito dell'emanazione della DGR 46/2020 che definisce anche i compiti dell'Agenzia a riguardo. Nell'anno 2021 i valori dei campionamenti presso le stazioni individuate sulla base di criteri geografici di prossimità alle zone trattate risultavano inferiori ai limiti imposti dalle norme. L'impatto

dell'uso massivo, e alle volte improprio, di antibiotici ha portato allo sviluppo di resistenze antimicrobiche che possono rappresentare una grave minaccia per la salute umana.

Nel contributo di **ARTA Abruzzo** viene illustrato un **progetto per la ricerca di antibiotico-resistenze in matrici ambientali per i principali antibiotici di uso umano e veterinario**. Lo studio si propone di approfondire il ciclo dell'antibiotico-resistenza nell'ambiente, analizzando campioni di acque di scarico, superficiali e di mare.

All'interno del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, **ISPRA** sarà protagonista nel **progetto "Marine Ecosystem Restoration" (PNRR-MER)**. Grazie a un finanziamento pari a 400 Mln di euro per la ricostruzione di 15 aree con Posidonia Oceanica, saranno realizzati interventi per l'individuazione e il ripristino di almeno 15 aree e la mappatura di circa 90 monti sottomarini localizzati nel Mar Ligure, l'Alto e il Basso Tirreno, il Mar di Sardegna, il Mar Ionio ed il Mare Adriatico meridionale, per una superficie stimata di circa 14.000 km², nel periodo 2022-2026.

In tema di acque superficiali, **ARPA Umbria**, con il **progetto LIFE Blue Lakes**, affronta il tema della prevenzione e riduzione della presenza delle microplastiche nei laghi, attraverso un approccio integrato finalizzato a coniugare le attività di governance, la formazione e le iniziative di informazione e sensibilizzazione. Il protocollo messo a punto nel progetto è stato sperimentato nelle aree pilota del lago di Bracciano, del lago Trasimeno e del lago di Piediluco. Per la definizione del protocollo l'Agenzia ha monitorato le aree pilota, analizzando i campioni in laboratorio relativamente al conteggio delle particelle di microplastiche presenti nelle acque e nelle sabbie, e ha effettuato la relativa classificazione.

BIODIVERSITÀ E CAPITALE NATURALE

Sul tema Biodiversità e Capitale Naturale l'attenzione del SNPA si rivolge all'individuazione di metodi, indici e procedure per standardizzare l'attività di monitoraggio e coprire alcuni gap informativi. **ARPA Liguria propone l'indice di alloctonia** ad integrazione degli indici biologici per la qualità delle acque. **ARPA Friuli Venezia Giulia** testa la **metodologia QBS-ar** per valutare la biologia del suolo. **ARPA Basilicata**, in collaborazione con ISPRA, sviluppa un progetto in Val d'Agri per l'**individuazione di un set di indicatori** per la **valutazione standardizzata dello stato di conservazione degli habitat**. **ARPA Sicilia**, in convenzione con MIPAAF, utilizza la conoscenza sulle correnti superficiali marine per **studiare la distribuzione delle micropastiche** e il loro impatto sugli habitat e sulle risorse del mare. Un monitoraggio efficace su questi temi richiede inoltre la collaborazione e il coordinamento tra più enti per costruire database ampi con lunghe serie storiche di dati. Questo aspetto emerge dalle proposte di **ARPA Toscana** sul **monitoraggio dei grandi vertebrati marini** e di **ARPA Campania** sul **monitoraggio dei Cetacei**. **ARPA Sicilia**, con il **progetto CORALLO**, presenta un esempio di come, grazie a servizi e sistemi innovativi con l'utilizzo di tecnologie avanzate, si possa **coniugare la conoscenza degli habitat terrestri e marini con la loro fruizione**.

MONITORAGGIO E CONTROLLI

Conclamata ormai l'importanza e l'utilità della modellistica in campo ambientale, **ARPA Friuli Venezia Giulia** ha presentato tre interessanti catene modellistiche, operative negli ultimi 12 mesi, destinate a supportare il Sistema di **Risposta in Emergenza**, relative:

ai casi di sversamento di idrocarburi in mare (*oil spill*); alla previsione della dispersione dei fumi da incendio; alla previsione delle traiettorie delle masse d'aria nel caso di incidenti rilevanti a scala continentale (impianti chimici e nucleari).

Tali sistemi sono altamente automatizzati, sia nell'acquisizione dei dati di ingresso che nella produzione degli *output*, ed utilizzabili dagli operatori dopo un breve addestramento.

Grazie all'europrogettazione e alla partecipazione a progetti delle Agenzie Spaziali, **ARPA Friuli Venezia Giulia** sta sperimentando l'**utilizzo dei dati satellitari**, in particolare relativi alle acque marine e di transizione con l'auspicio che tali informazioni possano integrare i metodi tradizionali di monitoraggio, orientando la scelta dei punti e dei momenti per i campionamenti puntuali e fornendo una base per la spazializzazione dei dati.

Significativo è stato il coinvolgimento di **ARPA Calabria** e **ISPRA** nelle esercitazioni "Exe Sisma dello Stretto 2022", attività che ha come scopo la verifica della risposta operativa del Servizio Nazionale di Protezione Civile a eventi catastrofici e che ha previsto l'impiego di **Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto (SAPR)** con lo scopo di caratterizzare e valutare un sito da adibire allo stoccaggio delle macerie generate da un sisma.

Interessante l'attività svolta da **ARPA Sardegna**, nell'ambito del progetto "**Determinazione dei valori di fondo (VDF) naturale dei suoli e delle acque sotterranee delle aree minerarie dismesse (AMD)** della Sardegna" unitamente ai Dipartimenti di Ingegneria (DICAAR) e di Scienze Geologiche (DSCG) dell'Università di Cagliari dedicata all'esecuzione di indagini e determinazione dei valori di fondo (VDF) naturale dei suoli e delle acque sotterranee delle aree minerarie dismesse (AMD) della Sardegna.

La Regione Lazio e **ARPA Lazio** hanno avviato un percorso di studio e analisi degli agglomerati esistenti, utilizzando come linea guida metodologica il documento "Terms and Definitions of the Urban Waste Water Treatment - Directive 91/271/EEC" del Working Group UWWTD, il cui scopo è chiarire alcuni termini della 91/271/CE e stabilire una linea guida di riferimento per la **definizione degli agglomerati da un punto di vista tecnico e geografico**.

Partendo dal riconoscimento dei **benefici dell'utilizzo dei droni**, **ARPA Lombardia** ha reso fruibile la propria esperienza professionale con l'obiettivo di rendere autonome le strutture centrali e territoriali dell'Agenzia in tutte le fasi di rilievo ed elaborazione dati tipiche dei controlli ispettivi.

In Basilicata, nell'alta valle del fiume Agri, è presente il più grande giacimento di idrocarburi *onshore* d'Europa. Una condotta interrata, lunga circa 10 km, collega il Centro Olio Val d'Agri di Viggiano (COVA), con il pozzo di reiniezione Costa Molina 2, permettendo la **reimmissione in unità geologiche profonde delle acque di strato estratte dal giacimento petrolifero**.

Ai fini di fornire un quadro conoscitivo completo dello stato chimico-fisico delle acque interessate da tali attività, **ARPA Basilicata** ha definito un piano di monitoraggio che prevede il controllo mensile delle acque sotterranee lungo tutta la dorsale della condotta fino al pozzo di reiniezione.

In ossequio ai compiti a supporto di istituzioni e stakeholder, **ARPA Marche** ha istituito un apposito **Centro Regionale Odori Molesti (C.R.O.M.)** adibito ad attività analitiche, di monitoraggio e di modellistica applicata nel campo dei problemi odorigeni, tale da costituire una struttura specialistica funzionale a garantire l'esercizio coordinato ed omogeneo su tutto il territorio regionale delle attività di competenza dell'Agenzia in tema di molestie olfattive.

Relativamente all'attività prevista dall'esecuzione di **rilievi batimetrici a supporto dell'ambiente**, interessante è il contributo di **ARTA Abruzzo** in campo idrografico che, grazie alla Motonave

Laboratorio Ermione, imbarcazione a motore di 15 metri di lunghezza, effettua ricerche scientifiche in mare e campagne mareografiche.

Per semplificare l'applicazione dell'**obbligo normativo previsto dall'art.21 del DPR 120/2017** e per gestire in maniera efficace ed informatizzata i dati associati, **ARPA Emilia-Romagna** ha predisposto un valido servizio *on-line* rivolto ai gestori delle terre e rocce da scavo attraverso il quale, previa autenticazione attraverso identità digitale (SPID), potranno compilare ed inviare le dichiarazioni di utilizzo ed accedere ad una sezione personale contenente le pratiche pregresse già inviate

Il contributo di **ARPA Puglia** è stato quello di individuare tre significative aree di indagine in cui applicare la procedura della *Full Motion Video* (FMV), un interessante approccio alternativo all'utilizzo della fotogrammetria per l'**identificazione dei limiti superiori delle praterie di *Posidonia oceanica*** quando si opera in contesti in cui gli algoritmi della SfM-MVS sono difficilmente o poco applicabili.

COMUNICAZIONE AMBIENTALE

"Passeggiando nell'ambiente" è una pubblicazione web di ISPRA che punta a far conoscere lo stato di salute dell'ambiente in cui viviamo; il prodotto costituisce uno strumento di informazione ed educazione ambientale che tratta gli argomenti in forma semplificata e comprensibile. **"Indicatori, indici e scenari per l'analisi dei principali trend ambientali"** è un rapporto, sempre di ISPRA, composto da tre studi, il cui filo conduttore è l'utilizzo delle serie storiche degli indicatori ambientali attraverso tre differenti approcci: relazione tra trend degli indicatori ambientali e riferimenti normativi; tendenze dei principali temi ambientali mediante indicatori compositi; descrizione di scenari ambientali, per la valorizzazione dei trend come strumento a sostegno della pianificazione strategica.

ARPA Toscana ha portato avanti il progetto **"Cambiamenti climatici: conoscere per agire può mettere al sicuro il nostro futuro"**; uno strumento integrato pluriennale di comunicazione-formazione rivolto al personale dell'Agenzia, **finalizzato all'indagine degli effetti diretti e indiretti provocati dal cambiamento climatico**, anche attraverso un confronto collettivo ed approfondimento scientifico, che ha visto coinvolti docenti universitari. Inoltre, **ARPA Puglia** ha collaborato in diverse attività comunicative, quali **"I Venerdì della Comunicazione Ambientale"**, un ciclo di incontri seminariali su temi legati al rapporto tra Comunicazione e Ambiente, in collaborazione con l'Ordine dei giornalisti di Puglia e il Master di Giornalismo dell'Università degli Studi di Bari, e il **"TGReen"**, realizzato dalla Testata Giornalistica RAI della Puglia, **che descrive le attività di monitoraggio e controllo realizzate dall'Agenzia per le varie matrici ambientali**. **ARPA Trento** ha promosso un percorso formativo di **media education** che utilizza come strumento e linguaggio educativo quello dei media, in particolare una web radio, **"Radio Pianeta 3"**, che, con il supporto e con la voce dei ragazzi e di esperti, **racconta le relazioni tra gli esseri umani e la Terra**. Da citare, l'azione di **ARPA Campania per promuovere nei cittadini comportamenti responsabili e stili di vita orientati alla sostenibilità attraverso due interessanti strumenti: la rete dei "Rigeneratori"**, nata per supportare le Scuole nell'affrontare i temi di sostenibilità e corretti stili di vita; l'**Osservatorio Ambientale**, per la realizzazione di iniziative e progetti educativi sulla sostenibilità ambientale. Infine, **"Isola prossima: arte, futuro, ambiente"**, un progetto artistico e culturale a tematica ambientale promosso da **ARPA Umbria** e dalla sua Scuola di Alta Formazione Ambientale (SAFA).

CAMBIAMENTI CLIMATICI



GLI ANDAMENTI CLIMATICI DEL PASSATO, GLI SCENARI FUTURI, GLI INDICATORI

Autori: Barbarino Simona, Bernardi Manuela, Cagnazzi Barbara, Livorno Manuela, Loglisci Nicola, Nava Gianmario, Nicoletta Mariaelena, Nicolò Gabriele, Raviola Fulvio
ARPA Piemonte

ARPA Piemonte ha sviluppato un *dataset* climatico costituito da 350 indicatori relativi al clima passato e a scenari climatici futuri, con diverse scale spaziali e temporali, per fornire un quadro delle conoscenze sui cambiamenti climatici già in atto e sulle variazioni attese nei prossimi decenni sul territorio piemontese. Il riferimento per la scelta degli indicatori è la lista dei 27 indicatori climatici stabilita dal WMO^[1].

Il *dataset* è stato elaborato a supporto della Strategia Regionale sul Cambiamento Climatico e messo a disposizione attraverso un portale *web* dedicato^[2].

Gli indicatori sono intesi quali una delle basi di conoscenza per l'individuazione delle azioni di mitigazione e adattamento da inserire nella pianificazione settoriale e in quella di governo del territorio e nella progettazione di opere.

Per indirizzare l'utente nella consultazione e nell'uso degli indicatori, questi sono organizzati nel portale per settori: turismo, agricoltura, foreste, risorse idriche, salute, energia e trasporti, oltre a un raggruppamento generale. Nella categoria generale sono riportati gli indicatori strettamente connessi alle "forzanti climatiche", temperatura e precipitazioni, mentre nelle altre categorie vi sono indici di possibile uso specifico, calcolati combinando più parametri come, ad esempio, temperatura e umidità per "l'evapotraspirazione potenziale", nel settore agricoltura e foreste. Nei settori energia e trasporti e salute, sono inoltre disponibili indicatori che utilizzano valori soglia come ad esempio "notti tropicali" in cui la temperatura minima deve essere superiore a 20°C.

Per agevolare la ricerca e distinguere le elaborazioni tra i dati osservati nel periodo attuale e le stime previste con gli scenari futuri è presente una suddivisione temporale:

- **clima attuale** che rappresenta la media dei diversi indicatori calcolata sul periodo 1981-2010;
- **tendenze del clima attuale** che rappresenta l'andamento dei singoli indicatori per l'intero periodo 1958-2018, espressa come variazione ogni 10 anni;
- **scenari climatici futuri** calcolati per i periodi temporali 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100.

Ogni indicatore è rappresentato su mappa, con possibilità di consultazione a livello comunale e aggregazioni a livello mensile, stagionale e annuo.

Figura 1: Home page del portale sul clima di ARPA Piemonte



Fonte: ARPA Piemonte

METODOLOGIA

Clima passato

La serie storica di dati osservati presa in considerazione per il calcolo degli indicatori su base comunale parte dalla metà del secolo scorso, sia per l'affidabilità delle misure, che non risente pesantemente delle modifiche della strumentazione e della localizzazione delle stazioni, sia per mostrare i cambiamenti a "memoria d'uomo" nonché dare evidenza della rapidità con cui gli eventi meteorologici stanno rispondendo al riscaldamento globale.

Poiché l'analisi del clima passato necessita di lunghe serie storiche di dati, non sempre reperibili sul territorio e spesso non omogenee né continue nel tempo, per non escludere nessuna informazione disponibile, è stata utilizzata una metodologia statistica per spazializzare su grigliato regolare le serie storiche sul territorio. Questo consente anche di avere una visione di insieme e disporre di informazioni anche dove la stazione di misura non era presente o la serie era limitata nel tempo. Il processo di spazializzazione scelto da ARPA Piemonte è stato quello dell'*Optimal Interpolation*^[1b] per la creazione di un dataset su una griglia regolare e tridimensionale predefinita e con un passo griglia di 14 km^[3].

Questa tecnica, sfruttando il principio secondo il quale solo le osservazioni più vicine possono influenzare il valore finale sul punto griglia, soddisfa la necessità di effettuare il processo di interpolazione spaziale su griglia regolare dei valori di temperatura e precipitazione a disposizione, derivanti da stazioni di rilevamento di differenti reti di misurazione. Questo metodo ha permesso di utilizzare i dati misurati dalla rete di stazioni meccaniche e manuali di SIMN (Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale) dal 1958 al 2002 e l'attuale rete di telemisura di ARPA Piemonte, attiva dal 1988.

Le osservazioni utilizzate sono state sottoposte preliminarmente a dei controlli di qualità per verificarne la fruibilità.

Attraverso tale approccio si rinuncia ad avere un'informazione dettagliata sul singolo punto-stazione ma si ottiene un campo di analisi su griglia, basato sul maggior numero possibile di informazioni del passato, omogeneo ed integrabile con altri dati eventualmente disponibili in futuro ed utilizzabile per analisi statistiche sulla variazione relativa nel tempo dei parametri meteo-climatici.

Una volta calcolati i valori di temperatura e di precipitazione, sono stati elaborati per ogni punto griglia gli indicatori pubblicati sul portale climatico.

Scenari futuri

Per il calcolo degli indicatori relativi al periodo futuro sono state utilizzate le simulazioni realizzate nell'ambito del consorzio CORDEX^[4] (<https://cordex.org>) unitamente alle simulazioni del modello COSMO-CLM^[5], adottate anche nel Piano Nazionale di Adattamento al Cambiamento Climatico e messe a disposizione dal Centro Euromediterraneo sui Cambiamenti Climatici^[5] (<https://www.cmcc.it/models/cosmo-clm-climate-limited-area-modelling-community>). Si tratta di simulazioni ricavate da modelli climatici regionali ad alta risoluzione su un dominio limitato all'Europa, considerando gli scenari di mitigazione RCP 4.5 e tendenziale RCP 8.5. Tra le diverse simulazioni disponibili su CORDEX, sono stati selezionati i modelli in grado di riprodurre alcune caratteristiche macroscopiche del clima attuale, come il ciclo annuale della precipitazione.

Tutte le simulazioni sono state ulteriormente adattate alla realtà regionale piemontese con tecniche statistiche di rimozione degli errori sistematici, attraverso un confronto con i dati della rete osservativa piemontese nel recente passato, per ottenere dati modellistici in grado di riprodurre il clima recente del territorio piemontese^[6].

Per ottenere una valutazione degli indicatori climatici più robusta dal punto di vista statistico è stato seguito un approccio di “ensemble mean”. Per ogni analisi si considerano separatamente i risultati forniti dai singoli modelli, poi mediati sulle diverse simulazioni per ottenere un valore medio, ma anche, dato non meno importante, una incertezza statistica da associare alla stima ottenuta.

L'informazione principale, per quanto riguarda gli scenari futuri, è determinare l'eventuale variazione del singolo indicatore climatico, rispetto al recente passato. A questo scopo, le analisi sugli scenari futuri sono state effettuate considerando i tre trentenni 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100, che sono stati confrontati con il clima passato, il periodo 1976-2005. Inoltre, per valutare la reale entità delle variazioni ottenute, è stata calcolata la significatività statistica dei risultati applicando una tecnica non parametrica definita *bootstrap*^[2b,3b].

IL PORTALE IL CLIMA E LA SUA EVOLUZIONE

Il Portale è un servizio climatico ovvero fornisce informazioni e dati scientifici sul clima passato, presente e futuro utili alla valutazione delle sue conseguenze sull'ambiente, sull'economia e sulla società.

Il Portale, con tutte le sue informazioni ed elaborazioni, è ad accesso aperto e permette, al pubblico, alle Amministrazioni locali e ai professionisti che ne abbiano necessità, di consultare e utilizzare i dati per pianificazioni, progetti e stime di impatto. Oltre alle funzioni di consultazione, il Portale propone funzionalità di scarico dei dati e di reportistica a scala comunale.

Sitografia

- [1] Lista dei 27 indicatori climatici stabilita dal WMO
(http://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml)
- [2] Portale sul clima in Piemonte
(https://webgis.arpa.piemonte.it/secure_apps/portale-sul-clima-in-piemonte/)
- [3] Il clima in Piemonte
(<https://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/approfondimenti/clima/clima-piemonte/metodologia.html#:~:text=La%20tecnica%20%22dell'optimal%20interpolation,una%20griglia%20regolare%20tridimensionale%20predefinita>)
- [4] *Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment*
(<https://cordex.org>)
- [5] COSMO-CLM - Climate Limited-area Modelling Community (<https://www.cmcc.it/models/cosmo-clm-climate-limited-area-modelling-community>)
- [6] Regionalizzazione di scenari climatici futuri
(<https://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/approfondimenti/clima/climate-change/Scenari-futuri.html>)
(https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2021-07/3._pelosini.pdf)

Bibliografia

- [1b] Ciccarelli N. et al., 2008. Climate variability in north-western Italy during the second half of the 20th century. *Global and Planetary Change*, 63: 185-195.
- [2b] Efron B., Tibshirani R.J., 1994. *An introduction to the bootstrap*. Chapman & Hall/CRC press.
- [3b] Efron B., 2003. Second thoughts on the bootstrap. *Statistical Science* 18.2: 135-140. doi: 10.1214/ss/1063994968

IL CAMBIAMENTO CLIMATICO IN LOMBARDIA

Autori: Mario Gregorio Piuri, Mauro Mussin
ARPA Lombardia

Il cambiamento climatico è una realtà già ampiamente visibile sul nostro territorio, evidenziabile tramite l'analisi dei dati meteorologici a disposizione. L'affiancamento delle serie temporali osservate con quelle attese, ottenute dagli *output* dei modelli di proiezione climatica, consente una rappresentazione del cambiamento in atto piuttosto efficace e semplice da comunicare.

La rete osservativa idro-nivo-meteo regionale raccoglie, in numerose stazioni sparse sul territorio, quotidianamente e in maniera automatizzata, i dati delle principali variabili climatiche con cadenza infragiornaliera. Per alcune stazioni, che hanno caratteristiche di localizzazione e funzionamento adeguate allo scopo, i dati archiviati sono specificamente considerati per finalità climatologiche. I dati, in particolare, sono validati e sottoposti a procedure di omogeneizzazione: in una lunga serie climatica, questa operazione consente di discriminare segnali "veri" del cambiamento e/o tendenza, rispetto a quelli spuri legati, ad esempio, alla strumentazione ed alla sua posizione a livello di microscala.

Nei grafici seguenti mostriamo le elaborazioni relative a quattro stazioni di rilevamento, rappresentative di altrettanti ambienti significativi della nostra regione, ovvero l'ambiente montano, quello della pianura padana, l'ambiente urbano e quello della metropoli milanese.

Le variabili climatiche considerate sono le più semplici e nello stesso tempo immediate e pregnanti di significato per le valutazioni climatiche, ovvero la temperatura media giornaliera al suolo e la precipitazione cumulata giornaliera. Per queste due variabili, i dati sono stati aggregati su base annuale, mensile e stagionale. Nel seguito (Figura 1 e Figura 2) sono riportate, a titolo esemplificativo, alcune delle rappresentazioni disponibili in archivio.

Nel periodo storico, troviamo i dati osservati (linea nera) e i dati estratti dal *dataset* di riferimento, utilizzato come base di *training* dall'algoritmo ISIMIPv3 applicato agli *output* dei modelli di proiezione climatica. L'algoritmo, messo a punto dal *Potsdam Institute for Climate Impact Research* (PIK), effettua *bias-adjustment* e *downscaling* statistico (BASD) dei *dataset*, incrementandone risoluzione e corrispondenza coi dati osservati (Lange S., 2019).

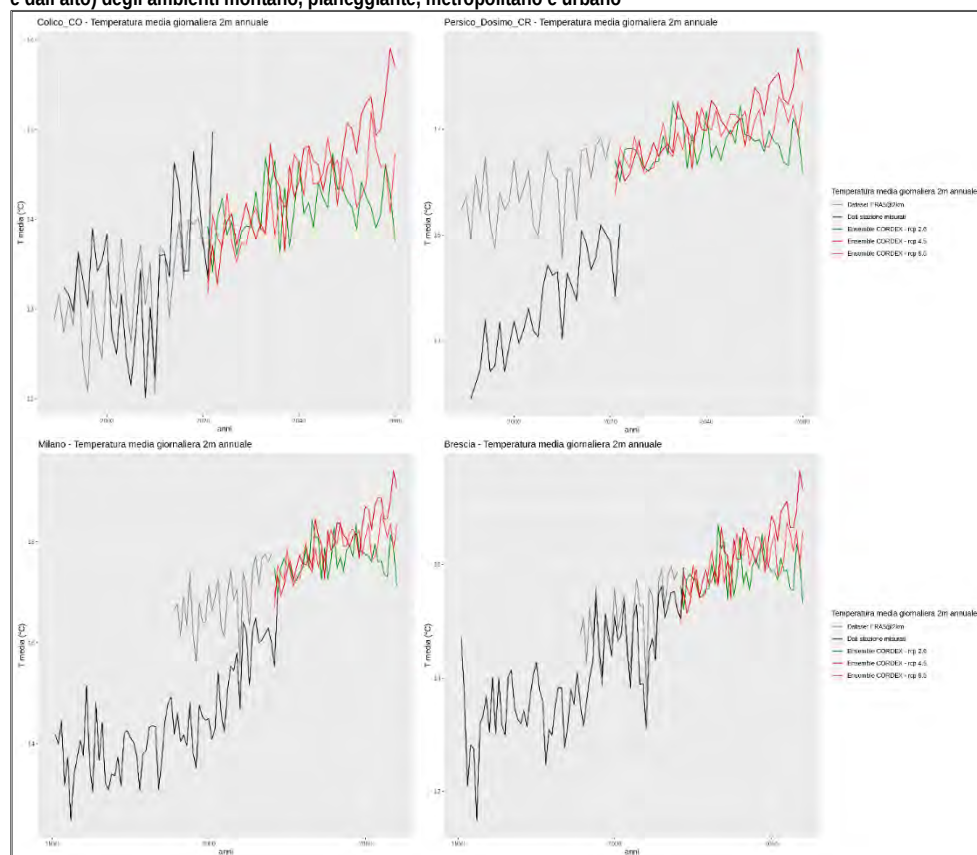
Nel caso della temperatura superficiale, si è considerato il *dataset* di rianalisi ERA5, rielaborato dal Centro euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC) tramite *downscaling* dinamico a 2,2 km, e denominato ERA5@2km (Raffa M. *et al.*, 2021).

Per la precipitazione, oltre a utilizzare l'analogo *dataset* ERA5@2km, si sono utilizzate anche le griglie di dati del consorzio ARCIS con risoluzione spaziale di circa 5 km (Pavan V. *et al.*, 2019), che a fronte di una risoluzione spaziale inferiore, mostrano, per ragioni anche intrinseche, una migliore riproduzione del dato puntuale rispetto ad ERA5@2km. Dai *dataset* del periodo storico sono stati estratti i valori corrispondenti ai *pixel* in cui sono situate le stazioni di misura (linea grigia).

Nel periodo di proiezione, ovvero dal 2016 in avanti, sono rappresentati i dati delle proiezioni climatiche relative a tre scenari emissivi di riferimento (RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5) ottenuti tramite processi di BASD di 8 modelli di simulazione del progetto EURO-CORDEX, scelti tra quelli con caratteristiche e tendenze meno sovrapponibili (Vautard R. *et al.*, 2020 – Coppola E. *et al.*, 2021). Anche in questo caso i dati sono estratti dai *pixel* in cui si trovano le stazioni esaminate (linee colorate).

Per valutare adeguatamente i grafici occorre tenere presente che i dati di rianalisi, a differenza di quelli osservati, non sono puntuali, ma rappresentano la media della variabile climatica in un'area, contenente la stazione di monitoraggio (di circa 5 m² e 25 m² rispettivamente per i dati di ERA5@2km e ARCIS e per i dati di proiezione costruiti da BASD sugli stessi *dataset*). Ciò può determinare in alcuni casi dei marcati *offset*; inoltre, ha effetti sulla variabilità interna delle serie storiche rappresentate, che per i *dataset* su griglia è tendenzialmente inferiore a quella presente nei dati osservati. L'effetto è ulteriormente visibile, come conseguenza degli algoritmi di elaborazione BASD, nelle serie di dati di proiezione. Ciò premesso, questo effetto non toglie all'evidenza dei *trend* pluriennali.

Figura 1: Media annuale della temperatura media giornaliera a 2 metri di altezza per stazioni rappresentative (da sinistra e dall'alto) degli ambienti montano, pianeggiante, metropolitano e urbano

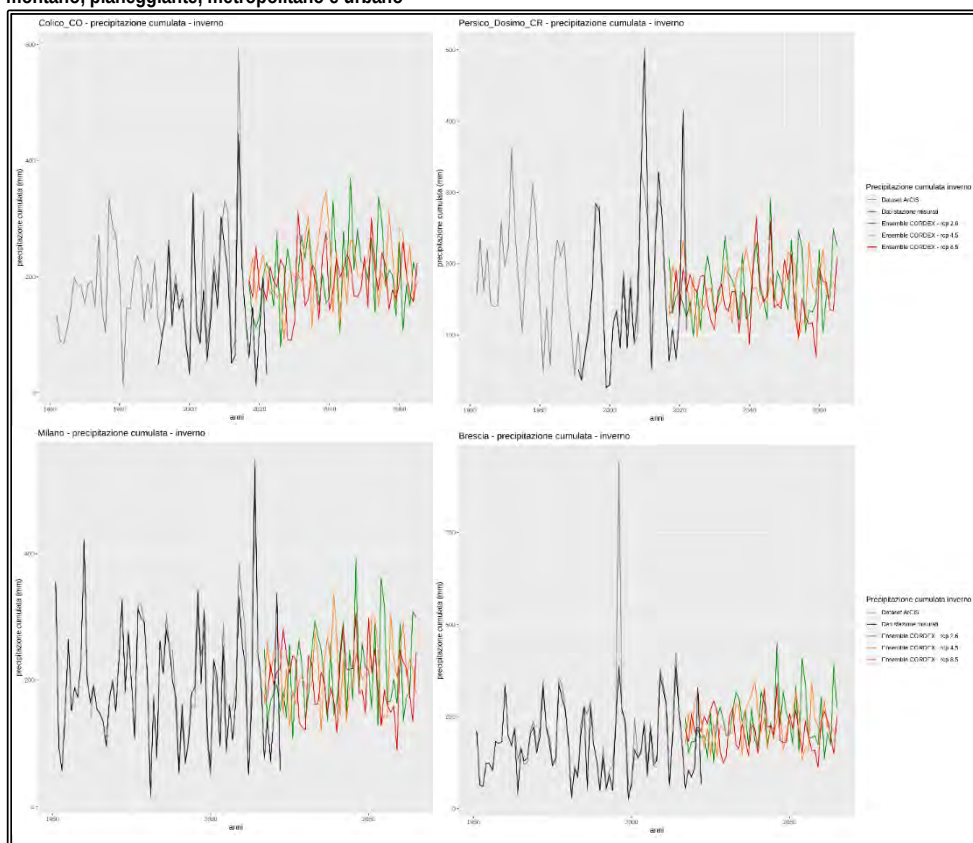


Fonte: ARPA Lombardia

Rispetto alla temperatura al suolo (Figura 1), in tutti i casi esaminati appare chiaro che la tendenza di incremento è in atto e proseguirà per i decenni a venire. Dopo il 2050, le curve riferite ai diversi scenari

climatici si distinguono più chiaramente, mostrando l'importanza delle scelte politiche e gestionali necessarie per mantenersi il più lontano possibile dallo scenario RCP 8.5, tipicamente indicato come “business as usual” e puntare alla realizzazione dello scenario RCP 2.6, ovvero quello caratterizzato da un forte impegno nelle azioni di mitigazione climatica. Presso tutte le stazioni considerate, la differenza tra i due scenari vale più di 1°C di incremento della temperatura media entro il 2070.

Figura 2: Precipitazione cumulata invernale (D-G-F) per stazioni rappresentative (da sinistra e dall'alto) degli ambienti montano, pianeggiante, metropolitano e urbano



Fonte: ARPA Lombardia

La situazione delle precipitazioni mostra andamenti a lungo termine meno marcati. A livello regionale e cumulando le precipitazioni a livello annuale, dai dati non emergono tendenze particolarmente convergenti. Per questo, si è scelto di mostrare le curve relative alla precipitazione cumulata invernale, ovvero da dicembre a febbraio (Figura 2), da cui invece si possono ricavare alcune specifiche indicazioni. Lo scenario RCP 2.6 mostra una maggiore ricorrenza di inverni complessivamente piovosi; al contrario, lo scenario RCP 8.5 prevede maggiore ricorrenza di stagioni invernali più siccitose.

Complessivamente le proiezioni climatiche indicano una leggera tendenza all'incremento della precipitazione fino al 2050 per poi iniziare un leggero declino. La situazione complessiva è comunque caratterizzata da maggiore incertezza rispetto all'evoluzione del profilo di temperatura.

Per le precipitazioni, in effetti, occorre aggiungere che l'analisi delle curve cumulate non è di per sé esaustiva. Da questo dato infatti non è possibile estrarre informazioni rilevanti circa gli eventi estremi, che, a parità di quantitativi complessivi di pioggia caduta, possono determinare eventi molto dannosi per cose e persone.

Bibliografia

Lange S., 2019, Trend-preserving bias adjustment and statistical downscaling with ISIMIP3BASD (v1.0). Geoscientific Model Development, 12,3055-3070.

Raffa M. et al., 2021, VHR-REA_IT Dataset: Very High Resolution Dynamical Downscaling of ERA5 Reanalysis over Italy by COSMO-CLM. MDPI, <http://doi.org/10.3390/data6080088>.

Pavan V. et al., 2019, High resolution climate precipitation analysis for north-central Italy, 1961–2015, Clim Dyn 52:3435-3453. DOI 10.1007/s00382-018-4337-6.

Vautard R. et al., 2020, Evaluation of the Large EURO-CORDEX Regional Climate Model Ensemble. JRC Atmospheres. <https://doi.org/10.1029/2019JD032344>.

Coppola E. et al., 2021, Assessment of the European Climate Projections as Simulated by the Large EURO-CORDEX Regional and Global Climate Model Ensemble. JRC Atmospheres. <https://doi.org/10.1029/2019JD032356>

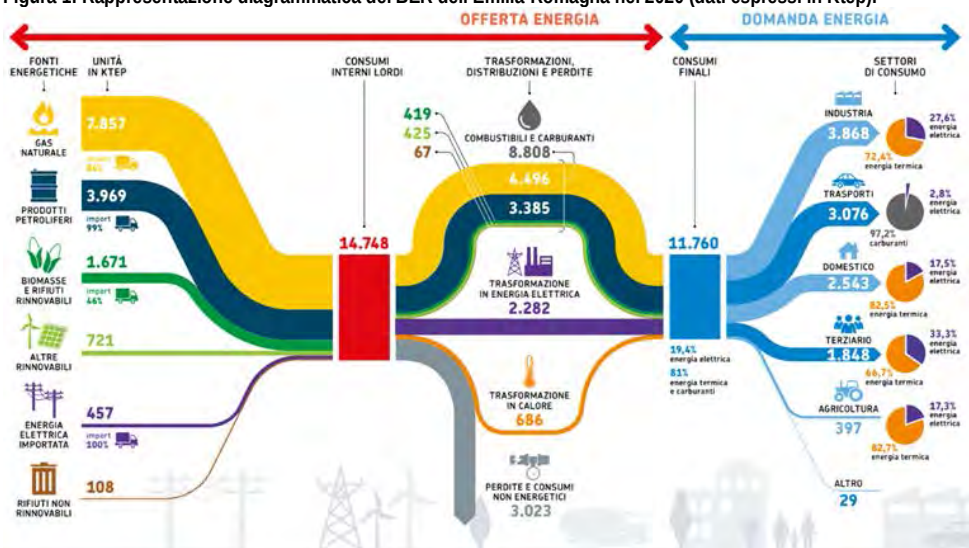
IL BILANCIO ENERGETICO REGIONALE (BER-ER) CERTIFICATO ISO 9001

Autori: Leonardo Palumbo, Francesca Lussu (Servizio Osservatorio Energia Rifiuti e Siti Contaminati).
ARPAE Emilia-Romagna

L'Osservatorio energia di ARPAE predispone ogni anno il proprio Bilancio Energetico Regionale (BER). Si tratta di un quadro contabile che fornisce una rappresentazione unitaria e coerente dei flussi associati a tutti i combustibili e vettori energetici, in ingresso, in trasformazione e in uscita dal territorio regionale, nell'arco di un anno solare. Il BER ha la forma di una matrice di contabilità statistica coerente con il Bilancio Energetico Nazionale e con le metodologie Eurostat; questo permette l'omogeneità e la confrontabilità dei bilanci ai vari livelli territoriali.

Il bilancio energetico descrive in modo immediato e sintetico come l'energia è stata "reperita" sui mercati e "trasformata" in forme utili. Dal bilancio si possono estrapolare informazioni fondamentali per la pianificazione e la programmazione energetica, come il grado di sicurezza energetica del sistema regione (importazioni, consumi, per singolo combustibile e vettore), il consumo finale o il grado di elettrificazione dei vari settori economici (produttivo, civile, trasporti), rappresentando la base conoscitiva sia per il piano energetico regionale, sia per l'inventario delle emissioni climalteranti. La Regione Emilia-Romagna utilizza l'andamento degli indicatori di bilancio come base storica per lo sviluppo degli scenari energetici a medio lungo termine.

Figura 1: Rappresentazione diagrammatica del BER dell'Emilia-Romagna nel 2020 (dati espressi in Ktep).



Fonte: Osservatorio ARPAE Emilia-Romagna

Questa matrice permette inoltre di monitorare il raggiungimento degli obiettivi regionali sulle fonti energetiche rinnovabili e sull'efficienza energetica. È inoltre efficace per l'elaborazione di indicatori

regionali utili per monitorare e valutare i progressi verso gli obiettivi per lo sviluppo sostenibile (Indicatori SDGs, obiettivo 7).

I dati in forma sintetica e in formato *open data* sono rivolti sia a un pubblico più tecnico, sia ai cittadini. Il 2020 è stato un anno particolare, caratterizzato dall'arrivo della pandemia da Covid. Il consumo finale di energia, in Emilia-Romagna è stato pari a circa 11,8 Mtep, in diminuzione di circa il 7% rispetto al consumo finale dell'anno precedente, soddisfatto con un consumo interno lordo di prodotti energetici pari a circa 14,8 Mtep.

Nel 2020, il settore economico maggiormente energivoro è stato quello produttivo (pari al 36%), seguito dai trasporti (passato dal 30% del 2019 al 26% nell'anno del *lockdown*) e dal settore residenziale (22% dei consumi finali totali); la domanda energetica finale del settore terziario copre il restante 16% dei consumi finali.

Il settore produttivo mostra una tendenza alla riduzione dei consumi totali fino al 2015; a partire dal 2016, l'andamento dei consumi energetici ricomincia a crescere (+15% nel 2020 rispetto al 2015) e non rileva segni di rallentamento neanche nel 2020, anno del *lockdown*. Il 72% dei consumi è coperto da energia termica, mentre il 28% da energia elettrica.

Il settore trasporti presenta un andamento altalenante, ma crescente, sino al 2018. Nel 2019 si assiste a un rallentamento dei consumi del settore legato alla mobilità di persone e merci, mobilità che subisce un blocco quasi totale nella prima metà del 2020, in corrispondenza della chiusura per Covid (-17,7%, nel 2020 rispetto al 2019). Il grado di elettrificazione del settore è ancora poco significativo (3%).

Il settore residenziale, caratterizzato da consumi in prevalenza termici (82%), dal 2002 registra un modesto calo dei consumi complessivi (-17%), dovuto a una riduzione significativa dei consumi termici (-24%) e a un contestuale aumento dei consumi elettrici (+9%). La composizione dei vettori e dei combustibili utilizzati per coprire i consumi finali di questo settore mostra il ruolo primario del gas naturale (64%), il grado di elettrificazione del settore (17%) e quello di penetrazione delle rinnovabili (12%). Nel settore residenziale, in particolare, l'utilizzo della biomassa detiene un peso non trascurabile, rappresentando l'11% del totale dei propri consumi finali lordi.

Il settore dei servizi mostra nel tempo un andamento alquanto costante. Questo è tanto più vero nella quota di consumo termico, che vede un aumento solo del 7% (2020 rispetto al 2002), mentre i consumi elettrici mostrano un coefficiente di elettrificazione superiore rispetto a tutti gli altri settori (33%).

La disponibilità di fonti energetiche deriva in buona parte dalle importazioni. Le fonti principali dei consumi sono state il gas naturale (7,8 milioni di tep, pari a più della metà del consumo interno lordo) e i prodotti petroliferi (3,9 milioni di tep, quasi il 27% del totale).

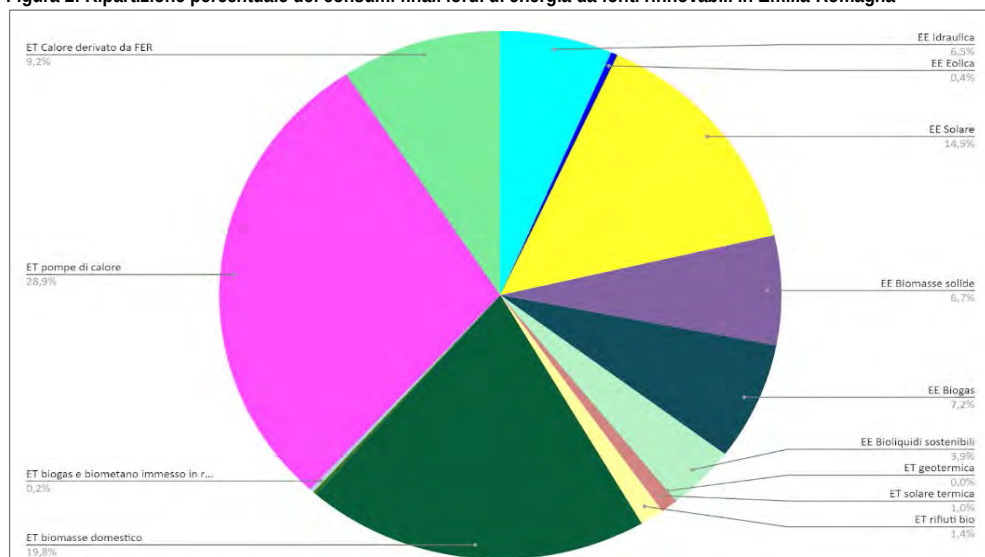
Se si escludono le fonti rinnovabili per i trasporti, che dipendono quasi esclusivamente da politiche di ordine nazionale, le fonti rinnovabili (FER) hanno contribuito, nel 2020, al 12% dei consumi finali. La composizione dei consumi da fonti rinnovabili è costituita nel modo seguente: la quota maggiore (52%) dei consumi finali di energia da fonti rinnovabili è rappresentata da consumi termici (733 ktep), il 39% da energia elettrica (558 ktep), mentre il restante 9% (131 ktep) è costituito da calore derivato (settore termico). I consumi da FER possono essere ulteriormente dettagliati in base alla fonte e alle tecnologie di produzione, come riportato nella Figura 2, relativa al 2020.

Tra i consumi elettrici da fonti rinnovabili il contributo maggiore è dato dal fotovoltaico (37%); a seguire, dal biogas (18%), biomasse solide (17%), idroelettrica (16%), bioliquidi (10%) ed eolico (1%).

Tra i consumi termici da fonti rinnovabili, invece, il contributo predominante è fornito dalle biomasse ad uso domestico (37%) e dalle pompe di calore (48%). I consumi termici coperti dalle pompe di calore

mostrano un andamento pressoché costante, dal 2012 al 2020, attestandosi su un consumo di circa 400 ktep (411 ktep al 2020, pari a 4785 GWh). I rimanenti consumi termici sono coperti da calore derivato da FER (15,2%), frazione biodegradabile dei rifiuti (2,3%) e solare termico (1,7%). I consumi finali termici da fonte geotermica, biogas e bioliquidi sono ancora poco significativi (1%).

Figura 2: Ripartizione percentuale dei consumi finali lordi di energia da fonti rinnovabili in Emilia-Romagna



Legenda: EE=energia elettrica; ET=energia termica

Fonte: Elaborazione ARPAE su dati GSE, Terna, Airu

L'esigenza di predisporre una rendicontazione sempre più affidabile dei sistemi energetici a livello regionale ha spinto ARPAE a preparare i passi necessari per la predisposizione della certificazione di qualità del bilancio energetico, che deve essere effettuato secondo procedure standardizzate e controllate, garantendo la tracciabilità e la consistenza della matrice, la corretta contabilizzazione di tutte le fonti utilizzate e la minimizzazione di doppi conteggi ed errori, in un'ottica di miglioramento continuo.

Il 31 maggio 2022 il processo di elaborazione del bilancio energetico regionale ha ottenuto la certificazione ISO 9001. Con questo strumento l'Agenzia adotta una metodologia utile per la pianificazione e la transizione energetica, uno strumento importante anche per la transizione ecologica. A livello nazionale non si riscontrano molte altre esperienze di certificazione di qualità dei bilanci energetici regionali. Sarebbe utile diffondere una maggiore cultura delle certificazioni per innalzare il livello di confrontabilità, omogeneità e di "accountability" delle statistiche energetiche regionali.

Bibliografia

Eurostat, 2019. Energy balance guide Methodology guide for the construction of energy balances & Operational guide for the energy balance builder tool.

<https://ec.europa.eu/eurostat/documents/38154/4956218/ENERGY-BALANCE-GUIDE-DRAFT-31JANUARY2019.pdf/cf121393-919f-4b84-9059-cdf0f69ec045>

Gse, 2022. Monitoraggio degli obiettivi regionali, in termini di quota dei consumi finali lordi di energia coperta da fonti rinnovabili.

<https://www.gse.it/dati-e-scenari/monitoraggio-fer/monitoraggio-regionale/Emilia>.

Terna, 2022. Elettricità nelle regioni.

<https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/statistiche/pubblicazioni-statistiche>.

Terna, 2022. Dati statistici sull'energia elettrica in Italia 2020.

<https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/statistiche/pubblicazioni-statistiche>.

LE WATER TOWERS ALPINE NELLA CRISI IDRICA DEL 2022

Autori: Edoardo Cremonese, Paolo Pogliotti, Marta Galvagno, Federico Grosso, Umberto Morra di Cella, Marco Cappio Borlino
ARPA Valle d'Aosta

Le montagne sono “*water towers*”, serbatoi che, grazie alla presenza di neve e ghiaccio, forniscono acqua ai territori a valle e alle pianure, compensando la riduzione delle precipitazioni estive tipiche dei climi italiani. Il contributo della fusione di neve e ghiaccio al deflusso totale dei fiumi italiani può variare dal 5% delle regioni meridionali al 50-60% del bacino padano. La riduzione della neve e la scomparsa dei ghiacciai compromettono questo fondamentale ruolo tampone, andando a incrementare le crisi idriche estive. È infatti nei mesi estivi che si verifica il picco della domanda di acqua per uso civile, sensibile alle enormi fluttuazioni di presenze nelle destinazioni turistiche, irriguo ed industriale, innescando conflitti d'uso multiscala (locale, regionale e nazionale) e intersettoriali (primario, secondario e terziario). Gli impatti dei cambiamenti climatici sul regime idrologico, sulle portate dei corpi idrici e sul rischio siccità in aree di montagna sono determinati dall'interazione tra l'aumento della temperatura, la variazione della distribuzione stagionale delle precipitazioni, la variazione del rapporto tra precipitazioni nevose e precipitazioni totali, la riduzione dei ghiacciai e l'aumento dell'evapotraspirazione a seguito delle dinamiche spaziali e temporali della vegetazione. Insieme a questi processi naturali, le portate dei torrenti di montagna interagiscono con i diversi utilizzi umani. Come i processi naturali, anche le attività umane sono sempre maggiormente influenzate dai cambiamenti climatici (es. produzione di energia da fonti rinnovabili, frequentazione turistica, dinamiche urbanistiche, sviluppo delle attività agricole, tra gli altri). È fondamentale dunque partire da questo complesso quadro di interazioni e processi per comprendere come i cambiamenti climatici influenzano il regime idrologico e per valutare la vulnerabilità dei sistemi socio-ecologici a tali variazioni. Nel 2022, l'Europa ha vissuto l'estate più calda mai registrata, e diverse ondate di calore intense e prolungate hanno colpito parti dell'Europa occidentale e settentrionale. Il 2022 in Valle d'Aosta, come in tutte le aree alpine, è stato un anno caratterizzato da precipitazioni molto scarse, temperature sopra le medie, accumuli nevosi ridotti e una scomparsa anticipata dello stock idrico nivale. Il protrarsi di queste condizioni climatiche nel corso dell'anno ha generato condizioni diffuse di forte siccità che hanno avuto un enorme impatto sui sistemi naturali. Lo scarso innevamento e le alte temperature in quota hanno causato, per esempio, forti impatti sui ghiacciai, che si sono ritrovati in gran parte scoperti da neve già a partire dai primi giorni di giugno, invece che a metà/fine luglio come si osserva normalmente. A fine stagione estiva sono stati registrati i valori massimi di fusione glaciale degli ultimi 20 anni per tutti i ghiacciai valdostani monitorati, pari a circa 4 volte i valori medi (Figura 1).

Figura 1: Il ghiacciaio del Timorion, Valsavarenche, Valle d'Aosta a fine settembre 2022



Fonte: ARPA Valle d'Aosta

A causa di questo anomalo apporto di acqua derivante dalla fusione glaciale, l'impatto sul deflusso e sulle portate dei torrenti è stato variabile in funzione dell'estensione della superficie glaciale dei singoli bacini: bacini con copertura glaciale ridotta o assente ($< 3/5\%$) hanno mostrato riduzioni molto forti della portata durante il periodo estivo, raggiungendo i valori minimi assoluti del periodo di osservazione. In bacini con copertura glaciale maggiore ($5/10\%$), l'effetto sulle portate determinato dall'assenza di piogge estive e dal consumo precoce dello stock idrico nivale è stato compensato dalla componente di origine glaciale, che si è presentata in netto anticipo rispetto alla media e ha raggiunto, nei mesi di luglio agosto, valori elevatissimi pari a circa il 70/90% del deflusso totale, corrispondenti, anche in questo caso, ai valori massimi mai osservati negli ultimi 20 anni.

L'effetto della scarsità idrica sui sistemi socio-economici è stato diffuso e trasversale: usi idropotabili, irrigui e produttivi, produzione idroelettrica, turismo invernale ed estivo, alpinismo ed agricoltura sono alcuni esempi dei settori che sono stati maggiormente toccati dalla ridotta disponibilità idrica.

L'attività agropastorale, alla luce della sua stretta dipendenza con la produttività delle risorse foraggiere, influenzata direttamente dalle condizioni di temperatura e disponibilità idrica, è sicuramente uno dei settori socio-economici maggiormente impattati. Nell'estate 2022 sono state osservate riduzioni della produttività dei prati-pascoli regionali nell'ordine del 30/40%, che hanno portato ad una riduzione del periodo di monticazione in quota delle mandrie di bovini per la mancanza di risorse foraggiere. Contemporaneamente il fabbisogno irriguo a livello regionale è aumentato del 25%, da circa 130 a più

160 milioni di m³ di acqua, a causa dell'assenza di precipitazione e dell'incremento dell'evapotraspirazione. Nei mesi di giugno-agosto sono state numerose le occasioni di contrasto e confronto tra le esigenze dei diversi utilizzatori dell'acqua a livello di singole vallate e consorzi irrigui. Anche il settore idropotabile ha presentato numerose criticità: nel corso del 2022 sono state emesse decine di ordinanze comunali di bollitura dell'acqua per l'uso umano, di riduzione della portata o di chiusura dei fontanili, di razionalizzazione o razionamento dell'acqua o, in generale, di raccomandazioni contro gli sprechi. Le ordinanze, che hanno interessato un periodo compreso tra marzo e novembre, hanno riguardato principalmente i comuni della vallata centrale e quelli di fondovalle o media montagna.

Come nel resto d'Italia, anche la produzione idroelettrica regionale è stata impattata negativamente dalla riduzione della disponibilità idrica: complessivamente, a fine 2022, si è verificata una riduzione di produzione del 25/30%, distribuita in modo disomogeneo tra i diversi impianti. Gli impianti dotati di bacini di invaso a modulazione stagionale si sono mostrati meno vulnerabili e hanno registrato riduzioni di produzione minori. Particolarmente negativi sono stati invece gli impatti sugli impianti ad acqua fluente di minori dimensioni, localizzati sui bacini di media montagna, che non sono stati interessati dall'effetto di compensazione delle portate legato alla fusione glaciale, discusso nei paragrafi precedenti.

L'estate del 2022 può essere considerata una sorta di prova generale delle crisi idriche che nei prossimi anni saranno sempre più frequenti e probabilmente più intense a causa degli effetti dei cambiamenti climatici. La trasversalità degli impatti sui settori socio-economici presentati sottolinea ulteriormente l'urgenza dell'adozione delle azioni di contrasto ai cambiamenti climatici, che devono essere condotte a diversa scala sul fronte della mitigazione e dell'adattamento. Viste da una prospettiva nazionale, le comunità di montagna, per la loro connessione diretta e immediata con il territorio e per la particolare coesione dei sistemi socio-ecologici che le caratterizzano, possono essere considerate avanguardie di sperimentazione delle azioni di adattamento ai cambiamenti climatici declinate a scala locale.

LE CONFERENZE DEI GIOVANI SUL CLIMA IN TRENTINO: UN PROGETTO INNOVATIVO DI PARTECIPAZIONE GIOVANILE ALLO SVILUPPO DI POLITICHE DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Autori: Lavinia Laiti¹, Roberto Barbiero¹, Elisa Pieratti¹, Paola Delrio¹, Chiara Mioni²

¹ APPA Trento, ² Università degli studi di Trento, tirocinante APPA

L'attuale crisi climatica pone nuove e urgenti sfide anche per tutto il territorio italiano. In Trentino la fusione e il ritiro dei ghiacciai, la modifica della disponibilità d'acqua, nonché i cambiamenti che interessano gli ecosistemi e la loro funzionalità generano impatti sempre più rilevanti per i principali settori ambientali e socio-economici, mettendo a rischio non solo le capacità produttive, ma anche benessere e salute delle comunità locali. Per orientare l'azione provinciale di contrasto dell'emergenza climatica, la Giunta Provinciale ha approvato, nel 2021, il **programma di lavoro "Trentino Clima 2021-2023"** (DGP n. 1306 del 7/8/2021), coordinato dall'**Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente (APPA)**, come atto di indirizzo verso la creazione di una **Strategia provinciale di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici**, lo strumento che indicherà le opportune misure di mitigazione e di adattamento. Per quanto concerne le misure di mitigazione, esse sono essenzialmente già delineate nel Piano Energetico Ambientale e Provinciale (PEAP) 2021-2030. Per quanto riguarda, invece, le misure di adattamento, esse sono in via di definizione attraverso attività tecnico-scientifiche e di confronto con le strutture provinciali e i portatori di interesse previste da "Trentino Clima 2021-2023", per essere poi recepite nei piani e programmi di settore, in un processo di *mainstreaming*.

Riconoscendo l'importanza di un coinvolgimento diretto dei cittadini, l'APPA ha deciso di sperimentare una metodologia innovativa di co-creazione, ossia di progettazione condivisa e partecipata, di possibili misure di adattamento. Per coinvolgere in maniera specifica la popolazione più giovane è stato attivato un percorso partecipativo che rappresenta un *unicum* nel panorama italiano, quello delle **"Conferenze dei Giovani sul Clima in Trentino"**. Il progetto nasce con lo scopo di riconoscere il forte interesse e la voce dei giovani nell'ambito della lotta ai cambiamenti climatici, aprendo uno **spazio di cittadinanza attiva** che consenta loro di avanzare **proposte concrete sul tema dell'adattamento**. Le "Conferenze" sono state promosse e finanziate dall'APPA e la loro implementazione è stata affidata all'**Associazione Viração&Jangada**, che ha operato in collaborazione con il **Centro Europeo d'Eccellenza Jean Monnet dell'Università di Trento**, il **Trento Film Festival** e il **MUSE - Museo delle Scienze di Trento**. L'attenzione è stata rivolta ai giovani che abitano e vivono i territori, anche periferici, del Trentino, per cogliere la loro percezione delle problematiche legate alla crisi climatica e, soprattutto, per accogliere un loro contributo nel formulare possibili misure, anche innovative, di adattamento.

Il progetto è iniziato con la partecipazione di cinque giovani trentini alla **COP27 di Sharm el-Sheikh**, un'esperienza di giornalismo giovanile che ha contribuito a informare i cittadini trentini su quanto avvenuto e deciso a livello di politiche climatiche internazionali in Egitto. Al loro ritorno, i cinque hanno supportato l'organizzazione e la realizzazione delle "Conferenze dei Giovani sul Clima in Trentino" assieme ai referenti dell'APPA e al *team* dell'Associazione Viração&Jangada. Le Conferenze hanno seguito due percorsi paralleli: quello delle Conferenze Territoriali e quello delle Conferenze Libere. Le **Conferenze Territoriali** hanno coinvolto quattro territori, individuati strategicamente tra le maggiori aree urbane della Val d'Adige e le valli laterali: Comune di Trento e Comune di Rovereto-Vallagarina,

ma anche Bassa Valsugana-Tesino e Alto Garda-Ledro. Per ogni territorio sono stati selezionati alcuni referenti di comunità tra i 18 e i 35 anni, ai quali è stato affidato il compito di strutturare le Conferenze Territoriali assieme all'Associazione. Le Conferenze hanno coinvolto giovani cittadini (dai 13 ai 35 anni di età) dei territori sopra citati, grazie all'organizzazione di micro-percorsi formativi e laboratoriali strutturati attorno a tematiche rilevanti per l'adattamento scelte dagli stessi organizzatori, dalla gestione della risorsa idrica al turismo, fino a toccare tematiche legate ad agricoltura, salute o pericoli naturali, a seconda delle peculiarità delle diverse realtà territoriali. Le formazioni sono tenute grazie alla disponibilità di esperti scientifici e tecnici (dalle strutture della Provincia stessa agli enti scientifici), nonché di esperti esterni e di specialisti e imprenditori di settore. Ogni Conferenza ha elaborato almeno dieci raccomandazioni per possibili misure di adattamento specifiche, producendo quattro diversi documenti che sono stati presentati ai decisori politici locali e alla cittadinanza in occasione degli incontri di restituzione organizzati per ciascun territorio. Questi confronti hanno generato alcune collaborazioni molto concrete tra i giovani partecipanti e i Comuni coinvolti, ampliando ulteriormente gli spazi di cittadinanza attiva e partecipazione. Il percorso delle **Conferenze Libere** è stato pensato per allargare l'opportunità a tutti i giovani della Provincia, non solo a quelli dei territori attivati in maniera più strutturata. Le attività dei gruppi di giovani che hanno aderito (scuole, associazioni, oratori, ecomusei, gruppi di professionisti, ecc.) sono state auto-organizzate, con il supporto di un'attività *online* di formazione e orientamento iniziale coordinata dal *team* di Viração&Jangada e dall'APPA, e di una raccolta di materiali didattici a disposizione per la consultazione.

Il processo si è concluso il 29 aprile 2023 con la **Conferenza Provinciale dei Giovani sul Clima**, tenutasi presso il MUSE di Trento in occasione della 71ª edizione del Trento Film Festival (Figura 1).

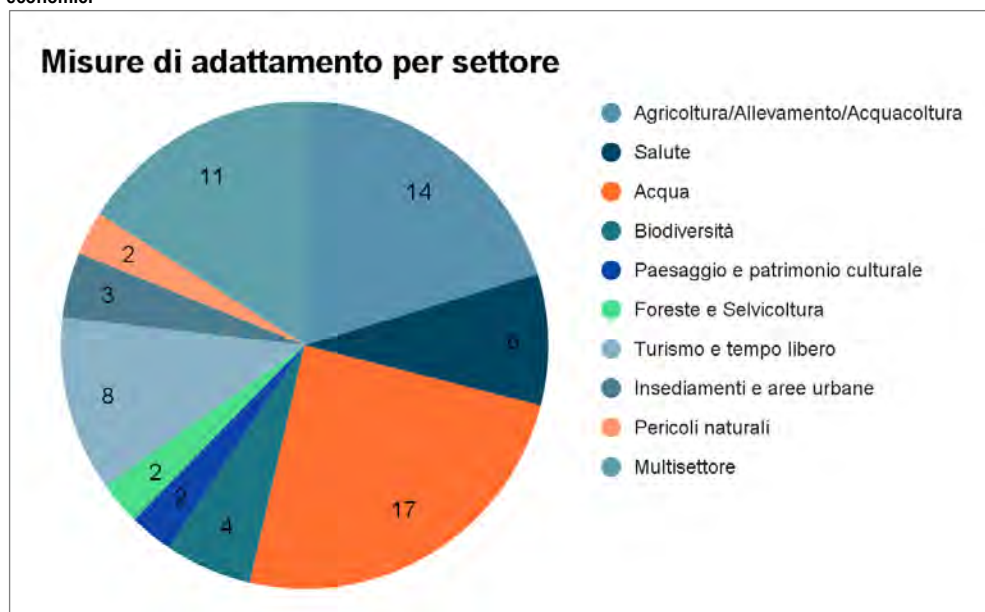
Figura 1: Alcuni dei partecipanti alla Conferenza provinciale dei Giovani sul Clima in Trentino, davanti al MUSE di Trento



Fonte: Agenzia di Stampa Giovanile.

Il progetto si è dimostrato molto efficace in termini di coinvolgimento: sono state organizzate quattro Conferenze Territoriali e circa 20 Conferenze Libere, per un totale di **circa 300 giovani partecipanti**, appartenenti a circa 40 realtà associative giovanili e istituzionali distribuite in 18 Comuni. Le Conferenze hanno prodotto circa **180 proposte di misure di adattamento per 13 diversi settori ambientali e socio-economici** chiave per il Trentino. Durante la Conferenza provinciale i risultati sono stati sintetizzati e armonizzati, prima di consegnarli all'APPA. Il **documento finale** identifica circa **60 proposte di misure di adattamento su dieci settori ambientali e socio-economici** (Figura 2), con un orizzonte temporale di implementazione previsto di circa cinque anni (fino alla conclusione del mandato della prossima Giunta Provinciale, che sarà eletta a ottobre 2023).

Figura 2: Suddivisione delle misure di adattamento raccolte nel documento finale per settori ambientali e socio-economici



Fonte: Elaborazioni APPA Trento

Le misure spaziano dalla creazione di nuovi invasi, all'efficientamento degli acquedotti e degli impianti di irrigazione, per arrivare a nuovi monitoraggi delle specie a rischio, alla diversificazione e alla destagionalizzazione dell'offerta turistica, ad una maggiore regolamentazione del settore turistico, fino alle soluzioni basate sulla natura di ambito urbano, come alberature, parchi e facciate verdi. Numerose le misure trasversali e multisettoriali volte a promuovere azioni di *governance* partecipata, educazione e sensibilizzazione, con particolare attenzione a giustizia climatica ed inclusione sociale.

La documentazione del progetto entrerà a far parte degli allegati della futura Strategia provinciale di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici e le misure proposte dai partecipanti saranno poste

al vaglio dei tecnici dell'APPA e delle Strutture provinciali per una possibile inclusione nella Strategia stessa.

Dai questionari di valutazione è emerso che i partecipanti hanno apprezzato l'opportunità di un percorso a loro dedicato, quale occasione di formazione approfondita sui temi della crisi climatica nei loro territori e di espressione delle proprie proposte politiche. Inoltre, è stata richiesta da tutti una prosecuzione del percorso avviato come forma di dialogo permanente tra i giovani cittadini e le istituzioni provinciali.

Bibliografia

APPA, 2022, I cambiamenti climatici in Trentino. Osservazioni, scenari futuri e impatti.

Provincia Autonoma di Trento, (DGP n. 1306 del 7/8/2021) Trentino Clima 2021-2023

Agenzia di Stampa Giovanile, 2022, In Trentino, le conferenze dei giovani sul clima.

<http://www.stampagiovanile.it/gioventu/in-trentino-le-conferenze-dei-giovani-sul-clima/>

ECONOMIA CIRCOLARE E GESTIONE DEI RIFIUTI



LA SFIDA DI ISPRA SULLA FINANZA SOSTENIBILE

Autori: Roberta Alani, Alessio Capriolo
ISPRA

La finanza sostenibile è l'applicazione del concetto di sviluppo sostenibile all'attività finanziaria. Essa si pone infatti l'obiettivo di creare valore nel lungo periodo e in linea con il concetto di sviluppo sostenibile, indirizzare i flussi di capitali privati verso attività che non solo generino un plusvalore economico (profitto), ma siano al contempo utili alla società e non siano a carico del sistema ambientale, integrando l'analisi finanziaria con quella ambientale e sociale.

Dal Green Deal europeo (https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it) è emerso chiaramente che per compiere la transizione verso un'economia climaticamente neutra e realizzare gli obiettivi di sostenibilità ambientale dell'Unione, dimezzare le emissioni di gas climalteranti entro il 2030 e completare il processo di decarbonizzazione entro la metà del secolo, occorrono ingenti investimenti in tutti i settori economici con coinvolgimento necessario del settore privato. Per tale motivo nel 2018 è stato pubblicato il Piano d'Azione per finanziare la crescita sostenibile della Commissione Europea (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/it/ALL/?uri=CELEX:52018DC0097>), contenente una serie di misure specifiche e con relative scadenze (come l'introduzione di una "Tassonomia UE" europea per la finanza sostenibile, la creazione di *benchmark*, *standard* e certificazioni di qualità per prodotti di investimento, ecc.) finalizzate proprio a orientare i flussi di capitali verso investimenti sostenibili, al fine di conseguire una crescita equa e inclusiva, a fornire una corretta gestione dei rischi finanziari derivanti da cambiamento climatico, consumo di risorse, degrado ambientale, e a migliorare la qualità e la trasparenza della rendicontazione non finanziaria delle imprese.

Al fine di migliorare le regole del mercato finanziario verso un processo di sostenibilità e per contrastare il *greenwashing*, tradotto anche con "ecologismo di facciata", i mercati e gli investitori necessitano di informazioni chiare e comparabili sulla sostenibilità. Hanno bisogno di riconoscere le imprese realmente 'sostenibili' e, conseguentemente, le imprese hanno bisogno di essere a loro volta riconosciute per le loro attività sostenibili attraverso un linguaggio comune e una chiara definizione di ciò che è "sostenibile".

Il Regolamento (UE) 2020/852 ("Tassonomia UE") (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020R0852>), risponde proprio a questa esigenza, è un sistema unificato di classificazione delle attività economiche con specifici criteri tecnici (*screening criteria*) che ne misurano l'impatto ambientale rispetto a sei obiettivi: mitigazione cambiamenti climatici, adattamento ai cambiamenti climatici, transizione all'economia circolare, prevenzione e controllo dell'inquinamento, uso sostenibile e protezione dell'acqua e delle risorse marine, protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi. Ognuna dell'attività considerate sostenibili deve contribuire ad almeno uno dei sei obiettivi e non arrecare danno significativo agli altri – basato sul principio del DNSH- *Do No Significant Harm*. Fornisce alle imprese, agli investitori criteri e *target* uniformi per quanto riguarda le attività economiche che possono essere considerate sostenibili dal punto di vista

ambientale. Impone di conseguenza alle società finanziarie e non finanziarie di fornire agli investitori le informazioni sulle prestazioni e informazioni ambientali dei loro attivi e delle loro attività economiche. Il Regolamento contribuisce a creare sicurezza per gli investitori, a proteggere gli investitori privati dalla pratica indesiderata del *greenwashing*, ad aiutare le aziende a diventare più rispettose del clima, a mitigare la frammentazione del mercato e a spostare gli investimenti verso una crescita sostenibile. Con l'introduzione, inoltre, della nuova normativa dalla *Corporate Sustainability Reporting Directive* (CSRD) alla *Sustainable Finance Disclosure Regulation* (SFDR) in vigore dal marzo 2021, si prevede dal 2024 il coinvolgimento a livello europeo di circa 50.000 società, rispetto alle attuali 12.000, alle quali sarà chiesto di fornire un *reporting* di sostenibilità certificata e sottoposta a controllo indipendente. A livello italiano si passerà dalle attuali circa 200 imprese, attualmente soggette alla Dichiarazione non Finanziaria, a circa 4-5.000 imprese soggette quindi al *reporting* di sostenibilità (Tabella 1).

Tabella 1: L'applicazione della normativa europea in materia di finanza sostenibile

Normativa EU	Gruppo target	Prescrizioni
CSRD (<i>Corporate Sustainability Reporting Directive</i>)	<u>2024</u> : le società europee quotate con un numero di dipendenti superiore a 500 <u>2025</u> : le società europee quotate con un numero di dipendenti superiore a 250	obbligo di includere i fattori ESG nel report aziendale. Il contenuto deve essere verificato da audit di parte terza.
SFDR (<i>Sustainable Finance Disclosure Regulation</i>)	<u>2021/2022/2023</u> : partecipanti ai mercati finanziari europei (tutte le imprese saranno coinvolte indirettamente)	investitori e altre entità finanziarie devo dichiarare quanto del loro portafoglio è " <i>green</i> " (<i>Green Asset Ratio</i>). Includendo anche i prestiti per imprese.
Regolamento (UE) 2020/852 Tassonomia UE	<u>2024</u> : le società europee quotate con un numero di dipendenti superiore a 500 <u>2025</u> : le società europee quotate con un numero di dipendenti superiore a 250	obbligo di dichiarare la quota " <i>green</i> " del loro fatturato, Capex e Opex. Le imprese devono valutare le loro attività produttive al fine di conformarsi.

Fonte: Elaborazione ISPRA fonte Commissione UE

Questo 'tsunami' normativo in arrivo sta già generando una richiesta massiva di accesso a dati sinora non accessibili o addirittura di produzione di nuovi dati di natura ambientale che riguardino le imprese e gli impatti dei settori economici. Gli operatori finanziari e le imprese si dovranno adeguare a questa nuova normativa e la finanza sostenibile rappresenta quindi una nuova grande sfida per tutti ed anche per ISPRA.

Dal 2018 ISPRA si occupa di finanza sostenibile nelle funzioni di supporto tecnico del Comitato Ecolabel Ecoaudit nel processo per lo sviluppo dei criteri "*EU Ecolabel criteria for financial products*" (<https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/product-groups/432/home>), il cui processo è ora in fase "*stand -by*", e partecipa nell'ambito del EPAnetwork all'IG *Green Finance* a livello europeo.

Nel 2022, tenuto conto del ruolo istituzionale che ISPRA ricopre con il marchio Ecolabel UE e le richieste pervenute a ISPRA da parte degli operatori finanziari che necessitano di dati e informazioni ambientali pubbliche e validate a supporto all'applicazione al quadro normativo illustrato in precedenza, è stata istituita all'interno dell'Istituto la "task force" per la finanza sostenibile". ISPRA, con l'istituzione della *task force*, intende assumere un ruolo di "facilitatore" a supporto delle imprese, degli operatori finanziari e delle autorità vigilanti nella comprensione dei dati e/o informazioni ambientali pubbliche e validate dall'ISPRA stessa.

L'importanza dell'informazione ambientale scientificamente validata, prodotta da enti terzi attendibili e indipendenti che operano sulla base di dati pubblici è stata sottolineata, ai fini del contrasto al *greenwashing*, anche durante la Cop26. La capacità di leggere il dato ambientale assume un'importanza strategica nell'ambito della finanza sostenibile e in questo l'ISPRA può rappresentare un punto di riferimento istituzionale e terzo sia per gli operatori economici e le imprese sia per le autorità di vigilanza, che poi dovranno verificare il rispetto di questi criteri.

ISPRA sta avviando un'interlocuzione importante con diversi portatori di interesse (ABI, CONSOB, IVASS, AIBA, solo per citarne alcuni) al fine di comprendere le loro necessità e collaborare insieme in questa sfida così complessa e tuttavia di così grande rilevanza a livello nazionale. ISPRA fornisce supporto al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica al tavolo per la finanza sostenibile istituito dal Ministero Economia e Finanza. Con il Forum per la Finanza sostenibile (FFS) è stata attivata una collaborazione, nel 2022, con lo scopo di promuovere le buone pratiche in ambito di finanza sostenibile tra gli operatori del mondo finanziario. Nell'ambito della suddetta collaborazione è stato presentato il paper «Greenwashing e finanza sostenibile: rischi e risorse di contrasto», Ecomondo2022 (https://finanzasostenibile.it/wp-content/uploads/2022/11/Greenwashing_ITA_WEB.pdf).

Per garantire il dialogo con gli interlocutori del mondo economico ha avviato, nel 2023, una collaborazione con Confindustria attraverso la quale intende fornire un supporto ai processi di rendicontazione della sostenibilità ambientale da parte delle imprese, coerentemente con il nuovo quadro normativo comunitario in materia di Finanza Sostenibile, nonché valutarne l'applicabilità nel contesto imprenditoriale italiano.

L'obiettivo in questa circostanza è quello di mettere a disposizione una linea guida che abbia una funzionalità chiara per i destinatari e che possa generare per loro un'utilità immediata rispetto a quanto previsto dagli adempimenti della legislazione europea in corso di completamento e attuazione. Se da un lato si mira dunque ad accompagnare le imprese in un percorso di apprendimento su come impostare la rendicontazione di sostenibilità, esplicitando le metodologie di calcolo degli indicatori previsti dalla normativa, le loro metriche, i parametri e le fonti di approvvigionamento dati, la linea guida intende contribuire in senso più generale a far emergere le informazioni rilevanti di interesse dei mercati finanziari al fine di favorire delle decisioni di investimento sostenibile consapevoli, basate su un'informativa pubblica validata il più completa possibile e in grado di arginare proprio il rischio di "greenwashing".

IL PROGETTO INTERREG IT-HR MARLESS: IL MONITORAGGIO E LA GESTIONE DEI RIFIUTI MARINI IN UN'OTTICA CIRCOLARE

Autore: Andrea Torresan
ARPA Veneto

Il progetto MARLESS è un progetto strategico finanziato dal programma INTERREG Italy – Croatia per supportare la cooperazione tra i due stati che si affacciano sul bacino Adriatico. È iniziato il 1/06/2020 e ha durata triennale.

Figura 1: Logo ufficiale progetto MARLESS



Fonte: InterregIt-Hr

L'asse prioritario è il 3 "Ambiente e patrimonio culturale" mentre l'obiettivo specifico è il 3.3: "Improve the environmental quality conditions of the sea and coastal area by use of sustainable and innovative technologies and approaches"

Il partenariato è costituito da n. 13 partner di cui 7 italiani:

1. ARPAV come Lead Partner;
2. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia;
3. Regione del Veneto;
4. Università di Bologna;
5. Fondazione Cetacea;
6. Regione Emilia-Romagna (partner associato);
7. Regione Puglia.

e n. 6 croati:

1. Ministry of Environment Protection and Energy;
2. Regional Development Agency Dubrovnik-Neretva County – Dunea;
3. University of Dubrovnik;

4. Institut Ruder Boskovic;
5. Region of Istria (partner associato);
6. Irena – Istrian Regional Energy Agency L.T.D.;

Il Progetto ha affrontato il problema del Marine Litter nell'Adriatico su diversi fronti per ottenere risultati visibili e concreti, mediante lo sviluppo di diversi pacchetti di azioni (Work Packages) miranti a conoscere, prevenire, raccogliere e trattare i rifiuti marini, e applicando alcuni dei principi cardine dell'Economia Circolare.

Il primo lavoro di coordinamento tra i partner italiani e croati ha avuto come oggetto la standardizzazione delle metodologie per il monitoraggio dei rifiuti marini utilizzate dai vari partner nell'ambito della Marine Strategy Framework Directive

(https://environment.ec.europa.eu/topics/marine-and-coastal-environment_en).

Il **monitoraggio** dei rifiuti marini è essenziale per conoscerne la fonte e attuare politiche atte a limitarne l'afflusso al mare e la dispersione in ambiente. Secondo questo principio, l'Unione Europea ha adottato la Direttiva Single Use Plastics (https://environment.ec.europa.eu/topics/plastics/single-use-plastics_it?ettrans=it) con lo scopo di limitare e/o bandire i 10 articoli di plastica monouso più comunemente trovati sulle spiagge europee

Nello specifico il progetto MARLESS ha preso in considerazione:

i rifiuti spiaggiati;

i rifiuti galleggianti;

le microplastiche;

le aree di analisi sono state focalizzate sulle foci dei fiumi e sugli scarichi dei depuratori.

In questa fase ARPAV è stata responsabile del monitoraggio per il Veneto, effettuando tre campagne distinte in due diversi periodi dell'anno, settembre/ottobre e febbraio/marzo, sostanzialmente in un periodo post turistico e uno pre-turistico.

Oltre a questa prima fase di monitoraggio sul campo, il progetto ha approfondito lo studio delle immagini satellitari come utile strumento per l'identificazione di aree di accumulo di rifiuti in mare e la creazione di modelli matematici atti a simulare la traiettoria dei rifiuti marini partendo da una fonte di inquinamento (fiumi o porti cittadini). I primi risultati di questo studio modellistico sono disponibili al seguente link <http://interreg.c3hpc.exact-lab.it/MARLESS/>.

Parlando di **prevenzione**, il progetto ha previsto anche delle azioni mirate a coinvolgere specifici stakeholder, tra cui le scuole e il settore turistico.

In questo contesto sono stati avviati dei laboratori scolastici con un approccio pratico, coinvolgendo gli studenti (circa n. 1400 studenti nell'area di progetto) in azioni di pulizia delle spiagge, rive dei fiumi e piazze cittadine per enfatizzare il concetto che il comportamento di tutti i giorni può influenzare lo stato dell'ambiente e del mare.

Il settore turistico è stato invece coinvolto con un progetto di Citizen Science in cui i concessionari balneari, dopo una prima fase di training, hanno raccolto i dati sui rifiuti abbandonati e/o spiaggiati durante la stagione turistica, con una specifica metodologia semplificata. Questa attività ha permesso di avere dei dati solitamente difficili da raccogliere e che evidenziano come in alcune aree la presenza del turista in spiaggia, è la principale fonte di abbandono dei rifiuti.

L'ultimo pacchetto di azioni è stato pensato in un'ottica circolare tramite sei azioni pilota mirate a **prevenire, raccogliere e trattare** i rifiuti marini, per chiudere il cerchio e ottenere nuovi prodotti dai rifiuti tramite la pirolisi della plastica.

Tra le azioni di prevenzione, la Regione del Veneto ha commissionato la realizzazione di una barriera che fermi i rifiuti lungo l'asta fluviale prima che raggiungano il mare affiancata da una telecamera che sfrutterà l'intelligenza artificiale per identificare e monitorare i rifiuti galleggianti. Anche in questo caso, la conoscenza del problema e la quantificazione dei rifiuti potranno supportare le politiche regionali e approfondire le conoscenze sul comportamento dei vari materiali dispersi in ambiente per proporre eventuali alternative più sostenibili di prodotti già pensati per essere riciclati (Eco-design) e che guidino l'utente in una corretta gestione.

Per la raccolta dei rifiuti marini sono state invece attuate sia azioni già consolidate, come il Fishing for Litter e l'utilizzo di cestini del mare per la raccolta dei rifiuti nei porti, che la sperimentazione di **nuove tecnologie**, tra cui la creazione di un drone marino capace di filtrare le microplastiche sulla superficie del mare e dei robot automatizzati per la raccolta di accumuli di rifiuti galleggianti in aree ben definite (porti, baie, ecc...).

Alcuni test in laboratorio e sul campo sono stati inoltre svolti per valutare le capacità di filtraggio delle microplastiche da parte dei mitili (*Mytilus galloprovincialis*) posizionando dei cilindri raccoglitori alla base degli allevamenti per poter raccogliere e successivamente conteggiare le microplastiche espulse dagli animali.

Infine, i rifiuti raccolti durante le azioni pilota sono stati quindi asciugati, separati per polimero, triturati ed inviati ad un impianto di **pirolisi** per testare la qualità dei prodotti che si otterranno.

Nonostante alcune difficoltà tecnologiche o la non convenienza economica del processo, il riciclo chimico delle plastiche, e la pirolisi in particolare è una tecnologia promettente (Cafiero et al., 2021) che risulta particolarmente utile nei casi di polimeri plastici che non sono riciclabili meccanicamente, o che sono difficilmente separabili come alcune tipologie di imballaggi e concorrerà al raggiungimento degli obiettivi del Green Deal europeo.

Infine, per massimizzare i risultati ottenuti, la campagna di comunicazione ha previsto azioni di networking, partecipazioni a fiere internazionali, incontri con esperti, workshop, pubblicazioni su riviste, produzione di video 3D a 360° e attività sui social. Tutte queste piattaforme garantiranno visibilità al progetto ma soprattutto consentiranno di diffondere le buone pratiche e ne faciliteranno la trasferibilità.

Bibliografia

Cafiero, L., De Angelis, D., Tammaro, M., Tuccinardi, L., & Tuffi, R., 2021. Progetto Zero Plastica.

IL PROGETTO INTERREG EUROPE CORE (COMPOSTING IN RURAL ENVIRONMENTS): COMPOSTAGGIO E GESTIONE DEL RIFIUTO ORGANICO IN AREE RURALI

Autore: Elisa Poznanski
APPA Bolzano

Il progetto CORE ha lo scopo di favorire lo scambio tra partner europei di buone pratiche sulla gestione del rifiuto organico. Il progetto è finanziato dal programma INTERREG EUROPE, che sostiene i governi regionali e locali in tutta Europa nel migliorare l'elaborazione e l'esecuzione delle politiche di sviluppo regionale, locale e territoriale. Il Progetto CORE si inserisce nell'obiettivo politico "a greener Europe", obiettivo specifico "Economia circolare" e promuove lo scambio e il trasferimento di conoscenze ed esperienze nell'ambito della politica regionale e di coesione, rivolgendosi in particolare ad autorità pubbliche, autorità di gestione, agenzie e organizzazioni tematiche. CORE è iniziato il 1° marzo 2023, prevede un triennio di attività di scambio e adozione di buone pratiche ed un quarto anno di monitoraggio degli effetti della cooperazione sulle politiche regionali. Di seguito il link alla pagina web del progetto: <https://www.interregeurope.eu/core-0>

Figura 1: Logo ufficiale progetto CORE

**Interreg
Europe**



**Co-funded by
the European Union**



Fonte: Interreg Europe, European Compost Network (ECN)

Il progetto coinvolge amministrazioni regionali e locali con competenze sulla gestione dei rifiuti organici di 8 regioni di tutta Europa con l'obiettivo di scambiare le loro esperienze sul compostaggio in particolare e la gestione del rifiuto organico in generale.

I paesi coinvolti sono:

- Spagna (capofila di progetto)
- Germania
- Belgio
- Svezia
- Ungheria
- Polonia
- Grecia
- Italia.

Nel progetto è coinvolto anche l'ECN (European Compost Network), come autorevole consulente per la parte tecnica e di comunicazione.

L'Alto Adige è partner del progetto CORE attraverso l'Agenzia provinciale per l'ambiente e la tutela del clima (Appa Bolzano), che a partire dalla prima edizione del Piano Gestione Rifiuti (nel 1993) negli ultimi 30 anni ha maturato una grande esperienza nella gestione dei rifiuti, nella pianificazione e realizzazione di impianti di trattamento del rifiuto organico.

La gestione dei rifiuti organici nelle aree rurali a bassa densità di popolazione ha un notevole impatto sull'ambiente e sull'economia: in questo contesto il progetto CORE vuole essere un acceleratore per i territori rurali per favorire il compostaggio in modo che nel medio termine i rifiuti organici e gli effetti legati alla loro gestione possano diminuire drasticamente. Attualmente in alcuni paesi europei è necessario un processo dall'elevato impatto ambientale ed economico per raccogliere, trasportare e trattare piccole quantità di rifiuti organici in villaggi lontani e scarsamente popolati.

La prevenzione dei rifiuti organici e il loro trattamento in impianti il cui prodotto sia un compost di qualità potrebbero contribuire alla riduzione di questa frazione e degli effetti derivati dalla sua gestione. Il compost prodotto può essere utilizzato come materiale migliorante del suolo e fertilizzante in parchi locali e regionali e giardini, oppure il rifiuto biologico può essere avviato agli impianti di digestione anaerobica con produzione di biogas: una via non esclude l'altra, a seconda del modello gestionale sviluppato nei singoli territori.

Il programma Interreg Europe prevede la circolazione delle informazioni e lo scambio di buone pratiche tra pubbliche amministrazioni di stati dell'Unione Europea con competenze e punti di forza differenti e complementari, in modo da consentire a tutti i partner di trarre spunto dalle altrui esperienze, per implementare soluzioni da altri già percorse di cui beneficeranno gli *stakeholder* locali, chiamati a partecipare al progetto. Il progetto, che coinvolge regioni del Sud, del Centro e del Nord Europa, si basa sulla condivisione di buone (e cattive) pratiche da cui si possa trarre un insegnamento: compostaggio e digestione anaerobica vengono gestiti in maniere molto diverse a seconda della morfologia del territorio e densità di popolazione, condizioni ambientali e climatiche, nonché tecnologie d'impianto estremamente eterogenee. Ciascuno stato partecipante può attingere informazioni e *modus operandi* da mettere in pratica sul territorio.

Ciascun partner partecipa al progetto con uno strumento politico, che nella maggioranza dei casi è un piano pluriennale di gestione dei rifiuti, che nel corso del progetto bisognerà dimostrare di aver migliorato in virtù degli insegnamenti appresi dalla cooperazione transnazionale.

Lo strumento politico con il quale la Provincia di Bolzano partecipa al Progetto è l'aggiornamento del 2021 del Piano Gestione Rifiuti, che dovrà essere rivisto nel 2027 in accordo con la direttiva 2008/98/CE, che all'art. 30 prevede che i piani di gestione e i programmi di prevenzione dei rifiuti siano valutati almeno ogni sei anni. L'adozione di buone pratiche in essere presso altri partner, o di buone pratiche scaturite dal confronto con realtà diverse, e la loro inclusione nella redazione del Piano Gestione Rifiuti aggiornato sarà la prova dell'efficacia della cooperazione.

Ogni semestre i partner parteciperanno ad un viaggio di studio strutturato in una parte di seminario tematico e una parte di visita ad impianti, è prevista la partecipazione degli *stakeholder* (proprietari, gestori e tecnici degli impianti), destinatari finali del trasferimento di *know-how*.

Argomento dei seminari tematici (e delle buone pratiche condivise) spazieranno dal compostaggio individuale, di comunità e centralizzato alle modalità di formazione dei maestri compostatori e dei

cittadini o delle associazioni per la gestione dei compostaggi di comunità; dalla prevenzione del rifiuto organico alle disposizioni normative per il compostaggio in aree rurali; dalla digestione anaerobica in aree rurali ai possibili e diversi utilizzi e destinazione finale del compost e dei digestati. Nel corso del progetto si evidenzieranno problematiche di interesse comune che saranno il tema del penultimo seminario tematico, volutamente non assegnato per lasciare spazio a quanto emerso negli scambi precedenti.

APPA Bolzano ha ospitato a fine settembre 2023 il secondo incontro transnazionale. Le buone pratiche condivise nei seminari tematici riguardavano in particolare la prevenzione dei rifiuti organici e la regolamentazione del compostaggio nelle aree rurali. L'Ufficio gestione rifiuti di Appa Bolzano ha illustrato gli effetti che negli anni – a partire dal 1993 - ha sortito il Piano provinciale di Gestione Rifiuti sulla prevenzione dei rifiuti come prima misura e sulla raccolta differenziata, in particolare della frazione organica. Il sistema di raccolta, unitamente al sistema di trattamento e gestione del rifiuto organico, conferito nell'impianto di digestione anaerobica di Lana e nei compostaggi decentralizzati sul territorio, rappresenta una buona pratica ad alta efficienza, alla quale anche gli altri partner possono guardare come ad un esempio virtuoso potenzialmente riproducibile altrove.

Il gruppo di lavoro, composto dai partner internazionali e dai loro *stakeholder*, ha avuto modo di visitare di persona i diversi impianti sul territorio altoatesino che sono parte del sistema integrato di gestione altoatesino. Le visite sono state arricchite dallo scambio di informazioni ed esperienze con il personale tecnico degli impianti. Abbiamo potuto mostrare un buon esempio di integrazione di sistemi differenti e di collaborazione tra attori diversi operanti sullo stesso territorio. Se in alcuni settori la Provincia di Bolzano viene presa a modello dai partner di progetto, ci sono tuttavia aree nelle quali a nostra volta possiamo trovare spunti e buone pratiche da importare e applicare.

Le ricadute delle attività del progetto per la Provincia Autonoma di Bolzano saranno l'acquisizione di una metodologia per la quantificazione dello spreco alimentare, la realizzazione di campagne di sensibilizzazione alla cittadinanza per il miglioramento della qualità del rifiuto organico, una riflessione sulla possibilità di chiusura del cerchio del digestato da fermentazione anaerobica e sui compostaggi a verde. Il Progetto CORE è un'ottima possibilità per ampliare gli orizzonti e lanciare uno sguardo in avanti con l'obiettivo della chiusura dei cerchi nel territorio altoatesino.

PROMOZIONE E DIFFUSIONE DELLE BUONE PRATICHE SULLA GESTIONE SOSTENIBILE DEI RIFIUTI

Autori: Giovanni Sardella, Rossella Laino
ARPA Molise

Il territorio molisano è caratterizzato per il 94% da piccoli comuni, di cui circa l'86% sono comuni montani. Una delle maggiori problematiche della Regione Molise è il cambiamento demografico nelle zone rurali: molti comuni montani hanno visto concretizzarsi un trend di spopolamento in continua crescita e un concomitante aumento dell'età media della restante popolazione. L'aggiornamento all'01/01/2023 evidenzia che il 58% dei piccoli comuni registra una popolazione residente addirittura inferiore a 1.000 abitanti.

Nel corso del tempo, molte aree rurali hanno registrato un declino nella gamma di servizi disponibili e molteplici conseguenze, tra cui l'aumento dei servizi di base adattati a una popolazione che invecchia, come la sanità, l'assistenza a lungo termine e, ovviamente, la gestione dei rifiuti. Da qui l'importanza di incoraggiare, da parte dell'Agenzia Regionale di Protezione Ambientale nella sua mission di salvaguardia del territorio, la nascita di "comuni intelligenti", vere e proprie comunità rurali che utilizzano soluzioni innovative per migliorare la loro resilienza, basandosi sui punti di forza e sulle opportunità locali, ricorrendo a un approccio partecipativo per sviluppare e attuare una strategia volta a migliorare le condizioni economiche, sociali e ambientali.

Il desiderio di raggiungere questi obiettivi ha spinto ARPA Molise a partecipare al progetto NETWAP - *Network of small "in situ" Waste Prevention and management initiatives*: un progetto di cooperazione territoriale europea basato su tecnologie e procedure innovative.

In particolare, il progetto è teso a:

- sviluppare un modello di gestione dei rifiuti organici per piccole comunità;
- rafforzare le competenze delle organizzazioni coinvolte nel ciclo di gestione dei rifiuti e sensibilizzare gli utenti finali e i portatori d'interesse del territorio;
- sviluppare una metodologia innovativa per la gestione dei rifiuti e sperimentarla tramite le azioni pilota presso il Comune di Fossalto, e l'isola di Isto in Croazia;
- elaborare in seguito all'azione pilota delle linee guida e raccomandazioni per i decisori politici.

L'azione pilota ha visto l'attuazione di diverse fasi, condotte e monitorate dall'ENEA con il supporto del "GAL Molise verso il 2000 di Campobasso" (Gruppo di Azione Locale), al fine della valutazione dei benefici apportati dal progetto.

In particolare, le fasi sono state le seguenti:

- raccolta e analisi dei dati sulla situazione della differenziazione dei rifiuti nelle aree di progetto;
- costituzione di un albo fornitori e di un regolamento comunale per il compostaggio;
- realizzazione di attività di formazione agli operatori incaricati della gestione della compostiera nonché attività di educazione e sensibilizzazione sull'importanza dell'ambiente destinate alla cittadinanza;
- installazione di una compostiera di comunità che ha permesso di recuperare i rifiuti organici delle aree di progetto senza incidere sull'ambiente.

Il materiale in uscita dalla compostiera, infatti, è un semilavorato, ovvero, ammendante fresco igienizzato e sufficientemente stabilizzato, privo di patogeni e di infestanti, grazie all'azione dei batteri aerobici e all'effetto delle temperature raggiunte. Il materiale, dopo una successiva fase di maturazione

all'esterno della macchina, caratterizzata da temperature più basse prossime ai 40°C e, grazie ai rimescolamenti periodici, si trasforma in compost, prodotto sfuso stabile e maturo non maleodorante, di colore bruno, con umidità tra 35-50%, utilizzato per le colture agricole dell'area dai cittadini che ne richiederanno l'utilizzo. Le compostiere di comunità, dunque, hanno comportato benefici per l'intera collettività in quanto hanno permesso di ridurre l'impatto ambientale per minori emissioni dovute ai trasporti dei rifiuti organici e per la riduzione del conferimento dei rifiuti in discarica; Il progetto NETWAP, in sintesi, ha individuato una metodologia innovativa e sostenibile per la gestione e la raccolta dei rifiuti da poter utilizzare a livello regionale, nazionale e transfrontaliero. Si riportano in sintesi alcuni elementi rappresentativi della realtà territoriale di Fossalto, comune che ha accolto il progetto in questione.

Comune di Fossalto

Nel Comune di Fossalto, caratterizzato da un turismo rurale e con numero di residenti pari a 1.178 (2021), vi sono tre scuole (infanzia, primaria, secondaria di primo grado), fornite di mensa scolastica, tre bar, una pasticceria – gelateria, una pizzeria al piatto e da asporto e due esercizi di piccola ristorazione.

Tabella 1: Analisi SWOT

Origine	Utile	Dannoso
	Per raggiungere l'obiettivo	Per raggiungere l'obiettivo
Origine interna	<u>Punti di forza</u> -Fossalto è un borgo dove tutti i cittadini si conoscono l'un l'altro e questo sviluppa un senso di comunità. -La consegna dei rifiuti di cucina agli animali fa parte della vita quotidiana nelle zone rurali. -Una raccolta differenziata basata sul porta a porta -Buon livello di consapevolezza degli Amministratori pubblici nel promuovere una politica ambientale per valorizzare le piccole e medie imprese di attività di compostaggio su larga scala che offrono benefici alla cittadinanza	<u>Punti di debolezza</u> -Appesantire alcuni problemi e ritardi collegati alla amministrazione pubblica locale, per es. creazione di regolamentazione e rilascio delle autorizzazioni che allungano i tempi per avviare le iniziative. -mancanza di consapevolezza della popolazione nel rispondere alle iniziative connesse ad una nuova politica di gestione dei rifiuti che implica il coinvolgimento del residente. -mancanza di qualità della raccolta differenziata dei rifiuti organici -eccessiva percentuale di rifiuto misto
Origine esterna	<u>Opportunità</u> -Diffusione delle aree rurali in cui le famiglie possiedono un giardino o un cortile dove installare compostiere. Questa varietà permette di promuovere comunità per condurre diverse esperienze di compostaggio e di gestione delle tipologie di rifiuti -Livello discreto di distribuzione della popolazione residente nel territorio tra: rurale e distretti urbani. Poiché la popolazione non è concentrata in un'area unica, ne conseguono alti costi di raccolta dei rifiuti e questo favorisce una soluzione di trattamento locale come piccola scala di compostaggio	<u>Pericoli</u> Le iniziative di compostaggio su piccola scala potrebbero rappresentare una competizione contro le aziende locali coinvolte nel settore di gestione dei rifiuti (impianto di trattamento compostaggio situato a Montagano). Gli affari di tali aziende dipendono dalla quantità di rifiuti trattati ogni anno.

Fonte: Arpa Molise

La gestione dei rifiuti è organizzata direttamente dall'amministrazione comunale e interessa organico, carta e cartone, vetro, imballaggi misti, rifiuti misti. Le famiglie insediate in campagna utilizzano i rifiuti compostabili in parte come mangime per animali domestici e animali da cortile, in parte sono utilizzati in una compostiera domestica.

La raccolta dei rifiuti avviene tramite un sistema porta a porta con frequenza stagionale.

Conclusione

Coordinamento tra gli enti locali, capacità amministrativa, attrazione di capitali privati e sinergie tra fondi strutturali e PNRR sono le sfide principali che gli enti regionali e locali si trovano ad affrontare nella gestione dei rifiuti, per raggiungere i target UE.

Sul piano delle politiche ambientali è quindi indispensabile procedere su un doppio binario, introducendo politiche innovative in materia di ambiente ed energia e allo stesso tempo perseguire politiche di conservazione e valorizzazione del patrimonio ambientale, paesaggistico e culturale.

In questo contesto, la diffusione di buone pratiche riveste un ruolo fondamentale per promuovere e diffondere il più possibile soluzioni per favorire la transizione del sistema socio-economico verso l'economia circolare.

Per buona pratica si intende “...un'azione, esportabile in altre realtà, che permette ad un Comune, ad una comunità o ad una qualsiasi amministrazione locale, di muoversi verso forme di gestione sostenibile a livello locale...” (Direzione Generale Ambiente dell'Unione Europea 1997). Si considera buona, quindi, una pratica che corrisponda all'idea di sostenibilità intesa come fattore essenziale di uno sviluppo in grado di rispondere “...alle necessità del presente, senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare le proprie...” (Rapporto Brundtland – “Our Common Future” UNCED, 1987).

Il progetto in questione, poiché innovativo e riproducibile, è perfettamente in linea con i tre punti cardine dell'economia circolare ovvero ridurre i consumi di materie prime, progettare prodotti con un ciclo di vita più lungo e riciclare.

Il progetto, dunque, contribuirà a ridurre le emissioni di CO₂ e l'utilizzo di risorse naturali, riducendo la quantità di rifiuti da gestire, riconvertendo i prodotti a fine vita e operando sugli scarti di lavorazione, rendendoli idonei alla commercializzazione anziché smaltirli in discarica.

Sitografia:

<https://programming14-20.italy-croatia.eu/web/netwap/docs-and-tools>

CIRCOLARITÀ E SOSTENIBILITÀ: LA FILIERA DI CARTA E CARTONE IN CAMPANIA

Autori: Alberto Grosso¹, Giuseppe De Palma¹, Vincenzo Veneruso¹, Gianluca D'Onofrio²

¹ ARPA Campania, ² Regione Campania – ORGR

Dopo i rifiuti indifferenziati e la frazione organica, la filiera di carta e cartone è il terzo flusso di rifiuti urbani in termini di peso in Campania, e a differenza delle prime due frazioni che patiscono ritardi infrastrutturali che non consentono la gestione delle stesse in ambito regionale, rappresenta una eccellenza in termini di circolarità e di filiera corta.

Grazie anche all'esistenza di un sistema strutturato di impianti di gestione rifiuti e impianti produttivi, dal 2013 in Campania è attivo, infatti, il progetto 100% Campania <https://www.packagingsostenibile.com/>, una rete del Packaging Sostenibile costituita da sei aziende campane, appartenenti alla filiera della carta e del packaging, per la quale si stima che dal recupero di 100.000 tonnellate di tale tipologia di rifiuti può essere generato in ambito locale un valore aggiunto di 80 milioni di euro, creando circa 300 posti di lavoro. Una rete di aziende che in base ai dati di produzione e gestione di carta e cartone degli ultimi anni conta di incrementare e migliorare significativamente le attuali performance.

Si rileva, infatti, che nel 2021 sono state raccolte in maniera differenziata dai Comuni campani 221.646 tonnellate di carta e cartone, in particolare 88.831 tonnellate di raccolta selettiva (cartone EER 150101) e 132.814 di raccolta congiunta (carta mista EER 200101) che vengono recuperate in ambito regionale. Il dato della raccolta cresce rispetto all'anno precedente di circa 3.600 tonnellate, ma la media pro-capite pari a 39,2 kg/ab/anno è ancora distante da quella del Sud Italia (46,9 kg/ab/anno) e da quella nazionale (60,8 kg/ab/anno).

I dati di produzione per Provincia (Tabella 1) e la cartografia del dato di raccolta pro-capite per Comune (Figura 1) evidenziano che l'efficienza della raccolta sul territorio regionale è molto variegata, ed è funzione di molte variabili comprese le caratteristiche socio economiche dei vari territori.

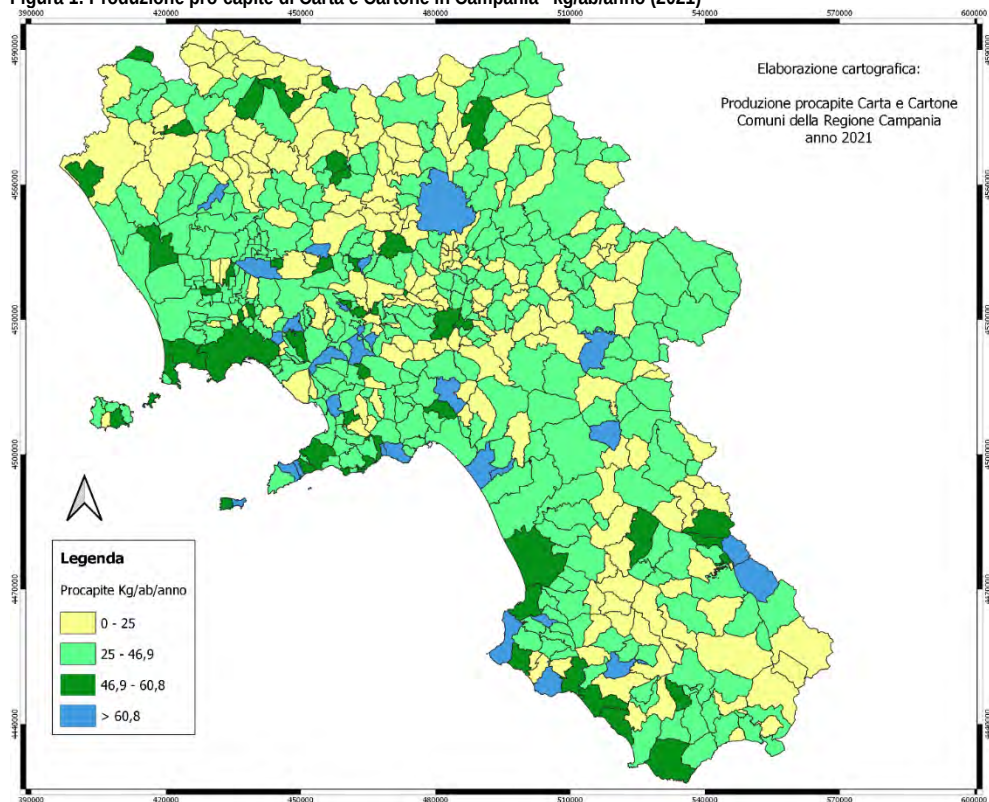
Tabella 1: Produzione Carta e Cartone per Provincia in termini assoluti t/a (2021)

Provincia	CER 150101	CER 200101	Totale carta e cartone
Avellino	2.704	10.755	13.459
Benevento	5.097	4.928	10.025
Caserta	12.259	20.460	32.718
Napoli	52.237	71.160	123.397
Salerno	16.535	25.511	42.046
Campania	88.832	132.814	221.646

Fonte: Elaborazione ARPAC su dati O.R.So./MUD

Sono 29 i Comuni campani che raggiungono e superano la media pro-capite nazionale di raccolta di carta e cartone, dimostrando che in fase di intercettazione c'è ancora molto da fare per questa filiera sia in termini di quantità che di qualità (soprattutto per la raccolta congiunta), e soprattutto in alcuni territori.

Figura 1: Produzione pro-capite di Carta e Cartone in Campania- kg/ab/anno (2021)



Fonte: Elaborazione ORGR su dati O.R.So./MUD

Complessivamente si calcola che la produzione teorica di carta e cartone di rifiuti urbani in Campania sia di circa 430.000 t/a, pertanto la raccolta differenziata di 221.646 tonnellate evidenzia un livello di intercettazione pari a circa il 51% non coerente con l'obiettivo fissato dalla pianificazione regionale di almeno il 60%.

Centrale da questo punto di vista lo sviluppo della raccolta differenziata in quei 42 Comuni campani che nel 2021 risultano essere ancora sotto il 45% di raccolta differenziata.

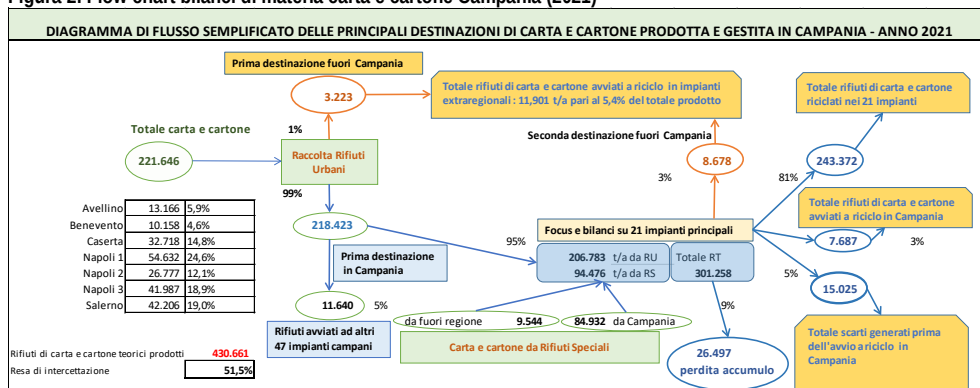
Il 98,5% delle 221.646 tonnellate raccolte è avviato in impianti di gestione rifiuti campani, mentre si registrano alcuni piccoli flussi di rifiuti verso la Basilicata, la Puglia, il Molise e il Lazio provenienti dai Comuni campani che si trovano al confine con queste regioni.

Complessivamente sono 68 gli impianti campani che ricevono i rifiuti di carta e cartone dei 550 Comuni, e 30 di questi fanno parte del circuito Comieco.

In particolare, è possibile individuare 21 impianti nei quali sono concentrati i principali flussi, che complessivamente trattano 206.783 t/a delle 221.646 totali, di questi 20 afferiscono al circuito Comieco (204.235 t/a).

Il focus di studio è concentrato su tali 21 impianti, per i quali si riporta il flow chart semplificato dei macro-flussi individuabili sulla base dei bilanci di materia effettuati per ciascun impianto (Figura 2).

Figura 2: Flow-chart bilanci di materia carta e cartone Campania (2021)



Fonte: Elaborazione ARPAC su dati O.R.So./MUD

Nella Figura 2 si rileva che i 21 impianti, oltre a gestire le 206.783 t provenienti dal circuito di raccolta dei rifiuti urbani, ricevono anche 9.544 t da fuori regione e 84.932 t di rifiuti speciali di carta e cartone provenienti in ambito regionale, per una gestione complessiva di 301.258 t di rifiuti di carta e cartone. Il recupero dei rifiuti di carta e cartone negli impianti ed il rispetto dei criteri di cui all'art. 3 del DM 188/2020 porta alla produzione di un End of Waste (EoW), e ne deriva che per poter effettuare un corretto bilancio di materia è necessario conoscere i dati di produzione dell'EoW per singolo impianto. A tal proposito anche ai fini del calcolo del tasso di riciclaggio, dal 2022 è stata introdotta nel MUD la scheda riciclaggio che riporta, per ogni frazione di rifiuto, le quantità oggetto di riciclaggio, la quantità di scarti prodotti e le quantità di Mps/EoW prodotti dal riciclaggio.

Sulla base dello studio effettuato è possibile affermare che 243.372 t (81%) delle 300.000 t trattate è stato trasformato in EoW, 15.025 t (5%) in scarti di selezione, 8.678 t (3%) è stato avviato a recupero come rifiuto in altri impianti extra regionali, 7.687 t (3%) è stato avviato a recupero come rifiuto in altri impianti campani. Complessivamente la differenza tra la somma di tali flussi e il totale dei rifiuti trattati è pari a 26.497 t attribuibili a perdite di processo e accumuli o giacenze.

Il Comieco ha gestito direttamente l'avvio a riciclo di 182.031 t del totale delle 300.000 t gestite negli impianti, i restanti flussi sono soggetti completamente al libero mercato.

Per quanto riguarda i flussi Comieco la carta recuperata (EoW) è avviata al processo industriale di produzione cartaria attraverso due modalità:

- il 60% è affidato pro-quota a 58 cartiere esistenti sul territorio nazionale;

- l'altro 40% è aggiudicato - attraverso aste periodiche - a soggetti accreditati.

Ne deriva che un'analisi dei flussi di materia è possibile sino alla produzione dell'EoW, difficoltoso se non impossibile invece risulta stabilire ove effettivamente EoW sia stato avviato al processo industriale di produzione cartaria, ovvero in quali cartiere sia stato trasformato nuovamente in carta.

In conclusione, è possibile affermare che:

- è necessario migliorare i livelli di intercettazione di carta e cartone in Campania per allinearsi ai target di raccolta pro-capite nazionali;
- la rete di impianti di gestione esistente in Campania consente di gestire in ambito regionale tutti i flussi di Carta e Cartone secondo una logica di filiera corta, anche se poi il sistema di gestione dell'EoW soggetto al libero mercato, ed al sistema delle quote ed alle aste pubbliche, non garantisce un recupero effettivo in ambito regionale;
- l'analisi dettagliata dei flussi di materia risulta propedeutica alla realizzazione di studi di Life Cycle Assessment (LCA) la cui utilità è richiamata anche dal Programma Nazionale di Gestione dei Rifiuti (PNGR) nell'ambito delle attività di pianificazione, fermo restando le difficoltà evidenziate circa la tracciabilità dei flussi dell'EoW.

Bibliografia

ISPRA, Rapporto Rifiuti Urbani Edizione 2022, RAPPORTI380/2022

FONDAZIONE PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE, Il riciclo in Italia | 2022, dicembre 2022.

ARPAC, Rapporto sulla Gestione dei Rifiuti Urbani in Campania Art. 9, comma 2, lettera a) della L.R. n. 14/2016 e s.m.i., Report 2022

JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION. Vol. 296. Pag.1-13, ISSN:0959-6526 De Feo, G.; D'Argenio, F.; Ferrara, C.; Grosso, A., *A procedure to assess the environmental, social and economic benefits wasted in the paper and cardboard fraction of the unsorted residual waste*, 2021

CAMPAGNA ISPETTIVA STRAORDINARIA PRESSO IL SISTEMA DI DISCARICHE PER RIFIUTI SPECIALI IN SARDEGNA

Autori: Romano Ruggeri, Lidia Alicicco, Teresa Ariu, Giovanni Canu, Martina Careddu, Lorenzo Cau, Antonello Casu, Giampiero Cherchi, Nicola Cogoni, Verusca Concas, Antonello Cossu, Giorgio Erta, Patrizia Fenza, Ercole Ghiani, Veronica Lecca, Fabiano Lorenzoni, Marcello Mangone, Marco Martinelli, Luca Mereu, Francesco Muntoni, Cristian Pio, Enrico Piras, Nicola Salis, Maurizio Testa, Mara Todde, Gianluigi Torru, Alberto Zangirolami
ARPA Sardegna

ARPA Sardegna, nell'ambito di quanto previsto dal Piano nazionale anticorruzione 2019 (PNA 2019), ha costituito un Gruppo di Lavoro (GdL) interdipartimentale per l'esecuzione di verifiche ispettive straordinarie presso gli impianti AIA di discarica per rifiuti speciali in gestione operativa.

L'iniziativa è stata volta a rispondere prioritariamente alla necessità di:

- rispondere alla richiesta dell'Assessorato della Difesa dell'Ambiente di verifica della qualità dei rifiuti in ingresso negli impianti di smaltimento;
- garantire uniformità nella conduzione delle visite ispettive e nell'interpretazione dei requisiti normativi, anche pervenendo alla revisione dei documenti di sistema;
- garantire la rotazione degli ispettori nel rispetto delle attività previste dal Piano riportante le misure anticorruzione.

La campagna straordinaria di ispezioni ha coinvolto l'intero sistema regionale di discariche per rifiuti non pericolosi (speciali), costituito da otto installazioni ricadenti nella disciplina dell'Autorizzazione Integrata Ambientale, appartenendo alla categoria 5.4. *"Discariche, che ricevono più di 10 Mg di rifiuti al giorno o con una capacità totale di oltre 25000 Mg, ad esclusione delle discariche per i rifiuti inerti"*, come indicato all'Al. VIII del D. Lgs. 152/06, parte seconda.

Ciascuna squadra ispettiva è stata costituita da 3 unità provenienti da Dipartimenti differenti, tra le quali è stato individuato un caposquadra, senza prevedere la partecipazione di alcun rappresentante del Dipartimento di competenza dell'installazione AIA ispezionata.

Il GdL, oltre che dal personale ispettivo dei Dipartimenti, è costituito da gruppi specialistici afferenti alla Direzione Tecnico Scientifica di ARPA Sardegna (DTS) per l'effettuazione delle seguenti attività eseguite in preparazione e a completamento delle visite ispettive:

- analisi dei flussi di rifiuti in discarica ricavati dai dati MUD;
- campionamenti acque sotterranee;
- sorvoli dell'area di discarica mediante uso di droni;
- supporto della Rete laboratori per le attività analitiche.

Il lavoro è stato articolato in 4 fasi distinte e successive:

Fase n.1: attività propedeutiche

- Omogeneizzazione dei documenti di sistema e specificatamente: verbali di ispezione e campionamento, format relazione ispettiva finale, contestazione di illecito amministrativo, comunicazione di notizia di reato;
- aggiornamento della checklist ispettiva generale sui controlli in discarica;
- definizione comune di problematiche tecniche nell'applicazione della normativa di settore e identificazione di punti critici;
- definizione di modalità operative comuni nella preparazione, gestione e reporting dell'attività ispettiva.

Fase n.2: esecuzione della campagna ispettiva

- Realizzazione delle attività ispettive su n.8 discariche di rifiuti speciali;
- attività di laboratorio analitiche sui campioni prelevati;
- redazione delle relazioni ispettive.

Fase n.3: redazione della relazione conclusiva

- Redazione della relazione conclusiva e delle proposte di revisione delle autorizzazioni per le autorità competenti;
- redazione di un rapporto conclusivo con pubblicazione sul sito web ARPAS;
- presentazione degli esiti della campagna al Tavolo di Coordinamento regionale "Autorizzazioni Integrate Ambientali (AIA)".

Fase n.4: Piani di Monitoraggio e Controllo

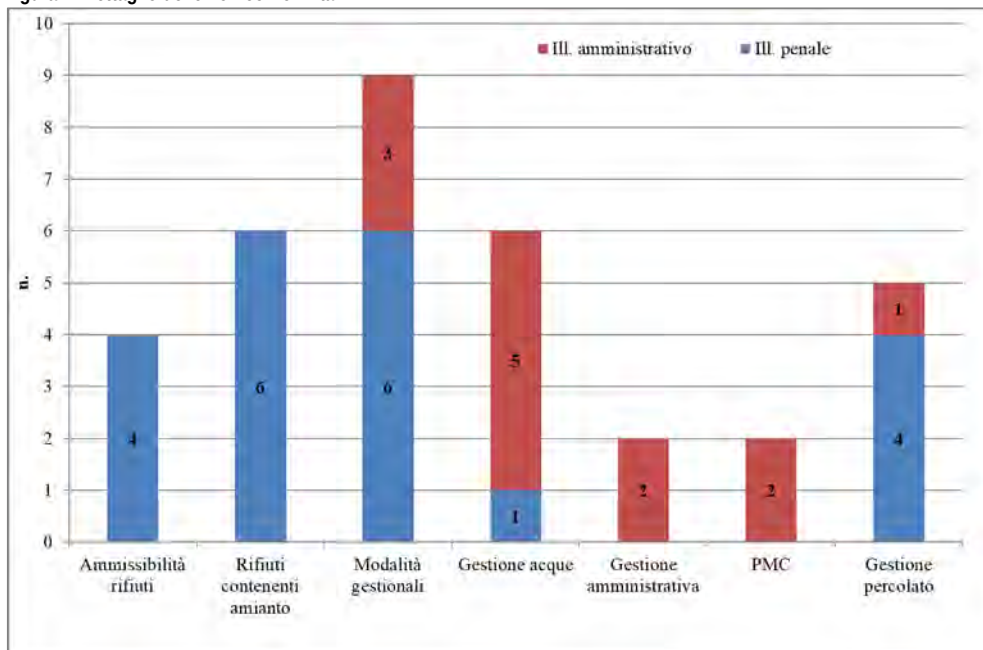
- Verifica e "omogeneizzazione" dei Piani di Monitoraggio e Controllo delle installazioni al fine di renderli coerenti in relazione alle esigenze di autocontrollo ivi definite.
- Il Gruppo di Lavoro ha operato secondo modalità comuni che sono state discusse all'interno di n.10 riunioni interdipartimentali. In particolare, nelle riunioni:
- sono stati discussi gli esiti di ciascuna visita ispettiva in modo da omogeneizzare le eventuali implicazioni sanzionatorie;
- sono stati identificati alcuni punti tecnici particolarmente critici, sui quali il GdL ha convenuto una linea interpretativa, anche per le successive proposte alle Autorità Competenti finalizzate alle opportune modifiche/aggiornamenti degli atti autorizzativi;
- è stato definito un "muro virtuale" in cui ciascun membro del gruppo di lavoro ha potuto pubblicare le proprie osservazioni sui punti critici della norma e dell'organizzazione, al fine di stimolare il dibattito interno al gruppo di lavoro.

I Gruppi specialistici della DTS "Rifiuti", Acque sotterranee" e "Nucleo Droni" hanno per le rispettive competenze:

- definito la quantità dei rifiuti in ingresso per ciascun impianto di discarica, secondo quanto riportato annualmente nella dichiarazione MUD (Modulo Unico di Dichiarazione), che ciascun gestore è obbligato ogni anno a trasmettere alla Camera di Commercio di riferimento, a consuntivo dei rifiuti prodotti e gestiti nell'anno precedente. Tanto al fine anche di monitorare i rifiuti gestiti dalle discariche dei rifiuti speciali oggetto della campagna ispettiva;
- eseguito il campionamento di acqua nei piezometri di monte e valle inseriti nei Piani di Monitoraggio e Controllo delle discariche;
- eseguito rilievi aerofotogrammetrici ad alta risoluzione.
- Gli esiti della campagna ispettiva hanno consentito l'identificazione di diverse problematiche riguardanti:
 - il prelievo campioni, con riferimento al quantitativo, al campione rappresentativo, al criterio di scelta casuale (Art.11 c.4 D.Lgs. 36/03);
 - i rifiuti contenenti amianto (RCA) con riferimento alle celle di deposizione ed alla copertura giornaliera (ad esclusione dei rifiuti codice EER 170605);
 - la delimitazione celle rifiuti pericolosi;
 - il trattamento RCA;
 - la copertura giornaliera in discariche per rifiuti speciali;
 - il trattamento rifiuti pericolosi stabili non reattivi;
 - il trattamento art.7 D.Lgs. 36/03 con riferimento ai rifiuti organici;
 - i livelli di guardia ed il piano di intervento in emergenza;
 - il percolato, con riferimento ai contatori volumetrici, al riciclo ed al battente.

Nel corso delle visite ispettive sono state rilevate non conformità delle prescrizioni autorizzative e/o della normativa ambientale, a seguito delle quali il Gruppo Ispettivo ha proceduto con l'invio del verbale di contestazione di illecito amministrativo ai sensi della L.689/81 e, in caso di violazioni di tipo penale, con l'invio dell'informativa di reato alla Procura della Repubblica, a norma dell'art. 331 c.p.p. Il dettaglio dei temi delle non conformità riscontrate è riportato in Figura 1.

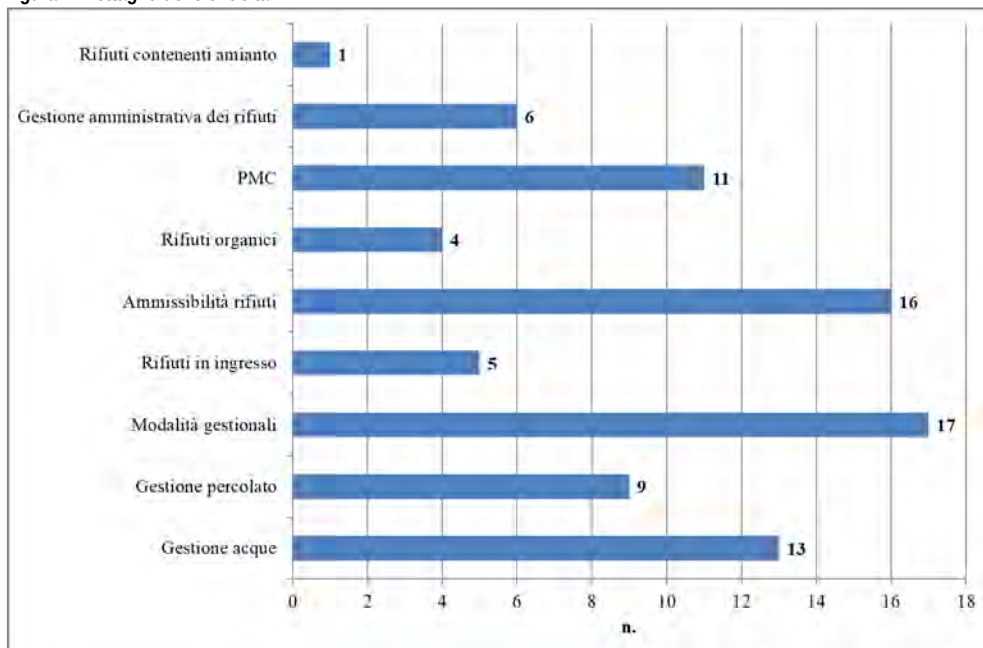
Figura 1: Dettaglio delle non conformità



Fonte: ARPA Sardegna

Ulteriormente, sono state riscontrate criticità (Figura 2) che, pur non configurandosi come violazioni di prescrizioni dell'AIA o di norme ambientali di settore, sono state ritenute potenzialmente pericolose per l'ambiente tali da richiedere l'individuazione di ulteriori condizioni da comunicare al Gestore al fine di limitare o prevenire effetti significativi e negativi. Pertanto, al fine del superamento delle criticità rilevate e del miglioramento della gestione ambientale dell'impianto le relazioni ispettive contengono anche proposte all'Autorità Competente di interventi di carattere tecnico e/o gestionale ritenuti necessari.

Figura 2: Dettaglio delle criticità



Fonte: ARPA Sardegna

Particolare accento è sull'attività innovativa condotta dal "Nucleo Droni" che è attualmente dotato di Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto (UAS) di elevata gamma, nello specifico di tre DJI Matrice 210 V2 con stazioni RTK che consentono in condizioni ambientali e geomorfologiche ottimali di effettuare misurazioni con risoluzioni di 2 cm/pixel ed errori sul posizionamento geografico di 2-5 cm. I rilievi condotti hanno portato, infatti, alla ricostruzione modellistica delle discariche, consentendo da una parte di affinare le ispezioni, fornendo un inedito e completo punto di vista sull'intero impianto (anche di aree di discarica non accessibili), dall'altra di realizzare una base dati che, arricchita sistematicamente negli anni, consentirà il monitoraggio degli abbancamenti e la verifica sulla effettiva gestione delle aree (ad es. stato della coltivazione, stato delle coperture e rivegetazione, calcolo volumetrie abbancate) (Figura 3).

Figura 3: Elaborazione rilievo aerofotogrammetrico



Fonte: ARPA Sardegna

L'esperienza maturata nel corso della campagna ispettiva straordinaria e gli esiti delle visite ispettive hanno messo in luce alcuni aspetti trasversalmente critici, oltre ad una certa disomogeneità degli atti autorizzativi.

Ad esito della campagna ispettiva:

- è stato redatto un documento riportante i punti maggiormente critici, meritevoli di maggiore approfondimento nei prossimi procedimenti di modifica delle AIA. Tali punti sono stati discussi all'interno di una riunione plenaria con il personale dell'Assessorato della Difesa dell'Ambiente della Regione Sardegna e delle Autorità Competenti con la finalità di omogeneizzare i documenti autorizzativi ed al contempo semplificare l'attività di controllo, laddove l'interpretazione di una prescrizione o del dettato normativo richieda maggiore chiarezza;
- è stata evidenziata la necessità di "omogeneizzazione" dei Piani di Monitoraggio e Controllo. A tale scopo, è stata fatta una prima analisi degli obblighi di monitoraggio in carico ai gestori al fine di evidenziare incoerenze e differenze da ricondurre a situazioni sito-specifiche.

Successivamente, è stato definito un contenuto minimo per un PMC di un impianto di discarica.

In conclusione, lo svolgimento dell'attività ha concretamente costituito, per l'Agenzia nel suo complesso, una preziosa occasione di interscambio professionale che ha consentito di:

- stimolare il confronto tecnico e il trasferimento di competenze;
- stimolare l'autoformazione del personale tecnico;
- sperimentare nuove tecniche di ispezione attraverso l'utilizzo di droni;
- creare una rete di supporto personale;
- verificare la qualità delle procedure di controllo sugli impianti di discarica soggetti ad AIA.

LA PROCEDURA DI ARPA VENETO NEL RILASCIO DEI PARERI EOW DI CUI ALL' ART. 184 TER. COMMA 3 DEL D.LGS. 152/06 SMI

Andrea Torresan, Stefania Tesser
ARPA Veneto

La transizione verso l'economia circolare sposta l'attenzione sulla necessità che i rifiuti diventino nuove risorse puntando sul riutilizzo, recupero e riciclo. In tal senso la disciplina dell'*End of Waste (EoW)* è un tassello fondamentale in cui anche le Agenzie Ambientali rivestono un ruolo chiave. Il Legislatore ha infatti posto in capo alle stesse il rilascio dei pareri vincolanti e obbligatori sulla cessazione della qualifica dei rifiuti, laddove non siano cogenti Regolamenti Comunitari o Decreti Ministeriali. Cruciale, pertanto, sarà definire criteri omogenei di cessazione della qualifica di rifiuto per medesime tipologie di prodotto EoW e ridurre quanto più possibile le differenze territoriali.

La gerarchia dei rifiuti è a tutti gli effetti uno schema utile e pratico al fine di gestire al meglio i rifiuti a seconda del loro impatto sull'ambiente e sulla salute umana. Deve diventare pratica quotidiana e non limitarsi solo ad azioni singole per garantire minori produzioni di rifiuti in favore di una migliore sostenibilità ambientale. Questo passaggio verso l'economia circolare richiede tuttavia un grosso sforzo da parte sia delle istituzioni, impegnate sul fronte normativo, che delle imprese, chiamate oggi a riprogrammare i loro processi produttivi e le loro catene di fornitura, con l'obiettivo dell'efficienza nell'impiego delle risorse e della circolarità. In questo percorso saranno sicuramente determinanti gli aspetti legati allo sviluppo dell'utilizzo di sottoprodotti, alla disciplina per il sostegno della preparazione per il riutilizzo e all'applicazione della normativa sull'*End of Waste*.

A livello normativo, infatti, ai sensi del D.lgs. 152/2006, art. 184-ter comma 1 è definito che un rifiuto cessa di essere tale quando è sottoposto ad un'operazione di recupero, incluso il riciclaggio, e soddisfi criteri specifici da elaborare conformemente alle seguenti condizioni:

- a) la sostanza o l'oggetto è comunemente utilizzata/o per scopi specifici;
- b) esiste un mercato o una domanda per tale sostanza od oggetto;
- c) la sostanza o l'oggetto soddisfa i requisiti tecnici per gli scopi specifici e rispetta la normativa e gli standard esistenti applicabili ai prodotti;
- d) l'utilizzo della sostanza o dell'oggetto non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o sulla salute umana.

Partendo da queste quattro condizioni, sulla base della tipologia di rifiuti di partenza il D.lgs. 152/06 smi delinea principalmente due possibilità:

1. il recupero dei rifiuti secondo condizioni e criteri definiti da Regolamenti Europei e dai Decreti Ministero dell'Ambiente ai sensi dell'art. 184 ter. comma 2;
2. il recupero dei rifiuti mediante operazioni di recupero secondo parere "caso per caso" reso da parte delle ARPA/APPA, dove queste ultime, pertanto, assumono la responsabilità di definire i criteri di cessazione del rifiuto ai sensi dell'art. 184 ter. comma 3.

Ad oggi l'art 184 ter, comma 2 è applicabile per determinate tipologie di rifiuti di cui ai seguenti Regolamenti/Decreti: Regolamento (UE) n. 333/2011 Rottami Metallici, Regolamento (UE) n. 1179/2012 Rottami vetrosi, Regolamento (UE) n. 715/2013 Rottami di Rame, Decreto 14 Febbraio 2013 n. 22. Combustibile Solido Secondario (CSS), Decreto 28 Marzo 2018 n. 69. Conglomerato

Bituminoso (Fresato d'Asfalto), Decreto 15 Maggio 2019 n. 62 Prodotti assorbenti per la persona (PAP), Decreto 31 Marzo 2020 n. 78 Gomma riciclata da pneumatici fuori uso (PFU), Decreto 22 settembre 2020, n. 188 Regolamento recante disciplina della cessazione della qualifica di rifiuto da carta e cartone, ai sensi dell'articolo 184-ter, comma 2, del D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152, Decreto 27 settembre 2022, n. 152 Regolamento che disciplina la cessazione della qualifica di rifiuto dei rifiuti inerti da costruzione e demolizione e di altri rifiuti inerti di origine minerale, ai sensi dell'articolo 184-ter, comma 2, del D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152.

In merito al rilascio dei pareri EoW di cui all' art. 184 ter. comma 3 l'ARPA Veneto ha:

1. assegnato la competenza dell'espressione del parere di cui all' art. 184 ter, comma 3 ad una sola struttura a valenza regionale, l'Unità Organizzativa Economia Circolare, Ciclo dei Rifiuti, End of Waste e Sottoprodotti (di seguito denominata UECCR) realizzando in tal modo la centralizzazione in un unico servizio di riferimento;
2. intrapreso un percorso di definizione di una procedura gestionale, condivisa con le autorità competenti al rilascio dell'autorizzazione di cui agli art.li 208, 209 e 211 del D.lgs. n. 152/06 smi, finalizzata:
 - alla standardizzazione ed omogeneizzazione nella redazione dei pareri "caso per caso";
 - alla riduzione dei tempi tecnici necessari per l'espressione del parere da parte di ARPAV;
 - alla definizione della documentazione che devono predisporre e trasmettere le ditte proponenti alle Autorità competenti.

La procedura gestionale prevede:

- l'adozione di un data base Excel. A seguito della ricezione dell'istanza da parte dell'Autorità competente, la stessa è protocollata ed archiviata in un unico file contenente tutti i richiesti pareri "caso per caso", l'avanzamento delle fasi istruttorie, la suddivisione per tipologia di rifiuto oggetto di operazione di recupero e l'assegnazione ad uno o più dei tecnici sulla base del carico di lavoro e della specializzazione in relazione alla tipologia di rifiuto;
- l'adozione di un template editabile (Tabella1) relativo all'identificazione del caso di riferimento ed ai rifiuti da recuperare che i proponenti ed i consulenti sono tenuti a editare nella predisposizione della relazione EoW. Tale template è stato realizzato in aderenza alle inerenti linee Guida SNPA n. 41/2022 con particolare riferimento alle tabelle 4.3 e 4.1;
- un costante rapporto dei tecnici sia con le altre strutture interne all'Agenzia coinvolte nel processo autorizzativo che con l'autorità competente.

Il data base Excel, periodicamente condiviso con le autorità competenti per un controllo incrociato sulle pratiche aperte, permette la costante verifica sullo stato d'avanzamento dei pareri e il confronto di casi simili mentre l'utilizzo del *template* editabile, mantenendo uno schema fisso, consente una diminuzione dei tempi per l'espressione del parere da parte di ciascun tecnico "istruttore" unitamente ad un maggior grado di omogeneità interna nella redazione di pareri analoghi.

Tabella 1. Template Editabile (semplificato e non esaustivo)

EoW 2: Materiale per la produzione di	
<i>Valutazione delle Condizioni di cui all'art. 184-ter, comma 1.</i>	
(Individuare casistica tab. 4.3) Casistica della tabella 4.3 delle LG SNPA n. 41/22: Il processo di recupero non rientra tra le casistiche previste dalle norme tecniche dei DM 05/02/98 o DM 161/02 o DM 269/05. Esistono comunque degli standard tecnici e ambientali riconosciuti (vedi condizione d) della sezione di supporto alle istruttorie). Pertanto, si ritiene di rientrare nel caso 8 della predetta tabella, e quindi <u>"Va fatta una valutazione completa utilizzando le indicazioni previste nella tabella 4.1."</u>	
Condizione a) La sostanza o l'oggetto è destinato/a a essere utilizzato/a per scopi specifici.	1. Descrizione dettagliata dell'uso specifico previsto per l'EoW 2. Descrizione delle caratteristiche prestazionali della sostanza/oggetto che cessa la qualifica di rifiuto <i>(indicare i processi produttivi in cui tale sostanza viene utilizzata)</i>
Condizione b) esiste un mercato o una domanda per tale sostanza od oggetto	Dimostrare l'esistenza di un mercato per la sostanza o per l'oggetto che cessa la qualifica di rifiuto.
Condizione c) la sostanza o l'oggetto soddisfa i requisiti tecnici per gli scopi specifici e rispetta la normativa e gli standard esistenti applicabili ai prodotti.	Dimostrare la conformità a standard tecnici
Condizione d) l'utilizzo della sostanza o dell'oggetto non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o sulla salute umana	• Descrizioni qualitative/quantitative degli impatti ambientali sull'ambiente e sulla salute legate all'utilizzo della sostanza o dell'oggetto che cessa la qualifica di rifiuto in sostituzione della materia prima, anche in base a dati di letteratura; • La valutazione di tali impatti è effettuata attraverso il confronto delle caratteristiche ambientali e, se necessario, sanitarie della sostanza o dell'oggetto che cessa la qualifica di rifiuto con quelle della materia prima che viene sostituita
<i>Valutazione dei criteri dettagliati di cui all'art. 184-ter, comma 1.</i>	
Criterio a) Materiali di rifiuto in entrata ammissibili ai fini dell'operazione di recupero	
• Codice EER (specificare provenienza del rifiuto evidenziando caratteristiche merceologiche/chimiche del rifiuto)	
Criterio b) Processi e tecniche di trattamento consentiti	
• Operazione R.... (Descrizione dei processi e delle tecniche di trattamento consentiti facendo riferimento alle eventuali norme tecniche)	
Criterio c) Criteri di qualità per i materiali di cui è cessata la qualifica di rifiuto ottenuti dall'operazione di recupero in linea con le norme di prodotto applicabili, compresi i valori limite per le sostanze inquinanti, se necessario.	
<i>(Fare riferimento alla condizione lett. c) e d). Specificare, se pertinente, altri aspetti, quali ad esempio gli usi ammessi (vedi anche condizione a))</i>	
Criterio d) Requisiti affinché i sistemi di gestione dimostrino il rispetto dei criteri relativi alla cessazione della qualifica di rifiuto, compresi il controllo della qualità, l'autonitoraggio e l'accreditamento, se del caso	
• Verifica di accettabilità dei rifiuti in ingresso • Monitoraggio dei parametri di processo (se previsti) • Verifica delle specifiche tecnico prestazionali del materiale in uscita per lotti • Definizione delle metodiche di campionamento ed analisi (se previste) • Definizione del lotto dell'EoW • Procedura per la gestione e lo stoccaggio dei rifiuti in attesa di verifica della conformità per la cessazione della qualifica di rifiuto e dell'EoW • Procedura per la qualifica e l'addestramento del personale addetto all'accettazione e movimentazione dei rifiuti • Gestione delle non conformità sui rifiuti in ingresso e sul prodotto in uscita	
<i>(Si suggerisce di inserire i suddetti punti all'interno del PGO indicando in questo punto della tabella i capitoli o le pagine di riferimento)</i>	
Criterio e) Un requisito relativo alla dichiarazione di conformità.	
La scheda di conformità dovrà contenere le seguenti informazioni minime:	
1. Ragione sociale del produttore 2. Indicazione della tipologia della sostanza/oggetto che cessa la qualifica di rifiuto 3. Uso specifico (condizione a) previsto per la sostanza/oggetto che cessa la qualifica di rifiuto 4. Indicazione del numero del lotto di riferimento e relativa quantificazione 5. Riferimento dei rapporti analitici di prova per il rispetto degli standard tecnici, ambientali e sanitari, ove previsti.	
<i>(Si suggerisce di allegare alla documentazione copia Fac-simile della scheda di conformità)</i>	

Fonte: ARPA Veneto

Come ulteriore lavoro di supporto alle Autorità Competenti ed al comparto produttivo è in fase di realizzazione da parte di ARPAV:

- una sezione sul sito web di ARPAV, sezione RIFIUTI, dedicata ai pareri “caso per caso” in cui verranno caricate sia alcune Linee Guida per varie tipologie di rifiuti in corso di completamento, sia alcuni pareri standard utilizzabili dalle ditte per redigere la propria documentazione;
- la condivisione di una checklist con le autorità competenti in modo tale da limitare le istanze accompagnate da documentazione incompleta e per cui sono necessarie complesse richieste di integrazioni che allungano i tempi autorizzativi, stante i ricorrenti problemi di incompletezza documentale delle pratiche da parte dei proponenti.

La strategia dell'Agenzia legata alla messa a regime di questa recente competenza delegata dal legislatore troverà ulteriore efficientamento e cornice all'attivazione del Coordinamento Regionale per l'Economia Circolare, previsto nell'aggiornamento del Piano Regionale per la Gestione dei Rifiuti Urbani e Speciali, che sarà declinato in due tavoli istituzionali: il Coordinamento Regionale per i Sottoprodotti e il Tavolo Tecnico per gli EoW. In tali tavoli l'Agenzia svolgerà il proprio ruolo tecnico-scientifico in supporto alla Regione e avrà il compito di portare all'approvazione della Giunta Regionale il riconoscimento di filiere di sottoprodotto e le linee guida per la cessazione della qualifica di rifiuto con lo scopo primario di permettere al comparto produttivo regionale di massimizzare la valorizzazione dei propri residui e scarti di produzione verso nuove risorse circolari.

Bibliografia

Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 Testo Unico Ambientale (parte IV)

“Linee Guida per l'applicazione della disciplina End of Waste di cui all'art184 ter comma 3 ter del d.lgs. 152/2006”. Revisione Gennaio 2022 – Delibera del Consiglio SNPA Seduta del 23.02.2022. Doc. n. 156/22 – Linee Guida SNPA 41/22

AMBIENTE E SALUTE (INQUINAMENTO ZERO)



NUOVI INDICATORI PER L'INDIVIDUAZIONE E LO STUDIO DI AREE QUIETE PER IL RISTORO DAGLI EFFETTI NOCIVI DELL'ESPOSIZIONE AL RUMORE

Autori: Christian Tibone, Marco Cappio Borlino
ARPA Valle d'Aosta

L'Organizzazione Mondiale della Sanità riconosce l'esposizione all'inquinamento acustico come una delle maggiori criticità per la salute e il benessere delle persone (WHO, 2018), con un cittadino su cinque esposto a livelli ritenuti dannosi per la salute umana. Al fine della tutela della popolazione, già nel 1995 con la Legge quadro sull'inquinamento acustico la normativa italiana introduceva nei suoi strumenti di pianificazione le aree da proteggere maggiormente dal rumore per le loro caratteristiche di ricettore sensibile, poi nel 2002 con l'emanazione della Direttiva Europea 2002/49/CE sulla gestione del rumore ambientale l'attenzione è stata estesa alle aree più remote e lontane dalle città al fine di tutelare la buona qualità acustica in esse presenti per il ristoro dagli effetti nocivi dell'esposizione al rumore quotidiano che avviene soprattutto nei centri urbani.

Per l'individuazione e la gestione delle zone silenziose è stato recentemente emanato il decreto del direttore della direzione generale Valutazioni ambientali del Ministero della Transizione Ecologica n. 16 del 24 marzo 2022. Il Decreto prevede che l'individuazione delle zone silenziose, sia in ambiente urbano che in aperta campagna, debba avvenire mediante l'adozione di criteri acustici e non acustici, alcuni obbligatori, altri facoltativi (Brambilla et al., 2021). Va segnalato che il termine inglese utilizzato nella direttiva è *quiet areas* che introduce un concetto diverso dal silenzio su cui, invece, fa leva la traduzione italiana resa in "aree silenziose": un'area di quiete può, infatti, presentare rumori connessi alla naturalità del luogo che risultano gradevoli alla percezione. In particolare, l'individuazione di tali aree in aperta campagna è in prima istanza effettuata sulla base delle caratteristiche acustiche della zona: esse non devono risentire del rumore prodotto da infrastrutture di trasporto (strade, ferrovie e aeroporti), da industrie e da attività ricreative e devono essere contraddistinte dalla presenza prevalente di suoni naturali di origine animale – biofonia – o legati all'ambiente (vento, acqua, ecc ...) - geofonia.

I rilievi fonometrici e gli studi effettuati da ARPA Valle d'Aosta sin dal 1996, finalizzati alla caratterizzazione del clima sonoro di aree naturali di montagna nelle loro differenti condizioni di frequentazione turistica, hanno evidenziato la necessità di valutazioni accurate e specifiche per la caratterizzazione del paesaggio acustico delle aree ad elevata naturalità, con particolare riguardo alla valutazione dell'interferenza di eventi sonori antropici che in esse si verificano: gli indicatori energetici quali il livello equivalente non sono idonei a tale scopo, ma è opportuno individuarne altri di natura diversa (Tibone et al., 2018).

Tra i vari indicatori proposti in letteratura, particolarmente interessanti sono quelli che trattano separatamente eventi sonori improvvisi e chiaramente distinguibili dal rumore di fondo, quali i descrittori acustici *Intermittency Ratio (IR)* e *Harmonica (HRM)*. Entrambi analizzano con un diverso approccio il contributo di energia sonora di singoli eventi (auto, aerei, vari rumori antropici, ecc...) che emerge dal rumore di fondo in una determinata area. L'*Intermittency Ratio IR* (Wunderli J.M. et al., 2015), espresso in [%], con valore compreso tra 0 e 100, quantifica il contributo di energia sonora di tutti gli eventi con livelli di pressione

sonora superiori a una determinata soglia rapportandolo all'energia sonora totale espressa in termini di livello continuo equivalente:

$$IR = \frac{10^{0,1L_{Aeq,T,events}}}{10^{0,1L_{Aeq,T}}} \cdot 100$$

dove il termine $L_{Aeq,T,events}$ è il livello equivalente rapportato al tempo di misura T degli eventi sonori eccedenti la soglia K , definita per il rumore stradale come $K = L_{Aeq,T} + 3$ dB e $L_{Aeq,T}$ è il livello continuo equivalente.

L'indice *Harmonica* (Mietlicki C. et al., 2014) si compone due contributi: $HRM = BGN + EVT = 0,2 \cdot (L_{A95eq} - 30) + 0,25 \cdot (L_{Aeq} - L_{A95eq})$ dove BGN è la componente caratterizzante il rumore di fondo, mentre EVT tiene conto degli eventi sonori emergenti dal rumore di fondo, analogamente all'indice IR , la componente EVT è calcolata su base oraria mediante la seguente relazione:

$$EVT = 0,25 [L_{AeqT} - [(L_{A95})_w]_{eq}]$$

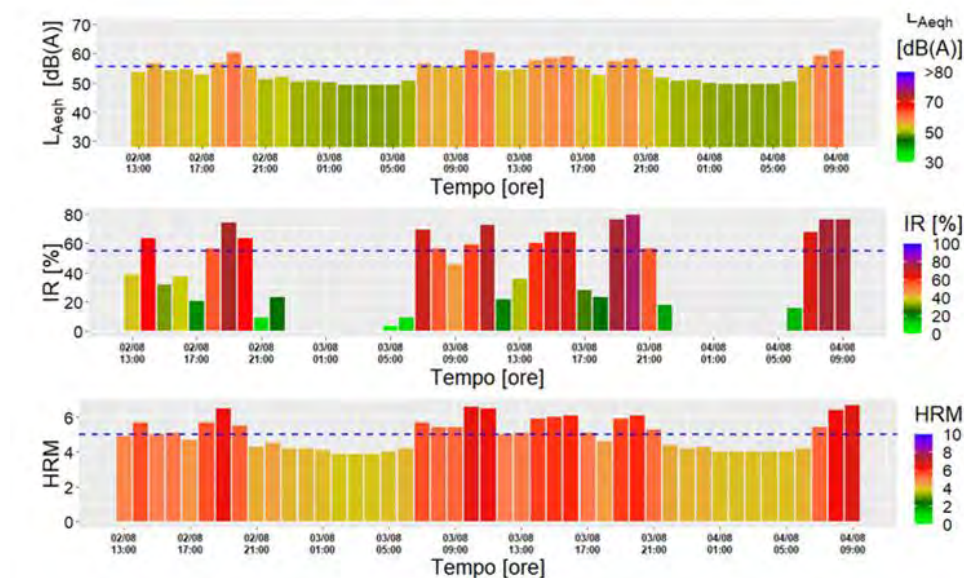
ove L_{AeqT} è il livello continuo equivalente orario ($T = 3600$ s) e $[(L_{A95})_w]_{eq}$ è pari al livello equivalente dei livelli percentili $(L_{A95})_{[i,i+w]}$ determinati su una finestra temporale mobile di ampiezza $w = T/6$ [s] e passo $i = 1$ [s]:

$$[(L_{A95})_w]_{eq} = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{T-w} \sum_{i=0}^{T-w} 10^{\left[\frac{(L_{A95})_{[i,i+w]}}{10} \right]} \right] \quad [dB(A)]$$

A titolo esemplificativo si riportano in questo articolo i risultati di alcune valutazioni condotte nel paese di Chamois, noto per l'attenzione verso un turismo a mobilità dolce e unico comune italiano sulla terraferma in cui non circolano automobili, in quanto raggiungibile solo a piedi, in bicicletta o attraverso la funivia che parte dal fondovalle (Tibone C. et al, 2022).

Nel centro del paese di Chamois, in estate, nel periodo notturno (22-06) a livelli medi di rumore (L_{Aeqh}) intorno ai 50 dB(A) corrispondono valori molto bassi di IR che denotano l'assenza di eventi sonori chiaramente eccedenti il rumore di fondo (prodotto dallo scroscio delle acque di un torrente che scorre più in basso nella valle) e, conseguentemente, anche il contributo del parametro EVT è esiguo nel valore complessivo di HRM . Nel periodo diurno (06-22), invece, la presenza di eventi sonori principalmente di origine antropica contribuisce considerevolmente al valore di L_{Aeqh} e comporta valori maggiori di IR e HRM .

Figura 1: Confronto tra i valori orari di L_{Aeq} , indici IR e HRM (linea tratteggiata blu valore medio); Chamois paese, periodo estivo

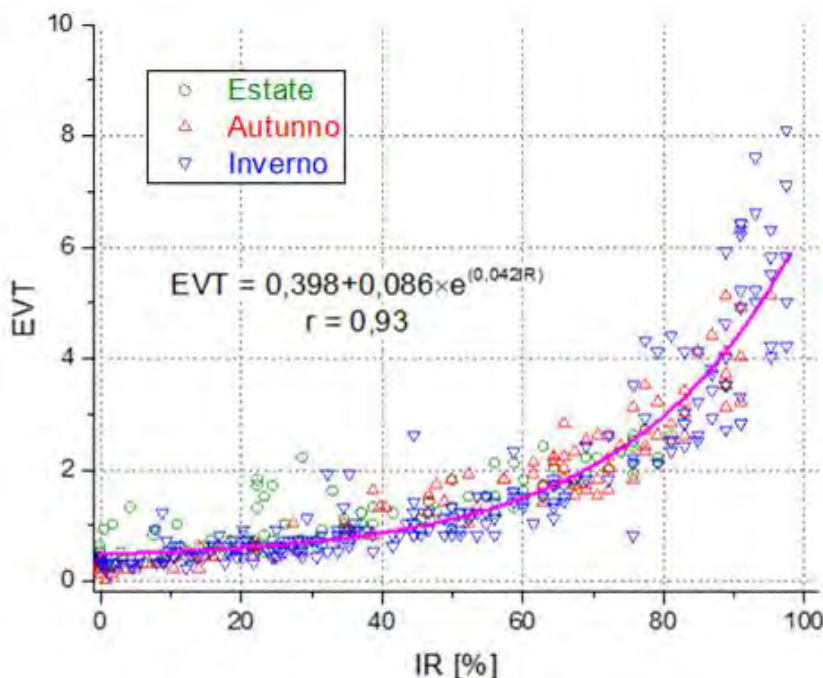


Fonte: Elaborazione dati acquisiti da ARPA Valle d'Aosta

La correlazione tra i valori orari dei parametri IR ed EVT , come detto, entrambi descrittori della presenza di eventi sonori che si evidenziano distintamente dal rumore di fondo ambientale, in tutti i rilievi effettuati durante la campagna di misura di Chamois è buona (Figura 2).

In Valle d'Aosta, regione alpina caratterizzata e apprezzata per i suoi alti valori di naturalità ambientale, può verificarsi una grande varietà di situazioni di rumore ambientale sia per effetto delle sorgenti sonore naturali sia di quelle legate alle attività dell'uomo. I rilievi fonometrici e le analisi effettuate nel corso degli anni hanno confermato l'inadeguatezza della valutazione del rumore presente in aree alpine turistiche esclusivamente attraverso l'utilizzo del livello energetico medio del campo sonoro (il Livello continuo equivalente, principale parametro normativo di riferimento): in questi contesti si rendono necessarie valutazioni accurate e specifiche per l'individuazione di eventi sonori chiaramente distinguibili dal contesto naturale presenti nei vari periodi dell'anno a seguito delle diverse attività antropiche e l'inclusione del loro contributo nella descrizione dell'ambiente sonoro.

Figura 2: Grafico a dispersione dei valori orari di IR e EVT



Fonte: Elaborazione dati acquisiti da ARPA Valle d'Aosta

L'individuazione di aree silenziose o, meglio, di aree quiete, condizione di tranquillità esterna che permette il riposo del corpo e dà serenità allo spirito senza necessariamente corrispondere al silenzio, deve essere finalizzata ad impedire l'aumento del rumore ambientale quando la qualità acustica è buona e ad intervenire laddove necessario con azioni finalizzate al suo miglioramento, anche al fine della valorizzazione turistica del territorio.

Bibliografia

- Agnesod G., Berlier F., Cappio Borlino M., Crea D., Delponte L., Tabozzi G., Tartin C., Tibone C., 2018, *Approccio alla caratterizzazione delle aree naturali di montagna: 1996–2018*, Atti convegno AIA 2018, Aosta, 20-22 giugno 2018
- Berlier F., Brambilla G., Callegari A., Cappio Borlino M., Crea D., Tartin C., Tibone C., 2022, *Applicazione di descrittori di eventi sonori nelle aree di quiete*, Atti convegno AIA, Matera, 25-27 maggio 2022
- Brambilla G. Callegari A., Tibone C., 2021, *L'individuazione delle zone silenziose in aperta campagna*, Atti convegno AIA 2021, online 24-28 maggio 2021

Brink M., Cajochen C., Habermacher M., Pieren R., Probst-Hensch N., Rösli M., Vienneau D., Wunderli J.M., 2015, *Intermittency ratio: A metric reflecting short-term temporal variations of transportation noise exposure*, Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology, 2015, pp. 1–11

Gaudibert P., Mietlicki C., Mietlicki F., Ribeiro C., Vincent B., , 2014, *The HARMONICA project, new tools to assess environmental noise and better inform the public*, Proceedings Forum Acusticum 2014, Kraków, 7-12 Sept.

World Health Organization (WHO), 2018, *Environmental noise guidelines for the European Region*, Publications WHO Regional Office for Europe, Copenhagen Denmark ISBN 978 92 890 5356 3

APPLICAZIONE DI UN NUOVO APPROCCIO METODOLOGICO RIVOLTO ALL'ANALISI DELL'INQUINAMENTO AMBIENTALE CON UTILIZZO DELL'APE DA MIELE (APIS MELLIFERA L.) COME BIOINDICATORE

Autori: Giovanni Sardella, Rossella Laino
ARPA Molise

Obiettivi generali

Il progetto è incentrato sul ruolo fondamentale ricoperto dall'ape da miele nell'ambiente, inteso nella sua accezione più ampia. Infatti, l'ape è alla base della produzione agricola, in quanto circa l'80% delle piante coltivate si avvale dell'impollinazione entomofila, con conseguente miglioramento quantitativo e qualitativo delle produzioni. Inoltre, insieme ai prodotti dell'alveare, rappresenta il più completo biosensore (bioindicatore e bioaccumulatore), in grado di fornire, laddove correttamente utilizzata come tale, una notevole mole di dati sullo stato di salute dell'ambiente.

Le potenzialità di tale insetto e di alcuni suoi prodotti (miele, cera, polline, propoli, pappa reale) sono utilizzate dal progetto per perseguire i suoi principali obiettivi, di seguito riportati:

- **Biomonitoraggio dello stato di salute del territorio** ed elaborazione dei dati scientifici con lo scopo di contribuire alla possibile *certificazione ambientale* di interi comprensori molisani nel rispetto delle normative europee, mediante integrazione con i rilievi ottenuti con altri sistemi di monitoraggio.
- **Tutela della biodiversità animale e vegetale**, essendo le api le principali impollinatrici della flora autoctona da cui dipende la sopravvivenza di intere biocenosi appenniniche, a partire proprio dagli ecotipi locali di ape da miele, le uniche capaci di garantire una perfetta impollinazione di specie spontanee e coltivate.
- **Incremento generalizzato delle produzioni agricole regionali**, ivi comprese quelle tipiche e quelle di interesse zootecnico, sia da un punto di vista quantitativo sia qualitativo, conseguente alla maggiore diffusione sul territorio delle aziende apistiche. Infatti, la rarefazione dei pronubi presenti in natura ha assunto carattere di assoluta emergenza di importanza mondiale.
- **Incremento e utilizzazione della rete di biomonitoraggio sul territorio regionale**, da costituire in collaborazione con tutte le Associazioni apistiche presenti sul territorio, che peraltro hanno già manifestato interesse all'iniziativa, a tutela dell'attività apistica stessa, e più in generale dell'agricoltura, della biodiversità e dell'ambiente in generale, segnalando in tempo reale il manifestarsi delle sempre più recenti emergenze sanitarie ed ambientali.

Attraverso il biomonitoraggio si riescono a raccogliere informazioni più generali sullo stato di salute dell'ambiente valutando anche i danni subiti dagli organismi bersaglio presenti nell'area di studio o appositamente introdotti (biomonitoraggio di tendenza).

L'attività di biomonitoraggio, quindi, ha un ruolo importante e sempre crescente in quanto rispetto alle tecniche analitiche tradizionali offre diversi vantaggi:

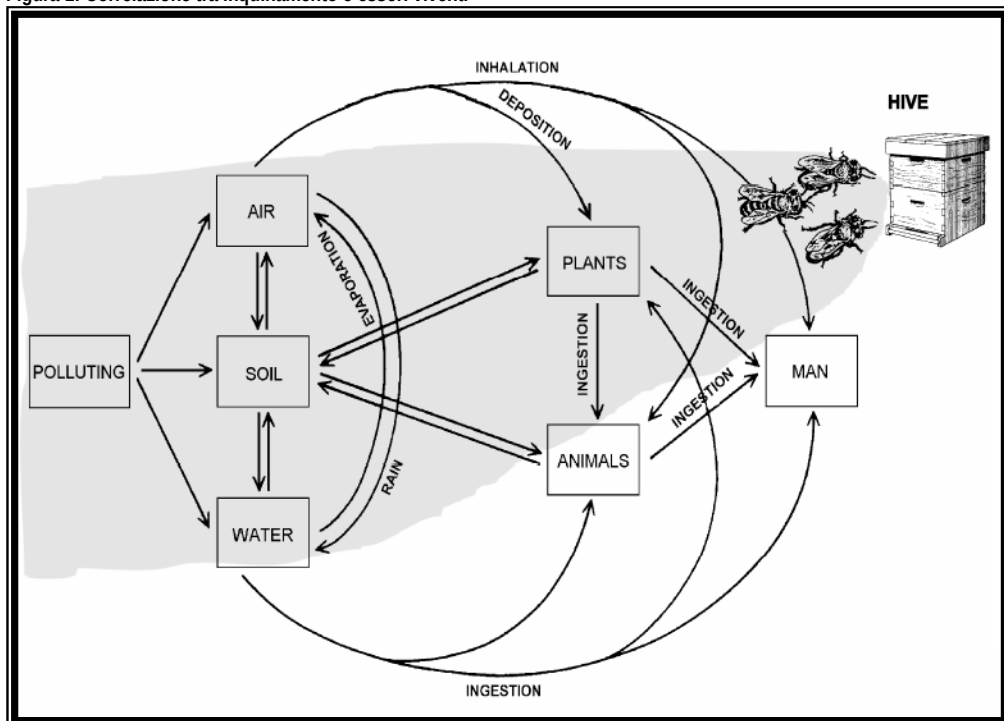
- riesce a fornire stime sugli effetti combinati di più inquinanti sugli esseri viventi;

- ha costi di gestione limitati;
- offre la possibilità di coprire con relativa facilità vaste zone e territori diversificati, consentendo un'adeguata mappatura del territorio;
- può essere un valido mezzo che aiuta a sensibilizzare e formare le persone sul tema dell'importanza della qualità ambientale.

Una vastissima bibliografia scientifica dimostra che un eccellente bioindicatore é rappresentato dalle api da miele [es. *Apis mellifera ligustica* (Spinola, 1806)]. Le api sono in grado di segnalare l'eventuale danno chimico subito dall'ambiente in cui vivono, attraverso due segnali, l'alta mortalità nel caso dei fitofarmaci e l'accumulo di residui che si possono riscontrare nei loro corpi o nei prodotti dell'alveare, nel caso di tutti gli agrofarmaci e degli agenti inquinanti rilevabili tramite analisi di laboratorio.

Tenuto conto che il raggio medio di azione delle api può arrivare anche a 2 km dal rispettivo alveare, si riescono ad acquisire dati di un territorio molto vasto, fino a circa 6 – 8 km² per ogni stazione di monitoraggio.

Figura 1: Correlazione tra inquinamento e esseri viventi



Fonte: Porrini et al. 2002

La scelta dell'ape nei programmi di biomonitoraggio rispetto ad altri organismi è dovuta principalmente alla facile reperibilità, all'economicità di impiego, alla presenza di un efficace apparato sensoriale, ecc. L'ape inoltre è diffusa in tutti gli ambienti, ha un tasso di riproduzione molto elevato che, associato a una vita media relativamente breve, garantisce un rinnovamento ciclico rapido e continuo della famiglia; inoltre, quando esplora il territorio per raccogliere nettare, polline, propoli, acqua o melata, intercetta, con il suo corpo peloso, le particelle in sospensione nell'atmosfera. Esponendosi quindi facilmente a possibili intossicazioni, può efficacemente essere impiegata come bioindicatore (Celli e Porrini, 1994). Da alcuni anni è stato messo a punto un protocollo di sperimentazione in campo per conoscere il tragitto, dall'ambiente all'alveare, delle diverse sostanze chimiche, in particolare di quelle ad uso agricolo, e il loro impatto sull'ape. La metodologia prevede la predisposizione di una rete di monitoraggio con stazioni di rilevamento caratterizzate da due alveari, il conteggio periodico delle api morte, la determinazione della contaminazione di nettare, polline, api morte, miele, cera e larve e la valutazione dell'attività di volo e di bottinamento.

Attualmente la validità dell'ape come indicatore biologico è stata dimostrata per inquinamenti da:

- agrofarmaci (inquinamento agricolo);
- metalli pesanti (inquinamento urbano e industriale);
- idrocarburi policiclici aromatici (inquinamento urbano e industriale);
- radionuclidi (inquinamento radioattivo);
- diossina, PCB (inquinamento urbano e industriale);
- polveri sottili.

Descrizione delle attività

Il Molise dispone di un territorio particolarmente vocato all'utilizzo dell'ape per la valutazione dello stato di salute ambientale.

L'apicoltura molisana, costituita da apicoltori professionisti ed hobbisti che operano prevalentemente nelle aree collinari situate tra i 300 e i 800 m s.l.m., evidenzia come l'ape trova un habitat ottimale per il suo allevamento che ne suggerisce un uso che va oltre la semplice produzione di miele, pappa reale e polline.

La Regione Molise è esposta principalmente a tre potenziali tipologie di fonti di inquinamento ambientale che potrebbero ripercuotersi negativamente sulla salubrità dei prodotti agricoli e sulla salute umana che sono: le emissioni di tipo agricolo, di tipo urbano e di tipo industriale.

L'inquinamento urbano, che automaticamente può ripercuotersi sulle produzioni agricole vicine, può essere originato dai principali centri abitati della Regione. L'inquinamento di tipo industriale può essere originato dai principali nuclei industriali di Pozzilli - Venafrò, Bojano - Campochiaro e Guglionesi-Termoli - Larino.

Alla luce di quanto su esposto, con il presente progetto si è inteso predisporre una "Rete di biomonitoraggio permanente" per le analisi dei livelli di contaminazione ambientale e delle produzioni agricole nell'area della zona industriale "Termoli-Guglionesi" mediante l'ape da miele, al fine di evidenziare possibili rischi e compromissioni dell'ambiente e dei prodotti agroalimentari.

Per fare ciò sono state installate delle centraline (alveari) dislocate in punti strategici del nucleo industriale di Termoli-Guglionesi, nel centro urbano di Termoli, nella zona agricola adiacente la zona industriale e nella zona incontaminata dell'Oasi Lipu di Casacalenda.

Descrizione dell'area di studio

L'area interessata dallo studio è ubicata a ridosso della costa adriatica molisana e si estende per circa 10 Km². Occupa i territori dei comuni di Termoli, Campomarino, Guglionesi e Portocannone. Il territorio di questi comuni è a vocazione prevalentemente agricola, in cui viene praticata un'agricoltura intensiva volta a massimizzare le capacità produttive dei suoli. L'area considerata comprende il polo industriale della Valle del Biferno dove sono localizzate 128 aziende in esercizio (Fonte Cosib). Le attività svolte sono molteplici, ma le più significative per il loro risvolto ambientale sono quelle legate alla produzione e distribuzione di energia elettrica, alla fabbricazione di parti ed accessori per autoveicoli e loro motori, alla fabbricazione di prodotti chimici di base e alla fabbricazione di materie plastiche. Le sorgenti di traffico veicolare sono costituite dall'Autostrada A14 che attraversa l'area in direzione nord-ovest, sud-est e una strada a scorrimento veloce, la Statale 647 che la attraversa in direzione est ovest.

Figura 2: Area di studio



Fonte: ARPA Molise

Descrizione delle stazioni di campionamento

Ogni stazione di monitoraggio è formata da due alveari muniti di una gabbia di raccolta delle api morte, denominata "underbasket" (Accorti et al., 1991b), posizionata sotto l'entrata (Figura 3). Tale gabbia è formata da un telaio di legno diviso in due parti unite da una cerniera: quella inferiore è munita di una rete di metallo a maglie strette e quella superiore con una a maglie larghe.

Figura 3: Arnia con gabbia underbasket per il biomonitoraggio



Fonte: ARPA Molise

Gli alveari impiegati devono essere omogenei dal punto di vista della loro, cosiddetta, forza. Tale forza si valuta mediante accurate visite agli alveari. In questi controlli si registrano su apposite schede alcuni importanti dati, come l'attività delle bottinatrici di fronte all'alveare, l'età della regina, il numero di telaini coperti dalle api, il numero di quelli occupati dalla covata, nuova e vecchia, la sua compattezza e discontinuità, la presenza di celle di fuchi e celle reali, il numero di telaini con miele vecchio e nuovo, polline, ecc.

Considerazioni sulla metodologia

Il nucleo industriale di Termoli si estende per circa 6,5 km² ed è caratterizzata da fonti di emissioni dovute principalmente a industrie chimiche, metalmeccaniche e di produzione di energia elettrica. Fuori dal perimetro del nucleo industriale si estende un'ampia zona agricola.

Per tale motivo, l'attività di biomonitoraggio è organizzata in due fasi: la prima verte su analisi chimiche di laboratorio per la ricerca dei principali metalli pesanti, nonché degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) riscontrabili dal nucleo industriale (postazioni A, B, C, D, E), la seconda fase del progetto di studio indagherà la presenza degli agro-farmaci (postazioni B, D). Tali inquinanti sono ricercati nel corpo delle api e nei prodotti dell'alveare, attraverso periodici campionamenti secondo precise e accreditate metodiche chimiche di laboratorio.

Inoltre, qualora si dovessero verificare anomale e consistenti mortalità, sarà studiato il rapporto tra mortalità acuta di api e cause che le hanno indotte.

In questi casi l'ape rappresenta un valido strumento di campo per identificare tempi e modi di uso di sostanze a rischio di tossicità acuta ed evidenziare in tempo reale l'eventuale uso improprio di fitofarmaci oltre che la loro dispersione nell'ambiente, fungendo da biorivelatore. Saranno predisposte, quando opportuno, mappe colturali e mensili di contaminazione con evidenziati gli indici di pericolosità ambientale.

Qualora si ravvisino eventuali effetti a medio/lungo termine da parte di nuovi agrofarmaci e/o nuove formulazioni (microincapsulati, regolatori di crescita, prodotti ad azione genotossica) che, pur senza causare episodi di mortalità acuta, provocano danni consistenti in termini di spopolamenti, saranno effettuati studi specifici per mettere in luce tali criticità.

Installazione delle stazioni di monitoraggio

Postazione A: Area urbana di Termoli

Stazione di biomonitoraggio posta in un luogo strategico del centro urbano della città di Termoli (Villa comunale). Le analisi dei campioni di questa particolare stazione dovrebbero consentire di studiare le differenze ambientali tra la zona industriale ed il centro urbano.

Postazioni B, C: Nucleo industriale di Termoli, c.da Pantano Basso

Stazioni di monitoraggio all'interno della zona industriale di Termoli, sufficienti a coprire l'intero territorio, dato che ogni stazione da sola riesce a coprire circa 7 km².

Postazione D: Area agricola adiacente la zona industriale di Termoli

Stazione di monitoraggio nell'area agricola adiacente la zona industriale di Termoli, con le medesime caratteristiche pedoclimatiche del nucleo industriale. Questa stazione consente di mettere in particolare risalto anche l'incidenza che le attività agricole hanno sullo stato dell'ambiente.

Postazione E: Area notoriamente non inquinata, Oasi Lipu di Casacalenda.

Stazione di rilevamento nell'Oasi Lipu di Casacalenda che funge da controllo, in quanto dalle analisi dei campioni prelevati periodicamente ci si attende una nulla o bassa presenza di composti inquinanti (metalli pesanti e IPA).

Figura 4: Foto aeree con le ubicazioni delle postazioni di biomonitoraggio (A, B, C, D) e raggio di azione degli alveari.



Fonte: ARPA Molise

Figura 5: Foto aerea dell'ubicazione della postazione di biomonitoraggio (E) e raggio di azione degli alveari.



Fonte: ARPA Molise

Risultati attesi

L'attività di biomonitoraggio, completata per la prima fase, ha permesso di ottenere indicazioni preliminari delle diverse sostanze inquinanti rilasciate dagli insediamenti del nucleo industriale, impattanti sulla qualità dell'aria, pubblicati e consultabili sul sito dell'ARPA Molise.

Sulla base di questa prima esperienza è in progettazione la seconda fase del progetto per lo studio degli effetti dell'uso dei fitofarmaci in campo agricolo sulla vita delle api e sull'inquinamento dei prodotti agricoli, partendo da due delle stazioni precedentemente individuate, a cui si aggiungeranno altre da individuare, che entreranno a far parte di una futura "Rete permanente di biomonitoraggio".

Tale rete monitorerà l'eventuale compromissione chimica del territorio dovuta all'uso di principi attivi (fitosanitari) impiegati nelle varie aree agricole e nei diversi periodi stagionali che sarà delineata attraverso la stesura di particolareggiate mappe mensili, definite da un indice a due vie che stabilisce in maniera più appropriata il grado di inquinamento da prodotti fitosanitari del territorio (Porrini *et al.*, 1996; Porrini *et al.*, 1998a), attraverso l'Indice di Pericolosità Ambientale (IPA).

Tale indice è ottenuto intersecando la classe di mortalità media mensile di una stazione, con l'Indice di Tossicità dei Prodotti fitosanitari (IPT) riscontrati tramite l'analisi chimica nelle api morte prelevate in quella stazione.

L'Indice di Tossicità del Prodotto fitosanitario (IPT) si calcola con la seguente formula:

$$(IPT) = f_{corr} \sum_{c=1}^N [(ct)_c (fp)_c] / N$$

in cui:

(IPT): Indice di Tossicità del Prodotto fitosanitario;

f_{corr} : fattore di correzione;

(ct)_c: classe di tossicità del principio attivo nei confronti delle api, normalizzato al valore più elevato;

(fp)_c: fattore di persistenza del principio attivo, normalizzato al valore più elevato;

N: numero di campioni di api risultati positivi all'analisi.

Si utilizza solo quando, nello stesso mese, insieme ai campioni di api risultati positivi all'analisi chimica, ve ne sono anche di negativi. Il valore è dato dal rapporto fra la media del numero di api morte corrispondente ai campioni negativi e la media complessiva del periodo considerato. Si considerano solo i valori uguali o superiori a 1.

Bibliografia

Accorti M., Guarcini R., Persano Oddo L. (1991a). L'ape: indicatore biologico e insetto test. Redia, Vol. LXXIV, tr.1 (appendice):1-15.

Accorti M., Luti F., Tarducci F. (1991b). Methods for collecting data on natural mortality in bee. Ethol. Ecol. Evol., Special Issue: 123-126.

Celli G. (1983). L'ape come insetto test della salute di un territorio. Atti XIII Congr. Naz. Ital. Ent., Sestriere Torino: 637-644.

Celli G., Porrini C. (1987). Apicidi e residui di pesticidi nelle api e nell'alveare in Italia (1983 - 1986). Boll. Ist. Ent. "Guido Grandi" Univ. Bologna, vol. XLII, 1987: 75-86.

Celli G., Porrini C. (1991). L'ape, un efficace bioindicatore dei pesticidi. Le Scienze 274:42-54.

- Celli G., Porrini C., Baldi M., Ghini E. (1991). Pesticide in Ferrara province: two years monitoring with honey bees (1987 - 1988). Atti III Conv. A.I.S.A.S.P. Ferrara, 13-15 aprile 1989. In Ethol. Ecol. Evol., Special issue : 111-115.
- Celli G., Porrini C., Raboni F. (1988a). Monitoraggio con api della presenza dei Ditiocarbammati nell'ambiente (1983 - 1986). Boll. Ist. Ent. "G. Grandi" Univ. Bologna, vol. XLIII: 195-205
- Celli G., Porrini C., Tiraferri S. (1984). Rapporti tra apicoltura e ambiente. L'ape come indicatore biologico dei pesticidi (con particolare riferimento alla provincia di Forlì) (Nota preventiva). Boll. Ist. Ent. "G. Grandi" Univ. Bologna, vol. XXXIX: 23r-24r.
- Celli G., Porrini C., Tiraferri S. (1988b). Il problema degli apicidi in rapporto ai principi attivi responsabili (1983-1986). Atti Giorn. Fitopat., vol. 2:257-268.
- Crane E. (1984). Bees, honey and pollen as indicators of metals in the environment. Bee World 55: 47-49.
- Pinzauti M., Frediani D., Biondi C., Belli R., Panizzi L., Cosimi C., Zummo V. (1991). Impiego delle api nel rilevamento dell'inquinamento ambientale. Analysis, 8:354-407.
- Porrini C. (1998). L'ape come indicatore biologico dei pesticidi: convalide Sperimentali. Tesi di laurea in Scienze Agrarie, Facoltà di Agraria, A. A. 1996-1997. Università di Bologna, 165 p.
- Porrini C., Celli G., Radeghieri P. (1998a). Monitoring of pesticides through the use of honeybees as bioindicators of the Emilia-Romagna coastline (1995-1996). Ann. Chim., 88 (3-4): 243-252.
- Porrini C., Celli G., Stefano M.A., Sabatini A.G. (1998b). Impiego del polline come marcatore nel monitoraggio dell'inquinamento da pesticidi tramite api. Atti XVII Congr. Naz. It. Ent., Maratea, 21-26 Giugno.
- Porrini C., Colombo V., Celli G. (1996). The honey bee (*Apis mellifera* L.) as pesticide bioindicator. Evaluation of the degree of pollution by means of environmental hazard indexes. Proceedings XX Int. Congr. of Entom., Firenze, Italy, August 25-31: 444.

IL FENOMENO DI DIFFUSIONE E VARIAZIONE DEL VIRUS SARS-COV-2 ATTRAVERSO L'ANALISI DEGLI AFFLUENTI AGLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE REFLUE URBANE

Autori: Camilla Crasà, Maddalena Derosa, Massimo Di Martino, Cristina Fedele, Stefania Latino, Gianmario Nava, Carlotta Olivero, Denis Polato, Elisa Pozzi, Giada Scorza, Fulvio Raviola, Claudia Strumia
ARPA Piemonte

Il monitoraggio della presenza del SARS-CoV-2 (*Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2*) nei reflui urbani è raccomandato dalla Commissione Europea (raccomandazione 2021/472 del 17 marzo 2021 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021H0472>) come approccio complementare e indipendente alle altre strategie utilizzate fino a quel momento per la sorveglianza e i test del SARS-CoV-2 all'origine della pandemia COVID-19.

Inoltre, tale raccomandazione indica i metodi per attuare il sequenziamento del genoma di SARS-CoV-2 presente nei reflui urbani, una modalità di indagine che permette di monitorare le varianti di un ampio bacino di popolazione.

Il Centro Regionale di Biologia Molecolare di ARPA Piemonte ha implementato quanto contenuto in tale raccomandazione e ha attuato il processo di sorveglianza ambientale di SARS-CoV-2 in 14 depuratori del Piemonte e di sorveglianza genomica in 4 di questi. Le informazioni ottenute da queste due tipologie di monitoraggio hanno consentito di avere una visione completa in merito all'andamento della pandemia, utile alle autorità per attuare interventi *ad hoc*.

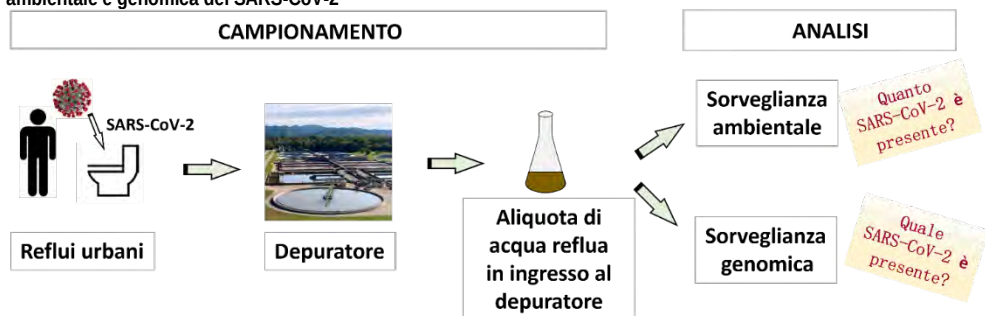
- Perché è importante il monitoraggio della presenza di SARS-CoV-2 nelle acque reflue?

L'analisi delle acque reflue è uno strumento di fondamentale importanza se consideriamo che, tra le persone infettate dal virus, solo quelle sintomatiche si rivolgono di norma al sistema sanitario per sottoporsi a test e vengono pertanto notificate, mentre molte persone con sintomatologia lieve o assente sfuggono al sistema di tracciamento (<https://ambiente.provincia.bz.it/ambiente-salute/sars-cov-2-acque-reflue-urbane.asp>). Inoltre, l'RNA virale può essere riscontrato nelle acque reflue prima di quanto si evidenzia a livello di popolazione con la diagnosi laboratoristica su campioni biologici umani (tamponi) (Robotto *et al.*, 2021). Attraverso la sorveglianza nei reflui urbani si ha una fotografia obiettiva della presenza e quantità virale in un preciso arco temporale, in modo imparziale, senza distorsioni del dato influenzati dal numero di soggetti sintomatici o asintomatici e a basso costo (Figura 1).

- Perché è importante il monitoraggio delle varianti di SARS-CoV-2 nelle acque reflue?

Oltre al dato oggettivo della presenza del virus nelle acque reflue, è possibile conoscere quali siano le varianti circolanti attraverso il processo di sequenziamento. Questo metodo consiste nel leggere la sequenza dei genomi virali presenti nel campione, che derivano da tutte le persone infette, e di identificarne le varianti; in altre parole, dar loro un nome in base alle mutazioni riscontrate (ad esempio Delta o Omicron). Inoltre, è possibile identificare nuove mutazioni che potrebbero dare luce a nuove varianti ed è quindi essenziale monitorarle nel tempo. Questo lavoro fa parte della Sorveglianza genomica ambientale (Figura 1).

Figura 1. Approccio analitico applicato dal laboratorio di Biologia Molecolare (ARPA Piemonte) per la sorveglianza ambientale e genomica del SARS-CoV-2



Fonte ARPA Piemonte

Sorveglianza ambientale della presenza di SARS-CoV-2: dettaglio della metodologia

SARS-CoV-2 è uno dei membri della famiglia Coronaviridae che è costituita da virus in grado di infettare una vasta gamma di ospiti, esseri umani compresi. Dopo essere entrato nell'organismo umano tramite le vie aeree, il virus viene eliminato anche attraverso le feci e può esserne quindi rilevata la presenza e determinata la quantità nelle acque d'ingresso degli impianti di trattamento dei reflui urbani (Dhama, K et al., 2020). Questo approccio è comunemente chiamato *Wastewater Based Epidemiology* (WBE).

Il Centro Regionale di Biologia Molecolare di ARPA Piemonte ha analizzato sistematicamente da aprile 2021 le acque reflue in ingresso ai principali collettori dei depuratori del Piemonte, utilizzando un metodo analitico implementato dal laboratorio e accreditato dal mese di novembre 2022 (ente ACCREDIA). Da aprile 2021 a tutto il 2022 sono stati processati 1.067 campioni di acque reflue. I campioni di acque reflue sono stati prelevati seguendo la modalità di campionamento medio ponderato nelle 24 ore dagli impianti di depurazione dislocati in tutta la regione, con cadenza settimanale o quindicinale. A seguito del prelievo, i campioni sono stati mantenuti ad una temperatura di circa 4 °C e consegnati al laboratorio. L'approccio analitico adottato prevede la **ricerca di RNA virale** attraverso le fasi di concentrazione, estrazione, e purificazione degli acidi nucleici totali (TNA) ed in seguito di amplificazione di geni virali *target* mediante analisi *RT-Real Time PCR*.

Per quest'ultima modalità di analisi è stato scelto un sistema *multiplex RT-Real Time PCR* in grado di rilevare oltre ai geni virali *target* (gene E/gene N1) anche l'RNA di *Pepper Mild Mottle Virus* (PMMoV) quale controllo di processo e come parametro per la eventuale normalizzazione dei dati. L'analisi fornisce, per ogni campione, un valore numerico (Ct) associato alla presenza dei geni *target* ricercati (E, N1 e PMMoV), valore che può essere utilizzato per definire un andamento della presenza di SARS-CoV-2 nelle acque per ogni depuratore. Il dato normalizzato è fornito come differenza tra Ct *target* E e Ct *target* PMMoV che viene rappresentato come ΔCt (Figura 2A).

Sorveglianza genomica delle varianti di SARS-CoV-2: dettaglio della metodologia

Presso il Centro Regionale di Biologia Molecolare dell'ARPA Piemonte, nel periodo tra dicembre 2021 e dicembre 2022 sono stati sottoposti a **sequenziamento** 223 campioni di acque reflue provenienti dagli impianti di depurazione di Castiglione Torinese, Alessandria, Cuneo e Novara (per un totale complessivo di circa 4300000 abitanti equivalenti). I campionamenti per le analisi di sequenziamento sono stati eseguiti con cadenza settimanale.

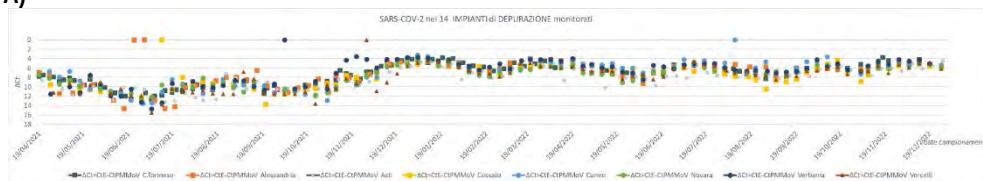
Per eseguire il sequenziamento genomico è stata adottata dal laboratorio la tecnica del *Next Generation Sequencing* (NGS) o Sequenziamento di Nuova Generazione seguendo l'approccio di tipo *Targeted Whole Viral Genome* che consiste nel sequenziamento di tutto il genoma virale. Il passo successivo al sequenziamento consiste in un insieme di analisi computazionali che prende il nome di **analisi bioinformatica** con la quale le sequenze generate attraverso il sequenziamento vengono confrontate con la sequenza del **genoma di riferimento** di SARS-CoV-2 universalmente riconosciuto come "SARS-CoV-2-Wuhan". Questo confronto permette di individuare variazioni nelle sequenze nucleotidiche generate e, mediante l'uso di banche dati riconosciute e condivise a livello internazionale (ad es. *GISAID* (<https://gisaid.org/>), *Pangolin* (<https://pangolin.cog-uk.io/>), *Nextclade* (<https://clades.nextstrain.org/>)), di identificare le varianti presenti.

L'analisi bioinformatica applicata dal Centro Regionale di Biologia Molecolare dell'ARPA Piemonte consiste in due approcci differenti che permettono rispettivamente di identificare la variante dominante e le varianti non dominanti circolanti a bassa frequenza tra la popolazione.

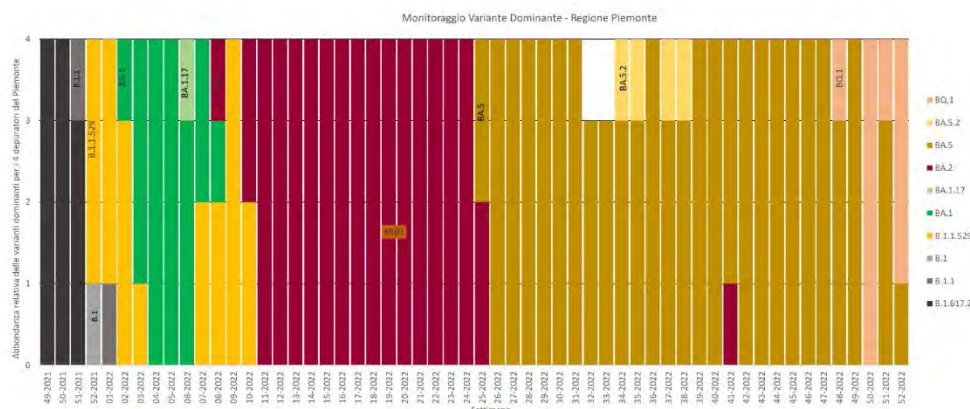
In Figura 2B sono state rappresentate tutte le varianti e le sottovarianti dominanti di SARS-CoV-2 identificate settimanalmente in Piemonte per ognuno dei 4 depuratori a partire dalla 49^a settimana del 2021. Dal grafico si evince come per un lungo periodo di tempo, in tutta la regione, si sono susseguite come dominanti prevalentemente le sottovarianti di Omicron BA.1, BA.2 e BA.5 interrotte dall'emergere delle sottovarianti BA.1.17, BA.5.2 e BQ.1. Le sequenze delle varianti dominanti ottenute dal laboratorio durante l'attività di routine, sono state caricate sul database internazionale *GISAID* in una sezione dedicata alle acque reflue, nell'ottica di condivisione delle informazioni con l'intera comunità scientifica.

Figura 2. A) Andamento della presenza di SARS-CoV-2 nelle acque reflue dei depuratori analizzati. B) Andamento variante dominante nella regione Piemonte per i quattro depuratori analizzati

A)



B)



Fonte ARPA Piemonte

Bibliografia

Dhama K, Khan S, Tiwari R, Sircar S, Bhat S, Malik YS, Singh KP, Chaicumpa W, Bonilla-Aldana DK, Rodriguez-Morales AJ. Coronavirus Disease 2019-COVID-19. Clin Microbiol Rev. 2020 Jun 24;33(4):e00028-20. doi: 10.1128/CMR.00028-20.

Robotto A, Lembo D, Quaglino P, Brizio E, Polato D, Civra A, Cusato J, Di Perri G. Wastewater-based SARS-CoV-2 environmental monitoring for Piedmont, Italy. Environ Res. 2022 Jan;203:111901. doi: 10.1016/j.envres.2021.111901.

UN NUOVO APPROCCIO METODOLOGICO PER LA VALUTAZIONE DEL CONTENUTO DI ^{238}U IN ACQUA POTABILE

Autori: Francesco Caridi³, Giuseppe Paladini², Valentina Venuti³, Vincenza Crupi³, Vincenzo Sorrenti¹, Giovanna Belmusto¹, Alberto Belvedere¹, Maurizio D'Agostino¹, Santina Marguccio¹, Domenico Majolino³

¹ ARPA Calabria, ² Università degli Studi di Catania, ³ Università degli Studi di Messina

Come è noto, lo studio della radioattività naturale, dovuta alla presenza di radionuclidi primordiali nella crosta terrestre e ai cosmogenici (Unsear 2000), fornisce informazioni sul rischio radiologico per la popolazione e sulle variazioni della radiazione di fondo dovute ad attività nucleari, industrie, ecc. (Alzubaidi G. et al., 2016). In questo contesto, il monitoraggio ambientale dei radionuclidi naturali e della loro progenie ha ricevuto una notevole attenzione in tutto il mondo (Rosell J.R. et al., 1991). Sebbene gli aspetti ambientali della radioattività naturale siano stati discussi in numerose pubblicazioni scientifiche (Ramasamy V. et al., 2011), la presenza di radioisotopi naturali nell'acqua potabile come fattore di pericolo per la popolazione non è ancora stata affrontata in modo sufficientemente dettagliato (Küçükömeroglu B. et al., 2008). Il Decreto Legislativo 28/2016 costituisce l'attuale riferimento legislativo nazionale per la qualità delle acque destinate al consumo umano, per quanto riguarda la radioattività. Esso disciplina le modalità di controllo dei radionuclidi mediante parametri indicatori. Tra i radioisotopi naturali da controllare, ^{238}U è sicuramente uno dei più significativi, dato il ruolo predominante assunto nella determinazione della concentrazione di attività alfa totale e quindi della Dose Indicativa (ID).

Questo articolo riporta un nuovo approccio metodologico, sviluppato per valutare il contenuto di ^{238}U in un campione di acqua potabile di Paola, un comune della regione Calabria, preso come caso di studio. La valutazione è stata effettuata attraverso misure di spettrometria gamma al germanio iperpuro (HPGe), con l'obiettivo di quantificare l'attività specifica del radionuclide naturale $^{234\text{m}}\text{Pa}$ dopo la preconcentrazione e quindi di valutare la concentrazione di attività di ^{238}U , in equilibrio radioattivo secolare con i figli. I risultati ottenuti sono stati poi convalidati dal confronto con la concentrazione di ^{238}U ($\mu\text{g/L}$) determinata mediante analisi di spettrometria di massa a plasma accoppiato induttivamente (ICP-MS).

Un campione rappresentativo di acqua potabile è stato raccolto, in tre diverse aliquote, in un serbatoio d'acqua a Paola. Le coordinate GPS del punto di campionamento, indicate nella mappa riportata in Figura 1, sono 39.351132 (latitudine) e 16.038091 (longitudine).

La geologia dell'area intorno a Paola è composta principalmente da rocce eterogenee cristallino-metamorfiche e dai relativi prodotti degli agenti atmosferici. L'elevata concentrazione di Uranio nell'acqua potabile locale può essere spiegata in base alla composizione mineralogica dell'area circostante. In particolare, avendo la biotite un ruolo rilevante nell'assorbimento dei radionuclidi nelle rocce granitiche, l'elevato contenuto di biotite può causare un arricchimento dell'Uranio (Idemitsu, K. et al., 1994).

Ogni aliquota di acqua potabile è stata raccolta in un contenitore di polietilene acidificato da 750 mL, per evitare la precipitazione e l'adsorbimento dei radionuclidi sulle pareti del contenitore, e poi conservata in laboratorio per la preparazione e l'analisi del campione. Prima dell'uso, ogni beaker è

stato prima impregnato di acido nitrico diluito, poi lavato, risciacquato con acqua distillata e infine lasciato asciugare in forno per evitare la contaminazione.

Figura 1. La mappa della regione Calabria, con indicato il punto di campionamento.



Fonte: ARPA Calabria

In laboratorio, la prima aliquota è stata prelevata così com'è, mentre le altre due sono state fatte evaporare per ottenere: (a) un volume finale di 250 mL, cioè fattore di preconcentrazione pari a 3, per la seconda aliquota e (b) un volume finale di 20 mL, cioè fattore di preconcentrazione pari a 37,5, per la terza aliquota. I volumi di 250 mL e 20 mL corrispondono alle due geometrie dei portacampioni disponibili per le analisi di spettrometria gamma. In particolare, per queste analisi, la prima aliquota, tal quale, e la seconda, preconcentrata, sono state inserite in un contenitore Marinelli con un volume di 250 mL, mentre la terza, preconcentrata, è stata conservata in una fiala da 20 mL. Successivamente, sono state conteggiate per 70.000 s e gli spettri analizzati per ottenere la concentrazione di attività di ²³⁸U attraverso quella del radionuclide ^{234m}Pa, con cui ²³⁸U è in equilibrio secolare. La riga gamma a 1001,03 keV è stata utilizzata per determinare l'attività specifica del ^{234m}Pa. Il set-up sperimentale è consistito in un rivelatore Ortec HPGe (GMX), i cui parametri operativi sono riportati nella Tabella 1.

Tabella 1. Parametri operativi del rivelatore HPGe GMX

HPGe GMX detector	
Parametro	Valore
Larghezza a metà altezza	1,94 keV
Rapporto picco-Compton	65,1
Efficienza relativa	37,5% (alla riga γ a 1,33 MeV del ⁶⁰ Co)
Tensione di alimentazione	- 4.800 V
Range energetico	5 keV – 2 MeV

Fonte: ARPA Calabria

Il rivelatore è stato collocato all'interno di un pozzetto di piombo per schermare la radiazione di fondo ambientale. Per l'acquisizione e l'analisi dei dati è stato utilizzato il software Gamma Vision (Ortec). La concentrazione di attività del radioisotopo investigato è stata calcolata come segue (Caridi F. et al., 2021):

$$C = \frac{N_E}{\epsilon_E t \gamma_d V} \quad (1)$$

dove N_E indica l'area netta del fotopicco d'interesse, ϵ_E e γ_d sono l'efficienza e il branching ratio del fotopicco, rispettivamente, V è il volume del campione (L) e t è il tempo di misura (s). La concentrazione (in µg/L) di ²³⁸U è stata ottenuta mediante analisi ICP-MS con un ICP-MS Thermo Scientific iCAP Qc. Il sistema di introduzione del campione è consistito in una camera di nebulizzazione raffreddata a Peltier (3 °C), un nebulizzatore PFA e una torcia al quarzo con un iniettore al quarzo rimovibile da 2,5 mm di diametro. Lo strumento ha operato in modalità cella di collisione singola, con discriminazione dell'energia cinetica (KED), utilizzando He puro come gas di collisione. Tutti i campioni sono stati presentati per l'analisi con un Cetac ASX-520. Per l'"analisi diretta" degli analiti nell'acqua potabile con torbidità del campione < 1 NTU, il campione stesso è stato preparato con l'aggiunta appropriata di acido nitrico (1%). Le concentrazioni di Uranio in µg/L sono state convertite in concentrazione di attività di ²³⁸U secondo la seguente formula (Dragović S. et al., 2006):

$$C = \frac{\lambda N_A f}{MK} F(2)$$

dove C indica l'attività specifica misurata (Bq/L) del radionuclide, λ la costante di decadimento del radioisotopo (s^{-1}), N_A il numero di Avogadro, f l'abbondanza atomica in natura, M la massa atomica (kg/mol), K una costante con valore pari a 10^6 per l'Uranio e F la frazione di elemento nel campione. Per valutare l'accuratezza dell'attività specifica di ^{238}U ottenuta con il nuovo approccio metodologico qui proposto, è stato eseguito un confronto tra i risultati della spettrometria gamma HPGe e dell'ICP-MS attraverso il calcolo dello z-score (Berengolts A. et al., 2008):

$$z = \frac{x - X}{\sqrt{u_x^2 + U_x^2}} \quad (3)$$

dove x è la concentrazione di attività di ^{238}U ottenuta con la spettrometria gamma HPGe, X la concentrazione di ^{238}U (in $\mu\text{g/L}$) ottenuta con ICP-MS e poi convertita in attività specifica attraverso l'equazione (2), u_x l'incertezza totale dei risultati della spettrometria gamma HPGe (con un fattore di copertura $k = 1$) e U_x l'incertezza dei risultati dell'ICP-MS (per $k = 1$).

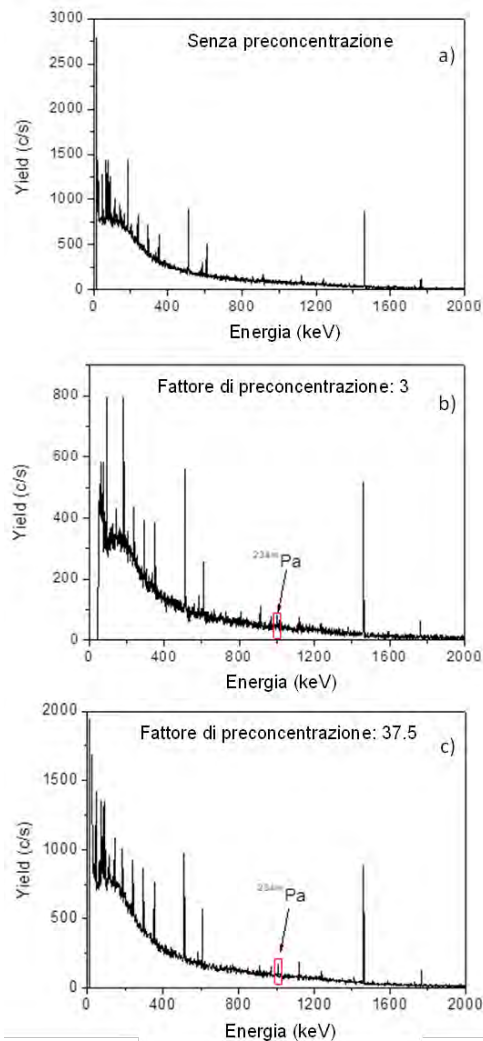
Per le misure di radioattività ambientale è stato utilizzato il criterio di accettabilità $z \leq 2$.

La Figura 2 riporta gli spettri gamma HPGe acquisiti, per il campione di acqua potabile analizzato, senza preconcentrazione (a), con fattore di preconcentrazione pari a 3 (b) e a 37,5 (c), rispettivamente. La riga gamma 1.001,03 keV di $^{234\text{m}}\text{Pa}$ appare sempre più evidente negli spettri, all'aumentare della preconcentrazione del campione analizzato. In base all'equazione (1), la concentrazione di attività di ^{238}U , nell'ipotesi dell'equilibrio radioattivo secolare tra esso e i radionuclidi figli, è risultata non quantificabile senza preconcentrazione, e pari a $(0,76 \pm 0,22)$ Bq/L e $(0,31 \pm 0,13)$ Bq/L per fattori di preconcentrazione 3 e 37,5, rispettivamente.

Questi risultati sono stati poi confrontati con la concentrazione di ^{238}U ottenuta mediante analisi ICP-MS. La concentrazione elementare massica per l'Uranio è risultata essere di $(5,6 \pm 1,1)$ $\mu\text{g/L}$ e, in base all'equazione (2), è stata convertita in concentrazione di attività di ^{238}U , dando luogo a un'attività specifica di (69 ± 14) mBq/L. Il confronto è stato quindi effettuato calcolando il parametro z-score, come riportato nell'equazione (3), che è risultato essere non quantificabile senza preconcentrazione e pari a 3,13 e 1,85 per fattori di preconcentrazione 3 e 37,5, rispettivamente.

Sulla base dei risultati ottenuti, possiamo quindi affermare che la preconcentrazione di un campione di acqua potabile con un fattore pari a 37,5, seguita da un'analisi di spettrometria gamma dell'aliquota preconcentrata, permette di quantificare, con un elevato grado di accuratezza (z-score < 2), l'attività specifica di ^{238}U .

Figura 2. Gli spettri gamma HPGe acquisiti, per il campione di acqua potabile analizzato, senza preconcentrazione (a), con fattore di preconcentrazione pari a 3 (b) e a 37,5 (c), rispettivamente.



Fonte: ARPA Calabria

E' importante sottolineare che, in letteratura, ^{238}U nell'acqua potabile viene solitamente quantificato mediante spettrometria gamma nell'ipotesi di equilibrio secolare con ^{234}Th , utilizzando come tecnica di preconcentrazione la percolazione attraverso una resina a scambio ionico a letto misto, con riduzione a un volume finale di 1 L a partire da 80 L (fattore di preconcentrazione 80), o di 2 L a partire da 300 L (fattore di preconcentrazione 150) (Forte M. et al., 2007). Alla luce di ciò, va sottolineato come l'approccio metodologico riportato in questo articolo sia caratterizzato da un processo di preconcentrazione relativamente semplice che non richiede l'uso di procedure chimiche. Inoltre, può essere di grande utilità nelle attività di monitoraggio delle acque potabili comunemente svolte, in cui vengono campionate aliquote con volumi dell'ordine di pochi litri.

Infine, dal punto di vista della valutazione del rischio radiologico per la salute umana, è importante sottolineare che la concentrazione di attività di ^{238}U nel campione di acqua potabile analizzato come caso di studio è molto inferiore al valore di riferimento di 3 Bq/L, corrispondente a una Dose Indicativa di 0,1 mSv/anno in base a quanto riportato nel Decreto Legislativo 28/2016. Quest'ultimo parametro, calcolato nell'ipotesi cautelativa che il campione di acqua contenga solo il radioisotopo in questione, che la classe di età considerata sia solo quella corrispondente agli adulti e che il consumo di acqua sia pari a 730 L/anno, è fissato come valore soglia dalla normativa di riferimento. Pertanto, è possibile escludere qualsiasi rischio radiologico per la salute della popolazione dell'area studiata, con riferimento al consumo di acqua potabile.

Bibliografia

- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 2000, *Sources and Effects of Ionizing Radiation: Report to the General Assembly, with Scientific Annexes*; Vol. I; ISBN 92-1-142238-8.
- Alzubaidi G., Hamid F.B.S., Abdul Rahman I., 2016, *Assessment of Natural Radioactivity Levels and Radiation Hazards in Agricultural and Virgin Soil in the State of Kedah, North of Malaysia*. Sci. World J. 6178103, doi:10.1155/2016/6178103.
- Rosell J.R., Ortega X., Dies X., 1991, *Natural and artificial radionuclides on the northeast coast of Spain*. Health Phys. 60, 709–712, doi:10.1097/00004032-199105000-00010.
- Ramasamy V., Suresh G., Meenakshisundaram V., Ponnusamy V., 2011, *Horizontal and vertical characterization of radionuclides and minerals in river sediments*. Appl. Radiat. Isot. 69, 184–195, doi:https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2010.07.020.
- Küçükömeroglu B, Kurnaz A., Keser R., Korkmaz F., Okumusoglu N.T., Karahan G., Sen C., Cevik U., 2008, *Radioactivity in sediments and gross alpha-beta activities in surface water of Firtina River, Turkey*. Environ. Geol. 55, 1483–1491, doi:10.1007/s00254-007-1098-7.
- Caridi F., Aciri G., Belvedere A., Crupi V., D'Agostino M., Margucccio S., Messina M., Paladini G., Venuti V., Majolino D., 2021, *Evaluation of the radiological and chemical risk for public health from flour sample investigation*. Appl. Sci. 11, 3646_1-3646_13, doi:10.3390/app11083646.
- Dragović S., Janković L., Onjia A., Bačić G., 2006, *Distribution of primordial radionuclides in surface soils from Serbia and Montenegro*. Radiat. Meas. 41, 611–616, doi:10.1016/j.radmeas.2006.03.007.
- Berengolts A., Lindenbaum M., 2008, *On the distribution of z-score*. Iran. J. Sci. Technol. Trans. A, Sci. 32, A1, doi:10.1109/cvpr.2004.1315211.
- Forte M., Rusconi R., Cazzaniga M., Sgorbati G., 2007, *The measurement of radioactivity in drinking water*. Microchem. J. 105, 98–102.

IL RUOLO DI ARPA LIGURIA NELL'APPLICAZIONE DELLA DGR 46/2020

Autori: Eliana Paoli, Federica Morchio
ARPA Liguria

Nel corso del 2021, a seguito della pubblicazione della DGR n 46/2020 da parte di Regione Liguria, ARPAL ha intrapreso una serie di monitoraggi dell'attività di diserbo chimico eseguito da RFI (Rete Ferroviaria Italiana) sulla tratta ferroviaria che interessa il territorio ligure.

La DGR n° 46/20220, fatti salvi i ruoli e i compiti di tutte le autorità di controllo operanti a livello regionale e considerata l'estensione della rete stradale e ferroviaria della regione, ai fini della verifica della corretta applicazione dei CAM (Criteri Minimi Ambientali) e del Piano di intervento, assegna, al punto 4.4 "Piano dei controlli di parte pubblica", le diverse competenze in materia di controllo come di seguito riportato:

- Le AASSLL territorialmente competenti effettuano i controlli ispettivi lungo le strade, autostrade e ferrovie nei tratti che comprendono le aree frequentate dalla popolazione o da gruppi vulnerabili così come indicati nel presente documento;
- ARPAL, oltre a essere il laboratorio di riferimento per eventuali analisi richieste dalle AASSLL, effettua monitoraggi sulle restanti aree, di concerto con le AASSLL territorialmente competenti.

I rispettivi ruoli, modalità, numero di attività ispettive e controlli sono definiti, nel "Piano Regionale di controllo dei fitosanitari" con cadenza annuale. Tale piano per ARPAL sarà inserito nel "Programma triennale dei controlli e dei monitoraggi ambientali" e, con maggior dettaglio sul numero delle attività ispettive, nel "Programma annuale delle attività".

Nel dettaglio, per quanto riguarda le attività che sono state svolte nel corso del 2021, l'Agenzia ha seguito le indicazioni trasmesse da Regione Liguria con la DGR n 540 del 18/06/2021 nella quale erano esplicitate, fra le integrazioni al "Piano annuale di Agenzia" di cui all'articolo 27 della LR 20/06 smi, le modalità di attuazione della DGR 46/2020 nell'ambito delle attività di diserbo chimico messe in atto da RFI nel territorio ligure.

Per la pianificazione dei controlli in questo primo anno di attività l'Agenzia ha predisposto una procedura, che di norma sarà applicata anche per i futuri controlli.

Tale procedura consiste in questi 6 passi:

1. Presa visione del piano di diserbo RFI;
2. Sovrapposizione delle tratte di diserbo RFI con i punti di monitoraggio delle acque superficiali per la qualità ambientale (D.lgs. 152/06);
3. Scelta delle stazioni;
4. Esecuzione del campionamento a valle delle tratte di spargimento segnalate da RFI;
5. Esecuzione di un campione di bianco pre-trattamento;
6. Esecuzione di un campione post trattamento.

Per la scelta delle stazioni da monitorare in seguito alle operazioni di diserbo eseguite da RFI, ARPAL ha stilato una serie di criteri di selezione della stazione di monitoraggio per ogni AASSLL

territorialmente competente; tali criteri, come per la pianificazione annuale dei controlli, diventeranno procedura standard per i futuri campionamenti.

I criteri di scelta delle stazioni sono di seguito elencati:

- Valutazione delle sole stazioni della rete di monitoraggio ex D.lgs. 152/06 s.m.i. ricadenti nei tratti di diserbo chimico indicati nelle planimetrie;
- Individuazione dei corpi idrici dove la distanza tra il torrente e il punto di fine spargimento non era superiore a 200 m;
- Esclusione delle stazioni temporanee vista la stagione di spargimento, tarda primavera/estate;
- Predilezione delle stazioni della rete già esistenti dove non fosse necessario cercare o creare un nuovo accesso per avvicinarsi alla linea ferroviaria.

Da diversi anni ormai ARPAL procede all'esecuzione di un profilo di approfondimento per i fitofarmaci, a seguito di richiesta regionale nell'ambito del Gruppo di Lavoro PAN, che prevede la ricerca per le acque interne superficiali, facenti parte della rete di qualità ambientale ex D.lgs. 152/06 s.m.i., le seguenti sostanze: AMPA; Glifosate; Dimetoato; Glufosinate; Fosetil alluminio.

Oltre alle sostanze sopra elencate sono stati rilevati i seguenti parametri in situ per avere informazioni sulle condizioni atmosferiche, il regime idrologico, l'aspetto del corso d'acque e alcuni parametri chimico-fisici di base:

- CONDIZIONI ATMOSFERICHE: Sereno; Poco nuvoloso; Nuvoloso; Molto nuvoloso; Coperto; Precipitazioni deboli; Precipitazioni intense.
- REGIME IDROLOGICO: Secca; Magra spinta; Magra; Magra morbida; Morbida; Morbida abbondante; Piena.
- PARAMETRI CHIMICO FISICI E ASPETTO: Temperatura dell'aria; Temperatura dell'acqua; Ossigeno disciolto; Percentuale di saturazione; Conducibilità; Ph; Aspetto; Colore; Odore; Schiuma; Sostanze oleose.

Nel corso del 2021, le stazioni campionate sulla base del tracciato del trattamento chimico trasmesso da RFI e sulla base della geolocalizzazione delle stazioni monitorate per la qualità ambientale, sono state le seguenti:

- MRMEM02 - T. Maremola, Pietra Ligure - per il territorio di competenza della ASL2;
- VAVA03 - T. Varenna, Pegli Multedo - per il territorio di competenza della ASL 3;
- MAMA04 - F. Magra, Sarzana, sotto ponte FS - per il territorio di competenza della ASL 5.

Le tratte soggette a trattamento chimico non ricadevano in prossimità di nessun corpo idrico tipizzato per il territorio di competenza della ASL1 e della ASL4, per cui in questi territori non è stato eseguito alcun campionamento.

Si riportano di seguito i risultati dei campioni pre-trattamento e dei campioni post-trattamento per ciascuna stazione monitorata nel 2021 (Tabelle 1 e 2).

Tabella 1: Campioni pre-trattamento

STAZIONE	PAR	UM	VALORE	LdQ	DATA
VAVA03	AMPA	µg/l	<0,02	0,02	06-07-2021
VAVA03	Dimetoato	µg/l	<0,01	0,01	06-07-2021
VAVA03	Fosetil alluminio	µg/l	<0,02	0,02	06-07-2021
VAVA03	Glifosate	µg/l	<0,02	0,02	06-07-2021
VAVA03	Glufosinate	µg/l	<0,02	0,02	06-07-2021
MAMA04	AMPA	µg/l	0,02	0,02	02-07-2021
MAMA04	Dimetoato	µg/l	<0,01	0,01	02-07-2021
MAMA04	Fosetil alluminio	µg/l	0,09	0,02	02-07-2021
MAMA04	Glifosate	µg/l	<0,02	0,02	02-07-2021
MAMA04	Glufosinate	µg/l	<0,02	0,02	02-07-2021
MRMR02	AMPA	µg/l	0,02	0,02	30-06-2021
MRMR02	Dimetoato	µg/l	<0,01	0,01	30-06-2021 11:00
MRMR02	Fosetil alluminio	µg/l	<0,02	0,02	30-06-2021
MRMR02	Glifosate	µg/l	<0,02	0,02	30-06-2021
MRMR02	Glufosinate	µg/l	<0,02	0,02	30-06-2021

Fonte: ARPA Liguria

Tabella 2: Campioni post-trattamento

STAZIONE	PAR	UM	VALORE	LdQ	DATA
VAVA03	AMPA	µg/l	<0,02	0,02	03-08-2021
VAVA03	Dimetoato	µg/l	<0,01	0,01	03-08-2021
VAVA03	Fosetil alluminio	µg/l	<0,02	0,02	03-08-2021
VAVA03	Glifosate	µg/l	<0,02	0,02	03-08-2021
VAVA03	Glufosinate	µg/l	<0,02	0,02	03-08-2021
MAMA04	AMPA	µg/l	<0,02	0,02	16-07-2021
MAMA04	Dimetoato	µg/l	<0,01	0,01	16-07-2021
MAMA04	Fosetil alluminio	µg/l	<0,02	0,02	16-07-2021
MAMA04	Glifosate	µg/l	<0,02	0,02	16-07-2021
MAMA04	Glufosinate	µg/l	<0,02	0,02	16-07-2021
MRMR02	AMPA	µg/l	<0,02	0,02	14-07-2021
MRMR02	Dimetoato	µg/l	<0,01	0,01	14-07-2021
MRMR02	Fosetil alluminio	µg/l	<0,02	0,02	14-07-2021
MRMR02	Glifosate	µg/l	<0,02	0,02	14-07-2021
MRMR02	Glufosinate	µg/l	<0,02	0,02	14-07-2021

Fonte: ARPA Liguria

Come si evince dai dati sopra riportati non ci sono campioni che superano il limite di quantificazione, in alcuni casi il valore rinvenuto coincide con il LdQ o è minore dello stesso LdQ.

Considerando, tuttavia, i valori definiti dalla tabella 1/b del D.Lgs. 172/2015, che definisce per i singoli pesticidi il limite a 0,1 µg/l, tutti i valori rinvenuti sono al di sotto del limite imposto dalla norma.

ANALISI DELL'ANTIBIOTICO-RESISTENZA IN CEPPI BATTERICI ISOLATI DA MATRICI AMBIENTALI: IL PROGETTO DI ARTA ABRUZZO

Autore: Pierpaolo Piccone
ARTA Abruzzo

Premessa

L'antibiotico resistenza, o, in generale, antimicrobico resistenza (AMR) può essere definita come la capacità acquisita da taluni microrganismi nel resistere all'azione dei farmaci antimicrobici per cui erano precedentemente sensibili.

Tale capacità è acquisita dai microrganismi sia attraverso mutazioni genetiche, sia attraverso scambio di frammenti genici o, ancora, attraverso meccanismi molecolari che mettono in atto all'interno della propria cellula.

Pertanto, l'AMR rappresenta una minaccia emergente per la salute umana, che può portare, a lungo termine, a gravi ripercussioni economiche sul Sistema Sanitario Nazionale.

L'uso eccessivo e improprio di antibiotici in medicina umana e veterinaria ha promosso lo sviluppo e la proliferazione di resistenze specifiche nelle comunità batteriche esposte agli effetti delle attività umane in tutto il pianeta.

Questa situazione, drammatica a livello clinico e zootecnico, dove una resistenza in molti casi si traduce direttamente in una infezione di difficile o impossibile trattamento, vede un ruolo diretto dell'ambiente in cui viviamo sia come ricettore che come promotore dello sviluppo di determinanti di resistenza.

È stato ampiamente dimostrato, infatti, che l'abbondanza e la diversità dei geni di resistenza e di batteri resistenti in ambiente (acque superficiali, suoli, foreste) è strettamente correlata all'impatto causato localmente dalle attività umane.

Ad oggi, i fenomeni naturali e le interazioni ecologiche che promuovono la stabilizzazione e la proliferazione di resistenze di origine umana in ambito ambientale sono ancora in parte ignoti.

Inoltre, è completamente da definire l'ampiezza del problema e del rischio, in quanto non esistono, se non in sporadici casi, modelli sperimentali delle dinamiche di antibiotico-resistenza, fondamentali per lo sviluppo di azioni di mitigazione dell'inquinamento.

Nel mondo, l'uso di farmaci antibiotici, soprattutto se inappropriato in termini di principio attivo, durata di trattamento e modalità di smaltimento, è uno dei fattori antropici che maggiormente contribuisce all'aumento dei livelli di AMR: in Italia l'uso di antibiotici nell'ultimo decennio è stato sempre più elevato rispetto alla media europea.

L'AMR, data da geni di resistenza ed antibiotici sintetici e semisintetici, si diffonde nell'ambiente tramite molteplici vie di contaminazione e differenti attività antropiche:

- -fonti diffuse di contaminazione: agricoltura intensiva, distretti industriali;
- -fonti puntiformi: impianti zootecnici intensivi, acquacoltura, scarichi fognari urbani o ospedalieri.

Gli scarichi urbani, che spesso ricevono scarichi ospedalieri trattati o non, sono tra le principali fonti di immissione di determinanti di AMR nell'ambiente.

Gli impianti di depurazione presenti sul territorio sono attualmente poco o per nulla efficienti alla loro rimozione.

Di fatto è dimostrata l'inefficienza dei sistemi convenzionali di trattamento e disinfezione ad abbattere in modo efficiente e selettivo i batteri resistenti e a distruggere o inattivare i geni di resistenza (Pruden et al., 2006).

Se le tecniche di disinfezione chimica tradizionale (es. clorazione) non vengono utilizzate perché i loro sottoprodotti possono essere altamente tossici e inficerebbero la qualità dell'acqua per riuso, anche le metodologie alternative utilizzate (es. ozono, carboni attivi, radiazione UV, acido peracetico) hanno grossi limiti tecnici (Rizzo et al., 2013; Di Cesare et al., 2016) che ne riducono l'efficienza.

È da tenere in considerazione, inoltre, che la copertura della raccolta e trattamento dei reflui urbani non è completa: esistono, infatti, scarichi diretti di reflui non trattati nei corsi d'acqua e nei laghi.

Ulteriore sversamento diretto di reflui non trattati avviene, inoltre, in occasione di forti piogge, quando i depuratori non riescono a collettare per intero i reflui che ricevono (dato che la maggior parte delle reti fognarie presenti sul territorio sono di tipo misto e accolgono, quindi, anche acque meteoriche) e sono costretti a scaricarne una parte senza trattamento.

L'impatto dell'utilizzo massivo di antibiotici non causa solo il rilascio in ambiente di batteri resistenti e di geni di resistenza, ma anche di una certa quantità di diversi antibiotici, che possono avere un ruolo cruciale nello sviluppo delle resistenze.

Le sostanze non metabolizzate dall'organismo e i metaboliti derivati vengono escreti per via urinaria e fecale, raggiungono le acque reflue e gli impianti di depurazione, dove in genere non vengono totalmente rimossi. Essi sono infine scaricati nei corpi idrici superficiali e nel mare, oppure nei suoli attraverso i fanghi di depurazione utilizzati come concime per i campi. Dai suoli possono, infine, raggiungere nuovamente le acque superficiali per lisciviazione operata dalle piogge o le acque di falda attraverso la percolazione.

Si stima che in Italia, circa 7–14 tonnellate di antibiotici sono immesse annualmente nell'ambiente tramite i reflui urbani trattati.

La presenza di antibiotici nelle acque sotterranee e di superficie può creare ulteriori rischi quando queste vengono utilizzate per l'irrigazione dei campi, pratica utilizzata diffusamente in Italia, soprattutto nelle zone ad agricoltura intensiva e scarse risorse idriche.

Ulteriore allarme è creato dalle acque superficiali che vengono captate e reimmesse in rete previo trattamento di potabilizzazione (acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile), che può risultare, in alcuni casi, inefficace.

Attività di ARTA Abruzzo

Nel 2022 ARTA Abruzzo ha proposto alla Regione Abruzzo un progetto di ricerca delle antibiotico-resistenze in matrici ambientali, nell'ambito di uno studio più ampio condotto in collaborazione con le 4 ASL abruzzesi ed all'IZS Abruzzo e Molise.

Tale progetto prevede l'analisi delle resistenze batteriche su colonie isolate con metodi di analisi "tradizionali", dal momento che non sono disponibili al momento metodiche specifiche.

Le colonie isolate verranno successivamente caratterizzate dal punto di vista dell'antibiotico-resistenza, attraverso l'utilizzo di strumentazione dedicata.

Sui ceppi isolati verranno testati contemporaneamente numerosi antibiotici e forniti gli eventuali dati di resistenza.

Le analisi effettuate da ARTA mireranno alla ricerca di specie di interesse ambientale e sanitario, quali *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., enterococchi intestinali, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus* spp.

I profili di resistenza saranno condotti sui principali antibiotici ad uso umano e veterinario.

Oltre al profilo di resistenza, sarà possibile anche stabilire la MIC (minima concentrazione inibente) di antibiotico sui ceppi isolati.

Successivamente, le colonie isolate saranno consegnate all'IZS di Teramo per la caratterizzazione genetica delle resistenze rilevate.

Alle analisi microbiologiche sarà affiancata, inoltre, la ricerca di residui di antibiotici e metaboliti di antibiotici sulle acque campionate.

Le analisi verranno condotte su campioni di acque di scarico, acque superficiali e acque di mare.

Nel dettaglio, vengono di seguito riportati i criteri di scelta dei punti di campionamento:

a) acque di scarico: saranno effettuati campionamenti sugli impianti di depurazione delle acque reflue urbane che raccolgono le acque provenienti dai 15 ospedali presenti nella Regione Abruzzo;

b) acque superficiali: verranno utilizzati alcuni dei punti di campionamento facenti parte della rete di monitoraggio delle acque superficiali ai fini della classificazione richiesta dal D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.

Verranno aggiunte alcuni punti di campionamento in corrispondenza dei punti di immissione sui corpi idrici superficiali degli impianti di depurazione di cui al precedente punto a), a monte ed a valle di essi;

c) acque di mare: verranno effettuati campionamenti delle acque di mare in corrispondenza delle foci delle principali aste fluviali regionali.

Bibliografia

Di Cesare et al., 2016, Co-occurrence of integrase 1, antibiotic and heavy metal resistance genes in municipal wastewater treatment plants. In: Water Res., 94, pagg. 208-214.

Pruden A. et al., 2006, Antibiotic Resistance Genes as Emerging Contaminants: studies in Northern Colorado. In: Environ. Sci. Technol., 40, pagg. 7445-7450.

Rizzo L. et al., 2013. Urban wastewater treatment plants as hotspots for antibiotic resistant bacteria and genes spread into the environment: A review. In: Science of the Total Environment, 447, pagg. 345-360.

CONOSCERE E PROTEGGERE IL MARE PER UNA VERA ECONOMIA BLU - PROGETTO PNRR MER

Autore: Giordano Giorgi
ISPRA

Il progetto PNRR MER "*Marine Ecosystem Restoration*" rappresenta il progetto bandiera nell'ambito del ripristino, conservazione e protezione della biodiversità marina, proposto e approvato dal Parlamento italiano e dalla Commissione europea nel *Recovery and Resilience Plan* dell'Italia.

L'ISPRA è stato individuato dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, amministrazione centrale responsabile del finanziamento, come unico soggetto responsabile dell'attuazione del MER ("Soggetto attuatore").

L'obiettivo principale del Progetto PNRR MER consiste nell'implementazione di almeno 22 interventi sui 37 previsti, da raggiungere entro l'impegnativa scadenza del 30 giugno 2025.

Anche il budget messo a disposizione del progetto è molto consistente (400 milioni di euro) e la maggior parte dei ricercatori e dei tecnici appartenenti alle aree che si occupano di monitoraggio e valutazione dell'ambiente marino dell'ISPRA sono pienamente coinvolti nell'implementazione del progetto MER.

L'ambizione del progetto risiede, innanzitutto, nella scala spaziale e temporale prevista per realizzare attività di ripristino dell'ecosistema marino nelle acque territoriali italiane. Infatti, in meno di 2 anni, in oltre 30 siti si procederà al ripristino di ostriche, praterie di Posidonia, habitat a coralligeno e foreste a Cystoseira. In particolare, verranno ricostruiti in alcuni e selezionati siti del Mar Adriatico, substrati adatti al ripopolamento di ostriche ove verranno sparsi gli individui di ostriche e applicate tecniche di monitoraggio e sorveglianza per assicurare la riuscita dell'intervento. Le ostriche saranno prodotte specificamente per questo scopo e la specie individuata *Ostrea edulis*, specie autoctona adriatica, è in linea con le condizioni degli habitat adriatici. Tale attività sarà accompagnata da misure di protezione al fine di evitare attività di pesca e ottenere un cosiddetto effetto di ricaduta assicurando zone di riproduzione per altre specie oltre alle ostriche.

Le praterie di Posidonia saranno ripristinate in più di 15 siti e la difficoltà in questo caso è rappresentata dalla necessità di reperire piante da utilizzare per il ripristino che saranno raccolte da praterie esistenti e in buona salute senza pregiudicarne le condizioni.

Tuttavia, non è possibile proteggere la biodiversità marina senza avere una profonda conoscenza dell'estensione e delle condizioni degli ecosistemi marini. A tal fine, il progetto MER prevede una mappatura senza precedenti di tutta la costa italiana (7.500 km) sia terrestre (diverse centinaia di metri dalla costa) che marina (fino a 50 metri di profondità) utilizzando tecnologie all'avanguardia come il sensore LIDAR, congiuntamente con attività di monitoraggio in-situ per calibrare e validare i dati raccolti. Ciò consentirà di identificare gli habitat marini costieri con una elevata risoluzione e fornire informazioni dettagliate sui fenomeni di erosione costiera. Saranno inoltre mappati gli *habitat* marini profondi coprendo più di 90 monti sottomarini da 500 fino a 2.000 mt di profondità indagando aree che non sono mai state monitorate e sono quasi completamente sconosciute (Figura 1).

La rete delle boe di misurazione delle correnti costiere e delle onde – RON (Rete Ondametrica Nazionale) sarà completamente ripristinata (15 boe di monitoraggio) in modo da garantire una solida base per la modellazione idrodinamica dei mari, con particolare attenzione la Mar Adriatico dove sarà implementata una rete specifica di stazioni nelle lagune dell'Alto Adriatico (Laguna di Venezia e non

solo) per il monitoraggio in continuo dei parametri chimico fisici. Tutte queste informazioni, insieme alle stazioni di monitoraggio del livello del mare della RMN – Rete Mareografica Nazionale che saranno dotate di sensori GNSS per garantire una elevata precisione della misurazione, contribuiranno a fornire un quadro preciso del cambiamento del livello del mare nel Mar Mediterraneo e in particolare per il Mar Adriatico, tenendo conto dei fenomeni di subsidenza ove rilevanti o significativi.

Il recupero delle reti fantasma e l'installazione di campi ormeggio dedicati all'ancoraggio delle imbarcazioni da diporto in aree marine di pregio, rappresentano altri due interventi di tutela e ripristino degli ecosistemi marini. Le reti fantasma impattano in modo significativo sugli habitat bentonici e pelagici e la loro rimozione è particolarmente critica in quanto occorre evitare di danneggiare ulteriormente gli ecosistemi durante l'intervento. Le imbarcazioni da diporto rappresentano un elemento di attenzione emergente in quanto l'ancoraggio può impattare su habitat di grande pregio e i campi ormeggio si sono rivelati una misura efficace per prevenire tali impatti. Il progetto MER prevede l'installazione di campi ormeggio in più di 25 aree marine protette.

Le stazioni radar costiere (20) e le boe di misurazione delle correnti e delle onde (12) in ambito *offshore* completano la nuova infrastruttura di stazioni di monitoraggio fisse fornendo dati che verranno utilizzati per calibrare e convalidare un set completo di prodotti modellistici relativi alla oceanografia fisica e chimica 3D, alla biogeochimica, agli *hot spot* e agli eventi di inquinamento acuto. La modellistica include anche i prodotti satellitari del programma Copernicus in modo da fornire un quadro davvero completo dei nostri mari con applicazioni anche ai modelli di previsione climatica appositamente progettati per la regione mediterranea.

Il progetto MER prevede, inoltre, l'acquisizione di una nave da ricerca oceanografica all'avanguardia con tutte le attrezzature scientifiche per svolgere attività di monitoraggio in acque profonde con ROV (*Remote Operating Vehicle* fino a 4.000 m di profondità), AUV (*Automated Unmanned Vehicle* fino a 3000 m di profondità) e strumenti acustici, utilizzando tecnologie sostenibili: propulsione diesel-elettrica, certificazione di classe *green-plus* e classe silenziosa per garantire un monitoraggio affidabile del rumore sottomarino.

Tutte le informazioni e i dati acquisiti con il progetto MER saranno liberamente disponibili a chiunque senza restrizioni, dando l'opportunità di valutare la sostenibilità delle attività marine e pianificare le misure di mitigazione necessarie per affrontare le sfide poste dai cambiamenti climatici nel Mar Mediterraneo.

In particolare, le informazioni sulla mappatura degli *habitat* costieri sono fondamentali per valutare lo stato ambientale dell'ecosistema marino e supportare le decisioni inerenti misure di limitazione delle attività di pesca e sviluppo degli impianti di acquacoltura.

L'acquacoltura sta diventando la principale fonte di prodotti ittici in Italia. Il progetto MER fornirà strumenti di modellazione specifici per valutare e mitigare gli impatti degli impianti di acquacoltura e identificare aree più redditizie e sostenibili in cui le condizioni idrodinamiche e la disponibilità di nutrienti sono più appropriate per questo importante settore economico.

Inoltre, i campi di boe per l'ancoraggio di imbarcazioni da diporto saranno implementati in concomitanza con l'applicazione di tariffe, al fine di sviluppare un modello di *business* in cui le esigenze del turismo ricreativo si intreccino con i requisiti di sostenibilità in un processo vantaggioso per tutti.

Il progetto MER fornirà anche dati su venti, onde, radiazione solare nelle aree costiere e *offshore* che sono fondamentali per la pianificazione degli impianti di produzione di energia rinnovabile e lo sviluppo di un piano di sostenibilità economica per valutare il ritorno sull'investimento.

Infine, l'infrastruttura di monitoraggio e modellistica prevista dal progetto MER consentirà di prevedere l'impatto dei cambiamenti climatici nel Mar Mediterraneo, dove parametri climatologici come il livello del mare, la temperatura del mare, le precipitazioni piovose e gli eventi estremi come inondazioni e tempeste svolgeranno un ruolo cruciale per i futuri piani di gestione marina e costiera. In questo contesto, l'istituzione della Zona Economica Esclusiva – ZEE Italiana (Figura 1), offre notevoli opportunità di crescita economica per il nostro paese ma, al contempo, aumenta il livello di responsabilità in termini di protezione, tutela e gestione dell'ambiente marino di nostra pertinenza nel bacino Mediterraneo.

Figura 1: Monti Sottomarini oggetto di mappatura progetto PNRR MER



Fonte: Elaborazione ISPRA

PROGETTO LIFE BLUE LAKES: PREVENZIONE DALL'INQUINAMENTO DI MICROPLASTICHE NEI LAGHI

Autori: Valentina Della Bella, Paolo Stranieri
ARPA Umbria

Le microplastiche sono ormai ubiquitarie, durature e persistenti, mentre resta ancora piuttosto complicato effettuarne la quantificazione nelle matrici ambientali e determinare gli effetti provocati sulla salute umana. La plastica rappresenta la porzione principale dei rifiuti prodotti dalle attività umane provenienti da fonti terrestri, e le acque dolci rivestono in questo un ruolo molto importante nel trasporto e nella diffusione delle microplastiche nei mari.

Il progetto LIFE Blue Lakes (<https://lifebluelakes.eu/>) si pone l'obiettivo di prevenire e ridurre la presenza delle microplastiche nei laghi italiani e tedeschi attraverso un approccio integrato che coniuga attività di *governance*, formazione, informazione e sensibilizzazione. Il monitoraggio dei rifiuti di plastica nei sistemi d'acqua dolce non è ancora incluso nelle normative europee a tutela delle acque superficiali. Poiché non esistono metodologie armonizzate a livello internazionale o europeo, sono necessarie linee guida sul monitoraggio delle microplastiche nelle acque lacustri. L'obiettivo di una delle azioni principali del progetto Blue Lakes è quindi di fornire un protocollo standardizzato, relativo alla progettazione e all'attuazione del monitoraggio di microplastiche, alle autorità di gestione responsabili della valutazione della qualità delle acque lacustri e dei piani di tutela delle acque. Questa azione di progetto che vede principalmente coinvolta la nostra Agenzia, insieme a Legambiente, capofila, e sotto il coordinamento scientifico di ENEA, riguarda la progettazione, sperimentazione e diffusione del Protocollo Standardizzato di Monitoraggio per la valutazione delle microplastiche nei laghi (Sighicelli et al., 2021).

Ai fini della sperimentazione del protocollo, sviluppato nelle due aree pilota, lago di Bracciano e lago Trasimeno, è stata aggiunta a livello regionale umbro, anche l'area del lago di Piediluco, secondo lago per importanza dell'Umbria. ARPA Umbria ha monitorato attraverso campagne stagionali le aree pilota regionali (Figura 1), analizzato i campioni in laboratorio relativamente al conteggio delle particelle di microplastiche presenti nelle acque e nelle sabbie, ed effettuato la relativa classificazione (Coscia et al., 2022;).

Figura 1: Fasi di campionamento di microplastiche nelle acque superficiali del lago Trasimeno (Umbria)



Fonte: ARPA Umbria

Un'ulteriore attività svolta nell'ambito di questa azione progettuale, è stata l'organizzazione da parte di ARPA Umbria ed ENEA di un corso di formazione nazionale, finalizzato alla condivisione del Protocollo Standard Blue Lakes (Figura 2).

Figura 2: Corso di Formazione sul Protocollo Standard Blue Lakes per il monitoraggio delle microplastiche nei laghi, tenutosi presso la sede ARPA Umbria di Terni nel 2022



Fonte: Progetto Blue Lakes

Il corso, rivolto ai tecnici e al personale delle Agenzie ambientali regionali e provinciali di tutta Italia, si è svolto presso la sede di ARPA Umbria di Terni e presso il lago di Piediluco. Il corso ha previsto attività di formazione in aula seguite da azioni dimostrative, sia di campionamento delle acque del lago Piediluco, sia di pretrattamento e analisi dei campioni presso i laboratori dell'Agenzia di Terni. Nel corso delle giornate formative sono stati condivisi con i tecnici delle Agenzie le attività e i risultati raggiunti nel corso del progetto. Il corso ha rappresentato un importante momento di confronto sul Protocollo di Monitoraggio delle microplastiche nelle acque e nei sedimenti delle spiagge lacustri, con un ricco scambio di esperienze, funzionale alla costruzione di una rete di monitoraggio e all'armonizzazione delle metodologie, utile per lo sviluppo di programmi di monitoraggio delle acque interne (Della Bella, 2022).

Nell'ambito del progetto Life Blue Lakes, ARPA Umbria, sta inoltre collaborando insieme agli altri partner, alle azioni progettuali previste, come la raccolta e l'analisi delle migliori pratiche a livello nazionale e internazionale sul tema della riduzione della plastica negli ecosistemi acquatici; la stesura, diffusione e promozione a tutte le amministrazioni e agli stakeholder locali della Carta del Lago, e alla creazione di un "Libro Bianco", con il coinvolgimento delle autorità nazionali e regionali, con l'obiettivo di promuovere iniziative a livello legislativo mirate alla riduzione del problema delle microplastiche.

Bibliografia

Coscia L., Della Bella v., Sighicelli M., 2022. *Microplastiche e Metodiche*. Waste. Disponibile su: <https://www.rivistawaste.com/>

Della Bella V., 2022. *Dossier Blue Lakes. Esperienze modello*. In: La Nuova Ecologia "Rifiuti Oggi" - Speciale Ecomondo 2022. Pag. 28. Disponibile su: https://www.lanuovaecologia.it/wp-content/uploads/2022/11/RO_2-22_web-ok_low.pdf

Sighicelli M., Menegoni P., Pierotti M., Lecce F., Stranieri P., Della Bella., Coscia L., Di Vito S., Leone A., Pietrelli L., 2021. *Monitoring Protocol: Pilot on Trasimeno and Bracciano Lakes*. Action B2. Deliverable B.2.2. October 2021. Disponibile su: <https://lifebluelakes.eu/> .

BIODIVERSITÀ E CAPITALE NATURALE



SPECIE ALIENE NEI CORSI D'ACQUA: PROPOSTA DI UN INDICE DI ALLOCTONIA

Autore: Sara Costa
ARPA Liguria

Introduzione

L'introduzione e la diffusione di specie animali e vegetali alloctone rappresenta una delle principali minacce per la conservazione della biodiversità. In particolare, gli ambienti idrici sono tra gli ecosistemi più vulnerabili da parte di specie aliene che trovano, soprattutto in quelli più degradati, condizioni idonee per una colonizzazione massiva.

Molti corsi d'acqua, soprattutto nei loro tratti terminali, sono soggetti a eutrofizzazione a causa della presenza diffusa di scarichi civili e industriali a cui si aggiungono, periodicamente, pesanti lavori in alveo, con interventi di spianamento o artificializzazione delle sponde e del fondo, andando in questo modo a favorire l'insediamento delle specie alloctone, molto resistenti e adattabili (Gherardi *et al.*, 2008, 2010) e liguri (Costa *et al.*, 2017, 2019).

In Italia, gli indici biologici previsti dalla normativa per la valutazione della qualità dei corpi idrici (D.Lgs. 152/1999 e D.M. 260/2010), in recepimento della Direttiva Quadro per le Acque, non prevedono (ad eccezione dell'ittiofauna) l'integrazione del parametro "alloctonia" ai fini del giudizio di qualità. La diffusione di specie alloctone, in particolare di quelle invasive, può quindi alterare lo stato delle comunità e tale pressione deve essere valutata separatamente dallo stato di qualità ambientale (Cardoso e Free, 2008).

Materiali e metodi

I dati relativi al macrobenthos, diatomee, macrofite e fauna ittica nei corsi d'acqua della Liguria sono stati raccolti in numerose campagne di monitoraggio (2007-2019) effettuate secondo la normativa vigente. La presenza e consistenza di specie aliene è stata valutata mediante semplici elaborazioni (Bodon *et al.*, 2021). I parametri scelti per la verifica dell'impatto delle specie aliene si basano sul numero di taxa alloctoni/autoctoni e sul numero di esemplari alloctoni/autoctoni rinvenuti.

I risultati di queste elaborazioni sono stati messi in relazione con i valori degli indici e dei sub indici biologici calcolati come previsto dal D.M. 260/2010. La correlazione tra i diversi parametri e gli indici o sub-indici è stata evidenziata tramite regressione lineare. Sono state effettuate alcune verifiche sulla corrispondenza del livello di significatività attraverso il coefficiente di determinazione R^2 della regressione e il coefficiente r di correlazione di Pearson, coadiuvato attraverso il t test.

Dai risultati di queste analisi è emerso con chiarezza che gli indici biologici in uso per rilevare la qualità delle acque non valutano adeguatamente la presenza/consistenza delle specie alloctone, a parte l'indice ittico dove un suo sub-indice valuta l'alloctonia ma questo giudizio ha un peso molto relativo e viene integrato in quello di qualità ambientale.

Pertanto, si è proceduto con lo sviluppo di un nuovo indice di alloctonia (IA), da associare al giudizio di qualità, basato sulla presenza e abbondanza di specie aliene.

La metrica utilizzata per la formulazione dell'Indice di Alloctonia (IA) deriva da quella proposta da Arbačiauskas *et al.* (2008) nella costruzione dell'indice sito-specifico di biocontaminazione (SBCI), applicato proprio per la valutazione della pressione dovuta alla presenza e abbondanza dei taxa alieni macrobentonici.

L'indice SBCI si basa su una tabella a doppia entrata composta da due sub-indici: l'indice di abbondanza di contaminazione (ACI, calcolato in base alla percentuale di esemplari alloctoni sul totale degli esemplari) e l'indice di ricchezza di contaminazione (RCI, calcolato in base alla percentuale delle Unità Sistematiche aliene sul totale delle Unità Sistematiche). L'indice SBCI si ricava dal valore peggiore tra l'ACI e l'RCI ed è espresso come classe di qualità da 0 (assenza di biocontaminazione) a 4 (massima biocontaminazione). Allo scopo di confrontare i risultati delle metriche in esame con l'indice SBCI, quest'ultimo è stato calcolato, oltre che sulle classi proposte dall'autore (aumentate di una unità, in modo da ottenere un range da 1 a 5, anziché da 0 a 4, così immediatamente paragonabile alle classi di qualità utilizzate per gli altri EQB), anche su una scala continua di valori, prendendo sempre il valore peggiore tra i due sub-indici che lo compongono.

Per verificare la correlazione della scala dei valori tra un nuovo indice per la valutazione della componente aliena (IA) e l'indice SBCI è stata utilizzata la regressione lineare in modo ortogonale alla retta (minima distanza quadratica ortogonale tra i punti e la retta), al fine di svincolare la dipendenza di una variabile (IA) rispetto all'altra (SBCI).

Risultati

Di seguito si riporta la formula dell'indice proposto (Bodon *et al.*, 2021).

$$IA = (0,5 \times N^{\circ} \text{ taxa alieni} / N^{\circ} \text{ totale taxa}) + (0,5 \times N^{\circ} \text{ es. alieni} / N^{\circ} \text{ totale es.})$$

dove:

IA: indice di alloctonia;

$N^{\circ} \text{ taxa alieni} / N^{\circ} \text{ totale taxa}$: numero di taxa (o specie) aliene sul totale dei taxa (o specie) presenti nel campionamento (taxa o specie a seconda del livello tassonomico richiesto dalla metodica per ogni comparto biologico);

$N^{\circ} \text{ es. alieni} / N^{\circ} \text{ totale es.}$: numero degli esemplari alieni sul totale del numero degli esemplari campionati (per le macrofite si utilizza la percentuale di copertura relativa).

L'indice IA può variare da 0, quando sono assenti taxa alieni, a 1 quando l'intera comunità è composta solo da taxa alieni.

Rispetto all'indice SBCI di Arbačiauskas *et al.* (2008), l'indice IA si discosta per il fatto che vengono mediati i due sub-indici, anziché prendere in considerazione solo il sub-indice (RCI o ACI) che ha il giudizio peggiore.

Si ritiene quindi più corretto considerare sempre sia i taxa che gli esemplari, assegnando a ciascuna di queste componenti ugual peso, pari al 50%. In questo modo questi due diversi aspetti vengono valutati contemporaneamente, pesando entrambi anziché considerare solo la componente peggiore.

Di seguito si riportano i valori soglia dell'indice IA per le diverse classi di alloctonia (CA) ricavati dalla corrispondenza, in base alla regressione lineare ortogonale, tra l'IA e l'SBCI, per i diversi comparti biologici:

0,00	Classe 1 Pressione assente o irrilevante
0,01 – 0,06	Classe 2 Pressione poco significativa
0,07 – 0,13	Classe 3 Pressione significativa
0,14 – 0,33	Classe 4 Pressione rilevante
0,35 – 1,00	Classe 5 Pressione eccessiva

L'indice messo a punto è stato applicato ai dati ottenuti dai monitoraggi effettuati in Liguria. Per il macrobenthos, le diatomee e le macrofite acquatiche la consistenza dei taxa alloctoni è stata generalmente modesta e vi è una netta prevalenza della 1^a e 2^a CA, anche se non mancano situazioni compromesse. Per le Macrofite riparie, la consistenza della componente alloctona è invece assai rilevante, le 4^a e 5^a CA sono addirittura superiori del 50% rispetto alle altre classi. Una situazione sensibilmente compromessa si riscontra anche per l'ittiofauna; per questa comunità il 60% dei campionamenti ricade in classe di alloctonia non buona e più del 35% in 4^a e 5^a classe. Ciò è conforme alle aspettative, poiché una delle cause del degrado di questa comunità è proprio la forte presenza di specie alloctone.

Conclusioni

Dagli studi condotti da ARPAL è emerso che gli indici biologici attualmente in uso per rilevare la qualità delle acque non sono sufficienti per valutare adeguatamente la presenza/consistenza delle specie alloctone. Per valutare questo aspetto è stato sviluppato un nuovo Indice di Alloctonia (IA); (Bodon *et al.*, 2021). Questo indice permette di integrare il giudizio di qualità ambientale con la pressione della componente alloctona offrendo un'informazione addizionale molto importante sullo stato di salute dell'ecosistema acquatico.

Bibliografia

- Arbačiauskas K., Semenchenko V., Grabowski M., Leuven R.S.E.W., Paunović M., Son M.O., Csányi B., Gumuliauskaitė S., Konopacka A., Nehring S., van der Velde G., Vezhnovetz V., Panov V.E., 2008. *Assessment of biocontamination of benthic macroinvertebrate communities in European inland waterways*. Aquatic Invasions, 3 (2): 211-230.
- Bodon M., Costa S., Risso AM., Morchio F., 2021. *Specie aliene nei corsi d'acqua della Liguria: influenza sui risultati degli indicatori biologici e proposta di un indice di alloctonia. Parte 1 - Presupposti e costruzione dell'indice*. Biologia Ambientale, 35: 24-43.
- Bodon M., Costa S., Risso AM., Morchio F., 2021. *Specie aliene nei corsi d'acqua della Liguria: influenza sui risultati degli indicatori biologici e proposta di un indice di alloctonia. Parte 2 – Applicazione dell'indice*. Biologia Ambientale, 35: 44-81.
- Cardoso A.C., Free G., 2008. *Incorporating invasive alien species into ecological assessment in the context of the Water Framework Directive*. Aquatic Invasions, 3 (4): 361-366.
- Costa S., Morchio F., Bodon M., 2017. *Macrobenthos alieno in Liguria: stato attuale ed evoluzione del fenomeno*. Biologia Ambientale, 31: 183-190.
- Costa S., Morchio F., Bodon M., 2019. *Macrobenthos alieno nei corsi d'acqua della Liguria. Specie campionate e distribuzione delle specie alloctone o transfaunate nelle acque delle zone liguri*. Il Giornale dei Biologi, Anno II - N.5: 76-81.
- Gherardi F., Bertolino S., Bodon M., Casellato S., Cianfanelli S., Ferraguti M., Lori E., Mura G., Nocita A., Riccardi N., Rossetti G., Rota E., Scalera R., Zerunian S., Tricarico E., 2008. *Animal xenodiversity in Italian inland waters: distribution, modes of arrival, and pathways*. Biological Invasions, 10: 435-454.

STUDIO CONOSCITIVO SULLA BIODIVERSITÀ DEL SUOLO ATTRAVERSO L'APPLICAZIONE DELL'INDICE QBS-AR IN DIVERSE AREE DELLA REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA

Autori: Claudia Meloni, Nicola Skert
ARPA Friuli Venezia Giulia

Il suolo è una formazione naturale derivante dall'interazione tra fattori climatici, geologici e biotici. In termini di biomassa, rappresenta la componente principale di tutta la biosfera ed è responsabile dei processi di fertilizzazione del terreno, necessari per sostenere la vita sulla terraferma. Dal momento che i tempi di generazione, e rigenerazione, del suolo sono quantificabili in centinaia di anni, è considerato una fonte non rinnovabile che fornisce servizi ecosistemici essenziali per la nostra sopravvivenza.

Le minacce di natura antropica prevalenti sono rappresentate dal consumo e dalla tipologia di uso del suolo; quindi, dai fenomeni erosivi e di inquinamento che ne possono derivare. Non essendoci una specifica normativa nazionale sul tema, ai fini della sua tutela si fa riferimento alle norme regionali. Tuttavia, a fine 2021, la Commissione Europea ha approvato la nuova strategia dell'UE per il suolo per il 2030 che sarà parte integrante del *Green Deal europeo*. La strategia definisce un quadro e misure concrete per proteggere e ripristinare i suoli e garantire che siano utilizzati in modo sostenibile.

Oltre alle misure preventive, di monitoraggio e controllo di natura prevalentemente chimica, si stanno affiancando metodologie dirette a valutare la biologia del suolo, quindi lo stato di salute dei terreni in termini di attività biologica indissolubilmente legata ai processi di fertilizzazione naturale. Una tra queste è il QBS-ar, acronimo di Qualità Biologica del Suolo- artropodi. Consiste in un indice sintetico descrittore sia delle caratteristiche del popolamento dei microartropodi del suolo, sia del livello di biodiversità della stazione in esame. Il procedimento focalizza l'attenzione sui caratteri fenotipici convergenti delle diverse specie (anche se filogeneticamente distanti), esistendo una potenziale corrispondenza tra le caratteristiche di un ambiente e i caratteri fenotipici presenti nel popolamento biologico. È evidente che un organismo euedafico, che attua, cioè, l'intero suo ciclo di vita nel suolo, è più sensibile a una alterazione del terreno rispetto a uno che vive solo parzialmente in questo ambiente. L'estrazione della fauna edafica viene eseguita utilizzando il sistema Berlese-Tullgren secondo una metodologia ormai collaudata (Parisi, 2001). La selezione, ovvero l'insieme degli artropodi estratti dal campione, viene osservata al microscopio stereoscopico e vengono riconosciute tutte le Forme Biologiche presenti (D'Avino, 2002). A ognuna delle quali viene quindi assegnato un preciso Indice Ecomorfologico (EMI).

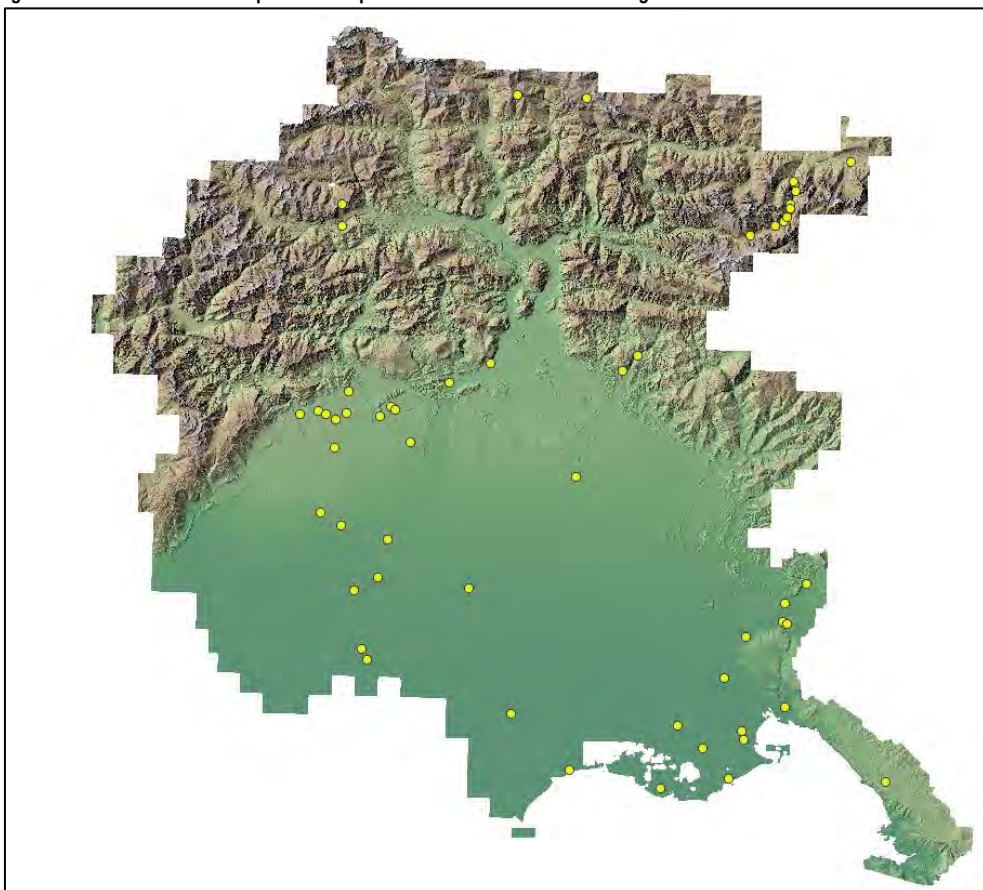
In sintesi, più organismi sono presenti nel terreno, più presentano caratteristiche morfologiche di adattamento alla vita edafica, maggiore è la sua stabilità ecologica. Infatti, l'alterazione indotta dalle attività antropiche (compattazione, concimazioni, uso di fitofarmaci, scarico di rifiuti tossici etc) provoca la scomparsa delle specie più sensibili. La perdita di taxa in un sistema provoca cambiamenti nella struttura, negli scambi energetici e nei processi dell'ecosistema tali da comprometterne la funzionalità e, in termini più squisitamente finalizzati alla sopravvivenza dell'uomo, portano alla perdita di fertilità del suolo.

La metodica è stata testata a scopo conoscitivo in 56 stazioni di campionamento disseminate in diversi suoli del Friuli Venezia Giulia (Figura 1). I campionamenti sono stati eseguiti utilizzando una strategia di tipo preferenziale, cercando di indagare suoli influenzati da diverse variabili sia naturali che

antropiche, focalizzandosi a volte su casi specifici. È infatti in corso d'opera uno studio sui valori di fondo di inquinanti organici e inorganici in tutta la Regione, con particolare riferimento alla Pianura Isontina in Provincia di Gorizia, interessata da una contaminazione diffusa di Hg, e la vallata di Cave del Predil in Provincia di Udine in prossimità di un ex comprensorio minerario.

Sono state scelte aree facilmente raggiungibili e strutturalmente omogenee come SIC, ZPS, riserve naturali, biotopi, prati stabili, pascoli, ex aree militari, aree agricole, superfici incolte, parchi pubblici e aree industriali distribuite in tutte le fasce climatiche e geografiche (costa, bassa e alta pianura, collina e montagna), caratterizzate da suoli con differente grado di maturazione e tessitura, comprensivo anche di un campionamento conoscitivo in ambiente ipogeo (grotta). Da un punto di vista altimetrico, si va dai campionamenti eseguiti sul livello del mare nelle barene della Laguna di Marano e Grado fino ai 1852 metri s.l.m. in prossimità del Lago di Mon sulle Alpi Carniche.

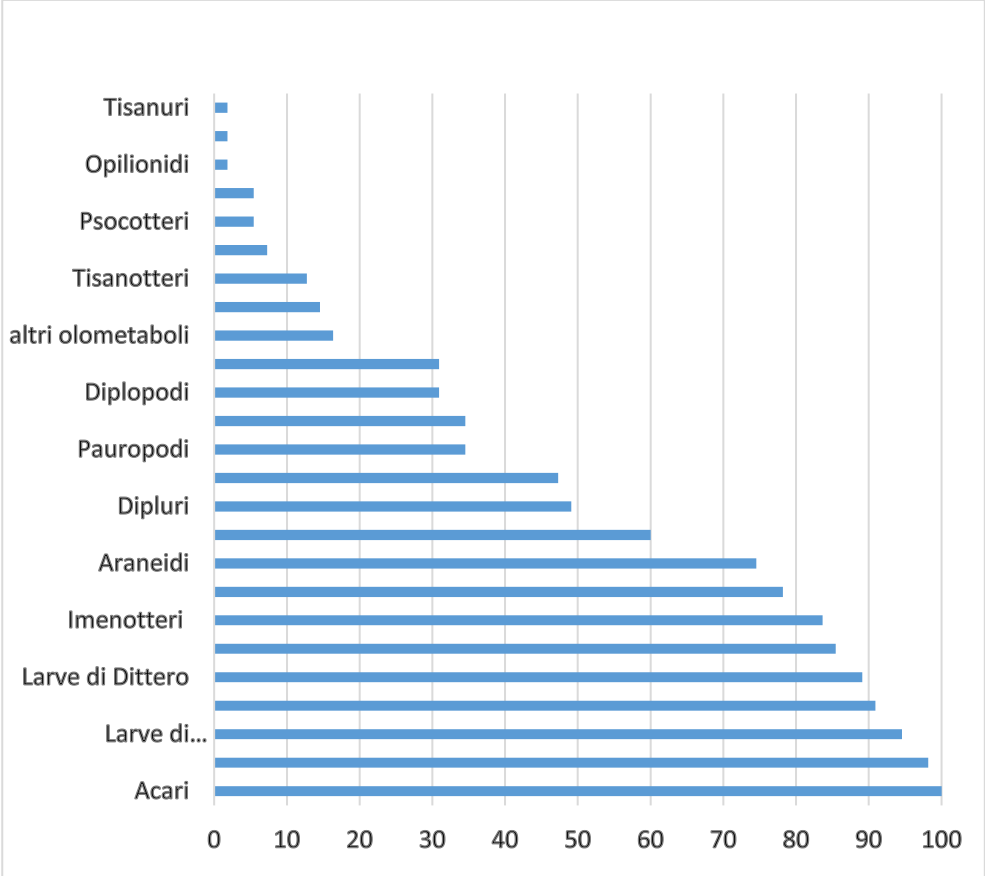
Figura 1: Localizzazione dei 56 punti di campionamento sul territorio della Regione Friuli Venezia Giulia



Fonte: elaborazione ARPA FVG

In totale sono stati eseguiti 168 rilievi in 56 stazioni di campionamento e sono state individuate 25 Forme Biologiche (FB), le cui abbondanze percentuali sono riportate in Figura 2. Tra le forme francamente epigee, solo 4 sono state rinvenute in almeno il 90% delle stazioni: Acari (100%) Collemboli (98%), Larve di Coleottero (95%) ed Emitteri (91%). Il valore medio di QBS è pari a 146,9, con una media standard di 50,8, mentre per le Forme Biologiche (FB) sono rispettivamente di 12,6 e 3,8. Il valore più alto di QBS è stato registrato presso un prato nella Riserva Naturale del Parco del Cornino (comune di Forgaria nel Friuli, PN), mentre il maggior numero di Forme Biologiche è stato conteggiato sul carso triestino, presso una ex area militare adibita ad aerocampo (FB=18). Il valore minore, oltre a quello registrato nelle condizioni estreme di una grotta (QBS=40, FB=2), è stato rilevato presso il Passo Pura nelle Alpi Carniche, a 1.425 m s.l.m. (QBS=56, FB=5).

Figura 2: Presenza Forme Biologiche nelle stazioni di campionamento (%)



Fonte: elaborazione ARPA FVG

I risultati indicano una biodiversità influenzata dalle condizioni climatiche e pedologiche, con dei limiti legati al metodo (uno scheletro eccessivo o una tessitura troppo fine rendono difficoltoso, se non impossibile, il campionamento), nonché una notevole capacità di adattamento alle condizioni più estreme, benché con evidenti semplificazioni della struttura della comunità. Si tratta tendenzialmente di suoli di alta quota, naturalmente sottili, poco maturi e poveri di sostanza organica, oppure al contrario di suoli aridi e salini, a tessitura francamente sabbiosa delle barene nella zona lagunare.

A condizionare negativamente lo sviluppo delle comunità di microinvertebrati è soprattutto l'umidità, ma questo viene apparentemente compensato dal grado di maturità del suolo. Al di fuori dal *range* di optimum, l'aridità condiziona maggiormente la comunità rispetto a livelli di umidità elevati.

Anche le condizioni ipossiche di torbiera, a elevata umidità, possono presentare comunità di microinvertebrati sufficientemente strutturate.

I valori di QBS riscontrati nei prati stabili in condizioni di umidità ottimali forniscono risultati sostanzialmente attesi al fine da fungere da siti di riferimento per future analisi in analoghe condizioni pedologiche e ambientali.

La risposta biologica nei terreni in disuso (ex aree militari e una ex discarica) è sostanzialmente buona, indicando efficaci processi di rinaturalizzazione.

I valori individuati nei biotopi non sono particolarmente elevati, tuttavia non ci sono evidenze di eventuali pressioni antropiche: tali valori sono probabilmente dovuti alle caratteristiche geologiche dei suoli o alle normali fluttuazioni stagionali, elementi che possono condizionare lo sviluppo e lo spostamento verticale delle comunità edafiche.

Bibliografia

D'Avino L., 2002. *Esposizione del metodo di Vittorio Parisi per la valutazione della Qualità Biologia del Suolo (QBS) e proposta di standardizzazione delle procedure*. Museo di Storia Naturale dell'Università di Parma. CD ROM - Parma, gennaio 2002.

Parisi I V. et al, 2005. *Microarthropod communities as a tool to assess soil quality and biodiversity: a new approach in Italy*. Agriculture, Ecosystems and Environment.

SVILUPPO DI UNA NUOVA GENERAZIONE DI INDICATORI PER LA TEMATICA BIODIVERSITÀ: L'ESEMPIO DELLA VEGETAZIONE NEL PROGETTO DEL "MONITORAGGIO DEGLI ECOSISTEMI IN VAL D'AGRI"

Autori: Giuseppe Miraglia¹, Achille Palma¹, Gaetano Caricato¹, Emanuela Carli², Laura Casella², Francesca Pretto², Irene Prisco², Pierangela Angelini².

¹ ARPA Basilicata, ² ISPRA

Il Progetto di Monitoraggio degli Ecosistemi in Val d'Agri si prefigge l'obiettivo di valutare gli impatti delle attività del Centro Olio Val d'Agri di ENI sugli habitat nella loro accezione multi-tassonomica. Tale attività è stata condotta in collaborazione con ISPRA. I risultati ottenuti fin qui riguardano l'analisi della componente vegetazionale e sono frutto di una campagna di rilievi realizzati tra la primavera e l'autunno del 2022 in 104 siti, che hanno interessato le principali comunità vegetali presenti sul territorio, a diverso grado di conservazione. Le comunità rilevate hanno mostrato diversi scenari riguardo parametri di struttura e biodiversità, per la definizione degli indicatori, come ad es. AED (Cazzolla Gatti *et al.*, 2020), proposto anche alla rete SNPA.

Il Progetto

Gli obiettivi principali di questo lavoro sono stati: *i)* definire indicatori basati sui caratteri funzionali delle specie vegetali che consentano una valutazione standardizzata dello stato di conservazione degli habitat; *ii)* sviluppare e testare in campo una procedura, dalla raccolta all'analisi dei dati, da esportarne l'applicazione anche in altri contesti regionali (Carli E. *et al.*, 2022).

Metodologia e Attività di Monitoraggio

La costruzione del piano di campionamento è avvenuta, effettuando una ricognizione sulla bibliografia disponibile, in particolare, a partire dalle relazioni dei precedenti monitoraggi realizzati nelle annate 2013 e 2014 e successivamente estrapolando dalla Carta della Natura della Regione Basilicata la carta degli habitat EUNIS. La selezione dei siti di monitoraggio è avvenuta effettuando una stratificazione sulle classi di valore ecologico (APAT, 2003) delle diverse tipologie di ecosistemi identificati in modo da coprire uniformemente nell'area di studio tutti gli ecosistemi nei loro diversi gradi di conservazione.

Rilievo dei dati in campo

Tenendo conto della variabilità degli ecosistemi presenti nell'area di studio, sono stati effettuati 104 rilievi completi della vegetazione suddivisi per fisionomia di vegetazione. I rilievi sono stati effettuati secondo quanto prescritto dalle linee guida ISPRA per il monitoraggio degli habitat, della flora e della vegetazione (serie MLG 140/2016; 141/2016; 142/2016). Per ogni punto di rilievo, in campo, è stato costruito un *plot* la cui forma e dimensione è caratteristica della tipologia di vegetazione.

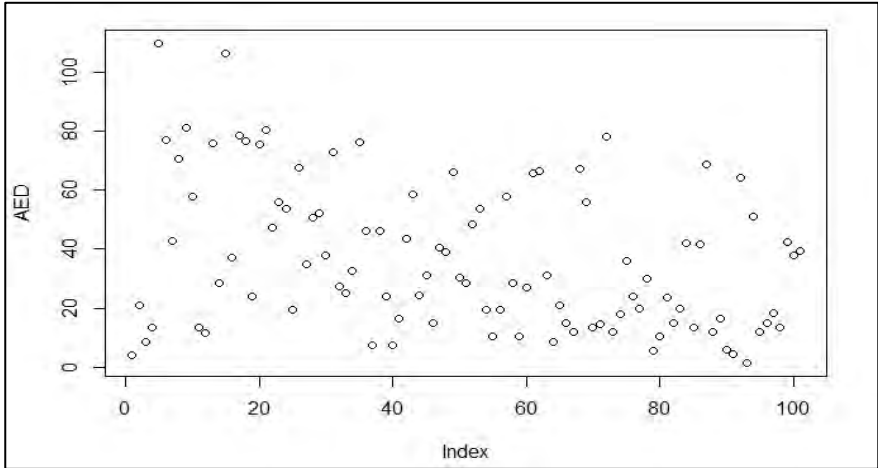
Per ogni punto di rilievo, una volta costruito il *plot*, sono stati rilevati in primo luogo tutti i caratteri stazionali, successivamente si è provveduto a fornire tutte le informazioni relative alla presenza e alla copertura delle specie vegetali, del suolo nudo, della rocciosità, della lettiera, dei muschi, per ogni strato della vegetazione si è provveduto ad attribuire i valori delle altezze. Successivamente si è provveduto all'analisi ed all'identificazione delle specie vegetali in campo. Per i boschi è stato anche

effettuato il rilievo dei caratteri dendrometrici, si è provveduto inoltre alla raccolta di ulteriori informazioni relative alla struttura ed al *successional stage*, forma di governo e tipologia di rinnovazione. Di fondamentale importanza per questa tipologia di formazione è l'individuazione di esemplari vetusti, alberi morti in piedi oppure a terra, che rappresentano importanti micro-habitat per fauna. I dati dei rilievi sono stati tutti raccolti mediante l'app per Android denominata "VegApp".

Gli Indicatori

Gli indicatori utilizzati sono stati selezionati tra i seguenti: i) indicatori di struttura; ii) indicatori di biodiversità e iii) indicatori floristici. Gli indicatori di struttura sono stati valutati solo per gli ecosistemi forestali, sulla base dei dati strutturali raccolti in campo: altezza e copertura degli strati, compresi gli strati di *juvenile* e *seedlings* in genere meno considerati nella raccolta dati rispetto agli altri strati ma importanti per valutare la rinnovazione del bosco. In laboratorio sono stati inoltre calcolati l'area basimetrica e il volume delle foreste sottoposte a monitoraggio. I dati raccolti sono stati rilasciati su una piattaforma online (*zenodo*) da cui sono liberamente scaricabili (Carli *et al.*, 2022). Gli stessi dati, con una definizione standardizzata dei metadati necessari alla raccolta delle informazioni sulla struttura forestale, sono stati inseriti anche in un lavoro pubblicato sulla rivista "*Data in Brief*" (Carli *et al.*, 2022). L'analisi dei dati strutturali raccolti in campo sarà posta a confronto con quelli di una banca dati di riferimento per i dati forestali dell'Italia centro meridionale (Parisi *et al.*, 2022). L'indicatore di biodiversità prescelto per questo lavoro è l'AED o *Absolute Effective Diversity* (Cazzolla Gatti *et al.*, 2020), che identifica il numero di specie attese in un certo sito a partire dal numero reale di specie censite nel sito a cui si aggiunge un rapporto tra i due principali stimatori di diversità (*Shannon-Wiener* e *Simpson*), trasformati però in diversità effettiva. In questo modo si arriva a stimare anche la cosiddetta *dark diversity* (Pärtel, 2014), ovvero quelle specie che per diverse ragioni non vengono rilevate. L'uso di questo indicatore potrà essere molto utile per analizzare i dati anche a scala nazionale poiché consente confronti in aree diverse e bilancia le differenze nell'esperienza dei rilevatori. ISPRA ha voluto testare questo indicatore in Val d'Agri proprio per proporlo nelle linee guida per il monitoraggio degli *habitat* alle ARPA e alle Regioni. I primi risultati dell'applicazione dell'indicatore AED sono stati rilasciati sotto forma di *script* in R (RStudio Team, 2022). Per il calcolo dell'indicatore AED è stata predisposta una tabella a doppia entrata costituita dai rilievi in riga, dalle specie in colonna ed in ogni cella vengono riportati i valori percentuali di copertura. Successivamente, mediante lo *script* di R, si passa alla definizione di tutti gli altri elementi necessari per il calcolo dell'indicatore di diversità AED. A questo punto, per ogni singolo rilievo, si ha il valore di AED (Figura 1).

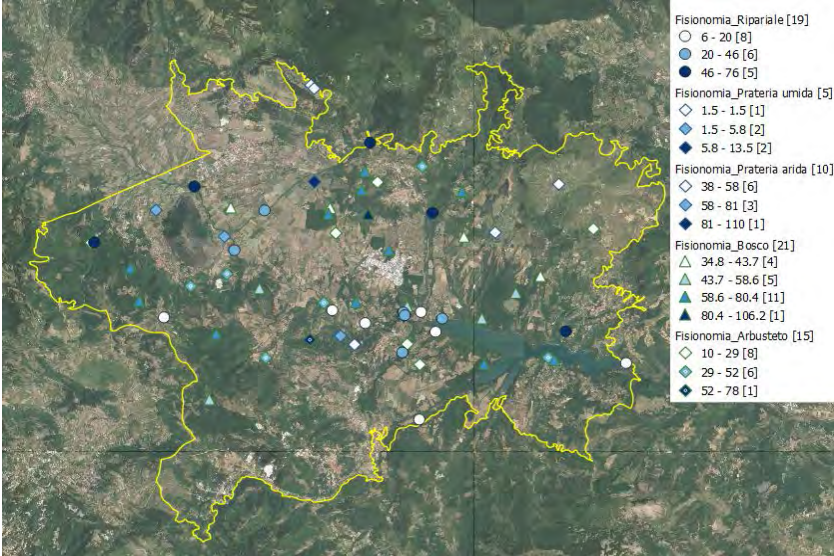
Figura 1: Valori AED per singolo rilievo



Fonte: ARPA Basilicata e ISPRA

Successivamente sono stati estrapolati i valori soglia. Attualmente non esistono dei valori soglia di riferimento per la valutazione e il monitoraggio degli habitat identificabili in Italia in quanto sarebbe necessaria una grande quantità di dati per poterli definire. Pertanto, si è giunti ai valori soglia relativi al dataset analizzato mediante l'algoritmo di Jenks (noto come Natural Breaks). Tali valori sono stati ricavati mediante i tools di analisi in QGis per le principali tipologie di vegetazione indagate (Figura 2).

Figura 2: Valori Soglia AED per le principali tipologie di Vegetazione



Fonte: Elaborazione ARPA Basilicata su dati QGis

Per quanto riguarda gli indicatori floristici derivanti dai caratteri funzionali delle specie, partendo dai dati raccolti in campo, è stata attribuita alle specie vegetali rilevate una serie di caratteri funzionali tra cui: i) ruolo ecologico delle specie dal punto di vista della conservazione; ii) forma biologica; iii) tipo corologico; iv) indicatori di *Ellenberg*. Una volta ottenuta la matrice dei caratteri funzionali per le specie, è possibile calcolare le coperture medie dei singoli caratteri funzionali in tutti i rilievi effettuati. I primi risultati, attualmente solo per le praterie, hanno evidenziato che la maggiore ricchezza floristica è stata registrata nei *plot* che hanno mostrato anche il maggiore contingente di specie alpine o delle specie steppiche, due tra i caratteri funzionali utili per evidenziare le praterie aride più vicine alla condizione primaria (Nerlekar, *et al* 2020). I siti meno ricchi di specie sono quelli in cui invece c'è una netta prevalenza delle specie mediterranee, adattate al disturbo naturale e quindi favorite anche rispetto al disturbo antropico (Nerlekar, *et al* 2020).

Bibliografia

- AECOM. (2014a). *Monitoraggio dello stato degli ecosistemi Centro Oli Val d'Agri. Monitoraggio macrofauna microteriofauna*.
- AECOM. (2014b). *Monitoraggio dello stato degli ecosistemi Centro Oli Val d'Agri. Monitoraggio Carabidofauna*.
- AECOM. (2014c). *Monitoraggio dello stato degli ecosistemi Centro Oli Val d'Agri. Monitoraggio della vegetazione con studio fitosociologico*.
- AECOM. (2014d). *Monitoraggio dello stato degli ecosistemi Centro Oli Val d'Agri. Monitoraggio della componente lichenica*.
- Angelini, P., Casella, L., Grignetti, A., & Genovesi, P. (Eds.). (2016). *Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: habitat*. ISPRA, Serie Manuali e Linee Guida, 142/2016. http://www.isprambiente.gov.it/public_files/direttiva-habitat/Manuale-142-2016.pdf
- APAT. (2003). *Il Progetto Carta della natura alla scala 1: 250.000 : metodologia di realizzazione*. APAT. <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/Il-Progetto-Carta-della-Natura-alla-scala-1-250.000>
- Bagnaia, R., Viglietti, S., Laureti, L., Giacanelli, V., Ceralli, D., Bianco, P., Loreto, A., Luce, E., Fusco, L., Resicato, B., Conti, P., Cardillo, A., Augello, R., Angelini, P., & D'Aguanno, M. (2018). *Carta della Natura della Regione Campania: Carta degli Habitat alla scala 1:25.000*.
- Capogrossi, R., & Papallo, O. (2013). *Carta della Natura della Regione Basilicata: Carte di Valore Ecologico, Sensibilità Ecologica, Pressione Antropica e Fragilità Ambientale scala 1:50.000*.
- Carli, E., Casella, L., Miraglila, G., Pretto, F., Prisco, I., Caricato, G., Palma, A., & Angelini, P. (2022). *Open data for assessing habitats degree of conservation at plot level. An example dataset of forest structural attributes in Val d'Agri (Basilicata, Southern Italy)* | Zenodo. <https://zenodo.org/record/7405294#.Y7MNstWZOU>
- Carli, E., Casella, L., Miraglila, G., Pretto, F., Prisco, I., Caricato, G., Palma, A., & Angelini, P. (2022). *Open data for assessing habitats degree of conservation at plot level. An example dataset of forest structural attributes in Val d'Agri (Basilicata, Southern Italy)*. Data in Brief Volume 47, Aprile 2023, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235234092300104X>
- Cazzolla Gatti, R., Amoroso, N., & Monaco, A. (2020). *Estimating and comparing biodiversity with a single universal metric*. Ecological Modelling, 424, 109020.

- Chytrý, M., Maskell, L. C., Pino, J., Pyšek, P., Vilà, M., Font, X., & Smart, S. M. (2008). *Habitat invasions by alien plants: a quantitative comparison among Mediterranean, subcontinental and oceanic regions of Europe*. *Journal of Applied Ecology*, 45(2), 448–458. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01398.x>
- Ellenberg, H. (1986). *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht*. Verlag Eugen Ulmer.
- Nerlekar, A. N., & Veldman, J. W. (2020). *High plant diversity and slow assembly of old-growth grasslands*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(31), 18550–18556. <https://doi.org/10.1073/pnas.1922266117>
- Parisi, F., Francini, S., Borghi, C., & Chirici, G. (2022). *An open and georeferenced dataset of forest structural attributes and microhabitats in central and southern Apennines (Italy)*. Data in Brief, 43, 108445. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2022.108445>
- Pärtel, M. (2014). *Community ecology of absent species: hidden and dark diversity*. *Journal of Vegetation Science*, 25(5), 1154–1159. <https://doi.org/10.1111/jvs.12169>
- Pignatti. (2019). *Flora d'Italia*. Vol. 4. Edagricole-New Business Media.
- Rossi, G., Montagnani, C., Gargano, D., Peruzzi, L., Abeli, T., Ravera, S., Cogoni, A., Fenu, G., Magrini, S., Gennai, M., Foggi, B., Wagensommer, R. P., Venturella, G., Blasi, C., Raimondo, F. M., & Orsenigo, S. (2013). *Lista Rossa IUCN della Flora Italiana. 1. Policy species e altre specie minacciate* (G. Rossi, C. Montagnani, D. Gargano, L. Peruzzi, T. Abeli, S. Ravera, A. Cogoni, G. Fenu, S. Magrini, M. Gennai, B. Foggi, R. P. Wagensommer, G. Venturella, C. Blasi, F. M. Raimondo, & S. Orsenigo (Eds.); p. 57). Stamperia Romana.
- RStudio Team. (2022). *RStudio: Integrated Development for R*. RStudio. <http://www.rstudio.com/>
- Strömberg, C. A. E. (2011). *Evolution of grasses and grassland ecosystems*. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 39(April 2011), 517–544. <https://doi.org/10.1146/annurev-earth-040809-152402>
- Tichý, L., Axmanová, I., Dengler, J., Guarino, R., Jansen, F., Midolo, G., Nobis, M. P., Van Meerbeek, K., Ačić, S., Attorre, F., Bergmeier, E., Biurrun, I., Bonari, G., Bruelheide, H., Campos, J. A., Čarni, A., Chiarucci, A., Čuk, M., Čušterevska, R., Chytrý, M. (2023). *Ellenberg type indicator values for European vascular plant species*. *Journal of Vegetation Science*, 34(1), 1–13. <https://doi.org/10.1111/jvs.13168>

IMPATTO GENERATO DAI RIFIUTI MARINI A LIVELLO MICRO SUGLI HABITAT MARINI E SULL'USO GENERALE DELLA RISORSA MARE

Autori: Valentina Pennino, Francesco Interbartolo, Vincenzo Ruvolo
ARPA Sicilia

Il progetto, realizzato a seguito della convenzione stipulata tra MIPAAF (Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali) e ARPA Sicilia, ha avuto come obiettivo la raccolta di informazioni relative alla distribuzione e alla caratterizzazione delle microplastiche presenti in alcuni tratti di mare della costa siciliana, per comprendere il loro impatto sulla fauna ittica.

Le aree di studio: Isole Egadi (TP), Campofelice di Roccella (PA), Milazzo (ME), Augusta (SR), Licata (AG) e Sciacca (AG) sono state selezionate in quanto sensibili a problematiche ambientali.

Inoltre, è stato scelto anche il tratto di mare tra la Sicilia e Malta, dove sono disponibili le misure di correnti marine superficiali, provenienti dalla rete di antenne radar HF Calypso, per studiare la correlazione tra le microplastiche e il regime delle correnti superficiali.

I campionamenti e le analisi delle microplastiche sono stati effettuati sulla matrice acqua attraverso le tecniche standardizzate della Strategia Marina, analogamente alla misura degli altri parametri ambientali. Inoltre, sono stati effettuati prelievi e analisi della matrice sedimento e su quella del biota (necton e specie di interesse commerciale).

Sulle specie pelagiche, bentoniche e demersali (*Engraulis encrasicolus*/Sardina *pilchardus*, *Parapenaeus longirostris*/Gambero, *Mullus barbatus*/Triglia, *Merluccius merluccius*/Merluzzo e *Todarodes sagittatus*/Totano) nonché su specie di molluschi e specie ittiche provenienti da impianti di allevamento (*Mytilus galloprovincialis* e *Dicentrarchus labrax*) e in particolare nei contenuti stomacali del tratto gastro/intestinale si è condotta l'analisi qualitativa delle microplastiche mediante micro spettroscopia FT-IR.

L'analisi totale delle plastiche nella colonna d'acqua ha evidenziato che, come numero di oggetti/m², i siti caratterizzati da maggiori densità sono stati le Isole Egadi e Campofelice di Roccella per il periodo primaverile ed estivo, specificamente le isole Egadi nelle stazioni più distanti dalla costa a 6 NM e Campofelice di Roccella nella stazione più vicina alla costa a 0,5 NM, dove c'è altresì una ridotta presenza di stadi larvali e una maggiore concentrazione di nutrienti, fitoplancton e zooplancton.

Le concentrazioni minori di plastiche sono state invece riscontrate nelle aree di Augusta e Licata, dove peraltro il biota mostra un buono stato ecologico e segue i naturali andamenti stagionali attesi. In entrambe le aree, le zone più interessate dalle plastiche sono quelle più profonde. In particolare, ad Augusta la maggiore concentrazione relativa si trova prevalentemente nelle stazioni a 1,5 NM durante tutto l'anno, mentre a Licata prevalentemente nelle stazioni a 6 NM.

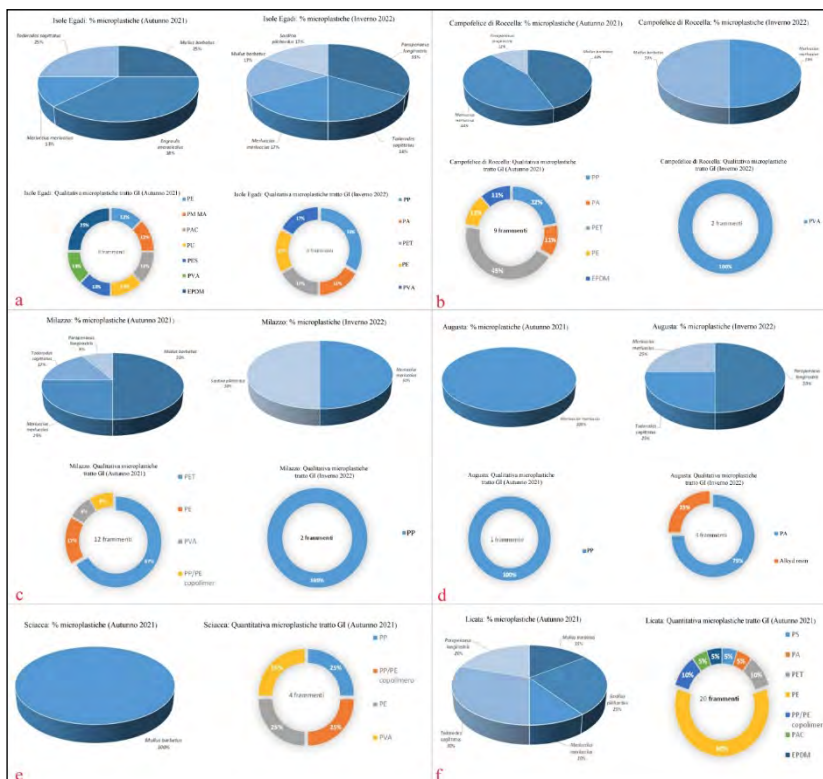
Sciacca e Milazzo sono le zone dove sono stati trovati valori medio bassi di plastiche sempre nelle stazioni più lontane dalla costa e profonde.

Milazzo è il sito dove è stata trovata la maggiore abbondanza di uova e larve di pesci ad habitat demersale in estate e in autunno, in concomitanza, nel solo periodo autunnale, di valori medio-elevati di densità di zooplancton.

Per quanto riguarda il contenuto di microplastiche nelle specie ittiche e di interesse commerciale si evince che nelle isole Egadi non sia predominante nelle specie pelagiche o in quelle demersali e si

denota una grande variabilità. In particolare, in autunno il 38% delle plastiche sono rinvenute nell'acciuga mentre durante la stagione invernale il 33% nel gambero.

Figura 1: Percentuali del contenuto di microplastiche e dell'analisi qualitativa effettuata tramite FT-IR sul biota nei siti indagati



Fonte: ARPA Sicilia

Dall'analisi qualitativa si evidenzia che in autunno la percentuale maggiore (25%) è di Ethylene-Propylene Diene Monomer o "EPDM" (gomme sintetiche) mentre in inverno il 33% è caratterizzato da polipropilene o "PP" (Figura 1a).

A Campofelice di Roccella la maggiore percentuale di microplastiche si riscontra sia durante il periodo autunnale (44%) che invernale (50%) nel merluzzo e nella triglia. Durante il periodo autunnale il 45% delle microplastiche è costituito da polietilene tereftalato o "PET" mentre in inverno interamente da Polyvinyl Alcohol o "PVA" (Figura 1b). A Milazzo la maggiore percentuale di microplastiche si riscontra durante il periodo autunnale nella triglia (50%) e nel merluzzo (25%), costituite prevalentemente da polietilene tereftalato o "PET" (67%), mentre durante il periodo invernale il 50% nella sardina e il 50% nel merluzzo costituite al 100% da polipropilene o "PP" (Figura 1c).

Nel sito di Augusta, durante il periodo autunnale il singolo frammento di microplastiche identificato ed ascrivibile al polipropilene si ritrova nel merluzzo mentre nel periodo invernale il 50% delle microplastiche si ritrova nel gambero e la rimanente percentuale tra il merluzzo ed il totano.

L'analisi qualitativa rivela la presenza al 75% di poliammide o "PA" (Figura 1d).

A Sciacca, in autunno, la totalità delle microplastiche è stata riscontrata nelle triglie e l'analisi qualitativa il 25% rispettivamente di polipropilene o "PP", di polietilene o "PE", di Polyvinyl Alcohol o "PVA ed il copolimero PP/PE (Figura 1e).

A Licata, esclusivamente in autunno, le maggiori percentuali di microplastiche si riscontrano nel totano (30%), nella sardina (25%) e nel gambero (20%); di questi il 60% è rappresentato da Polietilene o "PE" (Figura 1f).

In sintesi, l'analisi delle microplastiche nei contenuti stomacali del tratto gastrointestinale delle specie ittiche e di interesse commerciale ha evidenziato: **la rilevazione stagionale e la selettività per le specie demersali nei siti di Milazzo, di Augusta e di Sciacca (autunno) e di Campofelice di Roccella (autunno e inverno) e che la maggiore rappresentatività in termini qualitativi di plastiche è ascrivibile a polietilene tereftalato (PET), polipropilene (PP) e polietilene (PE).**

Relativamente alle specie di allevamento, le analisi hanno mostrato che le plastiche sono presenti solo ed esclusivamente nel periodo invernale e la selettività per *M. galloprovincialis*, e che sono costituite da polipropilene (PP) e poliammide (PA).

IL MONITORAGGIO DEI GRANDI VERTEBRATI MARINI: CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELLA BIODIVERSITÀ MARINA IN TOSCANA

Autore: Cecilia Mancusi
ARPA Toscana

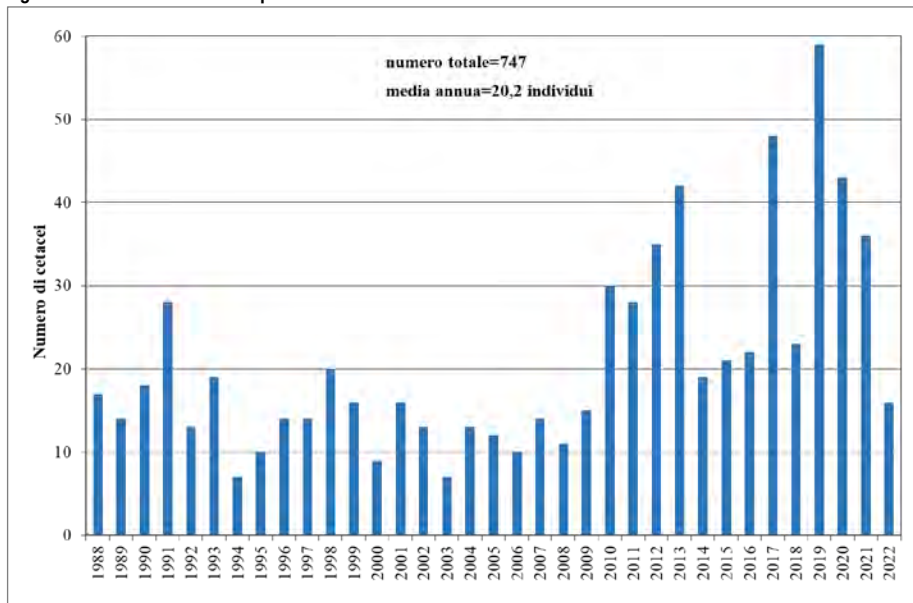
Con la Legge Regionale 19 marzo 2015 n°30 “Norme per la conservazione e valorizzazione del patrimonio naturalistico-ambientale regionale”, la Regione Toscana istituisce, tra le altre misure, l'Osservatorio Toscano per la Biodiversità (OTB) con funzioni di coordinamento e monitoraggio dello stato di conservazione di queste specie nell'ambito del Santuario Pelagos (L. 11 ottobre 2001 n. 391). In questo contesto, attraverso il Piano Ambientale ed Energetico Regionale (PAER), si è costituita una rete tra varie Istituzioni Pubbliche finalizzata alla raccolta e allo scambio di informazioni e di dati che coinvolge oltre ad ARPAT, Regione Toscana, le Capitanerie di Porto, i Comuni costieri, l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale Lazio e Toscana, le tre università toscane e vari Parchi regionali e nazionali.

I dati su cetacei, tartarughe e grandi squali raccolti da ARPAT sono, non solo forniti alla Regione Toscana e resi disponibili sul sito <http://www.regione.toscana.it/-/osservatoriotoscano-per-la-biodiversita>, ma anche condivisi con istituzioni esterne alla regione (per esempio l'Università di Pavia che ospita la banca dati sugli spiaggiamenti dei cetacei <http://mammiferimarini.unipv.it/>). L'attenta e capillare attività di monitoraggio degli spiaggiamenti consente inoltre di raccogliere importanti campioni di organi, tessuti o il contenuto stomacale degli esemplari più integri che permettono non solo di supportare ipotesi sulle cause di mortalità, su annualità con mortalità eccezionali (Casalone et al., 2014), ma anche di identificare le pressioni ritenute più pericolose: siano esse catture accidentali della pesca, collisioni con natanti, contaminazione chimica, inquinamento acustico, presenza di micro e macroplastiche, ecc. Con l'attivazione dell'OTB e l'adozione delle “Buone pratiche della rete toscana” si è finalmente raggiunta una rilevazione completa e capillare di tutti gli individui spiaggiati, non solo quelli di grandi dimensioni quali balenottera, capodoglio o squalo elefante, ma anche di delfini, stenelle e tartarughe, cui si sono aggiunti negli ultimi anni anche alcuni inattesi casi di nidificazione della tartaruga marina *Caretta caretta*, che non si erano mai osservati in precedenza lungo le coste della Toscana.

Per quanto riguarda i tre gruppi di vertebrati marini (cetacei, tartarughe e pesci cartilaginei) la Regione Toscana detiene attualmente una lunga serie storica di dati, raccolti nel corso del tempo anche grazie all'attività di monitoraggio sul territorio condotta da ARPAT e da diversi enti di ricerca pubblici e privati. Per quanto riguarda i cetacei dal 1986 al 2022 si sono registrati i recuperi di 747 animali, con una media annua pari a circa 20,2 animali l'anno (Figura 1). Il 46% (346 cetacei recuperati) di questi è stato raccolto nell'ultimo decennio (2012-2022). In questo periodo, infatti, si è registrato un aumento annuo dei recuperi la cui media è salita a 33,1 animali per anno. Nel 53% dei casi si trattava della specie stenella striata (*Stenella coeruleoalba*), nel 29% di tursiope (*Tursiops truncatus*), nel 4% di balenottera comune (*Balaenoptera physalus*) e il 4% è rappresentato dalle specie meno comuni (globicefalo, grampo, zifio e capodoglio). Una discreta percentuale dei casi è rappresentata da individui indeterminati (circa il 10%) a causa del pessimo stato di conservazione che non ne ha permesso una esatta determinazione della specie (da attribuire comunque a piccoli cetacei odontoceti). Nella quasi

totalità dei casi si è trattato di spiaggiamenti di carcasse sugli arenili. Il 50% degli spiaggiamenti si è concentrato nei mesi tardo primaverili-estivi e maggiormente nella provincia di Livorno.

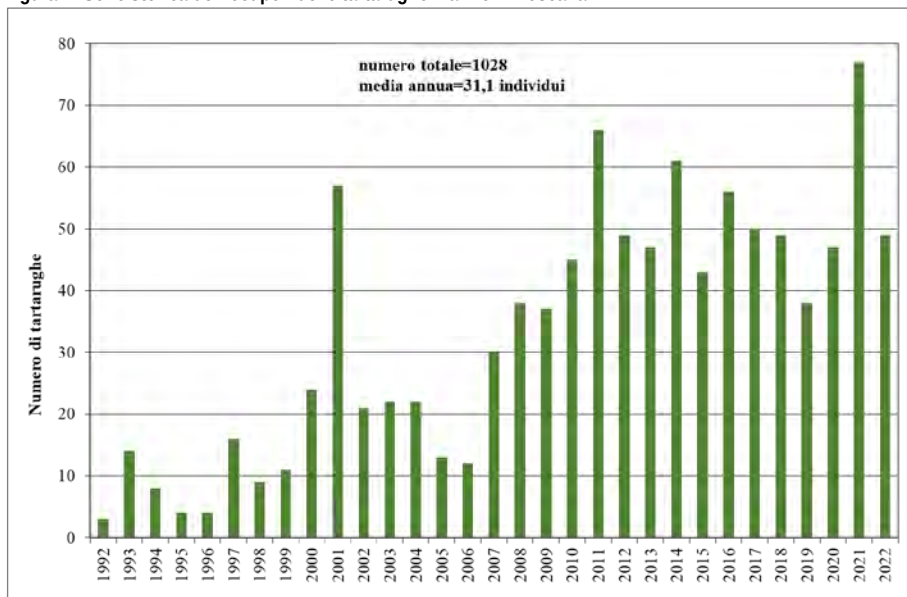
Figura 1: Serie storica dei recuperi di cetacei in Toscana



Fonte: ARPA Toscana

Per quanto riguarda le tartarughe, nel periodo 1990-2022 sono stati recuperati 1.028 esemplari (media annua di 32,5 individui) (Figura 2), quasi tutti ($n=1007$, 98%) appartenenti alla specie più comune *C. caretta*. Solo negli ultimi dieci anni si sono registrati 510 recuperi di tartarughe marine (circa il 50% del totale) con una media annua salita a 51 animali.

Figura 2: Serie storica dei recuperi delle tartarughe marine in Toscana



Fonte: ARPA Toscana

Per l'individuazione delle possibili cause delle morte si procede con diverse indagini. Se le carcasse di cetacei o tartarughe presentano buone condizioni di conservazione, viene eseguito un esame anatomico-patologico completo da parte dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale Lazio e Toscana (IZSLT-sede di Pisa). Contaminanti specifici quali PPCB, Hg e pesticidi vengono invece ricercati dall'Università di Siena. Viene inoltre eseguita una analisi del contenuto stomacale per lo studio delle abitudini alimentari, allo scopo di ricostruire la rete trofica marina ed individuare la presenza di detriti marini (soprattutto plastiche). Recentemente, inoltre, il laboratorio di chimica di ARPA Toscana, in collaborazione con Università di Siena e IRSA-CNR di Brugherio (MI), ha investigato la presenza di PFAS in alcuni tessuti (muscolo, fegato, sangue, cervello) della stenella, della tartaruga comune e di alcune specie di squali (la verdesca *Prionace glauca*, lo squalo grigio *Carcharinus plumbeus* e il mako *Isurus oxyrinchus*) spiaggiati o catturati accidentalmente lungo la costa toscana nel periodo 2020-2022.

Per quanto riguarda i pesci cartilaginei di grandi dimensioni la raccolta dati sulle catture accidentali nella nostra regione è inserita, fin dal 1985, nell'ambito del progetto MEDLEM (*Mediterranean Large Elasmobranchs Monitoring*). Solo recentemente anche questo gruppo di vertebrati marini è rientrato nelle attività di monitoraggio dell'OTB. Dal 2007 al 2022 si sono registrati circa 230 esemplari in Toscana. Tra i più frequenti ci sono catture e/o avvistamenti di verdesca (36%), manta (26%), capopiatto (13%) e squalo volpe (11%).

L'incremento dei recuperi, evidente negli ultimi anni, non è da attribuire ad un reale aumento della mortalità di questi animali, ma piuttosto a una maggiore efficienza della rete regionale di recupero, che

ha avuto un incremento della sua attività e un migliore coordinamento, soprattutto nel flusso dell'informazione, a partire dal 2007, grazie alla costituzione dell'OTB (Figure 1 e 2).

Tutte queste informazioni sono una fonte importante di dati sulla biodiversità anche a livello nazionale ed internazionale soprattutto per le organizzazioni impegnate nella gestione e conservazione di queste specie nel Mediterraneo.

L'analisi dei contenuti stomacali dei grandi predatori al vertice della catena alimentare ha fornito interessanti informazioni aggiuntive sulla presenza di alcune specie marine nelle acque toscane, specie che non è facile catturare con attrezzi da pesca, specie particolarmente criptice o che vivono a grandi profondità, specie che compiono spostamenti verticali risalendo verso profondità minori durante la notte. I cetacei, in particolar modo, possono essere così considerati degli eccellenti "campionatori" naturali di biodiversità e queste indagini sulle abitudini alimentari permettono di integrare i dati provenienti dalle campagne scientifiche e/o di monitoraggio (Neri et al., 2023).

I risultati chimici ottenuti dimostrano che i PFAA e le sostanze perfluorosofofonamidi si accumulano nei cetacei ma lo stesso tasso di accumulo non si verifica invece nelle tartarughe e negli squali (Mazzetti et al., 2023). Naturalmente ulteriori studi potrebbero chiarire le cause della esposizione a queste sostanze, che potrebbe essere legato alla modalità di respirazione o alla dieta. Queste indagini preliminari indicano comunque che questi animali potrebbero essere utilizzati come indicatori e gli esemplari spiaggiati rappresentare un biota utile ed alternativo a quelli più classicamente utilizzati (mitili, muggini, ecc).

Le informazioni e i risultati delle attività di monitoraggio dei grandi vertebrati marini sono disponibili sul sito di ARPAT nella sezione dedicata alla biodiversità marina, nelle notizie, nell'Annuario dei dati ambientali, nelle schede informative. Inoltre, ogni anno viene pubblicato un report dedicato in cui sono riportati tutti i dati sulle specie registrate, i campioni raccolti e analizzati, i numeri di esemplari per ogni gruppo; ad oggi le osservazioni si focalizzano soprattutto su tartarughe, cetacei, pesci cartilaginei ma potrebbero essere estese ad altri gruppi animali (pesci ossei, uccelli, ecc.). Dal 2019 ARPAT rende inoltre disponibile una mappa interattiva, che rappresenta un utile strumento per visualizzare a colpo d'occhio la distribuzione lungo la costa toscana degli eventi.

L'attività illustrata nel presente lavoro contribuisce ad arricchire le informazioni ottenute grazie al monitoraggio previsto dalla Direttiva Quadro sulla Strategia per l'ambiente marino (2008/56/CE) e dal suo recepimento italiano (D.Lgs 190/2010) soprattutto per quanto riguarda i seguenti descrittori: biodiversità, rete trofica marina, contaminazione ambientale e degli organismi, rifiuti nell'ambiente marino (ingestione da parte delle tartarughe). Inoltre, in relazione alla biodiversità, contribuisce anche a fornire indicazioni sulle nidificazioni di *C.caretta* (vedi criteri D1C3, D1C4 e D1C5).

Le attività illustrate potrebbero essere replicate a vari livelli, ampliando il monitoraggio in tal senso, contribuendo alla realizzazione di database che permettano l'elaborazione di indicatori utili nelle diverse sottoregioni.

Bibliografia

Casalone C., Mazzariol S., Pautasso A., Di Guardo G., Di Nocera F., Lucifora G., Ligios C., Franco A., Fichi G., Cocumelli C., Cersini A., Guercio A., Puleio R., Gorla M., Podestà M., Marsili L., Pavan G., Pintore A., De Carlo E., Eleni C., Caracappa S., 2014. *Cetacean strandings in Italy: an unusual mortality event along the Tyrrhenian Sea coast in 2013*. Dis Aquat Org 109: 81-86.

Mazzetti M., L. Marsili, S. Valsecchi, C. Roscioli, S. Polesello, P. Altamura, A. Voliani, C. Mancusi., 2023. *First investigation of per-and poly fluoroalkylsubstances (PFAS) in striped dolphin Stenella coeruleoalba stranded along Tuscany coast (North Western Mediterranean Sea)* Ninth International Symposium "Monitoring of Mediterranean Coastal Areas: Problems and Measurement Techniques": Livorno (Italy) 14th-16th June 2022 / edited by Laura Bonora, Donatella Carboni, Matteo De Vincenzi, Giorgio Matteucci. Firenze – Firenze University Press, 2022. (Monitoring of Mediterranean Coastal Areas: problems and measurement techniques; 1) <https://books.fupress.com/isbn/9791221500301>

Neri, A.; Sartor, P.; Voliani, A.; Mancusi, C.; Marsili, L. *Diet of Bottlenose Dolphin, Tursiops truncatus (Montagu, 1821), in the Northwestern Mediterranean Sea*. Diversity 2023, 15, 21. <https://doi.org/10.3390/d15010021>

IL MONITORAGGIO DEI CETACEI DEI MARI DELLA CAMPANIA: PROGETTI IN CORSO E STATO DELLE RICERCHE

Autori: Nicola Maio², Fabio M. Guarino², Agnese Petraccioli², Roberta De Stasio², Tatiana Fioravanti³, Valerio Manfrini (Ric. lib. prof.), Salvatore Viglietti¹, Antonella Loreto¹ (ARPA Campania), Francesco Pollaro⁴

¹ ARPA Campania, ² Dip. di Biologia, Univ. NA Federico II, ³ Dip. Sc. Vita e Ambiente, Univ. Politecn. Marche, AN, ⁴ CSEM

Nel Rapporto Ambiente – SNPA, edizione 2018, il monitoraggio dei Cetacei in Campania, cominciato nel 1986, ha documentato la presenza nelle acque della Regione Campania di 11 specie (Maio et al., 2019). Studi svolti negli ultimi cinque anni, e tuttora in corso, realizzati grazie alla collaborazione tra ARPAC e diversi enti di ricerca campani e di altre regioni italiane, hanno permesso di aggiornare la checklist della Cetofauna campana con nuove importanti segnalazioni e di approfondire la conoscenza sulla biologia di questi animali presenti nei nostri mari.

Il dato più interessante per quanto concerne il monitoraggio, è sicuramente l'avvistamento della Balena grigia (*Eschrichtius robustus*), mai osservata prima nei mari italiani. Le balene grigie erano un tempo presenti nel Nord Atlantico e nel Nord Pacifico. La caccia baleniera ha causato, molto probabilmente, l'estinzione della popolazione atlantica. Nel Mediterraneo la specie era presente con certezza in tempi storici nei secoli IV-VI d.C., mentre in epoca contemporanea esistono solo due segnalazioni risalenti a maggio 2010, al largo di Israele e, al largo di Barcellona, in Spagna. Nell'aprile 2021 un giovane esemplare è stato avvistato per la prima volta nei mari italiani nei pressi di Ponza (Latina) (probabilmente lo stesso individuo filmato nel porto di Rabat, in Marocco, nel marzo 2021 e segnalato poi al largo di Skikda, in Algeria, il mese successivo); ha poi raggiunto Baia (Bacoli) e Sorrento, nel Golfo di Napoli (Figura 1a), per poi risalire verso Gaeta, Fiumicino, Viareggio, il Mar Ligure, la costa provenzale (Francia) e valenciana (Spagna). Gli ultimi avvistamenti documentati risalgono a maggio 2021 presso le Isole Baleari.

La *Pseudorca* (*Pseudorca crassidens*), specie molto rara in Mediterraneo, è stata avvistata per la prima volta in Campania nelle acque della Costiera Amalfitana, tra Conca dei Marini e Capo d'Orso (Maiori), nell'aprile 2019 (Figura 1b). L'avvistamento ha riguardato un grande gruppo (pod), di almeno 30-40 individui, composto da adulti e cuccioli (Maio et al., 2019b). Un altro grande pod di *Pseudorche* è stato avvistato, nel settembre 2020, nelle acque di Praiano (Salerno) (Calogero et al., 2021). Sono stati segnalati, inoltre, nuovi avvistamenti di specie considerate occasionali in Mediterraneo, come la Megattera (*Megaptera novaeangliae*), e molto rare nel Mar Tirreno, come il Globicefalo (*Globicephala melas*) e il Delfino comune (*Delphinus delphis*). La Megattera è stata avvistata nel settembre 2020 al largo di Castellammare di Stabia nel Golfo di Napoli. Un gruppo di quattro/cinque Globicefali è stato fotografato, nel febbraio 2019, da tecnici dell'ARPAC al largo di Capo Palinuro (Centola), segnalazione questa che ha confermato gli avvistamenti da parte di pescatori locali avvenuti negli anni precedenti (Maio et al., 2019b; Figura 1c). Il Delfino comune è stato filmato per la prima volta nel Salernitano al largo di Acciaroli (Pollica), nell'agosto 2019: il gruppo era composto da cinque/sei individui adulti (Maio et al., 2023; Figura 1d).

Figura 1: Nuove specie di Cetacei avvistate nei mari della Campania



Fonte:

a) Giovane Balena grigia avvistata nel Golfo di Napoli

(https://napoli.repubblica.it/cronaca/2021/04/18/news/balena_di_sorrento_ancora_un_avvistamento_stavolta_nelle_acque_del_porto_di_baia-296941399/).

b) Esemplari di Pseudorca avvistati nelle acque della Costiera Amalfitana (Foto di Giulia Bruno, Starboard, Milano).

c) Globicefalo osservato al largo di Capo Palinuro (Foto di Lucio De Maio).

d) Avvistamento di Delfino comune al largo di Acciaroli (Pollica) (fermimmagine da video di Francesco Passariello).

e) Ibrido di Balenottera comune e Balenottera azzurra rinvenuto a Capri (Foto di Ivan Rubino)

Diverse indagini genetiche sono state condotte, in collaborazione con l'Università Politecnica delle Marche, che hanno permesso di identificare l'origine geografica degli individui spiaggiati lungo la costa campana. Per la prima volta nel Mar Mediterraneo è stato individuato un ibrido derivante dall'incrocio tra Balenottera comune e Balenottera azzurra (*Balaenoptera physalus* x *B. musculus*), dimostrando che la sola analisi morfologica non consente di identificare correttamente gli ibridi, soprattutto se i caratteri intermedi di entrambe le specie parentali non sono chiaramente distinguibili. L'esemplare, spiaggiatosi a Capri nel novembre 2020, e inizialmente determinato come Balenottera comune, molto probabilmente proveniva dal Nord Atlantico. Un altro individuo spiaggiatosi a Sorrento (Napoli) nel gennaio 2021 è risultato appartenere con buona probabilità alla popolazione mediterranea di Balenottera comune (Fioravanti *et al.*, 2022; Figura 1e).

È stata studiata la relazione tra età e lunghezza corporea totale ed età della maturità sessuale dei Capodogli (*Physeter macrocephalus*) spiaggiati lungo le coste italiane ed è emerso che i maschi della popolazione mediterranea raggiungono la maturità sessuale a 10 anni ovvero sono più tardivi di quelli atlantici a parità di lunghezza totale. Il ritrovamento di una femmina mediterranea gravida di soli 6,5 m di lunghezza corporea e di un'età stimata di 24-26 anni è particolarmente degno di nota, poiché le femmine di questa specie raggiungono la maturità sessuale a circa nove metri di lunghezza totale e nove anni di età in altre aree geografiche. La nostra analisi molecolare ha mostrato che tutti i campioni analizzati appartengono all'aplotipo C, condiviso tra le popolazioni atlantiche e mediterranee, e che la sua bassa diversità genetica probabilmente corrisponde a una capacità relativamente limitata di rispondere ai cambiamenti ambientali rispetto ad altre popolazioni (Maio *et al.*, 2022).

Per comprendere la struttura di popolazione della Stenella striata (*Stenella coeruleoalba*) nel suo ambiente naturale e per attuare strategie volte alla sua gestione sono stati studiati dati demografici, come la longevità, i tassi di crescita e l'età della maturità sessuale. In particolare, sono stati stimati l'età e la crescita di 25 Stenelle striate rinvenute morte lungo le coste della Campania e della Calabria dal 2013 al 2018. Sette individui, con lunghezza totale compresa tra 100 e 110 cm, erano cuccioli di età inferiore a un anno. Gli individui di sesso maschile e femminile più anziani avevano rispettivamente 19 e 14 anni. L'alta frequenza (28%) di cuccioli suggerisce fortemente che le femmine di questa specie utilizzano le aree marine intorno alle coste della Campania per dare alla luce la prole e come nursery. Inoltre, il confronto con l'età stimata degli individui provenienti da altre aree del Mediterraneo ha mostrato come la longevità degli individui esaminati sia molto più bassa (Guarino *et al.*, 2021).

Infine, è stata realizzata una panoramica spazio-temporale completa degli eventi di mortalità storici e moderni di Balenottera comune verificatisi tra il 1624 e il 2021 lungo le coste italiane, evidenziando ove possibile, le cause prossimali del decesso. Gli eventi di mortalità recenti (1964-2021) sono stati ulteriormente indagati per valutare, ove possibile, le cause primarie del decesso e per identificare le minacce antropiche che destano maggiore preoccupazione per la conservazione. Le coste tirreniche sono state identificate come nuovi hot spot di mortalità per la specie. Sebbene l'analisi dei modelli temporali abbia suggerito un forte aumento del numero di eventi di mortalità a partire dalla seconda metà degli anni '80, non si può escludere che questo trend sia dovuto anche alla maggiore presenza di osservatori rispetto al passato. Al contrario, gli eventi di mortalità recenti sembrano essere coerenti in numero negli ultimi sei decenni e soggetti a stagionalità durante tutto l'anno. Dallo studio emerge

che gli individui più giovani e immaturi sono quelli più interessati dagli impatti con i natanti. La mortalità osservata e dedotta suggerisce che la popolazione è probabilmente in declino. Questa indagine a lungo termine offre le basi per comprendere lo stato di salute di questa specie e fornisce informazioni indispensabili per lo sviluppo di un efficace piano di gestione e conservazione della specie nella regione (Manfrini *et al.*, 2022).

In conclusione, gli studi condotti hanno permesso di fornire un quadro aggiornato della cetofauna campana (13 specie) che, ad oggi, rappresenta circa il 68% delle specie note nei mari italiani (19 specie) e circa il 54% di quelle mediterranee (24 specie) (Cozzi *et al.*, 2021). Inoltre, i risultati sinora ottenuti sono utili per comprendere e valutare lo stato di salute di queste specie, e supportare l'implementazione di strategie appropriate per la loro gestione e piani di conservazione, volti a garantire la sopravvivenza delle popolazioni a rischio nella regione tirrenica.

Bibliografia

- Calogero G., Biasissi E., Bottaro M., Capone A., Violi B., 2021 - *Occurrence of false killer whales Pseudorca crassidens pod in the Ligurian Sea and review of Mediterranean records*. Hystrix-Italian Journal of Mammalogy, doi.org/10.4404/hystrix-00428-2021
- Cozzi B., Maio N., Podestà M., 2021. Mammalia Cetartiodactyla - ex Cetacea. In: Bologna M.A., Zapparoli M., Oliverio M., Minelli A., Bonato L., Cianferoni F., Stoch F. (eds.), *Checklist of the Italian Fauna*. Version 1.0. Last update: 2021-05-31. Available at: <https://www.lifewatchitaly.eu/en/initiatives/checklist-fauna-italia-en/checklist/>
- Fioravanti T., Maio N., Latini L., Splendiani A., Guarino F. M., Mezzasalma M., Petraccioli A., Cozzi B., Mazzariol S., Centelleghes C., Sciancalepore G., Pietrolungo G., Podestà M., Caputo Barucchi V., 2022 - *Nothing is as it seems: genetic analyses on stranded fin whales unveil the presence of a fin-blue whale hybrid in the Mediterranean Sea (Balaenopteridae)*. The European Zoological Journal, 89 (1): 590–600. <https://doi.org/10.1080/24750263.2022.2063426>
- Guarino F. M., Di Nocera F., Giorgio G., Iaccarino D., Giglio S., Madeo E., Pollaro F., Mezzasalma M., Iavarone I., Odierna G., Petraccioli A., Maio N., Lockyer C. H., 2021 - *Age estimation and growth of striped dolphins Stenella coeruleoalba stranded along the coasts of south-western Italy*. The European Zoological Journal, 88 (1): 417-424. DOI: 10.1080/24750263.2021.1892218. Link to this article: <https://doi.org/10.1080/24750263.2021.1892218>
- Loy A., Aloise G., Ancillotto L., Angelici F. M., Bertolino S., Capizzi D., Castiglia R., Colangelo P., Contoli L., Cozzi B., Fontaneto D., Lapini L., Maio N., Monaco A., Mori E., Nappi A., Podestà M., Russo D., Sarà M., Scandura M., Amori G., 2019 - *Mammals of Italy: an annotated checklist*. Hystrix It. J. Mamm., 30 (2): 87–106. DOI: <https://doi.org/10.4404/hystrix-00196-2019>
- Maio N., Fioravanti T., Latini L., Petraccioli A., Mezzasalma M., Cozzi B., Mazzariol S., Podestà M., Insacco G., Pollaro F., Lucifora G., Ferrandino I., Zizzo N., Spadola F., Garibaldi F., Guarino F.M., Splendiani A., Caputo Barucchi V., 2022 - *Life History Traits of Sperm Whales Physeter macrocephalus Linnaeus, 1758 Stranded along Italian Coasts (Cetartiodactyla: Physeteridae)*. Animals, 13 (1), 79: 1-12; <https://doi.org/10.3390/ani13010079>.
- Maio N., Petraccioli A., Guarino F.M., Viglietti S., Loreto A., Pollaro F., 2019a - *La cetofauna dei mari della Campania: particolarità e minacce*. Rapporto Ambiente - SNPA. Edizione 2018. Doc. n. 07/2019, SNPA, Roma. Pagg. 281-286. [ISBN 978-88-448-0943-0].

Maio N., Petraccioli A., De Stasio R., Loreto A., Viglietti S., De Maio L., Pollaro F., 2019b - *Anche la cetofauna sta cambiando: avvistamenti di specie di Cetacei rare o mai osservate prima nei mari della Campania (Mar Tirreno)*. Quaderni del Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara, 7: 81-90. [ISSN 2283-6918]

Maio N., Pollaro F., Petraccioli A., Guarino F. M., 2023 - *Guida naturalistica di campo ai Cetacei delle acque costiere del Parco Nazionale del Cilento, Vallo di Diano e Alburni. Biologia, ecologia, distribuzione e conservazione*. PNCVDA – Quaderni della Biodiversità n. 5. XXVII + 314 pp.

Manfrini V., Pierantonio N., Giuliani A., De Pascalis F., Maio N., Mancia A., 2022 - *Fin Whale (Balaenoptera physalus) Mortality along the Italian Coast between 1624 and 2021*. Animals, 12, 3111. <https://doi.org/10.3390/ani12223111>

PROGETTO CORALLO

Autori: Rosanna Costa, Ignazio Cammalleri
ARPA Sicilia

CORALLO Correct Enjoyment (and Awareness Raising) of Natura 2000 Locations Cod. C2-3.1-103 - è un progetto finanziato dal Programma INTERREG VA Italia-Malta 2014-2020, della durata di 30 mesi e budget complessivo di 1.591.572,73 € che persegue l'obiettivo di promuovere un modello di fruizione sostenibile transfrontaliero dei Siti di interesse Comunitario della Rete Natura 2000.

Il partenariato di progetto è costituito da 7 partner: l'Università di Malta - Dipartimento di Geoscienze quale soggetto capofila, *Environment and Resources Authority* (ERA), *Heritage Malta* (HM), Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA Sicilia – UOC Ricerca & Innovazione); l'Università degli Studi di Palermo – Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche, Chimiche e Farmaceutiche (STEBICEF), il Consorzio Plemmirio - Area marina protetta Plemmirio (SR) e il Consorzio di Ricerca per lo Sviluppo di Sistemi Innovativi Agroambientali (CoRiSSIA).

Il Progetto CORALLO mira al sostegno, alla diffusione della conoscenza e alla fruizione del patrimonio naturale (con particolare attenzione agli habitat terrestri e marini) attraverso la creazione di servizi e/o sistemi innovativi e l'utilizzo di tecnologie avanzate.

Il concetto di "area naturale protetta" delineato nella politica ambientale italiana, anche sulla base degli orientamenti dell'Unione Europea e delle convenzioni internazionali, rappresenta l'evoluzione di un nuovo modo di concepire la conservazione della natura favorendo anche le opportunità di sviluppo delle comunità locali con attività che devono essere nitidamente compatibili con le finalità di conservazione per le quali i siti Natura 2000 sono stati istituiti.

Rete Natura 2000 è stata istituita in Sicilia il 21 febbraio 2005 con la pubblicazione dell'elenco dei siti di importanza comunitaria e delle zone di protezione speciale ricadenti nel territorio della regione, individuati ai sensi delle Direttive n. 92/43/CEE "*Habitat*" e n. 147/2009/UE "Uccelli".

Le aree che costituiscono la Rete Natura 2000 della Sicilia occupano un territorio 1.120.400 ettari, comprendendo i Siti Natura 2000 a terra e a mare per il 18,3% del territorio regionale. La Rete in Sicilia comprende, oggi, 245 Siti, 218 Zone Speciali di Conservazione, 11 Siti di Importanza Comunitaria e 16 Zone di Protezione Speciale. La Rete siciliana tutela 72 tipi di habitat di allegato I della Direttiva Habitat dei quali 17 prioritari, 23 specie vegetali e 75 specie animali, inclusi negli allegati II, IV e V. Un'interpretazione ambientale corretta e una alfabetizzazione ecologica possono contribuire in modo determinante alla pianificazione e alla realizzazione di una rete di fruizione sostenibile ed educativa dello straordinario patrimonio naturale siciliano. CORALLO punta ad un'interpretazione ambientale incentrata sulla relazione tra interprete, visitatore e area protetta attraverso una comunicazione che consente di raccontare il capitale naturale con un linguaggio non solamente descrittivo ma anche informativo-immersivo con l'uso di nuove tecnologie capaci di ritrarre il complesso sistema di valori tangibili e intangibili che rappresentino in modo innovativo il senso del luogo. Una comunicazione che consenta di svelare le relazioni sistemiche, suscitare curiosità ed interesse, valorizzare i territori e le comunità, trasferendo al visitatore nuove conoscenze sul senso del luogo, e allo stesso tempo suscitare connessioni tra gli elementi uomo-natura-ambiente. Emozioni che creino consapevolezza, appartenenza e ambizione di protezione volte al mutamento dei comportamenti, orientati alla

sostenibilità. I siti siciliani di progetto individuati, sui quali testare tale approccio innovativo sono: Capo Graziano – Isola di Filicudi (ITA030024) e l'Isolotto di Basiluzzo (Isola Di Panarea - Scogli Viciniori, ITA030025) appartenenti all'Arcipelago delle Isole Eolie, Capo Milazzo (ITA030032) e Fondali di Capo Milazzo (ITA030045) in provincia di Messina, l'area marina protetta (AMP) Plemmirio e ambiente costiero “Capo Murro di Porco, Penisola della Maddalena e Grotta Pellegrino” (ITA090008) in provincia di Siracusa. I siti sono stati selezionati in quanto caratterizzati da due requisiti specifici: appartenere alla Rete Natura 2000 e distinguersi per un patrimonio paesaggistico e storico-archeologico in grado di attrarre flussi turistici significativi.

Le attività di progetto sui siti sono state articolate in: analisi delle esigenze/lacune; analisi *swot*; elaborazione di piani di attuazione mirati; creazione di servizi, utilizzo di tecnologie avanzate e strumenti, in grado di coniugare l'educazione con l'intrattenimento (*edutainment*); elaborazione di codici di condotta per la fruizione responsabile dei siti.

Da uno studio condotto nell'ambito del progetto e coerentemente con quanto riportato nei Formulare Standard dei siti Natura 2000 e nella Serie Manuali e linee guida di ISPRA (Angelini P., *et al.*, 2016; Ercole S., *et al.*, 2016; Stoch F. e Genovesi P., 2016) sono stati individuati per Filicudi, Basiluzzo e Capo Milazzo habitat e specie target di Direttiva da mettere in risalto attraverso gli strumenti di generazione di consapevolezza nel processo di valorizzazione. Quali specie sono state selezionate: *Euphorbia dendroides* L., *Genista tyrrhena* Vals. subsp. *tyrrhena*, *Dianthus rupicola* Biv. subsp. *aeolicus* (Lojac.) Brullo & Miniss., *Limonium minutiflorum* (Guss.) O. Kuntze, *Falco eleonora* Gené, *Podarcis siculus* Rafinesque-Schmaltz, *Caretta caretta* L., *Tursiops truncatus* Montagu; *Stenella coeruleoalba* Meyen, *Corallium rubrum* L.; tra gli habitat di Direttiva: 1.120 Praterie di Posidonia (*Posidonium oceanica*); 1.170 Scogliere; 1.240 Scogliere con vegetazione delle coste mediterranee con *Limonium* spp. endemici; 5.330 Arbusteti termo-mediterranei e pre-desertici; 8.210 Pareti rocciose con vegetazione casmofitica.

Gli elementi naturalistici e culturali dei siti sono stati valorizzati e raccontati attraverso spettacolari immagini con riprese video, video 360° in 8K e 3D da fruire tramite visori (*oculus*), con reportage fotografico e da un docufilm dal titolo “CORALLO racconta la biodiversità” prodotti da ARPA Sicilia e incentrati sul patrimonio naturalistico e archeologico dei siti delle Eolie.

In ciascuno dei siti target il Progetto finanzia la riqualificazione di spazi in disuso per la realizzazione di “Corallo Rooms” spazi didattici/informativi all'avanguardia. Qui, il visitatore, grazie a tecnologie digitali interattive, *gaming*, realtà virtuale, *oculus* e *display touchscreen*, ha la possibilità di interagire a distanza con i contenuti dei siti valorizzati dal progetto, selezionando le tematiche da approfondire e gli habitat da visitare, personalizzando così la sua esperienza di visita.

Il progetto prevede la programmazione di campagne di sensibilizzazione attraverso incontri formativi, seminari e laboratori nelle scuole. Inoltre, saranno organizzati eventi di sensibilizzazione nei siti di progetto durante i quali i video girati a 360° e 8K saranno proiettati all'interno di alcune delle *Corallo Room* e di una cupola geodetica (*igloo*) di proprietà di ARPA Sicilia. Le proiezioni panoramiche accompagnate da suoni originali consentiranno un'esperienza immersiva ed emozionale.

Il progetto CORALLO è stato apprezzato dall'Autorità di Gestione del Programma INTERREG VA Italia-Malta per il carattere di idoneità alla capitalizzazione e l'impatto nel medio-lungo termine dei risultati. Attualmente è in corso di attuazione, il Progetto CORALLO+SI della durata di 9 mesi e che si concluderà il prossimo ottobre, che mira a consolidare, in continuità con il precedente, gli strumenti innovativi e il capitale digitale e multimediale realizzato dai partner per il Progetto CORALLO ed

estende l'applicabilità di tali strumenti sui nuovi siti delle Aree Marine Protette di Pantelleria, Ustica, Capo Milazzo e Lampedusa per la Sicilia, Gozo e Comino per Malta.

Bibliografia

ISPRA, Ercole S., et al., 2016. *Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: specie vegetali*. Serie Manuali e linee guida 140/2016.

ISPRA, Stoch F. e Genovesi P., 2016. *Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: specie animali*. Serie Manuali e linee guida 141/2016.

ISPRA, Angelini P., et al., 2016. *Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: habitat*. Serie Manuali e linee guida 142/2016.

MONITORAGGIO E CONTROLLI



STRUMENTI DI MODELLISTICA AMBIENTALE PER IL SISTEMA DI RISPOSTA IN EMERGENZA

Autori: Francesco Montanari¹, Massimo Bagnarol², Maurizio Baldassi³, Giovanni Bonafè¹, Claudia Farris⁴, Dario Giaiotti¹, Simone Martini¹, Alessandro Minigher¹

¹ ARPA Friuli Venezia Giulia; ² Università degli Studi di Trieste; ³ INPS; ⁴ Regione Friuli Venezia Giulia

Abstract

Presso l'ARPA FVG sono operative tre catene modellistiche destinate a supportare il Sistema di Risposta in Emergenza. Per i casi di sversamento di idrocarburi in mare (*oil spill*), è a disposizione degli operatori il modello lagrangiano GNOME (NOAA, 2023a), che permette di prevedere il trasporto e la dispersione delle chiazze oleose, individuando le aree di maggior probabilità di spiaggiamento. Per la previsione della dispersione dei fumi da incendio si dispone del modello lagrangiano a particelle SPRAY (Tinarelli G. *et al.*, 2000). Nel caso di incidenti rilevanti a scala continentale (impianti chimici e nucleari), viene utilizzato il modello HYSPLIT (NOAA, 2023b) per la previsione delle traiettorie delle masse d'aria. Tali sistemi sono altamente automatizzati, sia nell'acquisizione dei dati di ingresso che nella produzione degli *output*, ed utilizzabili dagli operatori dopo un breve addestramento. Tutti e tre hanno avuto impiego operativo negli ultimi 12 mesi.

Dispersione di idrocarburi in mare

Il modello GNOME viene utilizzato dagli operatori nella versione *desktop*. I campi di correnti marine e venti superficiali sono predisposti quotidianamente e resi disponibili, assieme agli altri file di configurazione del modello, su un portale dedicato. Grazie anche alla collaborazione con altri Enti, sono utilizzabili varie combinazioni di *input*, che includono le previsioni prodotte dai modelli marini Adriac (ARPAE, 2022a), MedFs (CMCC, 2023), SHYFEM (Umgiesser G., 2023) e quelle meteorologiche prodotte dai modelli WRF (ARPA FVG, 2023a) e COSMO-LAMI (ARPAE, 2022b), a diverse risoluzioni, spaziali e temporali, ed estensioni del dominio (dal Golfo di Trieste all'intero Adriatico). Ad oggi SHYFEM è stato impiegato operativamente nelle esercitazioni Pollex gestite dalle Capitanerie di Porto di Trieste e Monfalcone, ed in un unico caso di sversamento effettivo – fortunatamente di entità molto modesta. Nella versione pyGNOME esso è altresì operativo con dei run schedulati ogni ora, in cui viene simulata la dispersione di idrocarburi dagli *hot spot* costituiti dalle aree di stazionamento in rada dei porti regionali. È stato utilizzato nel progetto Interreg Italia-Croazia MARLESS per la valutazione delle traiettorie e dei siti di spiaggiamento dei rifiuti galleggianti (Italy-Croatia.eu, 2023).

Dispersione dei fumi da incendio

Il modello lagrangiano a particelle SPRAY è stato configurato per un utilizzo speditivo, durante le emergenze da incendio, per orientare l'attività degli operatori impegnati nelle misure in campo, con conta-particelle e altri strumenti. È stata creata un'interfaccia grafica di utilizzo del modello (*front-end*), accessibile da *browser*, che consente di localizzare facilmente la posizione dell'incendio, sulla base delle informazioni disponibili (sia che siano un indirizzo, una ragione sociale, delle coordinate, la sola indicazione della località e descrizione dei luoghi, ecc.). L'operatore deve quindi fornire poche informazioni e/o ipotesi, relativamente alla potenza del fuoco e alla sua evoluzione temporale. La catena modellistica viene quindi eseguita sul cluster di calcolo regionale ad alte prestazioni FENICE

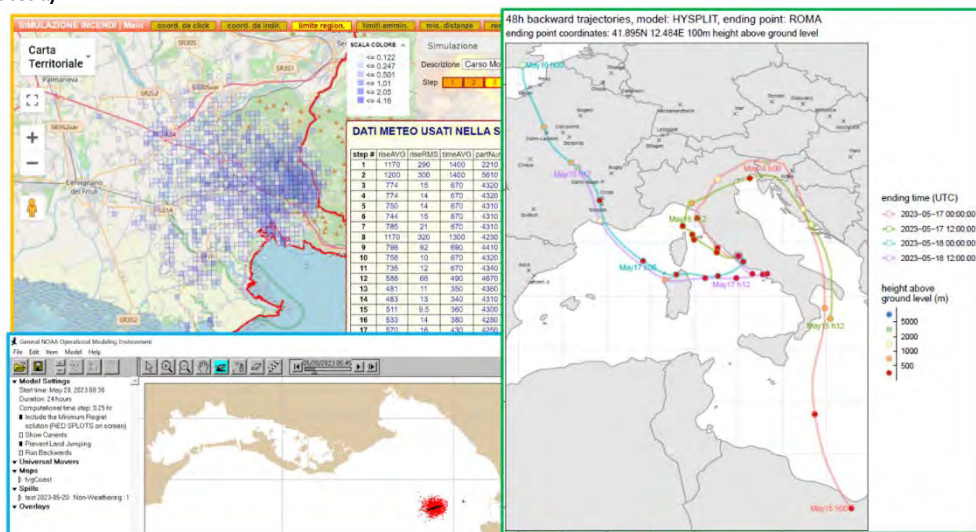
(ARPA FVG, 2023b), dove è stata implementata con un grado di automazione molto spinto. L'input meteorologico viene dai run giornalieri del modello WRF, eseguito operativamente a risoluzione 2 km sulla regione Alpe-Adria, con un orizzonte temporale di 120 ore. I risultati vengono quindi salvati su un database e trasmessi al *front-end*, dove sono visualizzati in forma di mappe interattive, assieme a tabelle riassuntive dell'evoluzione delle condizioni meteorologiche “viste” dal modello e dell'innalzamento iniziale del pennacchio (*plume rise*). Il sistema ha naturalmente molte fonti di incertezza, dovute principalmente alla limitata conoscenza delle caratteristiche fisiche e chimiche di sorgenti tanto complesse. Non essendo note né le specie chimiche né le quantità emesse, le mappe rappresentano la “concentrazione di un inquinante in aria-ambiente per quantità emessa” (es. $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ di polveri per Mg di polveri emesse), e vanno pertanto lette come un'indicazione delle aree attese di maggiore o minore ricaduta. Per ovviare alla mancata conoscenza della potenza effettiva dell'incendio – che determina l'innalzamento iniziale del pennacchio – gli operatori devono eseguire tipicamente più simulazioni, per verificare se le aree di impatto dipendano fortemente da tale parametro. Ciò serve anche a valutare la dispersione della quota di “fumi freddi”, che si originano nelle aree dove la combustione è meno attiva. Fondamentale è anche l'interazione con i previsori dell'Osservatorio Meteorologico Regionale dell'ARPA FVG, per verificare che l'evoluzione delle condizioni meteorologiche viste dal modello siano effettivamente consistenti con le previsioni: in fenomeni di breve durata, infatti, può essere critico l'anticipo o il ritardo anche di una sola ora nella previsione di mutamenti nel campo di venti. Questa configurazione del modello SPRAY – chiamata DELFI, perché chiamata a fornire ardue profezie, come l'oracolo – ha trovato frequente applicazione nei casi di incendi di capannoni industriali, agricoli e – soprattutto – di depositi di rifiuti. Successivamente, in alcuni casi, SPRAY è stato utilizzato – beneficiando di migliore caratterizzazione della sorgente emissiva – per una valutazione più quantitativa della dispersione e deposizione di microinquinanti organici (ARPA FVG, 2019). Durante l'estate del 2022, DELFI è stato applicato sistematicamente anche agli incendi boschivi che hanno funestato per più settimane varie aree del Friuli Venezia Giulia, venendo integrato nella produzione di specifici bollettini di previsione, emessi dall'ARPA FVG più volte al giorno.

Modello a traiettorie HYSPLIT

HYSPLIT è un modello che ricostruisce traiettorie e retro-traiettorie delle masse d'aria, concepito per essere alimentato con i campi meteorologici del *Global Forecasting System* (GFS) del NOAA, ma adattabile ad altre fonti di dati. Esso può essere utilizzato interattivamente dall'apposita interfaccia *web* del NOAA, oppure installato sui sistemi di calcolo dell'utente. In questa seconda modalità, utilizzando il pacchetto R SplitR (Iannone R., 2016), in ARPA FVG esso è stato messo in operatività giornaliera per la produzione delle retro-traiettorie delle masse d'aria in transito (a livello del suolo e a 1.000m) sopra un certo numero di località regionali e italiane, alle 00 e alle 12 di ciascun giorno. Le retro-traiettorie sono tridimensionali (è disponibile la quota di transito della massa d'aria lungo tutto il tragitto) ed includono alcune informazioni aggiuntive (la presenza di pioggia e il posizionamento al di sopra o all'interno dello strato limite planetario). Accanto alle retro-traiettorie, vengono prodotte operativamente le traiettorie (*forward*, in avanti) da alcuni siti specifici, che sono stato oggetto di attenzione ed allarmi (es. centrale nucleare di Zaporizhzhia). Sia nella sua implementazione operativa (automatizzata) che interattiva (esecuzione da parte dell'utente, sul sito del NOAA o in locale) esso è stato utilizzato per l'esercitazione ConveEx-3 (ISIN-IAEA, 2021), in occasione di allerta relativi a possibili emissioni di sostanze radioattive dalle zone di guerra in Ucraina, per il tragico incidente nell'impianto chimico

Melamin di Kocevje, in Slovenia (TriestePrima, 2022). Al di fuori delle emergenze, le retro-traiettorie sono anche un utile strumento di interpretazione dei fenomeni di trasporto su lunga distanza di polveri e pollini.

Figura 1: Schermate delle interfacce dei modelli DELFI (in alto a sinistra), GNOME (in basso a sinistra) e HYSPLIT (a destra).



Fonte: ARPA Friuli Venezia Giulia; Università degli Studi di Trieste; INPS eRegione Friuli Venezia Giulia

Conclusioni

I modelli matematici forniscono un utile supporto nell'affrontare le emergenze ambientali: per la loro caratteristica di collegare dinamicamente Determinanti, Pressioni, Stato, Impatti e Risposte (ARPA FVG, 2023c) in un quadro interpretativo coerente; per la loro capacità predittiva, e dunque la possibilità di sviluppare scenari, effettuare previsioni, fornire informazioni in punti e momenti non coperti dal monitoraggio attraverso misure; nella comunicazione, grazie al loro valore visivo. Ai fini dell'impiego ad emergenza in corso, questo richiede un significativo impegno più livelli: la predisposizione e la messa in operatività quotidiana, robusta e totalmente automatizzata, di catene modellistiche che forniscano prodotti pronti da utilizzare in caso di necessità (es. le retro-traiettorie) o i dati meteo-marini di ingresso per l'esecuzione di specifici modelli (es. GNOME, SPRAY); la predisposizione di interfacce di semplice utilizzo; la formazione e l'organizzazione del personale necessario per garantire il servizio sulle 24 ore e nei giorni festivi.

Bibliografia

- ARPAE, *Adriac, il nuovo modello del mare Adriatico*. Ultimo accesso: 2023-05-20.
 ARPAE, *Il modello meteorologico COSMO-LAMI*. Ultimo accesso: 2023-05-20.
 ARPA FVG, *Il modello WRF*. Ultimo accesso: 2023-05-20.
 ARPA FVG, *Il centro di calcolo FENICE*. Ultimo accesso: 2023-05-20.

- ARPA FVG, *La logica DPSIR*. Ultimo accesso: 2023-05-20.
- ARPA FVG, *Incendio SNUA Aviano: simulazione dispersione PCDD-F*, 2019-10-25
- CMCC, *Mediterranean Analysis and Forecasting system MedFS*. Ultimo accesso: 2023-05-20.
- Iannone R., (2016). *SplitR: v0.4 (v0.4)*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.49106>
- ISIN-IAEA, *Emergenze nucleari, un'esercitazione internazionale per testare la capacità di risposta*, 2021-04-27
- Italy-Croatia.eu, *Model of dispersion of marine litter in the Adriatic Sea: the experience of marless*, 2023-04-27
- NOAA, *Office of Response and Restoration: GNOME Suite for Oil Spill Modeling*. Ultimo accesso: 2023-05-20.
- NOAA, *Air Resource Laboratory: HYSPLIT*. Ultimo accesso: 2023-05-20.
- Tinarelli G., Anfossi D., Trini Castelli S., Bider M., Ferrero E. (2000). *A New High Performance Version of the Lagrangian Particle Dispersion Model Spray, Some Case Studies*. In: Gryning, SE., Batchvarova, E. (eds) *Air Pollution Modeling and Its Application XIII*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4153-0_51
- TriestePrima, *Esplosione in una fabbrica in Slovenia: nube tossica e una ventina di feriti*, 2022-05-12
- Umgiesser G., *The SHYFEM model*. Ultimo accesso: 2023-05-20.

OSSERVAZIONE DEL GLOBO TERRACQUEO DALLO SPAZIO

Autori: Francesco Montanari¹, Fabio Baldassi², Giovanni Bonafè¹, Dario Giaiotti¹, Stefano Miniussi³, Fulvio Stel¹

¹ARPA Friuli Venezia Giulia; ²ISIS della Bassa Friulana; ³Regione Friuli Venezia Giulia;

Abstract

Sta avendo grande impulso, nel SNPA, la proposta di utilizzo dei dati satellitari, che si presentano come una miniera di informazioni ambientali ancora in larga parte non sfruttata (AssoARPA, 2016; ARPAE, 2021). Le difficoltà delle Agenzie riguardano soprattutto la formazione di personale specializzato e il gap fra queste tecnologie e le modalità di monitoraggio e controllo previste dalla Normativa. Grazie all'europrogettazione e alla partecipazione a progetti delle Agenzie Spaziali (ASI ed ESA), l'ARPA FVG – a fronte di un modesto investimento in termini di “ore-uomo” – sta sperimentando vari prodotti, in particolare relativi alle acque marine e di transizione (es. mappe di torbidità, concentrazione di clorofilla, spiaggiamento di rifiuti). Ci si attende che tali informazioni possano integrare i metodi tradizionali di monitoraggio, orientando la scelta dei punti e dei momenti per i campionamenti puntuali e fornendo una base per la spazializzazione dei dati. Parallelamente in ARPA FVG si sta sviluppando un'altra branca dell'*Earth Observation*, l'impiego di APR (Aeromobili a Pilotaggio Remoto, ovvero: droni) attualmente in uso nell'ambito del sistema di Risposta in Emergenza (incendi e sversamenti di idrocarburi in mare) con importanti prospettive in altri contesti (reati ambientali, in particolare connessi alla gestione dei rifiuti e agli scarichi). Questo breve articolo intende proporre “un'istantanea” da una realtà che si trova “all' anno 1” nell'utilizzo di queste risorse.

Satelliti

Accanto alla collaborazione di lunga data con ISPRA sulla Carta Nazionale del Consumo di Suolo, in ARPA FVG sono state recentemente svolte alcune attività in questo ambito, a partire dal progetto ASI-ISPRA 2017-2020 sulla qualità dell'aria (ISPRA, 2023).

Con il progetto MARLESS (Interreg Italy-Croatia MARLESS, 2023), sono stati sperimentati il riconoscimento e la ricerca di “firme spettrali” connesse alla presenza di rifiuti plastici, galleggianti in mare e spiaggiati, con l'applicazione di opportune tecniche di *machine learning* ai dati acquisiti dalla piattaforma Sentinel-2 (Farris C. *et al.*, 2022).

In collaborazione con l'Agenzia Spaziale Italiana, l'ARPA FVG sta sperimentando l'utilizzo della piattaforma CosteLAB, dedicata al monitoraggio delle aree costiere attraverso l'elaborazione delle immagini satellitari e l'integrazione geospaziale con i dati in situ (MUR, 2021).

Infine, l'ARPA FVG è *pilot user* nello sviluppo di alcuni fra i servizi previsti per la missione spaziale italiana IRIDE (ESA, 2022), che sta beneficiando – nella definizione degli ambiti tematici e dei *desiderata* degli utenti – del lavoro svolto negli anni scorsi dal Copernicus Users' Forum nazionale.

Droni

Grazie al progetto FIRESPIRILL (Interreg Italy-Croatia FireSpill, 2023), l'ARPA FVG si è dotata di due droni - uno attrezzato con sensori termici e RGB, l'altro con sensore multispettrale – al momento

impiegati operativamente nel contesto di interventi effettuati in occasione di eventi accidentali (incendi, presenza di chiazze oleose in corpi idrici).

Conclusioni

*“Non esiste la pianificazione strategica:
c'è solo il posizionamento strategico”*

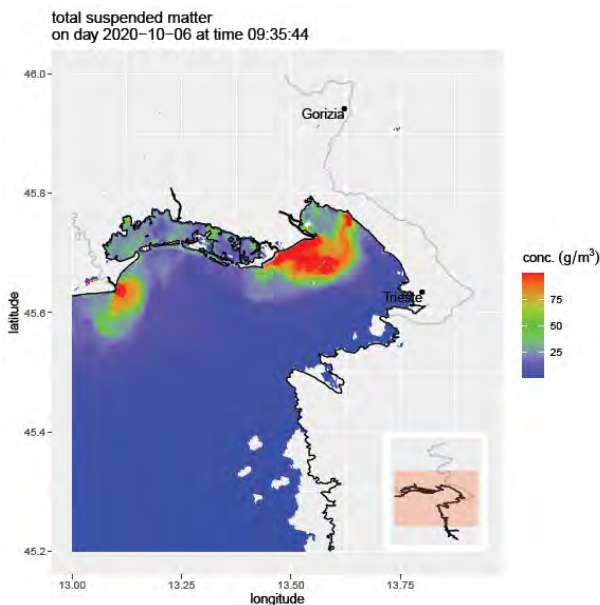
Luca Marchesi, 2016

L'impiego di strumenti e tecniche di *Earth Observation* in un'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente richiede la costruzione, ove non sia già presente, di un significativo bagaglio tecnico-scientifico relativo alla sensoristica, ai servizi disponibili, alle informazioni potenzialmente ottenibili, alle tecniche di elaborazione dei dati (utilizzo di indici spettrali, fotointerpretazione, applicazione di algoritmi di *machine learning* e di *data fusion* con prodotti modellistici); nel caso dei droni, a questo si aggiungono la gestione diretta della strumentazione e l'abilitazione all'impiego. Questa conoscenza va tipicamente aggregata in una struttura che svolga il ruolo di *service* interno, a beneficio degli utilizzatori “tematici”, la cui conoscenza e consapevolezza è maggiormente concentrata sugli specifici problemi ambientali che si intendono affrontare (qualità delle acque, vigilanza sugli impianti di trattamento rifiuti, ecc.).

Un percorso perfettamente analogo è stato svolto, in diverse realtà e con alcuni anni di anticipo rispetto a quanto qui viene discusso, per l'introduzione nelle Agenzie della modellistica ambientale (meteorologica, marina, per la qualità dell'aria, ecc.): anche in tali casi, è stato necessario coprire un

Figura 1. Total suspended matter nel Golfo di Trieste, stimata da dati

Sentinel-3



Fonte: Arpa Friuli-Venezia Giulia

ampio spettro di conoscenze e competenze, tipicamente distribuite fra strutture specializzate in *information technology*, modellistica ambientale, monitoraggi ambientali, valutazioni di impatto ambientale. Si è dovuta creare una sovrapposizione dei saperi tecnici che garantisce l'interoperabilità fra strutture, in un processo non facile di organizzazione.

Infine, è opportuno qui ricordare che le ARPA operano innanzi tutto per “processi”: l'*Earth Observation* può essere inizialmente un “programma” su cui si sviluppano dei “progetti” sperimentali finalizzati comunque a portare un miglioramento nelle prestazioni “standard” descritte nel Catalogo delle Prestazioni Ambientali (SNPA, 2018). Quali

dunque le prospettive di sviluppo della *Earth Observation* nelle attività delle ARPA?

Come già successo per altre attività, ciascuna Agenzia regionale/provinciale adatterà i propri processi e le proprie dotazioni alle specificità del territorio sul quale opera: presenza del mare, caratteristiche delle zone montuose, delle realtà produttive, delle infrastrutture, dimensioni dei centri abitati. Questo adattamento dipenderà anche dalla capacità operativa degli altri Enti con cui l'Agenzia è chiamata a collaborare con un ruolo “concorrente” (ad esempio, nel campo del dissesto idrogeologico, delle emergenze naturali ed antropiche, nella lotta ai reati ambientali, nella tutela del paesaggio, nella pianificazione territoriale, nel supporto all'agricoltura). Ci troveremo infatti ad operare con altre organizzazioni (Servizi regionali, Corpo Forestale, Nucleo Operativo Ecologico dei Carabinieri, Capitanerie di Porto, ecc.) più o meno attrezzate, sia dal punto di vista strumentale (flotte di droni) che delle competenze tecniche. A seguito di ciò le Agenzie avranno – stanno già avendo – priorità diverse nello sviluppo della *Earth Observation*.

Nella prospettiva dell'ARPA FVG, sia per quanto riguarda i dati acquisiti da satellite che da droni, ci si può attendere sviluppi molto importanti nella lotta ai reati ambientali, in particolare connessi alla gestione dei rifiuti, campo in cui l'esperienza più avanzata appare essere quella di ARPA Lombardia con il progetto SAVAGER (ARPA Lombardia, 2023).

Dalle piattaforme satellitari, nel campo della qualità delle acque marine e di transizione, appaiono interessanti i prodotti relativi alla concentrazione di clorofilla, al materiale totale sospeso, alla torbidità, e prodotti derivati, come la probabilità di insorgenza di fioriture algali; mentre nel campo della qualità dell'aria, le prospettive appaiono più marcatamente ancillari rispetto alla modellistica, con i dati derivanti da *Earth Observation* (umidità del suolo, rugosità, albedo, temperatura superficiale, contenuto colonnare di alcuni gas, ecc.) utilizzati per migliorare le condizioni iniziali / al contorno dei modelli, in tecniche di *data assimilation* o di *data fusion*. Un limite importante, nella messa in operatività di alcuni prodotti, è la disponibilità dei dati, che risente della frequenza dei sorvoli da parte dei satelliti in orbita polare, dalla cecità di alcuni sensori in presenza di copertura nuvolosa e da altre cause di indisponibilità temporanea.

Dell'impiego dei droni, oltre a quanto già detto, si potranno esplorare altre applicazioni: ad esempio, la caratterizzazione fine degli alvei e della portata dei torrenti in condizioni di *shallow water*, contestualmente allo svolgimento delle misure chimico-biologiche per la loro caratterizzazione (Lagogiannis S. *et al.*, 2021).

Nella gran parte dei casi d'uso esplorati, per entrambi i tipi di piattaforma, i dati ricavabili non sono immediatamente spendibili; come già sperimentato quando si è inteso spremere a fondo l'informazione contenuta nei monitoraggi tradizionali, anche nell'applicazione dei sistemi di *Earth Observation* non si può prescindere dallo sviluppo di competenze relative ai modelli statistici (*machine learning*).

Un'altra difficoltà incontrata, in questa fase esplorativa iniziale, è quella di mantenere il *know how* che viene sviluppato da personale assunto a tempo determinato nell'ambito dei progetti: una difficoltà contenuta, ma non eliminata, dall'utilizzo di ambienti di calcolo condivisi, di documentazione e tracciamento delle attività, di versionamento dei software.

Bibliografia

- ARPA Lombardia, *IA NEL PROGETTO SAVAGER, COLLABORAZIONE TRA ARPA LOMBARDIA E POLITECNICO DI MILANO - ARPA Lombardia*, 4 dicembre 2020. Ultimo accesso il 12 maggio 2023.
- ARPAE, *COPERNICUS e le nuove frontiere per l'ambiente. L'osservazione della terra da satellite a supporto di monitoraggio e controllo*, EcoScienza n.5/2021
- AssoARPA, Zini E., Marletto V., Spisni A., Rossin P., Briotti V., Bellingeri D., Menin A., Licciardello C., Pelleriti S., Francescon M., Morra di Cella U., 2016, *Rapporto Earth Observation: Analisi delle attività osservabili da satelliti e a mezzo di APR*, Prodotto n. E1C, Area E – Progetti Speciali
- ESA, *IRIDE Service Segment, Tender Action Number: 1-11570 — Activity Number: 1000036121*, 2022
- Farris C., Giaiotti D., Miniussi S., Sgubin C., Tudorov N., *An integrated approach for marine litter hot spots identification*, In: *Atti del Ninth International Symposium "Monitoring of Mediterranean Coastal Areas: Problems and Measurement Techniques"*, Livorno (Italy) 14th-16th June 2022, Ed. Bonora L, Carboni D., De Vincenzi M. e Matteucci G., Firenze University Press, 2022
- Intrerreg Italy-Croatia FIRESPELL, *FIRESPELL - Fostering Improved Reaction of crossborder Emergency Services and Prevention Increasing safety Level*. Ultimo accesso il 10 maggio 2023.
- Interreg Italy-Croatia MARLESS, *MARLESS - MARine Litter cross-border awarenESS and innovation actions*. Ultimo accesso il 10 maggio 2023.
- ISPRA, ASI-ISPRA: *Piattaforma Tematica del Sentinel Collaborative GS per Qualità dell'aria (2017-2020)*. Ultimo accesso il 21 maggio 2023.
- Lagogiannis S., Dimitriou E., *Discharge Estimation with the Use of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) and Hydraulic Methods in Shallow Rivers*. *Water*. 2021; 13(20):2808. <https://doi.org/10.3390/w13202808>
- MUR, ASI, e-Geos, Planetek Italia, *piattaforma CosteLAB*, 2021. Ultimo accesso il 15 maggio 2023.
- SNPA, *Catalogo nazionale dei Servizi e Prestazioni del SNPA*, 2018. Ultimo accesso il 15 maggio 2023.

EXE SISMA DELLO STRETTO 2022 (REGGIO CALABRIA) - IMPIEGO DEI SISTEMI AEROMOBILI A PILOTAGGIO REMOTO (SAPR) PER LA VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE DI UN SITO DA IMPIEGARE COME AREA DI STOCCAGGIO DELLE MACERIE GENERATE DA UN SISMA

Autori: Luigi Dattola, Alberto Belvedere, Clemente Migliorino, Teresa Oranges, Vincenzo Sorrenti
ARPA Calabria

Abstract

L'esercitazione "Exe Sisma dello Stretto 2022", che si è svolta a Reggio Calabria dal 4 al 6 novembre 2022, rientra nel quadro generale delle attività che hanno come scopo la verifica della risposta operativa del Servizio Nazionale di Protezione Civile a eventi catastrofici.

ARPACAL e ISPRA sono stati coinvolti nelle esercitazioni in un'attività che ha previsto sperimentalmente l'impiego di droni con lo scopo di caratterizzare e valutare un sito da adibire allo stoccaggio delle macerie generate da un sisma. Le attività, coordinate fisicamente nell'ambito del DICOMAC (Direzione di Comando e Controllo), insediandosi a seguito dell'evento simulato del 4 novembre presso il CE.DIR di Reggio Calabria, sono state avviate con l'allertamento della squadra di piloti di drone di ARPACAL che il 5 novembre si è recata su un sito precedentemente segnalato in Loc. Sambatello di Reggio Calabria. Sull'area segnalata si sono svolti sopralluoghi diretti e riprese d'insieme dall'alto tramite un drone DJI MAVIC 2EA. Video e immagini visionati in tempo reale sono serviti alla compilazione sul campo di due schede approntate con lo scopo di valutare le caratteristiche del sito e delle macerie da stoccare:

- 1) Scheda di primo sopralluogo per l'individuazione del sito di deposito temporaneo prima della raccolta per la gestione delle macerie post-sisma;
- 2) Scheda di rilevazione visiva della presenza di amianto ed altri rifiuti pericolosi tra le macerie.

I dati raccolti da drone sono stati successivamente elaborati al fine di ottenere ulteriori informazioni ed elaborati come ortomosaici e modelli digitali di superficie, utili come base di lavoro per la programmazione delle attività successive (superfici utili allo stoccaggio, stima dei volumi delle macerie da stoccare).

Introduzione

Exe Sisma dello Stretto 2022, come già accennato, nasce dall'esigenza di verificare periodicamente in che modo il Sistema Nazionale di Protezione Civile risponde alle emergenze che potrebbero presentarsi sul territorio italiano (sismi, alluvioni, frane). Dal 4 al 6 novembre 2022 si sono svolte attività e interventi simulando un evento sismico con magnitudo momento Mw=6.2, epicentro nell'entroterra "reggino", a circa 5km dalla costa e 20km circa di profondità. Evento capace di generare fenomeni di liquefazione, frane e maremoti. Il sisma reale preso come riferimento risale al 1975, durante il quale si registrò una magnitudo momento stimata pari a 5.3.

Nelle esercitazioni sono stati coinvolti enti statali ed entità private che a vario titolo possono avere un ruolo in caso di eventi simili. Le informazioni su come le attività sono state progettate e i partecipanti coinvolti possono essere trovati all'indirizzo:

<https://www.protezionecivile.gov.it/it/approfondimento/esercitazione-sisma-dello-stretto-2022> .

A seguito di eventi sismici di elevata magnitudo è facile prevedere che questi possano innescare fenomeni naturali indotti come frane e maremoti ma anche causare crolli di strutture ed edifici che possono interessare anche aree densamente popolate. Tali crolli producono accumuli di macerie che devono essere necessariamente e rapidamente rimossi e allontanati per consentire il lavoro in sicurezza dei soccorritori. Fatta salva la necessità di disporre, già in fase di programmazione territoriale, di siti potenzialmente idonei ad accettare le macerie generate da un sisma, è comunque imprescindibile che verifiche puntuali e tempestive debbano essere svolte a ridosso dell'evento al fine di valutarne l'agibilità e la capacità reale di stoccaggio. In via sperimentale è stato proposto per la prima volta l'attuazione della verifica di un sito indicato come area di stoccaggio macerie con l'ausilio di un drone.

Materiali e metodi

Verifiche preliminari

Le verifiche fatte sul portale D-Fligh hanno permesso di constatare che l'area oggetto dei rilievi ricade all'interno della CTR (zona di controllo) dell'Aeroporto di Reggio Calabria. In tale area, secondo la circolare ATM-09, a meno di deroghe o autorizzazioni, sono consentiti i voli entro i 60m al di sopra del livello del suolo. Oltre il vincolo sopra riportato, tenendo conto che le attività si sarebbero svolte in uno scenario di crisi e con spazi aerei attraversati da altri velivoli impegnati in attività di soccorso (elicotteri aerei, droni), è stato necessario concordare preventivamente le attività con il COAU (Centro Operativo Aereo Unificato) che sovrintende alle missioni aeree in seno alle attività di Protezione Civile. Per tale motivo è stato necessario approntare un piano di volo (Tabella 1) con le informazioni utili e necessarie al fine di non interferire con altre attività aeree. Il piano di volo è stato trasmesso al COAU che lo ha approvato, garantendo la sicurezza di tutti gli operatori nel luogo e nella finestra temporale indicata. A seguito di approvazione del piano di volo è giunta la notifica di "nulla osta" all'avvio delle operazioni.

Tabella 1: Scheda Piano di volo

Scheda Piano di volo	
Oggetto: comunicazione operazioni a mezzo APR – territorio comunale di Reggio Calabria – loc. Sambatello (Figura 1)	
Operatore: ARPA Calabria – rif. ITEFENCoS	
Tel/Mob.: -	E-mail/Pec: I
Tipo ARR: VL/MC – MTOM 1.1Kg – SAPR-DBMDA-0322.	
Modello drone: MAVIC 2EA	
Piloti: Luigi Dattola – cell. 3475039930 - Abilitazione: L/MC A1/A3-A2 - ITA-RP-000001523abp Alberto Belvedere – cell. 3701026792 - Abilitazione: L/MC A1/A3 – A2 - ITA-RP000005376abg Tipo di attività: rilievi fotografici e video finalizzati alla verifica di siti da utilizzare per il conferimento delle macerie.	
Attività: Le attività avranno luogo, presumibilmente e salvo condizioni meteo avverse, nel giorno 5 novembre 2022 nella fascia oraria compresa tra le 9.00 e le 16.00. Ogni variazione verrà comunicata tempestivamente.	
Limiti verticali: inferiore - superficie del suolo superiore - 60m AGL (Figura2)	

Fonte: ARPA Calabria

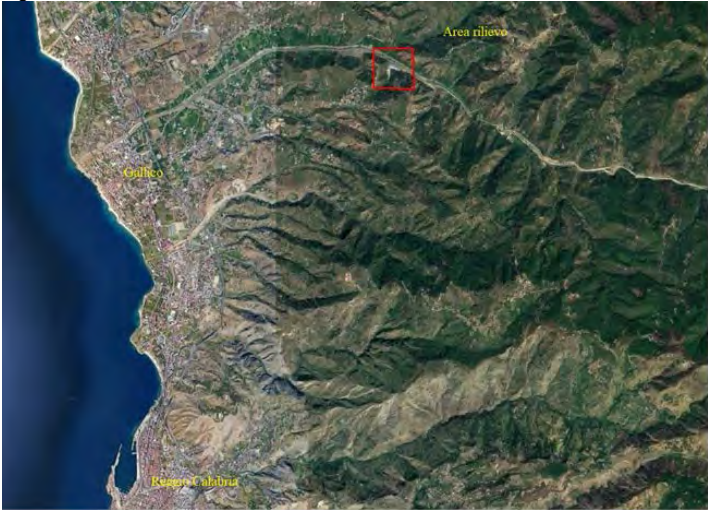
Lo spazio aereo interessato dalle attività è identificato dai vertici del poligono riportati nella Tabella 2.

Tabella 2: Vertici del Poligono WGS84/UTM 33N – EPSG32633

NORD	EST
4226664,0	561030,0
4226668,5	561646,0
4226056,0	561651,3
4226051,3	561034,4

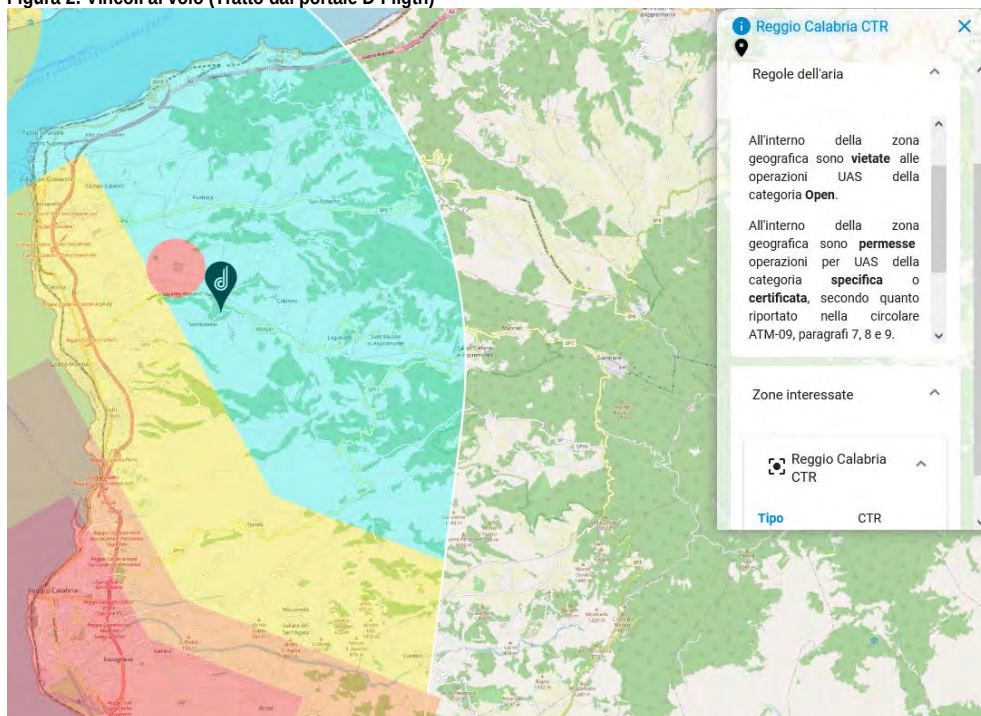
Fonte: ARPA Calabria

Figura 1: Ubicazione area i di intervento



Fonte: ARPA Calabria

Figura 2: Vincoli al volo (Tratto dal portale D-Fligh)



Fonte: ARPA Calabria

Modalità operative

La campagna d'indagine è stata condotta con Drone DJI Mavic 2 EA dotato di camera RGB a 48Mpx e camera termica radiometrica (Figura 3). Il sistema è dotato di sistema di GPS-RTK che garantisce una precisione di posizione del drone superiore ai sistemi GPS tradizionali. Sulle aree di interesse si sono fatti voli in modalità manuale e programmata con ripresa di immagini e video.

Figura 3: Mavic 2 EA



Fonte: ARPA Calabria

Durante i rilievi è stato possibile fare immediate osservazioni sulle caratteristiche del sito e delle eventuali criticità presenti, tra le quali si è notata la potenziale instabilità del versante che sovrasta l'accesso principale all'area (Figura 4), tale emergenza è comunque superata da un secondo accesso sicuro (Figura 5).

Figura 4: Accesso principale



Fonte: ARPA Calabria

Figura 5: Accesso secondario



Fonte: ARPA Calabria

La presenza sul sito di un cumulo di macerie da demolizione ha permesso, inoltre, di testare la risoluzione del sistema di ripresa e la capacità di riconoscimento, in tempo reale, della presenza di materiali pericolosi come potrebbero essere alcuni manufatti potenzialmente contenenti amianto ma, data la risoluzione del sistema, anche altri oggetti come armi, bombole contenenti gas o altri oggetti capaci di pregiudicare l'incolumità dei soccorritori (Figura 6).

Il test è servito anche per comprendere se, in scenari reali, il sistema può essere impiegato per valutare preliminarmente le condizioni di rischio delle aree in cui sono presenti cumuli di macerie. L'operazione, se condotta correttamente, può ridurre i rischi per gli operatori che dovranno intervenire nelle operazioni di rimozione delle macerie in contesti urbani, dove l'accesso fisico ai luoghi per le preliminari ispezioni, potrebbe essere fortemente limitata o compromessa del tutto. È evidente che questo è un punto fondamentale della capacità di gestire l'emergenza, dato che, spesso, l'accessibilità per i soccorsi può essere garantita solo con la conoscenza dei rischi che gli scenari comportano. I Sistemi APR, come dimostrato, possono certamente dare un importante contributo in tali fasi delle operazioni.

Figura 6: Macerie di demolizione sotto osservazione



Fonte: ARPA Calabria

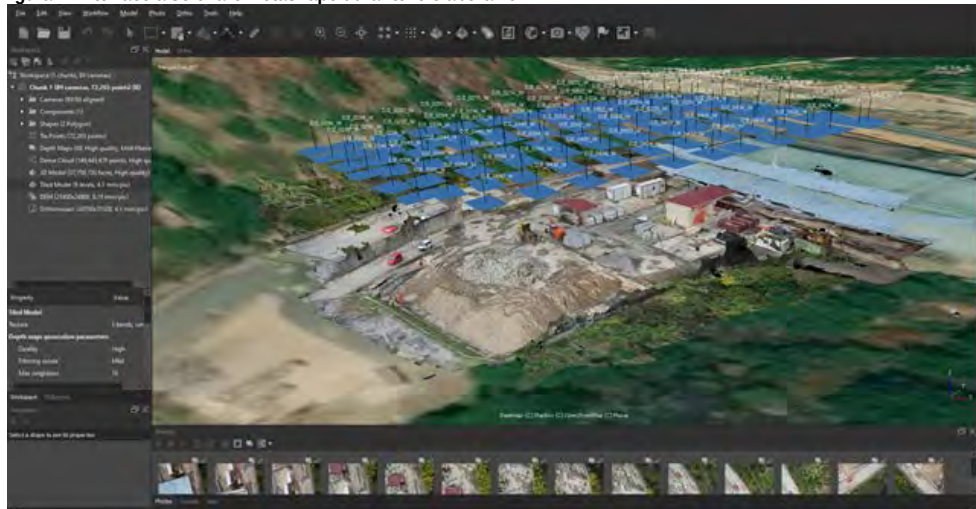
Elaborazioni

I dati acquisiti con volo programmato sono stati elaborati con uno specifico software di ortomosaicatura (Metashape-Figura 7).

Gli elaborati ottenuti e di maggiore interesse per le attività successive sono un ortomosaico, che restituisce il quadro d'insieme del sito (Figura 7); un modello digitale delle superfici (Figura 8).

Quest'ultimo modello ha permesso la stima dei volumi delle macerie stoccate sul piazzale del sito usato come test.

Figura 7: Interfaccia software Metashape durante le elaborazioni



Fonte: ARPA Calabria

Figura 8: Ortomosaico area di interesse



Fonte: ARPA Calabria

Figura 9: Modello digitale di superficie (DSM), raffigurati in bianco i poligoni utilizzati per la stima del volume occupato dalle macerie



Fonte: ARPA Calabria

I volumi delle macerie riportati nella Tabella 3 fanno riferimento al volume “fuori terra”:

Tabella 3: Superficie e volume delle macerie

Cumulo 1	
Superficie occupata dalle macerie:	230m ²
Volume macerie:	302m ³
Cumulo 2	
Superficie occupata dalle macerie:	590m ²
Volume macerie:	1.205m ³

Fonte: ARPA Calabria

Risultati

I voli hanno permesso la visualizzazione dall'alto dello stato dei luoghi, consentendo l'individuazione rapida degli accessi e delle criticità del sito. La presenza di cumuli di macerie, derivanti da demolizioni legate agli attuali cantieri di lavori attivi, ha inoltre consentito la valutazione della risposta dei rilievi drone finalizzati al riconoscimento dei materiali ed eventuale individuazione di oggetti classificabili

come pericolosi. I dati raccolti nell'immediato sono stati usati per la compilazione della Scheda di primo sopralluogo per l'individuazione del sito di deposito temporaneo prima della raccolta per la gestione delle macerie post-sisma e, per la Scheda di rilevazione visiva della presenza di amianto ed altri rifiuti pericolosi tra le macerie.

Il drone è stato anche impiegato per la ripresa di immagini con voli programmati, ottenendo elaborati consistenti in un ortomosaico e un modello digitale di superficie (DSM). Tali elaborati si sono ottenuti trattando le immagini acquisite con il software di elaborazione Agisoft Metashape. I dati rappresentano lo stato dei luoghi al momento delle riprese e forniscono una base di partenza per ulteriori elaborazioni su base reale. Il DSM, inoltre, ha permesso una stima precisa dei volumi di macerie ripresi dai voli. L'attività è stata utile a verificare come i sistemi aeromobili a pilotaggio remoto possano intervenire anche nelle prime fasi emergenziali post-catastrofe anche se non necessariamente con lo scopo precipuo del salvataggio, quanto nelle azioni che possono facilitare e supervisionare tali operazioni. Le schede di rilievo, predisposte e impiegate per lo scopo, si mostrano efficaci soprattutto se i siti oggetto di stoccaggio temporaneo delle macerie fanno già parte di piani operativi per le emergenze. Infine, si osserva come sia fondamentale disporre in campo, oltre che di idonei sistemi APR, di computer portatili dotati di adeguata potenza di calcolo, al fine di poter rendere immediatamente fruibili ad altri operatori i dati elaborati (ortomosaici, DSM ecc.)

VALORI DI FONDO DEI SUOLI E DELLE ACQUE SOTTERRANEE NELLE AREE MINERARIE DISMESSE DELLA SARDEGNA

Autori: Roberto Dessì, Maurizio Testa, Enrico Mantega
ARPA Sardegna

ARPA Sardegna, nell'ambito del progetto finanziato dalla Regione Sardegna (RAS) "Determinazione dei valori di fondo (VDF) naturale dei suoli e delle acque sotterranee delle aree minerarie dismesse (AMD) della Sardegna" ha sottoscritto un accordo di collaborazione con l'Assessorato dell'Ambiente RAS per la realizzazione del progetto, che si concluderà nel dicembre 2024.

ARPA Sardegna ha costituito un Gruppo di Lavoro con i Dipartimenti di Ingegneria (DICAAR) e di Scienze Geologiche (DSCG) dell'Università di Cagliari per l'esecuzione delle indagini, l'elaborazione dei dati e la determinazione dei VDF. Le fasi di lavoro, le indagini e le elaborazioni sono portate avanti, in accordo con quanto previsto dalle Linee Guida del Sistema Nazionale Protezione dell'Ambiente (SNPA) n. 8/2018 (Linee guida per la determinazione dei valori di fondo per i suoli e per le acque sotterranee).

Figura 1: Aree Minerarie Dismesse della Sardegna



Fonte: elaborazione ARPAS su dati Piano regionale Bonifica Sardegna 2018

Le AMD identificate nel Piano Regionale di Bonifica (PRB) dei siti contaminati del 2018, consistono in 154 siti (Figura 1). Il progetto prevede un'indagine diretta sulle matrici suoli e acque sotterranee con rilievi, campionature e determinazioni analitiche in base alle caratteristiche sito specifiche delle AMD, a seguito dell'individuazione degli ambiti fisiografici specifici, geologici e idrogeologici e l'elaborazione del modello concettuale (MC) e dei contesti geochimici interessati dalle attività estrattive.

La complessità di queste elaborazioni rende necessario individuare una metodologia di valutazione specifica attraverso la ricostruzione di basi di dati e aree test.

L'individuazione di livelli di riferimento (VDF) a scala di distretto minerario o di specifiche aree minerarie, permette di pianificare una corretta gestione dei progetti di bonifica di suoli ed acque sotterranee nonché la gestione di opere infrastrutturali in quelle aree.

Il lavoro, attualmente in corso, ha come obiettivi principali:

- la determinazione dei VDF di suoli e acque sotterranee nelle 154 AMD;
- lo sviluppo di procedure specifiche nell'ambito della gestione delle aree estrattive ad integrazione delle Linee Guida esistenti;
- la realizzazione di un Atlante dei VDF nelle AMD in forma di WEBGIS, da integrare nei portali cartografici regionali e nazionali.

Il progetto è articolato in fasi distinte e successive che comprendono:

- rilievi, raccolta e determinazioni analitiche multielementari di 1.000 campioni di suolo superficiale;
- rilievi, raccolta e analisi multielementari di 500 campioni di acque sotterranee in acquiferi selezionati nelle AMD;
- raccolta ed elaborazione di dati multisorgente, realizzazione e gestione di un GeoDatabase, con software open-source, operante su una piattaforma CLOUD progettata dal gruppo di lavoro;
- elaborazione e valutazione dei Valori di Fondo;
- implementazione ATLANTE su WEBGIS.

Nelle fasi di campionatura e rilievo dei parametri di campo sui suoli e le acque sotterranee viene utilizzata la *app Survey 123* di ESRI, da tablet e smartphone, con una scheda appositamente strutturata dal gruppo di lavoro, per la raccolta dei dati di campagna, per raccogliere e sistematizzare tutti i dati anagrafici della stazione, geolocalizzare, scattare foto. I dati così inseriti vengono trasmessi dal campo alla piattaforma ARCGIS online, che, a seguito di una specifica validazione, permette quindi di inserire tutte le informazioni nel GeoDatabase (GeoDB) sulla piattaforma VDF-CLOUD di progetto (Figura 2).

Figura 2: Piattaforma CLOUD-VDF e sintesi del flusso dati di progetto



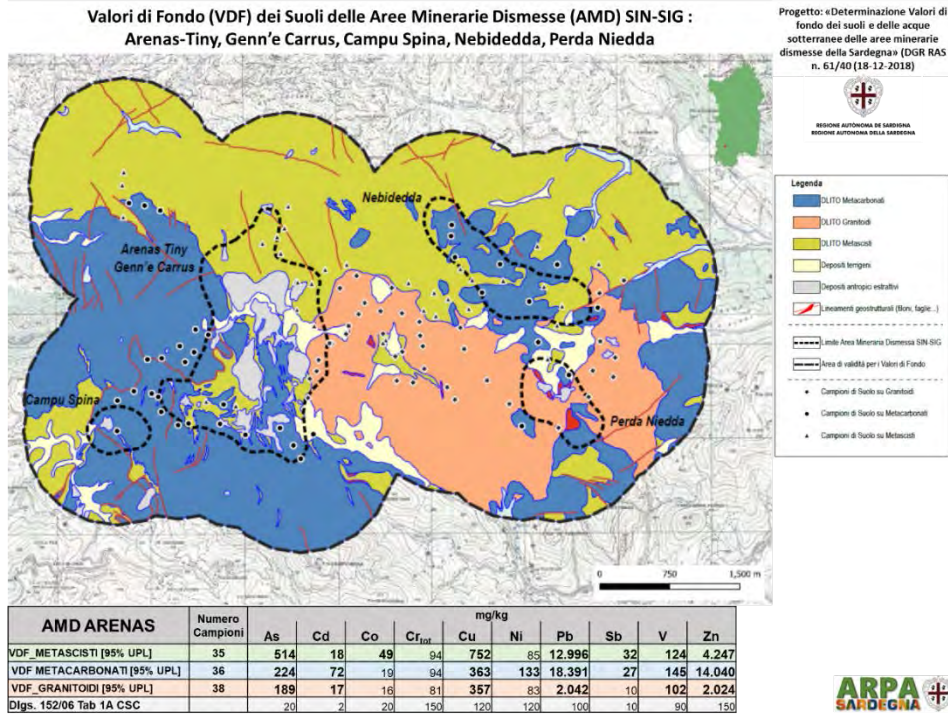
Fonte: elaborazione ARPAS

Il GeoDB è in continua evoluzione con il progredire delle nuove informazioni; al momento contiene circa 55.000 stazioni di suoli con relative misure e 2.200 stazioni di acque sotterranee e relative misure. A maggio 2023, sulla matrice **suoli** sono state condotte nuove indagini in 45 AMD singole che, sulla base di considerazioni geo-giacimentologiche, tipo di attività estrattiva e prossimità delle singole aree sono state accorpate in distretti specifici, sui quali sono stati elaborati i valori di fondo. In tutte le aree la programmazione della campionatura è stata eseguita secondo il seguente approccio:

- Accorpamento delle AMD limitrofe con simili caratteristiche giacimentologiche;
- Definizione dei Domini Litologici (DLito) principali e suddivisione dei campioni;
- Individuazione dei bacini idrologici principali che racchiudono le AMD prescelte;
- Individuazione delle infrastrutture viarie, anche a livello di sentieri con utilizzo di foto aeree;
- Individuazione della posizione delle discariche di rifiuti minerari, scavi, fornelli e trincee derivanti dalle attività estrattive;
- Individuazione dei punti di affioramento delle principali mineralizzazioni.

Di seguito si riporta come esemplificativa le indagini ed elaborazioni completate nell'area di Arenas. L'area di Arenas si trova nel SIN del Sulcis-iglesiente-Guspinese, nei territori di Fluminimaggiore e Domusnovas, ed è costituita da 5 AMD con mineralizzazioni polimetalliche a solfuri ed ossidati di Pb, Zn e Cu in cavità carsiche e skarn. La campionatura di 109 campioni di suolo superficiale su 3 distinti domini litologici, paleozoici, ha permesso di elaborare tramite il software ProUCL (EPA) i valori di fondo di metalli e metalloidi e proporre un areale di validità di questi VdF (Figura 3). La proposta è in fase di approvazione da parte del MASE e della RAS.

Figura 3: Valori di fondo dei suoli dell'area di ARENAS



Fonte: Elaborazione ARPA Sardegna

Le proposte di valori di fondo della matrice suoli per questa AMD, e tutte le altre aree finora completate, evidenziano quanto supposto nel modello concettuale generale delle aree minerarie dismesse in particolare riguardo ai seguenti punti:

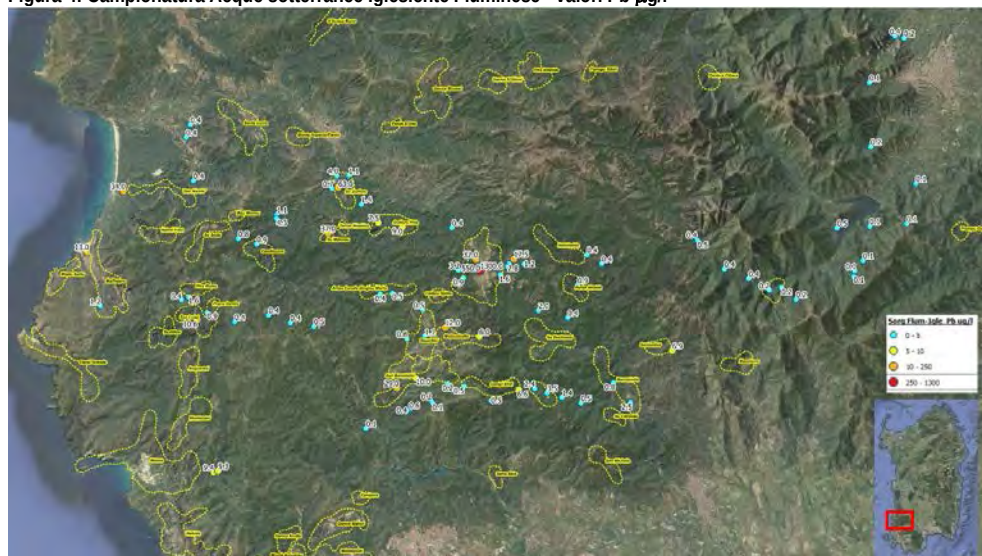
- la presenza delle mineralizzazioni polimetalliche nelle AMD non è esclusiva delle aree estrattive ma ha una diffusione areale molto più ampia condizionata dalle situazioni geo-giacimentologiche sito specifiche;
- i contenuti di metalli/metalloidi nei suoli delle AMD sono sempre molto più alti di quelli contemplati dalle CSC della Dlgs. 152/06, talvolta soprattutto nel caso di piombo, zinco e cadmio anche di vari ordini di grandezza;
- i contenuti di metalli/metalloidi nei suoli sono generalmente inferiori per gli stessi parametri a quanto contenuto nelle rocce madri in cui si trovano le mineralizzazioni e alterazioni geochimiche non oggetto di attività estrattive;
- i contenuti di metalli/metalloidi rappresentativi delle discariche minerarie non trattate sono comparabili con quanto valutato per i valori di fondo dei suoli.

Un'altra considerazione può essere aggiunta in relazione ai contenuti di metalli/metalloidi nei suoli: questi hanno una diretta correlazione con gli acquiferi superficiali delle rocce madri e per quanto riguarda le acque sotterranee le relazioni geochimiche, fattori quali il pH ed Eh, e le fluttuazioni di soggiacenza delle acque sotterranee condizionano fortemente la solubilità di metalli/metalloidi e quindi il loro contenuto nelle acque.

Per la matrice **acque sotterranee** è stata completata l'area test della ex miniera aurifera di Furtei, attualmente in fase operativa di bonifica. Nell'area erano già stati elaborati i VdF dei suoli e sulla base di una rete di monitoraggio con 28 piezometri attiva dal 2015, su 376 osservazioni e più di 5.000 dati analitici sono stati elaborati i valori di fondo sui due acquiferi principali. Questi hanno caratteristiche di basso pH e elevatissimo contenuto di metalli e metalloidi dovuti alla natura dell'evento metallogenico di forte alterazione argillica delle vulcaniti terziarie in un ambiente di alta solfurazione. A titolo esemplificativo si riportano i valori di fondo calcolati nell'acquifero a maggiore alterazione: Al 140.000 µg/l, As 89 µg/l, Co 1.700 µg/l, Cu 1.800 µg/l, SO₄ 7.100 µg/l.

Sempre sulle acque sotterranee è in corso una indagine a grande scala nella zona che comprende circa il 70% di tutte le AMD, l'Iglesiente-Fluminese, dove dopo una verifica e selezione dei dati storici sono state campionate 91 sorgenti che si trovano in aree limitrofe alle aree estrattive in terreni paleozoici principalmente metascisti e metacarbonati, figura 4; nella stessa area sulla base dei dati è stata elaborata una carta preliminare della circolazione delle acque per la ricostruzione del Modello concettuale. È in corso la seconda campagna di monitoraggio, a seguito della quale si valuteranno le proposte di valori di fondo.

Figura 4: Campionatura Acque sotterranee Iglesiente Fluminese - valori Pb µg/l



Fonte: Elaborazione ARPA Sardegna

SUPPORTO ALLA REGIONE LAZIO PER LA DEFINIZIONE CARTOGRAFICA E IL BILANCIO DEPURATIVO DEGLI AGGLOMERATI DI ACQUE REFLUE URBANE DI DIMENSIONI MAGGIORI DI 2000 AETU (UWWTD)

Autore: Sergio Tarsiero
ARPA Lazio

La disciplina delle acque reflue, nel territorio comunitario è stabilita dalla direttiva 91/271/CE (*Urban Waste Water Treatment Directive* – UWWTD), attualmente in corso di revisione da parte dell'Unione Europea.

Nell'ambito della suddetta normativa, risulta preminente il ruolo degli “agglomerati” di acque reflue urbane, che la norma definisce quali aree “in cui la popolazione e/o le attività economiche sono sufficientemente concentrate così da rendere possibile la raccolta e il convogliamento delle acque reflue urbane verso un impianto di trattamento di acque reflue urbane o verso un punto di scarico finale.”

All'interno di ogni agglomerato, laddove esso superi i 2.000 abitanti equivalenti, è necessario garantire che le acque reflue siano collettate e depurate, attraverso sistemi di depurazione appropriati.

La Regione Lazio e ARPALazio (Servizio Tecnico – Area Informazione e Reporting) hanno quindi intrapreso un percorso di studio e analisi degli agglomerati esistenti, utilizzando come linea guida metodologica il documento “Terms and Definitions of the Urban Waste Water Treatment - Directive 91/271/EEC” del Working Group UWWTD, il cui scopo è chiarire alcuni termini della 91/271/CE e stabilire una linea guida di riferimento per la definizione degli agglomerati da un punto di vista tecnico e geografico.

Il fine dello studio è quello di pervenire, seguendo le linee guida sopracitate, a una definizione cartografica dei confini di ciascun agglomerato superiore ai 2000 AETU e, conseguentemente, alla valutazione delle criticità presenti in ciascuno di essi, anche alla luce del confronto tra i dati emergenti dalle pressioni puntuali e diffuse generate e lo stato di qualità dei corpi idrici ai sensi della Direttiva 2000/60/CE (Water Framework Directive).

In generale, la definizione cartografica degli agglomerati di acque reflue urbane ha consentito di:

- valutare l'adeguatezza delle infrastrutture depurative rispetto al carico di acque reflue urbane generato dagli agglomerati;
- valutare l'impatto sui corpi idrici significativi delle pressioni puntuali degli scarichi dei depuratori e degli sfioratori, nonché delle pressioni diffuse generate da scarichi non allacciati;
- valutare la coerenza dei Piani d'Ambito e in generale degli investimenti fatti su ciascun agglomerato rispetto alle necessità di risanamento emergenti da tali analisi;
- fornire indicazioni a supporto delle misure e delle norme tecniche da inserire nella revisione del Piano di Tutela delle Acque Regionale (PTAR);
- facilitare la raccolta e il calcolo dei dati necessari per le comunicazioni biennali alla Commissione Europea (art. 15 e art.17 UWWTD).

Per la realizzazione dello studio sono stati acquisiti:

- le perimetrazioni fognarie, ove disponibili, almeno delle direttrici principali, fornite dal gestore del SII;
- le coordinate puntuali degli impianti di depurazione, degli scarichi finali, degli sfioratori di piena e degli impianti di sollevamento, forniti dal gestore del SII;
- le sezioni censuarie ISTAT appartenenti a centri abitati dell'ultimo censimento disponibile (2011) al momento della realizzazione del lavoro;
- il reticolo idrografico IGMI 2023 in formato vettoriale e il DEM INGV a 10m.

Come primo passo, utilizzando un GIS, sono stati tracciati i confini degli agglomerati tenendo presenti due principi:

- l'interconnessione dei sistemi fognari;
- la continuità urbanistica tra le sezioni censuarie presenti.

Ai due principi di cui sopra si è derogato solo nelle situazioni in cui fossero già in corso di realizzazione infrastrutture di collegamento aventi per oggetto la connessione di nuclei diversi; nel qual caso si è perimetrato l'agglomerato di futura e ragionevolmente prossima realizzazione.

Tramite una analisi spaziale è stata quindi calcolata la somma degli abitanti equivalenti totali urbani (AETU) complessivi sottesi alle sezioni censuarie di ciascun agglomerato, tenendo conto sia dei residenti sia dei c.d. "fluttuanti" (pendolari e turisti) nonché del carico generato dalle attività commerciali e dalle piccole attività industriali, utilizzando come riferimento la c.d. "settimana di massimo carico", ovvero la settimana in cui l'effetto combinato di tutti questi fattori comporta la generazione del numero di abitanti equivalenti più elevato (la metodica è stata sperimentata in collaborazione con personale tecnico ISTAT).

Per la determinazione delle soglie di concentrazione delle attività umane rilevanti ai fini dell'inclusione di una data sezione censuaria nel perimetro degli agglomerati, è stata utilizzata la soglia di 10AETU/ha (1.000AETU/km²), contenuta nella bozza di revisione della Direttiva UWWTD 14223/22, ad oggi in fase di consultazione pubblica.

La figura 1 illustra l'individuazione di un agglomerato secondo i criteri sopra esposti.

Come è possibile osservare, il poligono risultante include tutte le aree appartenenti a un dato agglomerato ad esclusione delle aree con densità di AETU inferiore a 1.000 (in giallo).

Figura 1: Individuazione di un agglomerato di acque reflue urbane (in blu le fognature, in rosso gli impianti di depurazione, in bianco gli scolmatori di piena)



Fonte: ARPA Lazio

Conseguentemente, sono stati selezionati tutti gli agglomerati aventi carico superiore a 2.000 AETU, ed è stato fatto un confronto tra gli AETU stimati e la capacità depurativa degli impianti presenti nell'agglomerato, per evidenziare le criticità sul fronte delle dotazioni infrastrutturali.

Lo studio ha consentito, quindi, di stimare in via speditiva sia i carichi puntuali generati dagli impianti di depurazione presenti, sia i carichi diffusi eventualmente generati dagli AETU non gestiti, negli agglomerati in cui sono risultati esistere deficit depurativi.

Il contributo relativo alle due componenti è stato quindi elaborato in forma aggregata rispetto ai bacini afferenti ai corpi fluviali e lacustri monitorati ai sensi della direttiva 2000/60/CE, per costituire uno strumento di supporto all'analisi delle pressioni inerente il redigendo aggiornamento del Piano di Tutela delle Acque del Lazio.

La fase di raccolta informazioni ed elaborazione ha inoltre delineato, nell'ambito di ciascun agglomerato, anche le eventuali criticità inerenti, in alcuni casi, la carenza di informazioni esistente in merito all'assetto dei sistemi fognari, alla presenza e l'estensione di aree non soggette a depurazione o depurate mediante i c.d. "sistemi individuali".

Le risultanze del lavoro svolto saranno utilizzate a supporto della programmazione delle misure di tutela e della revisione delle norme tecniche del redigendo PTAR Lazio.

Bibliografia

Direttiva 91/271/CE: DIRETTIVA DEL CONSIGLIO del 21 maggio 1991 concernente il trattamento delle acque reflue urbane.

COM(2022) 541 final – 14233/22 - Proposta di DIRETTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO concernente il trattamento delle acque reflue urbane.

"Terms and definition of the Urban Wastewater Directive 91/271/EEC", Brussels 16th January 2007

UTILIZZO DI DRONI A SUPPORTO DEI CONTROLLI ISPETTIVI: L'ESPERIENZA DI ARPA LOMBARDIA

Autori: Alessandro Loda, Alessandro Menin, Dario Bellingeri
ARPA Lombardia

Dopo alcuni anni di sperimentazione e indagini di mercato volte a realizzare un solido quadro conoscitivo di supporto all'espletamento della procedura di gara, nel 2016 ARPA Lombardia ha avviato il Progetto Droni. Partendo dal riconoscimento dei benefici di questa nuova tecnologia, l'obiettivo del progetto era di dotare le strutture centrali e territoriali di ARPA di droni e di renderle autonome in tutte le fasi del processo di rilievo ed elaborazione dati.

Il progetto prevedeva l'acquisto di droni multirotori e ad ala fissa e relativi sensori specialistici, l'allestimento di workstation accessibili dall'intranet agenziale con software dedicato per l'elaborazione dei dati, la formazione di piloti distribuiti in diverse strutture dell'Agenzia; nel tempo, è stata estesa la numerosità di droni e di piloti distribuiti nelle diverse sedi territoriali.

L'impiego operativo è quindi decentrato mentre le attività di supporto: manutenzione ordinaria e straordinaria, gare e contratti di assistenza, messa a punto procedure, assicurazioni, formazione, aggiornamento sono state gestiti a livello centrale.

L'adozione del medesimo software di elaborazione e di modelli e tipologie di drone quanto più simili, oltre a permettere il reciproco supporto dei territori garantisce la messa a sistema di esperienze e competenze interne per quanto riguarda l'addestramento, la manutenzione tecnica e le procedure operative.

Attualmente le principali applicazioni dei droni in ambito ambientale sono: il rilievo dei dissesti e il monitoraggio delle frane, l'idromorfologia dei fiumi e degli invasi idroelettrici, i disturbi del bosco (tagli, eventi estremi, fitopatie), lo stato della vegetazione e delle colture e in ambito nivo-glaciale. I droni sono inoltre utilizzati in modo sinergico rispetto ad altri strumenti di osservazione della terra a più ampia scala (es. dati satellitari ad alta risoluzione) nei casi sia necessario approfondire queste conoscenze in casi puntuali o in concomitanza dei controlli in campo.

In ambito di controllo i droni sono impiegati a supporto della attività ispettive e in particolare per una rapida determinazione dei volumi di: stoccaggi, cumuli di rifiuti, terre e rocce da scavo ecc... (aerofogrammetria) che diversamente richiederebbero lunghe e talvolta rischiose campagne di tipo topografico. In diverse occasioni critiche, la programmazione di rilievi ravvicinati e ripetuti nel tempo in condizioni confrontabili, ha premesso di istituire un vantaggioso monitoraggio di controllo di lungo periodo a integrazione delle modalità di controllo ispettive ordinarie.

Figura 1: Attività di rilievo fotogrammetrico



Fonte: ARPA Lombardia

Spesso i droni sono utilizzati a supporto della magistratura e delle forze dell'ordine nell'ambito di deleghe di indagine in cui è richiesto di fornire in tempi rapidi una misura quantitativa dei volumi di materiali depositati illegalmente. Il rilievo aerofotogrammetrico da drone rappresenta una soluzione molto pratica e allo stesso tempo accurata.

Da questo punto di vista un aspetto di particolare rilevanza è la necessità di fornire una stima dell'accuratezza degli elaborati cartografici prodotti, e in particolare della stima degli errori nel caso di computi volumetrici di materiali. La procedura attualmente implementata in ARPA prevede la misura di punti di controllo a terra con strumentazione GNSS, per valutare in modo indipendente gli errori insiti nei modelli 3D restituiti e nelle successive stime dei volumi.

La dotazione attuale di droni di ARPA Lombardia conta una flotta di 20 velivoli, sia multirotore sia ad ala fissa, aventi diverse caratteristiche di peso, autonomia e dotazione di sensore, rendendo possibile l'ottimizzare l'impiego in funzione della tematica d'indagine. Si è appena conclusa la gara di acquisizione un nuovo drone dotato di sensore Lidar, finalizzato ad ampliare le possibilità di monitoraggio, soprattutto in ambito agroforestale.

Data la complessa struttura organizzativa dell'Agenzia è stato istituito una UO specifica. "Centro Regionale Earth Observation" (CREO) che si occupa di sviluppare e coordinare le attività connesse con l'uso dei droni, integrandole con le possibilità di osservazione della terra da diverse piattaforme aeree (aereo, drone e satellite). La centralizzazione delle procedure di gestione ha portato alla stesura di un Manuale Operazioni indispensabile per lo svolgimento delle Operazioni soggette ad autorizzazione da parte dell'autorità nazionale (ENAC) che contiene Procedure, Istruzioni Operative e Moduli che a breve saranno inseriti nel Sistema di Gestione della Qualità di ARPA Lombardia (UNI EN ISO 9001)

Figura 2: Uno dei droni utilizzati nelle attività di ispezione e controllo



Fonte: ARPA Lombardia

Il personale coinvolto è attualmente costituito da circa 30 piloti distribuiti sul territorio nei diversi Dipartimenti. Le procedure interne prevedono che, al termine del percorso di conseguimento dell'attestato di Competenza rilasciato da ENAC, l'addestramento dei piloti prosegua nel tempo in modo permanente con specifici corsi di aggiornamento/formazione in merito a: procedure interne, normativa nazionale ed europea, tecniche di elaborazione e restituzione dati, ecc... e con workshop di condivisione delle esperienze maturate all'interno dell'Agenzia.

LA REINIEZIONE DI ACQUE DI STRATO IN VAL D'AGRI (BASILICATA): IL MONITORAGGIO DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Autori: Maria Assunta Musto, Angela Vita Petruccio, Elisa Panza, Ferdinando Deluca, Giuseppe Carlucci, Davide Ragone (, Daniela Di Greogorio, Carmela Perriello
ARPA Basilicata

In Basilicata, nell'alta valle del fiume Agri, è presente il più grande giacimento di idrocarburi *onshore* d'Europa. Tale giacimento risiede in trappole di tipo stratigrafico-strutturale costituite da rocce calcaree appartenenti alla Piattaforma Apula interna ricoperte da una coltre di sedimenti di età pliocenica. L'Alta Val d'Agri, difatti, si presenta come un bacino intermontano di età quaternaria colmato da depositi detritico-alluvionali e delimitato dai rilievi delle unità alloctone della Catena Appenninica Meridionale, sovrascorse sui calcari della Piattaforma Apula sede del giacimento (Patacca E. e Scandone P., 2007; Di Niro A. et al., 1992; Giocoli A. et al., 2015).

L'area presenta una significativa circolazione idrica superficiale e sotterranea dovuta alla diversa permeabilità dei terreni presenti, che può variare da molto alta a mediamente bassa in relazione al grado di fratturazione e/o al livello di carsismo (in presenza di calcari, dolomie, calcari con selce, etc.) ed alla porosità dei terreni (è il caso dei depositi fluvio-lacustri di fondovalle, dei flysch argilloso-marnosi, etc.) (Collella A. et al., 2003).

Una condotta interrata, lunga circa 10 km, collega il Centro Olio Val d'Agri di Viggiano (COVA), con il pozzo di reiniezione Costa Molina 2, ubicato a nord del centro abitato di Montemurro (PZ), permettendo la reimmissione in unità geologiche profonde delle acque di strato estratte dal giacimento petrolifero. Tale condotta attraversa in gran parte i depositi fluvio-lacustri del bacino del fiume Agri, sede di importanti falde acquifere, ed è distante pochi chilometri dall'invaso del Pertusillo, le cui acque dolci sono destinate alla produzione di acqua potabile. La risorsa idrica, dunque, ricopre una grande rilevanza socio-economica per l'area e le regioni limitrofe.

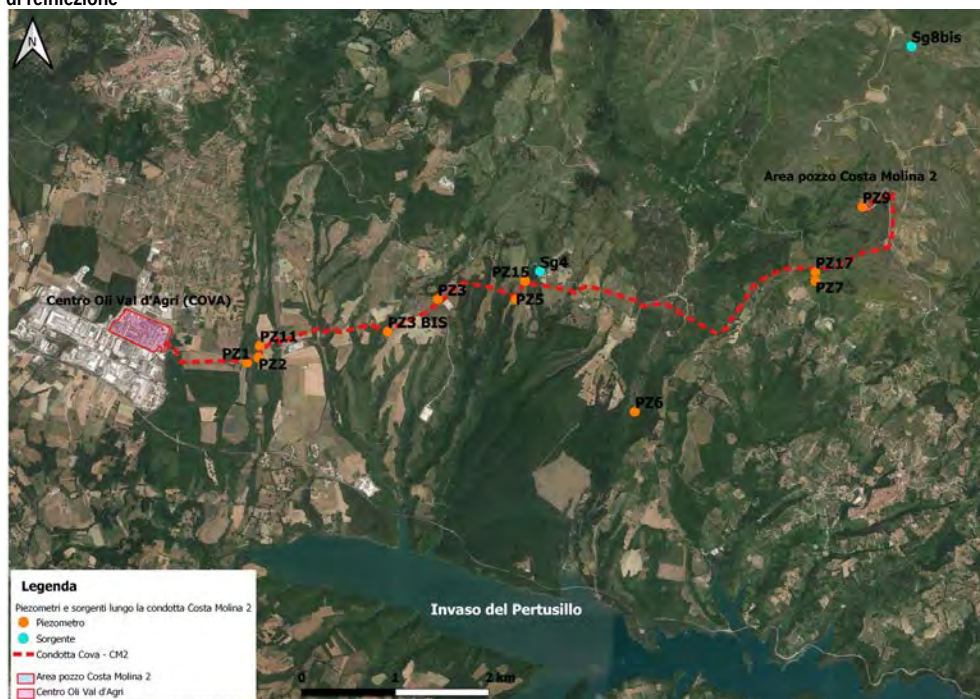
Ai fini di fornire un quadro conoscitivo completo dello stato chimico-fisico delle acque interessate da tali attività, assicurandone la conformità rispetto agli obiettivi di qualità previsti dalla normativa vigente, è stato definito un piano di monitoraggio che prevede il controllo mensile delle acque sotterranee lungo tutta la dorsale della condotta fino al pozzo di reiniezione.

Attività di campionamento

Lungo la condotta di reiniezione è previsto il controllo con cadenza mensile di 11 piezometri (PZ1, PZ2, PZ3, PZ3bis, PZ5, PZ6, PZ7, PZ9, PZ11, PZ15, PZ17) e due sorgenti (Sg4 e Sg8bis) (Figura 1). Tale monitoraggio prevede la determinazione di una serie di parametri volti a verificare l'assenza nelle acque sotterranee di sostanze inquinanti presenti nel fluido trasportato dalla condotta, che a causa di eventuali perdite delle tubazioni, potrebbero raggiungere la falda idrica. A tal fine viene verificato il rispetto delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) relative alle acque sotterranee, previste dal D. Lgs. 152/2006, Allegato 5, Parte IV, Titolo V, Tabella 2 (metalli, inquinanti inorganici, composti organici aromatici, composti policiclici aromatici, alifatici clorurati cancerogeni, alifatici clorurati non cancerogeni, alifatici alogenati cancerogeni e idrocarburi totali). Oltre a questi analiti, vengono monitorati anche parametri specifici riguardanti il settore petrolifero, quali ad esempio le ammine

filmanti da inibitori di corrosione. Tali sostanze vengono utilizzate per contrastare la corrosione dei materiali metallici di cui sono costituite le tubazioni e se rilasciate nelle acque possono avere un impatto negativo sull'ambiente.

Figura 2: Mappa dell'area della Val d'Agri con ubicazione dei piezometri e delle sorgenti monitorate lungo la condotta di reiniezione



Fonte: ARPA Basilicata

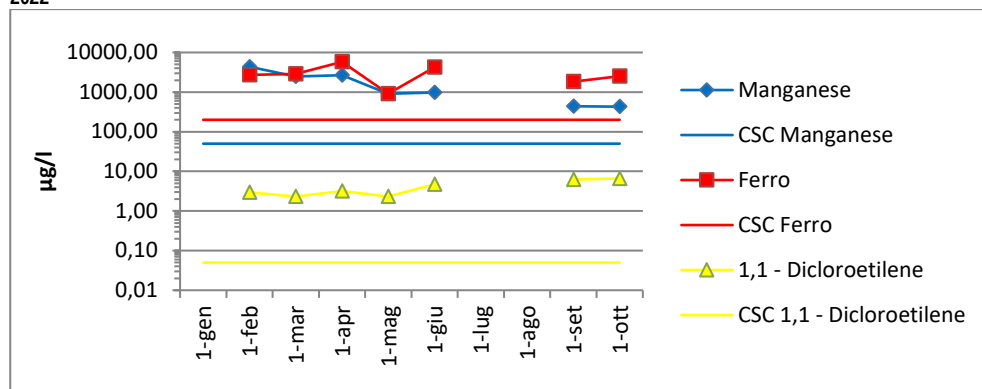
Preliminarmente al prelievo dei campioni da sottoporre alle analisi, vengono eseguiti rilievi di campo relativi alla profondità della falda, in modo da verificare eventuali variazioni del livello piezometrico nel tempo. Le aliquote d'acqua prelevate devono poter considerarsi rappresentative dell'acquifero, pertanto, il campionamento viene preceduto da una fase di spurgo dei piezometri attraverso la rimozione di un adeguato volume d'acqua, che tiene conto dei tempi di ricarica della falda. Potrebbe accadere, infatti, che l'acqua stagnante all'interno del piezometro possa essere soggetta a fenomeni chimico-fisici che non riguardano l'acquifero e si possano verificare fenomeni come perdite di composti volatili dalla colonna d'acqua, miscelazioni con l'ossigeno atmosferico, adsorbimento di sostanze sulle pareti del piezometro, che alterano il campione, inficiando la qualità delle analisi. Durante lo spurgo, inoltre, vengono eseguite le misure dei parametri chimico-fisici delle acque, fino a stabilizzazione degli stessi, così da avere una prima indicazione dello stato di qualità delle acque.

Una volta eseguite le analisi di laboratorio, il riscontro di eventuali superamenti dei valori soglia di contaminazione, previsti dalla normativa vigente, prevede l'immediato avvio di procedimenti volti a mettere in atto tutta una serie di misure di sicurezza e di attività d'indagine riguardo la contaminazione presente nel sito.

Analisi dei dati relativi al monitoraggio dell'anno 2022

Nel corso del 2022 sono risultati campionabili, in modo sufficientemente continuo nel tempo, 2 sorgenti e 7 piezometri tra quelli presenti. Nel resto dei piezometri, infatti, si è rilevato, il più delle volte, un battente idrico insufficiente per poter eseguire i prelievi. Durante l'anno tutti gli analiti determinati hanno mostrato concentrazioni inferiori ai limiti normativi, ad eccezione del piezometro "PZ9" che ha presentato superamenti dei valori limite relativamente ai parametri "ferro", "manganese" e "1,1 dicloroetilene" (Figura 2). Tale piezometro, infatti, ricade all'interno dell'area pozzo "Costa Molina 2" dove risulta in atto un progetto di bonifica a seguito di superamenti del parametro "1,1 dicloroetilene", che ha determinato la solubilizzazione del ferro, insieme al manganese, a causa dell'instaurarsi di condizioni riducenti nell'acquifero che portano ad un aumento puntuale delle concentrazioni nelle acque sotterranee di questi elementi, la cui presenza è stata accertata nei sedimenti e nelle rocce caratterizzanti l'area di studio.

Figura 2: Andamento delle concentrazioni di "ferro", "manganese" e "1,1 - dicloroetilene" nel "PZ9" nel corso dell'anno 2022



Legenda: Le linee continue rappresentano le concentrazioni soglia di contaminazione previste dalla normativa vigente

Fonte: Data-set ARPA Basilicata

Conclusioni

L'esecuzione di un piano di monitoraggio e controllo, che prevede il campionamento delle matrici interessate da attività che possono avere un impatto negativo sull'ambiente, risulta di fondamentale importanza ai fini della salvaguardia della risorsa idrica.

Nel caso della condotta che collega il Centro Olio Val d'Agri con il pozzo di reiniezione Costa Molina 2, le concentrazioni dei parametri normati nelle acque sotterranee nel corso del 2022 sono risultate sempre inferiori alla soglia di contaminazione prevista dalla normativa vigente, a eccezione di un piezometro, presso cui è in atto un progetto di bonifica per il superamento dei limiti normativi del

parametro “1,1 dicloroetilene”. Il monitoraggio continuo delle acque di falda, infatti, ha permesso di rilevare in modo immediato tali superamenti così da garantire un intervento tempestivo ai fini della tutela della risorsa idrica.

Bibliografia

- Colella A., Lapenna V. e Rizzo E., 2003. *La struttura sepolta del bacino dell'Alta Val d'Agri (Pleistocene, Basilicata)*. In: Le risorse idriche sotterranee dell'Alta Val d'Agri (A. Colella, Ed.), Collana Editoriale di Studi e Ricerche dell'Autorità Interregionale di Bacino della Basilicata, n. 3, Potenza.
- Di Niro A., Giano S.I. e Santangelo N., 1992/1. *Primi dati sull'evoluzione geomorfologica e sedimentaria del bacino dell'Alta Val d'Agri (Basilicata)*. Studi Geologici Camerti, Vol. Spec., 257-263.
- Giocoli A., Stabile T. A., Adurno I., Perrone A., Gallipoli M. R., Gueguen E., Norelli E., Piscitelli S., 2015. *Geological and geophysical characterization of the southeastern side of the High Agri Valley (southern Apennines, Italy)*.
- Patacca E. e Scandone P., 2007. *Geology of the Southern Apennines*. Boll.Soc.Geol.It. (Ital.J.Geosci.), pp. 75-119.

PROBLEMI ODORIGENI: UNA STRUTTURA SPECIALISTICA NELLE MARCHE

Autore: Miriam Sileno
ARPA Marche

Correlato a una crescente sensibilità della popolazione verso la tematica odorigena, il problema della molestia olfattiva sta assumendo, soprattutto a partire dagli ultimi anni, particolare rilevanza. Se un tempo i centri abitati erano lontani dalle zone industriali, ora il loro sviluppo, spesso senza soluzione di continuità, favorisce il contatto tra zone residenziali e zone destinate all'industria o ai servizi, causando a volte disagio, malcontento e proteste contro impianti tuttavia essenziali per la comunità.

Per essere al passo con la continua evoluzione della normativa nel settore delle molestie olfattive, ancora orfana di direttive univoche nazionali, le Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente devono dotarsi di personale e strumentazione adeguata a svolgere il proprio compito a supporto delle istituzioni e di riferimento per le amministrazioni locali e per tutti i portatori di interesse in campo ambientale (cittadini, associazioni di categoria, associazioni ambientaliste).

In ossequio ai compiti a supporto di istituzioni e stakeholder, ARPA Marche istituisce un apposito **Centro Regionale Odori Molesti (C.R.O.M.)** adibito ad attività analitiche, di monitoraggio e di modellistica applicata nel campo dei problemi odorigeni, tale da costituire una struttura specialistica funzionale a garantire l'esercizio coordinato ed omogeneo su tutto il territorio regionale delle attività di competenza dell'Agenzia in tema di molestie olfattive.

Data la particolare caratteristica della percezione odorigena, non esiste una metodologia standard univoca di facile applicazione per poter affrontare le problematiche che si presentano. Si parla piuttosto di un approccio integrato che adopera diverse tecniche utili a ottenere le informazioni necessarie. Con la pubblicazione delle L.G. SNPA n.38 del 3 ottobre 2018, si è fornito alle Agenzie Ambientali un documento di riferimento contenente le metodologie per la valutazione delle emissioni odorigene che tengono conto dei principali riferimenti normativi in materie di odori, fornendo i criteri tecnici per svolgere le istruttorie in impianti a rischio osmogeno (compresa una disamina delle tecniche di controllo delle emissioni odorigene) e i metodi di monitoraggio per le emissioni odorigene in una ampia gamma di contesti ambientali e territoriali.

Il Centro Regionale Odori Molesti (C.R.O.M.) istituito da ARPA Marche, cui competono attività analitiche, di monitoraggio e di modellistica applicata nel campo dei problemi odorigeni, è dedicato pertanto allo sviluppo di elevate conoscenze, candidandosi a diventare struttura specialistica di riferimento e costituire un nuovo ambito delle attività tecnico-scientifiche dell'Agenzia.

L'istituzione del Centro Regionale all'interno dell'Agenzia assume infatti un aspetto di fondamentale importanza per ricoprire a tutto tondo la gestione delle problematiche odorigene: dalla fase di campionamento, a quella analitica, passando attraverso l'applicazione di modelli previsionali e monitoraggi ad hoc in campo. La sede del Centro è stata individuata presso il Servizio Territoriale di Ascoli Piceno e lavorerà in coordinamento con la Direzione Tecnico Scientifica.

Le attività in campo sono finalizzate al campionamento per caratterizzare le emissioni odorigene, mediante l'uso di pompe a depressione attivabili sia manualmente che da remoto, di una cappa statica o di una wind tunnel (Figura 1) a seconda della diversa tipologia di attività soggetta al monitoraggio.

Le sacche in nalophan campionate sono successivamente sottoposte all'analisi sensoriale dell'olfattometria dinamica con strumenti e metodologie come da norma specifica del settore (UNI EN 13725:2022).

Figura 1: Wind Tunnel



Fonte: ARPA Marche

Il CROM comprende al suo interno una camera olfattometrica che ospita un olfattometro a sei posti (Figura 2), il cuore per eseguire le analisi di olfattometria dinamica. La camera è stata realizzata secondo quanto riportato nella norma di riferimento di settore UNI EN 13725:2022 ("Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica", tecnica standardizzata a livello europeo per l'indagine e la valutazione dell'impatto odorigeno), recuperando una stanza precedentemente adibita a laboratorio. Sono al momento al vaglio le selezioni dei rinoanalisti, a valle di una procedura per il reclutamento anche di personale interno all'Agenzia.

Oltre alla caratterizzazione squisitamente olfattiva, il Centro è anche dotato di idonea strumentazione da campo, da collocare sia in prossimità delle sorgenti sia dei recettori, e che potrà affiancare, integrandolo, il campionamento descritto in precedenza. Tali dispositivi permettono di determinare la concentrazione di sostanze gassose presenti in aria ambiente che di norma sono associate alle molestie olfattive percepite e lamentate dalla popolazione. Tali sostanze, tipicamente acido solfidrico (H_2S) ed ammoniaca (NH_3), permettono una primaria caratterizzazione chimica dell'aria e sono considerate "traccianti"; legate a particolari processi produttivi possono permettere l'identificazione della sorgente, o della fase produttiva, fonte dei miasmi avvertiti.

Gli strumenti di cui l'Agenzia si è dotata, impiegando anche fondi del PNRR, comprendono box stand alone con analizzatori di H_2S/SO_2 e NH_3/NO_2 e sensori smart multisensore per il monitoraggio in continuo anche di VOC (Sostanze Organiche Volatili) e Benzene.

Figura 2: Olfattometro e camera olfatto metrica



Fonte: ARPA Marche

La scelta della sede di Ascoli Piceno, già dotata di laboratorio e strumentazione atta alle analisi chimiche per la matrice aria poiché dedicata alle analisi riferite a tutto il territorio regionale, permette di poter associare una puntuale caratterizzazione chimica e quali/quantitativa dei composti maggiormente presenti nell'aria ambiente oggetto di monitoraggio odorigeno, avvalendosi delle stesse sacche in nalophan, o fiale specifiche per l'uso. Un dato di fatto è che la molestia olfattiva è in genere associata a una miscela di gas odorigeni quindi la sua "entità" è determinata dai contributi degli effetti delle diverse sostanze. È evidente che la valutazione degli impatti olfattivi ha delle caratteristiche peculiari e deve essere trattata in maniera specifica. In tale contesto, uno strumento di valutazione importate è rappresentato dalla modellistica numerica. L'Agenzia ad oggi si avvale di un modello Euleriano per le previsioni della qualità dell'aria su tutto il territorio regionale e di modelli di dispersione specifici, Gaussiani, per valutare le stime di impatto e ricaduta al suolo, attraverso simulazioni modellistiche, di impianti nuovi e/o esistenti. L'utilizzo degli strumenti matematici assieme alla caratterizzazione odorigena delle sorgenti rappresenta una ulteriore approfondimento circa la conoscenza della realtà del territorio. La chiave per gestire e prevenire le possibili molestie odorigene è rappresentata dalla sinergia tra attività in campo, di laboratorio e di prevenzione. Una gestione attenta dei processi produttivi maggiormente impattanti sul territorio e uno specifico monitoraggio degli stessi impatti possono essere la strategia vincente per una serena convivenza tra attività produttive e cittadini.

Bibliografia

Bonasoni P. et al., 2022, *Molestie olfattive – studi, metodi e strumenti per il controllo*, Ed. ETS
SNPA, Delibera n.38/2018 del Consiglio SNPA, *Metodologie per la valutazione delle emissioni odorigene*.

UNI EN 13725:2022, 2022, *Emissioni da fonti fisse - Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica e rateo di emissione odorigena*.

IL RILIEVO BATIMETRICO A SUPPORTO DELL'AMBIENTE

Autori: Emma Tomaso, Antonio di Giansante
ARTA Abruzzo

L'idrografia è quella branca delle scienze applicate che ha a che fare con la misura e la descrizione delle caratteristiche dei mari e delle aree costiere per lo scopo primario della navigazione e per tutti gli altri fini e attività marine, incluse le attività di ricerca, protezione dell'ambiente e servizi di previsione. I rilievi idrografici hanno lo scopo di registrare dati relativi alla configurazione delle linee di costa, alla profondità e composizione dei fondali marini, a maree e correnti e alle proprietà fisiche della colonna d'acqua.

ARTA Abruzzo è attiva in campo idrografico grazie alla Motonave Laboratorio Ermione, imbarcazione a motore di 15 metri di lunghezza, equipaggiata con le migliori strumentazioni per effettuare ricerche scientifiche in mare e campagne mareografiche.

Ai fini delle determinazioni batimetriche, l'Agenzia dispone di un sonar multibeam R2Sonic 2022, montato con installazione fissa su un palo ancorato alla murata di destra della Motonave Ermione.

Figura 1: a) installazione del multibeam sulla murata destra della Motonave Ermione attraverso palo movimentabile; b) palo di supporto del multibeam in posizione di lavoro.



Fonte: ARTA Abruzzo

Un sonar è costituito essenzialmente da un proiettore, che trasmette l'energia acustica all'acqua, e da un ricevitore che misura le eco di ritorno e il suo compito fondamentale è quello di determinare le profondità dei fondali. A tal fine è necessario che lo strumento si interfacci con una serie di sensori complementari ed in particolare con:

- GPS di precisione per georeferenziare qualsiasi dato in entrata nel sistema di acquisizione;
- sensore di moto per la compensazione dei movimenti di rollio e beccheggio dell'imbarcazione;
- girobussola di elevata precisione per la correzione della direzione del moto;

- sonde di velocità del suono in acqua per effettuare profili della colonna e per misurazioni in continuo all'altezza della testa del proiettore, con il fine di tener conto della trasmissione e rifrazione dei fronti d'onda acustici.

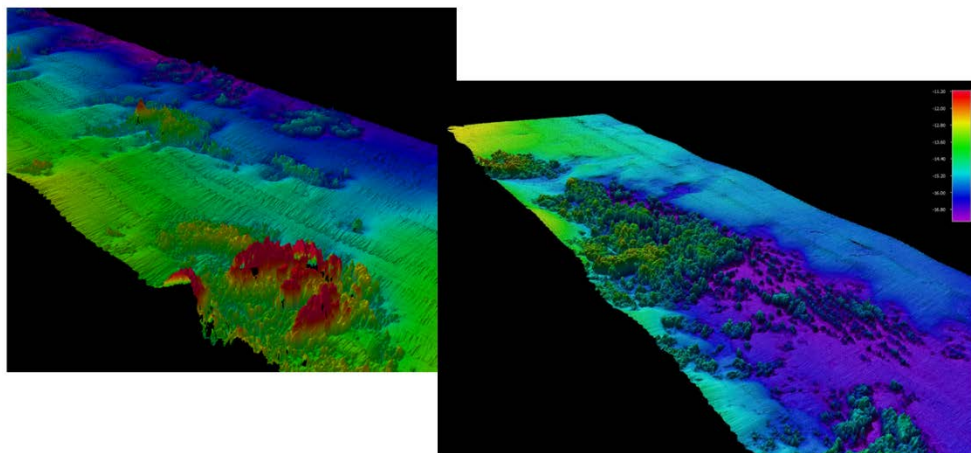
Tutti gli input sono gestiti da un software di navigazione e da un sistema di sincronizzazione temporale che permette di interfacciare correttamente tra di loro i dati acquisiti dai diversi sensori nei medesimi istanti.

Nella pratica, il rilievo batimetrico, dopo un'accurata fase di progettazione (consultazione di foto aeree, dati da satellite, carte topografiche, carte nautiche esistenti, informazioni geodetiche e tidali, ecc.), si esegue procedendo a bassa velocità (3-5 nodi) con l'imbarcazione lungo linee di navigazione generalmente parallele tra loro.

La tecnologia multibeam permette di ottenere un'acquisizione continua di dati, su una fascia di fondale pari a 2-4 volte la profondità indagata. La risoluzione è elevatissima, dell'ordine del centimetro, e permette di identificare strutture del fondale anche di ridotte dimensioni e di seguirne la continuità.

Per garantire una copertura totale ed omogenea del fondale, linee di navigazione successive devono essere percorse in modo da realizzare sempre una percentuale di sovrapposizione adeguata tra strisciate adiacenti; i modelli digitali del terreno (DTM) che si ottengono sono la rappresentazione di misure dirette.

Figura 2: Esempio di DTM di un'area marina del territorio regionale abruzzese



Fonte: ARTA Abruzzo

ARTA Abruzzo è una delle poche in Italia che, disponendo di tale strumentazione di eccellenza, accompagnata dalle necessarie professionalità e competenze specialistiche, può erogare autonomamente tutti i servizi correlati a rilievi di questo tipo.

I rilievi morfobatimetrici trovano applicazione in tutti i processi che coinvolgono le strutture portuali, nella ricerca di sabbie per i ripascimenti costieri, negli impianti di mitilicoltura, per supporto alle attività di search and rescue, per la posa o l'ispezione di condutture sottomarine, per la ricerca della profondità

di chiusura dei fondali per modelli di circolazione, per il monitoraggio di opere marittime e fluviali sommerse come moli, pali, massi e scogliere artificiali, per lo studio dell'erosione marina, per la preparazione di lavori subacquei, per ricerche archeologiche, geologiche, geomorfologiche, ecc.

Contestualmente ai dati batimetrici, il multibeam in dotazione permette di acquisire anche il backscatter, dato fisico che fornisce informazioni preziose per la caratterizzazione remota del fondale marino essendo indicativo della sua natura fisica, ovvero della sua rugosità, durezza e granulometria. L'utilizzo del backscatter può essere finalizzato alla caratterizzazione granulometrica di aree di fondale marino, estendendo i risultati di un numero limitato di prese di fondo che servono per calibrare il modello o alla produzione di mappe di habitat, attraverso l'integrazione con dati di matrice biologica.

Negli anni ARTA Abruzzo ha eseguito rilievi per diverse strutture portuali della Regione, finalizzati alla pianificazione delle operazioni di dragaggio o alla verifica di aspetti relativi alla sicurezza della navigazione.

Altri rilievi eseguiti dall'Agenzia hanno riguardato la caratterizzazione di siti individuati dalla Regione Abruzzo come possibili depositi sommersi di sabbie da destinare al ripascimento.

Sono state effettuate indagini anche per la ricerca di relitti sommersi, per un'operazione di *search and rescue* a supporto della Guardia Costiera e per la caratterizzazione del fondale sul quale insisteva un impianto di mitilicoltura.

Nell'ambito del progetto europeo Marine Strategy, l'Agenzia ha svolto rilievi finalizzati allo studio dell'habitat coralligeno (Modulo 7) e all'analisi del danno fisico sui fondali marini generato dalla pesca a strascico o dalla posa di condotte sottomarine (Modulo 9).

Le indagini hanno permesso di delineare il quadro ecosistemico di ampie aree di fondali regionali, acquisendo informazioni sullo stato fisico e sulla geomorfologia e permettendo di studiare la presenza e conservazione degli habitat che vi insistono. Studi futuri potranno essere sicuramente volti a monitorare il mantenimento della biodiversità e la qualità e presenza degli habitat, in linea con eventuali cambiamenti delle condizioni fisiografiche in funzione della variazione delle pressioni sull'ambiente marino o dei cambiamenti climatici.

Le indagini relative al Modulo 7 purtroppo hanno portato alla conclusione che non vi sono, nell'ambiente circalitorale abruzzese, associazioni coralligene tali da costituire un habitat. Tutte le aree di indagine hanno riguardato i fondali duri sottocosta caratterizzati dalle più estese emergenze rocciose. Tuttavia, recenti informazioni desunte dal comparto dei pescatori locali, hanno portato a considerare la possibilità che vi sia del fondo duro nelle acque prospicienti la regione Abruzzo in un'area intorno all'isobata dei 100 metri. Una campagna di acquisizione di dati acustici da remoto permetterebbe di verificare la presenza di fondale roccioso e di pianificare eventualmente ulteriori indagini.

Per quanto riguarda il Modulo 9, l'azione di monitoraggio viene completata dall'ISPRA confrontando i risultati delle mappe di *backscatter* con i dati dei sistemi satellitari di controllo dei pescherecci per verificare anche l'eventuale presenza di attività di pesca non tracciabile.

Ulteriori applicazioni future dei rilievi morfobatimetrici di grande interesse per l'Agenzia riguardano la classificazione dell'ambiente bentonico sulla base di misure oggettive.

Software dedicati permettono ad esempio di estrapolare carte delle pendenze dei fondali o di calcolarne il Bathymetric Position Index (BPI), indice estremamente significativo per l'identificazione ed evidenziazione di caratteristiche geomorfologiche del fondale come depressioni, valli, linee di cresta o aree pianeggianti.

Procedendo nell'analisi, è possibile creare il proprio sistema di classificazione di zone e strutture del fondale marino secondo domini geomorfometrici e di definire le relazioni che le caratterizzano. Inoltre, l'integrazione del dato acustico con quelli dei campionamenti di sedimenti, acque e popolamenti bentonici può portare alla produzione di mappe degli habitat marino costieri che possono diventare un prezioso supporto alla pianificazione territoriale.

Bibliografia

IHO, *Standards for Hydrographic Surveys (IHO S-44)* - Edizione 6.1.0 (Ottobre 2022).

IIM, *Disciplinare tecnico per l'esecuzione e la standardizzazione dei rilievi idrografici (I.I. 3176)* – Edizione marzo 2023.

NUOVA MODALITÀ ON LINE DI COMPILAZIONE ED INVIO DELLA DICHIARAZIONE DI UTILIZZO DELLE PRATICHE TERRE E ROCCE DA SCAVO QUALIFICATE COME SOTTOPRODOTTI, SECONDO QUANTO DEFINITO DALL'ART.21 DEL D.P.R. 120/2017

Autori: Annamaria Benedetti, Rosalia Costantino, Giacomo Zaccanti
ARPAE Emilia-Romagna

La disciplina delle terre e rocce da scavo qualificate come sottoprodotti è normata dal D.P.R. n. 120 del 13 giugno 2017 "Riordino e semplificazione della disciplina sulla gestione delle terre e rocce da scavo". Tale decreto prevede che il soggetto che realizza l'opera da cui si originano le terre e rocce da scavo (soggetto proponente e/o produttore) debba attestare il rispetto dei suddetti requisiti, attraverso la predisposizione di un'apposita dichiarazione di utilizzo che, a seconda delle dimensioni del cantiere o che esso sia assoggettato a VIA/AIA, si esplicita con un "piano di utilizzo" (PUT) o con una "dichiarazione di utilizzo" (DU).

Ai sensi dell'art. 21 del D.P.R. 120/2017, il produttore delle terre e rocce da scavo deve inviare all'Agenzia di protezione ambientale territorialmente competente e al Comune del luogo di produzione, la dichiarazione di utilizzo relativa alle caratteristiche dei materiali da scavare, almeno 15 giorni prima dell'inizio delle attività di scavo.

Per semplificare l'applicazione di tale obbligo normativo e per gestire in maniera efficace e informatizzata i dati associati, ARPAE ha predisposto un servizio *on-line* rivolto ai gestori delle terre e rocce da scavo attraverso il quale, previa autenticazione attraverso identità digitale (SPID), potranno compilare e inviare le dichiarazioni di utilizzo e accedere a una sezione personale contenente le pratiche pregresse già inviate.

Di seguito si elencano i principali benefici che tale nuovo servizio fornisce al Produttore di terre e rocce nella fase di compilazione/invio delle pratiche e ad ARPAE Emilia-Romagna nel compimento delle sue attività di vigilanza e controllo stabilite dalle norme vigenti:

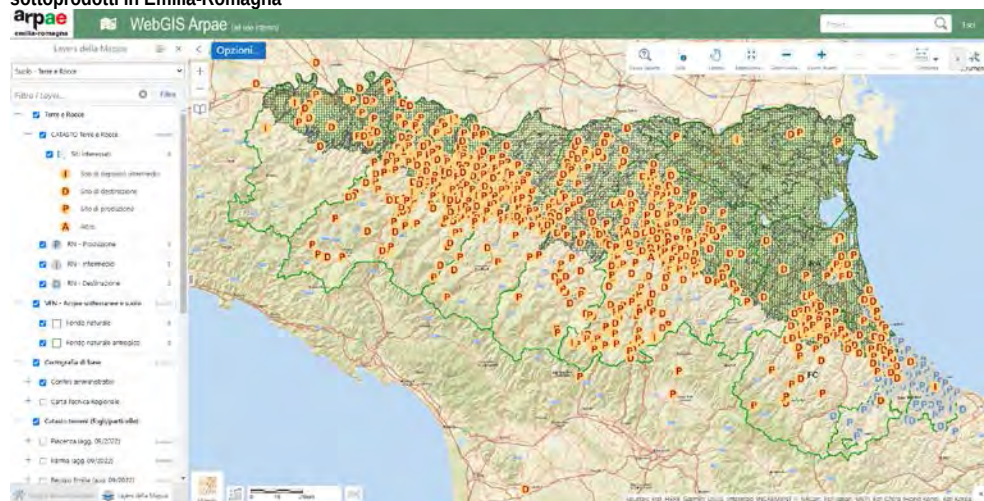
- semplificazione per il Produttore della modalità di compilazione e invio ad ARPAE delle dichiarazioni di utilizzo (nuova attività e/o modifiche);
- disponibilità per il Produttore di uno storico informatizzato, interrogabile e riutilizzabile rispetto alle dichiarazioni di utilizzo già trasmesse;
- semplificazione dell'attività istruttoria svolta dai tecnici di ARPAE;
- migliore fruibilità dei dati presenti nelle dichiarazioni attraverso la loro informatizzazione;
- acquisizione informatizzata dei dati analitici forniti dal Produttore;
- facilità di elaborazione degli indicatori ambientali;
- warning automatici, attraverso l'invio di mail di "Alert" al Produttore per ricordare l'invio della DAU e garantire il rispetto della norma.

Infatti, con l'intento di promuovere e incentivare la corretta gestione delle terre e rocce come sottoprodotti, ARPAE ha attivato un sistema automatico di *warning*, tramite l'invio di mail al Produttore delle terre e rocce da scavo, per sollecitare l'invio della Dichiarazione di Avvenuto Utilizzo - DAU entro e non oltre la "data di presunta ultimazione dell'attività di riutilizzo", dichiarata nella dichiarazione di utilizzo, e non incorrere quindi in eventuali sanzioni. Tale iniziativa si prefigura come un'azione concreta

di prevenzione da parte di ARPAE in quanto, l'omessa dichiarazione di avvenuto utilizzo, entro e non oltre la data di presunta ultimazione delle attività di riutilizzo, comporta la cessazione, con effetto immediato, della qualifica delle terre e rocce da scavo come sottoprodotto. Un primo sollecito viene inviato 30 giorni prima della data di presunta ultimazione dell'attività di riutilizzo; un secondo sollecito viene inviato dopo 15 giorni.

Inoltre, la nuova modalità di gestione delle pratiche terre e rocce consente di monitorare il flusso regionale delle terre e rocce prodotte, attraverso l'implementazione semiautomatica di un DB, associato ad un WebGIS al momento a uso esclusivamente interno ad ARPAE, che raccoglie i dati contenuti nelle dichiarazioni di utilizzo pervenute.

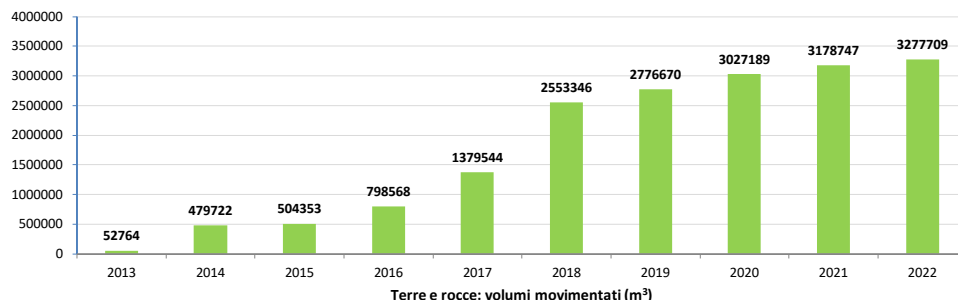
Figura 1: Ubicazione dei siti di produzione, deposito intermedio e destinazione delle terre e rocce da scavo gestite come sottoprodotti in Emilia-Romagna



Fonte ARPA Emilia-Romagna

In Emilia-Romagna, dal 2013 al 2022, risulta sempre più diffusa la gestione delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti. Nel 2022, in regione, sono stati prodotti e gestiti come sottoprodotti oltre 3.200.000 metri cubi di terre e rocce da scavo, provenienti principalmente da cantieri nei quali vengono effettuate opere di edilizia industriale e civile (60%), opere di messa in posto di reti tecnologiche nelle aree urbanizzate (20%) o interventi sul territorio di miglioria fondiaria e ripristino idraulico (15%).

Figura 2: Terre e rocce da scavo gestite come sottoprodotti in Emilia-Romagna



Fonte ARPA Emilia-Romagna

Nel portale della Regione Emilia-Romagna "Dati Ambientali" è possibile consultare il trend storico regionale riferito alla gestione delle terre e rocce (numero di dichiarazioni e quantitativi gestiti) dal 2013 ad oggi (<https://webbook.arpae.it/indicatore/Terre-e-rocce-da-scavo-00001/?id=ef258eb9-6369-11e5-bf2c-11c9866a0f33>).

Bibliografia

D.P.R. n. 120 del 13 giugno 2017, *Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164. (17G00135)* (GU Serie Generale n.183 del 07-08-2017)

SNPA, Linee Guida n. 22/2019 – ISBN: 978-88-448-0956-0, *Linee guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo*

Arpae Emilia-Romagna, Sito web – Terre e rocce da scavo, <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/suolo/sottoprodotti-terre-e-rocce-da-scavo>

IDENTIFICAZIONE DEI LIMITI SUPERIORI DELLE PRATERIE DI POSIDONIA CON UNMANNED AIRCRAFT SYSTEM (UAS) E FULL MOTION VIDEO (FMV)

Autori: Roberto Greco, Cosimo Gaspare Giannuzzi, Enrico Barbone, Gaetano Costantino, Nicola Ungaro
ARPA Puglia

Il telerilevamento satellitare ottico rappresenta (Dattola et al., 2019) uno dei metodi maggiormente utilizzati per le attività di mappatura e di monitoraggio delle praterie di *Posidonia oceanica*, considerate (Borrello et al., 2010) un indicatore biologico della qualità delle acque e più in generale delle condizioni ecologiche delle aree costiere.

I metodi di telerilevamento classici, basati sull'utilizzo di immagini satellitari per esempio del tipo Sentinel, consentono di effettuare valutazioni quali-quantitative sulla distribuzione delle praterie, con dettagli e precisioni spaziali compatibili (Dattola et al., l.c) con le "mappature" a livello regionale e provinciale. La comparsa dei sistemi *Unmanned Aircraft System* (UAS) e *Autonomous Surface Vehicles Systems* (ASVs) ha contribuito nel tempo allo sviluppo di procedure e di metodologie per il monitoraggio ad alta risoluzione delle praterie di *Posidonia oceanica*, applicabili a indagini a scala locale o in contesti di rilevante interesse naturalistico. Le ricerche condotte hanno previsto l'impiego di aeromobili equipaggiati con camere RGB (Casella et al., 2017; Duffy et al., 2018; Nahirnick et al., 2019; Ventura et al., 2018; Rende et al., 2019;) o multispettrali (Rende et al., 2020). In tutti i casi considerati le procedure sviluppate si basano sull'iniziale elaborazione fotogrammetrica delle immagini acquisite applicando gli algoritmi della *Structure from Motion-Multi View Stereo matching* (SfM-MVS), con il fine di generare ortomosaici ad alta risoluzione da elaborare con approcci "*Object-Based Classification*" o con altri sistemi di interpretazione e "segmentazione". Le procedure adottate e i metodi di elaborazione proposti risultano particolarmente efficaci per la mappatura, con elevata risoluzione spaziale, delle praterie di *Posidonia oceanica* in acque molto basse (0-5 m), caratterizzate da elevata trasparenza e in condizioni meteorologiche particolarmente favorevoli (assenza di vento) (Belia et al., 2020). Gli algoritmi della SfM-MVS risultano infatti difficilmente applicabili (David et al., 2021) nel caso in cui le immagini acquisite con sistemi UAS si riferiscano esclusivamente alla superficie del mare, quando si opera a maggiore distanza dalla linea di costa e in condizioni di mare non completamente calmo.

Attualmente è disponibile un approccio alternativo all'utilizzo della fotogrammetria per l'identificazione dei limiti superiori delle praterie di *Posidonia oceanica*, quando si opera in contesti in cui gli algoritmi della SfM-MVS sono difficilmente o poco applicabili. Si tratta della *Full Motion Video* (FMV), una tecnica che consente di interpretare e analizzare i video acquisiti con sistemi UAS in ambiente GIS (<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/3.0/help/analysis/image-analyst/introduction-to-full-motion-video-in-arcgis-pro.htm>). La procedura si basa sulla combinazione dei video con i metadati associati al volo dell'aeromobile attraverso un processo di "*multiplexing*"; ciò consente di visualizzare l'impronta del video (footprint) e la posizione dell'aeromobile sulla mappa, con possibilità di estrazione di frame e di identificazione di punti, linee o poligoni, individuati sul video e proiettati sulla mappa. Dalla consultazione di recenti studi (Furukawa et al., 2022), riguardanti la gestione e il monitoraggio di risorse naturali in ecosistemi terrestri, risultano evidenti le potenzialità del sistema e le possibili applicazioni anche in contesti marino-costieri. L'ARPA Puglia, nell'ambito delle attività aggiuntive relative al Progetto di Strategia Marina, ha individuato n. 3 aree di indagine in cui applicare la procedura della

FMV per l'identificazione dei limiti superiori delle praterie di *Posidonia oceanica*. I siti considerati sono localizzati sul versante Adriatico (Villanova, in provincia di Brindisi) e su quello Ionico (Montagna Spaccata e Lido Conchiglie, in provincia di Lecce - Lido Silvana, in provincia di Taranto). In questo contributo vengono riportati i risultati preliminari dell'attività svolta, prevedendo ulteriori approfondimenti sull'applicazione della metodologia.

I rilievi sono stati effettuati utilizzando un drone DJI Mavic 2 pro, con camera RGB.

Lo schema di rilievo predisposto è consistito nell'individuazione in ciascun sito di indagine di sub-aree, equidistanti fra loro, corrispondenti alle zone in cui effettuare i sorvoli con UAS. I rilievi sono stati effettuati a una quota di volo compresa fra 60 m e 120 m, con una velocità di avanzamento di circa 6,4 m/s, utilizzando l'App *Site Scan for ArcGIS - LE* per la gestione delle missioni di volo. L'App è compatibile esclusivamente con sistemi Apple (Ipad) e utilizzabile con un account ESRI.

I video sono stati acquisiti nel formato MP4 (Video res. Low), con la funzione Video Mode attivata e con angolo di inclinazione della camera di 90° (Gimbal Angle = 0).

Dopo ciascuna missione di volo l'app genera un file .csv (Geospatial Video Log) contenente i metadati relativi alla localizzazione e all'assetto del drone e del sensore utilizzato per acquisire i video, nonché quelli necessari per sincronizzare l'avanzamento del video e la relativa impronta (footprint) sulla mappa del GIS. Lo strumento di geoprocessing *Multiplexer video* di ArcGIS pro consente di associare il file video con i metadati acquisiti (file .csv).

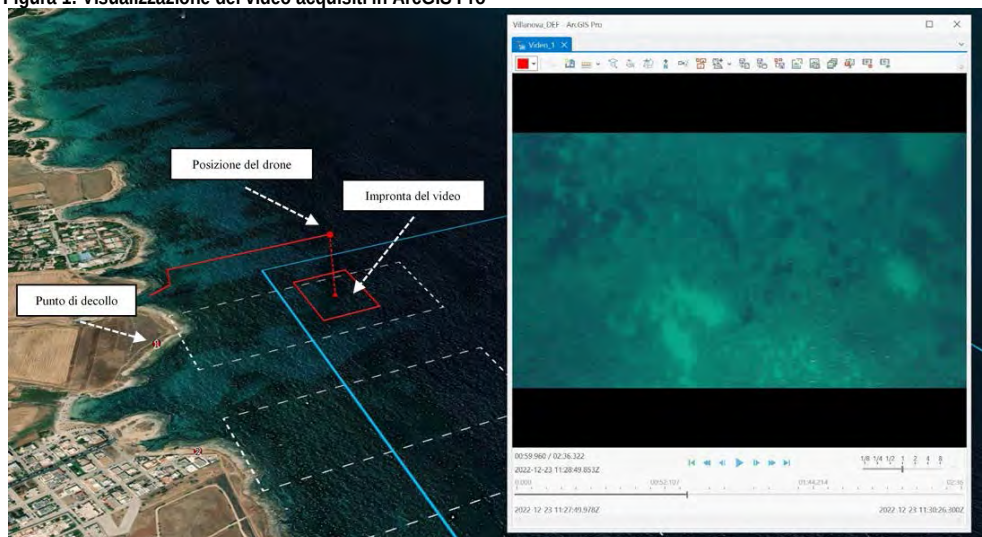
I dati registrati nel file .csv sono stati corretti (colonna TakeoffLocationAltitude), per ciò che riguarda la quota del punto di decollo, utilizzando la procedura consultabile al seguente link: <https://support.esri.com/en-us/knowledge-base/how-to-correct-drone-flight-altitude-data-in-geospatial-000027161>.

Per verificare in termini di accuratezza i risultati delle elaborazioni della FMV sono stati posti sul terreno marker di colore giallo e nero (GCP), identificabili nei video, le cui coordinate sono state rilevate con ricevitore GNSS RTK EMLID REACH RS2.

I video sono stati analizzati e interpretati con il software ArcGIS pro, con l'estensione *Image Analyst*, identificando a monitor i punti corrispondenti alle zone in cui è presente l'Angiosperma marina. In alcuni casi i video sono risultati difficilmente interpretabili, a causa dell'effetto dei riflessi della luce solare sulla superficie del mare e/o della profondità del fondale. Nei siti di indagine del versante ionico non sono stati effettuati tutti i sorvoli pianificati, a causa di difficoltà di accesso ai punti di decollo.

La Figura 1 si riferisce alla visualizzazione del video in ArcGIS Pro, con indicazione del punto di decollo, della posizione del drone e dell'impronta del video (footprint) sulla mappa.

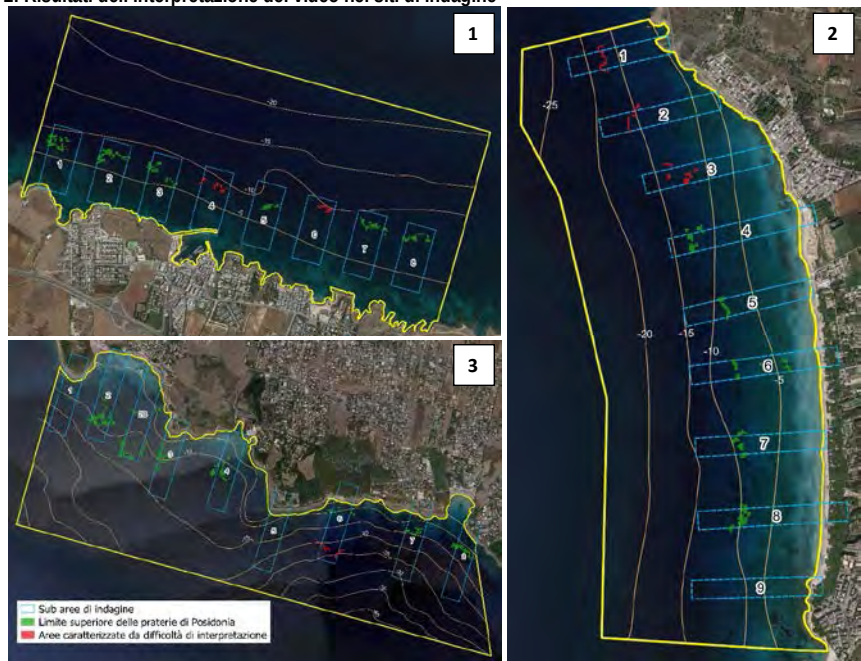
Figura 1: Visualizzazione dei video acquisiti in ArcGIS Pro



Fonte: ARPA Puglia

Al fine di favorire una visualizzazione più chiara, in termini di distribuzione spaziale, dei risultati dell'interpretazione dei video, i punti identificati sono stati riportati su una griglia con dimensione delle celle di 10 m x 10 m. I risultati dell'interpretazione sono rappresentati, per ciascun sito di indagine, nella Figura 2, con indicazione della distanza dalla costa dei limiti superiori delle praterie di *Posidonia oceanica*. I livelli di accuratezza (RMSE), in termini di geolocalizzazione, dei punti identificati nei video e proiettati sulla mappa sono compresi fra circa 6,70 m e 8,70 m. I risultati delle attività svolte da ARPA Puglia consentono di esprimere un giudizio positivo per la metodologia adottata, utilizzabile come approccio speditivo per differenti tipologie di valutazioni finalizzate al monitoraggio e più in generale allo studio della *Posidonia oceanica*. Le attività condotte, in questa fase, non hanno previsto una valutazione dei risultati tramite dei rilievi in situ di tipo subacqueo, ma sono state rivolte a verificare l'applicabilità della metodologia in ambito marino costiero, nonché i livelli di affidabilità dei sistemi di acquisizione e di elaborazione. La procedura sviluppata ha ampi margini di miglioramento in relazione agli strumenti disponibili nell'estensione *Image Analyst* del software ArcGIS Pro, con particolare riferimento ai sistemi automatizzati o semi-automatizzati per la segmentazione dei frame video, nonché all'utilizzo di droni con sistema RTK, per aumentare i livelli di accuratezza.

Figura 2: Risultati dell'interpretazione dei video nei siti di indagine



1 - Sito di indagine di Villanova										
Sub area	1	2	3	4*	5	6*	7	8	Sito	
Distanza media dalla costa (m)	298	334	313	-	377	-	485	496	383.83 ± 35.46 ES	
2 - Sito di indagine di Montagna Spaccata/Lido Conchiglie										
Sub area	1*	2*	3*	4	5	6	7	8	9*	Sito
Distanza media dalla costa (m)	-	-	-	543	461	318	447	438	-	441.4 ± 36.03 ES
3 - Sito di indagine di Lido Silvana										
Sub area	1*	2	2B	3	4	5*	6	7	8	Sito
Distanza media dalla costa (m)	-	338	323	199	248	-	65	124	118	202.14 ± 39.99 ES

Fonte: ARPA Puglia

Bibliografia

Bellia A. F., Evans J., Lanfranco S., 2020. A Drone's Eye View: A Preliminary Assessment of the Efficiency of Drones in Mapping Shallow-Water Benthic Assemblages. In: Eighth International Symposium "Monitoring of Mediterranean Coastal Areas. Problems and Measurement Techniques". ISPRA, Borrello P., De Angelis R., Pallottini E., Saccomandi F., 2010. Formazione e gestione delle banquettes di Posidonia oceanica sugli arenili. Manuali e linee guida 55/2010. Casella E., Collin A., Harris D., Ferse S., Bejarano S., Parravicini V., Hench J.L., Rovere A., 2017. Mapping coral reefs using consumer-grade drones and structure from motion photogrammetry techniques. Coral Reefs 2017, 36, 269 - 275.

- ISPRA, Dattola L., Sorrenti V., Oranges T., Belmusto G., Rende F., 2019. *Il telerilevamento da satellite per il monitoraggio delle praterie di Posidonia oceanica*. Rapporti 07/2019.
- David, C. G., Kohl N., Casella E., Rovere A., Ballesteros P., Schlurmann T., 2021. *Structure-from-Motion on shallow reefs and beaches: potential and limitations of consumer-grade drones to reconstruct topography and bathymetry*. Coral Reefs, 40(3), 835-851.
- Duffy J.P., Pratt L., Anderson K., Land P.E., Shutler J.D., 2018. *Spatial assessment of intertidal seagrass meadows using optical imaging systems and a lightweight drone*. Estuar. Coast. Shelf Sci. 2018, 200, 169 - 180.
- Furukawa F., Morimoto J., Yoshimura N., Koi T., Shibata H., Kaneko M., 2022. *UAV Video-Based Approach to Identify Damaged Trees in Windthrow Areas*. Remote Sensing, 14(13), 3170.
- Nahirnick N. K., Reshitnyk L., Campbell M., Hessing-Lewis M., Costa M., Yakimishyn J., Lee L., 2019. *Mapping with confidence; delineating seagrass habitats using Unoccupied Aerial Systems (UAS)*. Remote Sensing in Ecology and Conservation, 5(2), 121-135.
- Rende S.F., Dattola L., Bosman A., Franceschini G., Bruno F., Lagudi A., Di Mento R., Lamberti C., Nonnis O., Lanera P., Scalise S., Cappa P., 2019. *Impiego integrato di droni aerei e di superficie per la mappatura 2D e 3D dei limiti superiori delle praterie di P. oceanica*. Conference Paper. ASITA 2018.
- ISPRA, Rende F., Dattola L., Pappaterra D., Oranges T., Sorrenti V., Belmusto G., 2020. *Impiego di un Aeromobile a Pilotaggio Remoto, munito di sensore ottico multispettrale, per la mappatura delle praterie di Posidonia oceanica*. Rapporti 11/2020.
- Ventura D., Bonifazi A., Gravina M.F., Belluscio A., Ardizzone G., 2018. *Mapping and Classification of Ecologically Sensitive Marine Habitats Using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Imagery and Object-Based Image Analysis (OBIA)*. Remote Sens. 2018, 10, 1331.

COMUNICAZIONE AMBIENTALE



PASSEGGIANDO NELL'AMBIENTE: IN VIAGGIO VERSO LA SOSTENIBILITÀ TRA INFORMAZIONI E SENSAZIONI. L'ISPRA CREA UNA GUIDA "EMOZIONALE" PER I GIOVANI E I NON ESPERTI

Autori: Patrizia Valentini, Stefania Calicchia, Silvia Iaccarino
ISPRA

"Passeggiando nell'ambiente" è una pubblicazione di taglio divulgativo realizzata dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) per far conoscere lo stato di salute dell'ambiente in cui viviamo e incoraggiare la sua tutela.

Il documento, indirizzato a un pubblico di giovani studenti e di non esperti, è il risultato della collaborazione tra due strutture dell'ISPRA, una rivolta alla diffusione di statistiche e dell'informazione ambientale, l'altra alle attività di educazione e formazione ambientale.

Attraverso la metafora di una passeggiata in diversi contesti ambientali, lo stato dei principali *habitat* del nostro Paese è descritto con dati e informazioni ufficiali frutto delle attività di monitoraggio, validazione e controllo svolte dall'Istituto nell'ambito del Sistema Nazionale di Protezione dell'Ambiente (SNPA). A queste fotografie oggettive della realtà si affiancano curiosità, stimoli emozionali e riferimenti artistici che promuovono il dialogo con il *target* del documento, facilitando un processo di sensibilizzazione verso la salvaguardia dell'ambiente più sentito e partecipato. Solo estendendo al piano emozionale i confini della conoscenza basata sull'informazione, infatti, è possibile proporre in modo efficace il messaggio del contributo che ognuno può dare all'ambiente di cui è parte integrante. Dunque, l'obiettivo della pubblicazione è favorire quel "pensare verde" che muove proprio dal "sentire" l'ambiente, dal provare emozioni e sentimenti di fronte alla sua bellezza e alle sue problematiche.

Si tratta di un viaggio che si snoda lungo sei percorsi: "Attraversando la città"; "Gita in campagna"; "Verso il mare"; "Risalendo il fiume"; "Ritorno a casa, si chiude il cerchio"; "Educazione, un'agenda per la sostenibilità".

Ogni percorso affronta una selezione degli argomenti attinenti alla tematica principale, considerati più vicini a noi o direttamente osservabili nella realtà quotidiana e nell'esperienza di vita.

Il viaggio comincia dalla città che rappresenta il principale *habitat* umano, il luogo dove ci muoviamo ogni giorno per vivere la nostra vita. In città ci domandiamo quale sia la Qualità dell'aria che respiriamo; consideriamo i problemi legati ai Trasporti, ai Rifiuti e al Rumore. La gita in campagna, invece, porta alla scoperta della natura, del Suolo, della Biodiversità e a conoscere Agricoltura e Selvicoltura.

Dalla campagna procediamo verso il mare. Incontriamo prima le Coste e le Spiagge, poi il Mare, e indaghiamo la Pesca, spesso fonte di una minaccia alla sua ricchezza.

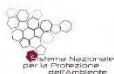
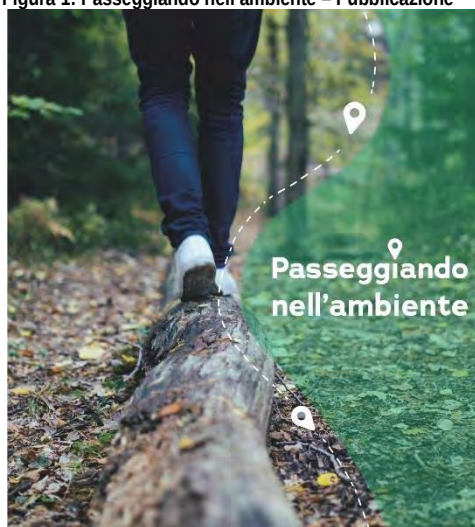
Risalendo il fiume, dalla foce alla sorgente, controlliamo la Qualità dell'acqua che scorre; affrontiamo il problema dei Prelievi idrici; seguiamo il Corso del fiume, tra pianure e colline, fino a raggiungere la Montagna.

Come ogni viaggio non di sola andata, anche la nostra passeggiata nell'ambiente si conclude idealmente con il ritorno a casa. Da qui, resi più consapevoli dalle conoscenze acquisite, siamo pronti a ripartire, agendo però in modo diverso, applicando i principi del nuovo modello dell'economia circolare. Le azioni da compiere sono la Riduzione, il Riuso, il Riciclo e la Condivisione.

L'ultima passeggiata, infine, propone un viaggio ancora lungo e complesso, quello della sostenibilità. I governi mondiali si sono impegnati a lavorare con grande responsabilità per raggiungere i 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (*Sustainable Development Goals - SDGs*) dell'Agenda 2030, quali: sconfiggere povertà e fame, assicurare salute e benessere delle persone, rendere le città vivibili e sostenibili, eliminare le disparità di genere e le ingiustizie sociali.

Sono traguardi ambiziosi, sfide tanto importanti quanto complesse, che non coinvolgono solo le istituzioni ma ognuno di noi. Perciò è importante che tutti abbiano le conoscenze e le competenze necessarie ad affrontarle. Questo è il ruolo dell'Educazione, che è al centro dell'Agenda 2030 con l'Obiettivo 4: "Assicurare un'istruzione di qualità, equa ed inclusiva, e promuovere opportunità di apprendimento permanente per tutti".

Figura 1: Passeggiando nell'ambiente – Pubblicazione



Fonte: ISPRA

Ogni percorso affronta quattro temi e si sviluppa con la medesima struttura:

- "Citazione", tratta principalmente da classici letterari;
- "Introduzione alla passeggiata";
- "Fotografie" dei temi descritti attraverso informazioni e dati sulle condizioni ambientali.
- "Approfondimenti" (zoom) degli argomenti fotografati;
- Sezione "Non sapevo che...", contenente notizie su aspetti poco conosciuti, corredate da *emoticon*;

- Sezione "Cosa posso fare?", con suggerimenti per azioni che contribuiscano alla tutela dell'ambiente; proposte per la lettura di libri, la visione di film o documentari, l'ascolto di brani musicali; l'Obiettivo dell'Agenda 2030 a cui fare riferimento per il tema trattato.

Alla fine di ogni tema, inoltre, è presente un glossario con la definizione dei termini più importanti, o più difficili, utilizzati per descrivere la problematica.

L'ultima passeggiata si discosta lievemente da questa struttura, perché affronta un solo tema, quello dell'Educazione ambientale e della sostenibilità, utilizzando un *layout* grafico specifico che rimanda alle pagine di un'agenda con le informazioni suddivise, appunto, secondo le voci di una rubrica.

Il linguaggio utilizzato nel documento si muove su due piani: quello oggettivo e autorevole del *reporting*, per comunicare lo stato dell'ambiente; quello soggettivo ed emozionale della narrazione, per sensibilizzare al cambiamento. Il lettore, in tal modo, è invitato a non essere soltanto il destinatario passivo di una comunicazione verticale e gerarchica, ma il protagonista partecipe di un racconto che lo riguarda da vicino.

Da un lato, la base informativa di riferimento è rappresentata dall' "Annuario dei dati ambientali" e dalla "Banca dati degli indicatori ambientali ISPRA". Pertanto, le informazioni sulle condizioni dell'ambiente, pur semplificate, sono di alto valore scientifico. Inoltre, sono state ulteriormente riviste e validate dalla rete dei referenti Annuario.

D'altro canto, sul piano emozionale, i brani tratti da testi letterari e le introduzioni alle passeggiate guidano a una scoperta dell'ambiente più intima e personale, offrendo da subito la vera chiave di lettura: l'ambiente siamo noi; la terra su cui muoviamo i nostri passi, l'acqua che beviamo, il frutto che ci nutre, l'aria che respiriamo. L'ambiente è il luogo dell'esperienza sensibile e sentimentale, fisica e immaginifica. A esso siamo uniti indissolubilmente in una metafora morale ed esistenziale. Dunque, il viaggio per conoscerlo e imparare ad amarlo muove dalla comprensione di noi stessi e delle azioni che compiamo ogni giorno, sin dal principio. La sua storia è la nostra storia, il suo futuro è il nostro futuro! Le citazioni propongono letture suggestive che superano la dimensione empirica della conoscenza. Le introduzioni, oltre a indicare gli argomenti trattati nella passeggiata, suggeriscono l'immedesimazione con le risorse vitali e le componenti ambientali che soffrono. Inoltre, per ottenere una maggiore incisività, spingendo il lettore a modificare azioni e comportamenti in modo risolutivo, sono evidenziati dei messaggi chiave da leggere come slogan.

Per la città:

"La città è il nostro habitat e come tale va difeso".

Per la campagna:

"Sono fondamentali le nostre scelte".

Per il mare:

"Siamo acqua nell'acqua, vita nella vita".

Per il fiume:

"Facciamo sì che l'acqua perenne scorra sempre pura (come linfa rigenerante nelle vene della natura)".

Per il modello circolare:

"Valorizza scarti e rifiuti".

Per l'Educazione ambientale:

“Non dobbiamo scoraggiarci”.

E ancora, per quanto concerne l'aspetto emozionale, la sezione “Non sapevo che...” presenta curiosità e note interessanti, commentate da *emoticon*, che comunicano con immediatezza impressioni e sentimenti in un'ampia scala di sfumature, dalla meraviglia allo sdegno. Il fine, infatti, è proprio quello di portare il lettore a reagire emozionalmente alle informazioni sull'ambiente, positive o negative che siano.

Rimanendo nella metafora della gita, tali notizie hanno la stessa funzione dell'aneddoto raccontato dalla guida per catturare l'attenzione di chi segue e mantenere alto il livello d'interesse verso gli argomenti illustrati. Nella sezione “Cosa posso fare?” la scoperta dell'ambiente passa anche attraverso suggerimenti culturali, quali libri, film e brani musicali, che contribuiscono a sensibilizzare e ad accrescere la consapevolezza e a capire come poter intervenire compiendo scelte e gesti concreti a partire dall'ambiente domestico, nel vivere quotidiano.

Figura 2: Passeggiando nell'ambiente - Cosa posso fare? (Tema Trasporti)

COSA POSSO FARE?



Agisco

Prediligo mezzi sostenibili come la bicicletta, i mezzi pubblici o il *car sharing* (uso condiviso dell'automobile).



Leggo

Quando l'automobile uccise la cavalleria di Giorgio Caponetti



Guardo

L'ingorgo di Luigi Comencini, 1979 - Film



Ascolto

La bicicletta di Radici nel cemento



Rispondo/Raggiungo/Mi impegno

Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili

Fonte: ISPRA

Passeggiando nell'ambiente è tradotto anche in una versione multimediale rivolta alle scuole secondarie, realizzata dall'ISPRA in collaborazione con Civicamente, società specializzata nello sviluppo di progetti di educazione, formazione e comunicazione, diffusi attraverso la piattaforma web Educazione Digitale (<https://www.educazionedigitale.it/>).

Il prodotto, sempre dal titolo Passeggiando nell'ambiente, propone un percorso educativo multimediale e interattivo, organizzato in sei Unità didattiche collegate a contesti/tematiche ambientali e di sostenibilità (Attraversando la città; Gita in campagna; Verso il mare; Risalendo il fiume; Ritorno a casa, si chiude il cerchio; Un'agenda per la sostenibilità).

Quest'ultimo, impostato secondo la metodologia didattica Open Mind®, presenta la medesima struttura della pubblicazione, con alcune differenze. Ad esempio, le introduzioni sono sostituite da video emozionali; i contenuti sono presentati in forma più sintetica e facilitata; sono proposte attività di gruppo da svolgere in classe come mappe mentali, *flipped classroom*, *debate*.

Tramite registrazione alla piattaforma, i docenti possono accedere e iscriversi gratuitamente una o più classi al percorso multimediale e scaricare i materiali collegati.

I due prodotti costituiscono un vero e proprio progetto educativo, ideato e sviluppato per presentare le informazioni sullo stato dell'ambiente, trasformandole in contenuti di apprendimento adeguati ai *target* prescelti.

Nell'ambito di questo progetto la pubblicazione istituzionale diviene la guida didattica di riferimento della versione multimediale, che è messa a disposizione degli insegnanti per arricchirne gli spunti, anche insieme ad altri strumenti di approfondimento.

Sin dalla pubblicazione di entrambi i prodotti (2022), è stato registrato un positivo riscontro.

In particolare, sono 581 le scuole, a livello nazionale, che negli anni scolastici 2021/22 e 2022/23 hanno iscritto una o più classi al percorso didattico multimediale. Molto elevati risultano i *download* delle risorse didattiche proposte a corredo (971 per tutti gli strumenti di studio, di cui 299 per la guida monografica in pdf).

Nell'ottica di uno sviluppo sostenibile finalizzato al benessere del nostro Pianeta e a ridefinire, ogni giorno, nuovi equilibri nella relazione uomo-ambiente, Passeggiando nell'ambiente rappresenta una risorsa utile allo studio e all'approfondimento delle problematiche ambientali da parte dei giovani; uno strumento valido e innovativo che fornisce supporto concreto al cambiamento necessario per la transizione ecologica.

Figura 3: Passeggiando nell'ambiente - Multimediale interattivo didattico



Fonte: ISPRa

Bibliografia

Valentini P. (a cura di), 2022, *Passeggiando nell'ambiente*. Edizione 2022. ISPRA

ISPRA, anni vari, *Annuario dei dati ambientali*

ISPRA, *Banca dati degli indicatori ambientali*: <https://indicatoriambientali.isprambiente.it/>

ISPRA, *Passeggiando nell'ambiente* – Pubblicazione:

<https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/pubblicazioni-di-pregio/passeggiando-nellambiente>

ISPRA, *Passeggiando nell'ambiente* – Multimediale interattivo didattico:

<https://www.educazionedigitale.it/passeggiandonellambiente/>

NUOVO APPROCCIO DI ISPRA PER MONITORARE LE POLITICHE AMBIENTALI IN MODO INNOVATIVO: INDICATORI, INDICI E SCENARI PER L'ANALISI DEI PRINCIPALI *TREND* AMBIENTALI

Autori: Finocchiaro Giovanni, Frizza Cristina, Galosi Alessandra, Giunta Mariaconcetta, Renato Marra Campanale
ISPRA

ISPRA, a settembre 2022, ha presentato il rapporto "Indicatori, indici e scenari per l'analisi dei principali *trend* ambientali", che ha consentito all'Istituto di proseguire nella sua azione di supporto tecnico-scientifico, anche nell'ambito del Sistema Nazionale della Protezione dell'Ambiente (SNPA), al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) e, più in generale, al Governo italiano.

Figura 1: Struttura del documento "Indicatori, indici e scenari per l'analisi dei principali *trend* ambientali"



Fonte: ISPRA

Il documento analizza le principali tematiche ambientali emergenti (capitale naturale, cambiamenti climatici, economia circolare e ambiente e salute) attraverso tre differenti approcci il cui filo conduttore è l'utilizzo e la valorizzazione dei *trend* dei più significativi indicatori presenti nella **Banca dati indicatori ambientali**.

Questo rapporto nasce da un processo di *reporting* in evoluzione per comprendere al meglio il contesto che cambia, passando dall'analisi dello stato ambientale (primo studio), al *trend* (secondo studio), per concludersi con l'analisi delle prospettive future (terzo studio).

Tale documento è stato anche presentato dal DG ISPRA il 21 marzo 2023 in occasione dell'*EPA Network plenary meeting a Bruxelles* in un contesto di definizione/inserimento degli aspetti legati all'innovazione tecnologica/digitalizzazione e di politiche innovative, come gli aspetti socio-economici e di *foresight* nello stato dell'ambiente nazionale.

Il primo studio descrive la condizione attuale di ambiente e territorio, analizzando l'andamento dei principali indicatori ambientali e rapportandolo ai rispettivi riferimenti normativi al fine di monitorare "l'efficacia" delle norme. Fornisce una fotografia della correlazione tra l'andamento del fenomeno indagato e l'applicazione delle norme vigenti. Sono stati selezionati 40 indicatori ambientali per le quattro tematiche sopracitate. Ciascun indicatore è stato strutturato in una scheda sintetica che mostra la serie storica dei dati disponibile, un commento e una valutazione del *trend*, i riferimenti normativi con eventuali obiettivi fissati dalla norma e le relazioni all' Agenda 2030 e al *Green Deal* attraverso appositi simboli. Gli indicatori sono stati suddivisi in quattro gruppi, in base alla tematica ambientale per cui risultano, rispettivamente, rappresentativi. Inoltre, per ogni indicatore è stata proposta una valutazione del *trend* tramite il calcolo del "tasso medio annuo di variazione", adottato anche da Eurostat nell'ambito del monitoraggio nell'Unione europea dei *Sustainable Development Goal*⁷. La valutazione descrive l'andamento complessivo della serie dei valori registrati negli ultimi 10 anni e indica se l'indicatore si muove nella direzione auspicabile e con quale velocità (Figura 2).

Figura 2: Categorie di valutazione e simboli associati

SIMBOLO	Con obiettivo quantitativo	Senza obiettivo quantitativo
	Significativo progresso verso l'obiettivo	Significativo progresso verso la direzione desiderata
	Moderato progresso verso l'obiettivo	Moderato progresso verso la direzione desiderata
	Insufficiente progresso verso l'obiettivo	Insufficiente progresso verso la direzione desiderata
	Allontanamento dall'obiettivo	Allontanamento dalla direzione desiderata
N.A.	Non Applicabile: per la natura intrinseca del fenomeno in esame, non è possibile valutare la tendenza in atto nel periodo considerato (10 anni) mediante il calcolo del CAGR	

Fonte: ISPRA

Nel secondo studio, i temi ambientali emergenti in Italia sono stati trattati con un'ottica differente, basata sugli indicatori compositi, privilegiando gli aspetti comunicativi e favorendo una lettura d'insieme. Il punto di forza degli indicatori compositi è la capacità di descrivere in modo sintetico e diretto i fenomeni ambientali complessi, associandoli a un unico valore ottenuto accorpando le informazioni contenute negli indicatori elementari che li rappresentano. Pur consapevoli della perdita di ricchezza di informazione/dettaglio, gli indicatori compositi sono molto utili poiché risultano particolarmente adatti per coinvolgere nella discussione sullo stato e la tutela dell'ambiente e del territorio un pubblico non specializzato.

⁷ Eurostat (2022) Sustainable development in the European Union – 2022 edition (<https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-flagship-publications/-/ks-09-22-019>)

Vengono presentati 11 indicatori composti e 4 indici composti, costruiti con il metodo AMPI (*Adjusted Mazziotta-Pareto Index*). I 4 indici composti descrivono complessivamente le quattro dimensioni relative ai macro-temi emergenti (Capitale naturale, Cambiamenti climatici, Economia circolare, Ambiente e salute), accorpando le informazioni ottenute dagli 11 indicatori composti afferenti a tali dimensioni. L'analisi dei risultati ottenuti per ogni tematica trattata si basa sul confronto tra i valori raggiunti dal relativo indicatore composto nell'ultimo anno di aggregazione, con quelli dell'anno base. In questa ottica 5 degli 11 indicatori proposti registrano un miglioramento, ovvero vedono il composto crescere rispetto all'anno base, mentre 5 indicatori composti, di cui 2 relativi alla dimensione Capitale naturale, 1 a Cambiamenti Climatici e 2 a Ambiente e salute, registrano un peggioramento. L'indicatore composto Biodiversità mostra infine un andamento pressoché costante.

Tabella 1: Quadro sinottico riepilogativo degli andamenti degli indici e indicatori composti

Indice e Indicatore composto	Andamento	Valutazione
Indice Capitale Naturale		I risultati ottenuti mostrano per il <i>Capitale naturale</i> un andamento pressoché costante, dovuto probabilmente all'influenza positiva dell'indicatore <i>Foreste</i> e alla non considerazione dell'indicatore composto <i>Suolo e territorio</i> (a causa della serie limitata dei dati) che invece evidenzia un <i>trend</i> negativo.
Biodiversità		L'indicatore <i>Biodiversità</i> mostra una situazione pressoché stazionaria: influenzata positivamente dalle aree protette in espansione e controbilanciata negativamente dal numero di specie alloctone in aumento.
Acque marine		L'andamento del composto <i>Acque marine</i> è complessivamente negativo, a causa delle pressioni subite dal sovrasfruttamento degli <i>stock</i> ittici.
Suolo e territorio		L'incremento del consumo di suolo e della frammentazione del territorio, registrato nel periodo analizzato, determina un andamento negativo dell'indicatore composto <i>Suolo e territorio</i> .
Foreste		L'indicatore composto <i>Foreste</i> presenta un <i>trend</i> globalmente positivo, riconducibile al contributo delle foreste al ciclo globale del carbonio e alla riduzione della superficie forestale percorsa dal fuoco.

Indice e Indicatore composito	Andamento	Valutazione
Indice Cambiamenti climatici		L'indice <i>Cambiamenti climatici</i> registra un andamento nel lungo periodo complessivamente negativo, nonostante il contributo positivo dato dalla riduzione delle emissioni dei gas serra e dall'incremento delle fonti rinnovabili e dell'efficienza energetica.
Energia		L'indicatore <i>Energia</i> evidenzia un <i>trend</i> in netto miglioramento grazie ai progressi nazionali verso gli obiettivi del PNIEC i cui target sono l'aumento delle rinnovabili e la riduzione dei consumi energetici e delle emissioni dei gas serra.
Clima		L'indicatore composito <i>Clima</i> mostra un evidente tendenza negativa dovuta all'aumento della temperatura media e dal numero di giorni con onde di calore con conseguente fusione dei ghiacciai.
Indice Economia Circolare		L'indice <i>Economia circolare</i> mostra un andamento complessivamente positivo frutto di un minor consumo interno di materiali associato a un incremento della produttività delle risorse e del tasso di uso circolare dei materiali e alla migliore gestione dei rifiuti prodotti.
Uso delle risorse		Il <i>trend</i> crescente dell'indicatore composito <i>Uso delle risorse</i> è imputabile alla crescita sia della Produttività delle risorse sia del Tasso di uso circolare dei materiali, unitamente alla decrescita dei valori del <i>Material Footprint</i> e <i>Carbon Footprint</i> .
Rifiuti		L'andamento dell'indicatore <i>Rifiuti</i> delinea un <i>trend</i> in miglioramento grazie in particolare alla riduzione della produzione dei Rifiuti urbani e al crescente perfezionamento della gestione degli stessi.

Indice e Indicatore composito	Andamento	Valutazione
Indice Ambiente e salute		L'indice <i>Ambiente e salute</i> registra un andamento nel lungo periodo complessivamente negativo, nonostante il contributo positivo dato principalmente dalla riduzione delle sostanze inquinanti e delle polveri sottili.
Qualità dell'aria		L'andamento del composito <i>Qualità dell'aria</i> risulta in continua crescita. Tale tendenza è riconducibile ad un generale calo delle emissioni, con una conseguente riduzione delle concentrazioni dei principali inquinanti nell'aria (anche se ancora lontani dal raggiungimento degli obiettivi).
Qualità delle acque di balneazione		L'andamento negativo dell'indicatore composito <i>Qualità delle acque di balneazione</i> sembra soprattutto essere determinato dal trend in crescita della concentrazione di <i>Ostreopsis ovata</i> .
Prodotti fitosanitari		Il composito Prodotti fitosanitari presenta un andamento fortemente negativo dovuto alla alta variabilità degli indicatori utilizzati, che determina una penalizzazione nel valore finale del composito nonostante il trend positivo dei Principi attivi contenuti nei prodotti fitosanitari e della SAU biologica.

Fonte: ISPRA

A partire dagli indicatori compositi descritti, si è deciso di arricchire la trattazione delle tematiche ambientali di interesse creando 4 indici compositi finalizzati a descrivere complessivamente le 4 dimensioni relative ai macro-temi emergenti, denominate Capitale naturale, Cambiamenti climatici, Economia circolare, Ambiente e salute. I 4 indici, uno per ogni dimensione, sono stati costruiti aggregando gli indicatori compositi attinenti alle rispettive tematiche; nello specifico, è stata selezionata la finestra temporale più ampia comune a tutti gli indicatori elementari considerati nei compositi della dimensione. Si propone di seguito (Tabella 1) un quadro sinottico riepilogativo degli andamenti dei 15 indicatori compositi.

Infine, il terzo studio, descrive lo studio con cui ISPRA ha tentato di inserirsi nel recente dibattito sui *futures studies* (studi sul futuro) in campo ambientale. Quando ci si riferisce all'*environmental foresight* si parla di studiare e conoscere le sfide e le opportunità ambientali future e della capacità di applicarle per cercare di creare un futuro sostenibile attraverso la progettazione, gestione e creazione di politiche efficienti in campo ambientale.

Come negli studi precedenti, si è cercato di approcciarsi al futuro sfruttando gli indicatori ambientali resi disponibili da ISPRA. Ciò è stato possibile seguendo un approccio che:

- tiene conto dell'esistenza di una molteplicità di futuri alternativi (*foresight*);
- ben si adatta allo studio di argomenti ampi e complessi per prendere decisioni consapevoli (*futures research*);
- si focalizza su un unico futuro, il più desiderabile, con l'obiettivo di creare una norma che permetta di raggiungerlo (*policy-oriented*);
- unisce all'affidabilità dei dati, la soggettività del giudizio degli esperti, fondamentale per poter sondare il futuro in modo creativo (semi-quantitativo).

Il progetto è stato anche presentato inizialmente (nel novembre 2021) alla Conferenza della Commissione Europea sulla creazione di modelli a supporto della creazione di politiche⁸, e successivamente (a luglio 2022) alla 1^a Conferenza internazionale sull'analisi della sostenibilità promossa dalla Società italiana di statistica con il titolo "*Foresight come strumento di sostenibilità*"⁹.

La scelta della struttura metodologica costituisce la colonna portante di ogni esercizio di *foresight*.

In generale il processo di creazione di futuri strategici possibili comprende due fasi principali: lo studio del problema, della situazione attuale e la costruzione degli scenari.

Il primo passo consiste nell'analizzare il sistema e ridurne la complessità, identificando la natura delle variabili che lo compongono e il numero e l'intensità delle relazioni che le legano. Conclusa l'analisi si passa al cuore del processo, ossia la creazione vera e propria di uno o più scenari, cui deve seguire una terza fase relativa alla interpretazione, revisione e comunicazione dei risultati. Nel caso in cui lo scenario sia inserito in un progetto di pianificazione strategica, si deve prevedere anche la traduzione dello scenario in una serie di azioni concrete.

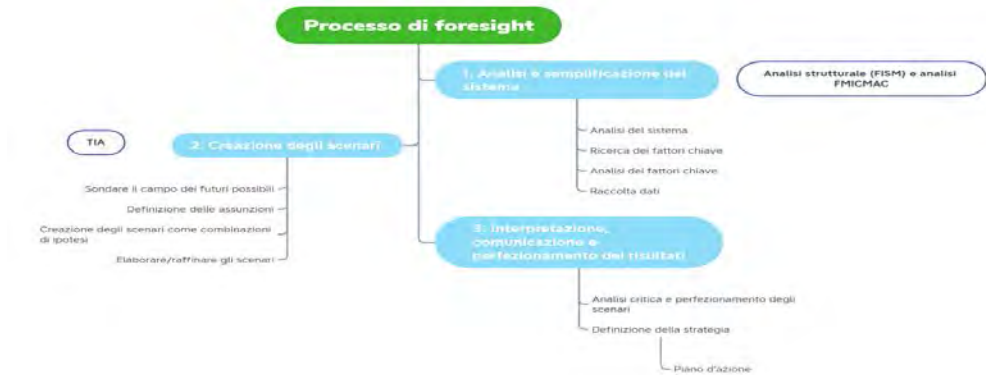
Il metodo utilizzato per la creazione degli scenari è la *Trend Impact Analysis* (TIA) e ad esso si affiancano due metodi semiquantitativi di supporto necessari nella prima fase, ossia l'analisi strutturale: *Fuzzy Interpretive Structural Modeling* (FISM) e l'analisi *Fuzzy Matrice d'Impacts Croises Multiplication Appliquées a un Classement* (FMICMAC) (Figura 3).

Il processo appena descritto è stato utilizzato per ricercare gli scenari desiderabili, con l'obiettivo di migliorare le condizioni ambientali, inteso come diminuzione delle pressioni ambientali, realizzabile minimizzando le emissioni, la produzione di rifiuti e il consumo di materie prime energetiche e non, nonché massimizzando l'uso di materie prime seconde.

⁸ EU conference on modelling for policy support

⁹ Foresight as a sustainability tool

Figura 3: Workflow sintetico del processo di foresight



Fonte: ISPRA

Come campo di applicazione si è scelta l'economia circolare che, come è noto, è una delle leve principali della transizione “green”, auspicata dall'European Green Deal, e, a livello italiano, dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza e dal Piano di Transizione Ecologica.

Nello specifico, si è scelto di creare uno scenario che tenga conto dell'eventuale creazione di una nuova politica relativa ai tassi di riciclo dei rifiuti da costruzione e demolizione. Tale ambito è stato scelto per la rilevanza del riciclo nell'ottica circolare e per l'identificazione dei rifiuti da C&D come flusso di rifiuti prioritario, nonché voce principale del consumo di materie prime vergini per quantità (Figura 4).

Figura 4: Il campo di applicazione



Fonte: ISPRA

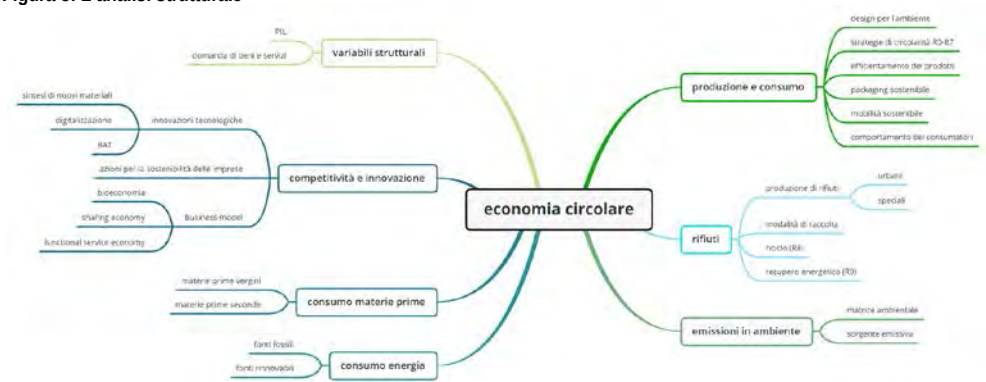
L'analisi strutturale (Figura 5) rientra tra quei metodi deputati allo studio di problemi complessi, con l'obiettivo di crearne una struttura definita e/o di ridurre la complessità, suddividendoli in problemi più

piccoli da affrontare singolarmente. La specificità dell'analisi strutturale, rispetto agli altri metodi di analisi, consiste nel rappresentare il sistema attraverso un *set* di variabili chiave, che potenzialmente influenzano il problema di interesse, utilizzando le proprietà delle matrici.

Sulla base del parere degli esperti sono stati selezionati una serie di elementi, o fattori, che rappresentano in modo esaustivo l'economia circolare. Applicando l'analisi strutturale è stato possibile rendere più chiara e dettagliata la struttura qui presentata, indagando la natura dei fattori e l'intensità delle relazioni che li legano.

A causa del numero elevato di fattori e della loro natura profondamente differente è stato necessario suddividere i fattori in due classi ed effettuare due analisi parallele: da una parte si considerano le variabili collegate all'ambiente, che rappresentano le "pressioni ambientali", mentre dall'altra si accorpano le "azioni", intese come iniziative che possono essere intraprese per favorire la sostenibilità del sistema economico a diversi livelli (del consumatore, del produttore e globale).

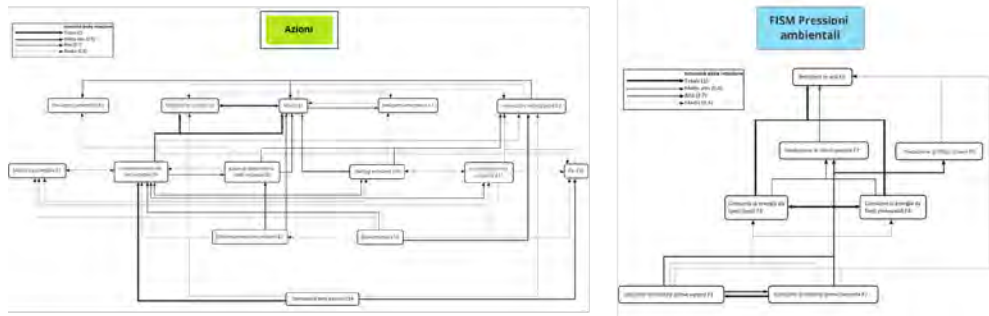
Figura 5: L'analisi strutturale



Fonte: ISPRA

Il primo risultato dell'analisi strutturale, in particolare della FISM, è una rappresentazione schematica, più ordinata e chiara del tema trattato, con informazioni aggiuntive rispetto al grafico precedente, legate all'intensità delle relazioni tra i fattori (Figura 6).

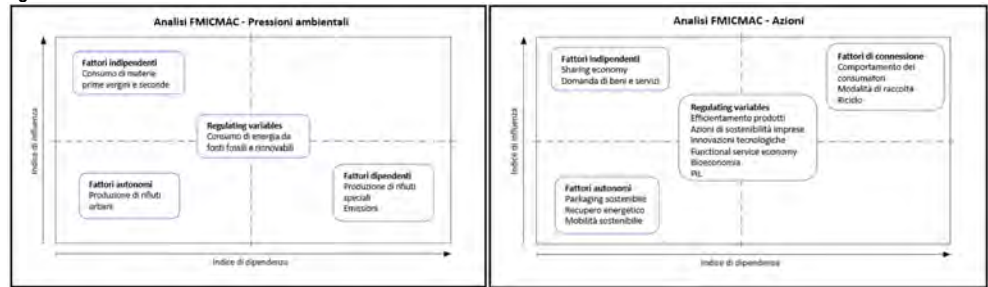
Figura 6: L'analisi strutturale – modello gerarchico, schematico, semplificato



Fonte: ISPRA

Il secondo risultato, legato all'analisi MICMAC, prevede la divisione dei fattori in 5 classi in base a due indici (indice di dipendenza e indice di influenza) che quantificano l'interazione tra il fattore e il resto del sistema in entrambe le direzioni. Nella parte alta del grafico compaiono i fattori con elevata influenza sul sistema, mentre nella parte destra compaiono quei fattori che hanno un'elevata dipendenza dallo stesso. I *cluster* che si possono individuare nei 4 quadranti prendono il nome di fattori indipendenti, autonomi, dipendenti, di connessione e di regolazione (Figura 7).

Figura 7: L'analisi strutturale – valutazione della natura dei fattori



Fonte: ISPRA

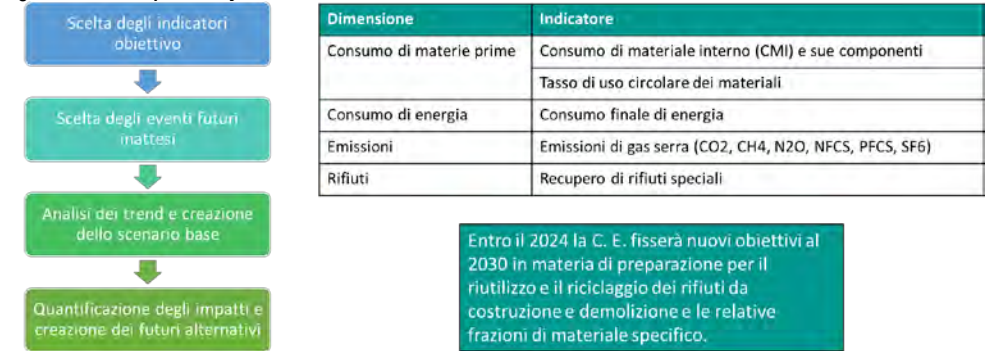
I risultati dell'analisi strutturale possono essere utilizzati a supporto della creazione dello scenario. La tecnica coniuga le peculiarità dei metodi quantitativi e qualitativi, dato che comprende tanto l'approccio deterministico degli uni, quanto l'uso del giudizio degli esperti degli altri.

Il metodo si sviluppa in due fasi principali: la creazione dello scenario base, ottenuto estrapolando il *trend* della serie storica, e la creazione dei futuri alternativi, ognuno dei quali associato a un possibile evento inatteso.

Si è scelto di applicare la TIA ad un set di 5 indicatori ambientali disponibili nella banca dati indicatori ambientali (<https://indicatoriambientali.isprambiente.it/>); oltre allo scenario *surprise free* è stato creato uno scenario alternativo che considera come evento futuro l'esistenza di nuovi obiettivi al 2030 in termini di preparazione per il riutilizzo e riciclaggio dei rifiuti da C&D (Figura 8).

Con orizzonte al 2030 si associa all'evento futuro una probabilità di accadimento per ogni anno di proiezione. L'impatto dell'evento su ogni indicatore viene quantificato attraverso 4 fattori: il tempo necessario perché si realizzi l'impatto massimo, l'entità dell'impatto massimo e analogamente il tempo necessario per un impatto stabilizzato e l'entità dell'impatto stabilizzato.

Figura 8: Trend impact analysis



Fonte: ISPRA

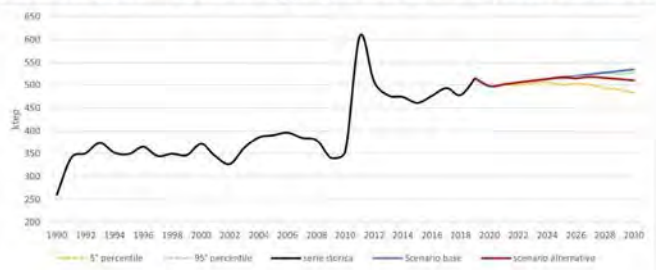
Il grafico mostra un esempio del risultato ottenuto, mentre in tabella sono riportati gli impatti in termini percentuali al 2030 per tutti gli indicatori considerati. Ovviamente gli impatti registrati sono limitati

poiché l'evento inatteso considerato è estremamente settoriale e si applica ad un contesto in cui le prestazioni sono già buone (Figura 9). Sarebbe stato interessante proporre azioni a più ampio raggio o eventi con effetti su più settori, ma la mancanza di dati è tale che non è stato possibile farlo in breve tempo.

Figura 9: Trend impact analysis -confronto tra lo scenario base e alternativo (Consumo finale di energia)

Impatti percentuali attesi al 2030 sul trend base						
Impatto al 2030	Emissioni CO ₂ (MtCO ₂ e)		CMI tot (Mt)	CMI minerali non metalliferi (Mt)	Consumo energia ind. estrattiva+edilizia (ktep)	Recupero rifiuti speciali (Mt)
	Holt	TIMES				
	-0.9%	-1.1%	-0.7%	-1.5%	-4.7%	4.5%
						4.3%

Esempio: Consumo finale di energia (industria estrattiva ed edilizia)



Fonte: ISPRA

In conclusione, il primo studio ha permesso di monitorare l'efficacia delle norme, proponendo una valutazione puntuale e tendenziale del fenomeno ambientale, il secondo studio, invece, ha permesso di realizzare un'analisi e integrazione dei fenomeni complessi, attraverso l'uso di indicatori compositi che ha reso possibile visualizzare in modo sintetico, comunicativo e semplificato le tematiche ambientali, per poter coinvolgere nella discussione sull'ambiente anche persone non esperte sul tema. Infine, l'approccio allo studio del futuro ha permesso di promuovere la propensione a percepire il futuro in modo creativo allontanandosi dal classico approccio previsionale (*forecast*). È stata ribadita la necessità di integrare, nelle valutazioni sull'ambiente, strumenti e discipline tecniche di supporto che vanno al di là delle conoscenze puramente ambientali.

Bibliografia

ISPRA, 2022, *Indicatori, indici e scenari per l'analisi dei principali trend ambientali*.
ISPRA, *Banca dati indicatori ambientali* <https://indicatoriambientali.isprambiente.it/>

CAMBIAMENTI CLIMATICI: CONOSCERE PER AGIRE PUÒ METTERE AL SICURO IL NOSTRO FUTURO

Autore: Simona Cerrai
ARPA Toscana

“I cambiamenti climatici indotti dall’attività umana stanno causando pericolosi e diffusi sconvolgimenti nella natura e colpendo la vita di miliardi di persone in tutto il pianeta; hanno impatto anche sulle nostre vite, nel nostro Paese e nei nostri territori, nonostante gli sforzi per ridurre i rischi” (<https://ipccitalia.cmcc.it/impatti-adattamento-e-vulnerabilita/>). Le nostre azioni di oggi possono aiutare le persone ad adattarsi alla natura che sta cambiando e a rispondere in modo adeguato ai crescenti rischi connessi ai cambiamenti climatici.

Figura 1: Immagine di pianeta in fiamme



Fonte: Pixabay

Per evitare una crescente perdita di vite umane, biodiversità e infrastrutture, è necessario anche un investimento ambizioso in conoscenza e consapevolezza in grado di avviare un’azione accelerata di adattamento al cambiamento climatico. Il cambiamento climatico è una sfida globale che richiede

soluzioni locali che non possono trascurare l'investimento nella conoscenza e nel mettere in atto comportamenti individuali e collettivi adeguati. Da qui nasce il progetto ARPA Toscana *"Cambiamenti climatici: conoscere per agire può mettere al sicuro il nostro futuro"*, che si snoda nell'arco di un biennio, con la finalità di indagare gli effetti diretti e indiretti del cambiamento climatico. Si tratta di un progetto integrato di comunicazione-formazione interna rivolto a tutto il personale dell'Agenzia; un momento di riflessione su come i cambiamenti climatici siano causa di pericolosi, diffusi e frequenti sconvolgimenti naturali, che colpiscono miliardi di persone in tutto il pianeta. Gli eventi estremi, ormai sempre più di frequenti, ci mettono davanti ai pericoli strettamente legati al cambiamento del clima che si manifestano ormai con evidenza anche nel nostro Paese: ghiacciai che collassano, alluvioni, frane, ondate di calore e periodi di siccità. ARPA Toscana non ha competenze specifiche nelle politiche di contrasto al cambiamento climatico, ma supporta, dal punto di vista tecnico scientifico, la Regione Toscana, che ha ritagliato per l'Agenzia un ruolo nel Comitato scientifico del Piano Regionale della Transizione Ecologica (PRTE)

(<https://www.gazzettaufficiale.it/atto/regioni/caricaDettaglioAtto/originario?atto.dataPubblicazioneGazzetta=2023-01-21&atto.codiceRedazionale=22R00509>).

La partecipazione attiva di ARPA Toscana, insieme ad altri soggetti, come il Consorzio Laboratorio e Monitoraggio e Modellistica Ambientale (LaMMA) nel Comitato scientifico, rappresenta uno stimolo a implementare la conoscenza sui cambiamenti climatici e sulla transizione ecologica. Il progetto delle giornate scientifiche nasce grazie ad accordi quadro sottoscritti tra l'Agenzia e le Università degli Studi di Firenze, Pisa e Siena, attraverso i quali si è determinata una proficua collaborazione con il mondo accademico nell'ambito della formazione e della ricerca applicata. In virtù di questi protocolli è stato possibile approfondire le tematiche dal punto di vista tecnico scientifico, ponendo le basi per avviare studi e ricerche su singoli comparti ambientali. Le giornate scientifiche, pur presentandosi secondo uno schema di didattica frontale, con uno spazio dedicato a domande e risposte, si propongono di essere, al tempo stesso, occasioni di riflessione sulle sfide ambientali emergenti e sulle modalità di contrasto delle stesse per creare una cultura condivisa all'interno dell'organizzazione e per modificare gli stili di vita individuali e collettivi. Le giornate scientifiche sono parte integrante del Piano annuale di formazione ARPA Toscana, sono state erogate come formazione a distanza sincrona e sono state accreditate nel sistema ECM per garantire la formazione continua del personale comparto e dirigenza del ruolo sanitario. Nell'ambito dell'obiettivo generale sopra descritto, il progetto si pone una serie di ulteriori obiettivi interni:

- a) fornire un momento di confronto collettivo, interno, sulle sfide ambientali emergenti, avvalendosi di docenti universitari in grado di offrire strumenti di conoscenza del cambiamento in atto;
- b) favorire momenti di confronto che coinvolgano il personale in maniera trasversale su tematiche ambientali complesse, che non rientrano nel mandato istituzionale di ARPA Toscana, ma che possono contribuire a costruire un ponte tra le professionalità e i diversi ruoli presenti in Agenzia;
- c) favorire l'interazione con le istituzioni universitarie per un confronto, una contaminazione dei saperi, un'integrazione delle competenze.

I contenuti. I temi affrontati nel corso delle giornate scientifiche sono stati molteplici, dal linguaggio del cambiamento climatico, alla giustizia climatica, dalle specie aliene negli ambienti marini, alle isole di calore, fino all'impiego delle varie fonti energetiche finalizzate alla transizione energetica. Uno dei temi cruciali ha riguardato, appunto, la comunicazione: il linguaggio del cambiamento climatico è un

linguaggio specialistico, che possiede alcune caratteristiche tipiche. Nasce in un ambito di alta specializzazione, nei centri di ricerca, nelle università, ha la funzione di soddisfare bisogni comunicativi precisi, dipende da specifici settori di conoscenza e viene utilizzato all'interno di gruppi di specialisti. Si tratta di un linguaggio interdisciplinare che trae il suo lessico dal serbatoio lessicale di molte discipline: climatologia, meteorologia, chimica, fisica, biologia, ecologia e con commistioni con il linguaggio giuridico-amministrativo. Ne deriva che il lessico usato per descrivere i cambiamenti climatici, ma anche quello adoperato per mostrare lo stato dell'ambiente, non è conosciuto dalla maggior parte della popolazione. Dal punto di vista della comunicazione (<https://www.snpambiente.it/2023/03/22/le-parole-del-cambiamento-climatico/>) e della divulgazione scientifica al grande pubblico, il mondo accademico, ed in particolare dei docenti che collaborano con l'Accademia della Crusca, suggerisce di limitare l'uso di anglicismi e tecnicismi, se riferiti al tema del cambiamento climatico, per raggiungere quegli obiettivi di chiarezza e trasparenza necessari a intraprendere un cambiamento nello stile di vita delle persone, che comporta anche l'abbandono di certi costumi e abitudini. E quando si parla di cambiamento climatico si parla anche di giustizia climatica (<https://www.snpambiente.it/2022/05/31/lotta-ai-cambiamenti-climatici-tra-quadro-normativo-internazionale-e-giustizia-climatica/>). Infatti, sono sempre più numerosi i giudizi davanti ai tribunali che vertono sul tema del clima, intentati da attori diversi: la pubblica amministrazione contro un'impresa che inquina o la società civile contro un'attività industriale inquinante o contro lo Stato inadempiente rispetto alla normativa internazionale, europea o nazionale in materia di tutela dell'ambiente e lotta ai cambiamenti climatici.

Uno dei problemi delle controversie in materia di "giustizia climatica" è quello della legittimità ad agire degli attori, ovvero comprendere se gli attori possono attivare il giudizio davanti ad un tribunale; la questione è strettamente legata alla natura giuridica del "diritto al clima" (<https://www.arpat.toscana.it/notizie/arpatnews/2022/123-22/intervista-a-giacomo-vivoli>). Altre giornate scientifiche sono state incentrate sui temi tecnico-scientifici quali l'analisi e la gestione degli eventi estremi nella città (<https://www.snpambiente.it/2022/07/04/cambiamento-climatico-cambiare-il-volto-delle-citta-con-le-infrastrutture-verdi-per-ridurre-le-isole-di-calore/>), gli stress che impattano sugli ecosistemi marini e l'invasione delle specie aliene nei nostri mari (<https://www.arpat.toscana.it/notizie/arpatnews/2022/130-22/cambiamento-climatico-specie-aliene-e-biodiversita-cosi-soffre-il-mare>), la microplastica nei fiumi (<https://www.arpat.toscana.it/notizie/arpatnews/2022/164-22/microplastiche-in-ambiente-di-acqua-dolce>) e, infine, il tema della *carbon neutralità* (<https://www.arpat.toscana.it/notizie/arpatnews/2022/153-22/la-road-map-per-la-carbon-neutrality-nei-territori-l2019esperienza-di-siena>).

Figura 2: immagine alluvione



Fonte: Pixabay

Solo percorrendo la strada della transizione ecologica saremo in grado di contrastare il cambiamento del clima ed i suoi effetti. Per questo motivo, particolare attenzione è stata dedicata al comparto della produzione energetica, uno dei settori produttivi che maggiormente contribuisce alla produzione di anidride carbonica e, quindi, al riscaldamento globale alla base del cambiamento climatico. Le fonti di produzione energetica alternative: geotermico (<https://www.snpambiente.it/2023/05/17/la-produzione-di-energia-dalla-risorsa-geotermica/>) solare, eolico, ma anche nucleare (<https://www.snpambiente.it/2023/05/23/il-ruolo-dellenergia-nucleare-nella-transizione-energetica/>), rappresentano la risposta alla produzione energetica da fonti fossili e sono “pietre miliari” nel percorso verso la transizione ecologica.

La partecipazione alle singole giornate scientifiche è stata di circa 1/3 rispetto al numero complessivo del personale dell'Agenzia, indipendentemente dal ruolo e dal profilo professionale, ma il valore aggiunto del progetto è stata la trasferibilità dei contenuti, in quanto le lezioni sono state registrate e possono essere fruite in modo asincrono. Considerata l'ampiezza dei temi, correlati agli effetti del cambiamento climatico, sulla scorta dei fabbisogni espressi da parte dei/delle partecipanti, è in corso la programmazione delle giornate scientifiche per l'annualità 2024. La collaborazione con i tre Atenei

toscani è stata, infine, foriera di ulteriore progettualità, favorendo lo sviluppo di partenariati nell'ambito della ricerca applicata nei singoli comparti ambientali.
Per un utile approfondimento, rimandiamo alla sitografia in cui sono sintetizzati i contenuti delle singole giornate scientifiche.

Bibliografia

Vivoli G. *L'insostenibile leggerezza degli obiettivoclimatici: come gli impegni assunti dagli stati vengono presi sul serio dai giudici*. In Rivista Giuridica AmbienteDiritto.it - ISSN 1974 - 9562 - Anno XXII - Fascicolo n. 1/2022 pagg. 1- 8.

Sitografia

<https://www.ipcc.ch/>
<https://ipccitalia.cmcc.it/cose-lipcc/>
<https://www.snpambiente.it/2023/04/04/tecnicismi-tra-divulgazione-scientifica-informazione-e-comunicazione-pubblica/>
<https://www.snpambiente.it/2023/03/22/le-parole-del-cambiamento-climatico/>
<https://www.snpambiente.it/2022/07/04/cambiamento-climatico-cambiare-il-volto-delle-citta-con-le-infrastrutture-verdi-per-ridurre-le-isole-di-calore/>
<https://www.snpambiente.it/2022/05/31/lotta-ai-cambiamenti-climatici-tra-quadro-normativo-internazionale-e-giustizia-climatica/>
<https://www.snpambiente.it/2023/05/17/la-produzione-di-energia-dalla-risorsa-geotermica/>
<https://www.snpambiente.it/2023/05/23/il-ruolo-dellenergia-nucleare-nella-transizione-energetica/>
<https://www.arpat.toscana.it/notizie/arpatnews/2022/130-22/cambiamento-climatico-specie-aliene-e-biodiversita-cosi-soffre-il-mare>
<https://accademiadellacrusca.it/it/contenuti/titolo/5978>

Fonti

Consiglio dell'Unione Europea: <https://www.consilium.europa.eu/it/policies/climate-change/>
 Future Earth: <https://futureearth.org>
 Ippc - Intergovernmental Panel on Climate Change: <https://www.ipcc.ch/>
 Ippc Focal Point for Italy: <https://ipccitalia.cmcc.it>
 Copernicus: <https://www.copernicus.eu/it>
 Italia climate network: <https://www.italiaclima.org>
 Piano Nazionale Integrato Energia e Clima : <https://www.mase.gov.it/energia/energia-e-clima-2030>
 Scienza in rete: <https://www.scienzainrete.it>
 World Meteorological Organization: <https://public.wmo.int/en>

IL TGREEN DI ARPA PUGLIA

Autore: Luigi Carrino
ARPA Puglia

Il TGreen ha rappresentato un'importante occasione di collaborazione tra ARPA Puglia e la testata giornalistica pugliese di RAI 3. Per sei mesi, da gennaio a giugno del 2021, all'interno della trasmissione "Buongiorno Regione" di RAI 3, sono andati in onda servizi giornalistici specifici dedicati alle attività dell'Agenzia, a cura di Giovanni Matera in collaborazione con l'Unità Comunicazione e Informazione di ARPA Puglia.

L'obiettivo comunicativo era quello di restituire, a un pubblico vasto, il lavoro che l'agenzia compie quotidianamente in vari settori, mostrando immagini di tecnici intenti a campionare, eseguire controlli o illustrare le modalità in cui si esplicita la protezione ambientale di un'Agenzia Regionale per l'Ambiente. Il registro comunicativo scelto è stato quello che, per semplicità espositiva, potesse raggiungere quanto più pubblico possibile al fine di raccontare più efficacemente il lavoro di ARPA Puglia.

Attraverso interviste sul campo ai tecnici, quindi, si è restituita una narrazione delle attività svolte a tutela dell'ambiente della Regione Puglia.

Sulla pagina dedicata del sito di ARPA Puglia (https://www.arpa.puglia.it/pagina3143_tgreen.html) è possibile vedere tutte le 18 puntate.

I servizi realizzati sono:

1. Il nuovo sito di ARPA Puglia

In questo primo servizio viene presentato il nuovo portale internet dell'agenzia, strumento a disposizione dei cittadini in cui sono presenti dati ambientali fruibili da studenti, ricercatori o semplici cittadini. Un'attenzione particolare è stata data alla sezione odori, dove è possibile segnalare molestie olfattive avvertite sull'intero territorio regionale.

2. La qualità dell'aria in Puglia

Sul nuovo portale l'Agenzia fornisce i dati aggiornati sulla qualità dell'aria. A fine gennaio 2021 ARPA Puglia ha diffuso il report 2020 con i dati relativi ai vari inquinanti monitorati, tra cui il PM10.

3. Come difendersi dalle molestie olfattive

Come le emissioni odorigene moleste compromettono la qualità della vita e come ARPA Puglia esegue monitoraggi specifici. In questo servizio vengono presentati i sistemi di segnalazione delle molestie olfattive gestiti da ARPA Puglia sull'intero territorio regionale.

4. Difendiamoci dalle diossine

Le diossine, è noto, provocano gravi danni anche in piccolissime quantità: sono sostanze nocive per la salute umana, tendono ad accumularsi nel nostro corpo, causando gravissime patologie. Per questo le agenzie regionali di protezione dell'ambiente controllano i livelli di diossine nell'ambiente. ARPA Puglia dispone dell'unico laboratorio accreditato nel meridione per le misurazioni dei livelli di diossine nell'atmosfera: il Polo Microinquinanti che ha sede al Dipartimento di Taranto.

5. La sicurezza degli alimenti

Il Polo Alimenti di ARPA Puglia: un avanzato laboratorio d'analisi dedicato agli alimenti che effettua ogni anno migliaia di analisi su campioni di ortofrutta, cereali, oli e frutta a guscio.

6. La casa del mare

Sono numerose le attività di ARPA Puglia legate al mare, importantissima matrice ambientale per la regione. Il Centro Regionale Mare di ARPA Puglia, da ottobre 2019, riunisce in un'unica unità operativa complessa e di alto livello tecnico tutte le competenze necessarie a svolgere le attività di controllo e tutela dell'ambiente marino sull'intero territorio regionale.

7. La qualità delle acque

La protezione a lungo termine di qualità e quantità del patrimonio idrico, migliorandone lo stato e assicurandone un utilizzo sostenibile, è la finalità di una delle più conosciute direttive europee, la "Direttiva Acque", introdotta nel quadro legislativo italiano con il "Testo Unico" Ambientale nel 2006. Nel servizio sono illustrate le specifiche attività del Centro Regionale Mare di ARPA Puglia.

8. Maricoltura nel mare migliore

Acque idonee, fondamentali per la salute dei consumatori. I dati pubblicati all'inizio del 2021 dal Centro di ricerca CREA - Alimenti e nutrizione, mostrano la diffusione degli allevamenti di molluschi in Puglia: su un totale di centocinquanotto impianti attivi nel 2019, in centoventinove si sono allevati molluschi, in ventiquattro pesci e in cinque crostacei. In collaborazione con altri enti di ricerca, ARPA Puglia sta procedendo alla definizione delle aree costiere pugliesi più vocate alla maricoltura.

9. L'erba di Nettuno

In epoca classica era chiamata "erba di Nettuno", oggi è conosciuta come *Posidonia oceanica*, pianta subacquea endemica del Mare Mediterraneo, importantissima per la vita marina per la sua produzione di ossigeno. Una pianta terrestre tornata a vivere in mare milioni di anni fa, capace di formare un habitat dove altre specie marine vivono o depongono le uova. La posidonia è un vero e proprio polmone marino, di fondamentale importanza tanto da doverne monitorare costantemente le condizioni, incarico questo affidato alle ARPA.

10. 5G e ambiente: i controlli di ARPA Puglia

Qual è l'impatto della nuova tecnologia di telefonia mobile sul nostro quotidiano e quali sono i controlli sulle emissioni. In tanti nutrono perplessità sull'impatto che la tecnologia 5G potrebbe avere sulla nostra salute. Pur in assenza di effetti scientificamente provati, la normativa italiana è più cautelativa anche delle linee guida internazionali di prevenzione. I controlli sulle emissioni sono eseguiti dalle ARPA.

11. Immersi nelle radiazioni

Viviamo esposti continuamente a radiazioni; le fonti sono di vario tipo, naturali per la maggior parte. Le radiazioni ionizzanti, capaci di modificare il nostro organismo qualora ne assorbissimo troppe, sono presenti in natura, e per tenerne sotto controllo i livelli, le ARPA hanno unità operative dedicate.

12. I veleni giunti dal passato

Il SIN di Brindisi, l'area "Micososa", è un'area che tra gli anni 60 e 80 era stata adibita allo smaltimento dei residui industriali del Petrochimico di Brindisi; dall'inizio di febbraio 2021, sono ripartiti i lavori di messa in sicurezza della falda acquifera. Il servizio illustra le attività svolte da ARPA Puglia in quest'area.

13. Chiare, fresche e dolci acque

Il monitoraggio della qualità delle acque interne è affidato alle ARPA. L'analisi chimica delle sostanze presenti nelle acque di un fiume valuta il livello di contaminazione, mentre lo studio degli organismi che

vivono in quelle acque consente di valutare l'impatto complessivo delle diverse sostanze sulla vita acquatica e sullo stato di salute dell'intero ecosistema.

14. Le discariche e l'acqua di falda

Controlli frequenti in Salento da parte del DAP Lecce a protezione della falda profonda. La corretta gestione delle discariche di rifiuti urbani deve essere garantita per trent'anni dalla chiusura per esaurimento. Il fine è di impedire eventuali fuoriuscite di percolato che potrebbe contenere sostanze tossiche eventualmente presenti in discarica. I tecnici delle ARPA controllano che gli impianti non arrechino danni all'ambiente.

15. Il consumo di suolo

Tra le risorse ambientali da tutelare, oltre alle matrici come aria e acqua, vi è anche il suolo, e tra i compiti istituzionali delle ARPA vi è quello del monitoraggio del consumo di suolo. Ogni anno viene pubblicato un rapporto nazionale che indica quanto l'impatto antropico rappresenti un elemento di pressione proprio sul suolo.

16. Ecoreati e asseverazioni

La più diffusa tipologia di reati contro l'ambiente è legata all'abbandono dei rifiuti. Difendere l'ambiente da reati e violazioni è imperativo, ma per alcune tipologie di reati la legge consente soluzioni più rapide e coerenti con un obiettivo deflattivo, cioè di riduzione dei casi da gestire da parte dell'autorità giudiziaria. Il ruolo di ARPA Puglia nel procedimento amministrativo.

17. Proteggere il mare

La lotta all'inquinamento e la gestione dei rifiuti marini richiedono la messa in campo di strategie comuni nei paesi del Mediterraneo. La necessità di una gestione sostenibile di tali rifiuti nelle aree costiere, obiettivo del programma europeo Common, è oggetto di un dibattito organizzato da ARPA Puglia e l'Istituto Agronomico Mediterraneo in occasione del *World Ocean Day*.

18. Il mare di Puglia è il migliore

La Puglia è la regione italiana con il mare più pulito: il 99,9% delle acque di balneazione pugliesi è classificato in qualità "eccellente". A certificarlo i risultati del costante monitoraggio condotto negli anni dall'ARPA Puglia. Da alcuni anni si monitora anche la presenza della microalga *Ostreopsis ovata* comunemente nota come Alga tossica responsabile, se inalata durante il fenomeno aerosol scaturito da una mareggiata, di disturbi di non grave entità alle vie respiratorie.

Figura 1: Riprese del TGreen durante il monitoraggio *Ostreopsis ovata*



Fonte: ARPA Puglia

PIANETA3: LA WEB RADIO CHE RACCONTA LA RELAZIONE TRA GLI ESSERI UMANI E LA TERRA INSIEME AI RAGAZZI DELLE SCUOLE SECONDARIE DEL TRENTINO

Autore: Monica Tamanini
APPA Trento

Viviamo sul terzo pianeta del sistema solare, ma noi europei consumiamo risorse come se avessimo tre pianeti a disposizione. Per raccontare i segnali che la Terra ci invia nel presente attraverso la voce dei ragazzi, APPA Trento ha promosso, a partire dall'anno scolastico 2021/22, un percorso formativo di *media education* rivolto alle scuole secondarie del Trentino, che utilizza come strumento e linguaggio educativo quello dei media, in particolare la *web radio* o *radio on-line*. Questa emittente radiofonica chiamata radio "Pianeta3" guarda al futuro e trasmette in forma digitale il proprio palinsesto attraverso Internet raccontando insieme agli studenti la relazione tra gli esseri umani e il pianeta nel quale viviamo. Il percorso formativo inizia con due incontri preparatori con le classi, funzionali ad approfondire alcuni aspetti di una problematica ambientale individuata a inizio anno scolastico. Successivamente viene richiesto ai ragazzi di diventare parte di un comitato di redazione e di elaborare domande, ricerche e interviste. Sulla base dei contenuti forniti dalle classi, due conduttori/educatori ambientali, G. Bertacchini e A. Genzone, che hanno svolto l'attività didattica, realizzano il montaggio delle puntate dei *podcast* con gli audio registrati o i testi e scritti dagli studenti. Ogni puntata viene costruita seguendo



un filo logico sulla base delle notizie e delle domande dei ragazzi e ospita un esperto esterno che approfondisce i temi affrontati. Tutta la documentazione (ricerche, bibliografie e trasmissioni) degli studenti è resa disponibile sulle principali piattaforme (Spotify, Spreaker).

L'idea della proposta educativa didattica è nata per sviluppare nei ragazzi maggiore capacità di osservazione sull'ambiente in cui viviamo, coinvolgendoli attivamente nella ricerca e approfondimento dei segnali osservati; per dare nuove priorità al nostro modo di vivere è importante iniziare dalla conoscenza e dai segnali che il Pianeta nel quale viviamo continua a inviarci.

Due le trasmissioni realizzate fino ad oggi, divulgabili senza limiti o requisito di accesso:

Microfoni fusi. Il clima raccontato con i ragazzi.

È la prima trasmissione della web radio che ha il focus tematico sull'obiettivo n. 13 dell'Agenda 2030 dell'ONU, relativo ai cambiamenti climatici, sulle sue conseguenze e sulla necessità di adottare misure urgenti per combatterne gli effetti. Tredici puntate di circa 30 minuti ciascuna realizzate assieme a 119 ragazzi di 6 classi delle secondarie di primo grado del Trentino, durante l'anno scolastico 2021/22. Aumento della temperatura e dell'anidride carbonica, fusione dei ghiacciai, innalzamento degli oceani, migrazioni climatiche, industria della carne, perdita della biodiversità, consumo di energia e movimenti per la sensibilizzazione, sono alcuni dei temi toccati.

Nel dettaglio questi i titoli e gli ospiti delle 13 puntate:

01 "Aumento della temperatura è una realtà". Classe 3C Vezzano. Ospite: R. Barbiero di APPA

02 "L'anidride carbonica continua a salire". Classi 2A e 2B Vigolo Vattaro, 3C di Vezzano. Ospite: V. Balzani dell'UNI Bologna

03 "L'industria della carne e il surriscaldamento globale". Classi 2A e 2B di Vigolo Vattaro; Ospite: C. Caprio di Animal Equality Italia

04 "La biodiversità in crisi". Classi 3C di Vezzano (TN), 2A e 2B di Vigolo Vattaro. Ospite: E. Trainito, divulgatore in biologia marina

05 "La fusione dei ghiacciai". Classi 3A di Vigolo Vattaro, 3C di Vezzano. Ospite: C. Casarotto del MUSE

06 "Si alza il livello dei mari". Classi 3A e 2A di Vigolo Vattaro, 3C di Vezzano. Ospite: M. Anzidei dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

07 "Cosa c'entra il clima con i migranti?". Classi 2A, 3C di Vigolo Vattaro. Ospite: F. Santolini, giornalista scientifica e autrice del libro Profughi del clima

08 "Pioggia, vento, fuoco: le forze della natura". Classi 2B e 2B di Vigolo Vattaro, 3C di Vezzano, 3A di Borgo Valsugana, 3B di Povo. Ospite: P. Kovatsch della PAT e R. Barbiero di APPA

09 "Come il clima sta cambiando l'Agricoltura". Classi 2A di Vigolo Vattaro, 3C di Borgo Valsugana. Ospiti: M. Luise e B. Bertacchini, agricoltrici.

10 "Che futuro ci attende?". Classi 2A e 3A di Vigolo Vattaro, 3C di Vezzano. Ospite: R. Barbiero di APPA

11 "I giovani si attivano per il Pianeta". Classi 2A di Vigolo Vattaro, 3C di Vezzano. Ospiti: L. Vallaro di Fridays For Future e G. Galdi di Extinction Rebellion

12 "Consumiamo troppa energia". Classi 3A di Borgo Valsugana, 2B di Vigolo Vattaro, 3C di Vezzano. Ospite: V. Balzani dell'UNI Bologna

13 "Cosa (non) abbiamo fatto fin qui" Ospiti: S. Ravelli APT Valsugana Lagorai; P. Bonante podcast della Masterclass Glocal Eyes e V. Guardo comunicatrice scientifica.

Impronta. L'impatto delle nostre scelte sul Pianeta.

Il secondo podcast "Impronta" fa riferimento agli obiettivi 12, 14, 15 dell'Agenda 2030 dell'ONU relativi alla necessità di favorire consumi e produzioni responsabili, preservare la vita sott'acqua e sulla terra. Dodici puntate di circa 30 minuti ciascuna raccontate con i pensieri e le voci di 159 ragazzi di 8 classi delle secondarie di primo e secondo grado del Trentino, durante l'anno scolastico 2022/23. Deforestazione, rifiuti, microplastiche, esaurimento delle risorse naturali e scelte alimentari sono solo alcuni degli argomenti al centro della discussione che andrà avanti sino ai primi di giugno 2023.

Nel dettaglio questi i titoli e gli ospiti delle puntate pubblicate fino ad ora:

01 Il momento giusto per piantare un albero. classi 3C e 3A della scuola secondaria di primo grado di Brentonico. Ospiti: S. Hueller e R. Riondato delle Agenzie delle Foreste demaniali PAT

02 - Perché mi rifiuti? classi 3A, 3B e 3C di Brentonico, 2D dell'IC Rovereto Sud. Ospite: ing. Chiara Lo Cicero di APPA

03 - Un mare di plastica classi IC ITI Tambosi; 3C secondaria 1° IC Vezzano, 3B IC Brentonico, 2D, IC e 2B Rovereto Sud. Ospite: Gianluca Brighi, volontario

04 – Microplastiche in mare, in montagna e nella tua pancia; classi IC ITI Tambosi; 3C e IC Vezzano, 2°, IC Rovereto Sud

05 "Le stive di pianeta si stanno svuotando"; classi 3C e IC Vezzano. 3B e IC Brentonico, 2D e IC Rovereto Sud; Ospite: A. Tosoni, fondatore di Ecomet Refining

06 "Rifiuti invisibili. Quello che non si vede quando si compra un oggetto": classi G1 Istituto Artigianelli, 3A di Brentonico

07 "Gli animali vivono in gabbia, noi mangiamo troppa carne" Classi ICM istituto Tambosi, G1 Istituto Artigianelli, II C ITET Istituto Floriani Riva del Garda; Ospite C. Caprio, responsabile rapporti istituzionali Essere Animali

08 "Cameriere, mi porti tutti i tonni che ci sono nel mare!" Classi II C ITET Riva del Garda; ICM istituto Tambosi; Ospite Leonardo Pontalti, ricercatore del Servizio Faunistico PAT

09 "Consumiamo risorse per produrre cibo e poi lo buttiamo" classi II C ITET Floriani Riva del Garda; ICM istituto Tambosi, I G1 Istituto Artigianelli; Ospite: Francesca Cesaro, dietista di 10 – "Fast-fashion: Il vestito di oggi è già vecchio": classi II C Istituto Floriani Riva del Garda; Ospite: Silvia Atzori, fondatrice di Atotus

11 "Verso una sesta estinzione: la biodiversità in crisi". Classi III TUR dell'Istituto de Carnieri e ICM dell'Istituto Tambosi; Ospite: L. Sottovia, forestale esperto in materia di vegetazione

Ogni trasmissione della "web radio Pianeta3" può essere l'occasione per approfondire in modo autonomo le relazioni tra Pianeta ed essere umani. Pur basandosi su un lavoro svolto insieme agli studenti delle scuole secondarie può rivolgersi a un pubblico più generico, ampio e diffuso che va oltre i confini scolastici, a iniziare dalle famiglie dei ragazzi e da chi intende farsi un'idea sull'argomento, senza fretta, rispettando la complessità delle problematiche ambientali.

I "VENERDÌ DELLA COMUNICAZIONE AMBIENTALE": ARPA PUGLIA OSPITA LE GRANDI FIRME DEL GIORNALISMO AMBIENTALE NAZIONALE

Autore: Francesca Lombardi
ARPA Puglia

ARPA Puglia, in collaborazione con l'Ordine dei Giornalisti di Bari e il Master di Giornalismo dell'Università degli Studi di Bari, ha organizzato i "Venerdì della comunicazione ambientale", tre corsi di formazione tenuti nel 2021 da alcuni dei più grandi esperti italiani di giornalismo ambientale. "Radio Radicale", da sempre vicina alle tematiche ambientali, ha seguito per intero e registrato in streaming i tre corsi che sono disponibili sul sito dell'emittente radio. Alla iniziativa, per i giornalisti, sono stati attribuiti 3 crediti formativi per ogni incontro.

"Come comunicare i conflitti sull'Ambiente" è il primo della serie di seminari, che si è svolto venerdì 10 settembre a Bari, nell'aula Leogrande di Palazzo Polifunzionale (ex Poste). Sono intervenuti Francesca Santolini (giornalista ambientale, La Stampa), Giovanni Carrada (esperto di comunicazione della scienza, uno degli autori di Superquark), Duilio Giammaria (giornalista del programma tv "Petrolio"), Paolo di Giannantonio (giornalista Rai 1), Enrico Salvatori (giornalista di Radio Radicale, Overshoot). A moderare il dibattito è stato Giancarlo Fiume (caporedattore TG Rai 3 Puglia). È possibile rivedere l'intero corso sul link di Radio Radicale

<https://www.radioradicale.it/scheda/647148/venerdi-della-comunicazione-ambientale-comunicare-i-conflitti-ambientali>, oltre che sul profilo Facebook del Master di Giornalismo

<https://www.facebook.com/mastergiornalismobari>.

"La comunicazione del Sistema nazionale della protezione ambientale (SNPA)", il secondo della serie di incontri, si è svolto venerdì 24 settembre nell'Aula Magna "Aldo Cossu" dell'Università di Bari, nel Palazzo Ateneo a Bari. Hanno partecipato Marco Talluri (giornalista, già coordinatore Rete "Comunicazione e informazione SNPA", tra gli autori del Libro Bianco della Comunicazione Ambientale), Federico Grasso (giornalista e coordinatore Rete "Comunicazione e informazione SNPA"), Stefano Folli (giornalista, direttore Ecoscienza, referente SNPA, redazione integrata dei contenuti Ambiente Informa), Jacopo Giliberto (giornalista de IlSole24Ore), Monica D'Ambrosio (direttore di "RiciclaTV"), Fabio Mariottini (giornalista, già direttore della rivista Micron). A moderare il dibattito è stata Grazia Rongo (giornalista di Telenorba). Sono inoltre intervenuti, per un saluto, Stefano Laporta, presidente di SNPA e di ISPRA e Stefano Ciafani, presidente nazionale di Legambiente (da remoto), Vito Bruno, direttore generale ARPA Puglia, Luigi Cazzato, coordinatore del Master di Giornalismo dell'Università degli Studi di Bari, docente Dipartimento Di Scienze Della Formazione, Psicologia, Comunicazione, Piero Ricci, presidente Ordine dei Giornalisti della Puglia (in presenza). È possibile seguire l'intero seminario cliccando su

<https://www.radioradicale.it/scheda/648284/la-comunicazione-del-sistema-nazionale-per-la-protezione-ambientale-snpa>.

"Comunicare la Salute" è stato il terzo e ultimo della serie dei corsi "Venerdì della comunicazione ambientale" e si è svolto venerdì 15 ottobre nella Sala Convegni Don Tonino Bello del Palazzo Chiaia-Napolitano, a Bari. Sono intervenuti Alessandro Miani, presidente Sima (Società Italiana di Medicina Ambientale), Francesco Giorgino, giornalista del Tg1 Rai, docente di "Comunicazione e Marketing" (Luiss) e di Comunicazione, Giornalismo e Marketing politico (Università di Bari), Marco Fratoddi,

giornalista e formatore, esperto di comunicazione ambientale, rivista Sapere Ambiente, Liliana Cori, Istituto di Fisiologia Clinica del CNR di Pisa, Elena Meli, Corriere Salute del Corriere della Sera, e Focus, Lucia Bisceglia, presidente Società italiana di epidemiologia.

Figura 1: Foto di gruppo: “La comunicazione del Sistema nazionale della protezione ambientale (SNPA)”



Fonte: ARPA Puglia

A moderare il dibattito è stato Lino Patruno (giornalista, direttore didattico del Master di Giornalismo dell'Università di Bari). Non sono mancati i saluti di Giuseppe Bortone, direttore generale ARPAE Emilia-Romagna, Vito Bruno, direttore generale ARPA Puglia, Luigi Cazzato, coordinatore del Master di Giornalismo dell'Università degli Studi di Bari, docente Dipartimento Di Scienze Della Formazione, Psicologia, Comunicazione, Raffaele Lorusso, segretario Federazione Nazionale della Stampa, e Piero Ricci, presidente Ordine dei Giornalisti della Puglia. È possibile seguire l'intero corso cliccando sul link di Radio Radicale <https://www.radioradicale.it/scheda/649186/comunicare-la-salute>.

“I venerdì dell'ambiente” rappresentano il risultato di una bella sinergia tra ARPA Puglia, l'Ordine dei giornalisti e l'Università degli Studi di Bari. Le questioni ambientali rivestono un ruolo sempre più importante e impongono la necessità di esplorare nuovi modelli di comunicazione. Tante sono le attività che un organo tecnico scientifico come l'ARPA Puglia mette in campo per tutelare l'ambiente ed è importante che cittadini e *stakeholder* istituzionali percepiscano adeguatamente la rilevanza di tali attività. Il modello di comunicazione tradizionale - unidirezionale, senza alcun confronto - non è più sufficiente: bisogna aprirsi a nuovi modelli in grado di raggiungere tutti, garantendo rigore scientifico, completezza di informazione e comprensibilità. Questa è una nuova sfida e serve quindi un'adeguata formazione per chi si occupa di questi temi.

IL RUOLO DELLE AGENZIE REGIONALI NELLA PROMOZIONE E DIFFUSIONE DELLA CULTURA AMBIENTALE. L'ESPERIENZA E I PROGETTI DI ARPAC SULLA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

Autori: Ester Andreotti, Giulia Martelli
ARPA Campania

L'Educazione Ambientale e alla Sostenibilità è uno strumento fondamentale per sensibilizzare i cittadini, le comunità e le giovani generazioni a una maggiore responsabilità e attenzione alle questioni ambientali e al buon governo del territorio. Oggi, più propriamente, si parla di Educazione allo Sviluppo Sostenibile per sottolineare la crescente attenzione all'interconnessione tra le dinamiche ambientali, sociali ed economiche partendo dalla consapevolezza che, nell'accezione di "ambiente", sono ricompresi molteplici ambiti (salute, cultura, agricoltura, sport, turismo, mobilità, acqua, aria, natura, biodiversità, suolo ed altro). L'ARPAC tra i suoi compiti istituzionali prevede: "lo svolgimento di attività di sensibilizzazione e informazione dell'opinione pubblica sui temi ambientali", così come esplicitato nella legge istitutiva (Legge Regionale n. 10/1998). Inoltre, l'Agenzia, quale soggetto costitutivo del Sistema in rete (SNPA), condivide e supporta le attività di educazione ambientale a livello centrale, in conformità con gli obiettivi nazionali assegnati. La legge istitutiva del SNPA (legge n. 132 "Istituzione del Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente e disciplina dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale) prevede all' art. 3 lett. g): "la collaborazione delle Agenzie ambientali con le Istituzioni scolastiche e universitarie per la predisposizione e per l'attuazione di programmi di divulgazione e di educazione ambientale, nonché di formazione e di aggiornamento del personale di amministrazioni e di enti pubblici operanti nella materia ambientale".

Con Decreto del Ministero dell'Istruzione - Dipartimento per il sistema educativo di istruzione e di formazione Direzione Generale per lo studente, l'inclusione e l'orientamento scolastico - del 3 novembre 2021, l'ARPAC è stata inserita nell'elenco dei *partner* nazionali ed europei costituenti la rete "Green Community" voluta dal Ministero dell'Istruzione per dare supporto alle scuole di tutto il territorio nazionale nella realizzazione del Piano Ri-Generazione Scuola per la transizione ecologica e culturale, pensato nell'ambito dell'attuazione dell'Agenda 2030 dell'ONU. In Agenzia, l'attività di educazione ambientale e alla sostenibilità è affidata all'U.O. Comunicazione e Urp, che propone e realizza numerose attività progettuali con le scuole, le università e i territori, nonché con gli *stakeholders* che condividono le finalità di educazione alla sostenibilità ambientale in attuazione dei 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile (Sustainable Development Goals) dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite. Tra questi, di particolare rilievo è l'Osservatorio Regionale Gestione Rifiuti, che l'ARPAC - ai sensi dell'art. 21, L.R 14/16 - supporta in molteplici attività tecnico/scientifiche. L'Osservatorio, dal 2021, ha esteso le proprie competenze anche in materia di sostenibilità, supportando il Coordinamento per la Sostenibilità Ambientale Regionale e attivando un tavolo di confronto con i referenti regionali in materia ambientale, Confindustria e i Dipartimenti tecnici delle Università, a cui l'ARPAC partecipa e collabora attivamente. L'Agenzia ha, inoltre, sottoscritto un accordo con la sezione campana del Comitato Olimpico Nazionale Italiano (CONI) al fine di sviluppare un percorso di sensibilizzazione affinché la tutela dell'ambiente venga considerata con un approccio multidisciplinare in un'ottica di rispetto sociale, prevenzione alla salute, riduzione dello spreco e conoscenza del processo di economia circolare. In particolare, si promuovono anche attraverso la Scuola Regionale dello Sport, attività

formative/informative rivolte sia alle Istituzioni scolastiche che ai dirigenti sportivi, nonché la definizione di linee guida per la realizzazione di eventi sportivi sostenibili. In relazione alle Istituzioni scolastiche di ogni ordine e grado, tra i progetti realizzati quest'anno, vi è quello intitolato: **“Agenda 2030 per la scuola”**. Centinaia di alunni incontrati, diversi esperti dell'Agenzia coadiuvati da formatori appartenenti alle associazioni partner dell'Osservatorio Ambientale agenziale, per parlare e confrontarsi sui corretti stili di vita da adottare alla luce dei 17 Goals individuati dall'Agenda Onu. Il progetto si compone di una parte prevalentemente teorica a cura dell'U.O. Comunicazione e Urp, avente a oggetto la presentazione dell'Agenzia e i suoi compiti istituzionali, l'Agenda 2030 con la presentazione di un diario di bordo della sostenibilità - realizzato *in house* - ricco di spunti e attività da svolgere (in cui gli alunni hanno potuto anche descrivere i comportamenti che quotidianamente adottano per tutelare l'ambiente) e l'approfondimento di uno o più Goals, il tutto grazie all'utilizzo di video, *slides* e di una metodologia di *cooperative learning* basata sul *gaming*. Grazie a quest'ultimo gli alunni, divisi in squadre, si sono affrontati in diverse sfide collegate alla sostenibilità. A questa prima fase ha fatto seguito quella così definita: “Incontro con l'esperto” in cui gli studenti, attraverso racconti ed esperienze pratiche da parte dei tecnici dell'Agenzia, hanno potuto cogliere l'importanza dei comportamenti da adottare per migliorare e tutelare l'ambiente che li circonda. A questa progettualità si affianca quella dei Dipartimenti Provinciali di Avellino, Benevento, Caserta e Salerno, in cui vengono approfonditi alcuni aspetti tecnici di notevole interesse come: le tipologie, le caratteristiche e gli effetti delle sostanze stupefacenti, gli agro farmaci e le attività di monitoraggio che ARPAC svolge sui corpi idrici potenzialmente impattati dalle pratiche colturali. Inoltre, ARPA Campania è attualmente protagonista di accordi e convenzioni con gli Atenei campani per la realizzazione di attività formative e di orientamento presso gli uffici/laboratori dell'Agenzia, allo scopo di divulgare la conoscenza dei temi ambientali e di promuovere e incoraggiare interscambi culturali tra il settore della formazione e il mondo del lavoro (tirocini). L'U.O. Comunicazione e URP ha attivato, in particolare, tirocini curriculari con i diversi Atenei, realizzando la proposta progettuale **“Comunicare la Sostenibilità”**. L'Agenzia si differenzia, pertanto, nell'offerta formativa fornendo agli studenti - oltre ai contenuti tecnico-scientifici - anche incontri dedicati alla conoscenza dei principi di Sostenibilità Ambientale, all'Economia Circolare e Agenda 2030 e alla comunicazione ambientale. Tale offerta formativa è arricchita, poi, da esperienze *outdoor* di didattica in campo presso strutture e impianti di notevole rilievo per una maggiore comprensione degli argomenti trattati, come il termovalorizzatore di Acerra, l'impianto Q8 di Napoli o la cartiera di Pellezzano. L'Agenzia promuove, altresì, eventuali accordi e manifestazioni di interesse, al fine di contribuire alla cosiddetta Terza Missione del mondo accademico che ha il preciso mandato di diffondere cultura, conoscenze e trasferire i risultati della ricerca al di fuori del contesto accademico, contribuendo alla crescita sociale e all'indirizzo culturale del territorio. ARPAC, poi, oltre ai profili Twitter e YouTube istituzionali, nel maggio 2022 ha attivato un canale Instagram ([Arpa Campania \(@arpac educazioneambientale\) | Instagram](#)) gestito da un gruppo di lavoro interno all'U.O. Comunicazione e Urp ed incentrato, nello specifico, sull'educazione alla sostenibilità ambientale in Campania (dell'Agenzia, del Sistema SNPA, della Regione, dei Comuni) che, sfruttando il potenziale della piattaforma fatto di comunicazione visiva e *visual storytelling*, mira a raggiungere quanti più utenti possibili.

ISOLA PROSSIMA

Autori: Markos Charavgis, Carmine D'Ascoli, Rossano Pastura
ARPA Umbria

ISOLA PROSSIMA è un progetto artistico e culturale a tematica ambientale, promosso da ARPA Umbria e organizzato in collaborazione con l'Associazione ART MONSTERS, centrato su tre parole chiave: *arte, ambiente, futuro*.

Giunto alla terza edizione, vede la luce nel 2021 con l'organizzazione di una mostra d'arte sull'isola Polvese, nelle sale dell'ex-Monastero di San Secondo, coinvolgendo artisti quali Frank Dituri, Mario Consiglio, Roberto Ghezzi, per citarne alcuni. A seguito dell'interesse suscitato e dell'attualità dei temi legati all'ambiente, si decide di dare seguito con una seconda edizione nel 2022, ampliando la proposta con un progetto di residenze artistiche dedicato a giovani studenti di Belle Arti delle Accademie di Perugia e Firenze che hanno lavorato e realizzato la propria arte, per una settimana, nello scenario della Polvese.

Lo stesso concetto di interazione con l'ambiente naturale è stato sviluppato anche con artisti professionisti, quali Matteo Mezzadri, Giulia Filippi, Antonio Massarutto, Alexander Kossuth, Franco Passalacqua, Elena Redaelli che nella mostra 2022 hanno dialogato con la dimensione naturale in vari punti dell'isola nell'ottica di *mimesis naturae*.

La seconda edizione è stata però anche una vera e propria trasformazione del progetto Isola Prossima: non solo arte ma anche un festival di cultura scientifica e ambientale che si è articolato tra Perugia, Terni e l'isola Polvese (<https://www.isolaprossima.it>). Nella sua prima edizione si è raccontato la nostra Casa perché l'ambiente è qualcosa da cui proviene tutto il resto. Il riscaldamento globale è ritenuto la più grande emergenza che l'umanità ha e tutte le discipline devono concorrere a risolvere questo problema. I dati sono allarmanti e dovrebbero diventare il nostro faro da seguire. Ma bisogna parlare di questi temi in maniera corretta, approfondendo tanti punti di vista per creare un quadro completo. Solo attraverso la cultura capiremo finalmente che ogni nostro comportamento ha una conseguenza per l'ambiente e solo così, grazie a una vera e propria conversione ecologica, potremo cambiare.

Dal 8 al 10 settembre, nelle location del parco all'interno della sede di ARPA Umbria a Perugia, la sede di Terni dell'Agenzia e il parco della Polvese, si sono tenuti una serie di eventi dedicati all'acqua, tema conduttore dell'edizione 2022.

L'acqua come fonte di vita e di sostentamento più preziosa. Aver realizzato degli incontri, spettacoli, presentazioni di libri attorno al tema all'acqua si è presentato come una necessità, come un percorso straordinario. L'acqua è il bene che ci permette di parlare del mondo e del timore esistente per una risorsa che diviene sempre più difficile da trovare, da conservare e da distribuire con equità.

Sappiamo dei mille problemi legati all'elemento acqua, con milioni di persone che ogni giorno percorrono strade quasi impossibili per avere un briciolo di questa ricchezza.

Tematiche sviluppate soprattutto durante i corsi di formazioni della SAFA (Scuola di Alta Formazione Ambientale di ARPA Umbria) che hanno aperto le mattinate del Festival.

Ma Isola prossima è stata anche informazione, divulgazione e approfondimenti con tantissimi ospiti come il matematico Piergiorgio Odifreddi e il suo spettacolo su Rinascimento e matematica, Telmo

Pievani e la Banda Osiris hanno raccontato, tra scienza e musica, la nostra risorsa più preziosa, l'acqua, mentre Antonio Pascale, nel suo spettacolo di *storytelling*, si è soffermato sul legame tra acqua e cibo. Solo per citarne alcuni dei protagonisti. Gli spettacoli, la mostra e le attività di educazione ambientale hanno avuto oltre 7mila spettatori. Gli eventi sono stati trasmessi tutti in *streaming* con una portata di oltre 100mila visualizzazioni.

Dati gli ottimi risultati e l'ampio respiro che la manifestazione ha avuto a carattere nazionale, Isola Prossima tornerà, a partire dal 2023, con la mostra che quest'anno si terrà a Montefalco e dal 15-16-17 settembre con una tre giorni di spettacoli, incontri e corsi che si svilupperanno intorno al tema del suolo.

Figura 1: Spettacolo 'H2O' di Telmo Pievani e Banda Osiris



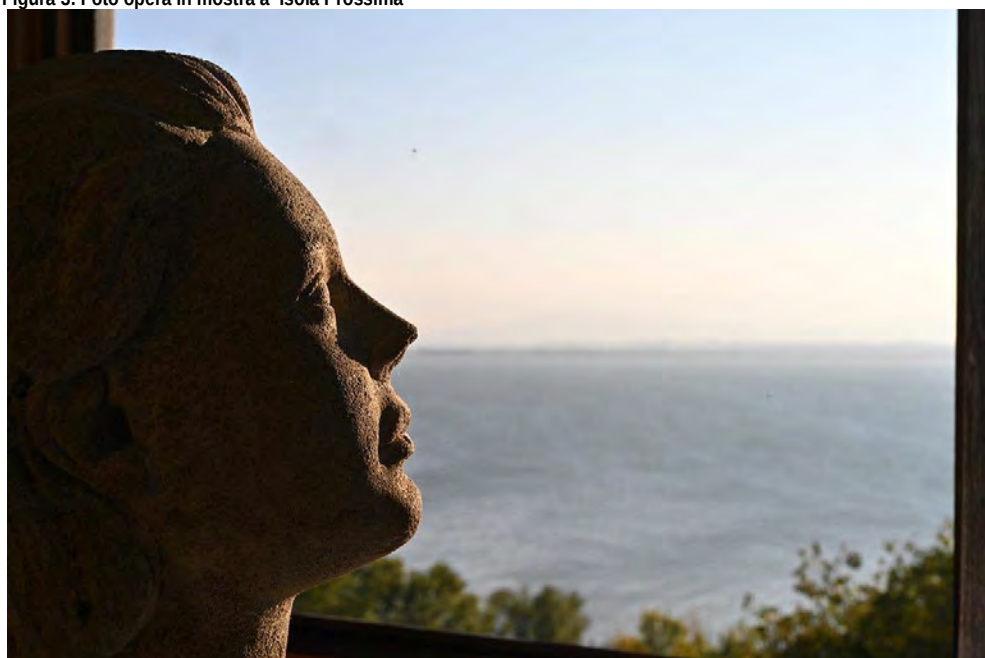
Fonte: ARPA Umbria

Figura 2: 'Stellar sunset' live music con Gianfranco De Franco



Fonte: ARPA Umbria

Figura 3: Foto opera in mostra a 'Isola Prossima'



Fonte: ARPA Umbria

