

RAPPORTO AMBIENTE - SNPA

AMBIENTE IN PRIMO PIANO: INDICATORI E SPECIFICITÀ REGIONALI





RAPPORTO AMBIENTE - SNPA

AMBIENTE IN PRIMO PIANO: INDICATORI E SPECIFICITÀ REGIONALI

REPORT SNPA | 02. 2017

ISBN 1978-88-448-0869-3 | Dicembre 2017

Il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) è operativo dal 14 gennaio 2017, data di entrata in vigore della Legge 28 giugno 2016, 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".

Esso costituisce un vero e proprio Sistema a rete che fonde in una nuova identità quelle che erano le singole componenti del preesistente Sistema delle Agenzie Ambientali, che coinvolgeva le 21 Agenzie Regionali (ARPA) e Provinciali (APPA), oltre a ISPRA.

La legge attribuisce al nuovo soggetto compiti fondamentali quali attività ispettive nell'ambito delle funzioni di controllo ambientale, monitoraggio dello stato dell'ambiente, controllo delle fonti e dei fattori di inquinamento, attività di ricerca finalizzata a sostegno delle proprie funzioni, supporto tecnicoscienctifico alle attività degli enti statali, regionali e locali che hanno compiti di amministrazione attiva in campo ambientale, raccolta, organizzazione e diffusione dei dati ambientali che, unitamente alle informazioni statistiche derivanti dalle predette attività, costituiranno riferimento tecnico ufficiale da utilizzare ai fini delle attività di competenza della pubblica amministrazione.

Attraverso il Consiglio del SNPA, il Sistema esprime il proprio parere vincolante sui provvedimenti del Governo di natura tecnica in materia ambientale e segnala al MATM e alla Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e Bolzano l'opportunità di interventi, anche legislativi, ai fini del perseguimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile, della riduzione del consumo di suolo, della salvaguardia e della promozione della qualità dell'ambiente e della tutela delle risorse naturali.

Citare questo documento come segue:

"Rapporto Ambiente - SNPA - Ambiente in primo piano: Indicatori e Specificità regionali. Edizione 2017".

ISBN 978-88-448-0869-3

© Report SNPA, 02/2017

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Coordinamento della pubblicazione *online*:
Daria Mazzella - ISPRA

Progetto grafico e di copertina: Elena Porrizzo e Sonia Poponessi - ISPRA

Impaginazione interna: Francesca Baldi e Gabriele Rossi - ARPA Toscana

Marzo, 2018

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 l'Annuario dei dati ambientali ISPRA. Il Rapporto consta di due documenti. Il documento "Ambiente in Primo Piano" fornisce una lettura aggiornata dello stato dell'ambiente a livello nazionale secondo il modello DPSIR. È strutturato per tematiche ambientali e ciascuna tematica è arricchita con brevi articoli che riguardano attività SNPA particolarmente rilevanti e di interesse per la collettività. Il documento "Ambiente in Primo Piano: Indicatori e Specificità regionali" analizza le situazioni regionali. È articolato in due sezioni: la prima descrive le realtà regionali attraverso l'analisi di 16 indicatori; la seconda consiste in brevi articoli riguardanti specificità regionali.

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 report consists of two documents. The document "Ambiente in Primo Piano" provides an updated reading of the state of the environment at national level according to the DPSIR model. It is structured for environmental issues and each issue is enriched with short articles concerning particularly relevant SNPA activities of interest to the community. The document "Ambiente in Primo Piano: Indicatori e Specificità regionali" analyzes regional situations. It is divided into two sections: the first describes the regional realities through the analysis of 16 indicators; the second consists of short articles concerning regional specificities.

Parole chiave: ambiente, indicatori, tematiche ambientali, aria, acqua, clima, suolo, agenti fisici, biosfera, pericolosità, rifiuti.

PRESENTAZIONE

Desidero innanzitutto esprimere la mia soddisfazione, a un anno dalla costituzione del SNPA, nel presentare la prima edizione del Rapporto Ambiente - SNPA.

Il Rapporto, edito dal Sistema è l'elemento finale di un complesso lavoro di *reporting* che, attraverso la presentazione delle attività svolte nel Sistema, vuole fornire un quadro aggiornato della situazione ambientale nel Paese.

L'attività di *reporting* è svolta dal Sistema in ottemperanza ai compiti attribuiti dalla Legge n. 132 del 2016 e in linea con gli indirizzi e gli obiettivi segnalati nel VII Programma d'azione europeo per l'ambiente dell'UE.

La legge attribuisce al nuovo soggetto compiti fondamentali quali attività ispettive nell'ambito delle funzioni di controllo ambientale, monitoraggio dello stato dell'ambiente, controllo delle fonti e dei fattori di inquinamento, attività di ricerca finalizzata a sostegno delle proprie funzioni, supporto tecnico-scientifico alle attività degli enti statali, regionali e locali che hanno compiti di amministrazione attiva in campo ambientale, raccolta, organizzazione e diffusione dei dati ambientali che, unitamente alle informazioni statistiche derivanti dalle predette attività, costituiranno riferimento tecnico ufficiale da utilizzare ai fini delle attività di competenza della pubblica amministrazione.

La politica ambientale europea punta a raggiungere, nel 2050, la prosperità e il pieno benessere nel rispetto dei limiti ecologici del pianeta, facendo riferimento a un'economia circolare e senza sprechi che sostenga una crescita a basso contenuto di carbonio, salvaguardando e valorizzando le risorse naturali e la biodiversità.

Per limiti ecologici s'intendono dei "confini" naturali che dovremmo cercare di rispettare e non oltrepassare, certamente per fermare il depauperamento del pianeta, ma anche per promuovere una nuova idea di sviluppo. Questi riguardano, tra i molti tematismi, il clima e i suoi cambiamenti, la biodiversità e la sua perdita, i cicli dell'azoto e del fosforo, l'acidificazione dei mari e degli oceani, gli usi delle acque dolci e la loro contaminazione, l'uso della terra coltivabile e lo sviluppo dei territori, le emissioni in atmosfera e l'inquinamento dell'aria e lo stato dell'ozono stratosferico.

Solo una consapevolezza ambientale basata su informazioni oggettive, affidabili e confrontabili, quindi condivise, consentirà all'Europa di raggiungere l'ambizioso traguardo del 2050 e di vincere le ulteriori, nuove e importanti sfide che certamente si presenteranno anche successivamente a tale traguardo e in modo né facilmente, né compiutamente, preannunciabile.

In tale contesto il Rapporto Ambiente - SNPA si dimostra un efficace mezzo di conoscenza delle condizioni ambientali in Italia per decisori politici e istituzionali, per scienziati e tecnici e per i cittadini, dal quale attingere tanto informazioni quanto suggerimenti per promuovere una visione olistica e una corretta analisi anche delle cause sistemiche dei fenomeni descritti, ovvero quelle legate soprattutto ai nostri modelli di consumo e uso delle risorse: suolo, acqua, energia, cibo, materiali e territorio sono essenziali per il benessere umano e un loro sfruttamento, senza controlli, compromette non solo il permanere di una loro disponibilità, ma anche i servizi ecosistemici e gli ecosistemi che li producono.

Il fine del documento quindi è certamente quello di supportare le politiche, ma anche di stimolare il confronto tra esperti della materia e cittadinanza, di sensibilizzare la collettività a intraprendere processi di modifica dei comportamenti capaci di produrre effetti, appunto, sulla quantità e qualità del capitale naturale e in particolare degli ecosistemi.

Un sentito ringraziamento a quanti con dedizione e professionalità hanno permesso la realizzazione di questo importante traguardo.

Gian Luca Galletti

Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

PREFAZIONE

ISPRA e le ARPA/APPA sono i principali produttori e detentori dei dati e della conoscenza dell'ambiente. Il Rapporto Ambiente - SNPA offre un quadro completo sullo stato di salute dell'ambiente in Italia e, al contempo, evidenzia particolarità di situazioni locali. Il prodotto è frutto della collaborazione tra le componenti del costituito Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente. Tale collaborazione vede nell'attività di ricerca, monitoraggio, controllo e raccolta le attività fondanti del Sistema stesso, istituito con la Legge del 28 giugno 2016, n. 132.

Con soddisfazione, si osserva come a un anno dalla entrata in vigore della legge istitutiva, i rapporti tra le componenti del SNPA si siano consolidati e comincino a dare i primi frutti: risultano migliorati, infatti, il flusso informativo, la copertura nel tempo e nello spazio delle informazioni, nonché il processo di armonizzazione e validazione dei dati. Le attività di coordinamento e indirizzo dell'ISPRA e la conoscenza diretta del territorio e dei problemi ambientali locali da parte delle Agenzie ambientali (punti di riferimento, tanto istituzionali quanto tecnico-scientifici, per l'intero Paese) rappresentano, di fatto, i cardini del SNPA stesso e risultano fondamentali per la realizzazione della presente opera e non solo.

Quest'anno, infine, si è scelto di realizzare e pubblicare in concomitanza con il Rapporto Ambiente - SNPA anche l'Annuario dei dati ambientali di ISPRA. Il nesso tra i due documenti risiede nel fatto che proprio la base informativa dell'Annuario ha consentito di strutturare e alimentare il Rapporto.

I *report* rappresentano un efficace mezzo di conoscenza delle condizioni ambientali in Italia per decisori politici e istituzionali, per scienziati, per tecnici e per cittadini, dal quale attingere tanto informazioni quanto suggerimenti per promuovere una visione olistica e una corretta analisi anche delle cause sistemiche dei fenomeni. Inoltre, sono uno strumento di supporto utile non solo nell'elaborazione delle politiche, ma anche nello stimolare il confronto tra esperti della materia e nel sensibilizzare la collettività a intraprendere processi di modifica dei comportamenti capaci di produrre effetti positivi sull'ambiente.

Decisori politici, tecnici e cittadini possono, pertanto, disporre di informazioni puntuali, oggettive e rigorose a livello scientifico.

A tutti coloro che hanno partecipato alla realizzazione del quadro conoscitivo ambientale del Rapporto, va il nostro più sincero ringraziamento per l'impegno e la dedizione profusi.

Stefano Laporta
Presidente ISPRA e SNPA

Contributi e ringraziamenti

LA REALIZZAZIONE DEI DOCUMENTI "AMBIENTE IN PRIMO PIANO" E "AMBIENTE IN PRIMO PIANO: INDICATORI E SPECIFICITÀ REGIONALI" È A CURA DEL:

Comitato Tecnico di Redazione (CDR) composto da:

ISPRA - Mariaconcetta GIUNTA - (Coordinatore GdL 6_40)
ISPRA Anna Maria CARICCHIA - (Coordinatore GdL 6_40)
ISPRA Cristina FRIZZA - (Coordinatore GdL 6_40)
ARPA Campania - Paola Sonia PETILLO
ARPA Emilia-Romagna - Roberto MALLEGNI
ARPA Piemonte - Pina NAPPI
ARPA Puglia - Erminia SGARAMELLA
ARPA Sicilia - Marilù ARMATO
ARPA Toscana - Marco TALLURI

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 dei documenti.

IL GdL 6_40 GRUPPO DI LAVORO/RETE DEI REFERENTI ISPRA/ARPA/APP, ISTITUITO DAL CONSIGLIO FEDERALE PER IL PROGRAMMA TRIENNALE SNPA 2014-2016 (AREA 6 - PRODUZIONE DI REPORT), È COSTITUITO DA:

ISPRA - Mariaconcetta GIUNTA - (Coordinatore GdL 6_40)
ISPRA - Anna Maria CARICCHIA - (Coordinatore GdL 6_40)
ISPRA - Cristina FRIZZA - (Coordinatore GdL 6_40)
ARTA Abruzzo - Armando LOMBARDI
ARPA Basilicata - Ersilia DI MURO
ARPA Calabria - Vincenzo SORRENTI
ARPA Campania - Paola Sonia PETILLO
ARPA Emilia-Romagna - Roberto MALLEGNI
ARPA Friuli-Venezia Giulia - Sara PETRILLO
ARPA Lazio - Alessandro Domenico DI GIOSA
ARPA Liguria - Federico GRASSO
ARPA Lombardia - Mauro VALENTINI
ARPA Marche - Stefano ORLISI

ARPA Molise - Remo MANONI
ARPA Piemonte - Pina NAPPI
ARPA Puglia - Erminia SGARAMELLA
ARPA Sardegna - Sergio PILURZO
ARPA Sicilia - Marilù ARMATO
ARPA Toscana - Marco TALLURI
ARPA Umbria - Paolo STRANIERI
ARPA Valle d'Aosta - Marco CAPPIO BORLINO
ARPA Veneto - Giovanna ZIROLDO
ARPA Bolzano - Direttore tecnico Helmut SCHWARZ
ARPA Trento - Jacopo MANTOVAN

ULTERIORI REFERENTI ANNESSI AL GdL 6_40:

ISPRA - Giovanni FINOCCHIARO
ISPRA - Alessandra GALOSI
ISPRA - Silvia IACCARINO
ISPRA - Matteo SALOMONE
ISPRA - Luca SEGAZZI
ISPRA - Paola SESTILI
ARPA Marche - Debora MANCANELLO
ARPA Molise - Giovanni ROMAGNOLI
ARPA Toscana - Maddalena BAVAZZANO

Il GdL 6_40, svolgendo funzione di interfaccia tra il CDR e gli autori SNPA e di monitoraggio dei flussi informativi, ha favorito un completo aggiornamento dei dati e la realizzazione dei documenti.

LA TASK FORCE ANNUARIO ISPRA È COSTITUITA DA:

Qualità dell'aria - Giorgio CATTANI

Clima: stato e cambiamenti - Domenico GAUDIOSO,
Franco DESIATO

Qualità delle acque - Marilena INSOLVIBILE, Marina PENNA,
Francesca PIVA

Suolo e siti contaminati - Fiorenzo FUMANTI,
Marco DI LEGINIO, Federico ARANEO

Pericolosità di origine naturale e antropica -
Valerio COMERCI, Alessandro TRIGILA, Francesco ASTORRI

Rifiuti - Rosanna LARAIA, Andrea LANZ

Rumore, campi elettromagnetici e radiazioni ionizzanti -
Francesca SACCHETTI, Maria LOGORELLI, Giuseppe MENNA

Controlli - Francesca MINNITI

Comunicazione - Alessandra GALOSI, Giovanni FINOCCHIARO

Agricoltura - Lorenzo CICCARESE

Biodiversità - Claudio PICCINI

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

LE INFOGRAFICHE SONO STATE REALIZZATE A CURA DI:

ISPRA - Matteo SALOMONE

ARPAE Emilia-Romagna - Roberto MALLEGGNI

ARPA Toscana - Francesca BALDI

ARPA Toscana - Maddalena BAVAZZANO

ARPA Toscana - Gabriele ROSSI

ARPA Toscana - Marco TALLURI

ARPA Piemonte - Elisa BIANCHI

SI RINGRAZIANO:

il Presidente e il vice Presidente SNPA;

i Direttori Generali SNPA, per aver promosso e sostenuto questa attività;

il Comitato Tecnico Permanente, l' Area di Presidenza SNPA, i Responsabili dell'Area 6, Rosanna LARAIA (Coordinatrice ISPRA), Carlo CIPOLLONI (Alter ISPRA), Carlo TERRABUJO (Coordinatore ARPA/APP) per l'incoraggiamento e il supporto tecnico fornito.

Un particolare ringraziamento al prof. Bernardo DE BERNARDINIS per aver riconosciuto l'esigenza e la rilevanza di un rapporto sullo stato dell'ambiente del Sistema.

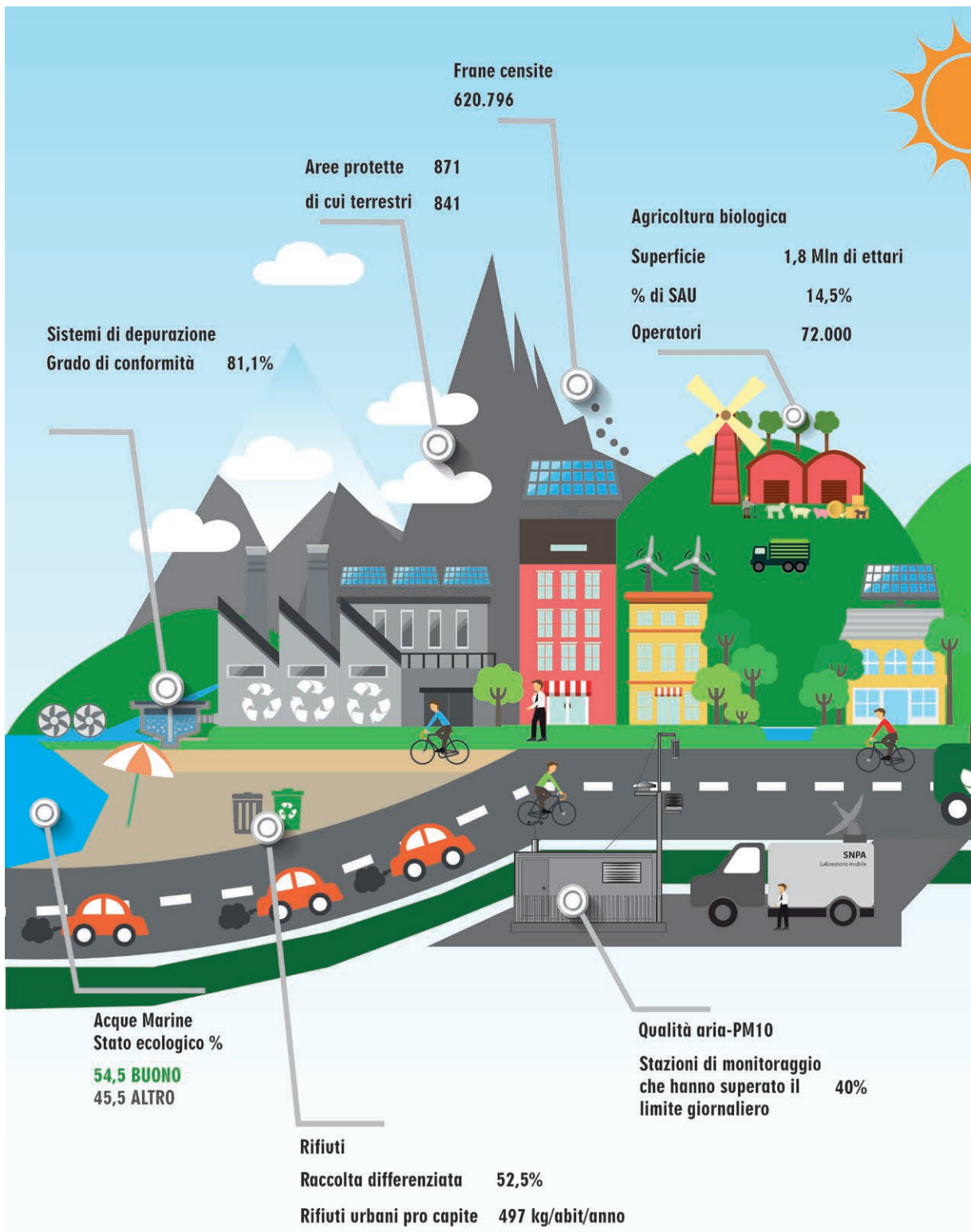
Un sentito ringraziamento va a tutti coloro che a vario titolo hanno collaborato alla stesura del Rapporto di Sistema sullo Stato dell'Ambiente.

INDICE

SINTESI	6
Quadro Sinottico Indicatori	7
INDICATORI	17
Controlli ambientali di sistema AIA/Seveso	18
Comunicazione ambientale	20
Aziende agricole che aderiscono a misure ecocompatibili e che praticano agricoltura biologica	22
Qualità dell'aria ambiente: particolato (PM10)	24
Emissioni di gas serra	26
Stato chimico delle acque superficiali	28
Stato ecologico delle acque superficiali	30
Stato chimico delle acque sotterranee	32
Stato ecologico delle acque marino costiere	34
Raccolta differenziata	36
Superamenti dei valori di riferimento normativo per campi elettromagnetici generati da impianti per radiotelecomunicazione ed elettrodotti, azioni di risanamento	38
Concentrazione di attività di radon <i>indoor</i>	40
Sorgenti di rumore controllate e percentuale per cui si è riscontrato almeno un superamento dei limiti	42
Consumo di suolo	44
Aree di Tutela Ambientale (Aree Terrestri e Marine Protette e Rete Natura 2000)	46
Inventario dei fenomeni franosi d'Italia (IFFI)	48
SPECIFICITÀ REGIONALI	51
1. CONTROLLI	53
La programmazione dei controlli ordinari su aziende in possesso di AIA (Autorizzazione Integrata Ambientale) in Piemonte	53
Sviluppo del catasto regionale degli impianti radioelettrici della Lombardia: obiettivi e finalità	56
Il controllo della radioattività nelle acque potabili	58
Il controllo ARPAT nelle aree geotermiche toscane	61
La nuova ARPAE Emilia-Romagna, "luogo comune" per l'esercizio delle funzioni in materia ambientale e dell'energia	64
2. INFORMAZIONE AMBIENTALE	67
Li.Bi.Oss: l'Osservatorio della Biodiversità Ligure	67
Dati ambientali, applicazioni di Realtà Aumentata	72
Una APP per la diffusione delle informazioni sulla balneabilità dei litorali del Veneto	77

3. AGRICOLTURA	79
Nuove misure per la tutela delle acque trentine dai fitofarmaci	79
4. QUALITÀ DELL'ARIA	83
Monitoraggio della concentrazione di VOC in aria ambiente tramite campionatori passivi nel comune di Falconara Marittima, dove insistono impianti industriali tra cui la Raffineria API	83
Il monitoraggio delle deposizioni atmosferiche totali per la valutazione dell'impatto ambientale delle emissioni di una acciaieria	86
Qualità dell'aria in aree industriali in presenza di raffinerie di petrolio. Valutazioni pluriennali sulla qualità dell'aria a Sarroch	89
Valutazione dell'esposizione al PM10 e al BaP della popolazione residente presso il comune di Torchiarolo tramite tecniche modellistiche alla microscala	92
Il controllo degli impatti odorigeni delle attività produttive	96
Qualità delle deposizioni umide in Friuli Venezia-Giulia	100
Omogeneità spaziale della concentrazione di Benzo(a)pirene nell'area urbana di Pescara	103
Criticità PM10 e potenziali correlazioni con le emissioni degli impianti di riscaldamento. Campagna di monitoraggio atmosferico per la valutazione dello stato della qualità dell'aria nel territorio comunale di San Gavino Monreale – Anno 2016	107
5. CLIMA	111
Indicatori del caldo negli scenari futuri	111
6. QUALITÀ DELLE ACQUE SUPERFICIALI, FLUVIALI E LACUSTRI	115
Tratti tassonomici e morfo-funzionali delle comunità fitoplanctoniche per la valutazione dello stato di qualità ambientale in sei invasi pugliesi (Ecoregione Mediterranea)	115
Il Lago di Como nella Rete Italiana per la Ricerca Ecologica di Lungo Termine (LTER-Italia)	119
Attività di risanamento e restauro dei laghi altoatesini	122
Episodi anomali nei corsi d'acqua e nei laghi del Trentino	124
7. QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE	127
Interazione dei corpi idrici sotterranei con quelli superficiali per la corretta definizione dello stato chimico e quantitativo. Esperienze e peculiarità nella pianura dell'Emilia-Romagna	127
8. QUALITÀ DELLE ACQUE MARINO COSTIERE	131
Descrittori, GES e traguardi ambientali per la Strategia Marina in Sicilia	131
Valutazione dell' <i>habitat</i> coralligeno abruzzese nell'ambito della <i>Marine Strategy</i>	134

9. RIFIUTI	139
Terra dei fuochi: le indagini effettuate ai sensi della Legge 6/2014	139
10. CAMPI ELETTROMAGNETICI	145
Il monitoraggio dei campi elettromagnetici nella base militare USA NRTF/MUOS a Niscemi	145
11. RADIAZIONI IONIZZANTI	149
Campagne di misura del radon <i>indoor</i> in Abruzzo	149
ARPA FVG e radon: misure d'iniziativa nelle strutture scolastiche, norma regionale <i>ad hoc</i> per gli asili nido, formazione per operatori sanitari e tecnici comunali	152
12. RUMORE	155
Il monitoraggio dell'inquinamento acustico degli aeroporti di Fiumicino e Ciampino	155
13. SUOLO E SITI CONTAMINATI	159
La bonifica dall'amianto dei SIN di Balangero e Casale Monferrato	159
Il monitoraggio dell'amianto durante la messa in sicurezza permanente del Sito di Interesse Nazionale <i>Ex Fibronit</i> di Bari	164
Il monitoraggio ambientale e interventi sanitari nel Sito di Interesse Nazionale di Biancavilla	166
Le Linee Guida redatte da ARPA Campania per la predisposizione e l'esecuzione delle indagini preliminari per gli ex SIN in Campania	172
SIN di Priolo	175
Terre e rocce da scavo. Analisi di caratterizzazione e numero di dichiarazioni archiviate	177
Contenuto in metalli e metalloidi nei suoli del Veneto	180
14. BIODIVERSITÀ	183
Predisposizione della "Rete di biomonitoraggio permanente" per l'analisi dei livelli di contaminazione ambientale nell'area del nucleo industriale "Termoli-Guglionesi", con l'impiego dell'ape da miele (<i>Apis mellifera</i> L.)	183
La malacofauna continentale della Campania: una importante componente della biodiversità della regione	188
La biodiversità marina toscana nel Santuario Pelagos	192
Le <i>tegnùe</i> dell'Alto Adriatico	195
15. PERICOLOSITÀ DI ORIGINE NATURALE E ANTROPICA	199
Amianto naturale: Caratterizzazione dei sedimenti fluviali di un bacino idrografico in presenza di affioramenti di Pietre Verdi	199
Il monitoraggio della subsidenza in Emilia-Romagna	202
Erosione costiera in Emilia-Romagna	206



Frane censite
620.796

Aree protette
di cui terrestri 871
841

Agricoltura biologica

Superficie 1,8 Mln di ettari
% di SAU 14,5%
Operatori 72.000

Sistemi di depurazione
Grado di conformità 81,1%

Acque Marine
Stato ecologico %
54,5 BUONO
45,5 ALTRO

Qualità aria-PM10
Stazioni di monitoraggio
che hanno superato il 40%
limite giornaliero

Rifiuti
Raccolta differenziata 52,5%
Rifiuti urbani pro capite 497 kg/abit/anno

Potenza complessiva impianti per radiotelecomunicazioni

SRB 11.446 kW
RTV 10.347 kW

Emissioni di gas serra

2015 433 MtCO₂eq
2014→2015 +2,3%

Fiumi

Stato ecologico %

5 ELEVATO
38 BUONO
26 SUFFICIENTE
12 SCARSO
3 CATTIVO
16 N.D.

Laghi

3 ELEVATO
17 BUONO
34 SUFFICIENTE
3 SCARSO
2 CATTIVO
41 N.D.

CO₂ N₂O
HFC CH₄

Rumore-Attività di controllo delle sorgenti

attività di servizio/commerciali	56,6%
attività produttive	29,6%
infrastrutture di trasporto	7,7%
attività temporanee	6,1%

Suolo consumato

% del totale nazionale	7
ettari al giorno	30
metri quadrati al secondo	3

Acque sotterranee Stato chimico %

57,6 BUONO
25,0 SCARSO
17,4 N.C.

SINTESI

a cura di Anna Maria Caricchia e Cristina Frizza

Lo stato dell'ambiente nasce nell'ambito del "programma triennale del SNPA 2014-2016 esteso al 2017", al fine di svolgere un'efficace attività di divulgazione dell'informazione ambientale prodotta dallo stesso; alla sua predisposizione partecipa la totalità del sistema e consta di due documenti. La fonte dei dati/indicatori, d'intesa con il Sistema, per entrambi i documenti, è costituita dall'Annuario dei dati ambientali di ISPRA.

Questo documento "Ambiente in Primo Piano: Indicatori e Specificità regionali" analizza le situazioni regionali ed è articolato in due sezioni.

La prima sezione descrive/confronta le realtà regionali attraverso l'analisi di 16 indicatori di cui al quadro sinottico di seguito riportato contenenti:

- "messaggi chiave e messaggi in pillole" che descrivono la situazione monitorata dall'indicatore a livello nazionale in questione, accompagnati da infografica;
- una rappresentazione grafica che descrive e confronta le diverse situazioni regionali;
- un commento ai dati che riporta l'analisi dello stato ed effettua un confronto regionale con valutazione in funzione di eventuali obiettivi fissati dalla normativa.

La seconda sezione è dedicata alle specificità/peculiarità regionali relative ai temi di pertinenza dei rispettivi indicatori individuate dalle ARPA, che riguardano indagini, ricerche, esperienze positive, situazioni di eccellenza come anche criticità presenti nella regione.

Nome Indicatore	Descrizione/ Finalità	DPSIR	Copertura temporale	Stato e <i>Trend</i>
Controlli ambientali di sistema AIA/ Seveso	Numero dei 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.	R	2016	Nel 2016 il numero dei controlli ambientali presso gli impianti AIA non si discosta molto da quanto effettuato nel 2015. Per quanto attiene invece alle verifiche ispettive Seveso, si è registrato un incremento delle verifiche presso gli stabilimenti di soglia superiore, mentre sono leggermente diminuite le verifiche presso gli stabilimenti di soglia inferiore.
Comunicazione ambientale	Descrive la comunicazione e l'informazione ambientale delle Agenzie attraverso 5 dimensioni: Urp, Web, <i>social media</i> , relazione con i <i>media</i> , prodotti editoriali di informazione ambientale e convegnistica.	R	2016	Il livello di coinvolgimento del SNPA nelle attività attribuibili alle 5 dimensioni varia tra il 48% dei <i>social media</i> , dimensione ancora poco diffusa nel SNPA (solo il 59% ha un <i>account twitter</i> e il 36% un <i>account facebook</i>), e il 100% del Web con una media di utenti, nel 2016, superiore ai 600 mila e di circa 6 milioni di visualizzazioni di pagine nello stesso anno.

Nome Indicatore	Descrizione/ Finalità	DPSIR	Copertura temporale	Stato e <i>Trend</i>
Aziende agricole che aderiscono a misure ecocompatibili e che praticano agricoltura biologica	L'indicatore descrive il numero di operatori che praticano agricoltura biologica e la relativa tipologia colturale. Lo scopo dell'indicatore è quello di misurare la tendenza dello sviluppo della conduzione biologica aziendale e la sua diffusione sul territorio agricolo.	D/R	2016	Dal 1990 ad oggi l'agricoltura biologica italiana è cresciuta a un ritmo senza uguali rispetto agli altri paesi UE, sia in termini di superfici che per numero di operatori. Nel 2016 la superficie coltivata secondo il metodo biologico in Italia è stata pari a circa 1,8 milioni di ettari con un incremento del 20,4% rispetto al 2015.
Qualità dell'aria ambiente: particolato (PM10)	Fornire un'informazione sullo stato della qualità dell'aria attraverso le concentrazioni di PM10, i parametri statistici e la verifica del rispetto dei valori limite stabiliti dalla normativa e dei valori di riferimento OMS.	S	2015-2016	L'andamento delle concentrazioni del particolato PM10 nel medio periodo (2007-2015) è generalmente decrescente; tuttavia i limiti previsti dalla normativa non sono rispettati in gran parte del territorio nazionale e l'obiettivo di raggiungere i livelli raccomandati dall'OMS appare lontano.
Emissioni di gas serra	Stimare le emissioni nazionali/regionali e valutare i contributi settoriali per verificare il raggiungimento degli obiettivi fissati.	P	2015	Le emissioni totali di gas ad effetto serra si riducono nel periodo 1990-2015 del -16,7%, passando da 519,9 a 433,0 milioni di tonnellate di CO ₂ equivalente. Nell'ultimo anno, tra il 2014 e il 2015, si stima tuttavia un incremento pari a +2,3%.

Nome Indicatore	Descrizione/ Finalità	DPSIR	Copertura temporale	Stato e <i>Trend</i>
Stato chimico delle acque superficiali	Consente di derivare una classe di qualità per gli inquinanti specifici per la definizione dello stato chimico, per le diverse tipologie di corpo idrico.	S	2010-2015	In Italia, il 75% dei fiumi è in uno stato buono, il 7% non buono e il 18% non è stato classificato. Per i laghi, l'obiettivo di qualità è raggiunto nel 48% dei corpi idrici.
Stato ecologico delle acque superficiali	Consente di derivare una classe di qualità per gli inquinanti specifici per la definizione dello stato ecologico per le diverse tipologie di corpi idrici.	S	2010-2015	In Italia, il 43% dei fiumi raggiunge l'obiettivo di qualità (38% buono e 5% elevato), il 41% è al disotto mentre il 16% non è stato classificato. Per i laghi, solo il 20% raggiunge l'obiettivo di qualità (17% buono e 3% elevato) mentre il 39% è di qualità inferiore.

Nome Indicatore	Descrizione/ Finalità	DPSIR	Copertura temporale	Stato e <i>Trend</i>
Stato chimico delle acque sotterranee	Definire, dal punto di vista chimico, il grado di compromissione degli acquiferi per cause antropiche rispetto alle condizioni naturali. È utile per individuare gli impatti antropici e le criticità ambientali nei corpi idrici sotterranei al fine di indirizzare le azioni di risanamento, attraverso gli strumenti di pianificazione, in modo da rimuovere le cause e/o prevenire il peggioramento dello stato chimico e di conseguenza permettere il raggiungimento degli obiettivi di qualità fissati dalla normativa.	S	2016	In Italia sono stati classificati 869 corpi idrici su 1.052 totali (copertura del 82,6%). Lo stato chimico è buono nel 57,6% dei corpi idrici sotterranei e scarso nel 25,0%; il restante 17,4% non è ancora classificato.
Stato ecologico delle acque marino costiere	Classificare lo stato di qualità dei corpi idrici marino costieri utilizzando degli Elementi di Qualità Biologica (EQB), macroinvertebrati bentonici (indice M-AMBI), angiosperme (PREI), macroalghe (indice CARLIT) e fitoplancton (Chla).	S	2010-2016	Lo Stato Ecologico delle acque marino costiere italiane è alquanto eterogeneo, sia per il numero di corpi idrici identificati per distretto sia per classificazione ecologica. Nei distretti delle Alpi orientali, dell'Appennino Centrale e della Sardegna, tuttavia, la gran parte dei corpi idrici (80% e oltre) è in stato di qualità buono.

Nome Indicatore	Descrizione/ Finalità	DPSIR	Copertura temporale	Stato e <i>Trend</i>
Raccolta differenziata	Verificare il raggiungimento degli obiettivi di raccolta differenziata.	R	2016	Nel 2016, la percentuale di raccolta differenziata si attesta al 52,5% circa della produzione nazionale, (+ 5 punti % rispetto al 2015). Tale incremento è in parte attribuibile a un cambiamento della metodologia di calcolo (DM 26 maggio 2016). Nonostante l'incremento, registrato a livello nazionale, nel 2016 ancora non è raggiunto l'obiettivo del 60%, fissato dalla normativa nazionale per il 2011.
Superamenti dei valori di riferimento normativo per campi elettromagnetici generati da impianti per radio telecomunicazione ed elettrodotti, azioni di risanamento	Quantificare le situazioni di non conformità rilevate dall'attività di controllo, svolta dalle ARPA/APPA, sulle sorgenti di radiofrequenze (RF) impianti radiotelevisivi (RTV) e stazioni radio base (SRB) e sulle sorgenti a bassa frequenza (ELF) presenti sul territorio nazionale e le azioni di risanamento.	S/R	1999-2017	In Italia, i casi di superamento dei limiti normativi registrati nel corso delle attività di controllo effettuate dalle Agenzie, tra il 1999 e luglio 2017, sono stati: 595 per gli impianti RTV, 109 per le stazioni SRB e 64 per gli elettrodotti ELF. Rispetto a luglio 2016, i casi di superamento dei limiti di legge risultano sostanzialmente invariati sia per le sorgenti RF (radiofrequenze) (+2,2%) sia per quelle ELF (+1,7%).

Nome Indicatore	Descrizione/ Finalità	DPSIR	Copertura temporale	Stato e <i>Trend</i>
Concentrazione di attività di radon <i>indoor</i>	Monitorare la principale fonte di esposizione alla radioattività per la popolazione (in assenza di eventi incidentali), nell'ottica di prevenire e ridurre il rischio di tumori polmonari.	S	1991-2016	Circa il 10% (circa 3.400 casi) degli oltre 30.000 casi di tumore polmonare che ogni anno si registrano in Italia sono attribuibili al radon. La concentrazione media annua nazionale è pari a 70 Bq m ⁻³ , più elevata rispetto alla media mondiale pari a 40 Bq m ⁻³ .
Sorgenti di rumore controllate e percentuale per cui si è riscontrato almeno un superamento dei limiti	L'indicatore evidenzia quali sorgenti di rumore risultano maggiormente controllate da parte delle ARPA/APPA e in che misura le sorgenti controllate presentino situazioni di non conformità. Lo scopo è valutare in termini qualitativi e quantitativi l'inquinamento acustico determinato dalle diverse tipologie di sorgenti.	D/S	2016	Le sorgenti maggiormente controllate risultano, anche per il 2016, le attività di servizio e/o commerciali (56,6%), seguite dalle attività produttive (29,6%). Tra le infrastrutture di trasporto, che rappresentano il 7,7% delle sorgenti controllate, quelle stradali rimangono le sorgenti più controllate (5,6% sul totale delle sorgenti controllate).
Consumo di suolo	Definire il grado di impermeabilizzazione dei suoli a scala nazionale e valutare il consumo di suolo.	P	2016	Il consumo di suolo in Italia continua a crescere, pur segnando un importante rallentamento negli ultimi anni: tra il 2015 e il 2016 le nuove coperture artificiali hanno riguardato circa 5.000 ettari di territorio, ovvero in media poco meno di 30 ettari al giorno: circa 3 m ² di suolo sono stati persi irreversibilmente ogni secondo.

Nome Indicatore	Descrizione/ Finalità	DPSIR	Copertura temporale	Stato e <i>Trend</i>
Aree di Tutela Ambientale (Aree Terrestri e Marine Protette e Rete Natura 2000)	Valutare il livello attuale e l'andamento temporale della tutela degli ambienti marini e terrestri presenti sul territorio nazionale tramite i dati di superficie protetta istituita attraverso leggi nazionali e leggi o altri provvedimenti subnazionali.	R	2003 2010 2012	A tutela della biodiversità, nel nostro Paese sono presenti 871 aree protette, che occupano una superficie a terra di oltre 3 milioni di ettari. Le superfici a mare tutelate includono anche 27 Aree Marine Protette.
Inventario dei fenomeni franosi d'Italia (IFFI)	Fornire un quadro completo e omogeneo della distribuzione dei fenomeni franosi sul territorio nazionale. L'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia rappresenta un utile strumento conoscitivo di base per la valutazione della pericolosità da frana, per la pianificazione territoriale e per la programmazione degli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico.	S	2016	In Italia sono state censite 620.796 frane che interessano un'area di circa 23.700 km ² , pari al 7,9% del territorio nazionale. Le tipologie di movimento più frequenti, classificate in base al tipo di movimento prevalente, sono gli scivolamenti rotazionali/traslativi (31,9%), i colamenti rapidi (15,0%), i colamenti lenti (12,7%), i movimenti di tipo complesso (9,5%) e le aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi (8,9%).

CONTROLLI

Alcune esperienze particolarmente significative per gli aspetti organizzativi e di programmazione dell'attività di controllo sono: l'esperienza realizzata in Piemonte che, sulla base di **indici di rischio**, ha permesso di stilare una graduatoria di impianti AIA per la programmazione dei controlli ordinari; il **Catasto informatizzato degli impianti di telecomunicazione e radiotelevisione** realizzato da ARPA Lombardia che, oltre a essere un utile strumento per la pianificazione dei controlli, con la pubblicazione su Web è anche un importante elemento di conoscenza per il cittadino; e ancora, relativamente al controllo della **radioattività nelle acque**, tema trascurato in passato e adesso affrontato con grande attenzione all'interno del SNPA, l'esperienza di ARPA Lombardia per una prima pianificazione dei controlli nelle acque potabili in tutto il territorio regionale.

Un'altra esperienza significativa è l'attività di controllo delle emissioni in aria e di monitoraggio delle acque superficiali e sotterranee connessa alla **geotermia**, svolta in Toscana dove, ad oggi, sono attive 36 centrali geotermoelettriche. Infine, si descrive la nuova organizzazione dell'Agenzia dell'Emilia-Romagna (**ARPAE**) che, con peculiarità uniche nel panorama nazionale, prevede l'aggregazione delle funzioni autorizzatorie e di controllo all'interno dello stesso ente.

COMUNICAZIONE

La comunicazione ambientale è una delle attività prioritarie del SNPA. Un ottimo esempio di strumento informatico, scientificamente rigoroso per quanto riguarda i contenuti e facile per la consultazione, è la banca dati **Li.Bi.Oss (Osservatorio della Biodiversità Ligure)** che, ad oggi, conta quasi 140.000 **record** georeferenziati. Altra esperienza avanzata è il progetto **STAR (Spatial Territorial Augmented Reality)** di ARPA Calabria, tramite il quale le informazioni ambientali saranno facilmente e prontamente accessibili da parte dei cittadini. Si riporta inoltre l'esperienza del Veneto che, accanto al bollettino informativo "InforMARE" emesso mensilmente nel periodo estivo,

ha realizzato l'**APP balneazione** per una sempre migliore divulgazione, tempestiva e dettagliata, delle informazioni sulla qualità delle acque di balneazione.

AGRICOLTURA

La corretta gestione dei prodotti fitosanitari in agricoltura è stata affrontata a livello centrale con il Piano d'azione nazionale (PAN), che si prefigge di guidare e monitorare un processo di cambiamento delle pratiche di utilizzo di tali prodotti verso forme caratterizzate da maggiore compatibilità e sostenibilità ambientale e sanitaria. APPA Trento illustra le misure definite a livello locale nel 2017, per dare attuazione al **PAN** e per garantire il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei individuati dalla Direttiva Quadro Acque.

QUALITÀ DELL'ARIA

Nell'ambito dell'attività di controllo degli impatti da sorgenti puntuali, sono riportate alcune campagne di monitoraggio come: la campagna con i campionatori passivi svolta nel comune di Falconara dove è localizzata una raffineria, quella condotta in Valle d'Aosta per il controllo degli **impatti di un'acciaieria**, mediante deposimetri, e ancora a **Sarroch**, in Sardegna, con centraline di misura. L'esperienza realizzata in Puglia è basata su **tecniche modellistiche**, sempre più utilizzate a supporto e integrazione del monitoraggio più tradizionale con le "centraline". Altre attività riguardano il controllo degli **impatti odorigeni** (Umbria), la **qualità delle deposizioni umide** (Friuli Venezia Giulia), il **benzo(a)pirene** (Abruzzo) e il **particolato** (Sardegna).

CLIMA

Sul tema dei cambiamenti climatici, si riporta l'approfondimento realizzato in Piemonte sul fenomeno delle **ondate di calore** nell'area urbana di Torino, mediante l'utilizzo di un indicatore selezionato tra quelli proposti a livello internazionale da WMO e WHO. L'indicatore è stato applicato anche sugli scenari di clima futuro di riferimento, per uno scenario di mitigazione intermedia e per uno ad emissioni elevate.

QUALITÀ DELLE ACQUE SUPERFICIALI, FLUVIALI E LACUSTRI

Un esempio importante di approfondimento della conoscenza è lo studio condotto in Puglia e pubblicato nel 2017 sulla rivista *Journal of Plankton Research*, per la valutazione dello stato di qualità degli invasi dell'**Ecoregione Mediterranea**, attraverso un approccio tassonomico e uno morfo-funzionale alle strutture delle comunità fitoplanctoniche. Si riportano ancora: l'esperienza di ARPA Lombardia sul **Lago di Como** che, nell'ambito della Rete Italiana per la Ricerca Ecologica di Lungo Termine, consente di descrivere, su scala pluridecennale, la variabilità delle comunità biologiche e di valutare quanto i cambiamenti climatici in atto incidono rispetto agli altri fattori di pressione; gli interventi di risanamento e restauro (apporto di ossigeno in profondità, sfalcio delle macrofite, asporto di sedimenti) condotti su alcuni **laghi altoatesini** da APPA Bolzano; l'attività di approfondimento che APPA Trento, sollecitata da numerose segnalazioni da parte di cittadini, ha svolto sulla presenza di **schiume** e di **colorazioni anomale** nelle acque superficiali, che non sempre sono indice di inquinamento ma possono anche essere originate da fattori naturali.

QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Per la tutela della qualità e della quantità delle risorse idriche sotterranee è necessario valutare anche le **interazioni tra acque sotterranee e acque superficiali**: a questo scopo ARPAE Emilia-Romagna descrive un modello concettuale, che utilizza il modello digitale del terreno (DEM) e le informazioni quantitative dei rapporti topografici tra l'alveo dei principali corsi d'acqua e i corpi idrici sotterranei di pianura.

QUALITÀ DELLE ACQUE MARINO COSTIERE

Le esperienze di ARPA Sicilia e di ARTA Abruzzo acquisite nell'ambito della Strategia Marina sono brevemente descritte: ARPA Sicilia ha svolto attività in campo mediante l'uso di **strumenti acustici ad alta risoluzione** e indagini con **niche di rilievo video/**

fotografico da piattaforma remota georeferenziata; ARTA Abruzzo ha effettuato la mappatura dei fondali per la ricerca della presenza **dell'habitat coralligeno** nelle acque marino costiere regionali.

RIFIUTI

Il fenomeno dell'abbandono e dei roghi dei rifiuti nella parte di territorio della regione Campania compreso tra la provincia di Napoli e di Caserta è tristemente noto come "**Terra dei Fuochi**". Con l'emanazione della Legge n. 6 del 06.02.2014, un Gruppo di Lavoro nazionale costituito *ad hoc* ha elaborato un modello scientifico di riferimento al fine di garantire la salubrità e la qualità delle produzioni agroalimentari a tutela della salute che, in mancanza di una normativa adeguata, è diventato un documento guida da adottare in analoghe situazioni.

CAMPI ELETTROMAGNETICI

L'attenzione della popolazione per le sorgenti elettromagnetiche rimane particolarmente importante. In tale ambito si riporta l'esperienza della Sicilia sul cui territorio dal 2008 sono installate tre parabole del sistema di telecomunicazioni denominato **MUOS (Mobile User Objective System)** costituito da 4 stazioni terrestri site in Virginia, Hawaii, Australia e in Italia a Niscemi.

RADIAZIONI IONIZZANTI

L'esposizione della popolazione alle radiazioni ionizzanti deriva principalmente dalla radioattività naturale, il cui contributo maggiore è rappresentato dal **radon**. Interessanti le campagne di misura del radon effettuate in Abruzzo nel periodo 1991-2014, che hanno messo in evidenza le differenze tra l'area appenninica e quella collinare-litoranea e tra i piccoli centri e le realtà urbane. Altre campagne di misura sono state effettuate in Friuli Venezia-Giulia con l'obiettivo di valutare le concentrazioni di **radon all'interno degli edifici scolastici**.

RUMORE

L'inquinamento acustico costituisce uno dei principali problemi ambientali. Particolarmente impattante è il rumore dovuto agli aeromobili che riguarda principalmente i territori circostanti gli aeroporti. A tale proposito si riportano gli esiti del monitoraggio acustico effettuato da ARPA Lazio presso l'aeroporto G.B. Pastine di **Ciampino** e l'aeroporto Leonardo Da Vinci di **Fiumicino**.

SUOLO E SITI CONTAMINATI

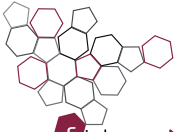
Una delle più importanti problematiche del suolo in Italia, in quanto paese industrializzato, è la presenza di siti contaminati o potenzialmente contaminati. In riferimento in particolare alla contaminazione da amianto si riportano le esperienze di: ARPA Piemonte (nei comuni di **Balangero** e **Corio** ha avuto sede una delle più grandi miniere europee per l'estrazione dell'amianto e la città di Casale Monferrato è stata sede della **Eternit**, una delle più grandi fabbriche per la lavorazione del minerale), di ARPA Puglia (nel centro di Bari, dal 1935 al 1985, aveva sede la **Fibronit**, che produceva manufatti in cemento-amianto per l'impiego in edilizia) e di ARPA Sicilia (una estesa cava di materiale lapideo, contenente un minerale appartenente alla categoria delle fibre asbestiformi, denominato **fluoro-edenite** era localizzata nel comune di Biancavilla). ARPA Campania ha redatto delle **linee guida**, contenenti criteri generali per la predisposizione ed esecuzione delle indagini preliminari per i siti potenzialmente contaminati negli ex SIN. Ancora in territorio siciliano è presente il SIN di **Priolo**, di cui si descrive in sintesi lo stato delle procedure di bonifica. Si descrivono infine due attività di ARPA Veneto: una relativa alla predisposizione di una banca dati regionale per l'archiviazione dei dati inerenti la movimentazione delle **terre o rocce da scavo**, l'altra finalizzata a determinare i valori di fondo dei **metalli nei suoli** per aree omogenee.

BIODIVERSITÀ

Un'esperienza particolarmente significativa, sviluppata in Molise, riguarda l'**ape da miele** che, insieme ai suoi prodotti, rappresenta attualmente il più completo biosensore attraverso cui tutelare la biodiversità, favorire l'incremento della produttività agricola e monitorare i livelli di contaminazione in siti ritenuti di particolare interesse ambientale. ARPA Campania descrive la diversità biologica dei molluschi terrestri e d'acqua dolce (**malacofauna**) della regione e ARPA Toscana illustra la biodiversità marina nel **Santuario Pelagos**, nato nel contesto della Strategia nazionale italiana. Di particolare interesse infine sono le cosiddette "tegnùe" dell'Alto Adriatico descritte da ARPA Veneto, che sono zone in cui venivano trattenute le reti a strascico dei pescatori e che attualmente costituiscono le uniche biocenosi naturali di substrati solidi nel Golfo di Venezia.

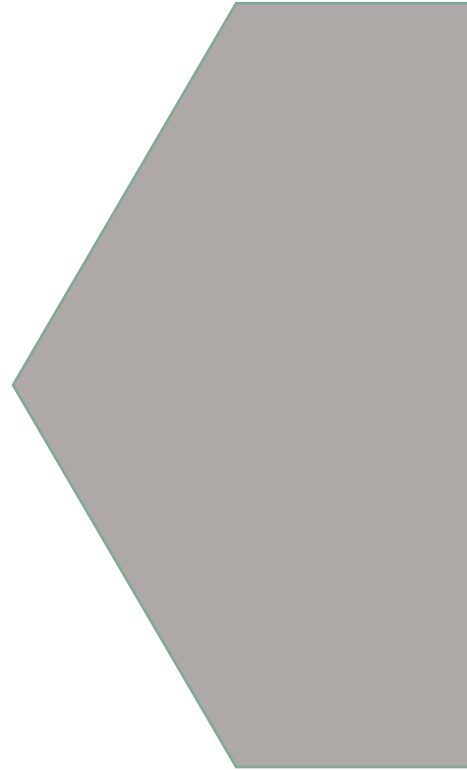
PERICOLOSITÀ DI ORIGINE NATURALE E ANTROPICA

I contributi riportati riguardano: un'indagine condotta da ARPA Basilicata che ha permesso di individuare come principale fattore di contaminazione dei depositi fluviali superficiali del fiume Sinni, il trasporto in sospensione di **fibre di amianto idrodisperse**; il controllo del **fenomeno della subsidenza** nella pianura emiliano-romagnola dove, alla subsidenza naturale, si è andata affiancando più recentemente una subsidenza di origine antropica con valori di abbassamento molto più elevati rispetto a quelli naturali; infine ancora in Emilia Romagna l'attività di controllo del fenomeno dell'**erosione marina** costiera del litorale della regione che, iniziato nei primi decenni del '900, si è intensificato notevolmente nella seconda metà del secolo.



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

INDICATORI



CONTROLLI AMBIENTALI DI SISTEMA AIA/SEVESO

Francesca Minniti
ISPRA

Messaggi chiave

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

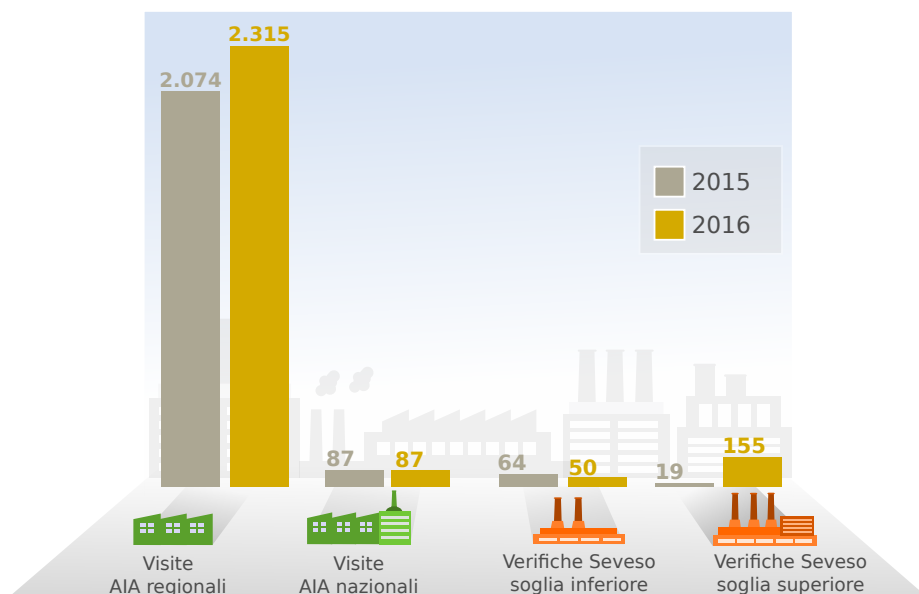
Il "Rapporto controlli ambientali del SNPA - AIA/SEVESO" è il risultato dell'attività di raccolta, valutazione ed elaborazione dei dati relativi alle attività di controllo svolte dall'intero Sistema presso gli impianti industriali soggetti all'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) e alla normativa SEVESO. Il rapporto, prodotto dal gruppo di lavoro interagenziale n. 38 - Area 6 del Piano Triennale SNPA 2014-2016, è aggiornato annualmente.

Messaggi in pillole

Nel 2016 l'attività di controllo del Sistema presso gli impianti AIA è consistita in 2.315 visite ispettive ordinarie e straordinarie AIA regionali e 87 AIA statali; non si discosta molto da quanto effettuato nel 2015 (2.074 visite AIA regionali e 87 visite AIA statali).

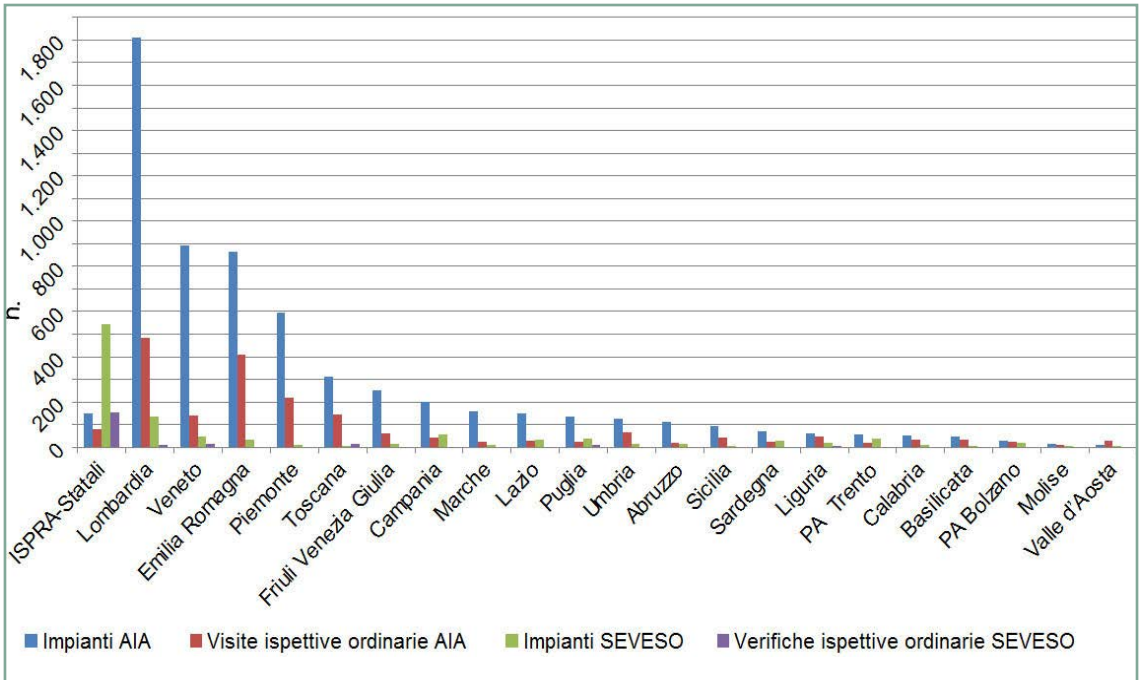
Per quanto attiene invece alle verifiche ispettive Seveso, per effetto delle nuove modalità operative previste dal D.Lgs. 105/2015, le verifiche presso gli stabilimenti Seveso di soglia superiore gestite a livello statale sono aumentate (155 e 19 verifiche ordinarie e straordinarie rispettivamente nel 2016 e 2015), mentre quelle presso gli stabilimenti di soglia inferiore, gestite a livello regionale, sono leggermente diminuite (50 e 64 verifiche ordinarie e straordinarie rispettivamente nel 2016 e 2015). In quest'ultimo caso i controlli sono stati condotti da Lombardia, Toscana, Veneto e Puglia.

Controlli SNPA presso stabilimenti AIA e Seveso. Anni 2015 - 2016



CONTROLLI AMBIENTALI DI SISTEMA AIA/SEVESO

Numero di impianti AIA Statali, Seveso Soglia Superiore e relative visite ispettive (ISPRA/ARPA/APPA); numero di impianti AIA regionali, Seveso Soglia Inferiore e relative visite ispettive (ARPA - APPA) - Attività 2016



Fonte: ISPRA, ARPA-APPA

La Lombardia ha il maggior numero di impianti con AIA regionali, seguita dal Veneto, dall'Emilia-Romagna e dal Piemonte. Il numero delle sole visite ispettive ordinarie AIA regionali evidenzia come quasi la metà delle regioni ha garantito il controllo su più del 50% degli impianti autorizzati presenti nei diversi territori, con rilievo per l'Emilia-Romagna e la Toscana che hanno un elevato numero di impianti e per quelle regioni con minor numero di installazioni come la Liguria, l'Umbria, la Valle d'Aosta, la Basilicata, il Molise, la P.A. di Bolzano e la Calabria. Diversamente, in Lombardia, i controlli hanno riguardato il 27% dei 1.810 impianti con AIA regionali, tale valore è probabilmente dovuto all'elevata presenza di impianti appartenenti alla

categoria 6 - All. VIII, Parte II del D.Lgs. 152/06, di minore impatto ambientale, pari a 912.

Riguardo ai controlli AIA statali, ISPRA, con il supporto delle Agenzie Regionali territoriali (ex art. 29-decies c.11 D.Lgs. 152/06), con 78 visite ordinarie ha assicurato il controllo sul 53% degli impianti autorizzati (148); per gli stabilimenti Seveso soglia superiore, le commissioni ispettive con ISPRA/ARPA/APPA (ex All.H p.to 3 del D.Lgs. 105/15), con 150 verifiche ordinarie, hanno garantito il controllo del 28% dei 540 impianti soglia superiore. Tutto il sistema ha comunque garantito la coerenza del numero di controlli svolti con quanto programmato ad inizio anno.

COMUNICAZIONE AMBIENTALE

Giovanni Finocchiaro¹, Alessandra Galosi¹, Marco Talluri²

¹ISPRA, ²ARPA Toscana

Messaggi chiave

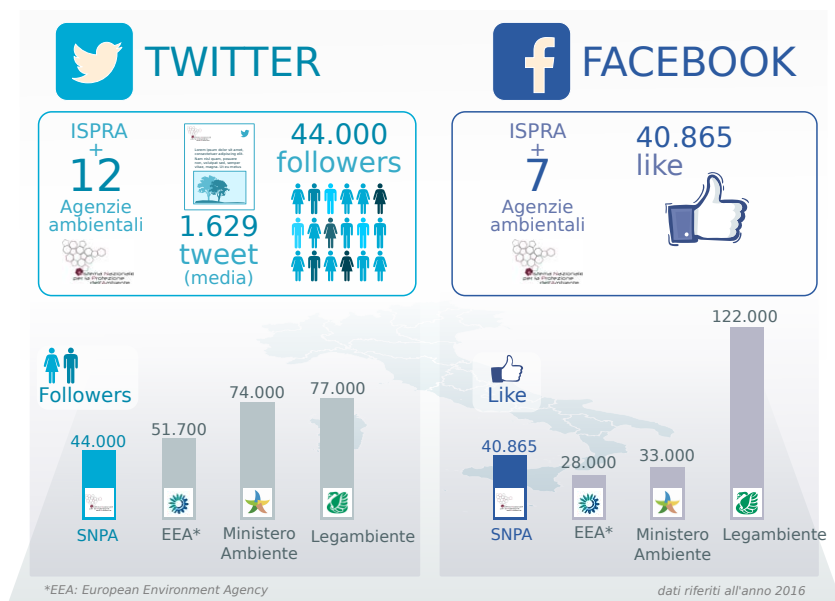
Le principali informazioni concernenti la comunicazione e l'informazione ambientale delle Agenzie sono declinate in 5 dimensioni: Urp, Web, *social media*, relazione con i *media*, prodotti editoriali di informazione ambientale e convegnistica.

Il livello di coinvolgimento del SNPA nelle attività attribuibili alle 5 suddette dimensioni varia tra il 48% dei *social media*, dimensione ancora poco diffusa nel SNPA (solo il 59% ha un *account twitter* e il 36% un *account facebook*), e il 100% del Web con una media di utenti, nel 2016, superiore ai 600 mila e di circa 6 milioni di visualizzazioni di pagine nello stesso anno.

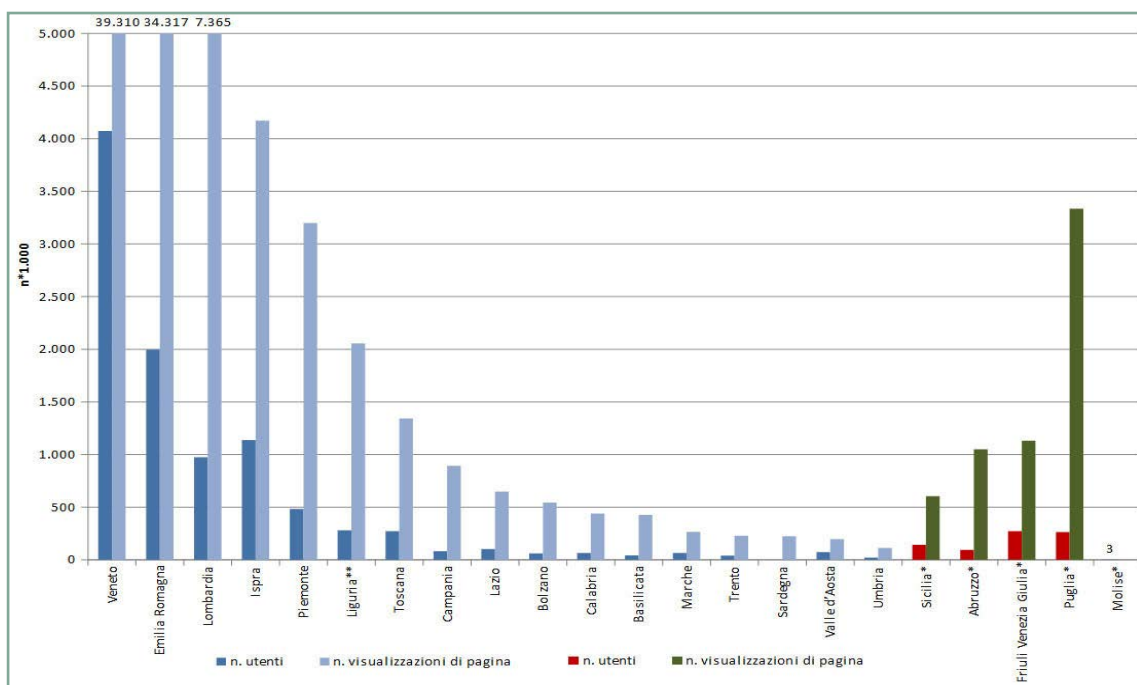
Messaggi in pillole

I *social media* rappresentano attualmente il modo più immediato per comunicare e informare il vasto pubblico, pertanto è interessante notare come ciascuna delle 13 realtà del SNPA utilizzatrici di *Twitter* abbiano diffuso nel 2016 in media 1.629 *tweet* con circa 44.000 *followers* alla fine dell'anno, nello stesso periodo le 8 agenzie che hanno una pagina *facebook* hanno registrato 40.865 "*like*" con una media per Agenzia pari a 5.108.

SNPA e Social media



Distribuzione agenziale del numero di utenti Web e visualizzazioni pagine Web, nel 2016



Fonte: SNPA

Legenda:

*= Regioni che usano un software per monitorare la frequentazione del sito Web differente da *Google Analytics*: Friuli Venezia -Giulia (*Adobe anal.*), Puglia e Abruzzo (*Awstats*), Sicilia (*Piwick*), Molise (*Shinny*) pertanto i dati rilevati con sistemi diversi rispetto a *Google analytics* sono solo parzialmente confrontabili.

**= Dato relativo all'ultimo trimestre 2016

Come contributo alla diffusione della conoscenza ambientale, per una divulgazione capillare dell'informazione tutte le agenzie presentano sul sito Web pubblicazioni, documenti e prodotti divulgativi. In dettaglio, il 95% del SNPA diffonde, attraverso il sito Web, sia notizie ambientali (191 è il numero medio di notizie diffuse sul Web nel corso del 2016), sia reportistica ambientale, relativa alla dimensione editoria e informazione ambientale (pubblicando 32

report/pubblicazioni in media per agenzia nel 2016). Il grafico soprastante mostra come le ARPA con il maggior numero di utenti Web e sessioni Web sono Veneto, Emilia-Romagna e Lombardia, oltre a ISPRA, tutte Agenzie che mostrano nei propri siti informazioni meteo, che inevitabilmente fanno alzare i livelli sia del numero di utenti sia di pagine visualizzate.

AZIENDE AGRICOLE CHE ADERISCONO A MISURE ECOCOMPATIBILI E CHE PRATICANO AGRICOLTURA BIOLOGICA

Alessandra Galosi, Luca Segazzi
ISPRA

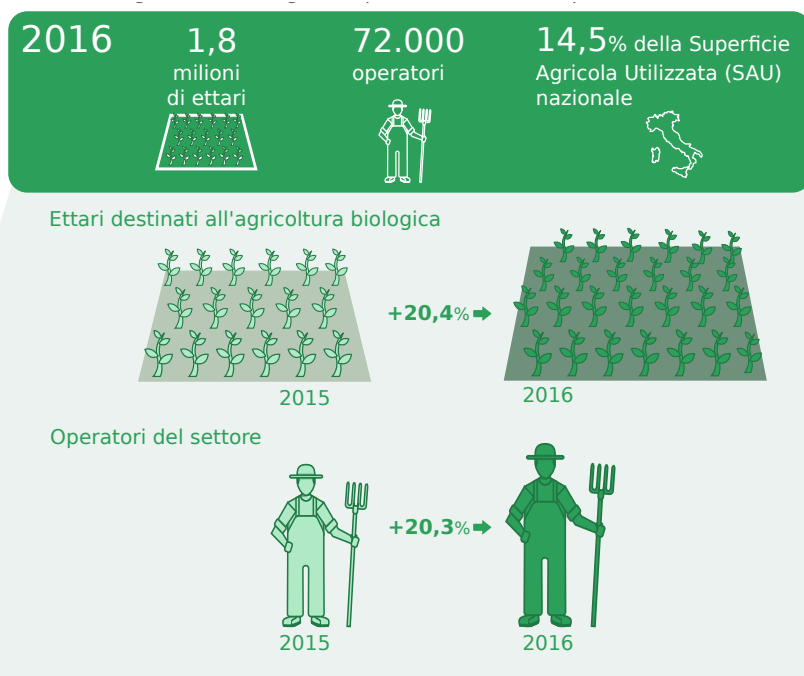
Messaggi chiave

L'analisi della conduzione biologica aziendale consente di conoscere l'adozione delle pratiche 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.

Messaggi in pillole

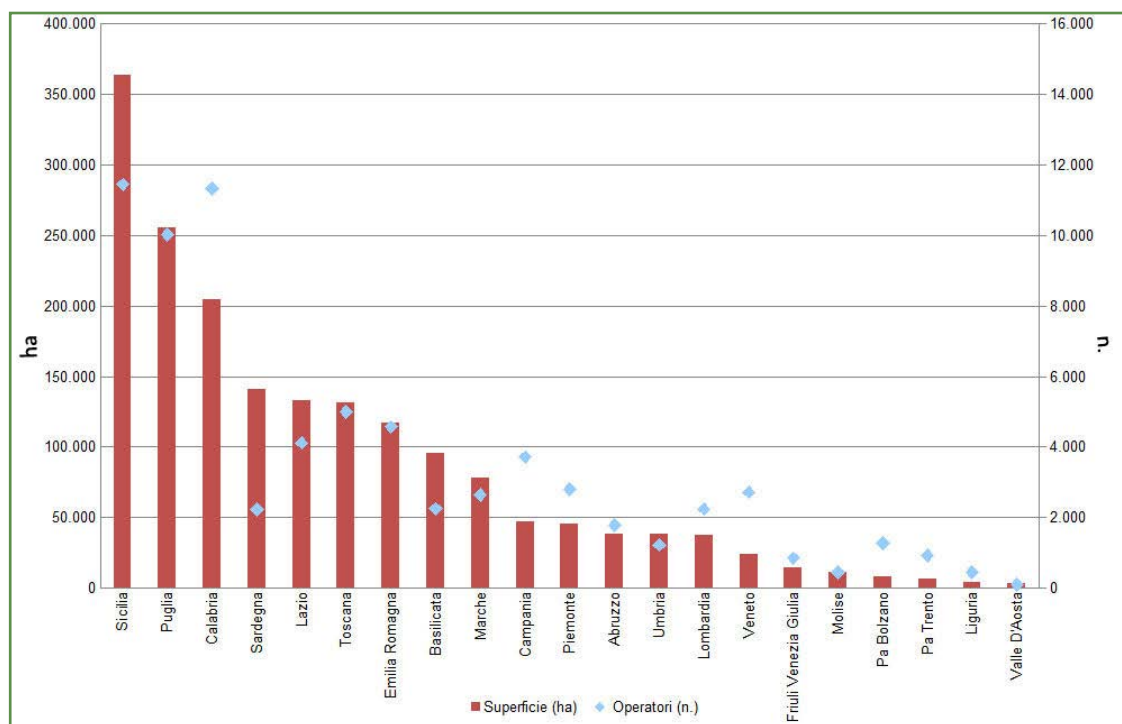
Nel 2016 la superficie coltivata secondo il metodo biologico in Italia è stata pari a circa 1,8 milioni di ettari con un incremento del 20,4% rispetto al 2015. In termini assoluti sono stati convertiti al biologico oltre 300 mila ettari. I principali orientamenti produttivi riguardano le colture foraggere, i pascoli e i cereali. Gli operatori del settore sono oltre 72.000 con un aumento del 20,3% rispetto al 2015. L'incidenza percentuale del biologico rispetto ai dati nazionali (Istat, SPA 2013) indica che il biologico interessa il 14,5 % della SAU nazionale, valore che cresce di oltre due punti percentuali rispetto al 2015.

Agricoltura biologica: superficie coltivata e operatori addetti



AZIENDE AGRICOLE CHE ADERISCONO A MISURE ECOCOMPATIBILI E CHE PRATICANO AGRICOLTURA BIOLOGICA

Operatori controllati e superficie agricola utilizzata (SAU) con metodo biologico (2016)



Fonte: SINAB

Continua la crescita del biologico italiano che, anche nel 2016, registra valori sorprendenti; è un *trend* che prosegue costante da diversi anni in Italia come anche in Europa e nel mondo.

Le aziende biologiche sono distribuite prevalentemente nelle regioni meridionali come Sicilia, Puglia e Calabria. La superficie biologica di queste tre regioni rappresenta il 46% dell'intera superficie biologica nazionale.

L'elaborazione dei dati di superficie per aree geografiche mostra che ogni 100 ettari di SAU circa 19 ettari sono condotti con metodo biologico nel Centro, Sud e Isole, mentre nel Nord del Paese la SAU biologica si ferma a 6 ettari.

Le aziende agricole biologiche in Italia rappresentano il 4,4% delle aziende agricole totali, quasi un punto percentuale in più rispetto al 2015. Oltre la metà degli operatori biologici italiani si concentra in Sicilia, Calabria, Puglia e Toscana. L'analisi dei dati relativi agli operatori per aree geografiche, mostra che ogni 100 aziende 5 sono biologiche nel Centro, Sud e Isole, mentre nel Nord del Paese le aziende biologiche sono 3.

QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE: PARTICOLATO (PM10)

Giorgio Cattani, Alessandro Di Menno di Bucchianico, Alessandra Gaeta, 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 (2007–2015) è generalmente decrescente; tuttavia i limiti previsti dalla normativa non sono rispettati in gran parte del territorio nazionale e l'obiettivo di raggiungere i livelli raccomandati dall'OMS appare lontano.

Messaggi in pillole

L'andamento decrescente dei livelli atmosferici di PM10 prosegue, coerentemente con quanto osservato in Europa nell'ultimo decennio, come risultato della riduzione congiunta delle emissioni di particolato primario e dei principali precursori del secondario (ossidi di azoto, ossidi di zolfo, ammoniaca). Tuttavia, avendo come orizzonte temporale il 2020, in riferimento all'esposizione a breve termine della popolazione, oltre al lontanissimo obiettivo di raggiungere i livelli raccomandati dall'OMS (nell'81% dei casi si registrano oltre tre superamenti della soglia di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media giornaliera), anche rispettare l'obiettivo previsto dalla normativa (non più di 35 superamenti della soglia di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in un anno) su tutto il territorio nazionale sembra piuttosto difficile, nel 2015 non era rispettato nel 40% dei casi.

PM10: percentuale delle stazioni di monitoraggio che nel 2015 hanno superato il limite di Legge



*Limite di legge: 35 superamenti in un anno della soglia di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media giornaliera)

PM10, 2016: superamenti del valore limite giornaliero del D.Lgs. 155/2010 nelle principali aree urbane.



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA

I superamenti del valore limite giornaliero si registrano in gran parte delle regioni italiane: particolarmente numerosi e diffusi sono nelle regioni del bacino padano (Piemonte, Lombardia, Veneto e, in misura minore, Emilia Romagna) e in Campania. I superamenti interessano anche alcune importanti aree urbane del Lazio, della Sicilia, dell'Abruzzo. Con frequenza e diffusione spaziale minore si registrano anche in Friuli, Umbria, Toscana e Puglia; in questi casi i superamenti sono per lo più limitati a specifiche aree dove esistono localmente fonti emissive significative e/o condizioni meteorologiche che favoriscono l'accumulo degli inquinanti. I dati del 2016 (relativi a oltre 250 stazioni di monitoraggio rappresentative di 104 aree urbane)¹ suggeriscono che

il superamento del valore limite giornaliero interessa sostanzialmente le stesse regioni dell'anno precedente: non sono stati registrati superamenti nelle Marche, in Molise e in Sardegna oltre che in Valle d'Aosta, Trentino Alto Adige, Liguria, Basilicata e Calabria che erano le uniche eccezioni nel 2015. Nel 2016 non si sono verificate le condizioni eccezionali di stabilità atmosferica che hanno interessato senza soluzione di continuità gran parte del Paese da fine ottobre a tutto dicembre 2015; di conseguenza il numero totale di superamenti della soglia di 50 µg/m³ nel 2016 risulta generalmente inferiore rispetto all'anno precedente. Anche i dati provvisori del primo semestre del 2017 tendono a confermare lo scenario del 2016.

¹ SNPA, XIII Rapporto qualità dell'ambiente Ambiente Urbano, ed. 2017

EMISSIONI DI GAS SERRA

Riccardo De Lauretis
ISPRA

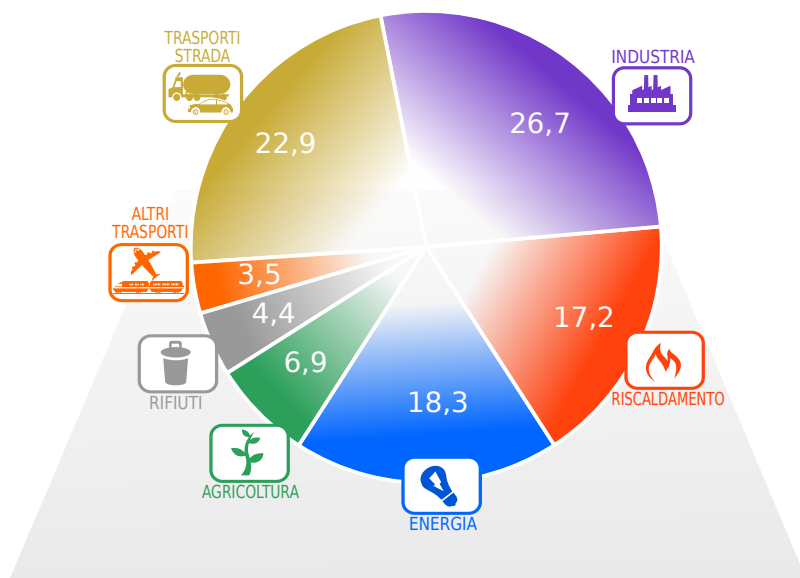
Messaggi chiave

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 dei gas ad effetto serra sono in Italia diminuite rispetto al 1990 e il paese rispetterà gli obiettivi di mitigazione previsti al 2020. Per il raggiungimento degli obiettivi a medio e lungo termine dovranno essere messe in campo ulteriori rilevanti misure di riduzione delle emissioni.

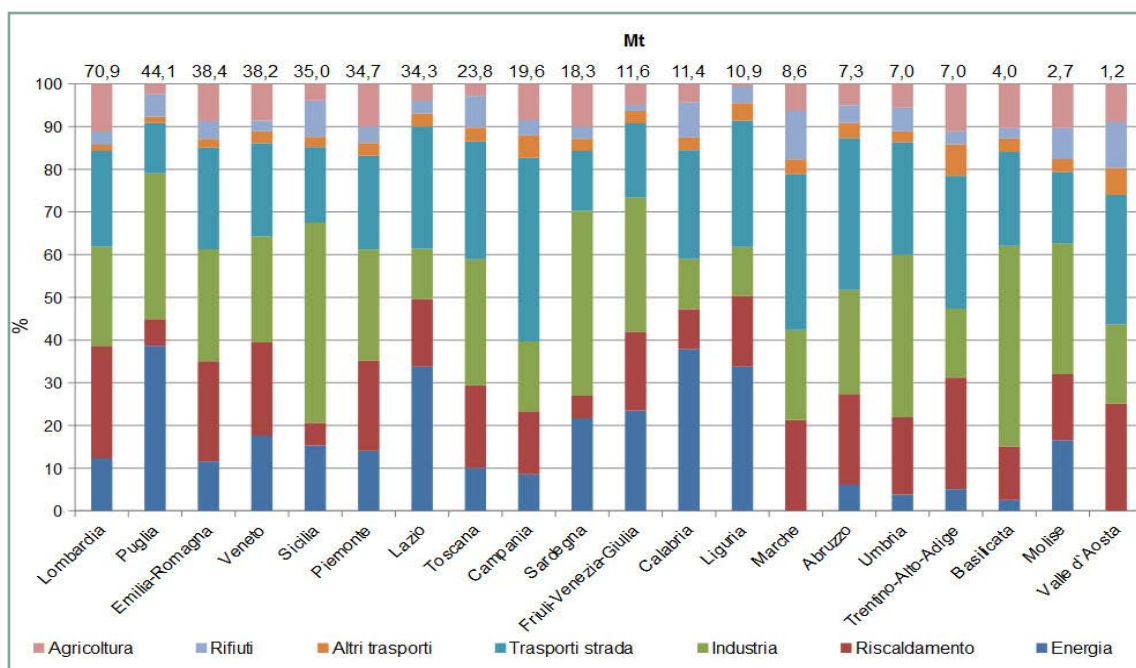
Messaggi in pillole

Le emissioni totali di gas ad effetto serra si riducono nel periodo 1990-2015 del -16,7%, passando da 519,9 a 433,0 milioni di tonnellate di CO₂ equivalente. Nell'ultimo anno, tra il 2014 e il 2015, si stima tuttavia un incremento pari a +2,3%. L'andamento complessivo dei gas serra è determinato principalmente dal settore energetico e quindi dalle emissioni di CO₂ che rappresentano poco più dei quattro quinti delle emissioni totali lungo l'intero periodo 1990-2015.

Gas serra: distribuzione delle emissioni per settore. Anno 2015



GHG, 2015: distribuzione delle emissioni regionali di gas serra per settore



Fonte: ISPRA

Le emissioni di gas serra totali per regione variano da circa 70,9 Mt per la Lombardia a 1,2 Mt per la Valle d'Aosta. Ciascuna regione è caratterizzata dai settori e categorie emissive specifiche in relazione alla presenza o meno delle grandi fonti di emissione puntuale così come dalla caratterizzazione socio economica delle stesse. Pertanto in alcune regioni, come la Puglia e il Lazio, la presenza di grandi centrali di produzione di energia elettrica comporta che tale settore rappresenta il 35-40% delle emissioni regionali. In altre regioni, caratterizzate dalla presenza di raffinerie e impianti

industriali nel settore petrolchimico e siderurgico, come la Sicilia e la Sardegna, l'industria è il settore prevalente con più del 40% delle emissioni regionali. L'Agricoltura è pari circa al 10% delle emissioni regionali nella Lombardia, nel Piemonte, nell'Emilia-Romagna e nel Veneto. Le emissioni dei trasporti e quelle per il riscaldamento degli edifici, che sono più correlate, da un lato alla densità abitativa e dall'altro alle condizioni climatiche, sono circa il 40% delle emissioni totali con picchi pari a più del 55% per la Campania, le Marche, il Trentino-Alto Adige e la Valle d'Aosta.

STATO CHIMICO DELLE ACQUE SUPERFICIALI

Silvia Iaccarino, Serena Bernabei
ISPRA

Messaggi chiave

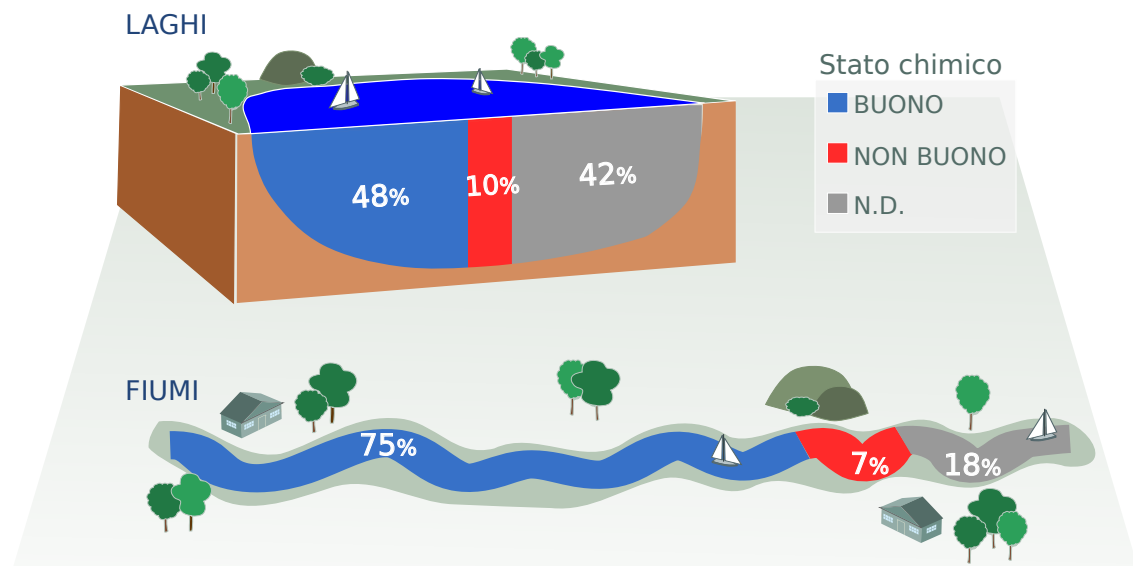
Per la definizione dello “stato chimico” è stata predisposta a livello comunitario una lista di sostanze inquinanti, indicate come “prioritarie” e “pericolose prioritarie” con i relativi Standard di Qualità Ambientale (SQA). Gli SQA rappresentano i valori di concentrazione che per le sostanze inquinanti della lista non devono essere superati nei corpi idrici (acque, sedimenti, biota) ai fini della classificazione del “buono stato chimico”.

Messaggi in pillole

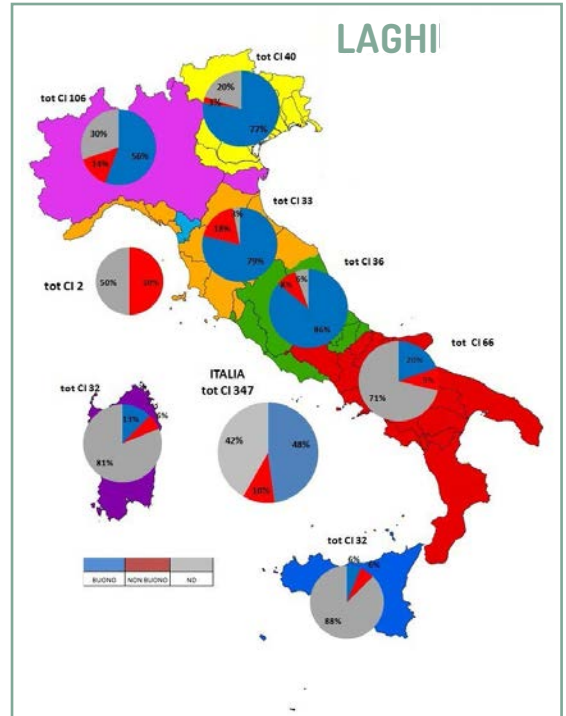
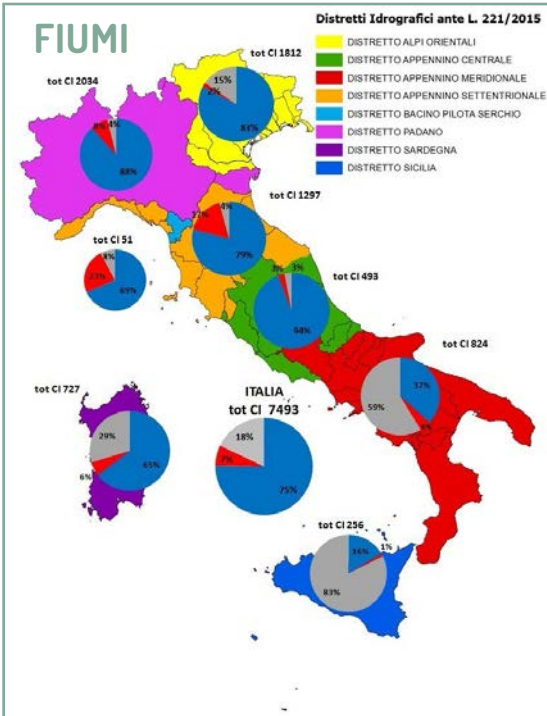
Sulla base dei dati trasmessi nel 2016 in Europa, attraverso il *Water Information System for Europe - WISE*, negli otto distretti idrografici nazionali, i corpi idrici superficiali interni identificati sono 7.841, di cui 7.494 fiumi e 347 laghi.

A livello nazionale, il 75% dei fiumi è in uno stato buono, il 7% non buono e il 18% non è stato classificato. Per i laghi, l'obiettivo di qualità è raggiunto nel 48% dei corpi idrici.

Acque superficiali: stato chimico. Anno 2016



Stato chimico dei fiumi e dei laghi (2010/2015)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati *Water Information System for Europe* - WISE, Reporting WFD, trasmessi da Autorità distrettuali e regioni

La maggior parte dei distretti presenta una percentuale di corpi idrici fluviali in stato buono che varia dal 65% della Sardegna al 94% dell'Appennino centrale. Nei distretti Appennino meridionale e Sicilia, invece, è in uno stato buono rispettivamente solo il 37% e il 16% dei corpi idrici, con percentuali ragguardevoli di corpi idrici non classificati in entrambi i distretti (59% e 83% rispettivamente).

È da evidenziare l'alta percentuale dei corpi idrici lacustri non classificati (42%, a livello nazionale): la classificazione è particolarmente scarsa nei distretti Appennino meridionale, Sicilia e Sardegna.

STATO ECOLOGICO DELLE ACQUE SUPERFICIALI

Silvia Iaccarino, Serena Bernabei
ISPRA

Messaggi chiave

L'obiettivo di qualità ecologica stabilito dalla Direttiva 2000/60/CE è inteso come la capacità del corpo idrico di supportare comunità animali e vegetali ben strutturate e bilanciate, quali strumenti biologici fondamentali per sostenere i processi autodepurativi delle acque.

Messaggi in pillole

Sulla base dei dati trasmessi nel 2016 in Europa, attraverso il *Water Information System for Europe - WISE*, negli otto distretti idrografici nazionali, i corpi idrici superficiali interni identificati sono 7.841, di cui 7.494 fiumi e 347 laghi.

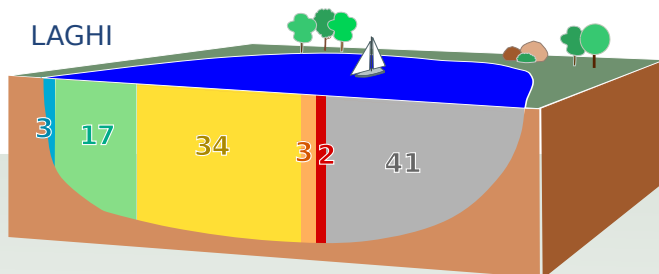
A livello nazionale, il 43% dei fiumi raggiunge l'obiettivo di qualità (38% buono e 5% elevato), il 41% è al di sotto mentre il 16% non è stato classificato. Per i laghi, solo il 20% raggiunge l'obiettivo di qualità (17% buono e 3% elevato) mentre il 39% è di qualità inferiore.

Acque superficiali: stato ecologico. Anno 2016

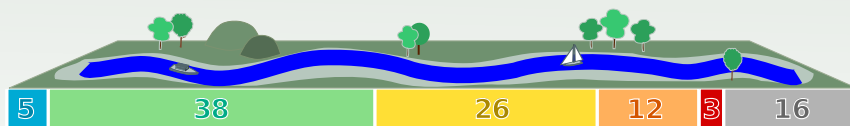
Stato ecologico

- ELEVATO
- BUONO
- SUFFICIENTE
- SCARSO
- CATTIVO
- N.D.

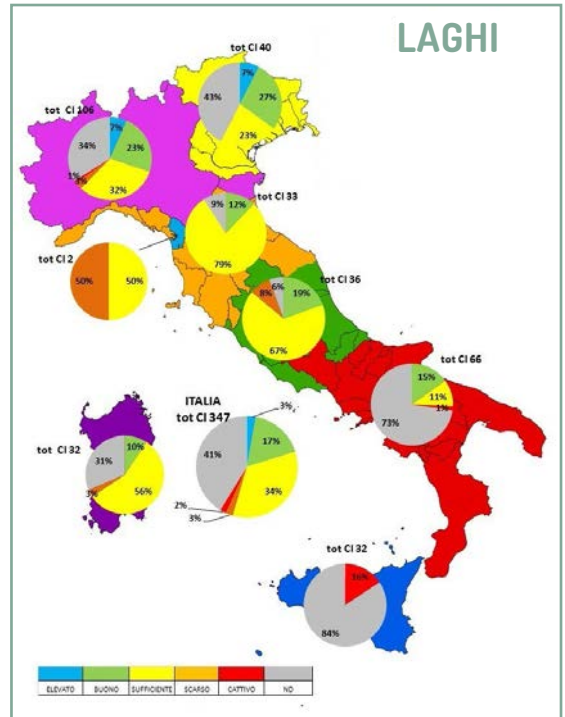
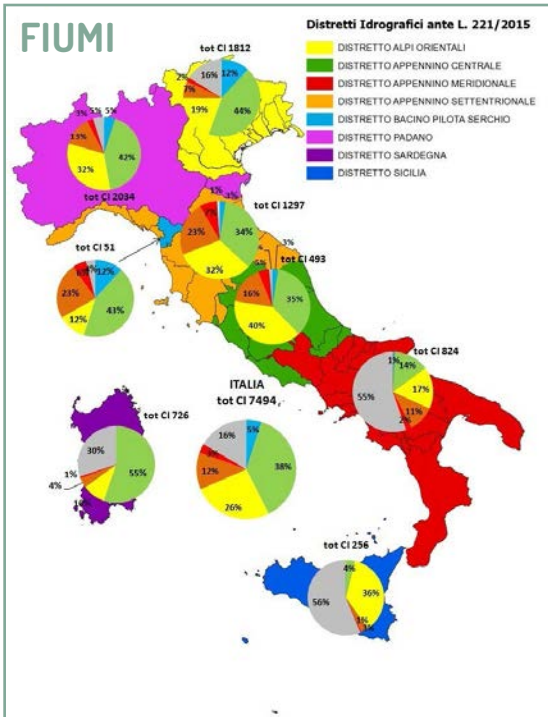
LAGHI



FIUMI



Stato ecologico dei fiumi e dei laghi (2010/2015)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati *Water Information System for Europe* - WISE, Reporting WFD, trasmessi da Autorità distrettuali e regioni

Per i distretti Alpi orientali, Serchio e Sardegna, l'obiettivo di qualità è raggiunto in oltre il 50% dei fiumi. Percentuali ragguardevoli di corpi idrici non classificati si rilevano nei distretti Sicilia, Appennino meridionale e Sardegna (56%, 55%, 30 % rispettivamente). Per quanto riguarda i corpi idrici lacustri è preponderante, in quasi tutti i distretti, lo stato di qualità sufficiente. Da segnalare il 41% dei laghi non classificati: le percentuali più elevate sono nei distretti

Sicilia e Appennino meridionale (rispettivamente 84% e 73%).

STATO CHIMICO DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Silvia Iaccarino¹, Marilena Insolubile¹, Marco Marcaccio²
¹ISPRA, ²ARPAE Emilia-Romagna

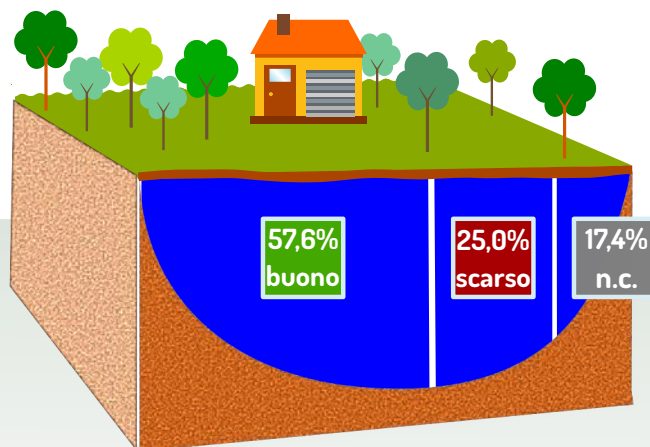
Messaggi chiave

L'indice di stato chimico delle acque sotterranee (SCAS) è definito sulla base della presenza nei corpi idrici di sostanze chimiche contaminanti (D.Lgs. 30/09) derivanti dalle attività antropiche; insieme allo stato quantitativo (disponibilità della risorsa idrica) permette la definizione dello stato complessivo del corpo idrico.

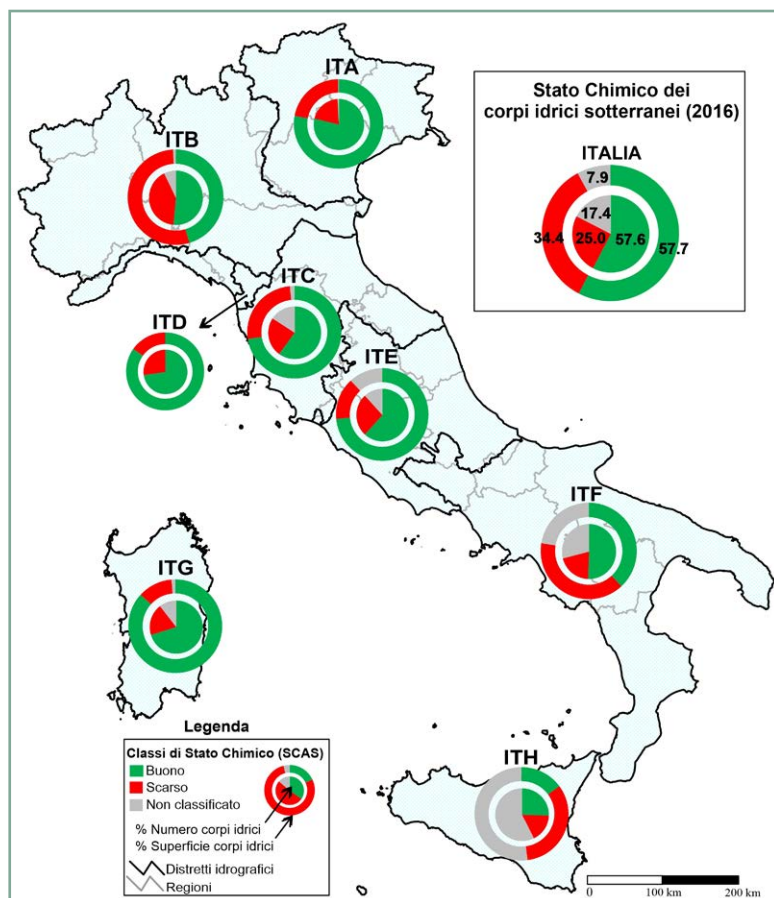
Messaggi in pillole

A livello nazionale sono stati classificati 869 corpi idrici rispetto ai 1.052 totali (copertura del 82,6%); in termini di superficie, i corpi idrici classificati equivalgono a 245.827 km² che corrisponde a una copertura del 92,1% rispetto al totale (267.017 km²). La dimensione media dei corpi idrici sotterranei è pari a 254 km². Lo stato chimico è buono nel 57,6% dei corpi idrici sotterranei e scarso nel 25,0%; il restante 17,4% non è ancora classificato.

Acque sotterranee: stato chimico. Anno 2016



SCAS per Distretto idrografico, numero e superficie dei corpi idrici sotterranei (2016)



Fonte: Elaborazione ISPRA/ARPAE Emilia-Romagna su dati forniti dai distretti nell'ambito della Direttiva 2000/60/CE, Reporting 2016.

Nel Distretto del Serchio (ITD) tutti gli 11 corpi idrici sono classificati e nel distretto Alpi orientali (ITA) un solo corpo idrico non è classificato su 118 totali. I distretti Alpi orientali e Serchio presentano il maggiore numero di corpi idrici nello stato buono, anche se in termini di superficie è il distretto Sardegna (ITG) a

raggiungere la massima percentuale (86,7%) di corpi idrici nello stato buono. Nel distretto Padano (ITB) si riscontra la maggiore incidenza dello stato chimico scarso, sia come numero di corpi idrici (26,3%), sia come superficie (49,2%).

STATO ECOLOGICO DELLE ACQUE MARINO COSTIERE

Silvia Iaccarino, Marina Penna
ISPRA

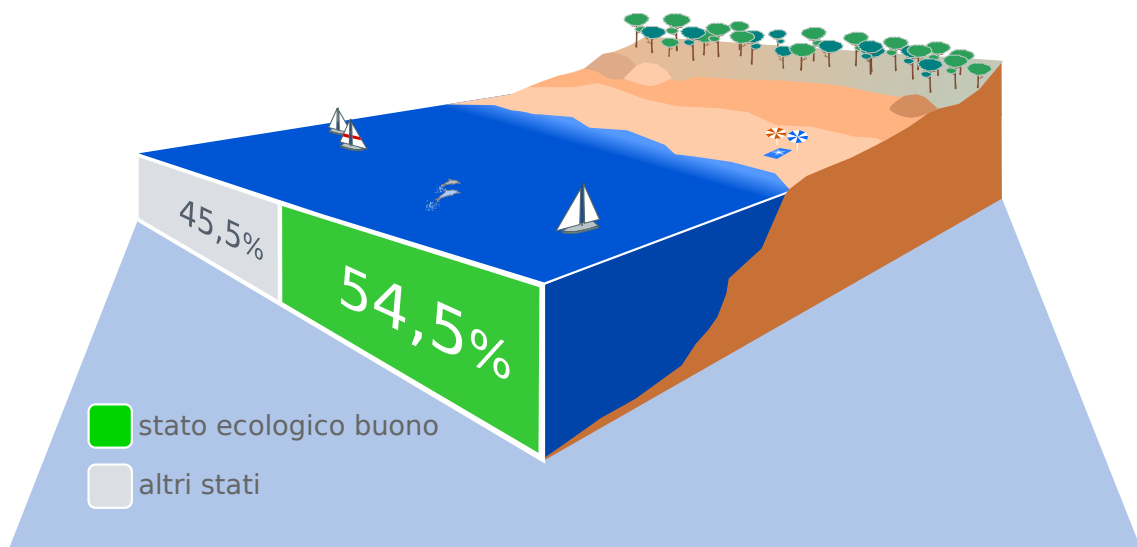
Messaggi chiave

La definizione dello stato ecologico 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. Lo stato ecologico è descritto attraverso cinque classi di qualità: Elevato, Buono, Sufficiente, Scarso e Cattivo e permette di verificare l'efficacia dei programmi di misure per il contenimento delle pressioni messe in campo dalle Amministrazioni competenti e il raggiungimento degli obiettivi fissati dalla normativa.

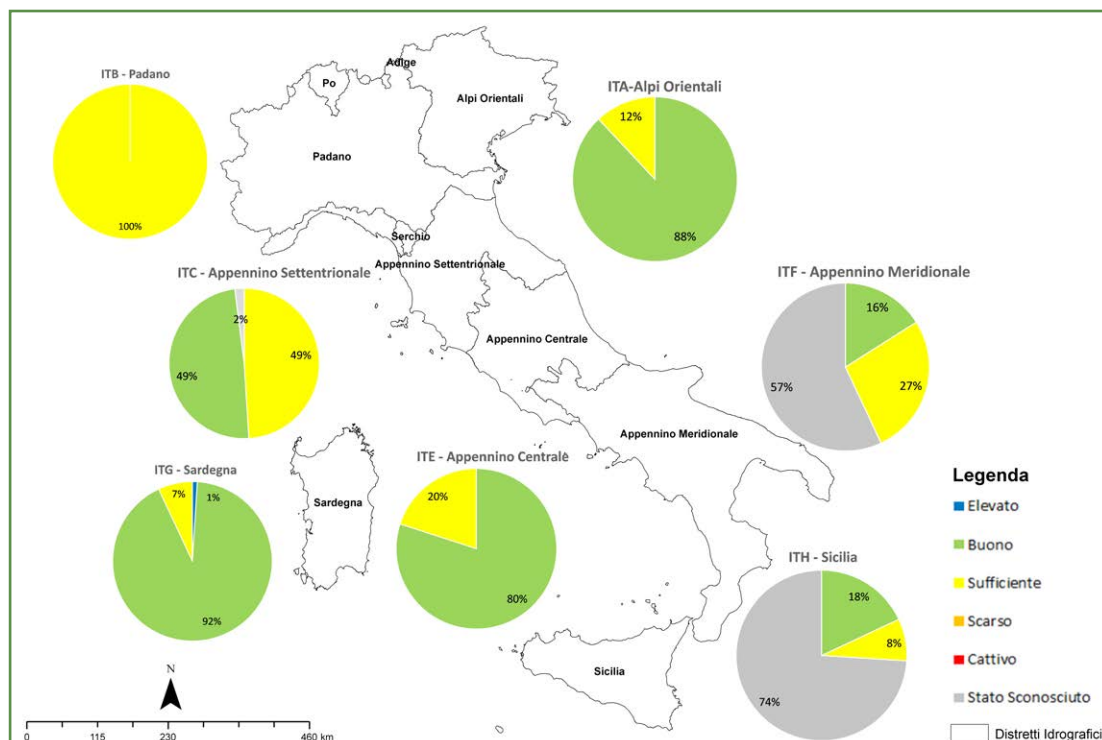
Messaggi in pillole

A livello nazionale più del 50% dei corpi idrici marino costieri (54,5%) è in buono Stato Ecologico e i Distretti delle Alpi orientali, dell'Appennino centrale e della Sardegna presentano un numero di corpi idrici in stato buono maggiore o uguale all'80%. Tuttavia paragonando i singoli Distretti si osserva una certa disomogeneità che si esprime sia a livello di numero di corpi idrici identificati per Distretto sia per classificazione ecologica.

Acque marino costiere: stato ecologico. Anno 2016



Stato ecologico dei corpi idrici marino costieri italiani per Distretto idrografico (2010-2016)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati del Reporting II RMBP fornito dalle Autorità di Bacino

Nel distretto Alpi orientali (25 corpi idrici) l'88% dei corpi idrici marino costieri si trova in uno stato ecologico buono, a fronte del restante 12% il cui stato è sufficiente. Nel distretto Padano (2 corpi idrici) il 100% dei corpi idrici è in stato ecologico sufficiente. L'Appennino centrale (25 corpi idrici) presenta una situazione confrontabile con quella del distretto Alpi orientali, con l'80% dei corpi idrici in stato buono e il 20% in stato sufficiente. Nel distretto dell'Appennino settentrionale, il 49% dei corpi idrici, su un totale di 51, si trova nello stato buono e nello stato sufficiente. Nei distretti Appennino meridionale (176 corpi idrici) e

Sicilia (65 corpi idrici), la percentuale di corpi idrici non classificati è elevata (il 57% e il 74%, rispettivamente). Infine, nel distretto della Sardegna (217 corpi idrici) lo stato ecologico è buono nel 92% dei corpi idrici, sufficiente nel 7% ed elevato nell'1%.

RACCOLTA DIFFERENZIATA

Cristina Frizza, Andrea Lanz
ISPRA

Messaggi chiave

Nella gestione dei rifiuti la raccolta differenziata indica un sistema di raccolta dei rifiuti che prevede una prima differenziazione da parte dei cittadini. Il fine è dunque la separazione dei rifiuti all'origine in modo tale da reindirizzare ciascuna tipologia di rifiuto differenziato verso un idoneo trattamento, che deve essere 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.

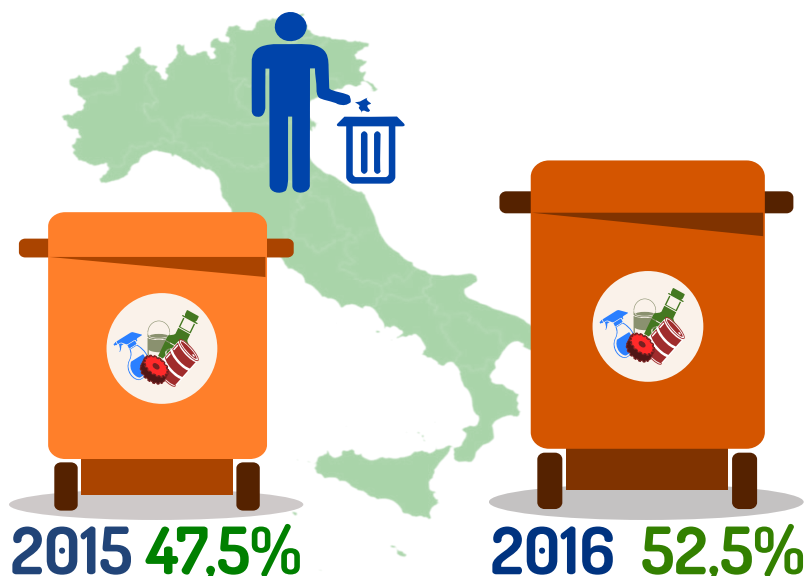
La direttiva 2008/98/CE, pur non prevedendo *target* di raccolta differenziata, richiede che si proceda all'attivazione della stessa e che siano conseguiti obiettivi di preparazione per il riutilizzo e riciclaggio almeno di quattro frazioni (carta, metalli, plastica e vetro).

Messaggi in pillole

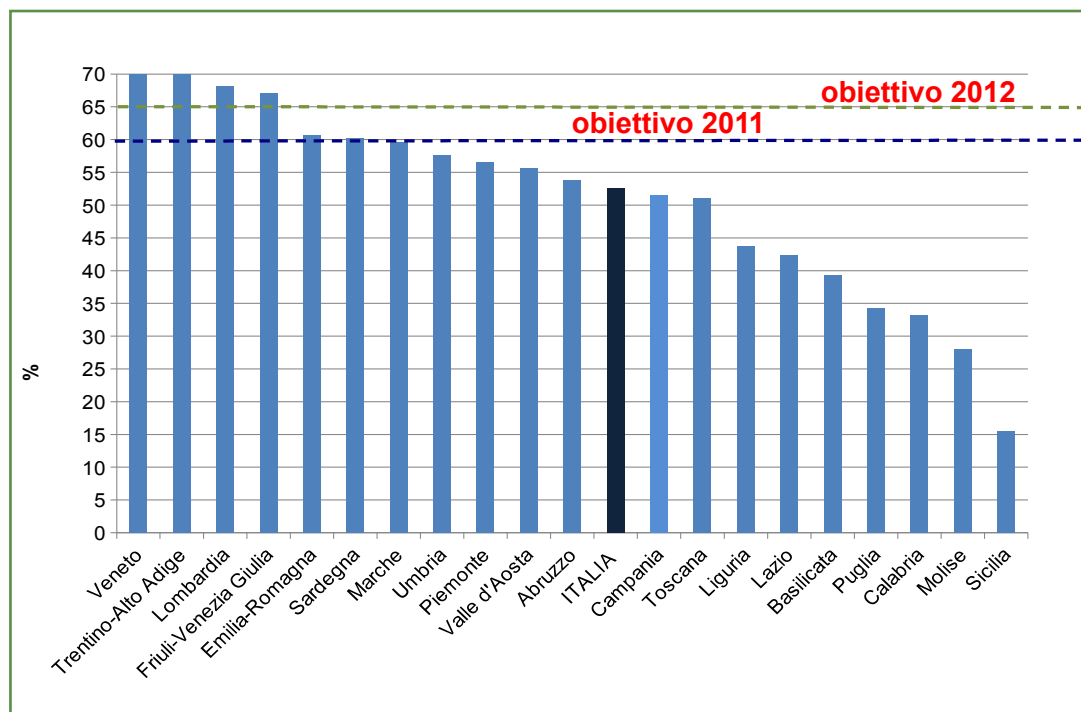
Nel 2016, la percentuale di raccolta differenziata si attesta al 52,5% circa della produzione nazionale, con una crescita di 5 punti rispetto al 2015. Tale incremento è in parte attribuibile ad un cambiamento della metodologia di calcolo, che a partire dai dati 2016 include alcune frazioni precedentemente non contabilizzate, quali gli scarti della selezione della multimateriale, i rifiuti da spazzamento stradale destinati a recupero e i rifiuti da costruzione e demolizione provenienti da piccoli interventi di rimozione (DM 26 maggio 2016).

Nonostante l'incremento, registrato a livello nazionale, nel 2016 ancora non è raggiunto l'obiettivo del 60%, fissato dalla normativa nazionale per il 2011.

Percentuale di raccolta differenziata sulla produzione nazionale. Anno 2016



Percentuale di raccolta differenziata dei rifiuti urbani (2016)



Fonte: ISPRA

Nel 2016, la più alta percentuale di raccolta differenziata è conseguita dalla regione Veneto, con il 72,9%, seguita da Trentino-Alto Adige con il 70,5%, Lombardia con il 68,1% e Friuli Venezia-Giulia con il 67,1%. Tutte queste regioni superano, pertanto, l'obiettivo del 65% fissato dalla normativa nazionale per il 2012.

Superano il 60% di raccolta differenziata, raggiungendo l'obiettivo fissato dalla normativa per il 2011, l'Emilia-Romagna (60,7%) e la Sardegna (60,2%) e si approssimano a tale valore le Marche (59,6%). Umbria, Piemonte e Valle d'Aosta superano il 55%, con tassi rispettivamente pari al 57,6%, 56,6%

e 55,6%, mentre Abruzzo (53,8%), Campania (51,6%) e Toscana (51,1%) si attestano di poco al di sopra del 50%. Nel complesso sono 13 le regioni che raccolgono in maniera differenziata oltre la metà dei rifiuti urbani annualmente prodotti. A parte la Sardegna tutte le regioni del Sud e Centro Italia non raggiungono ancora l'obiettivo del 60% fissato per il 2011.

SUPERAMENTI DEI VALORI DI RIFERIMENTO NORMATIVO PER CAMPI ELETTRROMAGNETICI GENERATI DA IMPIANTI PER RADIOTELECOMUNICAZIONE ED ELETTRODOTTI, AZIONI DI RISANAMENTO

Maria Logorelli
ISPRA

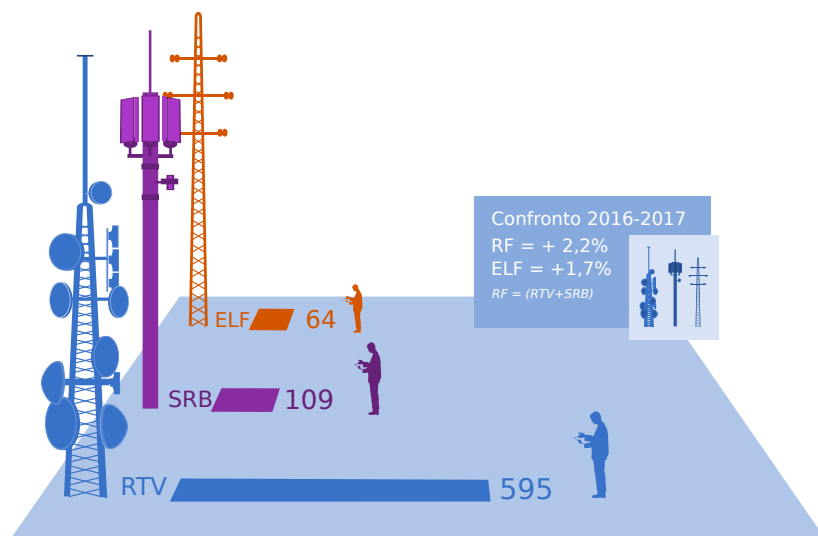
Messaggi chiave

Le sorgenti di campo elettromagnetico che presentano delle criticità sono gli impianti radiotelevisivi (RTV), le stazioni radio base per telefonia mobile (SRB) e gli elettrodotti (ELF). La legge quadro n.36/2001 e i relativi decreti attuativi, oltre a introdurre valori limite estremamente cautelativi rispetto allo scenario internazionale, allarga gli obiettivi di tutela, salvaguardando, oltre la salute umana, l'ambiente e il paesaggio.

Messaggi in pillole

A livello nazionale, i casi di superamento dei limiti normativi registrati nel corso dell'attività di controllo effettuata dalle Agenzie, tra il 1999 e luglio 2017, sono stati: 595 per gli impianti RTV, 109 per le stazioni SRB e 64 per gli elettrodotti ELF. Rispetto a luglio 2016, i casi di superamento dei limiti di legge risultano sostanzialmente invariati sia per le sorgenti RF (radiofrequenze) (+ 2,2%) sia per quelle ELF (+ 1,7%).

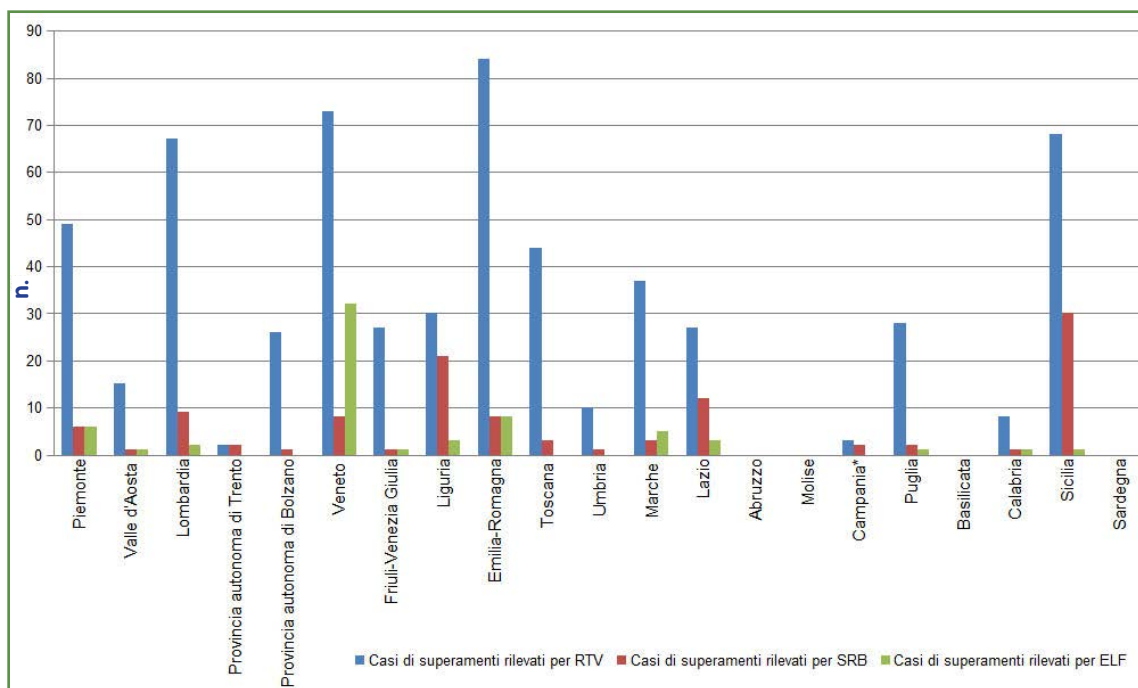
Superamenti di legge registrati dal 1999 al luglio 2017 (SNPA)



RTV: Impianti Radio/TV
SRB: Stazioni Radio Base
ELF: Frequenze Estremamente Basse (*Extremely Low Frequency*)

SUPERAMENTI DEI VALORI DI RIFERIMENTO NORMATIVO PER CAMPI ELETTRROMAGNETICI GENERATI DA IMPIANTI PER RADIOTELECOMUNICAZIONE ED ELETTRODOTTI, AZIONI DI RISANAMENTO

Numero di casi di superamento dei limiti normativi generati da impianti di radio telecomunicazione ed elettrodotti (1999-luglio 2017)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA (Osservatorio CEM)

Note: Per le regioni Abruzzo, Molise, Sardegna, Basilicata il dato non è disponibile e per la Campania il dato non ricopre l'intero intervallo temporale considerato.

I casi di superamento dei limiti di legge, a luglio 2017 rispetto all'anno precedente, sono sostanzialmente invariati sia per le sorgenti RF (+ 2,2%) sia per quelle ELF (+ 1,7%). La percentuale dei casi risanati sul totale varia dal 61% degli impianti RTV al 70% per gli impianti ELF fino all'83% per gli SRB; la differenza nasce dalla complessità del processo di risanamento (coinvolgimento di più impianti, difficoltà nel mantenimento della stessa qualità del servizio di cui agli atti di concessione) per gli impianti RTV e dalla mancanza, per gli elettrodotti, del decreto attuativo della Legge 36/2001 (art.4, c.4) che disciplina i criteri

di elaborazione dei piani di risanamento. Il numero di superamenti rilevati in ciascuna regione/provincia autonoma dipende principalmente dai criteri di priorità alla base della pianificazione dell'attività di controllo e dalla pressione sociale a livello locale per le diverse tipologie di sorgenti. Ciò che emerge dal grafico, evitando senza azzardare pertanto poco opportuni confronti regionali, è che in tutte le regioni/province le maggiori criticità, in termini di superamento del valore limite, riguardano soprattutto gli impianti RTV rispetto alle SRB, con un rapporto 10/1 in Emilia-Romagna e 1/1 nella provincia autonoma di Trento.

CONCENTRAZIONE DI ATTIVITÀ DI RADON *INDOOR*

Silvia Iaccarino, Francesco Salvi
ISPRA

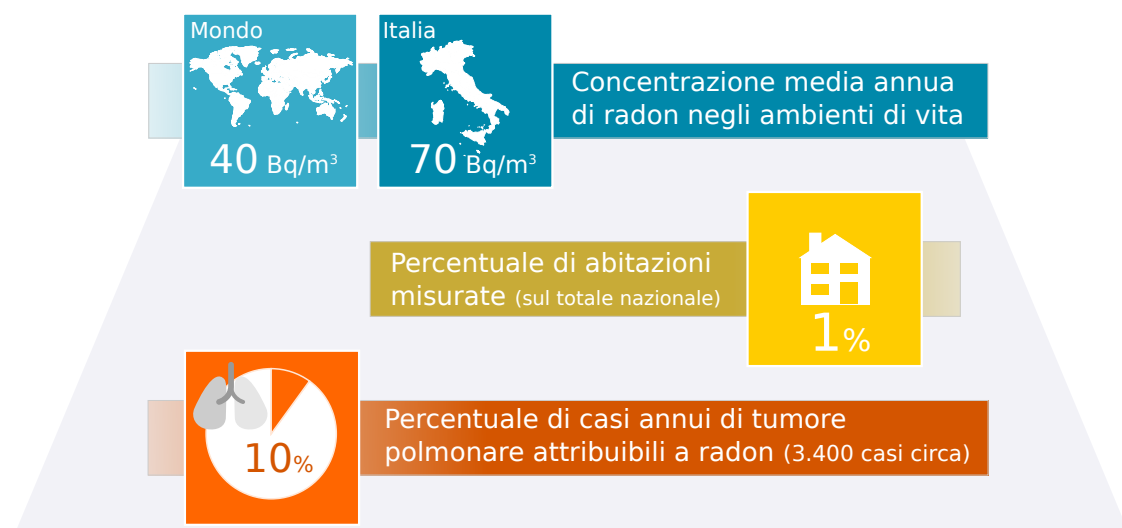
Messaggi chiave

Il radon è un gas radioattivo presente naturalmente nel suolo, nei materiali da costruzione e anche nell'acqua. Mentre all'aperto si disperde rapidamente, nei luoghi chiusi (abitazioni, scuole, ambienti di lavoro) si accumula raggiungendo anche concentrazioni elevate che rappresentano un rischio per la salute umana. L'esposizione al radon *indoor* è un fenomeno di origine naturale, al più legato al tipo di suolo sul quale gli edifici sono costruiti e alle modalità di costruzione e gestione degli stessi. A livello nazionale, la concentrazione di radon negli edifici è molto variabile superando anche i valori di riferimento stabiliti dalla normativa, oltre i quali è richiesto un intervento di risanamento.

Messaggi in pillole

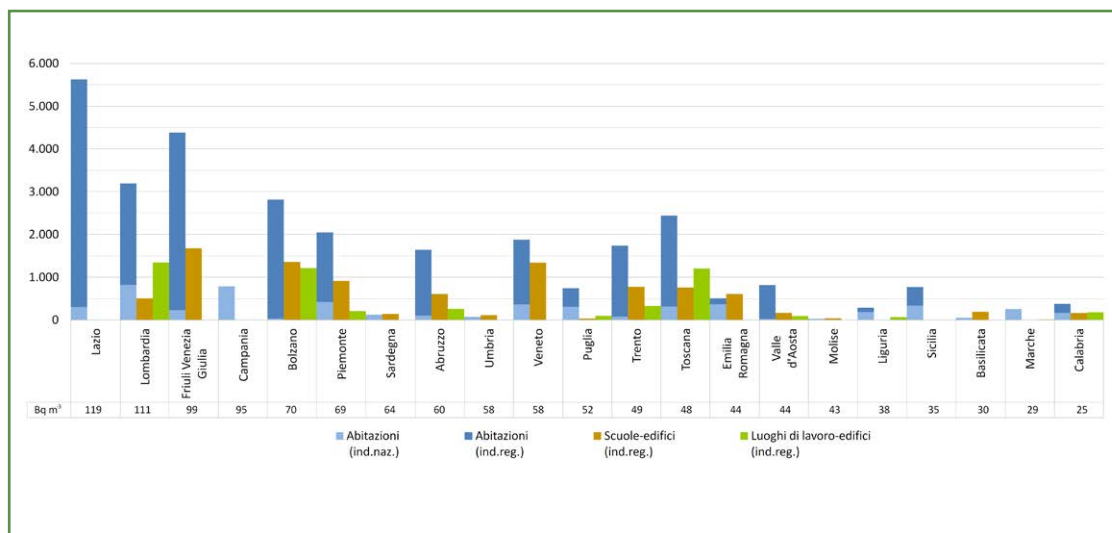
Circa il 10% (circa 3.400 casi) degli oltre 30.000 casi di tumore polmonare che ogni anno si registrano in Italia sono attribuibili al radon. La concentrazione media annua nazionale è pari a 70 Bq m^{-3} , più elevata rispetto alla media mondiale pari a 40 Bq m^{-3} . Per conoscere la concentrazione di radon negli ambienti di vita è necessario effettuare una misura diretta. Attualmente meno dell'1% delle abitazioni sono state misurate.

Radon: misurazioni e dati 2016



CONCENTRAZIONE DI ATTIVITÀ DI RADON *INDOOR*

Numero di abitazioni (indagine nazionale 1989-1997 e indagini regionali o sub-regionali 1991-2016) e numero di scuole e luoghi di lavoro (indagini regionali o sub-regionali 1991-2016) a diversa concentrazione media di radon (Bq m^{-3})



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati SNPA 2016 (indagini regionali); Bochicchio et al. 1999 (indagine nazionale)

Negli anni '90 è stata realizzata un'indagine nazionale rappresentativa sull'esposizione al radon nelle abitazioni. Negli anni successivi, molte Regioni/Province autonome hanno continuato a effettuare misure in maniera sistematica nelle abitazioni e anche nelle scuole e nei luoghi di lavoro. La figura riporta il numero di ambienti (abitazioni, scuole, luoghi di lavoro) oggetto di misure nelle Regioni/Province autonome ordinate sulla base di valori decrescenti della concentrazione media regionale di radon (Bq m^{-3}) stimata dall'indagine nazionale. I dati indicano una situazione eterogenea tra le regioni/province autonome in termini di numero di ambienti controllati e di scelta del tipo di ambienti da controllare, con una prevalenza di controlli negli ambienti residenziali. Si osserva un maggior numero di controlli principalmente

nelle Regioni/Province autonome in cui i livelli medi di radon tendono verso valori relativamente più elevati, seppur, anche tra queste, rimangono ancora casi in cui l'informazione di riferimento è esclusivamente o prevalentemente limitata al risultato fornito dall'indagine nazionale. Nonostante l'intensa attività di controllo e le decine di migliaia di ambienti chiusi indagati, la copertura territoriale dei controlli è ancora piuttosto esigua: si stima che, in ogni regione/provincia autonoma, il rapporto tra le abitazioni controllate e il totale delle abitazioni occupate sia inferiore a 1,5% e nella maggior parte dei casi al di sotto di 0,4%. Va comunque osservato il forte impegno di alcune Regioni/Province autonome nell'attività di controllo di ambienti non residenziali, rappresentati soprattutto dalle scuole.

SORGENTI DI RUMORE CONTROLLATE E PERCENTUALE PER CUI SI È RISCONTRATO ALMENO UN SUPERAMENTO DEI LIMITI

Cristina Frizza, Francesca Sacchetti
ISPRA

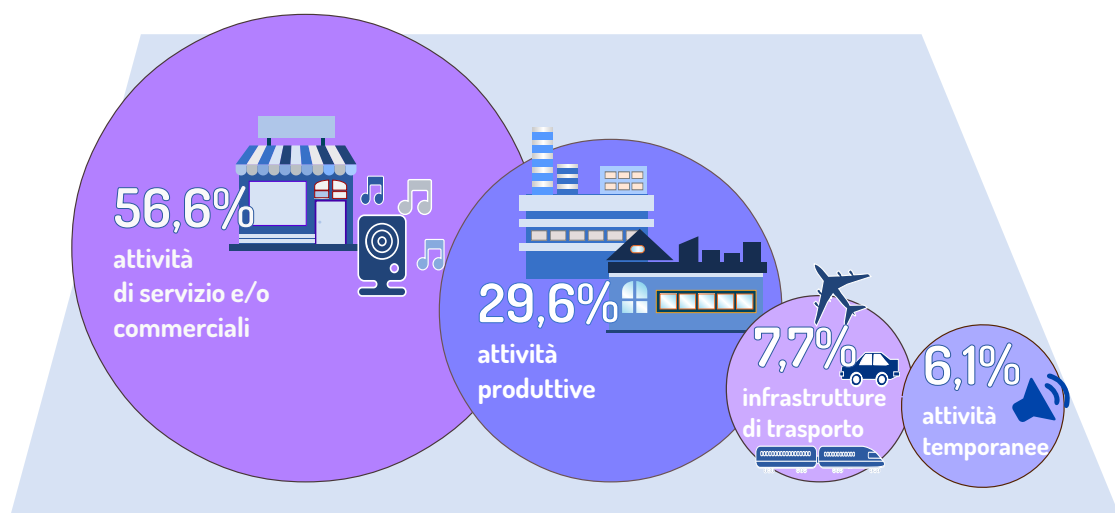
Messaggi chiave

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

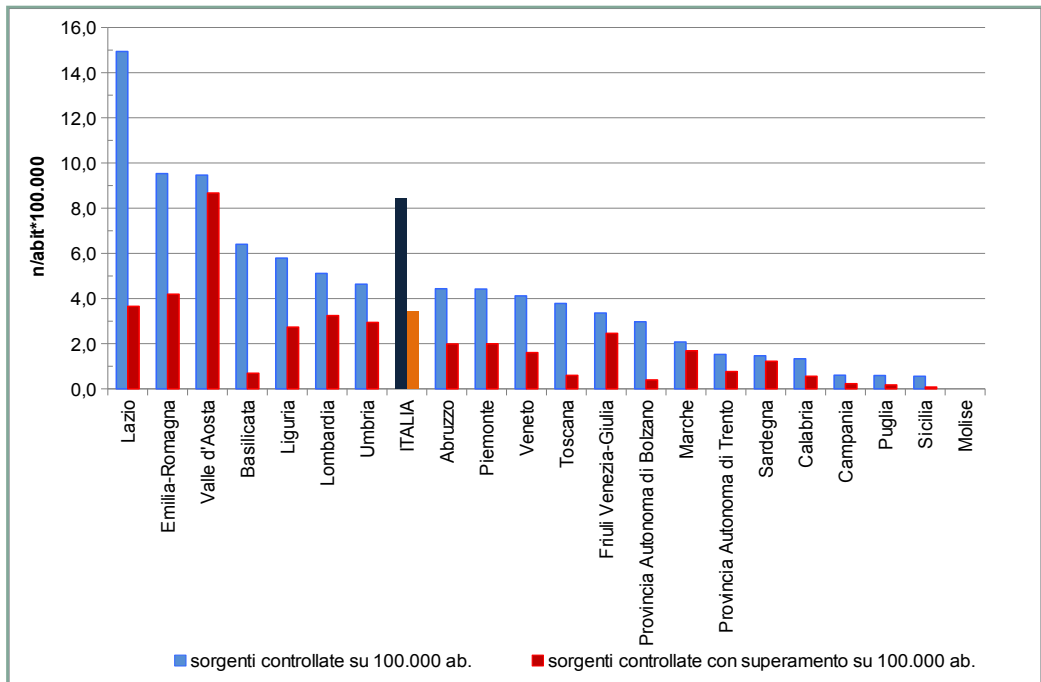
Le sorgenti maggiormente controllate risultano, anche per il 2016, le attività di servizio e/o commerciali (56,6%), seguite dalle attività produttive (29,6%). Tra le infrastrutture di trasporto, che rappresentano il 7,7% delle sorgenti controllate, quelle stradali rimangono le sorgenti più controllate (5,6% sul totale delle sorgenti controllate).

Sorgenti di rumore maggiormente controllate. Anno 2016



SORGENTI DI RUMORE CONTROLLATE E PERCENTUALE PER CUI SI È RISCONTRATO ALMENO UN SUPERAMENTO DEI LIMITI

Numero di sorgenti controllate e di sorgenti controllate con superamento su 100.000 abitanti (2016)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA e ISTAT

Nel 2016, il 40,6% delle sorgenti di rumore (attività/infrastrutture), controllate da parte delle ARPA/APPA, ha presentato almeno un superamento dei limiti normativi: l'inquinamento acustico è ancora un problema importante, nonostante la diminuzione dei superamenti rispetto agli anni passati (45,6% nel 2015, 46,3% nel 2014, 43,9% nel 2013, 42,6% nel 2012 e 42,2% nel 2011).

Nel 2016, a livello nazionale, per ogni 100.000 abitanti sono state controllate 4,6 sorgenti e in 1,9 sorgenti controllate sono stati riscontrati superamenti dei limiti normativi.

Le regioni in cui l'incidenza di sorgenti controllate è di molto superiore (più del doppio) del dato nazionale sono: il Lazio con 14,9 sorgenti controllate su 100.000 ab., seguito dall' Emilia-Romagna e dalla Valle d'Aosta con 9,5. Le regioni in cui è stata invece riscontrata un'incidenza di sorgenti controllate di molto inferiore (meno della metà) del dato nazionale sono: Marche (2,1), Sardegna (1,5) ed infine Campania, Puglia e Sicilia con 0,6 sorgenti controllate su 100.000 ab.

Il dato della Calabria risulta sottostimato perché riferito esclusivamente alle sorgenti controllate nei capoluoghi di provincia.

CONSUMO DI SUOLO

Giovanni Finocchiaro, Marco Di Leginio
ISPRA

Messaggi chiave

Per consumo di suolo si intende il suolo consumato a seguito di una variazione di copertura: da una copertura non artificiale ad una artificiale. Circa 23.000 km² del territorio nazionale sono ormai persi con loro i rispettivi servizi ecosistemici. Il fenomeno appare in crescita, ma con un sensibile rallentamento nella velocità di trasformazione, a causa probabilmente della attuale congiuntura economica.

Messaggi in pillole

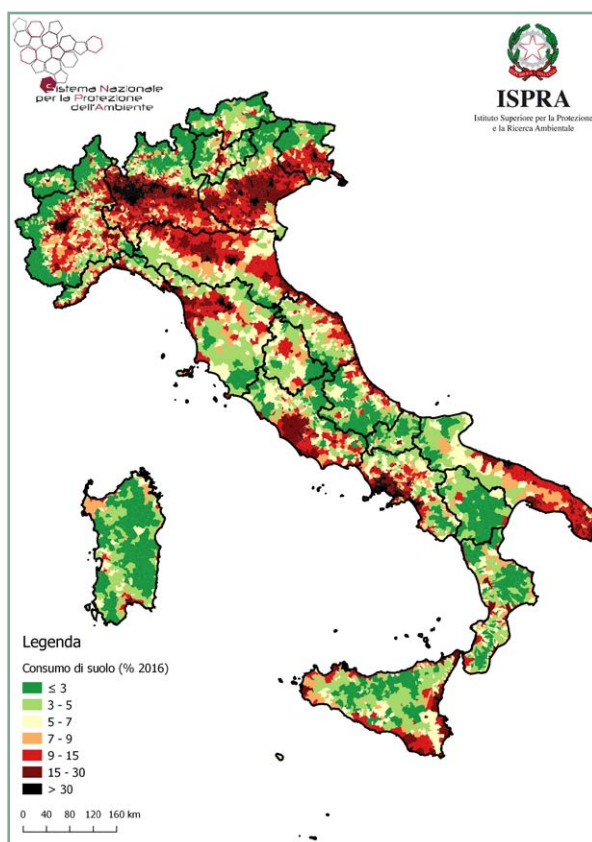
Il consumo di suolo in Italia continua a crescere, pur segnando un importante rallentamento negli ultimi anni: tra il 2015 e il 2016 le nuove coperture artificiali hanno riguardato circa 5.000 ettari di territorio, ovvero in media poco meno di 30 ettari al giorno: circa 3 m² di

suolo sono stati persi irreversibilmente ogni secondo. Dopo aver toccato anche gli 8 m² al secondo degli anni 2000 e il rallentamento iniziato nel periodo 2008-2013 (tra i 6 e i 7 metri quadrati al secondo) il consumo di suolo avviene quindi, negli ultimi due anni, ad una velocità ridotta, più che sufficiente comunque per continuare a coprire ininterrottamente aree naturali e agricole con asfalto e cemento, edifici e fabbricati, servizi e strade. Le cause sono l'espansione di aree urbane, spesso a bassa densità, e la costruzione di nuove infrastrutture, di insediamenti commerciali, produttivi e di servizio. Il fenomeno appare in crescita ma con un sensibile rallentamento nella velocità di trasformazione, probabilmente dovuto alla attuale congiuntura economica più che ad una reale aumentata sensibilità ambientale verso le problematiche della conservazione del suolo e della sua funzionalità.

Suolo consumato a livello nazionale. Anno 2016



Percentuale di consumo di suolo a livello comunale (2016)



In termini assoluti, in Italia sono oggi irreversibilmente persi circa 23.000 km² di suolo. Prendendo in esame le ripartizioni geografiche del territorio italiano, i valori percentuali più elevati si registrano al Nord, il Veneto e la Lombardia hanno ormai superato il 12% di superficie impermeabilizzata, anche se un sensibile incremento, in termini di ettari consumati tra il 2015 ed il 2016, si è avuto anche in Sicilia.

La provincia di Monza e della Brianza si conferma quella con la percentuale più alta di suolo consumato

rispetto al territorio provinciale, seguita da Napoli e Milano con valori che superano il 30%. Aosta, Ogliastra, Nuoro, Matera e Verbano-Cusio-Ossola sono le uniche province italiane con percentuali di suolo consumato inferiori al 3%. In termini assoluti, la provincia di Roma è l'unica a oltrepassare la soglia dei 70.000 ha, seguita da quella di Torino (quasi 60.000 ha). Le province di Brescia e Milano hanno valori compresi tra i 50.000 e i 55.000 ha, mentre quelle di Salerno, Verona, Treviso e Padova hanno valori che superano i 40.000 ha.

AREE DI TUTELA AMBIENTALE (AREE TERRESTRI E MARINE PROTETTE E RETE NATURA 2000)

Giovanni Finocchiaro, Claudio Piccini
ISPRA

Messaggi chiave

L'Italia aderisce a numerose convenzioni e accordi internazionali volti alla tutela della biodiversità, quali la Convenzione sulla Diversità Biologica.

La Rete Natura 2000, che nasce nell'ambito delle Direttive europee Uccelli e Habitat, tutela il 19,3% della superficie terrestre nazionale (la media europea è di circa il 18%).

Le Aree protette occupano il 10,5% del territorio nazionale, contro una media europea di circa il 15%.

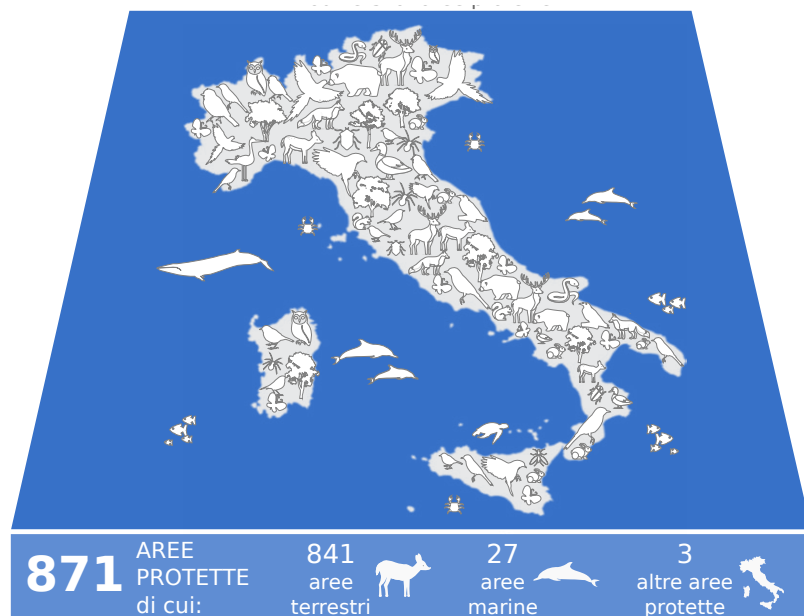
Messaggi in pillole

La Rete Natura 2000, costituita da Zone di Protezione Speciale (ZPS), Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e Zone Speciali di Conservazione (ZSC), al netto delle sovrapposizioni, comprende 2.609 siti che occupano una superficie di 6.412.234 ha, di cui 5.824.434 a terra.

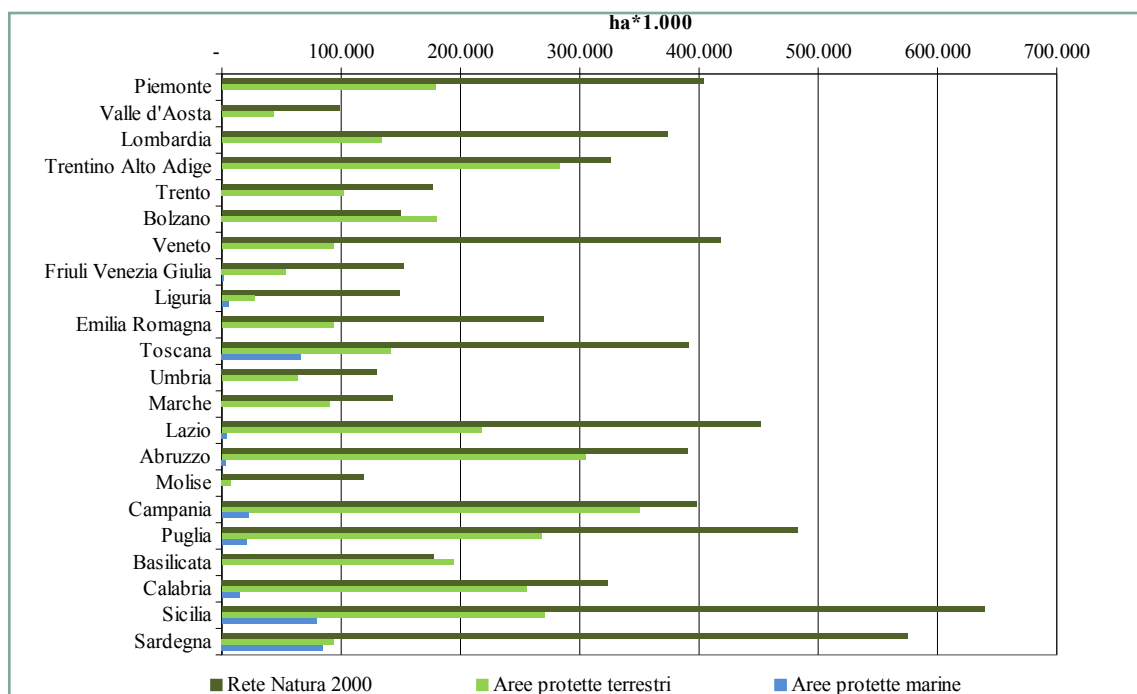
A tutela della biodiversità, nel nostro Paese sono presenti 871 aree protette, che occupano una superficie a terra di oltre 3 milioni di ettari.

Le superfici a mare tutelate includono anche 27 Aree Marine Protette.

Biodiversità: aree protette



Distribuzione regionale delle superfici tutelate (escluso il Santuario per i mammiferi marini)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati MATTM, VI EUAP (2010) e MATTM (2017)

Il processo di trasformazione dei SIC in ZSC, avviatosi nel 2013 in tre regioni italiane (Valle d'Aosta, Friuli Venezia-Giulia e Basilicata), si è attuato gradualmente in quasi tutte le altre regioni italiane, fatta eccezione per il Veneto, l'Emilia-Romagna, l'Abruzzo e la Campania che non presentano ancora ZSC designate. Da sottolineare invece il completamento dell'iter da parte della Liguria e dell'Umbria. La superficie terrestre protetta è costituita in gran parte da Parchi Nazionali (46,3%) e Parchi Naturali Regionali (40,9%). Le regioni che concorrono maggiormente al totale nazionale sono la Campania (350.204 ettari; 11,1% del totale nazionale) e l'Abruzzo (305.051 ettari; 9,6%).

Le regioni che hanno tutelato la maggior percentuale del proprio territorio sono l'Abruzzo (28,3%), la Campania (25,8%) e la P.A. di Bolzano (24,4%). La Sicilia e la Sardegna sono le regioni in cui ricade la maggior parte della superficie marina protetta ed anche, unitamente alla Campania, il maggior numero di aree protette marine (6). Nel Lazio si contano 5 aree protette marine ma con una superficie complessiva tutelata molto più esigua rispetto alle situazioni sopra descritte. Al contrario, in Toscana la sola presenza del Parco nazionale dell'Arcipelago Toscano tutela un'estensione di quasi 57.000 ettari.

INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI D'ITALIA (IFFI)

Paola Sestili, Alessandro Trigila
ISPRA

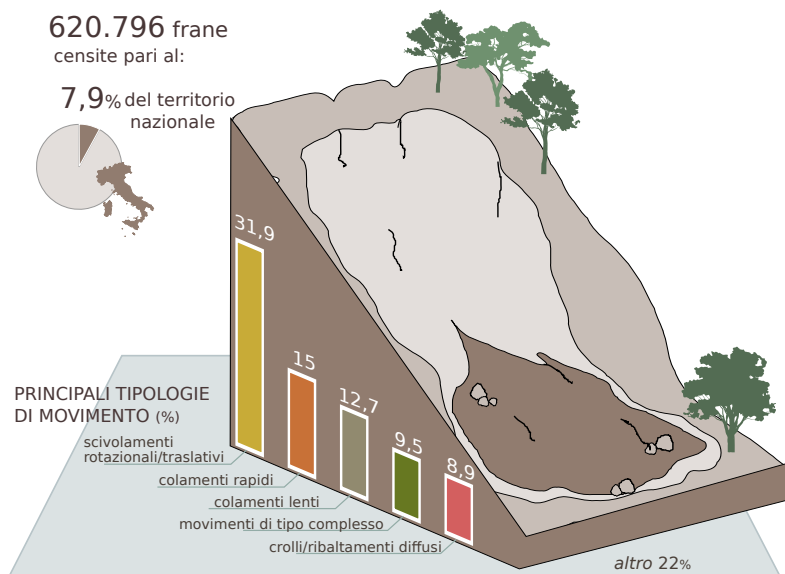
Messaggi chiave

La maggior parte dei fenomeni franosi presenta delle riattivazioni nel tempo: periodi di quiescenza di durata pluriennale o plurisecolare si alternano, soprattutto in occasione di eventi pluviometrici intensi, a periodi di rimobilizzazioni.

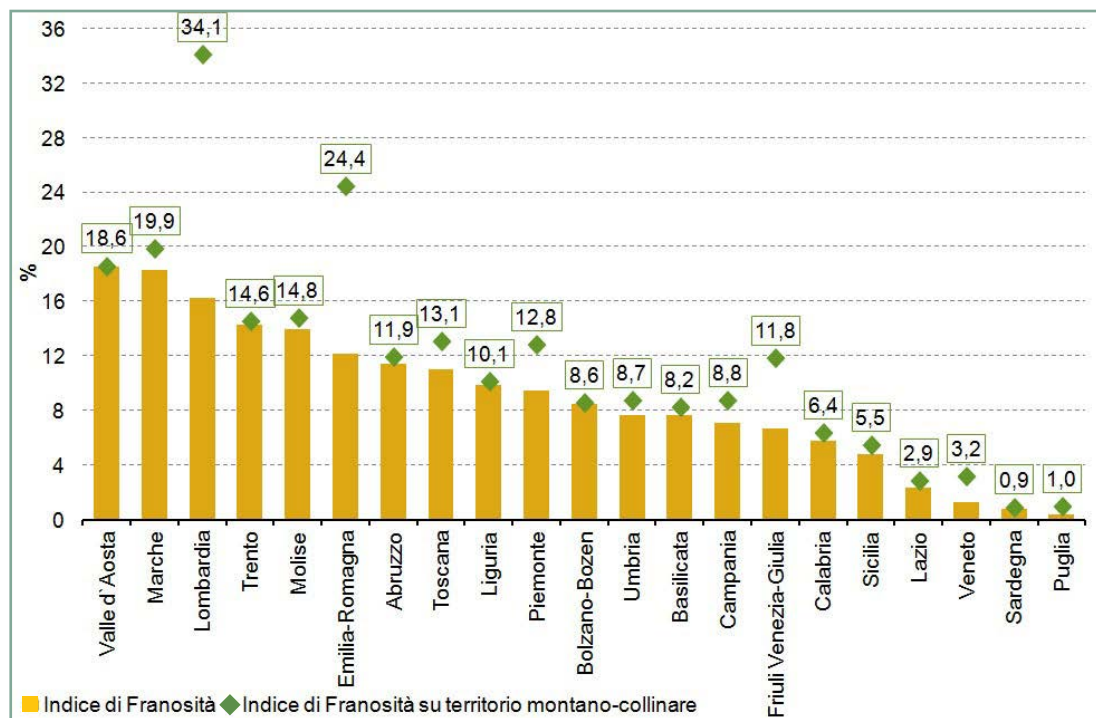
Messaggi in pillole

In Italia sono state censite 620.796 frane che interessano un'area di circa 23.700 km², pari al 7,9% del territorio nazionale. Le tipologie di movimento più frequenti, classificate in base al tipo di movimento prevalente, sono gli scivolamenti rotazionali/traslativi (31,9%), i colamenti rapidi (15,0%), i colamenti lenti (12,7%), i movimenti di tipo complesso (9,5%) e le aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi (8,9%).

Fenomeni franosi in Italia



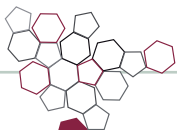
Indici di franosità



Fonte: ISPRA

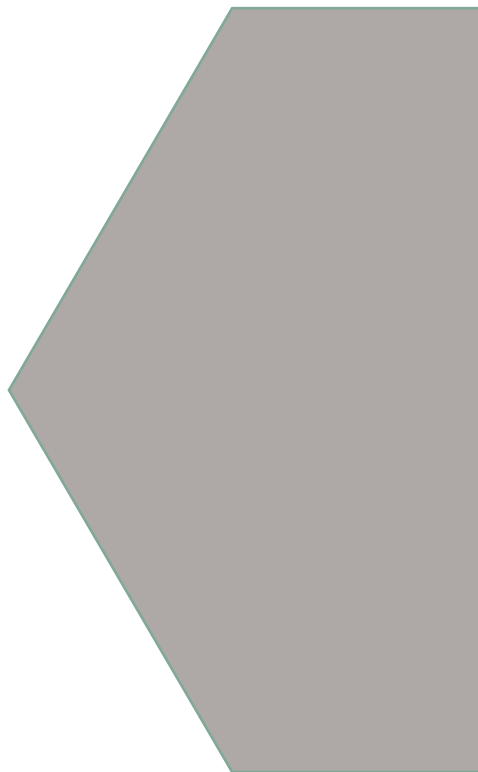
L'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI), realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni e Province autonome, fornisce un quadro sulla distribuzione dei fenomeni franosi sul territorio italiano e sui più importanti parametri ad essi associati. Fino ad oggi il progetto ha censito 620.796 fenomeni franosi che fanno dell'Italia il paese europeo maggiormente interessato da tale fenomeno. Le frane sono estremamente diffuse a causa delle caratteristiche geologiche e morfologiche del territorio italiano, che è per il 75% montano-collinare. I fattori più importanti per l'innesco dei fenomeni di instabilità sono le

precipitazioni brevi ed intense e quelle persistenti. Invece, i fattori antropici assumono un ruolo sempre più determinante tra le cause predisponenti, con azioni sia dirette, quali tagli stradali, scavi, sovraccarichi dovuti a edifici, sia indirette, quali ad esempio la mancata manutenzione del territorio e delle opere di difesa del suolo. A livello regionale, l'indice di franosità (rapporto tra area in frana e area totale regionale) varia tra lo 0,4% della Puglia e il 18,6% della Valle d'Aosta, mentre l'indice di franosità su territorio montano-collinare (rapporto tra area in frana e area montano-collinare) tra lo 0,9% della Sardegna e il 34,1% della Lombardia.



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

SPECIFICITÀ REGIONALI



1. CONTROLLI

La programmazione dei controlli ordinari su aziende in possesso di AIA (Autorizzazione Integrata Ambientale) in Piemonte

Marisa Turco, Daniela Cescon
ARPA Piemonte

Impianti AIA sul territorio nazionale

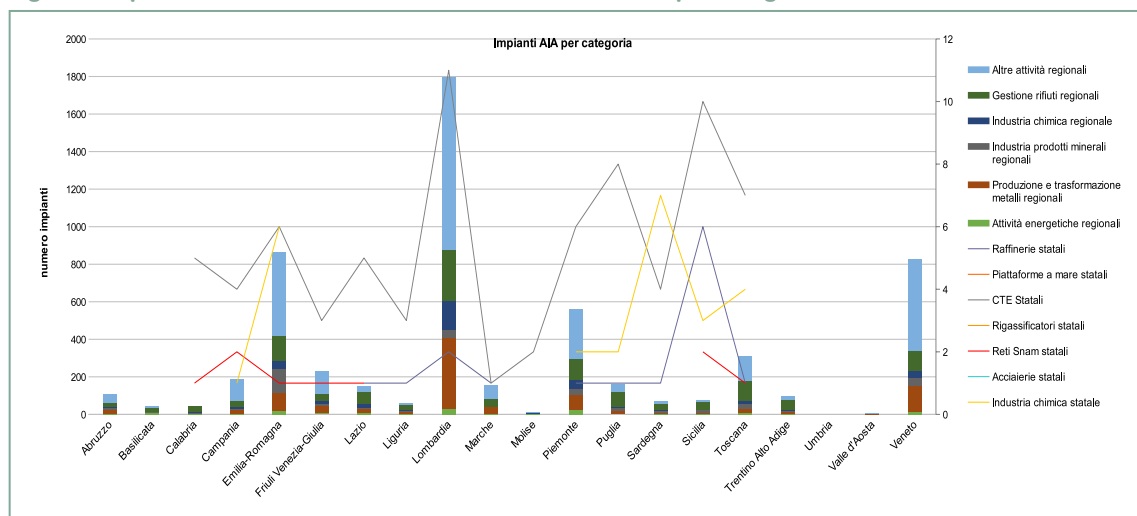
Il numero di impianti in possesso di autorizzazione AIA (Autorizzazione Integrata Ambientale) presenti sul territorio nazionale è rilevante. I dati riferiti al 2015 mostrano, infatti, un numero complessivo di autorizzazioni AIA regionali pari a 5.757 e un numero di AIA nazionali pari a 153.

Dalla lettura della Figura 1 si evidenzia che su tutto il territorio nazionale sono numericamente rilevanti gli impianti di gestione dei rifiuti, di produzione e

trasformazione di metalli e gli impianti "Altre attività" (attività di cui alla categoria 6 dell'allegato VIII alla parte seconda del D.Lgs. 152/06 come modificato dal D.Lgs. 46/2014).

Nel merito si rileva che l'elevata numerosità di impianti di una determinata tipologia/categoria non necessariamente coincide con una elevata complessità nelle valutazioni degli impatti ambientali (es. allevamenti). Infatti normalmente gli impianti più critici da valutare relativamente agli aspetti impiantistici e ambientali sono rappresentati dalle raffinerie, dalle industrie chimiche e dalle discariche, il cui numero non è preponderante sulla totalità degli impianti autorizzati. Atteso il numero elevato di impianti esistenti, sia nazionali che regionali e i possibili impatti potenziali, assumono importanza strategica i relativi controlli unitamente ad una corrispondente programmazione. In particolare la programmazione dei controlli ordinari

Figura 1: Impianti AIA sul territorio nazionale con suddivisione per categoria



Fonte: Rapporto controlli ambientali del SNPA AIA/Seveso-Edizione 2016

su impianti in possesso di AIA discende dalla Direttiva 2010/75/UE, detta "Direttiva emissioni industriali", recepita dall'Italia nel Decreto Legislativo 4 marzo 2014, n. 46 con relativa modifica del Testo Unico sull'Ambiente, D.Lgs. 152/06 s.m.i.

Con tale ultima modifica, per la programmazione dei controlli ordinari su aziende in possesso di AIA, è stato introdotto il concetto di "rischio" ed è stata inoltre individuata la Regione come responsabile della programmazione la cui frequenza tiene conto di quanto previsto all'art. 29-decies comma 11-ter del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

Ai fini della programmazione dei controlli ordinari e relative frequenze di controllo, ARPA Piemonte utilizza il modello SSPC (Sistema per il Supporto alla Programmazione dei Controlli). Tale modello non è impiegato da tutte le Agenzie per la programmazione né è stato messo a sistema in egual misura.

Il modello SSPC - elaborato nell'ambito del Sistema delle Agenzie ambientali su iniziativa di ARPA Lombardia, che ha partecipato attivamente alla rete Impel europea, ispirandosi ad indicazioni emerse in ambito europeo - è stato approvato dal Consiglio Federale del SNPA.

Il modello si basa sull'identificazione di parametri assegnati ad ogni impianto AIA che vengono combinati al fine di assegnare un "indice di rischio" complessivo all'impianto con valori compresi tra 1 (rischio basso) e 10 (rischio alto).

In particolare per l'indice di rischio si tiene conto del potenziale impatto ambientale dell'azienda (codice IPPC), della sua localizzazione (stato ambientale) nonché degli impatti reali (emissioni aziendali da dichiarazioni E-PRTR). Costituiscono *performance* ambientali positive l'adozione da parte dei Gestori di

buone pratiche gestionali (Certificazione ISO14001 e Registrazione EMAS) e *performance* negative le inosservanze di tipo amministrativo e penale.

Sulla base degli indici di rischio viene pertanto stilata una graduatoria degli impianti che costituisce la base per la programmazione dei controlli ordinari previsti dalla normativa, evitando scelte discrezionali da parte dell'autorità competente.

La graduatoria di rischio, comprendente anche gli impianti con autorizzazione AIA nazionale, è recepita dalla Regione Piemonte nel Piano di Ispezione Ambientale regionale.

Il Piano di Ispezione Ambientale regionale, periodicamente aggiornato dalla Regione Piemonte, è predisposto ai sensi di quanto previsto dall'art. 29-decies, comma 11 bis al fine della programmazione dei controlli ordinari mentre, ai sensi del successivo comma 11 ter, è determinata la frequenza delle visite *in loco* (annuale, biennale o triennale) per ciascuna installazione soggetta ad AIA mediante la valutazione dei "rischi ambientali".

Il modello SSPC in ARPA Piemonte

In ARPA Piemonte tutti i dati del modello SSPC sono stati messi a sistema su apposito *database* centralizzato attraverso specifici applicativi. Vengono inseriti annualmente, con scadenze definite all'interno di procedure e/o istruzioni operative, i dati di potenziale impatto ambientale dell'azienda (codice IPPC), gli impatti reali (emissioni aziendali da dichiarazioni E-PRTR), le *performance* ambientali positive (Certificazione ISO14001 e Registrazione EMAS) e le *performance* negative (inosservanze di tipo amministrativo e penale).

Contemporaneamente si localizza ciascuna

azienda mediante le coordinate geografiche in ambiente WebGis per poter associare il relativo stato ambientale (V1, V2, ecc. modello SSPC). Al termine si estrapolano i dati inseriti nel *database* centralizzato e si riversano nel sistema WebGis. Si procede quindi all'elaborazione geospaziale, attraverso il sistema di conoscenze geografiche esistenti nel geoportale di ARPA Piemonte e si elaborano i dati per ogni azienda fino ad ottenere la graduatoria delle aziende con associato il relativo indice di "rischio". Tale graduatoria viene proposta alla Regione Piemonte e dopo confronto con la Regione stessa, la graduatoria definitiva costituisce il programma di controllo annuale, pubblicato su <https://www.arpa.piemonte.gov.it/approfondimenti/temi-ambientali/aia/programma-ispezione-ambientale>.

I controlli ordinari

Il controllo ordinario considera le priorità e le frequenze previste nel Piano di Ispezione Ambientale della Regione Piemonte.

Il controllo ordinario delle aziende AIA consiste - come indicato nell'articolo 29-*decies*, comma 3 - nell'accertamento del rispetto delle condizioni dell'AIA, della regolarità dei controlli a carico del gestore, del rispetto degli obblighi di comunicazione e ad esso consegue la relativa relazione all'autorità competente. L'eventuale visita presso l'installazione può essere finalizzata alla verifica completa del rispetto dell'AIA oppure può consistere in un controllo parziale relativo a specifiche problematiche o componenti critiche e impattanti, valutate sulla base della verifica documentale o di un'analisi di rischio.

Le eventuali attività previste durante la visita in loco, consistenti in prelievi, analisi delle emissioni degli impianti e misure degli effetti sull'ambiente delle

emissioni, contenute nel piano di monitoraggio e controllo o comunque disposte tenendo conto di specifiche problematiche ambientali, sono soggette alle tariffe di cui all'allegato V del Decreto Ministeriale del 24/04/2008 vigente fino alla fine del 2017 che verrà sostituito dall'anno 2018 dal Decreto n. 58 del 6/03/2017.

Il numero delle visite in sito effettuate annualmente da parte dell'ente di controllo, nonché il numero e il tipo degli eventuali prelievi, analisi e misure da condurre nel corso di ciascuna visita in sito da parte dell'ente di controllo, deve essere preventivamente determinato. Ciò anche al fine di poter predeterminare con certezza, da parte dei Gestori, la tariffa annualmente dovuta per tali attività.

I controlli effettuati permettono di restituire all'Autorità competente (in Piemonte le Province) per le AIA regionali:

- un quadro di riferimento completo sul rispetto dell'AIA nonché tutte le informazioni e i dati necessari per l'adozione dei provvedimenti di competenza nei confronti dei soggetti controllati ovvero per il rinnovo degli atti in scadenza;
- l'aggiornamento, alla fine di ogni anno solare, dei dati del sistema SSPC (nuove aziende o volturazioni delle autorizzazioni esistenti, dismissione di aziende, variazioni nelle certificazioni ambientali, eventuali contestazioni di non conformità o violazioni dei termini di autorizzazione, superamento di determinate soglie di emissione, ecc.) al fine della possibile variazione delle frequenze e delle priorità dei controlli.

Sviluppo del catasto regionale degli impianti radioelettrici della Lombardia: obiettive finalità

Daniela De Bartolo, Tiziana Maggioni,
Maurizio Bassanino
ARPA Lombardia

ARPA Lombardia, ai sensi delle disposizioni dell'art. 5 della Legge Regionale 11/2001, ha realizzato il Catasto informatizzato degli impianti di telecomunicazione e radiotelevisione. Esso contiene caratteristiche tecniche e informazioni territoriali, che rendono possibile la rappresentazione degli impianti georeferenziata su un sistema cartografico.

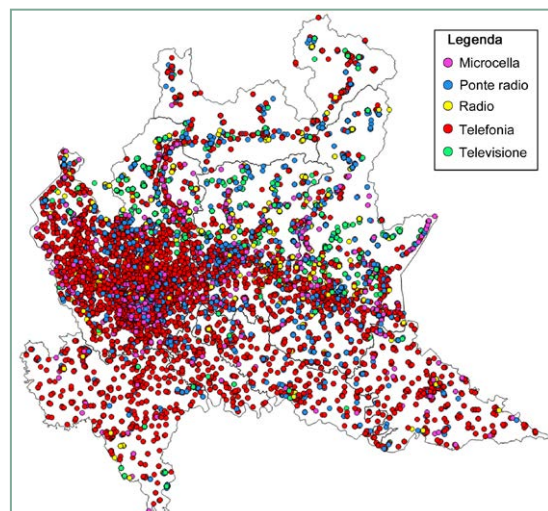
Il Catasto (CASTEL), nella sua attuale configurazione, è strutturato come un archivio informatizzato omogeneo e coordinato, contenente sia caratteristiche tecniche sia informazioni territoriali riguardanti i radioimpianti presenti in Lombardia. È un utile strumento di lavoro che rende possibile un'approfondita conoscenza del territorio e un'efficace individuazione di eventuali elementi di criticità.

È stato implementato durante gli anni secondo le esigenze man mano emergenti, anche legate all'evoluzione tecnica e normativa, è pubblicato su Web ed è accessibile dalla pagina di ARPA Lombardia (<http://castel.arpalombardia.it/castel/>).

Prevede sia l'accesso per gli utenti pubblici non accreditati, sia accessi accreditati per i gestori e gli organi istituzionali, quali amministrazioni comunali, Comunità Montane, Province, Regione Lombardia, ecc., ciascuna con aree di competenza differenti.

Tramite l'applicativo è possibile la consultazione di dati specifici e di sintesi e la creazione di report.

Figura 1: Localizzazione degli impianti di telecomunicazione sul territorio della Lombardia - Catasto CASTEL



Fonte: ARPA Lombardia

In particolare, CASTEL consente:

- ad un utente pubblico di visualizzare gli impianti presenti sul territorio, distinti per tipologia di trasmissione, identificati mediante i dati anagrafici di base (gestore, nome emittente);
- agli utenti istituzionali (Regione, Province, Comuni, Comunità montane, Ispettorato delle Comunicazioni) di accedere, oltre che alle posizioni e ai dati anagrafici, anche alle informazioni tecniche relative agli impianti di propria competenza;
- agli utenti ARPA di visualizzare i dati completi di tutti gli impianti presenti sul territorio regionale e di modificare la georeferenziazione dei dati di competenza territoriale.

La pubblicazione su Web di tale Catasto costituisce motivo di rassicurazione nei confronti del cittadino,

che ha così un'evidenza di gestione della problematica. In molti casi, dietro la preoccupazione dei cittadini degli eventuali possibili effetti sanitari generati dalle radiazioni alle quali sono o pensano di essere esposti, si cela una totale mancanza di conoscenza dell'esistenza di una normativa che governa la problematica, con uno specifico iter procedurale che regola l'installazione di antenne di telecomunicazione e radiotelevisione [de Bartolo *et al.*, 2014].

Recentemente la Regione Lombardia, con D.G.R. 18 novembre 2016 n. X/5827, ha pubblicato le "Linee di indirizzo per lo sviluppo del catasto regionale degli impianti radioelettrici istituito dall'articolo 5 della Legge regionale 11 maggio 2001 n.11 e indicazioni relative al Programma CEM di cui al decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare RINDEC-2016-0000072 del 28 giugno 2016".

Il progetto di sviluppo presentato dalla Regione è stato recentemente approvato dal MATTM.

Uno degli obiettivi di tale progetto è il miglioramento della base conoscitiva dei valori di campo elettromagnetico ambientali.

Attraverso lo sviluppo di una apposita applicazione che utilizzerà i dati del Catasto, il sistema produrrà la mappa dei livelli simulati del campo elettrico generato dagli impianti, sia sull'intero territorio regionale sia su scala locale di maggior dettaglio. Tale mappa verrà aggiornata regolarmente e automaticamente in seguito alle modifiche agli impianti realizzate dai Gestori, secondo l'iter stabilito dalla normativa.

I valori di campo elettrico simulato risulteranno disponibili e accessibili ad enti e attori coinvolti (Comuni, Regione, Gestori, ecc.) con diversi livelli di dettaglio. I Gestori potranno così utilizzare i dati come fondo di campo elettromagnetico al quale aggiungere

il contributo di un nuovo impianto o delle modifiche ad impianti esistenti, verificandone preliminarmente la conformità ai limiti definiti dalla normativa.

Il sistema dovrà essere integrato con il geo-portale regionale e col sistema informativo e cartografico di ARPA Lombardia. Nell'ottica della semplificazione amministrativa, inoltre, allo scopo di rendere le procedure autorizzative più agevoli per gli attori coinvolti, l'accesso avverrà attraverso un portale unico regionale, che dovrà gestire l'inserimento/trasferimento in Catasto di tutta la documentazione amministrativa e tecnica richiesta dalla vigente normativa. Il portale avrà la funzione di assicurare un efficace raccordo fra gli aspetti amministrativi e tecnici e fra gli enti coinvolti, in conformità con quanto disposto relativamente al ruolo degli Sportelli Unici per le Attività Produttive (SUAP).

Al fine di garantire il coordinamento del Catasto Regionale con il Catasto Nazionale, come previsto dall'articolo 8 della Legge 22 febbraio 2001, n.36., dovrà inoltre essere verificata la conformità alle specifiche per la base dati definite dal Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 13 febbraio 2014 per il Catasto Nazionale delle sorgenti di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

Bibliografia

De Bartolo D., Maggioni T., Nava E., Zavatti M-E., Bottura V., Cappio Borlino M., Cerise L., Imperial E., Desandrè C., 2014. *Comunicazione con i cittadini e percezione del rischio per quanto riguarda i campi elettromagnetici: l'esperienza di ARPA Valle d'Aosta e ARPA Lombardia*. Atti del Convegno Nazionale di radioprotezione AIRP, Aosta, 15-17 ottobre 2014.

Il controllo della radioattività nelle acque potabili

Maurizio Forte, Rosella Rusconi
ARPA Lombardia

L'acqua utilizzata a scopo potabile contiene normalmente sostanze radioattive di origine naturale e può contenere sostanze radioattive di origine artificiale. La presenza di radioattività naturale nelle acque sotterranee è dovuta principalmente a fenomeni di erosione delle rocce. La presenza di radioattività artificiale o naturale dovuta ad attività antropiche (come l'estrazione petrolifera) interessa, invece, soprattutto le acque superficiali, spesso utilizzate a scopo potabile. I controlli sulle acque sono pertanto finalizzati alla ricerca di sostanze radioattive sia artificiali sia naturali.

La regolamentazione nazionale e internazionale attualmente in vigore [D.Lgs. 28/2016; CE 51/2013] per le acque ad uso potabile (con l'esclusione delle acque minerali naturali) indica valori di parametro sia per la dose relativa all'ingestione (0,1 mSv/anno) sia per la concentrazione di attività di trizio e di radon 222 (per entrambi il valore di parametro è uguale a 100 Bq/L). La normativa esplicita criteri per l'esecuzione dei controlli necessari al soddisfacimento dell'obiettivo di dose e fornisce indicazioni anche sui metodi analitici, specificandone i requisiti prestazionali. Lo stesso Decreto propone, inoltre, la verifica del parametro di dose attraverso l'utilizzo di parametri di *screening* (attività alfa e beta totale) più facilmente misurabili, il cui superamento potrebbe comportare anche un superamento della dose; in tal caso si rende necessario un approfondimento analitico che implica una misura

puntuale e più laboriosa dei singoli radionuclidi che contribuiscono alla radioattività totale.

La normativa valorizza significativamente le "valutazioni preliminari effettuate sulla base di indagini rappresentative" (vedi D.Lgs. 28/2016, All. III - 1. Principi generali), che devono essere utilizzate per definire l'estensione e la frequenza dei controlli necessari per garantire la "salubrità" dal punto di vista della radioattività delle acque utilizzate a scopo potabile.

L'onere dell'esecuzione dei controlli è demandato sia alla parte pubblica sia ai gestori delle reti idriche. Per la parte pubblica le Regioni garantiscono le attività necessarie avvalendosi del contributo delle Aziende Sanitarie Locali e delle ARPA/APPA, che sono chiamate in causa in particolare per l'esecuzione delle attività analitiche e per il supporto tecnico scientifico per la definizione dei piani e l'interpretazione dei risultati.

Queste analisi richiedono competenze radiochimiche specifiche e si devono collocare all'interno di un "sistema qualità" riconosciuto. Tutto ciò rappresenta indubbiamente uno stimolo a rivitalizzare un settore che negli ultimi decenni è stato trascurato e depauperato; purtroppo, proprio per questa ragione, sussiste la criticità della limitatezza di risorse adeguate, sia in ambito pubblico sia privato. ARPA Lombardia si è da tempo attivata sia per elaborare protocolli analitici rapidi e di facile applicazione, sia per promuovere la formazione specifica mediante corsi teorico-pratici indirizzati sia a soggetti istituzionali (come le ARPA di altre regioni) sia a privati, ma molto rimane da fare.

Già da alcuni anni, il tema del controllo della radioattività nelle acque viene affrontato con grande attenzione all'interno del SNPA. Tre anni fa, un gruppo di lavoro istituito *ad hoc* da ISPRA e dal Ministero dell'Ambiente

e coordinato da ARPA Lombardia ha prodotto le “Linee guida per la pianificazione delle campagne di misura della radioattività nelle acque potabili” [ISPRA, 2014]. Questo documento riassume le informazioni al momento disponibili sullo stato e la prospettiva dei controlli in Italia e proponeva alcune strategie di approccio. Successivamente, la pubblicazione del D.Lgs. 28/2016, che ha recepito le indicazioni contenute nella Direttiva 51/2013, ha ulteriormente rafforzato la necessità di affrontare il problema del controllo della radioattività nelle acque potabili.

Allo scopo di puntualizzare e approfondire le modalità di applicazione della nuova regolamentazione, ARPA Lombardia e Regione Lombardia hanno organizzato nel gennaio 2017 una giornata di studio specifica che ha visto la partecipazione di Aziende per la Tutela della Salute (ATS), gestori di acquedotti, laboratori analitici oltre che di numerose ARPA, sfociata in un utile e costruttivo confronto di esperienze e programmi.

In Lombardia, di concerto tra Direzione Regionale Welfare, ARPA e ATS, è stata elaborata nel 2016 una prima pianificazione per l'esecuzione sistematica di controlli di radioattività nelle acque potabili in tutto il territorio regionale.

I criteri adottati per l'elaborazione del programma sono stati i seguenti:

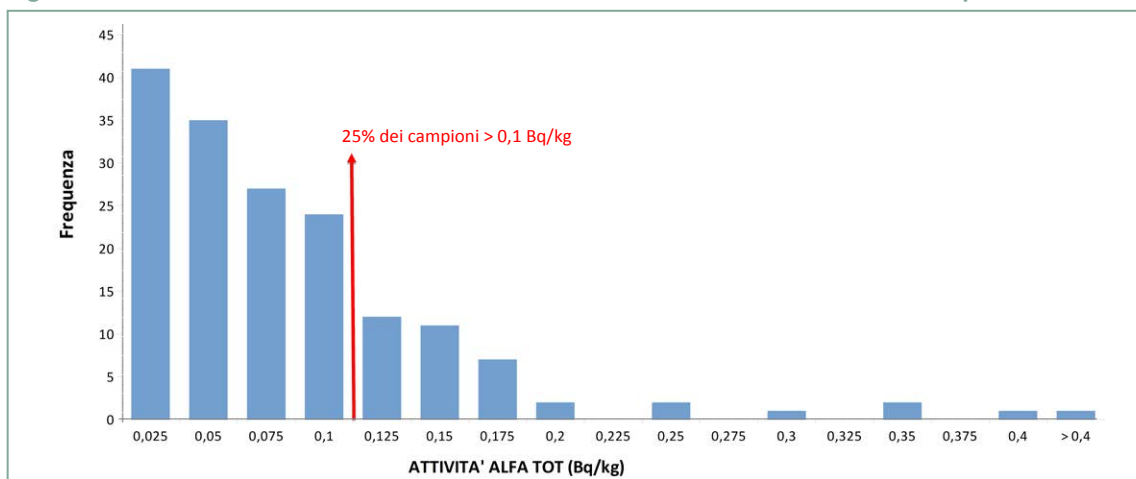
1. i comuni lombardi in cui eseguire il monitoraggio devono rappresentare almeno il 50% della popolazione regionale; per garantire anche una buona rappresentatività geografica tale copertura demografica è stata prevista su base provinciale;
2. è necessario tener conto della struttura della rete acquedottistica (tipo di captazioni, miscelazione, distribuzione) in modo da garantire la rappresentatività del campionamento: l'elenco dei

punti di prelievo, elaborato su base demografico/geografica, deve quindi essere rianalizzato anche alla luce delle informazioni fornite dai gestori degli acquedotti;

3. devono essere considerate le peculiarità geologiche e idrogeologiche, nonché eventuali situazioni anomale note dalla letteratura scientifica. Punti di prelievo *ad hoc*, anche se in zone poco popolate, vanno individuati in collaborazione con gli specialisti di settore;
4. vanno considerate le “fonti di pressione” anche ipotetiche (industrie con lavorazione di NORM, impianti nucleari, discariche contenenti materiali radioattivi ecc.);
5. vanno incluse nel monitoraggio le industrie alimentari con captazioni idriche autonome e per le quali l'acqua costituisce una parte importante del prodotto (produzione di bibite, birra, minestre in scatola ecc.);
6. per quanto riguarda i parametri oggetto di monitoraggio, le misure riguardano inizialmente i parametri attività alfa e beta totale, radon 222 e radio 226 (il trizio non viene di norma considerato, salvo in presenza di specifiche fonti antropogeniche). In caso di superamento dei valori di *screening* per l'attività alfa o beta totale vengono effettuati approfondimenti analitici comprendenti anche la misura degli isotopi dell'uranio ed eventualmente quant'altro si renda necessario.

Il piano di attività è stato portato avanti in collaborazione con le ATS interessate. Per quanto riguarda l'attività analitica, in conformità con le richieste del D.Lgs. 28/2016, ARPA Lombardia impiega procedure accreditate ISO 17025 per la determinazione della

Figura 1: Distribuzione dei valori di concentrazione di attività alfa totale misurati nelle acque lombarde



Fonte: ARPA Lombardia

maggior parte dei parametri radiometrici.

Le attività di monitoraggio delle acque potabili sinora effettuate hanno evidenziato nel 25% dei casi il superamento del valore di 0,1 Bq/L per l'attività alfa totale (Figura 1), con la conseguente necessità di procedere ad ulteriori approfondimenti analitici mediante l'applicazione di metodi radiochimici per la determinazione dei singoli isotopi. In tutti i casi tali approfondimenti hanno evidenziato nei campioni di acqua analizzati la presenza di uranio naturale in concentrazione superiore a 0,1 Bq/L, ma tale da garantire il rispetto del parametro di dose. I risultati ottenuti e le relazioni conclusive che sintetizzano il lavoro svolto sono reperibili sul sito di ARPA Lombardia nella sezione radioattività

(<http://shp.arpalombardia.it/Pages/Radioattivita/Radioattivita.aspx>).

Bibliografia

CE 51, 2013. *Direttiva 2013/51/Euratom del Consiglio del 22 ottobre 2013 che stabilisce requisiti per la tutela della salute della popolazione relativamente alle sostanze radioattive presenti nelle acque destinate al consumo umano*. G.U. dell'Unione europea L.296, 7 novembre 2013.

D.Lgs. 28, 2016. *Decreto legislativo 15 febbraio 2016, n. 28 "Attuazione della direttiva 2013/51/Euratom del Consiglio, del 22 ottobre 2013 che stabilisce requisiti per la tutela della salute della popolazione relativamente alle sostanze radioattive presenti nelle acque destinate al consumo umano"*. G.U. n. 55 del 7 marzo 2016.

ISPRA, 2014. *Linee guida per la pianificazione delle campagne di misura della radioattività nelle acque potabili*. Disponibile anche nel sito di ARPA Lombardia:

Il controllo ARPAT nelle aree geotermiche toscane

Ivano Gartner, Alessandro Bagnoli, Simone Magi,

Luca Sbrilli

ARPA Toscana

La geotermia è riconosciuta come una delle forme di produzione di energia elettrica a minor impatto specifico; per la produzione di energia elettrica da fonti geotermiche è utilizzata l'energia termica dei fluidi endogeni (acqua calda, vapore dominante e vapore umido) per azionare la turbina e produrre così elettricità.

La Toscana, nelle zone delle Colline Metallifere e del Monte Amiata, presenta particolari anomalie geotermiche, con temperature del sottosuolo più elevate rispetto a quelle ordinarie, tali da renderne conveniente lo sfruttamento anche per la produzione di energia elettrica.

Nella regione, ad oggi sono attive 36 centrali geotermoelettriche gestite dalla Società Enel Green Power e dislocate in quattro "Aree Territoriali" (AGE): Larderello, Lago (Val di Cornia), Radicondoli (spesso indicata nel suo insieme come area "tradizionale") e l'Area del Monte Amiata (spesso suddivisa nelle due aree di Piancastagnaio e di Bagnore).

La coltivazione dei fluidi geotermici in Toscana produce una quantità di energia elettrica pari a circa 6.000 GWh (2016), che rappresenta il 27,9% del fabbisogno elettrico regionale e il 35,6% della produzione regionale; inoltre, il ciclo di produzione impiegato apre la possibilità di utilizzare il calore residuo di processo per usi industriali e domestici (es. riscaldamento di serre).

La recente ricerca tecnologica ha mostrato la possibilità di integrare il ciclo di produzione tradizionale con

impianti alimentati da altre energie rinnovabili, per innalzare ulteriormente la differenza di temperatura di lavoro del ciclo energetico teorico e aumentare così il rendimento complessivo di produzione.

Come ogni altra attività antropica anche la geotermia non è esente da impatti sull'ambiente; lo sfruttamento del fluido produce:

- emissioni in atmosfera;
- disturbo olfattivo legato alla presenza di idrogeno solforato;
- impoverimento del serbatoio geotermico;
- fenomeni di subsidenza e microsismicità legate sia all'impoverimento del serbatoio geotermico in alcune aree sia alla reiniezione.

Limitare l'impoverimento del serbatoio geotermico è interesse primario del Gestore, tant'è che per contrastare questo fenomeno ENEL GP, già da diversi anni, ha introdotto la pratica della reiniezione delle condense in esubero dal processo produttivo nel campo geotermico coltivato, attraverso pozzi non più produttivi o realizzati *ad hoc*. Ciò permette di ridurre l'impoverimento del serbatoio e di preservarne la stabilità, riducendo contestualmente gli effetti di subsidenza.

L'impegno di ARPAT si esplica attraverso i controlli sulle emissioni in aria e il monitoraggio delle acque superficiali e sotterranee.

Nello specifico:

- emissioni in aria ambiente: nel ciclo produttivo parte del vapore, una volta utilizzato, viene condensato e in piccola parte riutilizzato nel ciclo, mentre in massima parte è avviato alla

reiniezione. La parte dei gas “incondensabili”, dopo il trattamento nel sistema di abbattimento del mercurio e dell'idrogeno solforato denominato AMIS, viene dispersa in atmosfera attraverso la torre refrigerante. Questo “rifiuto” è costituito principalmente da anidride carbonica, idrogeno solforato e ammoniacca; contiene inoltre frazioni minori di acido borico, azoto, idrogeno e tracce di mercurio, arsenico e antimonio. Tutte le centrali sono dotate di AMIS, con efficienze di abbattimento pari al 97-99% per l'idrogeno solforato e del 90-95% per il mercurio. Le centrali localizzate sul versante grossetano del Monte Amiata sono dotate anche di un sistema di abbattimento dell'ammoniaca (presente nel fluido geotermico di questa zona in concentrazioni elevate) che permette di raggiungere efficienze di abbattimento superiori al 75%. Tale sistema si basa sull'acidificazione con acido solforico delle condense circolanti e conseguente formazione di solfato d'ammonio riducendo così l'emissione dell'ammoniaca. Negli ultimi cinque anni ARPAT ha effettuato circa 20 ispezioni alle centrali ogni anno. Ciascun controllo dura in media tre giorni, durante i quali vengono prelevati circa 40 campioni (tra liquidi e gassosi) per la determinazione dei parametri chimici presenti sia nelle acque di condensa che nelle emissioni in aria. Durante il controllo vengono inoltre eseguite circa 130 misure fisiche nei diversi settori impiantistici (temperatura, pressione dei condotti, flussi, velocità del fluido, pressione differenziale del fluido);

- qualità dell'aria: per il monitoraggio dell'idrogeno solforato ENEL GP dispone di una rete attiva costituita da 18 centraline fisse ed invia i dati validati

alla Regione Toscana e ad ARPAT, che ne valuta la congruità. ARPAT integra il controllo della qualità dell'aria attraverso tre postazioni, una centralina fissa installata nell'abitato di Montecerboli (PI) e due mezzi mobili, che nello specifico monitorano l'idrogeno solforato e il mercurio. Le basse concentrazioni rilevate di idrogeno solforato non sembrano rappresentare un pericolo per la salute pubblica, tuttavia il caratteristico odore di uova marce, percettibile già a concentrazioni di $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, rappresenta un disturbo odorigeno per la popolazione che risiede nelle vicinanze degli impianti. In condizioni di normale funzionamento degli impianti le emissioni di mercurio hanno valori compresi nell'intervallo fra $2 \text{ ng}/\text{m}^3$ e $10 \text{ ng}/\text{m}^3$, valori ben lontani dal limite di $1.000 \text{ ng}/\text{m}^3$ fissato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) per l'esposizione dell'essere umano. L'esercizio delle Centrali geotermiche rappresenta una peculiarità del territorio toscano; per tale motivazione la Regione Toscana, in collaborazione con ARPAT, ha emesso una specifica normativa di settore, la Delibera DGRT N.344 del 22/03/2010, che svolge la funzione di linea guida e che contiene i criteri per il contenimento delle emissioni in atmosfera delle centrali geotermoelettiche;

- acque sotterranee e superficiali: dal 2002 ARPAT effettua il monitoraggio della falda acquifera del Monte Amiata, nell'ambito del piano di controllo delle acque sotterranee promosso dalla Regione Toscana e in ottemperanza alle disposizioni del D.Lgs.152/2006 e smi.. I parametri monitorati sono: arsenico, boro, conducibilità, pH, solfati e cloruri; i risultati del monitoraggio, oltre a valutare lo stato chimico, vengono utilizzati anche statisticamente

per evidenziare eventuali tendenze all'incremento e/o al decremento dei parametri analizzati. Relativamente all'arsenico si è potuto rilevare che nel 2015 in 6 stazioni su 10 vi sono state tendenze al decremento, mentre rimane una situazione di stazionarietà nelle restanti 4 stazioni. Per i cloruri è stata invece registrata una tendenza all'incremento, probabilmente dovuta all'aumento dei volumi saturi invasati con conseguente incremento dei tempi di residenza. Dall'ottobre 2012 sono aumentati i punti di monitoraggio della falda, conseguentemente alla Delibera della Regione Toscana n. 229/2011, "Riassetto dell'Area geotermica di Piancastagnaio". ENEL ha inoltre installato 4 piezometri contenenti due sonde multiparametriche che permettono di rilevare in continuo temperatura, conducibilità, alcalinità e misure freatiche di livello della falda. I dati relativi alle misure freatiche di livello della falda sono gestiti dal Sistema Idrologico Regionale (SIR) della Regione Toscana.

La nuova ARPAE Emilia-Romagna, “luogo comune” per l’esercizio delle funzioni in materia ambientale e dell’energia

Franco Zinoni
ARPAE Emilia-Romagna

La Legge di riforma istituzionale 56/2014 (Legge Delrio), pur destando qualche preoccupazione nel mondo delle Agenzie per l’ambiente - come avviene in tutti i percorsi di analisi e razionalizzazione delle funzioni e della spesa pubblica - sembrava destinata tutto sommato a modificare solo gli interlocutori e le relazioni interne al sistema, con un riaccorpamento presso le Regioni delle funzioni amministrative in capo alle Province.

La scelta dell’Emilia-Romagna, indubbiamente innovativa nel panorama nazionale, è stata, invece, quella di riconsiderare i processi ambientali e di salvaguardia del territorio, avvalendosi dell’Agenzia per l’ambiente e dell’Agenzia per la protezione civile per le rispettive funzioni svolte dalle Province e per parte delle attività svolte dai Servizi regionali in materia di demanio e vigilanza idraulica.

La LR13/2015¹ ha così ridefinito funzioni e articolazione della nuova Agenzia per l’ambiente che, rinominata Agenzia Regionale Prevenzione Ambiente ed Energia dell’Emilia-Romagna, ha acquisito peculiarità uniche nel panorama nazionale.

Le nuove funzioni riguardano, in particolare:
il rilascio delle autorizzazioni ambientali;
il rilascio delle autorizzazioni in materia di energia;
il rilascio delle concessioni relativamente al demanio idrico.

Non vi è dubbio che tale riconfigurazione del ruolo dell’ARPA introduce una specificità nel sistema nazionale delle Agenzie per l’ambiente.

L’articolazione territoriale dell’Agenzia, la sua organizzazione operativa basata sull’applicazione di linee guida comuni, l’applicazione della certificazione di qualità di parte dei processi operativi, il buon controllo e rispetto dei limiti di bilancio che ha caratterizzato in questi ultimi anni la sua attività, sono senza dubbio alcuni elementi che hanno favorito la scelta della Regione, valorizzando in questo modo un patrimonio di conoscenze, esperienze e professionalità sulle quali realizzare parte del disegno istituzionale.

Una scelta che fa sorgere qualche perplessità, come avviene di norma in tutti i processi innovativi su temi che interessano la totalità dei cittadini, non ultimo il ruolo di terzietà, rivendicato più volte dalle Agenzie ambientali nell’espletamento delle proprie funzioni, come elemento imprescindibile, soprattutto per quanto concerne l’attività di vigilanza e controllo. Siamo però convinti che l’aggregazione all’interno dello stesso ente delle funzioni autorizzatorie e di controllo, pur destando dubbi legittimi sulla commistione tra controllore e controllato, costituisca ulteriore valore rispetto alla gestione delle sole funzioni storiche dell’Agenzia, consapevoli che l’autorizzazione rappresenta il primo passo nella direzione della prevenzione e protezione del territorio.

È compito delle ARPA formulare i pareri tecnici in materia di compatibilità ambientale, pareri che possono essere adottati o rigettati (in toto o in parte) dall’autorità competente nella valutazione del procedimento alla luce anche delle scelte politiche locali. Questo aspetto è particolarmente rilevante

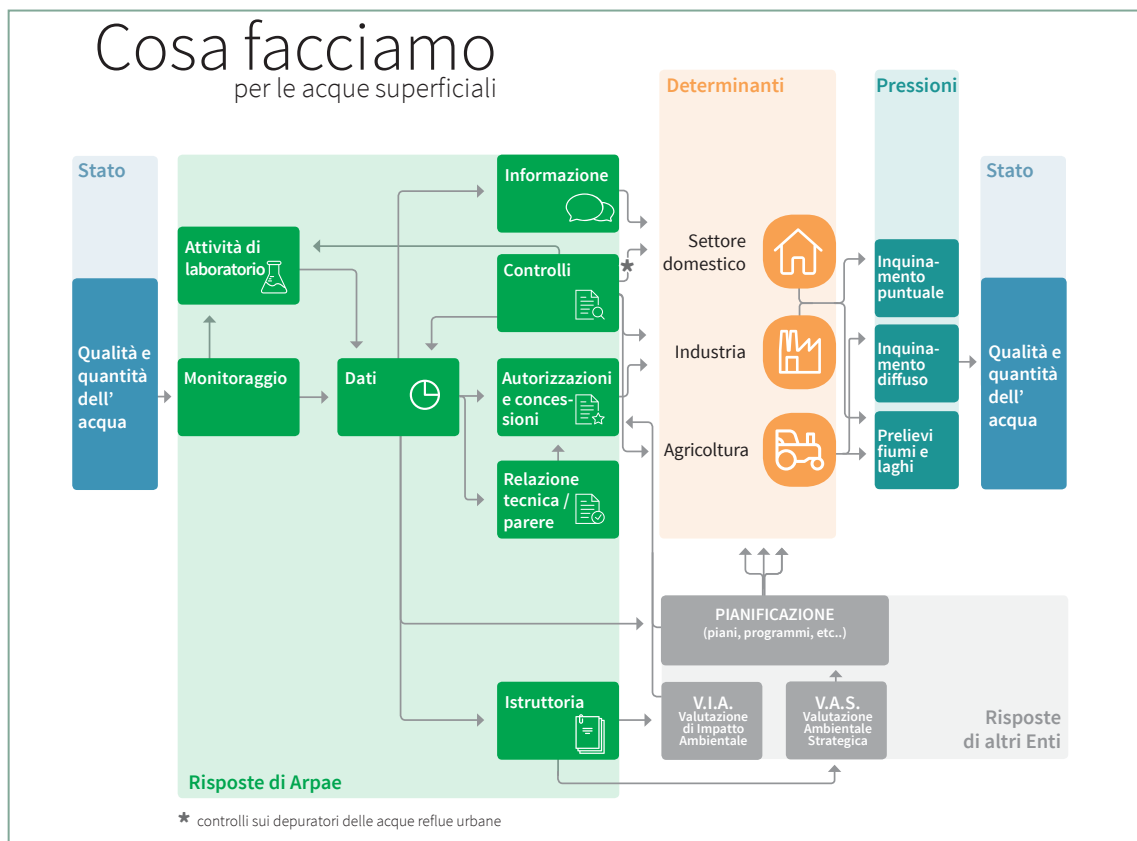
¹ Regione Emilia-Romagna, LR13/2015: “Riforma del sistema di governo regionale e locale e disposizioni su città metropolitana di Bologna, Province, Comuni e loro unioni”

nei processi di Valutazione integrata ambientale e di Valutazione ambientale strategica (VIA e VAS), dove la scelta implica valutazioni di impianti, piani o progetti di particolare rilevanza e impatti su porzioni di territorio e popolazione più o meno vaste.

Questi procedimenti sono incardinati presso la Regione e l'Agenzia svolge solo l'attività istruttoria, senza adottare il provvedimento finale.

Diversa è la situazione per le autorizzazioni ambientali, quali l'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA), l'Autorizzazione Unica Ambientale (AUA) e le autorizzazioni settoriali, per le quali non sussiste la necessità di una valutazione politica, ma si rimanda all'applicazione della normativa, di linee guida, circolari e indirizzi, con la finalità di uniformare i procedimenti all'interno della regione.

Figura 1: Una sintesi delle attività svolte da ARPAE Emilia-Romagna per la matrice acque superficiali



Fonte: ARPAE Emilia-Romagna

L'attività di controllo è orientata prevalentemente alla verifica del rispetto delle prescrizioni riportate nell'autorizzazione; vi è pertanto una completa sovrapposizione di identità con l'attività svolta oggi, quando l'autorizzazione corrisponde al parere ambientale rilasciato dall'Agenzia.

Sotto l'aspetto organizzativo, l'attribuzione di nuove funzioni, il trasferimento di personale e strutture precedentemente situate presso le Province e la Regione, congiuntamente alla revisione delle unità territoriali di riferimento che si vanno ad inquadrare nel disegno delle nuove Aree vaste, costituiscono un momento di discontinuità nella storia dell'Agenzia, con decisioni progettuali, organizzative e funzionali che possono ricordare, per importanza e complessità, il percorso che ha permesso di passare nel 1995 da 9 Presidi multizonali di prevenzione all'Agenzia regionale prevenzione e ambiente, a cui successivamente si sono aggiunte altre strutture regionali (Servizio meteorologico, Struttura Oceanografica Daphne, Laboratori analisi terreni, ecc.).

Da oltre 2 anni dall'avvio della nuova Agenzia, possiamo affermare che la risposta di ARPAE è stata, fino ad oggi, adeguata alle attese; la particolare attenzione alle azioni di omogeneizzazione dei processi e il superamento delle scelte locali in materia di rilascio delle autorizzazioni e dei relativi controlli, sono motivi di stimolo a favore di un'esperienza che sta modificando in modo

positivo la nostra attività, verso una maggiore integrazione e valorizzazione delle competenze.

2. INFORMAZIONE AMBIENTALE

Li.Bi.Oss.: l'Osservatorio della Biodiversità Ligure

Valter Raineri, Daniela Caracciolo, Federico Grasso
ARPA Liguria

ARPA Liguria e Regione Liguria lavorano da anni a Li.Bi.Oss., l'Osservatorio della Biodiversità Ligure, uno strumento informatico dall'elevato rigore scientifico e di libera consultazione, composto da una ricca banca dati alfanumerica che, ad oggi, comprende oltre 3.450 specie animali, vegetali e funghi.

La sua storia è iniziata a metà anni '90, con la nascita della prima Banca Dati regionale che accoglieva alcune informazioni di tipo naturalistico. Questo strumento, composto in origine da un *database* alfanumerico e una cartografia in formato MapInfo denominata Carta Bionaturalistica, dopo pochi anni, fu integrato nella cartografia del sistema informativo regionale (SIRAL), attraverso la realizzazione di una prima applicazione alfanumerica dedicata.

Con la LR n. 28 del 10 luglio 2009 "Disposizioni in materia di tutela e valorizzazione della biodiversità" ARPAL assume la gestione di quello che diventerà l'Osservatorio della Biodiversità Ligure, denominato appunto Li.Bi.Oss. Questo strumento, consultabile via internet all'indirizzo <http://www.banchedati.ambienteinliguria.it/index.php/natura/biodiversita>, ha il compito di acquisire e organizzare i dati inerenti il monitoraggio dello stato di conservazione degli *habitat* e delle specie di interesse comunitario, nazionale e regionale raccolti dai vari soggetti che operano sul territorio ligure. Ad oggi, si contano quasi 140.000 *record* georeferenziati, (sistema UTM-WGS84) visualizzabili attraverso una cartografia dedicata che si compone di diversi livelli tematici,

oppure attraverso ricerche mirate che permettono di aggregare i dati secondo diversi criteri, di tipo territoriale o normativo.

A questo scopo è stata realizzata una schermata di interfaccia molto intuitiva, che consente di effettuare ricerche utilizzando i nomi scientifici delle specie (in generale, delle entità sistematiche contenute in banca dati), aggiornati sulla base delle più recenti pubblicazioni specialistiche, ma anche utilizzando il nome volgare o qualsiasi nome "sinonimo" in uso nel passato.

La biodiversità ligure si compone di un numero particolarmente elevato di endemismi e di specie di interesse conservazionistico e ciò deriva dalla posizione geografica della regione (in Liguria si contano ben tre regioni biogeografiche: Alpina, Continentale e Mediterranea) e dalla tormentata storia geologica, che ha contribuito a creare ambienti molto diversificati che convivono a stretto contatto. Sul territorio regionale si trovano infatti 99 ZSC (Zone Speciali di Conservazione) terrestri di cui 14 appartenenti alla regione biogeografica Alpina, 11 a quella continentale e 74 a quella marina, con *habitat* e specie d'interesse comunitario, a cui si aggiungono nicchie ecologiche che conservano preziosi relitti glaciali ed ambienti unici per rarità ed importanza. Per tutelare al meglio questo patrimonio, è indispensabile disporre di uno strumento sofisticato e snello, che garantisca da un lato la validità dei dati naturalistici raccolti, dall'altro una semplicità di utilizzo che lo renda fruibile anche ai meno esperti. Ed è proprio su questi presupposti che è stata costruita l'impalcatura dell'Osservatorio.

Li.Bi.Oss. ha avuto una forte crescita negli anni recenti, fino a diventare il punto di riferimento della

biodiversità in Liguria: una delibera di Giunta Regionale dell'estate 2016 (DGR 681 del 22/07/2016) obbliga i soggetti istituzionali che raccolgono dati o gestiscono sistemi informativi relativi alla biodiversità ligure a fornire tutti i dati naturalistici nel formato indicato da ARPAL che consente, previa validazione, un immediato inserimento nell'Osservatorio.

Negli anni recenti, grazie alla partecipazione di Regione Liguria al progetto MedWet (*Mediterranean Wetlands Initiative*), ARPAL ha avuto l'occasione di svolgere numerose attività di ricognizione territoriale, finalizzate alla raccolta dei dati necessari alla compilazione del *Pan-mediterranean Inventory* (una BD europea gestita, per la parte italiana, da ISPRA) con riferimento alle zone umide terrestri presenti sul territorio regionale. Ciò ha consentito di gettare le basi per la costituzione di una banca dati sulle zone umide liguri, corredata da informazioni recenti, verificate e validate, che è stata integrata in Li.Bi.Oss. e il cui aggiornamento prosegue, compatibilmente con le risorse che si rendono disponibili sui vari progetti.

La banca dati ligure è dinamica e come tale consente l'aggiornamento della nomenclatura scientifica, e l'ampliamento ulteriormente, grazie ai contributi di alcuni progetti europei come ALIEM (*Action pour Limiter les risques de diffusion des espèces Introduites Envahissantes en Méditerranée*) e GIREPAM (Gestione Integrata delle Reti Ecologiche attraverso i Parchi e le Aree Marine), entrambi attivati sul programma Interreg Marittimo Italia-Francia 2014-2020, nei quali ARPAL riveste il ruolo rispettivamente di partner e soggetto attuatore. Il progetto ALIEM, che ha preso avvio nel gennaio del 2017 ed ha durata triennale, fino ad ora ha permesso di acquisire una notevole esperienza

relativamente allo studio di *Cydalima perspectalis*, una IAS (acronimo di *invasive alien species*) infestante della specie *Buxus sempervirens* e particolarmente pericolosa per il rischio di perdita dell'*habitat* Natura 2000 identificato dal codice 5110, che in Liguria presenta caratteristiche peculiari in quanto la pianta si sviluppa su matrice ofiolitica, caratteristica condivisa con poche realtà europee (Albania e Grecia).

Nell'ambito di questo progetto è prevista una corposa implementazione della BD Li.Bi.Oss., attraverso l'effettuazione di monitoraggi *ad hoc* e la creazione di una Rete di Sorveglianza sull'intero territorio regionale. Attualmente, delle circa 3.450 specie che compongono la *check-list* di Li.Bi.Oss., 315 sono aliene e, di queste 92 sono aliene e invasive. Nell'ambito del progetto GIREPAM, l'Osservatorio della biodiversità sarà invece implementato con la cartografia di 27 *habitat* marini con dati derivanti dal monitoraggio di *Posidonia oceanica* e dell'indice CARLIT. Sarà inoltre creato un collegamento tra i dati provenienti dal monitoraggio legato al *plancton* e al *benthos* e Li.Bi.Oss., infine verrà sviluppata la gestione delle informazioni relative agli ambienti di grotta marina. Il funzionamento di Li.Bi.Oss. è disciplinato dalla DGR 304 del febbraio 2010.

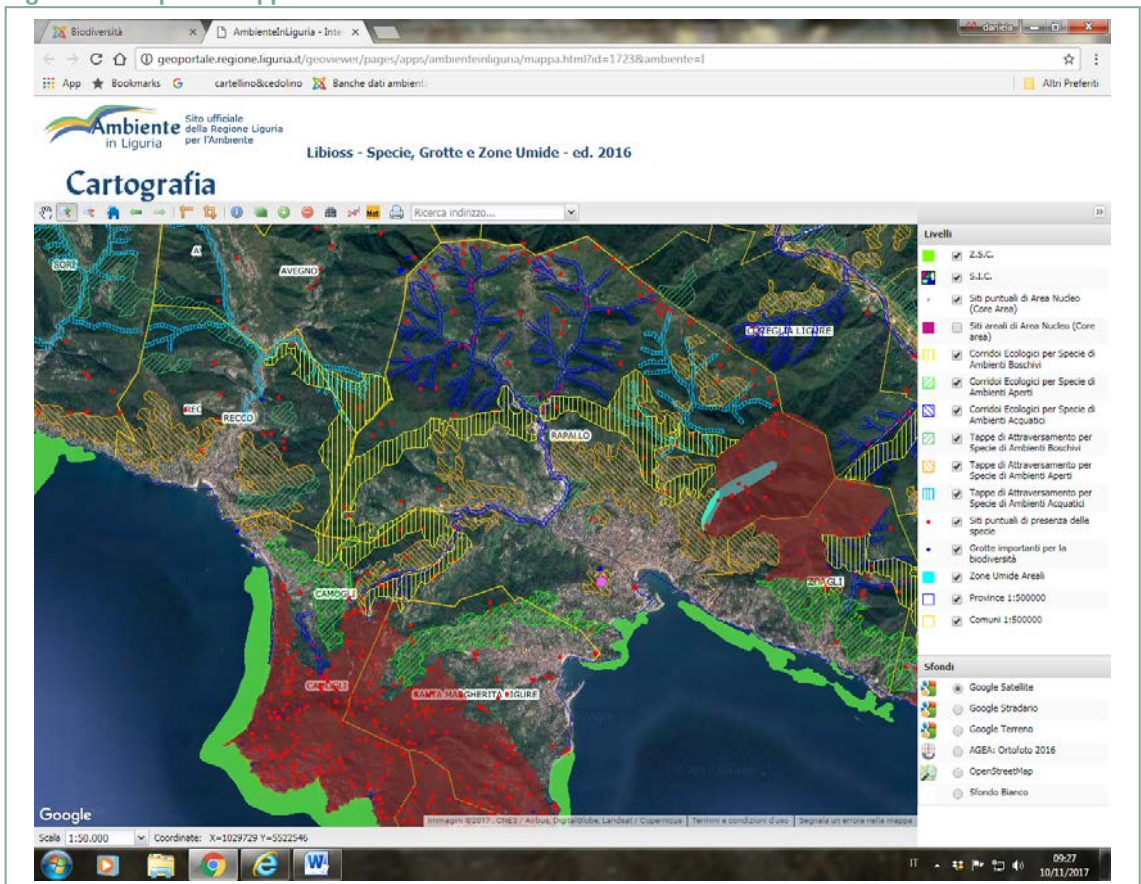
La stessa prevede che ARPAL gestisca i flussi di dati in entrata e in uscita, allo scopo di poterli organizzare e rendere disponibili nella maniera più efficace possibile; ciò non solo nei confronti dei Soggetti istituzionali competenti per la gestione della biodiversità (es. procedure di VIA, VAS, pianificazione territoriale, ecc.), ma per chiunque ne sia interessato. I principali flussi in uscita sono destinati a soddisfare le richieste ministeriali, a supporto della Regione Liguria, con riferimento principalmente a:

- reportistica ex art. 17 della Direttiva Habitat e Reportistica ex art 12 Dir. Uccelli, per rispondere alla necessità di effettuare rendicontazioni periodiche richieste dalla UE, finalizzate alla valutazione complessiva dello stato di salute della biodiversità a livello comunitario;
- aggiornamento dei dati presenti nei Formulare Natura 2000 e verifica della coerenza degli stessi rispetto

ad altri strumenti regionali e nazionali (misure di conservazione regionali, DB ministeriali, ecc.).

Li.Bi.Oss. vanta anche una ricca cartografia, composta da diversi livelli tematici, che consentono di elaborare mappe differenziate per gruppi sistematici, o di selezionare porzioni di territorio ligure su cui effettuare specifiche interrogazioni. Tali *layers* comprendono i

Figura 1: Esempio di mappa consultabile da Li.Bi.Oss.



Fonte: Regione Liguria, SIRAL

vincoli territoriali di tipo istituzionale, come i Siti Natura 2000 e la Rete Ecologica Regionale, a cui si aggiungono tutte le informazioni naturalistiche afferenti alle restanti porzioni della superficie regionale (Figura 1). L'accesso alle informazioni contenute nell'Osservatorio è libero e le segnalazioni di specie e grotte vengono localizzate puntualmente sul territorio, attraverso la georeferenziazione delle coordinate nel sistema UTM-WGS84. Solo alcune informazioni, ritenute particolarmente sensibili, non sono visibili al grande pubblico. Si tratta delle stazioni di presenza di 7 specie, per le quali la diffusione delle informazioni di dettaglio circa la loro localizzazione sul territorio ne potrebbe compromettere la sopravvivenza. Per l'accesso a queste informazioni occorre inserire specifica profilatura, ottenuta dietro richiesta ai competenti uffici regionali.

Le informazioni alfanumeriche consultabili in Li.Bi. Oss. riguardano sia le caratteristiche delle entità sistematiche facenti parte della *check-list* ligure, sia le osservazioni registrate sul territorio. Le caratteristiche delle entità sistematiche comprendono informazioni tassonomiche di dettaglio, foto identificativa, riferimenti normativi inerenti il livello di protezione ed informazioni di tipo ecologico. Questi dati vengono gestiti direttamente dagli operatori ARPAL autorizzati, attraverso un'applicazione gestionale apposita.

Le osservazioni naturalistiche effettuate sul territorio si dividono in:

- osservazioni definite "generiche": singole osservazioni raccolte in occasione di sopralluoghi o perlustrazioni varie dell'ambiente naturale. Queste possono anche essere di tipo bibliografico, nel caso questa informazione viene messa in

evidenza e vengono forniti i relativi riferimenti. In caso contrario devono sempre essere indicati i dati del determinatore (Soggetto che effettua la validazione del dato e struttura di appartenenza), oltre al *legit* (Soggetto che effettua il rilievo). Ciò a garanzia dell'attendibilità dell'osservazione;

- osservazioni di monitoraggio: segnalazioni provenienti da attività di monitoraggio vera e propria, generalmente di tipo istituzionale. Ciò consente, generalmente, di raccogliere un numero maggiore di informazioni afferenti alla composizione della popolazione, allo stato di salute ed altre caratteristiche della specie monitorata. Lo stesso discorso vale per gli *habitat*. Tutte queste informazioni sono rese disponibili all'interno dell'Osservatorio per ogni tipo di fruitore.

Per la raccolta e la trasmissione dei dati a Li.Bi.Oss., sia di quelli provenienti da attività di monitoraggio sia di quelli rappresentati da osservazioni generiche, sono stati creati tracciati *record ad hoc*. Questi hanno la funzione di consentire una raccolta standardizzata delle informazioni, funzionale alla successiva elaborazione di informazioni di sintesi e statistiche. I tracciati sono in formato *Excell* e sono scaricabili sia dal sito ARPAL che dal portale ambientale della Regione Liguria, unitamente alle istruzioni operative per la loro compilazione, da chiunque intenda inviare segnalazioni di specie osservate sul territorio ligure e ritenute di particolare interesse conservazionistico. I dati trasmessi vengono verificati dai responsabili dell'Osservatorio o dagli esperti di cui lo stesso si avvale e, una volta validati, vengono pubblicati.

Grazie a tutti gli interventi di aggiornamento e implementazione realizzati negli anni recenti, Li.Bi.Oss. è oggi uno strumento di grande rigore scientifico e d'importante supporto alla pianificazione e alla gestione territoriale. A livello regionale, la sua consultazione è divenuta elemento necessario per qualsiasi tipo di programmazione, dall'elaborazione dei Piani di gestione dei Siti Natura 2000 liguri alla realizzazione di interventi puntuali, passando per la costruzione dei piani urbanistici o il rilascio di specifiche autorizzazioni ambientali.

Grazie ai dati presenti in Li.Bi.Oss., caratterizzati da sempre maggiore densità e attendibilità, si possono ipotizzare "a tavolino" diversi scenari d'intervento. Ciò fornisce un aiuto non indifferente ai proponenti di piani e progetti, per la valutazione a priori del bilancio costi-benefici, rendendo di conseguenza notevolmente più snelle le procedure di autorizzazione.

Dati ambientali, applicazioni di Realtà Aumentata

Giovanna Belmusto, Francesca Gatto,
Vincenzo Sorrenti
ARPA Calabria

La Realtà Aumentata (*Augmented Reality-AR*) è una tecnologia che serve ad aumentare le abilità e le capacità cognitive umane per mezzo di strumenti interattivi di nuova generazione, a livelli che non

sarebbero raggiungibili solo con i nostri normali sensi. Sistemi Informativi Territoriali, telerilevamento, *laser scanner*, termografia, fotogrammetria, modellazione 3D, Realtà Virtuale (VR) e Realtà Aumentata (AR) [*Communication Strategies Lab, 2012*] sono strumenti di un composito sistema multidisciplinare, che intreccia contemporaneamente elementi di conoscenza con capacità informatiche e che ci permette un'analisi dettagliata e la restituzione grafico-visiva dell'ambiente e del territorio a 360° [Kipper & Rampolla, 2013]. Il progetto STAR (*Spatial Territorial Augmented*

Figura 1: Geo layer, pagina dei Punti di balneazione presente sulla piattaforma di Layar



The image shows a screenshot of a Layar Geo Layer page. At the top, there is a dark blue header with the text 'GEO LAYER PUNTI BALNEAZIONE' in white and light blue. Below this, the page is divided into two main sections. On the left, there is a white box containing the ARPACAL logo (a green stylized 'A' over a blue line) and the text 'To open this layer, scan the QR code below using any AR-link compatible browser, such as Layar, Wikitude or Junalo.' Below the text is a large QR code. At the bottom of the box, it says 'Or manually open this link: ar://cdp.interop.layar.com/puntibalneaz0nkq'. On the right, the title 'PUNTI BALNEAZIONE' is displayed in large, dark blue letters. Below the title, the text reads 'Layer ID: puntibalneaz0nkq by ArpaCAL'. Further down, it identifies the 'Agenzia Reg. per la Protezione dell'Ambiente della Calabria' and provides a description of the agency's role: 'L'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Calabria (ARPACAL), "opera per la tutela, il controllo, il recupero dell'ambiente e per la prevenzione e promozione della salute collettiva, perseguendo l'obiettivo dell'utilizzo integrato e coordinato delle risorse, al fine dell'individuazione e rimozione dei fattori di rischio per l'uomo, per la fauna, per la flora e per l'ambiente fisico"'. The entire screenshot is enclosed in a thin black border.

Fonte: ARPA Calabria

Reality) [Belmusto *et al.*, 2016] si propone, attraverso la combinazione di scienza e *Information and Communications Technology* ICT, la realizzazione nel settore ambientale di una piattaforma multi-canale e multi-sensoriale per “*l’edutainment*” (*educational* = educativo ed *entertainment* = intrattenimento, divertimento). Il progetto prevede l’utilizzo di una sofisticata applicazione *software* in grado di creare, in automatico a partire dai dati già presenti e senza alcun intervento degli operatori, *layer* di realtà aumentata in formato compatibile con l’applicativo Layar [Piga *et al.*, 2014].

In pratica le informazioni, attualmente raggiungibili attraverso un qualsiasi *browser*, possono essere tradotte in automatico in un formato leggibile dall’APP di realtà aumentata “Layar”, che gira su *smartphone* con sistema operativo Android e iOS.

Sulla piattaforma messa a disposizione di Layar (www.layar.com) è stato attivato uno spazio attraverso cui rendere disponibili i riferimenti necessari per poter condividere le informazioni pubblicate ed accessibili attraverso l’*app* di realtà aumentata.

In Figura 1 è possibile osservare la pagina relativa al *layer* contenente i riferimenti per consultare le informazioni pubblicate relativamente ai punti di balneazione, tematica sulla quale si è testato l’applicativo di AR.

Per farlo funzionare è sufficiente puntare la fotocamera sul *QR-code* visibile sulla sinistra della pagina ed il *software* di realtà aumentata si aprirà automaticamente sul proprio *smartphone* caricando il *layer* appositamente realizzato rendendo fruibili i dati realizzati in tempo reale.

Con la realtà aumentata, quindi, all’utente finale appaiono sullo schermo diversi punti informativi

virtuali che, interrogati, propongono informazioni e dati ambientali, nonché fotografie associate dei luoghi che si stanno realmente osservando.

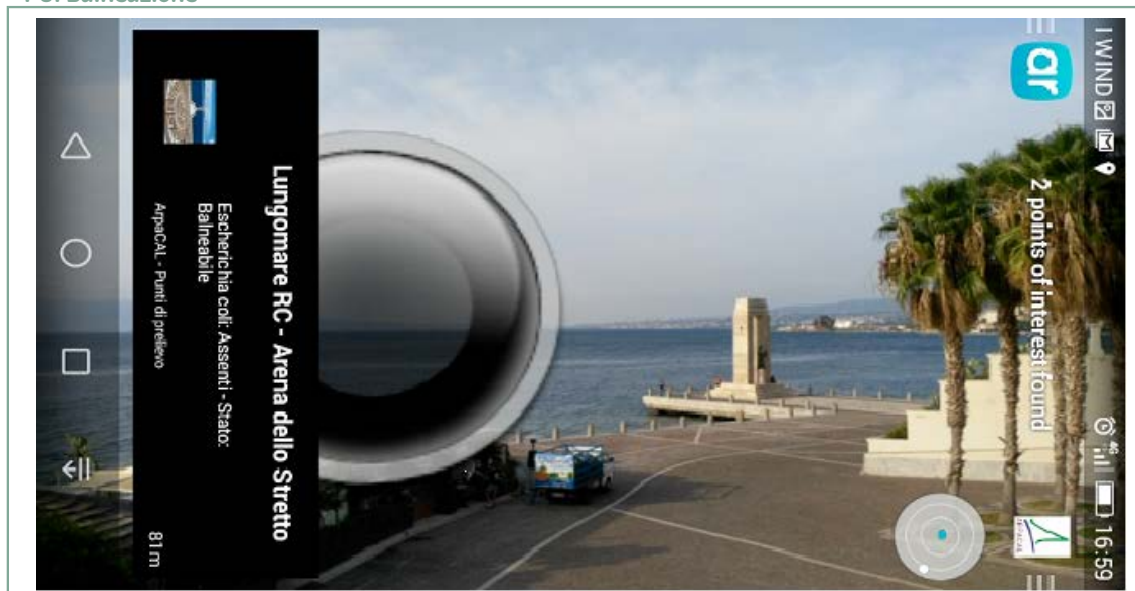
Tramite l’interrogazione dei punti (POI - *Point of Interest*) dall’interfaccia utente, avvicinando la *webcam* ad una prefissata distanza, è possibile rendere visibile per ogni scena informazioni sia testuali che fotografiche associate al dato ambientale che si sta osservando (Figura 2).

La procedura permetterà la facile diffusione delle informazioni ambientali e il conseguente coinvolgimento capillare dei singoli cittadini, abbattendo definitivamente la frontiera dell’informazione ambientale.

Le informazioni contenute all’interno della base dati hanno per l’utente finale, il cittadino, un valore importante quando siano reperibili e disponibili in *real time* e quindi la loro validità non sia scaduta (per scaduto si intende un valore non più “affidabile” al momento della lettura). In sostanza un’indicazione di balneabilità vecchia dell’anno precedente può essere obsoleta per le finalità del cittadino (generalmente limitate a fare il bagno in quella determinata zona). Viceversa per l’ente tutti i dati, soprattutto quelli storici e pregressi, sono di interesse perché consentono di monitorare negli anni lo stato ambientale di un determinato luogo, comprendere l’efficacia degli interventi adottati e possono essere utilizzate a supporto delle decisioni da intraprendere per risolvere i problemi riscontrati sui luoghi di prelievo.

Per queste finalità, la piattaforma è dotata di un archivio storico dei dati e per facilitarne la lettura e la loro interpretazione, si è implementato un nuovo automatismo per la generazione di grafici.

Figura 2: Esempio di un POI (*Point of Interest*, Punti di Interesse) con le relative informazioni ambientali - POI Balneazione



Fonte: ARPA Calabria

La rappresentazione grafica dell'informazione è attualmente ad uso esclusivo dell'ente. Pertanto l'utente finale continua a visualizzare i dati come sempre all'interno della mappa dei tematismi.

La rappresentazione grafica di un campo dipende essenzialmente dalla sua natura specifica. Nella pratica, condizione necessaria perché di un campo possa essere descritto il suo andamento su un grafico è che questo sia di natura numerica. Un esempio di grafico prodotto dalla piattaforma è visualizzato in Figura 3.

Il lavoro svolto prevede la realizzazione automatica di soli grafici a linea relativi a campi numerici. Tuttavia alcuni campi, benché non di natura numerica, possono

generare differenti tipologie di grafici fornendo interessanti informazioni per l'ente.

Un esempio utile è, ad esempio, la percentuale dei punti di balneazione "balneabili" sul totale delle letture acquisite nella regione in un determinato anno. Come per le funzionalità già esistenti, il lavoro si concentra sulla possibilità di automatizzare la creazione dei grafici senza interventi specifici sul codice di programmazione.

Per ottenere il grafico di Figura 3 è stato aggiunto un *flag*, denominato "graficabile", al campo "Escherichia Coli" specificato in fase di creazione del tematismo. Per ottenere in automatico altri tipi di grafici si prevede di aggiungere altri campi informativi, come ad esempio il tipo di grafico (a linea, a torta, istogramma), da

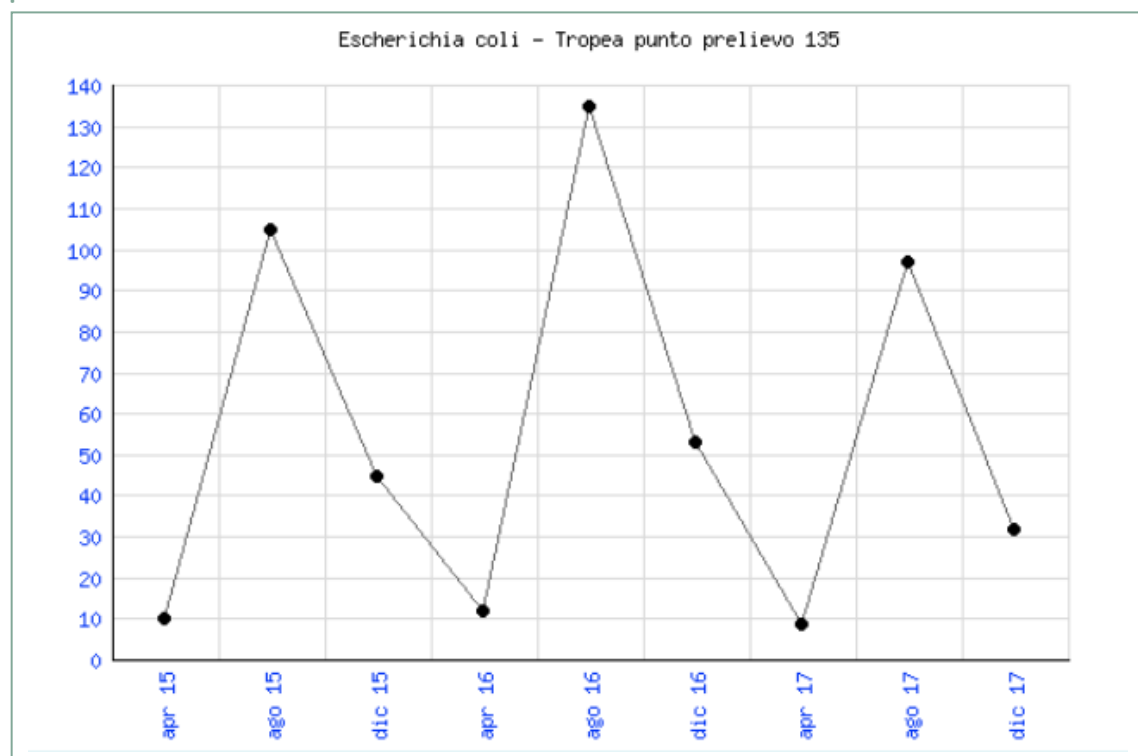
impostare in fase di creazione del tematismo. Inoltre, va sottolineato che per queste innovazioni non è necessario fare alcuna azione aggiuntiva, rispetto al normale caricamento dei dati sul geoportale. Infatti con un semplice “clic” del *mouse* sul pulsante “Crea layer di Realtà Aumentata”, il *layer* corrispondente già presente sul geoportale e consultabile attraverso il *browser* si traduce automaticamente in *layer* nel formato da visualizzare attraverso lo *smartphone* e l'APP di realtà virtuale.

Con questa applicazione l'utente potrà visionare, in

tempo reale, tutti i dati ambientali che l'ARPA Calabria renderà disponibili.

Camminare per le vie della città o scegliere una spiaggia dove fare il bagno e conoscere in tempo reale, sul proprio *smartphone* o *tablet*, i dati ambientali acquisiti in quel determinato luogo diventa semplice ed immediato attraverso la funzionalità dell'applicazione sperimentale che ARPA Calabria ha implementato tramite il progetto STAR - *Spatial Territorial Augmented Reality* [Borruto *et al.*, 2015].

Figura 3: Esempio di grafico prodotto dalla piattaforma. Risultati analisi Escherichia Coli in un punto prelievo balneazione (2015-2017)



Fonte: ARPA Calabria

Bibliografia

Belmusto G., Borruto S., Gatto F., Sorrenti V., Suraci A., 2016. Progetto STAR". ASITA - *Federazione delle Associazioni Scientifiche per le Informazioni Territoriali e Ambientali* - Atti della XXa Conferenza Nazionale - ISBN 9788894123265.

Borruto S., Gatto F., Sorrenti V., Suraci A., 2015. *Project S.T.A.R. - Spatial Territorial Augmented Reality. Geospatial Media & Communication Bv* - Atti dell'INSPIRE Geospatial World Forum.

Communication Strategies Lab, 2012. *Realtà aumentate. Esperienze, strategie e contenuti per l'Augmented Reality*. Apogeo, Milano, ISBN 9788850330706.

Kipper G., & Rampolla J., 2013. *Augmented Reality: An Emerging Technologies Guide to AR*. Syngress, 225 Wyman Street, Waltham, MA, USA.

Piga B., Morello E., & Signorelli V., 2014. *The Combined Use of Urban Models to Support a Collaborative Approach to Design Towards the Sustainable University Campus: Participation, Design, Transformation*. Design Communication Conference.

Una APP per la diffusione delle informazioni sulla balneabilità dei litorali del Veneto

Sara Ancona, Giovanna Ziroldo
ARPA Veneto

Per la tutela della salute umana in relazione alle attività di balneazione, dal 1999 ARPAV svolge i controlli sulle acque secondo le vigenti normative in materia (Direttiva europea 2006/7/CE - D.Lgs. n. 116/2008 e D.M. 30 marzo 2010).

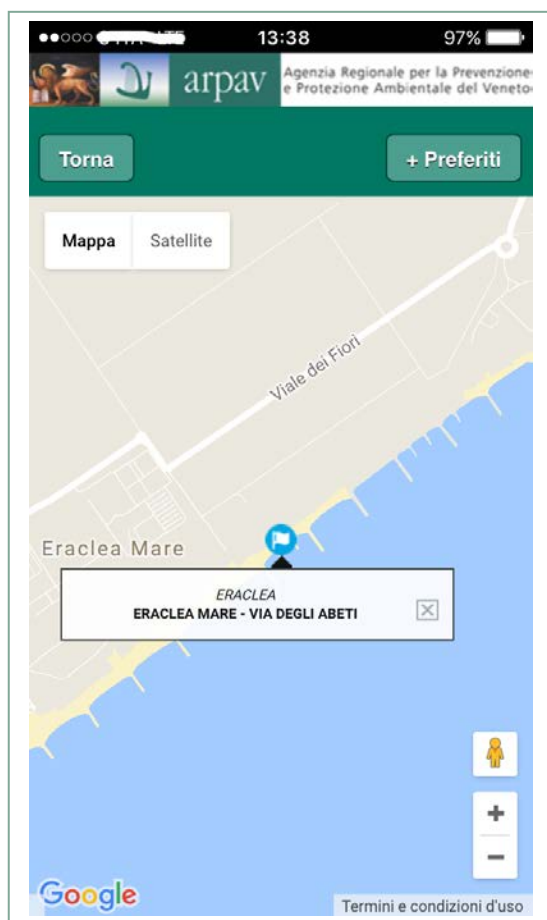
In Veneto i controlli vengono effettuati su 8 corpi idrici, marini e lacustri, per un totale di 174 acque di balneazione, con altrettante stazioni di monitoraggio.

Durante la stagione balneare, dal 15 maggio al 15 settembre, con una frequenza almeno mensile, su ogni acqua di balneazione vengono effettuati prelievi di campioni di acqua per la successiva analisi di due parametri microbiologici indicatori di contaminazione fecale (*Escherichia coli* ed Enterococchi intestinali), rilevazioni di parametri ambientali ed ispezioni di natura visiva, secondo un calendario definito prima dell'inizio della stagione.

Durante la stagione, al superamento dei valori limite di legge è prevista l'interdizione temporanea alla balneazione dell'area in esame fino al ripristino della conformità, verificata sulla base di controlli aggiuntivi.

Per quanto riguarda l'informazione al pubblico, il D.Lgs. 116/2008 prevede nel suo art. 15 tutta una serie di azioni in carico ai diversi soggetti interessati, volte a favorire la divulgazione tempestiva delle informazioni sulle acque di balneazione, anche attraverso l'utilizzo di mezzi e tecnologie di comunicazione quali Internet. A questo scopo, ARPAV ha dedicato alla balneazione

Figura 1: Schermata dell'APP balneazione con visualizzazione su mappa dello stato di balneabilità attraverso una bandierina colorata



Fonte: ARPA Veneto

una sezione specifica del suo sito Web dove è possibile reperire tutte le informazioni: dalla normativa di riferimento, alla metodologia di indagine, all'elenco di tutte le acque di balneazione con i relativi risultati analitici.

In particolare, ARPAV ha posto un grande impegno nella divulgazione tempestiva e dettagliata delle informazioni sulla qualità delle acque di balneazione durante la stagione balneare tramite l'effettuazione di aggiornamenti in tempo quasi-reale sia del sito Web www.arpa.veneto.it che del portale ministeriale dedicato.

Al fine di rendere l'informazione al pubblico ancora più fruibile, ARPAV, in considerazione dell'elevata diffusione di dispositivi portatili quali *smartphone* e *tablet* sempre connessi in rete, ha deciso anche di realizzare una specifica "APP balneazione".

L'APP balneazione, realizzata per sistemi Android e iOS, presenta un *wizard* che guida l'utente a visualizzare lo stato delle acque di balneazione attraverso delle bandierine colorate: il colore blu corrisponde ad una zona idonea, l'arancione ad una zona temporaneamente non idonea e il rosso ad una zona non idonea. In mappa sono visualizzati tutti i punti di controllo con le bandierine indicanti lo stato attuale della balneazione (Figura 1).

Inserendo una o più zone di interesse tra i preferiti, sarà immediatamente visibile, all'apertura della APP bandierina associata e la data dell'ultimo controllo effettuato.

Le analisi associate al controllo, determinanti per lo stato della balneabilità delle zone, sono disponibili sul sito dell'Agenzia.

Informazioni sulla balneabilità delle acque sono riportati anche sul bollettino informativo "InforMARE" emesso nel periodo estivo (giugno-settembre) con cadenza mensile, in lingua italiana e inglese, redatto sulla base dei rilievi e delle osservazioni effettuate durante le campagne di monitoraggio per la qualità ambientale delle acque marine.

3. AGRICOLTURA

Nuove misure per la tutela delle acque trentine dai fitofarmaci

Jacopo Mantoan
APPA Trento

Il Piano d'Azione Nazionale per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari (PAN) si prefigge di guidare, garantire e monitorare un processo di cambiamento delle pratiche di utilizzo dei prodotti fitosanitari verso forme caratterizzate da maggiore compatibilità e sostenibilità ambientale e sanitaria. Il Piano prevede soluzioni migliorative per ridurre l'impatto dei prodotti fitosanitari anche in aree extra agricole frequentate dalla popolazione.

Nel 2015, con deliberazione n. 369, la Giunta della Provincia Autonoma di Trento ha deliberato le disposizioni generali per l'attuazione del PAN, inserendole in sette schede relative ad altrettanti ambiti d'intervento.

Successivamente, con la deliberazione della Giunta della Provincia Autonoma di Trento n. 736 del 12 maggio 2017 (http://www.appa.provincia.tn.it/binary/pat_appa_restyle/PAN/PANacqua_dGp736_2017.1500621407.pdf) è stata data attuazione alle misure previste dal PAN ed alla scheda n. 5 della citata deliberazione n. 369/2015 (Allegato "Disposizioni per l'attuazione del Piano nazionale per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari"), ai fini del raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei individuati ai sensi della Direttiva europea 2000/60/CE. Di seguito si elencano le misure che si riferiscono, in particolare, alla tutela delle acque superficiali trentine dai fitofarmaci:

1. utilizzo di ugelli antideriva e macchine irroratrici con sistemi antideriva. Questa misura consente una forte riduzione della quantità di fitofarmaco che non raggiunge il bersaglio (la coltura da trattare), prevedendo l'adozione di ugelli in grado di aumentare la dimensione delle gocce della soluzione da irrorare e di ridurre la deriva del trattamento e di macchine irroratrici capaci di orientare i getti solo sul bersaglio (Figura 1);
2. realizzazione e gestione di fasce di rispetto vegetate. Le fasce di rispetto non trattate consentono di limitare gli effetti indesiderati dei fitofarmaci per organismi acquatici, artropodi utili e piante non bersaglio, limitando la deriva e il ruscellamento;
3. interventi finalizzati al contenimento del ruscellamento di prodotti fitosanitari dovuto all'erosione del suolo. Rientrano in questa misura tutti gli accorgimenti agronomici in grado di limitare i fenomeni di ruscellamento (scorrimento delle acque piovane sulla superficie del terreno). Ove possibile (nel caso di frutteti e vigneti) deve essere favorito l'inerbimento permanente dell'interfilare per ridurre il ruscellamento;
4. riduzione delle quantità di erbicidi attraverso diverse strategie di applicazione. Questa misura consente di ridurre fortemente l'utilizzo di erbicidi nelle fasce più prossime ai corpi idrici, attraverso l'applicazione di buone pratiche agronomiche. All'utilizzo di erbicidi chimici dovrebbe sempre essere preferito il diserbo meccanico;
5. limitazione/sostituzione/eliminazione di prodotti fitosanitari per il raggiungimento del buono stato ecologico e chimico delle acque superficiali. I fitofarmaci che concorrono a determinare lo scadimento dello stato di qualità chimico dei corpi

Figura 1: Macchine irroratrici, particolare degli ugelli per l'irrorazione



Fonte: Ufficio Stampa Provincia autonoma di Trento

- idrici dovranno essere eliminati entro il 31 dicembre 2018 su tutte le superfici agricole facenti parte dei bacini idrografici che non raggiungono lo stato "buono";
6. misure complementari per incrementare i livelli di sicurezza nelle fasi di deposito e conservazione dei prodotti fitosanitari e dei rifiuti derivanti dal loro utilizzo. Si prevede un maggior controllo per garantire un corretto utilizzo delle aree

attrezzate per la preparazione della miscela dei fitofarmaci (caricabotte), volto ad impedire eventi di inquinamento puntiforme. Sono state individuate soluzioni tecniche per la realizzazione di caricabotte che garantiscano una maggiore tutela dei corsi d'acqua. Sono stati censiti tutti i caricabotte della provincia di Trento; tra questi sono stati individuati quelli potenzialmente a rischio di determinare eventi di inquinamento

in caso di comportamenti non corretti e che richiedono interventi di adeguamento. Per quelli prioritari, vicino ai corsi d'acqua, il termine per l'adeguamento è fissato al 31 dicembre 2018. Per gli altri caricabotte "a rischio" la scadenza è il 31 dicembre 2021. Al fine di limitare l'inquinamento puntuale causato dal lavaggio delle attrezzature agricole eseguito in luoghi non idonei, va favorita inoltre la costruzione di centri di lavaggio per mezzi agricoli in aree attrezzate appositamente dedicate;

7. formazione e consulenza specifica per la corretta applicazione delle misure. Si prevedono eventi informativi su tutto il territorio provinciale per informare e formare gli agricoltori in merito alle presenti misure.

Nel quadro d'azione provinciale per la tutela delle acque dall'uso dei fitofarmaci, altro strumento fondamentale è il Piano di Tutela delle Acque, approvato dalla Giunta della Provincia Autonoma di Trento nel 2015, che definisce una serie di misure per il miglioramento della qualità ambientale dei corpi idrici che non abbiano ancora raggiunto lo stato "buono".

Per i corpi idrici il cui inquinamento sia correlabile all'uso di fitofarmaci, in particolare, il Piano impegna la Giunta alla sottoscrizione di Accordi di Programma con enti pubblici o privati e con le associazioni delle categorie interessate. A tal fine nel 2015 la Provincia autonoma di Trento, la Fondazione Edmund Mach e l'Associazione Produttori Ortofrutticoli Trentini (APOT) hanno sottoscritto un apposito Accordo di Programma, da considerare documento "tecnico" e soprattutto strumento di sensibilizzazione degli operatori sull'importanza dell'estensione di buone pratiche

nell'uso dei fitofarmaci a beneficio dell'ambiente e delle proprie produzioni, nonché di sperimentazione di azioni propositive e condivise per la razionalizzazione del loro utilizzo. Ai sensi dell'Accordo, in particolare spetta alla Provincia, attraverso i propri Servizi e l'Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente (APPA), svolgere i monitoraggi sullo stato di qualità delle acque per verificare il raggiungimento degli obiettivi auspicati.

Nello specifico, APPA controlla una rete di stazioni di monitoraggio che copre tutti i corsi d'acqua soggetti a inquinamento da fitofarmaci. Oltre ai normali campionamenti mensili, vengono condotte analisi specifiche utilizzando campionatori automatici. Dal 2017 inoltre vengono utilizzati per la prima volta dei campionatori passivi, una tecnica innovativa nel contesto italiano che consente di catturare per un periodo di qualche settimana tutte le sostanze inquinanti trasportate da un corso d'acqua. APPA è inoltre impegnata in un'estesa attività di formazione e divulgazione di buone pratiche: partecipa attivamente a incontri informativi con gli operatori agricoli al fine di illustrare gli effetti dei fitofarmaci sugli ecosistemi fluviali e i comportamenti corretti da adottare durante le attività colturali.

Nell'ambito dei corsi per il rilascio delle abilitazioni all'acquisto, all'utilizzo e alla vendita dei prodotti fitosanitari, inoltre, APPA interviene con attività di docenza per illustrare gli effetti che essi possono avere sull'ambiente in generale e in particolare sull'ambiente acquatico e sulla biodiversità.

4. QUALITÀ DELL'ARIA

Monitoraggio della concentrazione di VOC in aria ambiente tramite campionatori passivi nel comune di Falconara Marittima, dove insistono impianti industriali tra cui la Raffineria API

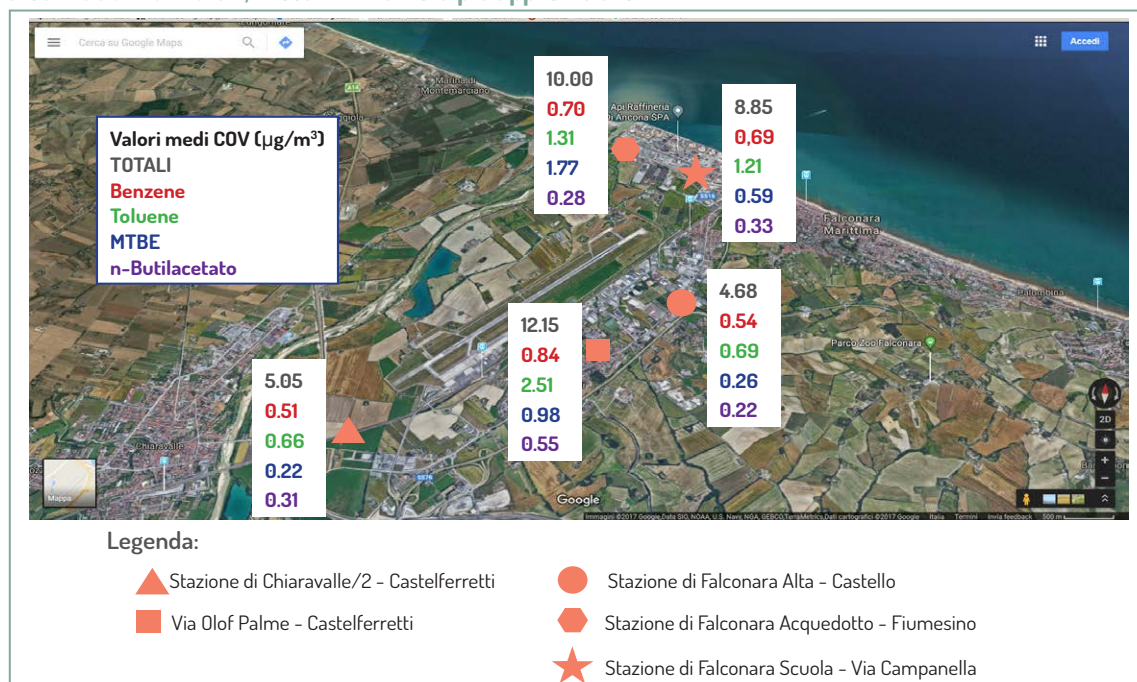
Massimo Marcheggiani, Gianluca Coppari,
Omar Bartomeoli, Marco Bruciati
ARPA Marche

La Legge 179/2002 ha inserito il sito di Falconara Marittima nell'elenco dei siti di interesse nazionale (SIN). Nel perimetro sono comprese alcune attività

industriali, tra cui la Raffineria API. L'area della raffineria è utilizzata fin dagli anni 40 per la raffinazione ed il deposito di prodotto petrolchimici, quindi il sito è interessato da un inquinamento legato principalmente a sostanze di origine idrocarburica. Per questo motivo da anni ARPA Marche si occupa di controllare lo stato della qualità dell'aria nel comune di Falconara Marittima tramite una serie di stazioni di monitoraggio fisse.

Quelle più vicine all'impianto API sono quelle denominate come Falconara Scuola, Falconara Acquedotto, Falconara Alta e Chiaravalle 2. Tali stazioni sono attrezzate con una serie di analizzatori in modo

Figura 1: Valori medi rilevati in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel periodo di monitoraggio, della sommatoria di tutti i COV e di alcuni COV monitorati, rilevati in maniera più apprezzabile



Fonte: ARPA Marche

tale da tenere sotto controllo i parametri tipici della qualità dell'aria, così come definito dal D.Lgs. 155/2010, e cioè: PM10, PM2,5, NO₂, SO₂, CO, Ozono, Benzene, Benzo(a)pirene, Piombo, Arsenico, Nichel e Cadmio. Inoltre, alcune centraline sono munite anche di ulteriori analizzatori, come ad esempio analizzatori di idrocarburi (HC), acido solfidrico ed ammoniaca, atti a monitorare parametri non richiesti dal D.Lgs. 155/2010, ma che sono direttamente connessi con l'attività della raffineria API.

Il seguente lavoro si prefigge di aggiungere ai dati già normalmente rilevati informazioni più specifiche in merito alla tipologia di solventi organici maggiormente presenti nel sito di Falconara Marittima. Ciò verrà fatto mediante l'utilizzo di campionatori diffusivi a simmetria radiale per "desorbimento termico" (campionatori passivi). Tali dispositivi sono molto pratici visto che non necessitano di pompe per l'aspirazione del campione, in quanto sono costituiti da un corpo diffusivo nella quale viene inserita una fiala contenente una fase adsorbente, capace di trattenerne un'ampia tipologia di solventi potenzialmente contenuti nell'aria, sfruttando il principio della diffusione molecolare.

Rispetto ai COV, il D.Lgs. 155/2010 indica unicamente il metodo Uni En 14662:2005 (che comprende il campionamento per pompaggio e l'analisi per desorbimento termico e successiva gascromatografia capillare) per il solo benzene. I dati ottenuti dai rilevamenti effettuati con i campionatori passivi quindi non possono essere rapportati a limiti di legge: costituiscono però un approfondimento per l'identificazione di eventuali criticità relative alla qualità dell'aria (anche in termini di odori), utile per azioni da intraprendere da parte delle Autorità territoriali.

A partire dal gennaio 2017 è stata avviata un'indagine, posizionando dei campionatori passivi in 5 diversi punti del comune di Falconara Marittima, nello specifico Falconara Scuola, Falconara Acquedotto, Falconara Alta e Chiaravalle 2, dove sono già presenti le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria, ed in più Località Castelferretti.

Tali dispositivi vengono lasciati campionare e sostituiti regolarmente dopo alcuni giorni.

L'analisi dei "radielli" viene eseguita in laboratorio utilizzando un dispositivo per il loro desorbimento termico accoppiato alla tecnica della gascromatografia-spettrometria di massa (GC-MS). L'indagine complessivamente durerà circa un anno, in modo tale da prendere in considerazione anche il diverso contributo delle condizioni climatiche stagionali.

Per la determinazione della concentrazione media di ogni analita si deve conoscere la durata del campionamento, la massa dell'inquinante in esame ed il suo specifico valore di portata (quest'ultimo valore è tabulato solo per alcuni tipi di solventi, come verificabile nel documento "Manuale Radiello Italiano - Edizione 02/2003).

Tramite questo monitoraggio è possibile ottenere dati qualitativi, semi quantitativi e quantitativi:

- qualitativi, in quanto alcuni composti possono essere riconosciuti tramite il confronto in libreria dello spettro di massa;
- semi quantitativi, in quanto vengono tarati una serie di composti, in funzione degli *standard* disponibili, dei quali però non è tabulato il valore di portata. La concentrazione di questi solventi può essere quantificata analiticamente come ng/fiala;

- quantitativi, poiché per alcuni composti è tabulato il valore di portata, quindi oltre ad essere quantificati come ng/fiala, è possibile esprimerli come $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Utilizzando i dati ottenuti da questa campagna di monitoraggio ed associandoli ai dati meteo (temperatura, direzione del vento, ecc.) registrati durante ogni singolo periodo di campionamento, ci si proporrà di stabilire le origini (attività) più impattanti sulla qualità dell'aria nel comune di Falconara Marittima. Alcune evidenze di quanto finora riscontrato sono riportate nella Figura 1 e rappresentano su mappa i valori medi, riferiti al periodo gennaio - settembre 2017, di alcuni COV e dei COV totali.

Nel quadro generale dei COV monitorati sono risultati interessanti i terbutileteri, associati ai BTEX e altri aromatici, che possono consentire la mappatura delle pressioni esercitate dal traffico veicolare, e la presenza (discontinua) del n-butilacetato e dello stirene, da attribuire a diversa pressione antropica.

Bibliografia

Fondazione Salvatore Maugeri, 2003. *Manuale Radiello Italiano*, Edizione 02/2003.

Il monitoraggio delle deposizioni atmosferiche totali per la valutazione dell'impatto ambientale delle emissioni di una acciaieria

Devis Panont, Alessandra Brunier, Michela Alessio,
Stefania Vaccari
ARPA Valle d'Aosta

Nell'ambito delle proprie attività istituzionali, ARPA Valle d'Aosta dal 2008 svolge il monitoraggio delle deposizioni atmosferiche totali.

Nei primi anni di attività il monitoraggio è stato condotto con l'obiettivo di costruire una mappatura del territorio regionale, della piana di Aosta in particolare,

per quanto riguarda i livelli ambientali di inquinanti nelle deposizioni. In seguito il monitoraggio è stato progressivamente progettato in maniera sempre più mirata per la valutazione della ricaduta sull'ambiente delle emissioni diffuse dello stabilimento siderurgico Cogne Acciai Speciali di Aosta.

Le emissioni diffuse di polveri, sfuggendo ai sistemi di captazione, non passano attraverso i sistemi di abbattimento e, pertanto, sono costituite da polveri totali comprendenti tutte le classi granulometriche. Tali emissioni sono caratterizzate da una bassa velocità di uscita, che determina la ricaduta a breve distanza dalla sorgente di emissione delle frazioni più grossolane e

Figura 1: Sito di monitoraggio delle deposizioni atmosferiche totali all'interno dello stabilimento siderurgico di Aosta



Fonte: ARPA Valle d'Aosta

pesanti, preponderanti in termini ponderali rispetto alle frazioni più fini. Il campionamento delle deposizioni atmosferiche totali nelle vicinanze della sorgente emissiva risulta pertanto una tecnica particolarmente adatta per la valutazione dell'impatto provocato dalle emissioni diffuse di polveri.

Le misure di deposizione vengono normalmente eseguite con durata di campionamento mensile. Nel corso del 2016 ARPA Valle d'Aosta ha condotto un monitoraggio con campionamenti di durata settimanale in 4 punti di misura all'interno dello stabilimento siderurgico, con l'obiettivo di indagare in maniera approfondita le dinamiche di fuoriuscita e dispersione delle emissioni diffuse dal reparto acciaieria, considerata la principale fonte di emissione dello stabilimento, al fine di progettare in maniera ancora più mirata le campagne di monitoraggio successive.

I campionamenti vengono condotti utilizzando deposimetri di tipo *bulk* (Figura 1).

La conduzione di monitoraggi mirati alla valutazione delle emissioni diffuse derivanti da un processo di produzione dell'acciaio ha reso necessari approfondimenti per la messa a punto della tecnica di misura e l'adozione di idonei accorgimenti per assicurare la rappresentatività dei dati.

Considerando che la fonte di emissione oggetto dell'indagine è costituita da un'acciaieria, gli inquinanti di interesse sono principalmente i metalli. Oltre ai metalli utilizzati nella produzione dell'acciaio (Fe, Cr, Ni, Mn, Co, Mo, V) vengono ricercati anche i componenti della scoria, che è un materiale fondamentale nella produzione dell'acciaio (Ca, Mg, Al, Ba, Na), e i metalli che possono essere presenti come impurezze nel

rottame avviato alla fusione (As, Cd, Pb, Cu, Zn). In totale i metalli ricercati sono 17.

Oltre alla determinazione dei metalli, è stata introdotta anche la determinazione della polvere totale nei campioni di deposizione, comprendente sia i solidi sospesi che i solidi disciolti. La determinazione di tale parametro risulta di interesse per la valutazione della ricaduta della quantità totale di polvere emessa dallo stabilimento e per la quantificazione del contenuto specifico di metalli nella polvere depositata.

Per la determinazione della deposizione di polvere totale, in assenza di metodi di riferimento, viene adottato il metodo per la determinazione della massa di solidi sospesi totali nelle acque APAT CNR IRSA 2090A e APAT CNR IRSA 2090B Man 29 2003.

A seguito della filtrazione del campione di deposizione si ottiene la separazione su filtro 0,22 μm dei solidi sospesi, nel liquido filtrato rimangono invece contenuti i solidi disciolti.

La massa di solidi sospesi viene determinata mediante pesata dei filtri previa essiccazione in stufa a 104°C e successivo condizionamento in essiccatore con gel di silice.

La massa di solidi disciolti viene determinata mediante processo di evaporazione a bagnomaria a 95°C del campione di liquido filtrato e successiva determinazione gravimetrica del residuo solido così ottenuto. Per evitare di utilizzare un deposimetro dedicato per la determinazione della polvere totale, viene sottoposta ad evaporazione una frazione pari a 200 ml del liquido ottenuto dalla filtrazione del campione, determinando successivamente il contenuto totale di solidi disciolti attraverso il calcolo proporzionale rispetto al volume totale del liquido filtrato.

Per verificare la validità del metodo rispetto alla determinazione della polvere totale mediante evaporazione completa del campione, sono state effettuate delle prove in parallelo su diversi siti (sito urbano e sito industriale) e in periodi diversi; un deposimetro è stato sottoposto a evaporazione totale dell'intero volume, l'altro deposimetro ha subito il trattamento del campione come descritto al paragrafo precedente. Le prove ottenute hanno dimostrato la confrontabilità dei due procedimenti.

Il metodo di riferimento previsto dal D.Lgs. 155/2010 per il monitoraggio delle deposizioni atmosferiche di metalli è il metodo UNI EN 15841:2010 ed è riferito ai metalli normati in qualità dell'aria ovvero: arsenico, cadmio, piombo e nichel quantificati mediante l'utilizzo di ICP-MS previa mineralizzazione acida.

Il metodo è stato ottimizzato per tutte le specie metalliche ricercate tenendo conto delle interferenze isobare, poliatomiche e di doppia carica. Inoltre, viene utilizzato uno *standard* interno contenente metalli non presenti nella matrice campionata, che permette di compensare eventuali variazioni chimico-fisiche nella fase di trasporto, nebulizzazione e ionizzazione del campione rispetto agli *standard* utilizzati per la costruzione delle curve di taratura.

La scelta delle masse per la quantificazione dei metalli tiene conto dell'abbondanza isotopica e della presenza di possibili interferenze.

Ad esempio per il cadmio, normalmente presente nei campioni di deposizione prelevati in quantità dell'ordine delle ultratracce, si è scelto di leggere la massa 112. Quest'ultima presenta un'interferenza isobarica dovuta allo stagno 112 che si risolve con l'applicazione di un'equazione di correzione sulla base

della massa di stagno 118.

Il cadmio 112 è altresì interferito dalla specie poliatomiche Mo96016, che si può formare dalla combinazione di molibdeno e ossigeno nel plasma. Per individuare tale interferenza vengono quantificati Mo95 e Mo98 per verificarne l'eventuale presenza e la conseguente possibile formazione della specie poliatomiche interferente. Se i valori sono alti viene condotta una speciazione del cadmio mediante aggiunta di una quantità nota di *standard* e si valuta la differenza di segnale rispetto al campione. Per ulteriore conferma il campione viene processato anche con un'altra tecnica complementare (ICP-OES o fornello di grafite).

Per valutare la ripetibilità di campionamento e l'affidabilità del dato sono state condotte una serie di prove in parallelo nel sito industriale e in un sito di fondo urbano.

Le prove di ripetibilità sono state condotte esponendo in parallelo in ogni sito, per lo stesso periodo, 3 deposimetri identici a pochi metri di distanza tra loro e trattando ogni campione in maniera indipendente.

La variabilità delle prove sperimentali, calcolata come incertezza relativa di campionamento, è stata confrontata con il valore massimo del 25% indicato nel metodo UNI EN 15841.

Nel sito di fondo urbano la ripetibilità è risultata inferiore al 25% per tutti i metalli, mentre nel sito industriale è risultata superiore al 25% per alcuni metalli.

Sulla base di tali risultati è stato deciso di esporre, nel sito industriale, 3 deposimetri in parallelo, assumendo come risultato della misura di ogni inquinante un valore pari alla media dei 3 valori.

Qualità dell'aria in aree industriali in presenza di raffinerie di petrolio. Valutazioni pluriennali sulla qualità dell'aria a Sarroch

Alessandro Serci
ARPA Sardegna

La qualità dell'aria nel territorio di Sarroch (comune situato a 20 km a sud di Cagliari) è da sempre sotto osservazione per la presenza di un polo industriale importante, nel quale ha impatto prioritario e notevole la presenza della raffineria di petrolio della SARAS (ora SARLUX).

La posizione geografica, ottimale e strategica, ha reso lo stabilimento un punto nodale fondamentale delle attività produttive nell'area mediterranea. La raffineria, per dimensioni e produttività, è fra le più grandi in Europa. Inoltre all'attività di raffinazione si aggiunge la produzione energetica, attraverso l'impianto IGCC.

L'attività produttiva è stata costantemente aggiornata e potenziata negli anni, in relazione alla capacità produttiva, ma in particolare si assiste ad un miglioramento delle prestazioni ambientali a partire dalla prima autorizzazione AIA, rilasciata nel 2009.

In conseguenza del nuovo quadro emissivo delle aree industriali, documentato dall'aggiornamento del censimento regionale delle fonti emissive del 2010 e dalla zonizzazione in materia di qualità dell'aria del 2013, è stata individuata una unica "zona industriale" (IT2009), con distribuzione disgiunta, costituita dai comuni in cui ricadono aree in cui il carico emissivo è determinato prevalentemente da più attività energetiche e/o industriali localizzate nel territorio sardo, caratterizzate prevalentemente da emissioni puntuali.

A seguito di questo quadro programmatico si è provveduto negli anni, dal 2008 al 2012, a progettare una rete di monitoraggio atmosferico che potesse essere adeguatamente aggiornata, cioè che potesse garantire una raccolta dati uniforme, completa e stabile per postazioni e parametri, coerente con la zonizzazione sulla qualità dell'aria, come da D.Lgs. 155/2010.

Attualmente nella zona sono operative tre stazioni di rilevamento (Censa 1, Censa 2 e Censa 3): più precisamente due sono sistemate a protezione del centro abitato, la prima all'interno dell'area urbana, la seconda in zona suburbana, alla periferia del centro abitato; la terza è posizionata ad ovest dell'area industriale.

Valutazioni sulla qualità dell'aria - In generale, l'analisi dei dati è indirizzata sui parametri più significativi, con particolare riferimento al periodo 2011-2016, coerentemente con la stabilizzazione della rete per stazioni e parametri. Solo per i parametri più significativi, SO_2 e PM_{10} , il periodo di osservazione è stato esteso per evidenziare meglio l'evoluzione degli inquinanti

Benzene (C_6H_6) - I valori medi annui sono stabili e sempre contenuti entro i valori massimi di 1,8 e 2,1 $\mu g/m^3$, rispetto al limite di legge di 5 $\mu g/m^3$.

Idrogeno Solforato (H_2S) - Le massime medie giornaliere, nel periodo 2011-2016, sono comprese tra 3 e 14 $\mu g/m^3$, mentre i massimi valori orari tra 26 e 99 $\mu g/m^3$. Nel periodo in esame non si registrano "superamenti", sia del limite semiorario che della media giornaliera.

¹ Attualmente la normativa non prevede limiti per l'acido solfidrico: sono comunque utilizzati, come riferimenti indicativi, i limiti in precedenza previsti dal DPR 322/1971, ossia la media semioraria di 100 microgrammi per metro cubo (che non deve essere superata non più di una volta in otto ore consecutive) e la media giornaliera di 40 microgrammi per metro cubo.

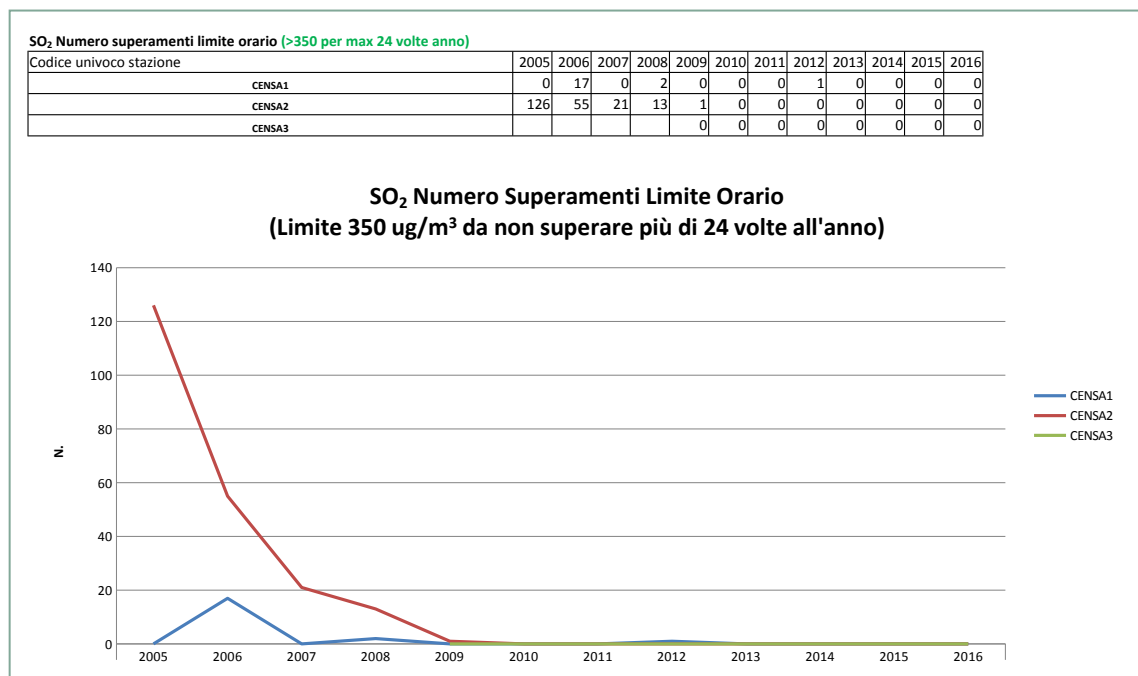
Biossido di Azoto (NO₂) - Manifesta valori medi annui stazionari, con valori massimi 8 e 13 µg/m³, molto inferiori al limite annuo di 40 µg/m³, mentre i valori orari massimi sono tra 81 e 149 µg/m³, nel rispetto del limite normativo di 200 µg/m³.

PM10 - Le medie annue sono costanti con valori massimi compresi tra 24 e 30 µg/m³, rispetto ad un limite normativo di 40 µg/m³. Il numero di superamenti del limite giornaliero, valutato nel periodo 2006-2016, presenta una sola criticità nell'anno 2010, con 59 superamenti rispetto ai 35 previsti dalla normativa. Negli ultimi 5 anni il numero massimo di superamenti è di 20, con una tendenza media alla riduzione.

PM2,5 - Ha medie annue variabili tra 16 e 18 µg/m³, valori stabili nel lungo periodo che rientrano entro il limite di legge di 25 µg/m³.

Biossido di Zolfo (SO₂) - Presenta, nel periodo 2011-2016, una massima media giornaliera compresa tra 26 e 62 µg/m³, senza superamenti del limite giornaliero di 125 µg/m³. In relazione alle medie orarie, si evidenzia che si registra un solo superamento della soglia dei 350 µg/m³ nell'anno 2012, col valore di 475 µg/m³. Dal 2007 non si riscontrano più violazioni del limite orario di SO₂ (Figura 1).

Figura 1: Numero dei superamenti 2005-2016 del limite orario dell'anidride solforosa



Fonte: Elaborazione ARPAS su dati di monitoraggio della rete

Infatti le ultime violazioni sono relative agli anni 2005-2006, a cui si aggiungono non solo diversi superamenti della soglia giornaliera ma anche della soglia di allarme.

Caratterizzazione del PM10 - Nel periodo 2011-2016, non si riscontrano criticità per i metalli arsenico, cadmio, nichel e piombo, con medie annuali sempre ampiamente entro il rispettivo valore normativo di riferimento. Il benzo(a)pirene (BaP) ha manifestato una sola criticità nel 2013, con una media annuale massima di circa 1,5 ng/m³.

In relazione a Diossine e Furani nel PM10, i valori massimi di TeQ sono sempre entro i 0,017 pg/m³, rispetto a valori entro la normalità di 0,1 pg/m³ (la normativa sulla qualità dell'aria non prevede limiti su questi inquinanti, per cui si utilizzano valori di riferimento suggeriti da "Air Quality Guidelines for Europe" WHO Regional Office for Europe).

In conclusione possiamo riassumere che le valutazioni sulla qualità dell'aria nell'area industriale di Sarroch, nel periodo 2011-2016, evidenziano per lo più valori relativamente contenuti e stabili, con forte ridimensionamento delle concentrazioni di SO₂ negli ultimi 10 anni. In generale si evidenziano alcune criticità annuali relative agli inquinanti PM10 e BaP, all'idrogeno solforato, per lo più legate all'inquinamento di tipo odorigeno, e a diversi episodi circoscritti di inquinamento acuto da benzene.

Valutazione dell'esposizione al PM10 e al BaP della popolazione residente presso il comune di Torchiarolo tramite tecniche modellistiche alla microscala

Francesca Intini¹, Angela Morabito¹,
Gianni Tinarelli², Annalisa Tanzarella¹,
Ilenia Schipa¹, Alessio D'Allura², Vito La Ghezza¹,
Tiziano Pastore¹, Rossella Paolillo¹,
Alessandra Nocioni¹, Roberto Giua¹
¹ ARPA Puglia, ²ARIANET Srl

Il monitoraggio della qualità dell'aria (QA), condotto a Torchiarolo presso la centralina sita in Via Don Minzoni, ha evidenziato dal 2005 (anno a partire dal quale è stato avviato il monitoraggio del PM10) un numero di superamenti del valore limite giornaliero (50 µg/m³) superiore ai 35 giorni previsti dalla normativa. Considerata l'ubicazione della centralina, che, pur rispettando i criteri formali di collocazione previsti dal D.Lgs. 155/2010, presenta intorno ad essa varie fonti di emissione di fumi, derivanti da caminetti domestici, si è condotto uno studio modellistico con l'intento di:

- a. valutare se la centralina è collocata in un *hotspot* di concentrazione, tale da rendere le misure di PM10 effettuate presso la centralina poco rappresentative dello stato della QA riferito all'intero comune di Torchiarolo;
- b. ricostruire la distribuzione al suolo e quindi l'impatto delle concentrazioni orarie/giornaliere di PM10 e BaP prodotte dalle emissioni di combustione residenziale di biomassa;
- c. valutare l'impatto di tali emissioni sulle concentrazioni totali modellate in funzione della distanza dalla centralina di monitoraggio.

A tal fine, identificato nell'inverno 2016 un periodo (1-13 dicembre 2016) particolarmente critico per i numerosi superamenti osservati presso la centralina di Via Don Minzoni, è stato messo a punto uno strumento modellistico di tipo lagrangiano a microscala (PMSS) con il quale è stato valutato, ad una risoluzione spaziale di 3 m, l'impatto diretto sull'intero comune di Torchiarolo delle emissioni della combustione residenziale della biomassa [Intini F. *et al.* 2017].

PMSS (*Parallel Micro-Swift-Spray*) è una suite modellistica per la realizzazione di simulazioni di trasporto e dispersione degli inquinanti primari, che si basa sui modelli PSwift, un preprocessore meteorologico diagnostico a divergenza nulla, e PSpray, un modello di dispersione lagrangiano a particelle disponibile in versione parallela [Oldrini *et al.*, 2011]. Essa può essere utilizzata per simulazioni sia sulla scala locale che sulla microscala, con terreni complessi ed in presenza di ostacoli [Tinarelli *et al.*, 2013] [Tinarelli *et al.*, 2016]. Per simulazioni su domini di estensione pari a diversi km² con risoluzioni dell'ordine del metro è opportuno utilizzare un'architettura parallela (di tipo MPI) per garantire l'esecuzione di simulazioni in tempi ragionevoli. Per tale motivo PMSS è stato installato sulla infrastruttura computazionale ReCaS (<https://www.recas-bari.it/>) realizzata da INFN e Dipartimento Interateneo di Fisica dell'Università e Politecnico di Bari.

La catena modellistica è stata alimentata dai dati del modello WRF (*Weather Research and Forecasting*), un modello meteorologico prognostico ad area limitata gestito operativamente dal SAF di ARPA Puglia, che effettua quotidianamente previsioni fino a 72 h sull'intero territorio regionale con una risoluzione

spaziale di 4 km. Il WRF è inizializzato con i dati GFS (*Global Forecast System*), scaricati dai server del NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) ad una risoluzione di 0,5°. Il modello WRF è stato implementato con una configurazione che comprende due domini: il dominio più grande copre il Mediterraneo centrale, con una risoluzione di 16 km, mentre il dominio più piccolo comprende le regioni dell'Italia meridionale, con una risoluzione di 4 km [Fedele F. *et al.*, 2015].

I campi orari di previsione a +24 h prodotti da WRF sul dominio a più alta risoluzione sono stati utilizzati come *input* meteorologico al PMSS che, attraverso un preprocessore meteorologico crea i campi di turbolenza (turbolenza di *background* e turbolenza associata alla presenza degli ostacoli rappresentati dagli edifici del centro urbano) utili al modello di dispersione (Pspray). Il dominio scelto per le simulazioni di dispersione copre un'area di 2.400x2.400 m², con risoluzione orizzontale pari a 3 m e 800 celle nelle direzioni x e y.

A partire dai dati del *Digital Terrain Model* della Regione Puglia, disponibile su tutta la regione con risoluzione pari a 8 m, è stato ricavato un file di orografia con risoluzione pari a 3 m, ritagliato esattamente sul dominio di simulazione.

Utilizzando le informazioni contenute all'interno della Carta Tecnica Regionale, inoltre, è stato possibile effettuare una ricostruzione tridimensionale degli edifici del comune di Torchiarolo, censiti al 2006.

Non disponendo di informazioni specifiche sui comignoli presenti nel dominio di simulazione, che nel presente studio si caratterizzano come sorgenti emissive puntuali ovvero di tipo convogliato, si è assunto che essi avessero tutti le stesse caratteristiche: diametro di 20 cm, altezza del comignolo rispetto al tetto di 1 m,

temperatura dei fumi in uscita dal comignolo di 40°C, velocità dei fumi in uscita dal comignolo di 0,5 m/s.

L'identificazione di tali sorgenti (in numero pari a 687) e la relativa geolocalizzazione sono state effettuate mediante fotointerpretazione di immagine satellitare aggiornata al 2016, con l'ausilio di *Street View* (agosto 2012).

I dati emissivi, utilizzati quale *input* per le simulazioni, sono stati ricavati dall'inventario INEMAR di ARPA Puglia riferito al 2010. In particolare, l'inventario ha utilizzato, quale base dati, i risultati di una specifica indagine statistica, condotta da ARPA Puglia nel 2012 utilizzando la metodologia CATI-CAWI (*Computer Assisted Telephone Interviewing - Computer Assisted Web Interviewing*). I dati raccolti sulle emissioni da combustione di biomassa per Torchiarolo, riferiti al 2010, sono stati poi rielaborati tenendo conto del *trend* nazionale ed aggiornati al 2013. L'emissione totale annua di PM10, stimata con questa metodologia per il comune Torchiarolo, è risultata pari a 44,6 ton/anno ed è stata suddivisa equamente per il numero di comignoli ricadenti nel comune di Torchiarolo.

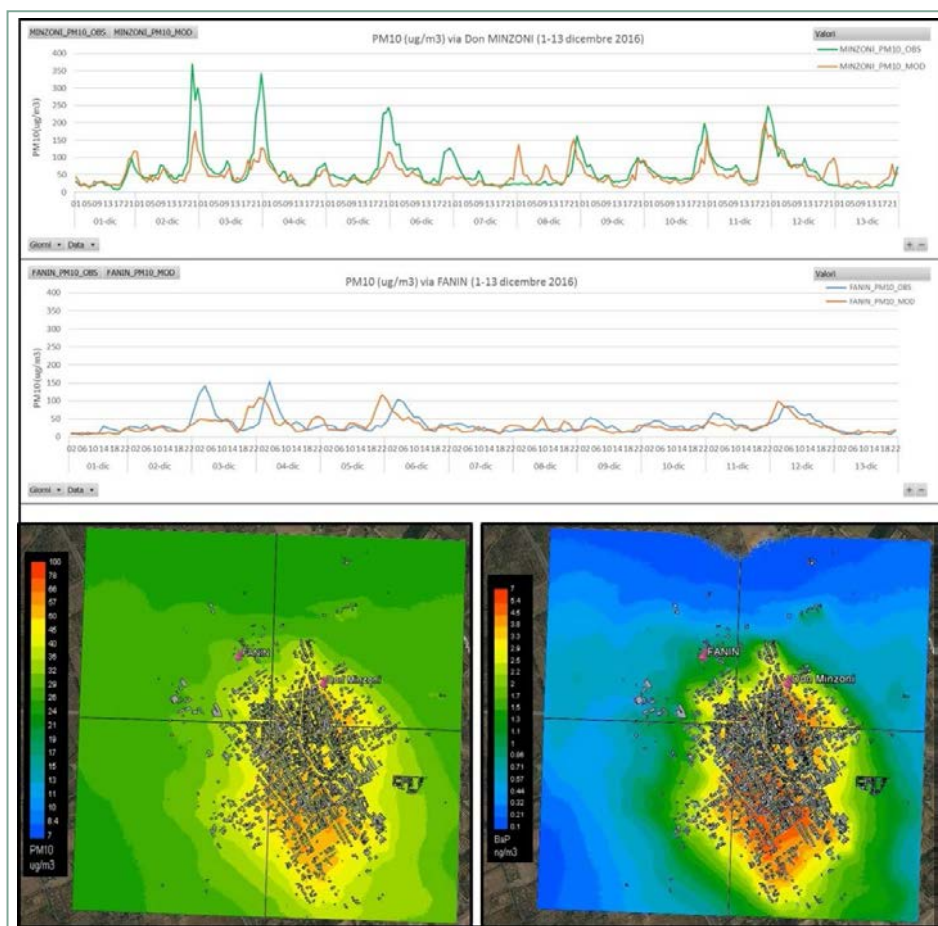
Per tenere conto del contributo di altre sorgenti e processi atmosferici, non rappresentati nel modello ma che determinano i livelli di fondo di PM10 nell'area di simulazione, ai dati modellati sono stati sommati i valori di concentrazione derivati dalle centraline di fondo, gestite da ARPA Puglia, più vicine all'area in esame.

Il confronto tra le serie dei dati orari di PM10 misurati dalle due centraline di monitoraggio e le serie dei dati orari modellati (comprensive del fondo), estratti nei corrispondenti punti di griglia, si rivela più che soddisfacente (Figura 1), mettendo in evidenza l'abilità

del PMSS nel ricostruire la distribuzione dell'inquinante all'interno del dominio di simulazione.

Dall'analisi delle distribuzioni delle concentrazioni di PM10 e BaP si evince che il sito in Via Don Minzoni non

Figura 1: Confronto fra le serie orarie delle concentrazioni di PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) misurate dalla centralina in via Don Minzoni (in alto) e in via Fanin (al centro) e le serie orarie delle concentrazioni modellate (comprehensive del fondo) estratte nei corrispondenti punti di griglia, dall'1 al 13 dicembre 2016. In basso, le mappe delle concentrazioni medie di PM10 (a sinistra) e di BaP (a destra), modellate sull'intero periodo di simulazione 1-13 dicembre 2016



Fonte: ARPA Puglia

costituisce di fatto un preciso *hotspot* e che ciò che ivi si rileva possa essere rappresentativo di ciò che avviene in altre zone dell'area urbanizzata di Torchiarolo, nelle quali il modello prevede criticità anche più rilevanti. Al fine di valutare il contributo dell'impatto prodotto dalle emissioni dei caminetti, situati a varie distanze dalla centralina in via Don Minzoni, sulle concentrazioni modellate in tale punto, sono stati identificati tre *buffer* intorno alla centralina di monitoraggio. L'analisi dei contributi dovuti ai comignoli ricadenti nei 3 *buffer* ha evidenziato la rilevanza delle concentrazioni prodotte dai caminetti posti ad una distanza superiore ai 100 m, paragonabile al contributo totale delle emissioni ricadenti fra 0 e 100 m, suggerendo pertanto l'opportunità di estendere quanto più possibile l'area di intervento delle azioni di risanamento.

Bibliografia

Fedele F., Tateo A., Menegotto M., Turnone A., Figorito B., Guarnieri Calò Carducci A., Pollice A., Bellotti R., 2015. *Impact of Planetary Boundary Layer parametrization scheme and land cover classification on surface processes: wind speed and temperature bias spatial distribution analysis over south Italy*. 15th EMS Annual Meeting & 12th European Conference on Applications of Meteorology (ECAM), September 2015, Sofia, Bulgaria.

Intini F., Morabito A., Tinarelli G., Tanzarella A., Schipa I., D'Allura A., La Ghezza V., Pastore T., Paolillo R., Nocioni A., Giua R., 2017. *PMSS micro-scale simulations of pollutants emitted by fireplaces located in the urban residential area of Torchiarolo (Apulia region, Italy)*, 18th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory

Purposes. 9-12 October 2017, Bologna, Italy. To be published

Oldrini O., Olry C., Moussafir J., Armand P., Duchenne C., 2011. *Development of PMSS, the parallel version of Micro-SWIFT-SPRAY*, 14th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, Harmo'14, Kos (Greece), Oct. 2-6, 2011.

Tinarelli, G., Mortarini L., Trini-Castelli S., Carlino G., Moussafir J., Olry C., Armand P., and Anfossi D., 2013. *Review and validation of Micro-SPRAY, a Lagrangian particle model of turbulent dispersion. Lagrangian Modeling of the Atmosphere*. Geophysical Monograph, Volume 200, AGU, pp. 311-327, May 2013.

Tinarelli G., Nibart M., Armand P., Trini Castelli S., 2016. *A sensitivity analysis for a Lagrangian particle dispersion model in emergency-response test cases*, 17th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Harmo'17, Budapest (Hungary), May 9-12, 2016.

Il controllo degli impatti odorigeni delle attività produttive

Monica Angelucci, Massimiliano Bagagli,
Massimo Baiocchi, Paolo Stranieri
ARPA Umbria

Da anni ARPA Umbria viene sollecitata dalla popolazione per valutazioni sui cattivi odori generati da attività produttive. Per tale ragione l'Agenzia ha avviato uno studio con l'obiettivo di: potenziare la capacità di intervento per la prevenzione ed i controlli, mettere prontamente a disposizione dati e informazioni desunte dal monitoraggio e promuovere l'innovazione tecnologica e sensoristica nel controllo e monitoraggio (Figura 1).

La prima attività dello studio è stata un'indagine sociologica che ha visto coinvolti alcuni cittadini dell'area circostante la sorgente scelta per lo studio. L'indagine è stata realizzata utilizzando schede cartacee che consentono al partecipante di indicare su scala oraria, nelle 24 ore e per ogni mese di studio, l'intensità dell'odore percepito (su una scala di quattro valori) e la tipologia di odore (scegliendo tra alcune descrizioni presenti nella scheda).

Per velocizzare la raccolta delle segnalazioni e renderla più dettagliata è stato utilizzato, unitamente alle schede cartacee, un sistema innovativo come un'app per *smartphone*, che permette la segnalazione in tempo reale degli eventi di disturbo.

Il partecipante scarica la APP e può in qualunque momento inviare la segnalazione, sia individuando l'intensità dell'odore percepito (su una scala di quattro valori), sia descrivendo la tipologia di odore e inserendo

l'ora di inizio e di fine dell'evento. Il sistema registra la segnalazione e la posizione dello *smartphone* visualizzandola su di una mappa *on line* in cui appare l'evento e le varie informazioni associate all'utente. L'applicazione permette poi al gestore di rielaborare le segnalazioni mediante grafici e statistiche.

L'orografia locale, la distribuzione della popolazione nell'area di studio e la numerosità di eventi di cattivo odore, pur in area scarsamente abitata, porta ad avere un numero non elevato ma sufficientemente rappresentativo di partecipanti all'indagine e, pertanto, anche di informazioni raccolte.

Questo, oltre al proposito dell'Agenzia di applicare strumentazioni e metodiche innovative, ha portato ad affiancare ai metodi tradizionali anche strumenti di indagine innovativi.

Nel corso del 2016 ARPA Umbria si è dotata di strumentazione specifica per il monitoraggio delle molestie olfattive; in particolare, sono stati acquistati due campionatori automatici, per l'effettuazione da remoto di campionamenti dell'aria da sottoporre ad analisi olfattometrica, e due "nasi elettronici", per il rilevamento in continuo degli odori immessi in un dato contesto.

I campionatori sono in grado di raccogliere campioni di aria in condizioni di temperatura umidità e flusso conformi a quanto previsto dalla norma UNI EN 13725:2004; i campioni possono così essere letti da un laboratorio di olfattometria dinamica, fornendo un'analisi del campione in termini di UOE/m³ (1 OU è la quantità di odorante che, diluita in 1 m³ di aria esente da odore, corrisponde a uno stimolo appena percettibile per l'olfatto umano). La peculiarità dello strumento è la possibilità di attivarlo da remoto tramite

sms, così da poter effettuare il campionamento pochi minuti dopo la segnalazione. L'utilizzo degli strumenti è condizionato dalla necessità di essere posizionati presso un utente che deve segnalare immediatamente l'evento di odore e dal dover effettuare le analisi del campione in tempi brevi, ben definiti dalla normativa UNI, presso laboratori posti a distanza idonea per poterli trattare nei tempi stabiliti.

Oltre al sistema di campionamento sono stati acquisiti anche strumenti che sfruttano tecniche sensostrumentali, comunemente noti con il nome di "nasi elettronici"; si tratta di sistemi multisensori in grado di effettuare analisi in continuo dell'aria ambiente (nei pressi della sorgente e/o presso specifici ricettori), utilizzabili per quantificare l'intensità dell'odore nel tempo. La complessità dell'utilizzo di questi strumenti è legata alla necessità del loro addestramento sito specifico, nonché alla difficoltà dell'analisi statistica dei

Figura 1: Strumenti di misura per il monitoraggio degli odori



Fonte: ARPA Umbria

risultati delle misure effettuate dai numerosi sensori presenti nel “naso”. Ciascun “naso” possiede oltre trenta sensori che funzionano con tecnologie differenti: sensori nano-compositi (NCA), a semiconduttore metallo-ossido (MOS), di tipo elettrochimico.

In questa fase di studio, la strumentazione è stata sperimentata con l'obiettivo di individuare gli episodi di alterazione delle condizioni dell'aria dal livello di riferimento.

I sensori installati all'interno di un naso elettronico reagiscono in modo più o meno evidente in base ai composti presenti nella miscela odorigena con cui entrano in contatto, sia essa un campione prelevato in situ e somministrato in laboratorio o l'aria ambiente che gli arriva direttamente. Alcuni sensori possono avere un'elevata reattività nei confronti di una miscela odorigena alla quale altri non reagiscono affatto.

La scelta dei sensori significativi per l'individuazione di fenomeni odorigeni rilevanti viene effettuata valutando le risposte strumentali in fase di addestramento dello strumento. Le risposte, ad intervalli di 10", sono state dapprima mediate su intervalli di 1' e poi standardizzate, andando a determinare la significatività degli scostamenti rispetto alle condizioni base del sito valutate a scala mensile (eccetto i giorni in cui sono stati effettuati anche dei campionamenti per cui sono stati fatti anche dei focus giornalieri). In questo modo sono stati calcolati in termini percentuali gli intervalli temporali per i quali i sensori indicavano valori accettabili, alterazioni dal livello base e forti alterazioni dal livello base.

In questa prima fase di utilizzo della strumentazione automatica non è stato possibile effettuare valutazioni approfondite sull'influenza delle condizioni

meteorologiche sulle risposte dei sensori, quali ad esempio direzione e velocità del vento, a causa dell'indisponibilità di dati meteorologici di buona qualità. Dal confronto delle risposte dei sensori con i dati meteo disponibili, si è evidenziato che nelle giornate di pioggia si registra un'alterazione dei sensori che potrebbe essere dovuta al riconoscimento dell'odore caratteristico della pioggia (petricore) o all'influenza dell'umidità sui sensori.

Le attività sono state poi completate con l'utilizzo di modellistica diffusionale. Le simulazioni modellistiche sono state condotte impiegando il sistema DCGIS-ADMS (*Dynamic Computation GIS - Atmospheric Dispersion Modelling System*), un modello di dispersione di inquinanti in atmosfera analitico, multi-sorgente, riportato nella “Guida ipertestuale alla scelta dei modelli di dispersione nella valutazione della qualità dell'aria” (APAT, 2001). Il modello ha come dati di *input* le analisi disponibili delle emissioni odorigene della sorgente e, per i dati meteorologici, se disponibili, quelli rilevati dalla centralina installata presso l'area studiata e, se non presenti, desunti dal *database* da modello meteorologico estrapolato nella zona studiata. L'*output* è rappresentato dalle concentrazioni orarie di odore, valutate al 98° percentile al suolo, considerando anche il DTM orografico.

Per valutare il possibile collegamento tra i monitoraggi condotti con la strumentazione in loco e le valutazioni modellistiche, sono stati fatti degli approfondimenti in alcune date in cui risultavano disponibili gli esiti delle analisi dell'olfattometria dinamica, le simulazioni modellistiche e l'andamento delle percentuali orarie dei livelli dei sensori del naso elettronico.

Nei casi studiati si sono evidenziate situazioni di

sovrapposizione dei risultati, cioè le misure del campione ed i valori dei sensori del naso elettronico sono coerenti tra loro, segnalando la presenza di odore. Tale sovrapposizione però non si verifica sempre; in particolare, le valutazioni con il modello in alcuni casi indicano ricadute in aree completamente differenti da dove era presente la strumentazione che invece ha dato campioni con livelli di odore significativo.

Tutte le valutazioni sono state fortemente influenzate dalla disponibilità dei dati meteorologici, in quanto le misure disponibili da stazione meteo non erano complete e perciò, in molti casi, si è ricorso a dati da modello meteorologico, che però localmente può fornire dati erronei.

In conclusione, lo studio ha evidenziato che in una materia come l'odore, ancora molto poco indagata, la cui misura e valutazione è molto legata alla percezione umana, la possibilità di utilizzare più strumenti (indagine sociologica, strumentazione, modellistica) fornisce informazioni integrabili che permettono un'analisi del problema più ampia, malgrado le difficoltà ancora presenti nella valutazione dei risultati delle misure della strumentazione più innovativa quale i nasi elettronici.

Rimane, infine, la difficoltà di effettuare valutazioni stringenti in assenza di una normativa nazionale unica di riferimento.

Si ringrazia per la collaborazione nelle attività le società Algebra srl e Arco Solutions srl.

Bibliografia

APAT SINANET, *Guida ipertestuale alla scelta dei modelli di dispersione nella valutazione della qualità dell'aria*, RTI CTN_ACE 4/2001 (<http://www.smr.arpa.emr.it/ctn/Home.htm>).

Qualità delle deposizioni umide in Friuli Venezia-Giulia

Pierluigi Verardo, Fulvio Stel
ARPA FVG

Una delle emergenze ambientali degli anni '70 è stata quella delle cosiddette "piogge acide", fenomeno dovuto all'incremento delle emissioni di sostanze acidificanti, in particolare allo zolfo presente nei combustibili fossili, come il carbone, il gasolio, le nafta e gli oli pesanti.

Gli ossidi di zolfo rilasciati in aria con l'umidità formavano acido solforoso e solforico, che, oltre ad abbassare il pH dell'acqua piovana, comportarono una serie di danni ambientali, soprattutto a carico della vegetazione. Per questo motivo vennero installate in tutta Italia reti di campionatori di pioggia che servivano a monitorare il fenomeno.

Dopo la messa al bando dei combustibili ad alto tenore di zolfo, la progressiva sostituzione dei combustibili da riscaldamento con il gas metano e con l'installazione di sistemi di desolforazione delle emissioni, questa emergenza ambientale si ridimensionò e di conseguenza la rete di campionatori di pioggia venne progressivamente dismessa, salvo in rari casi.

In particolare, in provincia di Pordenone vennero mantenuti due campionatori del tipo *wet & dry*, uno a Pordenone e uno a Polcenigo, che continuano a fornire dati per l'analisi chimica delle piogge.

Attualmente l'interesse non è più tanto lo studio del pH, che negli anni si è riportato a valori di neutralità, ma è lo studio della ricaduta di nutrienti, soprattutto azoto e fosforo [Marchetto *et al.*, 2014].

ARPA FVG possiede una sequenza temporale di dati per Pordenone che vanno dal 1989 al 2016, con delle lacune dovute a guasti meccanici dello strumento e alla perdita di dati a causa della mancanza dei registri cartacei o di sistemi informatici vetusti.

Tuttavia i dati a disposizione permettono delle interessanti considerazioni, soprattutto sulla quantità di azoto presente nell'acqua di pioggia, sia come nitrati che come ammoniaca.

Gli ioni di azoto disciolti nell'umidità atmosferica hanno diversa origine e provenienza: derivano da cause naturali, come l'irradiazione solare, i fulmini, la fauna e flora selvatica, e da cause antropiche, come la combustione (gas di scarico, fumi) e l'allevamento [Bonanni *et al.*, 2001]. Inoltre vengono trasportati dalle masse d'aria, per cui l'apporto locale può spiegare le deposizioni solo in parte.

Dai dati di concentrazione di azoto nelle deposizioni umide e di piovosità si può ricavare la quantità in peso di azoto, espresso come N, ricaduto per unità di superficie in un anno. Tale dato è indicativo ed è stimato sicuramente per difetto, in quanto non è possibile analizzare le deposizioni settimanali di scarsa entità.

Tuttavia la conoscenza dei chilogrammi di azoto ricaduti al suolo permette di fare delle considerazioni anche di carattere ecologico, viste le problematiche generali che questo elemento produce nell'ecosistema delle acque interne e marine.

Figura 1: Quantità di azoto in kg, espressa come N, ricaduta annualmente su un ettaro di suolo - Pluviometro di Pordenone



Fonte: ARPA FVG

Normalizzando il dato di quantità di azoto per unità di volume di pioggia è possibile seguirne l'andamento temporale.

Nel caso di Pordenone il dato sembra decrescere negli ultimi anni [Sambo, 2015].

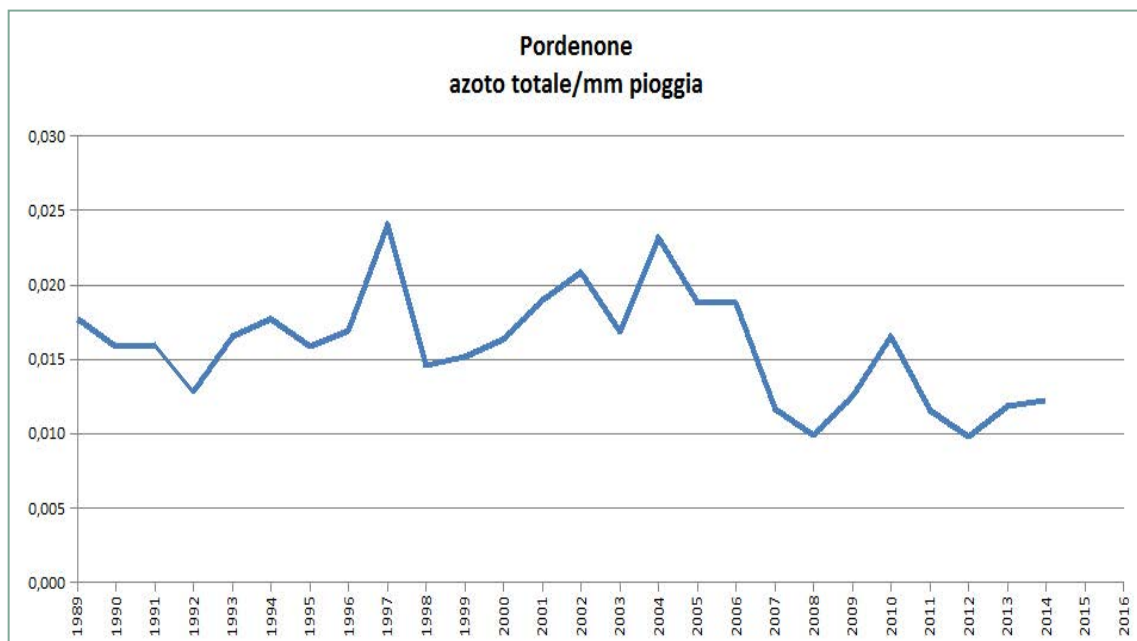
Il grafico di Figura 1 mostra le quantità di azoto derivanti da ammoniaca e nitrati ricadute su un ettaro nella pianura pordenonese.

Tale dato può essere significativo per la media pianura friulana, dove insistono la maggior parte dei centri abitati e delle attività industriali ed agricole.

I dati storici relativi ad altri territori, come la montagna, mostrano valori differenti di azoto.

Sarebbe utile posizionare dei campionatori di pioggia in altre aree climatiche regionali per avere un miglior quadro della ricaduta di nutrienti a carico del bacino scolante dell'Alto Adriatico.

Figura 2: Valore di azoto N normalizzato annualmente su unità di pioggia



Fonte: ARPA FVG

Il grafico di Figura 2 mostra un tendenziale decremento di azoto nella pioggia a partire dall'ultimo decennio. Questo dato può essere utile per monitorare l'efficacia delle politiche di contenimento e di controllo delle immissioni di azoto nell'ambiente

Bibliografia

Bonanni P., Brini S., Buffoni A., Stella G., Vialeto G., 2001. *Acidificazione ed eutrofizzazione da deposizioni atmosferiche: le mappe nazionali dei carichi critici*. Technical Report 2, Via Vitaliano Brancati, 48 - 00144 Roma.

Marchetto A., Arisci S., Tartari G., Balestrini R., Tait D., 2014. *Stato ed evoluzione temporale della composizione chimica delle deposizioni atmosferiche nelle aree forestali della rete CONECOFOR*. Forest@, 11:72-85.

Sambo M., 2015. *Caratteristiche chimiche delle precipitazioni di Pordenone nel periodo 1989 - 2014*. Tesi di laurea, Università degli Studi di Padova - Facoltà di Ingegneria.

Omogeneità spaziale della concentrazione di Benzo(a)pirene nell'area urbana di Pescara

Sergio Palermi, Sebastiano Bianco
ARTA Abruzzo

L'ottimizzazione di una rete di monitoraggio della qualità dell'aria, in relazione ad uno o più inquinanti, può determinare un sensibile risparmio di risorse. Prendendo in esame le misure di Benzo(a)pirene (BaP) effettuate nell'area urbana di Pescara nel periodo 2012-2016, sono stati testati vari strumenti di analisi statistica per verificare l'assunzione di omogeneità spaziale tra coppie di stazioni, indagando anche il ruolo dell'autocorrelazione temporale e dell'incertezza di misura.

Nel caso specifico del monitoraggio del BaP, che si misura su campioni di PM10 prelevati presso stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria, assume particolare rilievo la scelta delle stazioni, allo scopo di garantire rappresentatività in relazione all'esposizione della popolazione e alla tipologia di sorgenti prevalenti, evitando ridondanza di informazione.

Il BaP, identificato dallo IARC (*International Agency for Research on Cancer*) come cancerogeno di gruppo I (IARC, 2009), appartiene agli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), classe di composti che si generano nella combustione incompleta di materia organica, di cui viene considerato come *marker* rappresentativo. Si trova adsorbito sul particolato atmosferico, in particolare sulla frazione fine (PM2,5), che ne costituisce il *carrier* per l'ingresso nelle vie respiratorie. Fino a pochi anni fa, la principale fonte di IPA, in ambiente urbano, era costituita dal traffico veicolare. Di recente,

a seguito dell'incremento dell'utilizzo di biomasse per il riscaldamento domestico, anche quest'ultimo sta assumendo un ruolo importante come sorgente di questa classe di inquinanti.

Nella città di Pescara, misurazioni sistematiche della concentrazione in aria di BaP sono state avviate da ARTA a partire dal secondo semestre 2012. Finora si è sempre riscontrato il rispetto del valore obiettivo di 1,0 ng/m³, stabilito dal D.Lgs. 155/2010. L'attività di monitoraggio, nella sua fase iniziale (2012-2014) ha coinvolto una stazione di tipo Traffico Urbano (TU) e una di tipo Fondo Urbano (FU). La stazione FU, denominata "Teatro", è posta in un parco pubblico, lontano da strade e altre fonti di inquinamento, mentre la stazione TU, denominata "Firenze", è posizionata in una piccola area verde nella zona centrale della città. Nel successivo biennio (2015-2016), la stazione FU è stata sostituita da un'altra stazione TU ("Sacco"), situata in un'area più lontana dal centro, alla periferia ovest dell'area urbana, non lontana dall'area industriale che si sviluppa nella valle fluviale in direzione di Chieti (Figura 1).

Il cambio di stazione è stato determinato dall'analisi statistica dei dati rilevati nel primo biennio. L'apparente uniformità dei valori misurati nelle due stazioni indusse alla verifica dell'ipotesi di omogeneità spaziale, utilizzando un approccio statistico graduale, con l'obiettivo di verificare se sussistesse ridondanza nella misura dell'inquinante su entrambe le stazioni, nonostante la diversa classificazione. In sede di analisi esplorativa dei dati, ci si è basati sulle indicazioni reperibili in letteratura [Biggeri *et al.* 2003], calcolando vari indici statistici utili a verificare la validità dell'assunzione di omogeneità spaziale. In seconda istanza, si è scelto di effettuare test statistici sulla significatività della differenza tra le medie delle due

Figura 1: Area urbana di Pescara, con la posizione delle tre stazioni di monitoraggio citate nel testo (F=Firenze, S=Sacco, T=Teatro)



Fonte: Google Maps

serie temporali, cercando di valutare anche il ruolo dell'autocorrelazione e dell'incertezza di misura.

Nella fase esplorativa, gli indici presi in considerazione sono i seguenti [Palermi *et al.*, 2016]:

- coefficiente di *Pearson*, una misura della correlazione lineare tra le due serie di dati giornalieri di BaP (misura di omogeneità temporale);
- coefficiente di *Lin*, che esprime il grado di concordanza lineare tra le due serie di dati, combinando i concetti di precisione e di accuratezza;
- indice di *Oldham*: coefficiente di *Pearson* tra due variabili costituite dalla differenza (D) tra le coppie

di dati giornalieri e dalla loro media (M); consente di verificare se esiste un effetto di proporzionalità tra D e M, ovvero una differenza significativa tra le varianze delle due serie (la serie di dati con varianza maggiore è caratterizzata da oscillazioni più accentuate nei valori misurati);

- coefficiente di divergenza o COD, un COD pari a zero segnala una perfetta omogeneità tra due stazioni, mentre valori prossimi a 1 implicano massima eterogeneità.

A fronte di una differenza media tra le concentrazioni misurate nelle due stazioni prossima allo zero nel semestre estivo, e pari a circa $0,1 \text{ ng/m}^3$ nel

semestre invernale (si registrano valori mediamente più alti presso la stazione di FU Teatro rispetto a quella TU Firenze), il calcolo dei suddetti indici per il periodo 2012-2014 ha evidenziato un ottimo grado di correlazione e di concordanza tra le due serie di dati, in misura maggiore nel periodo invernale rispetto a quello estivo. Le misure fornite dalle due stazioni risulterebbero, pertanto, sostanzialmente omogenee, sia temporalmente che spazialmente, evidenziando peraltro come l'omogeneità si realizzi con maggiore chiarezza nel periodo invernale. L'indice di *Oldham* mette in ulteriore evidenza le differenze tra i due semestri; nel solo semestre invernale, infatti, emerge una discreta correlazione, che segnala una certa tendenza all'incremento delle differenze tra i valori misurati nelle due stazioni (Teatro registra valori più alti) nelle giornate in cui le concentrazioni dell'inquinante sono più elevate.

Questo approccio al problema dell'omogeneità spaziale risente della carenza di valori soglia utili a discriminare tra situazioni di omogeneità e disomogeneità. Un approccio complementare prevede l'applicazione di test sulla significatività della differenza riscontrata tra i valori medi di BaP nel semestre invernale. L'elevato grado di omogeneità temporale, evidenziato dall'indice di *Pearson*, implica che una parte della variabilità delle due serie temporali sia comune ad entrambe e che pertanto si annulli quando si considera la serie differenza tra le due.

La componente comune della variabilità è quella specificamente legata alle condizioni ambientali su scala intraurbana, sia meteorologiche che inerenti al contesto emissivo. La componente residua è legata all'incertezza di misura e a variazioni locali delle condizioni ambientali.

Il test prescelto (*t-test*, anche nella sua versione non parametrica, nota come test di *Wilcoxon* dei ranghi) ha come oggetto la significatività (rispetto al valore nullo) della media della serie "differenza" tra le due serie di misure giornaliere di BaP. È interessante notare che il test evidenzia significatività statistica ($p < 0,05$) nel solo semestre invernale, che la diagnostica basata sugli indici visti in precedenza qualificava come caratterizzato da maggiore omogeneità rispetto al semestre estivo.

Successivi approfondimenti hanno riguardato il ruolo dell'autocorrelazione temporale e dell'incertezza di misura, fattori potenzialmente in grado di inficiare la significatività del *t-test*. Per quanto concerne il primo aspetto, è noto che misure sperimentali di variabili ambientali, in particolare quelle influenzate da fenomeni atmosferici, spesso non soddisfano il requisito dell'indipendenza [Wilks, 2011]. Nel caso in esame, le medie da testare sono medie temporali e fenomeni di persistenza meteorologica inducono autocorrelazione nelle due serie temporali e, dunque, nella serie differenza che ne deriva (per quanto in misura ridotta, dato che buona parte della struttura temporale è comune alle due serie e dunque viene rimossa dall'operazione di differenza tra dati accoppiati). La conseguenza è un aumento dell'errore *standard* della media campionaria rispetto al valore fornito dallo stimatore classico, influenzando, in definitiva, l'esito del *t-test*. In sintesi, si può affermare che, sebbene non sia possibile, con i dati a disposizione, una stima diretta del valore dell'indice di autocorrelazione della serie differenza su periodi temporali superiori al mese, i valori calcolati per i singoli mesi a disposizione non sembrano sufficientemente elevati per inficiare la significatività dei risultati del *t-test*.

L'incertezza di misura (in particolare la componente non *random*), valutata secondo la norma ISO 11222 (ISO, 2002), risulta potenzialmente in grado di annullare la significatività dello scarto rilevato (per approfondimenti, vedi Palermi *et al.*, 2016). Rimane, tuttavia, da effettuare un'analisi approfondita sulle componenti dell'incertezza, nonché sul ruolo della covarianza tra le incertezze delle due misurazioni contestuali.

Diversamente da quanto rilevato per la coppia di stazioni del primo biennio, i valori degli indici calcolati sui dati BaP 2015-16 mostrano chiaramente che le due stazioni interessate (Sacco e Teatro) sono piuttosto eterogenee, con la prima caratterizzata da valori di BaP nettamente più elevati nel semestre invernale (media invernale sul biennio 2,1 vs. 1,3 ng/m³) [Di Tommaso *et al.*, 2017].

In conclusione, un'accurata ricognizione statistica dei dati misurati nel primo biennio di monitoraggio del BaP nella città di Pescara ha consentito di ottimizzare la scelta dei punti di campionamento, a maggiore garanzia di rappresentatività in riferimento all'esposizione della popolazione e alla distribuzione spaziale delle fonti emissive.

Bibliografia

Biggeri A., Baccini M., Accetta G., Bellini A., Grechi D., 2003. *Valutazione di qualità delle misure di concentrazione degli inquinanti atmosferici nello studio dell'effetto a breve termine dell'inquinamento sulla salute*. *Epidemiologia e Prevenzione* 27(6):365-75.

Di Tommaso S., Colangeli C., Salini A., Bianco S., Palermi S., 2017. *Rapporto sulla qualità dell'aria della città di Pescara, anno 2016*. Arta Abruzzo.

http://www.arta.abruzzo.it/download/publicazioni/20170512_relaz_qual_aria_pe_2016.pdf

IARC, 2009. *A review of human carcinogens. Part F: Chemical agents and related occupations*. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. ISBN 978 92 832 1323 9.

International Standard Organization, 2002. *ISO 11222 - Air Quality - Determination of the Uncertainty of the Time Average of Air Quality Measurements*.

Palermi S., Polidoro M., Di Tommaso S., Colangeli C., Bianco S., 2016. *Omogeneità spaziale delle concentrazioni di Benzo(a)Pirene misurate presso due stazioni nell'area urbana di Pescara*. *Bollettino degli Esperti Ambientali*, 2016/3, pagg. 45-58.

Wilks D., 2011. *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. Academic Press, 676 p., 3rd edition.

Criticità PM10 e potenziali correlazioni con le emissioni degli impianti di riscaldamento. Campagna di monitoraggio atmosferico per la valutazione dello stato della qualità dell'aria nel territorio comunale di S. Gavino Monreale - Anno 2016

Alessandro Serci
ARPA Sardegna

L'inquinamento da PM10 e le criticità che si registrano nel territorio comunale di S. Gavino Monreale, piccolo centro del Campidano di 8.736 abitanti, in cui risiedono attività prevalenti di tipo agricolo in coesistenza con un impianto industriale per la produzione di piombo e sottoprodotti come l'oro e l'argento, sono l'oggetto di questa relazione.

Il monitoraggio del territorio di S. Gavino Monreale è cominciato nel 2001, per la valutazione delle ricadute dovute alle attività industriali presenti, con l'installazione di due stazioni ubicate in aree periferiche dell'area urbana. Successivamente, nel periodo 2010-2011, a seguito di lavori di adeguamento della rete regionale, queste stazioni sono state dismesse, ed è stata installata una stazione urbana di fondo, maggiormente rappresentativa del centro urbano, che ha rilevato immediatamente una particolare criticità in relazione all'inquinante PM10, peraltro mai emersa nel monitoraggio precedente.

Qualità dell'aria nel periodo 2011-2015 - La nuova postazione di misura, denominata CENSG3, ubicata presso il giardino di una struttura scolastica, è rappresentativa di una situazione locale particolarmente critica per il PM10, perché da

quando è stata installata, il 09/06/2010, evidenzia valori di PM10 molto elevati, soprattutto nel periodo invernale. Nel periodo 2011-2015, la stazione di misura ha registrato vari superamenti dei limiti normativi, eccedendo sia nel numero massimo di superamenti consentito per il PM10, sia della media annuale per il benzo(a)pirene. In particolare, per il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana per il PM10 (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sulla media giornaliera da non superare più di 35 volte in un anno civile) sono stati registrati: 60 superamenti nel 2011, 61 nel 2012, 62 nel 2013, 66 nel 2014 e 67 nel 2015. Per il valore obiettivo annuale del benzo(a)pirene (1,0 ng/m^3 sulla media annuale), sono stati rilevati: 1,8 ng/m^3 nel 2012 e 2,1 ng/m^3 nel 2013.

In generale, l'analisi dei dati di monitoraggio denota una forte stagionalità del fenomeno con una tendenza ad avere valori elevati di PM10 nel periodo invernale, a causa delle concomitanti e decisive emissioni derivanti dai vari sistemi di riscaldamento domestici associate a fenomeni meteo-climatici caratteristici del periodo che ne aggravano l'effetto. Questa considerazione è rafforzata dal fatto che, nonostante l'attività principale dell'area industriale (Portovesme Srl - produzione e raffinazione di piombo, zinco, argento, rame, e oro) sia stata interrotta da giugno 2009 a febbraio 2013, i superamenti di PM10 non hanno manifestato nessuna importante variazione nel periodo 2011-2015, con superamenti elevati e stabili sul lungo periodo e distribuiti ogni anno, nel periodo invernale, nei 5 mesi da gennaio a marzo e da novembre a dicembre.

In questo contesto, il contributo che potrebbe essere attribuito alle attività industriali, che incide sicuramente nell'elevare i valori di fondo annuali di PM10, è evidenziato dal modesto incremento dei superamenti

(si passa da 60 superamenti del 2011 ai 67 del 2015) e dall'aumento significativo delle medie annuali (da 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ del 2011 a 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ del 2015).

In analogia e coerenza con l'andamento del PM10, il comportamento del PM2,5, del benzo(a)pirene nella frazione PM10 e, più in generale, degli IPA che caratterizzano in maniera specifica le emissioni da combustione, evidenzia una tendenza ad avere medie mensili elevate nel periodo invernale. Il monitoraggio dell'area del Campidano mostra quindi una qualità dell'aria particolarmente critica per i PM10, il PM2,5 e il benzo(a)pirene, con un forte carattere stagionale invernale, nel centro urbano di S. Gavino Monreale.

Censimento fonti di emissione - Sulla base del censimento regionale delle fonti emissive (disponibile nel S.I.R.A. - Sistema Informativo Regionale Ambientale), è stata approfondita la correlazione fra gli inquinati sopra citati e le fonti che risultano contribuire fortemente alla loro emissione, con particolare riferimento alle attività di combustione presenti nel territorio. Dai risultati del censimento 2010 appare evidente che i diversi sistemi di riscaldamento domestici sono responsabili del 52% di emissioni di PM10, del 76% di PM2,5 e dell'85% di benzo(a)pirene, mentre in misura decisamente inferiore incidono le altre emissioni provenienti dalla gestione degli allevamenti o dall'uso del suolo agricolo, come la combustione delle stoppie.

È bene precisare che il censimento 2010 non contempla le emissioni annuali relative all'attività industriale della Portovesme Srl, in quanto non era in funzione in quel periodo. Nonostante ciò, sulla base dei dati e delle informazioni pregresse dell'impianto (periodo 2004-2006), possiamo valutare attualmente

(periodo 2013-2015) emissioni annuali di circa 11,7 Mg/anno di polveri totali sospese PTS, con una sovrastima mensile, ripartita su 12 mesi, di 0,98 Mg/mese di PM10, da confrontarsi con un'emissione annuale complessiva risultante dai sistemi di riscaldamento domestici di 31,64 Mg/anno di PM10, con una stima mensile, ripartita su 5 mesi di esercizio degli impianti, di 6,33 Mg/mese di PM10. Le emissioni industriali sono quindi importanti, ma non prioritarie nel periodo invernale, e comunque incidono sull'aumento dell'inquinamento di fondo con aumento delle medie e dei superamenti annuali di PM10 negli anni 2014 e 2015.

Invece, in ambito locale, i sistemi di riscaldamento sono spesso obsoleti (caminetti a soglia aperta, stufe, o vecchi impianti a gasolio) e non garantiscono, in misura variabile a seconda della tipologia, un'efficace combustione con elevati rendimenti e quindi con un ridotto e sostenibile inquinamento atmosferico. Questi impianti termici mostrano elevate emissioni di polveri, tali da compromettere la qualità dell'aria anche quando il loro contributo sia numericamente minoritario.

Simulazioni sulla dispersione del PM10 - La criticità PM10 è stata quindi analizzata attraverso modelli di simulazione per lo studio del trasporto, della dispersione e della trasformazione delle particelle sospese con diametro inferiore a 10 micrometri (PM10), basate sulle emissioni contenute nell'inventario regionale del 2010, allo scopo di valutare l'estensione della diffusione delle suddette sostanze oltre il territorio in esame.

Gli studi di interesse, elaborati nel progetto R.A.S. "PO FESR 2007-2013 - Aggiornamento della Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria e delle Emissioni in Atmosfera", valutano la concentrazione media annuale calcolata per il PM10, definito come PM10 totale, e della

frazione di questo inquinante dovuta unicamente alle attività umane, definita PM10 antropico, allo scopo di differenziare e valutare la componente antropica rispetto a quella naturale.

Il territorio regionale risente di maggiore inquinamento nei maggiori centri urbani e lungo le principali arterie di traffico. Questo è dovuto in larga parte alla maggiore densità di popolazione rispetto ad altre aree della regione e alla presenza di impianti industriali.

Per il PM10 antropico si nota come le maggiori concentrazioni stimate si trovino sulla scia diffusiva di sorgenti ad elevata emissione, come i porti, le strade ed i principali impianti puntuali.

Per quanto riguarda il PM10 antropico, non si osserva una particolare criticità per questo inquinante, il modello infatti non presenta nessun superamento degli indici legislativi (D.Lgs. 155/2010), anche se è evidente un impatto maggiore in tutta la zona del Campidano, comprese le zone di Cagliari e Oristano.

Il PM10 totale, con il quale è stato effettuato il confronto con i dati misurati dalle centraline, con risultati ottimali, presenta invece numerosi superamenti, anche del valore limite, soprattutto in aree a scarsa densità di popolazione.

Questo comportamento deriva direttamente dal modulo interno al modello utilizzato che si occupa della parte di emissioni di polvere da erosione e da sale marino (che dipende dal grado di umidità delle superfici erose e dalla velocità media del vento); se si confrontano infatti le medie annuali di PM10 totale con le informazioni sui venti e sull'uso del suolo, si può notare come le maggiori concentrazioni, e la maggiore densità geografica di superamenti degli indici legislativi (D.Lgs. 155/2010), si riscontrano in aree adibite in prevalenza a coltivazione e/o pascolo e in quelle

dove si riscontrano velocità medie dei venti maggiori (come le zone di Gallura, Logudoro e Campidano). Al di là dei limiti intrinseci alla modalità di simulazione di erosione del suolo del modello, potrebbe essere quindi di interesse eseguire misurazioni dell'inquinante PM10 nelle suddette zone, relativamente alle aree coltivate e/o adibite a pascolo.

In conclusione si evidenzia che, in relazione al PM10, si assiste ad una potenziale criticità diffusa, con valori di fondo elevati, che si estende da Cagliari, per tutto il Campidano, fino ad Oristano, per proseguire poi nel Nord Sardegna, con una netta prevalenza del PM10 antropico nel Sud-Ovest dell'isola, zone industriali comprese. Pertanto il fenomeno legato alla criticità PM10 coinvolge potenzialmente non solo il comune di San Gavino Monreale, che rappresenta la punta dell'*iceberg*, ma anche porzioni più estese del territorio della Sardegna, compresi i comuni limitrofi a quello in esame.

Campagna di monitoraggio col laboratorio mobile

- Sebbene i valori elevati di PM10 siano riconducibili all'utilizzo dei sistemi di riscaldamento piuttosto che alle attività industriali, il posizionamento della stazione è sotto osservazione per verificare se si tratta di un punto di inquinamento particolarmente elevato (*hot spot*), cioè che differisce dai criteri previsti dalla normativa vigente (in termini di distanze dalle fonti emissive) tale da non essere rappresentativa dell'inquinamento medio dell'area. Pertanto, nel corso del 2016, è stata avviata una campagna, con l'ausilio di un laboratorio mobile, per le verifiche opportune.

Da una prima analisi dei dati statistici emerge immediatamente che la criticità è elevata nelle postazioni ubicate nel centro abitato, con dati

confrontabili e correlati tra il laboratorio mobile e la stazione fissa, mentre risulta decisamente contenuta nelle postazioni periferiche: infatti non ci sono significative differenze per quanto riguarda i superamenti di PM10 rilevati nelle postazioni urbane, mentre per le postazioni periferiche non si evidenziano superamenti rispetto alla stazione fissa.

Coerentemente con i dati di PM10, la concentrazione di metalli e benzo(a)pirene manifestano valori più elevati nelle postazioni ubicate nel centro abitato, rispetto a quelle periferiche. Nel complesso è rilevante le concentrazioni di benzo(a)pirene riscontrata nel centro del paese, col valore di $3,3 \text{ ng/m}^3$ da confrontarsi con un riferimento normativo annuale di $1,0 \text{ ng/m}^3$.

In conclusione possiamo affermare che: il posizionamento della stazione CENSG3 è rappresentativo del fondo urbano comunale e non si tratta di un punto di inquinamento particolarmente elevato (*hot spot*); i dati di PM10, misurati dalla stazione, sono correlati e mediamente paragonabili, anche come numero di superamenti, rispetto ai valori riscontrati nelle postazioni di misura registrati nel centro urbano col laboratorio mobile; il monitoraggio ha evidenziato, nel periodo invernale, un inquinamento diffuso e omogeneo da PM10, generato dai sistemi di riscaldamento domestici, in tutto il centro abitato, con una drastica riduzione dei valori nelle zone periferiche.

5. CLIMA

Indicatori del caldo negli scenari futuri

Renata Pelosini, Simona Barbarino,
Mariaelena Nicoletta, Nicola Loglisci, Barbara Cagnazzi
ARPA Piemonte

Il cambiamento climatico è una delle più grandi minacce del nostro millennio: la temperatura media globale a fine secolo potrebbe aumentare fino a 4-5 °C, se non si interviene efficacemente, e fronteggiare gli impatti conseguenti rappresenta una sfida di dimensioni globali. Nell'ultimo rapporto dell'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) [IPCC, 2013], si evidenzia come i cambiamenti del clima, soprattutto negli ultimi cinquant'anni, abbiano riguardato non solo i valori medi, ma anche gli estremi climatici, che si stanno intensificando e modificando in frequenza, determinando gravi conseguenze sull'ambiente, sulla salute, sulle attività economiche e in generale sulla società. L'IPCC, nello stesso rapporto, ha anche definito quattro possibili scenari futuri, i *Representative Concentration Pathways* (RCP), basati sugli andamenti della concentrazione dei gas serra nel corso del XXI secolo, includendo le politiche di mitigazione che saranno adottate. Sulla base di questi scenari, è possibile produrre stime modellistiche sull'andamento dei parametri climatici.

In questo lavoro sono stati considerati due scenari: RCP4.5 (uno scenario di stabilizzazione, di livello medio-basso, nel quale entro il 2070 le emissioni di CO₂ scendono al di sotto dei livelli attuali e la concentrazione si stabilizza entro fine secolo a circa il doppio dei livelli pre-industriali, scenario che implica l'adozione di politiche di mitigazione più stringenti di quelle attuali) che corrisponde ad un incremento di 4.5

del *forcing* radiativo dovuto ai gas serra e RCP8.5 (uno scenario caratterizzato da emissioni molto elevate, nel quale entro il 2100 le concentrazioni di CO₂ sono attese triplicare o quadruplicare rispetto ai livelli preindustriali, scenario che potrebbe verificarsi se le emissioni continuassero con il *trend* attuale), che corrisponde ad un incremento di 8.5 del *forcing* radiativo. Le proiezioni future indicano che, anche con le migliori azioni di riduzione delle emissioni, il riscaldamento globale è destinato ad aumentare.

Nello scenario RCP4.5 è più probabile che improbabile che l'innalzamento della temperatura media globale superi di 2°C entro la fine del XXI secolo quella del periodo pre-industriale; nello scenario RCP8.5 è probabile che superi i 2°C. Naturalmente la distribuzione di questo riscaldamento varia nelle diverse aree geografiche.

Per valutare quale sarà l'andamento del clima a scala regionale nel corso del XXI secolo, vengono utilizzati modelli climatici, che rappresentano i processi atmosferici in un contesto emissivo differente e sono in grado di effettuare proiezioni locali dei parametri meteorologici. Nel lavoro sono stati considerati gli scenari climatici ottenuti con il modello COSMO-CLM ad alta risoluzione spaziale (circa 8 km) messi a disposizione dal CMCC (Centro Euromediterraneo per i Cambiamenti Climatici) nell'ambito del Piano Nazionale di Adattamento, in fase di predisposizione da parte del Ministero dell'Ambiente.

Gli scenari sono stati utilizzati per la stima delle variabili meteorologiche sull'area urbana di Torino dopo aver effettuato una correzione di bias per eliminare errori sistematici evidenti nel periodo di controllo, ossia nel periodo in cui il modello simula il clima passato ed è

possibile un confronto diretto con i dati osservati. Con l'utilizzo di questi dati è stato possibile valutare quantitativamente l'effetto del cambiamento climatico su uno dei fenomeni estremi, le ondate di calore, che sono attese con frequenza sempre maggiore e che, anche secondo la *World Meteorological Organization* (WMO) e la *World Health Organization* (WHO), rappresentano uno degli impatti attesi con maggiore probabilità in relazione alla salute della popolazione; con questo termine viene indicato un periodo di tempo, di durata minima di tre giorni, in cui si verifica una situazione di caldo intenso, dove la temperatura è più alta della media e le condizioni di umidità determinano condizioni di forte disagio fisico. Sebbene non esista una definizione quantitativa univoca dell'ondata di calore, le due organizzazioni mondiali [WMO-WHO, 2015] hanno proposto alcuni indicatori per la loro valutazione, dove la disponibilità delle variabili meteorologiche è limitata nella tipologia e nella frequenza temporale.

Dopo analisi accurate delle potenzialità degli indici sulla città di Torino, è stato riscontrato che l'indice *Excess Heat Factor* (EHF) è quello che meglio riesce a discriminare le situazioni di forte disagio (analisi effettuata attraverso le distribuzioni degli indici biometeorologici più comuni come *Humidex*, *Discomfort Index* e Temperatura apparente). Inoltre l'indice EHF rappresenta in modo sufficientemente adeguato la correlazione con l'eccesso di mortalità osservato, che può essere utilizzato anche come proxy per l'impatto sull'eccesso di mortalità attesa a causa delle ondate di calore.

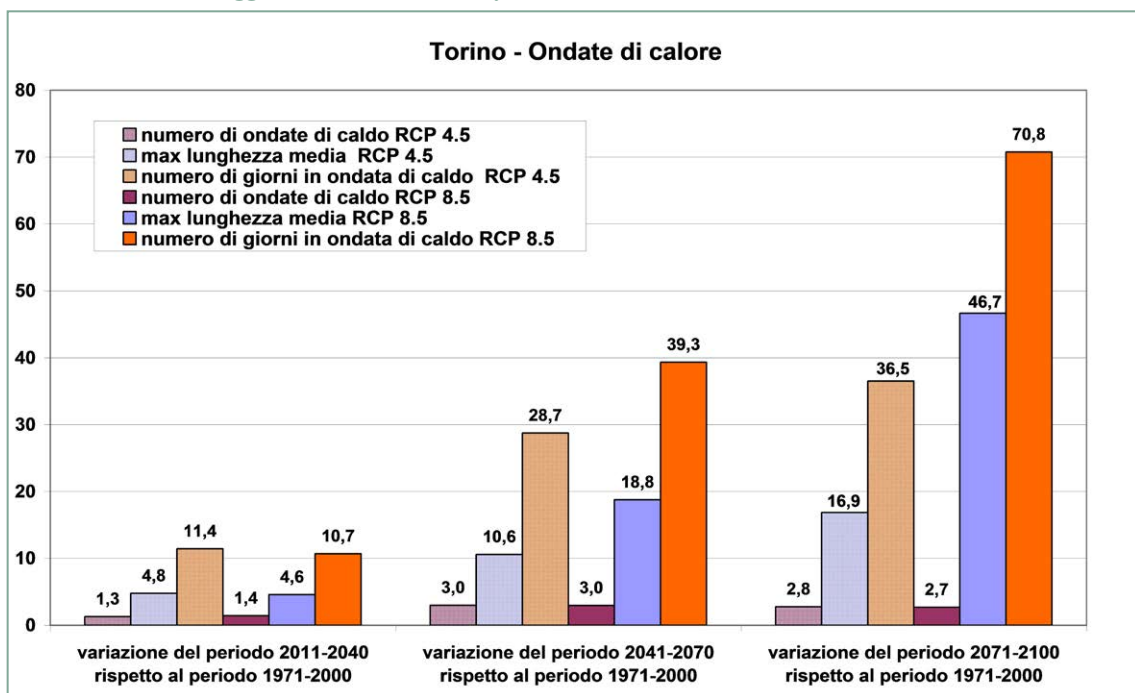
L'EHF combina una misura del calore in eccesso (ossia la deviazione della temperatura media del periodo dal 95° percentile della distribuzione del

periodo di riferimento 1971-2000) con un fattore di acclimatazione nel breve periodo (ossia la deviazione della temperatura media da quella dei precedenti 30 giorni). L'utilizzo della temperatura media, piuttosto che la massima giornaliera, incorpora indirettamente l'effetto dell'umidità sulla tolleranza indiretta al calore. L'indice EHF è stato utilizzato per valutare il numero delle ondate di caldo, la massima lunghezza, il numero di giorni caratterizzati da ondata di calore, sia nel passato, sia negli scenari RCP 4.5 e RCP 8.5. In particolare è stata analizzata la variazione negli intervalli temporali di 30 anni (2011-2040, 2041-2070, 2071-2100) rispetto al periodo di controllo (1971-2000). In entrambi gli scenari analizzati si riscontra un evidente incremento delle ondate di calore, soprattutto in termini di frequenza e durata (Figura 1).

Nello scenario RCP4.5 si stima che il numero delle ondate di caldo raddoppi nel primo intervallo di tempo, 2011-2040, e quadruplichi nel secondo intervallo, 2041-2070, mentre rimanga stazionario nell'ultimo trentennio, in coerenza con questo scenario che prevede la stabilizzazione della CO₂ in atmosfera a partire dalla seconda metà del secolo. La lunghezza massima delle ondate invece aumenta in modo proporzionale in tutti e 3 i periodi, passando da 4,8 giorni nel periodo di controllo a 16,9 a fine secolo. Per quanto riguarda il numero di giorni caratterizzati da ondata di calore, vediamo che questi triplicano nel periodo 2011-2040 rispetto al periodo di controllo, raddoppiano ancora nel periodo 2041-2070, per poi aumentare ancora nell'ultimo intervallo, anche se in misura minore, arrivando a fine secolo a circa +36 giorni in ondata di calore rispetto agli attuali.

Nello scenario RCP8.5 si stima che il numero delle

Figura 1: Variazione del numero delle ondate di caldo, della massima lunghezza media e del numero di giorni in ondata di caldo in tre periodi di trenta anni ciascuno rispetto al periodo 1971-2000, per gli scenari RCP 4.5 (barre tratteggiate) e RCP 8.5 (barre piene)



Fonte: Elaborazione ARPA Piemonte

ondate di caldo quasi triplichi nel primo periodo 2011-2040 e quadruplichi nel 2041-2070; anche in questo caso, nell'ultimo trentennio il valore rimane pressoché stazionario. La lunghezza massima delle ondate raddoppia nel primo periodo 2011-2040, passando da 4,9 giorni a 9,5, mentre aumenta in modo molto significativo nei due periodi successivi, passando a 23,7 giorni nel periodo 2041-2070 a 51,6 giorni a fine secolo. Il numero di giorni caratterizzati da ondata di calore più che triplicano nel periodo 2011-2040 rispetto al periodo di controllo e continuano in seguito ad aumentare per

arrivare a 74,7 giorni a fine secolo.

Questo significa che circa metà dei giorni del periodo considerato (15 maggio-15 settembre) saranno caratterizzati da ondata di calore.

Questa stima quantitativa dell'aumento del fenomeno negli scenari futuri consente di valutare gli impatti non solo sulla salute, ma anche sui consumi energetici, sulle condizioni di potenziale siccità, spesso associata alle ondate di calore, ma anche sull'aumento del rischio di incendi, sulle problematiche connesse per

gli ecosistemi fluviali, per i processi industriali che utilizzano l'acqua, primo fra tutti il settore energetico e, non da ultimo, evidenziare le generali condizioni di disagio in cui si troverà la popolazione delle aree urbane.

I risultati ottenuti danno conto dell'urgenza di pianificare, da subito, azioni strutturali e non per la mitigazione del cambiamento climatico, per evitare scenari peggiori. Nello stesso tempo, considerando gli effetti del cambiamento già in atto, è necessario applicare misure di adattamento che limitino gli impatti negativi del cambiamento climatico nelle aree urbane, salvaguardando la salute e il benessere della popolazione e rendendo le città più resilienti e attrattive.

Bibliografia

IPCC, 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, doi:10.1017/CBO9781107415324.

World Meteorological Organization (WMO), World Health Organization (WHO), 2015. *Heatwaves and health: guidance on warning-system development*. WMO-No. 1142.

6. QUALITÀ DELLE ACQUE SUPERFICIALI, FLUVIALI E LACUSTRI

Tratti tassonomici e morfo-funzionali delle comunità fitoplanctoniche per la valutazione dello stato di qualità ambientale in sei invasi pugliesi (Ecoregione Mediterranea)

Maria Rosaria Vadrucchi, Enrico Barbone,
Nicola Ungaro, Antonella Romano, Roberto Bucci
ARPA Puglia

Gli invasi sono ecosistemi artificiali soggetti a procedure di gestione finalizzate a rendere più efficienti i servizi che essi offrono quali: l'approvvigionamento idrico, la produzione di energia idroelettrica, l'allevamento di pesci, la protezione dalle inondazioni e gli usi ricreativi.

Gli invasi dell'Ecoregione Mediterranea hanno la particolarità di essere soggetti, in relazione alle caratteristiche climatiche dell'area, a forti variazioni stagionali del livello idrico [Naselli-Flores e Barone 2005]. L'effetto cumulato determinato dall'origine antropica, dalle differenti procedure di gestione e dal clima potrebbero precludere, in questi ambienti, il raggiungimento di una condizione ambientale simile a quella di un sistema incontaminato.

Proprio perché fortemente condizionati dalla loro non naturalità, nella Direttiva Quadro sulle Acque (*Water Framework Directive*, 2000/60/EC) gli invasi sono inclusi nella categoria dei Corpi Idrici Fortemente Modificati (CIFM) per i quali non è previsto il raggiungimento di uno specifico "stato ecologico" (come per i CI naturali), bensì di un "potenziale ecologico", il cui valore non potrà mai essere superiore al "Buono", in quanto lo stato "Elevato" viene escluso a priori. Sia lo stato ecologico che il potenziale ecologico sono misurati utilizzando un Rapporto di Qualità Ecologica (RQE) [Poikane *et al.*, 2015].

Per la stima dello stato di qualità degli invasi il D.Lgs. n. 152/06, che recepisce in Italia la WFD, prevede l'utilizzo del solo fitoplancton come elemento di qualità biologica (EQB). Le comunità fitoplanctoniche, infatti, avendo cicli vitali estremamente brevi, rispondono rapidamente ai cambiamenti delle variabili ambientali (i.e. concentrazione di nutrienti) attraverso rapide alterazioni delle loro abbondanze cellulari e della struttura delle comunità [Reynolds, 2006].

In Italia sono stati implementati due metodi di classificazione dello stato di qualità (DM 260/10): l'IPAM (Metodo italiano di valutazione del fitoplancton) e il NITMED (Nuovo metodo italiano). Il primo metodo viene applicato agli invasi dei Macrotipi I2, I3 e I4 mentre il secondo è specifico per gli invasi mediterranei con profondità superiore ai 15 m (Macrotipo I1). Per entrambi, lo stato di qualità viene definito dal contributo di due distinti indici:

1. indice medio di biomassa;
2. indice medio di composizione.

L'indice medio di biomassa viene calcolato sulla base dei valori medi annuali di clorofilla *a* e di biovolume mentre l'indice medio di composizione si ottiene applicando, sempre come media annuale, il *Phytoplankton Trophic Index* (PTI) che si distingue in PTIlot [Buzzi *et al.*, 2013] per i Macrotipi I2, I3 e I4 e MedPTI [Marchetto *et al.*, 2013] per il Macrotipo I1. Per quest'ultimo (MedPTI), nel calcolo dell'indice di composizione, viene inclusa anche la percentuale di cianobatteri tipici di acque eutrofe.

Entrambi gli indici (PTIlot e MedPTI) definiscono i criteri per la classificazione tenendo conto solo della composizione tassonomica delle comunità fitoplanctoniche. Tuttavia è noto che essa non sempre risulta essere lo strumento più idoneo per

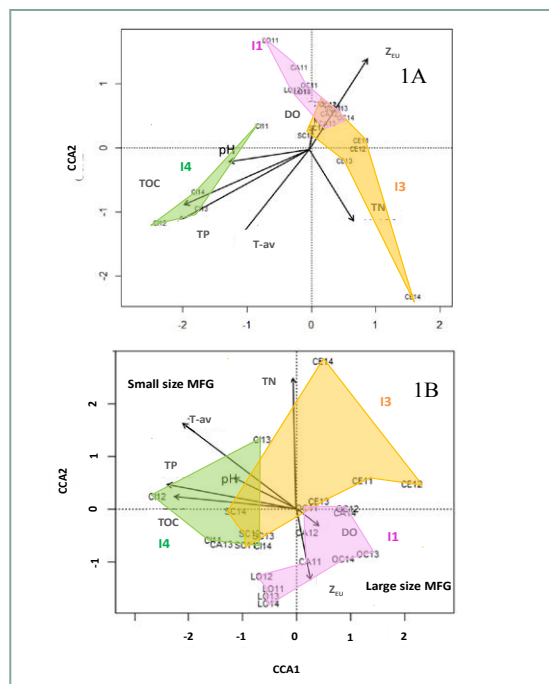
comprenderne il ruolo nel funzionamento degli ecosistemi [Edwards *et al.*, 2013]. Infatti alcuni studi [Predojević *et al.*, 2015] ritengono che l'ampia variabilità inter e intra-ecosistemica osservata nelle popolazioni fitoplanctoniche potrebbe essere meglio spiegata attraverso la variabilità di specifici tratti morfo-funzionali, selezionati in risposta all'eterogeneità spaziale e temporale delle diverse tipologie di ecosistemi acquatici. Tra i tratti morfo-funzionali rilevanti degli organismi fitoplanctonici si possono includere la taglia, la forma, la presenza di flagelli, la capacità di formare colonie e di fissare l'azoto atmosferico [Naselli-Flores, 2013].

Lo scopo di questo studio, i cui risultati per esteso sono stati pubblicati in un articolo sulla rivista *Journal of Plankton Research* [Vadrucci *et al.*, 2017], è stato quello di confrontare lo stato di qualità ambientale e la struttura delle comunità fitoplanctoniche in sei invasi dell'Ecoregione Mediterranea, valutando sia il contributo della componente tassonomica che quello della componente morfo-funzionale [Salmaso e Padisak, 2007].

Lo studio è stato effettuato in sei invasi della Regione Puglia: Occhito, Capacciotti, Celone, Locone, Serra del Corvo e Cillarese, considerando il monitoraggio effettuato da ARPA Puglia nel periodo 2010-2014; nel 2015 gli stessi invasi sono stati identificati come CIFM. Tali invasi sono caratterizzati da una scarsa profondità, da una forte instabilità nella colonna d'acqua e da una dominanza della componente autotrofa fitoplanctonica. Ai fini della stima della qualità ambientale i sei CIFM appartengono a tre Macrotipi: I1 (Occhito, Capacciotti, Locone), I3 (Serra del Corvo e Celone) e I4 (Cillarese). Tutti i sei CIFM sono stati classificati con lo stato

“Buono” poiché nel periodo di studio considerato non erano ancora stati definiti i criteri per la definizione del potenziale ecologico. La biomassa fitoplanctonica dei sei invasi è risultata essere modesta sia in termini di clorofilla a (valore medio $2,68 \pm 1,73 \mu\text{g/L}$) che come biovolume (valore medio $1,52 \pm 0,54 \text{ mm}^3/\text{L}$), tuttavia essi sono caratterizzati da un'elevata ricchezza di specie. Nel periodo di studio sono stati osservati più di 300 taxa, ma il solo 30% di questi contribuisce a più dell'80% del biovolume totale.

Figura 1: Output dei risultati della CCA sui valori medi annuali dei taxa fitoplanctonici dominanti osservati nei sei invasi nel periodo di studio relativamente alla composizione tassonomica (1A) e ai gruppi morfo-funzionali (MFG) ad essi associati (1B)



Fonte: Elaborazione ARPA Puglia su dati Regione Puglia

Tra i taxa dominanti, solo quattro erano presenti in tutti i corpi idrici, facendo supporre la presenza di comunità fitoplanctoniche caratterizzate da una elevata componente sito-specifica. Questa ipotesi è stata supportata dai risultati della Canonical Correspondence Analysis (CCA; Figura 1), una tecnica di analisi multivariata che permette lo studio delle relazioni di interdipendenza tra due gruppi di variabili, dove si evidenzia una relazione tra struttura tassonomica e caratteristiche ambientali, con differenze osservabili più tra ecosistemi che tra macrotipi.

Le variabili ambientali significative sono state l'Azoto Totale ($p = 0,002$), il Fosforo Totale ($p = 0,01$), il TOC ($p = 0,02$), la temperatura media ($p = 0,04$) e la profondità della zona eufotica ($p = 0,01$), che evidenziano l'importanza dei gradienti trofici nell'organizzazione delle comunità fitoplanctoniche.

Per quanto riguarda i gruppi morfo-funzionali (MFG), 21 dei 31 MFG riportati nel lavoro già citato di Salmaso e Padiska sono stati osservati nei sei corpi idrici. L'unica variabile ambientale significativa è risultata il Fosforo Totale ($p = 0,003$) (Figura 1B). La sovrapposizione della componente tassonomica (Bray-Curtis similarity = 21%) dei popolamenti fitoplanctonici era inferiore a quella relativa alla struttura dei MFG (Bray-Curtis = 31%). Pertanto, una maggiore uniformità nei tratti morfo-funzionali è evidente tra siti di studio e tra macrotipi. I MFG più frequenti sono stati le Diatomee centriche di piccole dimensioni (<20 μm) osservate in tutti i corpi idrici, con un contributo relativo variabile dal 79% fino al 6%, e piccoli flagellati potenzialmente mixotrofici.

Dai risultati di questo studio si evidenzia che lo stato di qualità ambientale dei sei invasi è influenzato dalla quantità (biomassa) più che dalla tipologia di specie microalgali presenti. Inoltre mentre la componente tassonomica mostra una forte variabilità inter-ecosistemica, caratterizzata dalla presenza di poche specie dominanti e parzialmente spiegata dalle variabili ambientali, la distribuzione dei tratti morfo-funzionali risulta più omogenea nei sei invasi, supportando così i risultati della classificazione dello stato di qualità ambientale.

Le etichette dei punti indicano i sei invasi (CA= Capacciotti, LO= Locone, SC= Serra del Corvo, CE=Celone, CI=Cillarese, OC=Occhito), i numeri gli anni di campionamento. Le etichette dei vettori sono relative alle variabili significate (TN = Azoto Totale, TP = Fosforo Totale, T-av = temperatura media, DO = Ossigeno Disciolto, TOC = Carbonio Organico Totale, Z-eu = profondità della zona eufotica e pH). Le aree colorate associano i sei invasi ai rispettivi macrotipi: verde I4, giallo I3 e rosa II.

Bibliografia

Buzzi F., Morabito G. and Marchetto A., 2013. *L'indice fitoplanctonico PTlot per la valutazione della qualità ecologica dei laghi*. In CNR-ISE editor. Indici per la valutazione della qualità ecologica dei laghi. Report 02.13.

Edwards K. F., Litchman E., Klausmeier C. A., 2013. *Functional traits explain phytoplankton community structure and seasonal dynamics in a marine ecosystem*. Ecology Letters, 16(1), 53-56.

Marchetto A., Lugliè A., Padedda B. M., Mariani M. A. and Sechi N., 2013. *Indice per la valutazione della qualità ecologica dei bacini artificiali mediterranei (MedPTI). a partire dalla composizione del fitoplancton*. In CNR-ISE editor. Indici per la valutazione della qualità ecologica dei laghi. Report 02.13.

Naselli-Flores L. and Barone R., 2005. *Water-level fluctuations in Mediterranean reservoirs: setting a dewatering threshold as a management tool to improve water quality*. Hydrobiologia, 548, 85-99.

Naselli-Flores L., 2013. *Morphological analysis of phytoplankton as a tool to assess ecological state of aquatic ecosystems: the case of Lake Arancio, Sicily, Italy*. Inland Waters 4,15-26.

Poikane S., Birk S., Böhmer J., Carvalho L., de Hoyos C., Gassner H., Hellsten S., Kelly, 2015. *A hitchhiker's guide to European lake ecological assessment and intercalibration*. Ecological Indicators, 52, 533-544.

Predojević D., Karadžić V. and Subakov-Simić G. 2015. *Taxonomical Composition and Functional Structure of Phytoplankton in Two Water Supply Reservoirs in Serbian Water*. Research and Management, 5(3), 21-33.

Reynolds C. S. (eds), 2006. *The Ecology of Phytoplankton*. Univ. Camb. Press.

Salmaso N. and Padisak J., 2007. *Morpho-Functional Groups and phytoplankton development in two deep lakes (Lake Garda, Italy and Lake Stechlin, Germany)*. Hydrobiologia, 578, 97-112.

Vadrucci M.R., Ungaro N., Romano A., Bucci R., 2017. *Application of taxonomic and morpho-functional properties of phytoplankton communities to water quality assessment for artificial lakes in the Mediterranean Ecoregion*. Journal of Plankton Research, 39 (3), 550-563.

Il Lago di Como nella Rete Italiana per la Ricerca Ecologica di Lungo Termine (LTER-Italia)

Fabio Buzzi, Pietro Genoni, Silvia Bellinzona
ARPA Lombardia

La Rete Italiana per la Ricerca Ecologica di Lungo Termine (LTER-Italia) è costituita da siti terrestri, d'acqua dolce, di acque di transizione e marine, sui quali si conducono ricerche ecologiche su scala pluridecennale. Vi appartengono 25 siti, distribuiti su tutto il territorio nazionale, gestiti dai principali Enti di Ricerca, Università e Istituzioni che si occupano di ricerca e monitoraggio ecologici in Italia.

LTER studia gli ecosistemi, le loro dinamiche ed evoluzione, le relazioni tra biodiversità e funzionalità ecologica, la qualità delle acque, la produttività, il ruolo della disponibilità di risorse, gli effetti dell'inquinamento e dei cambiamenti climatici.

Il Lago di Como, o Lario, (LTER_EU_IT_087) è l'ambiente monitorato da ARPA Lombardia nell'ambito della rete LTER. Esso fa parte del Macrosito "Laghi Sudalpini" (LTER_EU_IT_008) che include sei ambienti lacustri pedemontani situati a sud delle Alpi, rappresentativi dei piccoli laghi morenici dimittici e dei grandi laghi subalpini oligomittici, soggetti a regime climatico mediterraneo subtropicale e situati a quote comprese tra i 65 ed i 300 metri slm.

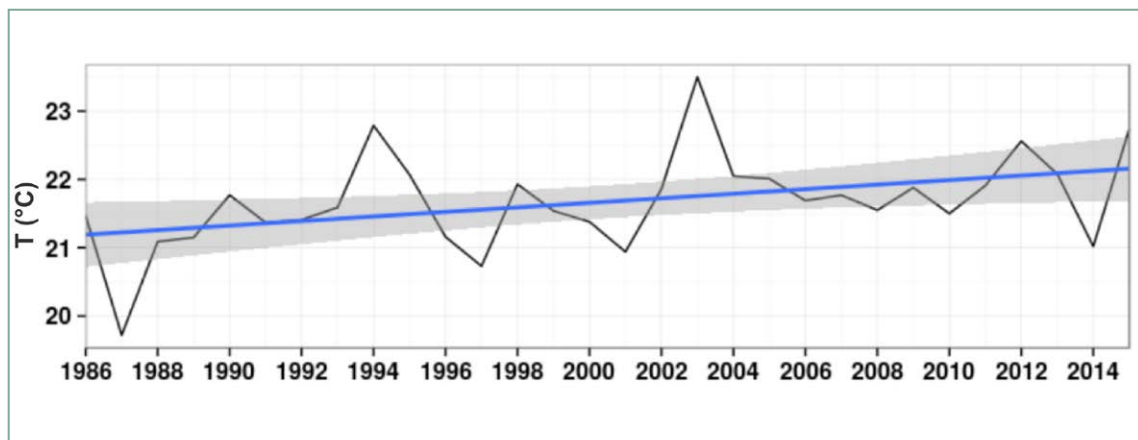
ARPA Lombardia mette a disposizione della rete LTER i dati raccolti in corrispondenza della stazione di monitoraggio situata a Dervio (coordinate WGS UTM84, X: 522274 - Y: 5101979). Per questo sito sono disponibili valori mensili dei principali parametri chimico-fisici

lungo la colonna d'acqua (temperatura, ossigeno disciolto, pH, conducibilità, PhAR, nutrienti) misurati dal 2000, oltre ai dati relativi al fitoplancton e alle caratteristiche chimiche (dal 1997) e allo zooplancton (dal 2004). Per alcuni tipi di valutazione, come ad esempio la massima profondità di mescolamento della colonna d'acqua ed il contenuto ipolimnico di ossigeno disciolto a fine stratificazione, vengono considerati anche i dati raccolti con frequenza semestrale nelle altre tre stazioni di monitoraggio situate nei tre sottobacini in cui è suddiviso il lago.

Il lago di Como è il più profondo lago sudalpino (418 m) le cui condizioni originali di oligotrofia hanno subito nel tempo un forte peggioramento fino al raggiungimento dello stato di massima eutrofia alla fine degli anni '80 del secolo scorso, quando i valori di fosforo totale (TP) hanno raggiunto concentrazioni pari a 80 µgP/L. Negli anni successivi la riduzione dei carichi ha consentito il recupero del lago fino ad uno stato di meso-eutrofia in cui versa tuttora (valori di TP pari a 35-40 µgP/L).

La frequenza mensile della raccolta dei dati ha consentito di studiare le successioni stagionali delle comunità planctoniche in relazione agli andamenti dei parametri trofici e chimico-fisici. Nell'ambito del Gruppo di lavoro Laghi Profondi (GLaP), è stato possibile effettuare un confronto con gli altri grandi laghi sudalpini, che ha portato alla pubblicazione di una serie di lavori sinottici [Buzzi, 2002; Salmaso *et al.*, 2003; Salmaso *et al.*, 2006]. La collaborazione con enti di ricerca che impiegano tecnologie di Remote Sensing ha permesso di effettuare valutazioni più approfondite in merito ad alcuni aspetti relativi all'ecologia del lago, quali l'estensione delle fioriture superficiali di alcune specie fitoplanctoniche (e.g. *Dolichospermum lemmermannii*) ed hanno permesso di ricostruire il *trend* storico delle

Figura 1: Andamento storico della temperatura media estiva delle acque di superficie del Lago di Como



Fonte: Elaborazione di Pareeth *et al.* (submitted) su dati di ARPA Lombardia

temperature superficiali delle acque.

Nella Figura 1 viene riportata la riproduzione della serie storica della temperatura delle acque di superficie del lago (Thermal Infra-red Region-TIR) validata con i dati misurati in campo da ARPA Lombardia [Pareeth *et al.*, submitted].

Il *trend* di incremento della temperatura nelle acque superficiali stimato per il periodo estivo è risultato significativo ed è pari a $0,032\text{ }^{\circ}\text{C}$ per anno ($p < 0,05$), mentre il *trend* di incremento annuale, non significativo ($p > 0,1$), è risultato uguale a $0,012\text{ }^{\circ}\text{C}$ per anno.

L'incremento della temperatura delle acque dei laghi profondi ha, come nel caso del Lago di Como, tra le principali conseguenze quella di ridurre la profondità di mescolamento primaverile con conseguente aumento della concentrazione di nutrienti e diminuzione delle concentrazioni di ossigeno disciolto negli strati profondi del lago. Le fluttuazioni climatiche influenzano la profondità dello strato rimescolato e quindi il ritorno di nutrienti negli strati produttivi del lago.

La composizione delle specie fitoplanctoniche del lago non ha subito sostanziali rapporti di dominanza nel corso degli anni: sono presenti le forme filamentose sottili (e.g. *Planktothrix rubescens*), le grandi diatomee pennate (e.g. *Fragilaria crotonensis* e *Asterionella formosa*) e le grandi diatomee centriche (e.g. *Aulacoseira islandica*). Le caratteristiche morfometriche ed i parametri fisici sono i principali determinanti della composizione di queste comunità.

Lo zooplancton mostra una composizione in specie ed una successione stagionale simile a quella degli altri grandi laghi: copepodi e rotiferi dominano nei mesi invernali, mentre i cladoceri prevalgono in quelli estivi, con i grossi predatori quali *Bitotrepes* sp., *Leptodora* sp. e, a fine estate, *Bosmina* sp. Le densità di *Daphnia* sp. risultano invece inferiori rispetto agli altri laghi profondi.

Il monitoraggio delle macrofite nel 2008 e dei macroinvertebrati di fondo nel 2009 hanno permesso

di integrare le conoscenze sulle biocenosi del lago. L'osservazione continua dell'ecosistema lacustre consentirà in futuro di descrivere la variabilità delle comunità biologiche e di comprendere in quale misura il cambiamento climatico in atto possa incidere in relazione agli altri fattori di pressione insistenti.

Bibliografia

Buzzi F., 2002. *Phytoplankton assemblages in two sub-basins on Lake Como*. J. Limnol., 61: 117-128.

Pareeth S., Bresciani M., Buzzi F., Leoni B., Lepori F., Ludovisi A., Morabito G., Adrian R., Neteler M., Salmaso N. (submitted). *Warming trends of perialpine lakes from homogenised time series of historical satellite and in-situ data*. *Science of the Total Environment*.

Salmaso N., Morabito G., Mosello R., Garibaldi L., Simona M., Buzzi F. & Ruggiu D., 2003. *A synoptic study of phytoplankton in the deep lakes South of the Alps (Lakes Garda, Iseo, Como, Lugano and Maggiore)*. J. Limnol., 62: 207-227.

Salmaso N., Morabito G., Buzzi F., Garibaldi L., Simona M. & Mosello R. 2006. *Phytoplankton as an indicator of the water quality of the deep lakes south of the Alps*. *Hydrobiologia*, 563: 167-187.

Attività di risanamento e restauro dei laghi altoatesini

Alberta Stenico
APPA Bolzano

L'Alto Adige è una provincia ricca di laghi di piccole dimensioni: il lago di Caldaro è il più grande, con una superficie di 140 ettari, e ci sono oltre 400 laghi con una superficie superiore ad un ettaro (<http://ambiente.provincia.bz.it/acqua/laghi.asp>).

Otto laghi sono balneabili; in essi deve essere garantito un buono stato di qualità ambientale e la sicurezza igienico-sanitaria. Inoltre da alcuni laghi viene prelevata acqua a scopo irriguo e sono utilizzati anche per la pesca sportiva.

Numerose e diversificate sono dunque le pressioni antropiche che gravano sui laghi altoatesini, ma anche le pressioni naturali, quali i cambiamenti climatici e l'aumento della temperatura, possono avere impatti su questi delicati ecosistemi.

Figura 1: Il lago di Dobbiaco e il natante attrezzato per l'asporto del sedimento



Fonte: APPA Bolzano

L'Agenzia provinciale per l'ambiente di Bolzano effettua diversi lavori di risanamento e restauro dei laghi allo scopo di mantenere e migliorare la qualità dell'ecosistema.

Nel 2017 sono stati eseguiti lavori per garantire l'afflusso di acqua di ricambio: nei mesi invernali al Lago Piccolo di Monticolo è stato apportato ossigeno in profondità, al Lago Grande di Monticolo è stata asportata l'acqua in profondità.

Gli interventi più impegnativi sono stati lo sfalcio delle macrofite e l'asporto di sedimenti.

Lo sfalcio delle macrofite viene effettuato su diversi laghi, in collaborazione con i comuni, con l'ausilio di due natanti. L'obiettivo dell'asporto di queste piante è di sottrarre sostanze nutritive dall'ecosistema, mantenendo il lago in uno stato oligo-mesotrofico. Inoltre una presenza massiccia delle piante acquatiche in un lago balneabile o in un lago per la pesca sportiva ne limita l'uso.

Nel 2017 è terminato l'intervento di asporto dei sedimenti nel lago di Dobbiaco, effettuato nel corso dei precedenti otto anni in collaborazione con l'Ufficio Parchi Naturali della Provincia e il Comune. In seguito ad un massiccio apporto di detriti dagli affluenti e ad un'intensa crescita di piante acquatiche, la profondità di questo bacino continuava a diminuire. Per contrastare la marcata tendenza all'interramento e salvaguardare questo *habitat* acquatico, patrimonio dell'UNESCO e sito Natura 2000, con un natante attrezzato sono stati asportati oltre 15.000 m³ di materiale.

Il lavoro è stato svolto in primavera dopo il disgelo (il lago si trova ad una quota di 1.259 m s.l.m.) e in autunno prima del gelo. Nel periodo estivo, a causa della forte

affluenza turistica, i lavori venivano sospesi (in Figura 1 il lago di Dobbiaco e il natante attrezzato per l'asporto del sedimento). Il sedimento asportato è stato raccolto in un bacino artificiale nelle dirette vicinanze del lago.

Episodi anomali nei corsi d'acqua e nei laghi del Trentino

Silvia Costaraoss, Jacopo Mantoan
APPA Trento

Periodicamente ad APPA Trento giungono segnalazioni da parte dei cittadini riguardo alla presenza di schiume o colorazioni anomale nelle acque superficiali.

L'Agenzia ha ritenuto utile, dunque, elaborare delle linee guida per approfondire le cause di tali fenomeni e illustrare ai cittadini e più in generale a tutti i fruitori del sito Web di APPA, che essi non sempre siano indice di inquinamento.

Le schiume nelle acque superficiali

La schiuma liquida è un insieme generalmente instabile di bolle d'aria o di altro gas che può formarsi alla superficie di un liquido e dunque anche in acqua superficiale.

Essa è favorita da sostanze quali i tensioattivi che, abbassando la tensione superficiale del liquido, facilitano l'introduzione di aria. Le sostanze tensioattive possono essere naturali (proteine, saponine naturali, polisaccaridi e sostanze oleose) o di origine sintetica (detersivi e saponi per la pulizia del corpo). Nei corsi d'acqua è più facile osservare la schiuma nei tratti in cui, per l'aumentata turbolenza, viene inglobata dell'aria, come ad esempio a valle di cascate, briglie, zone con flusso caotico; trasportata dalla corrente la schiuma tende a decomporsi, ma può accumularsi nelle zone di calma. Nei laghi può essere presente sulle sponde, in presenza di moto ondoso indotto da forte vento, o in prossimità della foce degli immissari. Il trasporto della schiuma sul pelo dell'acqua ad opera delle correnti può indurre la formazione di striature.

Nelle acque superficiali della provincia di Trento si osserva regolarmente la presenza di schiume. Se dovuto a tensioattivi naturali, questo fenomeno si verifica soprattutto nel periodo primaverile, in corrispondenza di eventi meteorici quali scioglimento delle nevi ed aumento repentino delle temperature, e nel periodo autunnale per il dilavamento dei terreni in caso di forti piogge.

Le principali cause del fenomeno delle schiume sono da attribuirsi all'immissione di detersivi o di liquami, agli scarichi industriali, agli scarichi di depuratori o fognature, al dilavamento di terreni coltivati (*run off*) con trasporto di prodotti ad uso agricolo (fitosanitari, concimi ecc.) e residui del raccolto, allo sfalcio della vegetazione perfluviale o litoranea. In questi casi la formazione di schiume è evidente sintomo di alterazioni della naturalità degli ambienti acquatici. Escludendo detersivi ed altri prodotti di sintesi contenuti negli scarichi industriali o nei prodotti agricoli, la principale fonte di sostanze tensioattive è dovuta in questi casi alla presenza delle proteine, in ogni tipo di materiale organico. Questi fattori scatenanti la formazione di schiume possono essere correlati o meno a eventi di pioggia.

Tra le cause naturali del fenomeno si segnalano: piante acquatiche (alghe, diatomee bentoniche e fitoplancton), la caduta delle foglie e/o frammenti della vegetazione terrestre (gli acidi umici da paludi, le saponine naturali come la *Saponaria officinalis*), i Deuteromiceti o funghi imperfetti associati alla vegetazione in degradazione, lo zooplancton e le uova durature dei Cladoceri, gli insetti o parti di essi (es. exuvie pupali), le uova dei pesci.

Tutti i fattori naturali elencati, eccetto le saponine, sono potenziali tensioattivi in quanto derivati dalla decomposizione di materiali organici ad elevato contenuto proteico, polisaccaridico ed oleoso. Variazioni repentine della temperatura dell'acqua e forti piogge aumentano il loro potenziale effetto schiumogeno inducendo distacco di alghe, movimento di materiale decomposto, sfarfallamento di insetti acquatici e produzione di uova durature zooplanctoniche. In genere si tratta di fenomeni che non indicano alterazioni della naturalità degli ambienti acquatici.

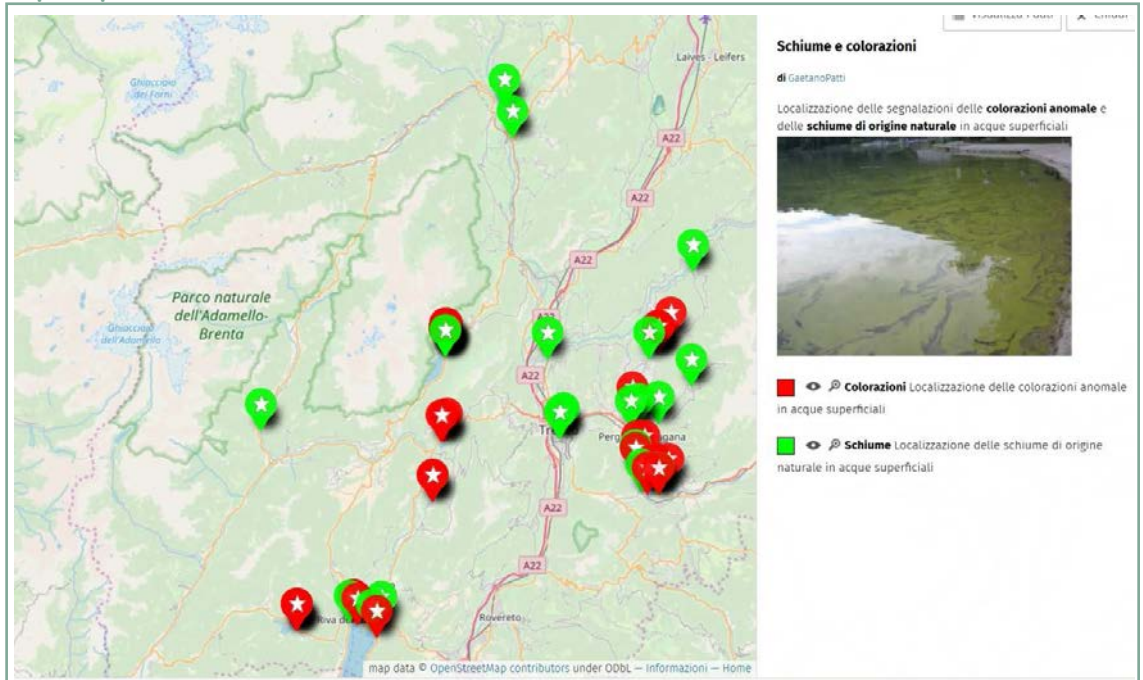
Le schiume originate da tensioattivi artificiali presentano le seguenti caratteristiche:

- presenza di bolle di schiuma iridescenti;
- scarsa persistenza, ma possibilità di riformarsi se il campione viene agitato con forza;
- odore di detersivo o profumo;
- presenza a prescindere da eventi meteorici.

Le schiume originate da tensioattivi naturali presentano queste caratteristiche:

- colore biancastro, con sfumature verde-marrone;
- maggiore persistenza;

Figura 1: Localizzazione delle segnalazioni delle colorazioni anomale e delle schiume di origine naturale in acque superficiali nel territorio della Provincia di Trento



Fonte: Sito Web Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente Trento

-
- dopo lo scioglimento la schiuma non si riforma se il campione è agitato con forza;
 - odore di pesce o terra;
 - presenza di residui di piante o animali;
 - correlazione ad eventi meteorici e allo scioglimento delle nevi.

Colorazioni anomale delle acque superficiali

Con l'espressione "colorazioni anomale" si intende descrivere quei fenomeni di origine molto diversa, ma comunque naturale, che comportano alterazioni nel colore e nella trasparenza delle acque superficiali, in particolare di quelle lacustri.

Il colore vero dell'acqua di un lago viene determinato dalle sostanze colloidali e dai soluti in essa presenti.

Il colore apparente¹ invece è quello percepito dall'osservatore; esso dipende da:

- particelle in sospensione viventi e non;
- condizioni esterne (colore del cielo e delle sponde);
- sedimenti del fondo (soprattutto in acque poco profonde);
- sostanze colloidali e soluti.

Sezione dedicata, sul sito Web di APPA Trento:
http://www.appa.provincia.tn.it/acqua/Acque_anomalie/

Si riportano (Figura 1) i principali casi di formazione di schiume di origine naturale e di colorazioni anomale di origine naturale che si sono verificati nel territorio trentino e segnalati ad APPA.

¹ Alcuni esempi: i composti del ferro (solfato ferroso e ossido ferrico) possono dar luogo a colorazioni giallastre/rossastre; le sostanze umiche, abbondanti nei laghi o nelle pozze localizzate in luoghi torbosi e forestati, impartiscono un colore bruno - nero; il carbonato di calcio sembra contribuire alla colorazione verde e la presenza elevata di limo fornisce alle acque una certa opalescenza; gli organismi planctonici ed in particolare il fitoplancton, in caso di intense fioriture, possono "colorare" l'acqua di rosso, marrone, verde-azzurro a seconda dei pigmenti fotosintetici dominanti

7. QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Interazione dei corpi idrici sotterranei con quelli superficiali per la corretta definizione dello stato chimico e quantitativo. Esperienze e peculiarità nella pianura dell'Emilia-Romagna

Marco Marcaccio, Demetrio Errigo
ARPAE Emilia-Romagna

Lo stato complessivo dei corpi idrici sotterranei viene definito dallo stato chimico e dallo stato quantitativo che possono essere classificati come buono oppure scarso. Uno stato scarso è determinato dalla presenza di impatti di tipo chimico (inquinamento) o quantitativo (prelievi o mancati ravvenamenti della falda) causati dalle pressioni antropiche, che non rendono sostenibile sul lungo periodo l'uso della risorsa idrica sotterranea. La pianificazione di Distretto idrografico è pertanto finalizzata a definire per ciascun corpo idrico le misure più idonee al fine di ridurre le pressioni antropiche e tutelare la qualità e la quantità delle risorse idriche sotterranee per garantirne la fruibilità anche alle generazioni future.

A questo scopo, vanno valutate anche le interazioni tra acque sotterranee e acque superficiali in quanto sono rilevanti sia per gli aspetti quantitativi che per quelli di qualità; nel primo caso possono determinare effetti generalmente positivi sulla disponibilità della risorsa idrica superficiale in periodi siccitosi (i contributi idrici sotterranei contribuiscono a garantire i deflussi minimi in alveo), mentre nel secondo caso gli effetti sulla qualità delle acque superficiali possono essere negativi (comportano possibili diminuzioni del contenuto di ossigeno disciolto oppure immissioni di contaminanti e/o sostanze indesiderate presenti in falda).

La Direttiva 2000/60 CE individua infatti, tra i criteri per la definizione dello stato chimico buono dei corpi idrici sotterranei (Allegato V, punto 2.3.2), che le concentrazioni di inquinanti “*non siano tali da impedire il conseguimento degli obiettivi ambientali di cui all'articolo 4 per le acque superficiali connesse né da comportare un deterioramento significativo della qualità ecologica o chimica di tali corpi né da recare danni significativi agli ecosistemi terrestri direttamente dipendenti dal corpo idrico sotterraneo*”.

Questi aspetti sono stati ulteriormente esplicitati nelle linee guida della Commissione Europea [European Commission 2009 e 2015], dalle quali risulta chiaramente che l'immissione di inquinanti in falda, che può avvenire ad esempio nelle zone di ricarica degli acquiferi, può determinare uno scadimento dello stato chimico delle acque sotterranee per superamento degli *standard* di qualità o valori soglia, mentre il trasporto dei medesimi inquinanti in falda e successiva interazione di quest'ultima con le acque superficiali può determinare le condizioni di scadimento della qualità delle acque superficiali connesse. In altri termini, la qualità delle acque sotterranee deve essere buona, oltre che per gli usi della risorsa idrica sotterranea, anche per salvaguardare la qualità ecologica o chimica delle acque superficiali eventualmente connesse.

L'individuazione delle zone di interazione delle acque sotterranee con quelle superficiali, con le finalità sopra descritte, non è sempre agevole e dipende dalla definizione del modello concettuale. In generale, nelle porzioni montane del territorio, il deflusso delle acque sotterranee termina quando va ad alimentare direttamente corpi idrici superficiali, che possono essere corsi d'acqua, laghi, ambienti di transizione

o anche corpi idrici marini. In questi casi si tratta di zone di interazione spesso facilmente individuabili o riconoscibili, ad esempio attraverso l'individuazione di sorgenti puntuali o lineari, oppure indirettamente attraverso l'analisi delle portate di base nei diversi tratti dei corsi d'acqua.

Nelle zone di pianura invece la relazione è meno evidente in quanto dipende dalla distribuzione e stratigrafia dei materiali permeabili in prossimità dei corsi d'acqua, considerando in questo caso sia gli acquiferi freatici più superficiali che quelli profondi e confinati potenzialmente in contatto con la superficie.

In questi contesti territoriali si possono avere scambi idrici tra fiume e falda di diverse tipologie: corso d'acqua prevalentemente drenante la falda, prevalentemente alimentante la falda, oppure corso d'acqua che cede o riceve acqua dalla falda in funzione del regime idrologico (stagionalità), che è tipico dei contesti idrogeologici in alluvioni vallive (subalveo).

Tra gli elementi base da considerare per la definizione del modello concettuale dei corpi idrici sotterranei, vi è la morfologia dei corpi idrici e la topografia del territorio [European Commission, 2010], oltre all'idrogeologia, l'idrochimica, le pressioni antropiche, al fine di definire anche le relazioni con i corpi idrici superficiali. Ulteriori elementi di carattere idrochimico e anche isotopico sono poi necessari per caratterizzare nel dettaglio le singole zone di interazione.

Nella porzione territoriale di pianura dell'Emilia-Romagna sono stati individuati 77 corpi idrici sotterranei [Regione Emilia-Romagna, 2015], distinti in freatici di pianura (fluviale e costiero) aventi uno spessore medio di 10 metri, conoidi alluvionali appenniniche, distinte

con acquifero libero apicale e confinato nelle porzioni distali, e pianure alluvionali appenninica e padana confinate (porzione superiore e inferiore in funzione della profondità).

Nella Figura 1a) sono rappresentate le diverse porzioni cartografate dei corpi idrici freatici di pianura e delle conoidi libere e confinate.

Per individuare le zone di interazione delle acque sotterranee e superficiali è stato ampliato il modello concettuale con le informazioni quantitative dei rapporti topografici tra l'alveo dei principali corsi d'acqua regionali, sia emiliani (affluenti del Po) che romagnoli, con foce in Mare Adriatico, per un totale di 24 aste fluviali, e i diversi corpi idrici sotterranei cartografati.

Per ognuno dei 24 corsi d'acqua è stato ricostruito il profilo altimetrico dell'alveo e della quota topografica del terreno a destra e a sinistra dell'alveo stesso, utilizzando il modello digitale del terreno (DEM) più recente, messo a disposizione dalla Regione Emilia-Romagna, con una definizione cartografica di 20 metri. Particolare attenzione è stata posta nella scelta dei punti a destra e sinistra dell'alveo per evitare elementi antropici.

Ciò ha permesso di definire, con un dettaglio di 250 m lungo ciascun corso d'acqua, le condizioni nelle quali l'alveo è più alto del piano campagna circostante, permettendo di definire i tratti come pensili sulla pianura, rispetto ai tratti nei quali l'alveo è incassato.

Dove il tratto di corso d'acqua è pensile, l'acqua superficiale potrà solo ricaricare la falda freatica sottostante, non ricadendo, quindi, nella definizione di interazione acque sotterranee e acque superficiali ai sensi della Direttiva 2000/60/CE.

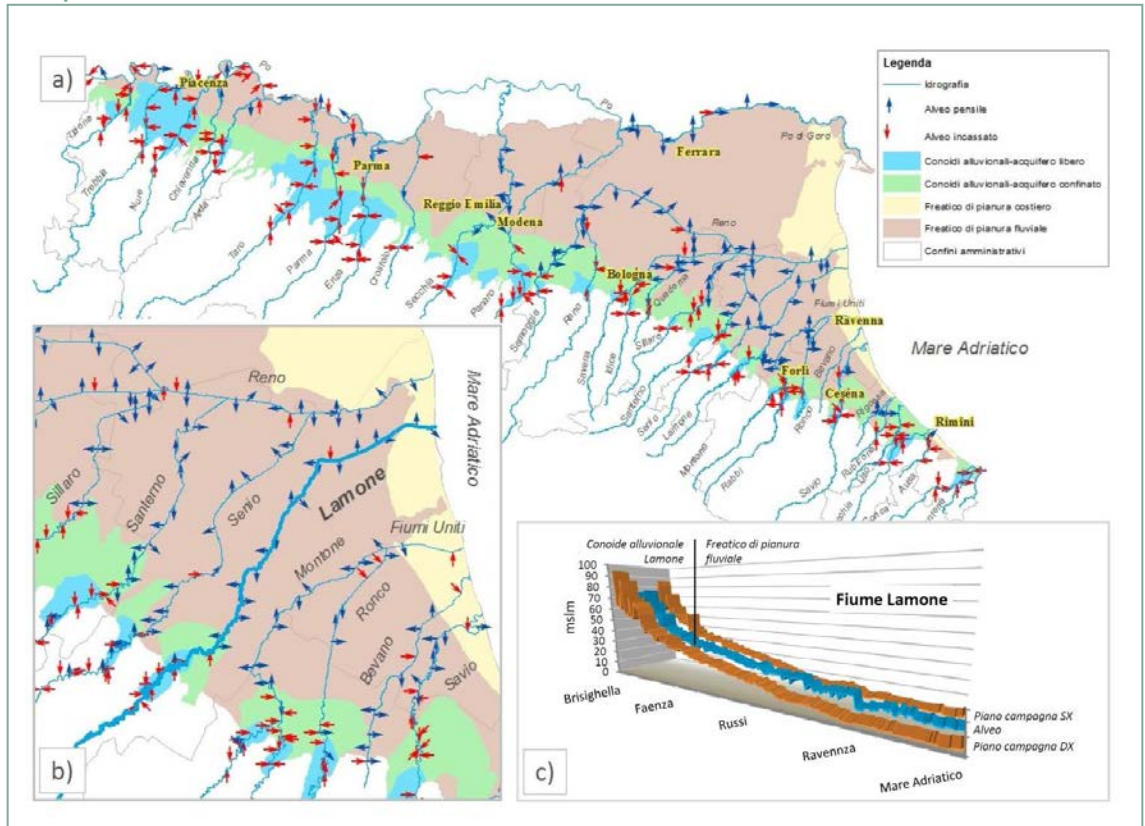
Al contrario, nei tratti dove il corso d'acqua è incassato si possono avere scambi idrici in cui il corso d'acqua può anche ricevere acque dai corpi idrici sotterranei adiacenti (in connessione).

Queste zone, evidenziate in Figura 1a dalle frecce rosse, ubicate prevalentemente nei corpi idrici di conoide alluvionale, rappresentano sia zone di ricarica degli acquiferi profondi, sia zone di scambio idrico falda-

fiume.

Un modesto ingrandimento di scala nella pianura ravennate in Figura 1b - Fiume Lamone, permette di evidenziare meglio i tratti incassati da quelli pensili; in Figura 1c è riportato, come esempio, il profilo altimetrico lungo l'alveo del fiume Lamone e delle zone circostanti a destra e a sinistra dell'alveo, dalla zona di conoide alluvionale fino al Mare Adriatico.

Figura 1: Interazione dei corsi d'acqua con i corpi idrici sotterranei nella pianura dell'Emilia-Romagna (a). Dettaglio della pianura ravennate - Fiume Lamone (b). Profilo altimetrico dell'alveo del Fiume Lamone e della pianura circostante (c)



Fonte: Elaborazione Arpae Emilia-Romagna

Il monitoraggio dei livelli piezometrici dei corpi idrici sotterranei e dei livelli idrometrici dei corsi d'acqua considerati, integrato da valutazioni territoriali, ha permesso di perfezionare l'individuazione delle zone di interazione acque sotterranee e acque superficiali.

Bibliografia

European Commission, 2009. *Guidance on Groundwater Status and Trend Assessment*. Guidance Document No 18. Technical Report - 2009 - 026. ISBN 978-92-79-11374-1.

European Commission, 2010. *Guidance on Risk Assessment and the Use of Conceptual Models for Groundwater*. Guidance Document No 26. Technical Report - 2010 - 042. ISBN-13 978-92-79-16699-0.

European Commission, 2015. *Technical Report on Groundwater Associated Aquatic Ecosystems*. Technical Report - 2015 - 093. ISBN 978-92-79-53895-7.

Regione Emilia-Romagna, 2015. *Delibera di Giunta n. 2067 del 14/12/2015 - Attuazione della Direttiva 2000/60/CE: contributo della Regione Emilia-Romagna ai fini dell'aggiornamento/riesame dei Piani di Gestione Distrettuali 2015-2021*. <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/acque/temi/piani%20di%20gestione>

8. QUALITÀ DELLE ACQUE MARINO COSTIERE

Descrittori, GES e traguardi ambientali per la Strategia Marina in Sicilia

Vincenzo Ruvolo, Benedetto Sirchia, Giancarlo Bellissimo, Marco Barone, Francesco Interbartolo, Filippo Luzzu, Valentina Pennino
ARPA Sicilia

Nell'ambito della convenzione attuativa prevista dall'art. 11 "Programmi di Monitoraggio" del D.Lgs. 190/2010, che recepisce la Direttiva sulla Strategia Marina (2008/56/CE), ARPA Sicilia ha acquisito informazioni sulle acque marine territoriali della Sicilia e delle sue isole minori, ricadenti all'interno delle sottoregioni Mediterraneo Occidentale e Mar Ionio-Mediterraneo Centrale.

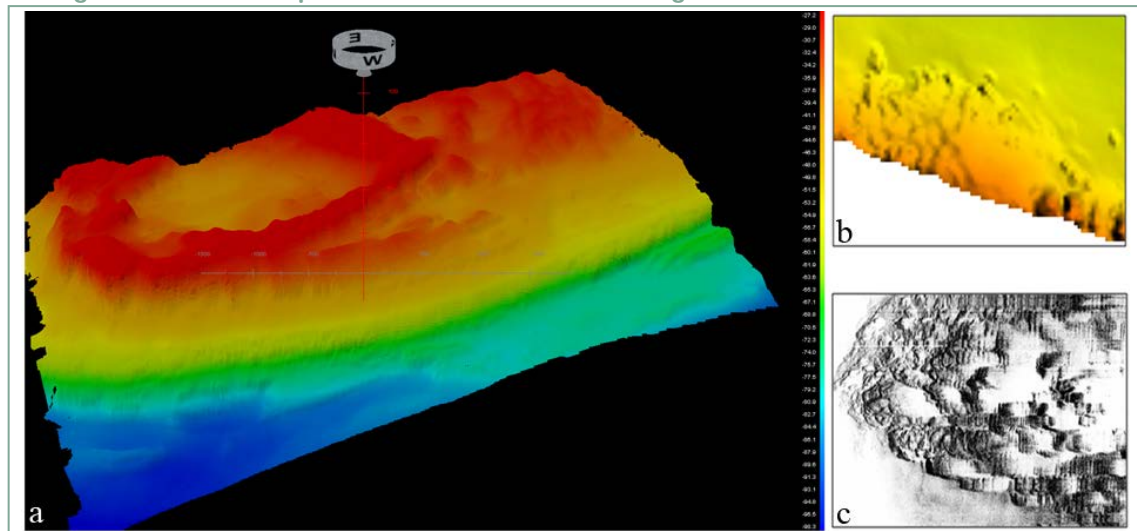
Le attività sono state effettuate dalla Struttura Area Mare di ARPA Sicilia che dispone di una equipe

multidisciplinare costituita da biologi marini, geologi, chimici e naturalisti nonché da specifico personale con i requisiti necessari per la conduzione in conto proprio delle due imbarcazioni oceanografiche, Galatea e Teti, di proprietà dell'Agenzia.

Nel periodo compreso tra il 15 luglio 2015 ed il 31 dicembre 2016, l'Agenzia ha svolto attività di campionamento e di misura in 10 diverse aree secondo quanto previsto nei moduli 7, 8 e 9 (*Habitat* coralligeno (<http://www.arpa.sicilia.it/temi-ambientali/immagini-coralligeno/>), *Habitat* fondi a maërl e *Habitat* di fondo marino sottoposti a danno fisico) del programma operativo della citata convenzione.

Le indagini sono state finalizzate all'individuazione e alla caratterizzazione dei popolamenti dell'*habitat* coralligeno, ritenuto un "*habitat* di tipo speciale" tra i più importanti ad elevata biodiversità del Mediterraneo

Figura 1 - Area di Petrosino (TP) a) Immagine tridimensionale del fondo marino; b) e c) particolare del coralligeno riconosciuto rispettivamente mediante ecoscandaglio multifascio e sonar a scansione laterale



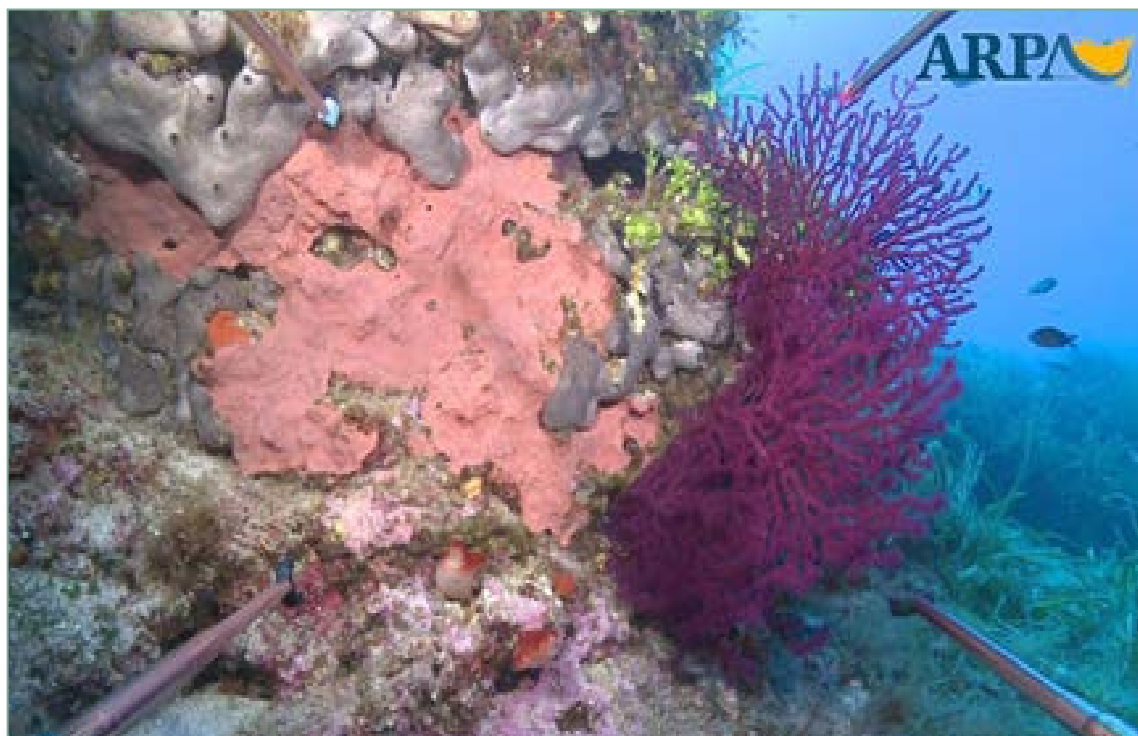
Fonte: ARPA Sicilia, ST3 Area Mare

e riconosciuto come *habitat* prioritario dal Protocollo ASPIM (Aree Specialmente Protette di Importanza Mediterranea) della Convenzione di Barcellona (Convenzione per la protezione dell'ambiente marino e la regione costiera del Mediterraneo, 1995); l'attività di individuazione e caratterizzazione dei popolamenti ha riguardato i letti a maërl (<http://www.arpa.sicilia.it/temi-ambientali/immagini-maerl/>) (accumulo sul substrato di fondi mobili, di talli vivi e morti, di alghe rosse calcaree) che formano *habitat* ad elevata diversità specifica e le aree di fondi mobili interessate da abrasione dovuta ad attività di pesca a strascico.

Le attività in campo sono state effettuate mediante l'uso di strumenti acustici ad alta risoluzione (ecoscandaglio multifascio e sonar a scansione laterale) che permettono la ricostruzione tridimensionale dei fondali marini e il riconoscimento delle diverse tipologie di substrato (Figura 1).

Inoltre, nelle aree individuate mediante i rilievi acustici, sono state eseguite indagini utilizzando tecniche di rilievo video/fotografico da piattaforma remota georeferenziata (ROV) con foto e filmati in *full HD*, al fine di raccogliere informazioni di dettaglio sulla distribuzione e lo stato di salute delle principali

Figura 2 - Area di Marettimo (TP). Popolamenti vegetali e animali del Coralligeno



Fonte: ARPA Sicilia, ST3 Area Mare

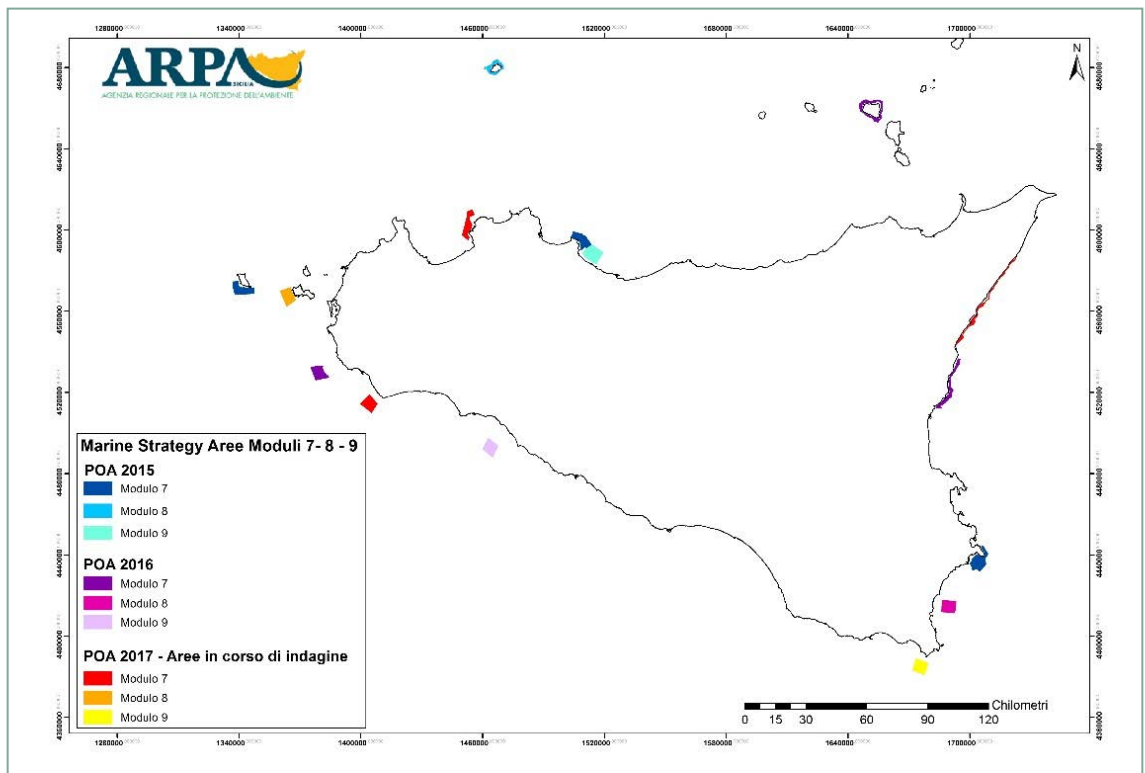
biocenosi animali e vegetali nonché sull'impatto antropico degli *habitat* sopra elencati (Figura 2).

Nel corso dei primi due anni di attività (2015-2016) sono state indagate 10 aree, sei per l'*Habitat* Coralligeno (Capo Zafferano, AMP Plemmirio, Marettimo, AMP Ciclopi, Petrosino e isola di Salina), due per l'*Habitat* fondi a maërl (isola di Ustica e Lido di Noto) e due per l'*Habitat* di fondo marino sottoposti a danno fisico (Trabia e Sciacca), per un totale di 250 km² di estensione; nel corso di queste attività sono state eseguite riprese video subacquee per 30 ore, circa

3.000 rilievi fotografici, 15 ore di pesca sperimentale e 60 prelievi di sedimento per un totale di 100 giornate di lavoro sul campo e 200 per elaborazioni, analisi granulometriche e biologiche, editing fotografici e caricamento dati su supporti informatici (*Web depository*).

ARPA Sicilia, inoltre, sta completando le indagini in ulteriori 5 aree (Terrasini, Taormina, Capo Granitola, Favignana e Pozzallo) distribuite lungo i tre versanti della costa siciliana (Figura 3).

Figura 3 - Aree di indagine dei Moduli 7-8-9 dei POA 2015-2017



Fonte: ARPA Sicilia, ST3 Area Mare

Valutazione dell'*habitat* coralligeno abruzzese nell'ambito della *Marine Strategy*

Nicola Di Deo, Emma Tomaso, Paolo De Iure
ARTA Abruzzo

Nel triennio 2015-2017 ARTA Abruzzo ha preso parte al progetto *Marine Strategy* che, nell'ambito della Direttiva quadro 2008/56/CE, ha come scopo principale la protezione e la salvaguardia dei mari europei ed il raggiungimento entro il 2020, del "buono stato ambientale" delle acque marine.

Una delle attività del progetto che ha visto il coinvolgimento dell'Agenzia, ha previsto la mappatura del fondale finalizzata alla ricerca ed alla valutazione della presenza dell'*habitat* coralligeno nelle acque marino costiere regionali.

L'*habitat* coralligeno è uno dei più importanti ecosistemi del Mediterraneo soprattutto per la capacità che hanno gli organismi, che lo costituiscono, di formare strutture biogeniche complesse ed eterogenee tali da avere una grande importanza sia a livello naturalistico che conservazionistico [Giaccone, 2007].

La scelta delle aree da indagare è stata in principio vincolata dalla conformazione geomorfologica del territorio costiero abruzzese, costituito da coste basse e sabbiose nella sua porzione settentrionale e da coste rocciose nella parte meridionale, soprattutto lungo la costa che si snoda da Ortona a Vasto [D'Alessandro *et al.*, 2001].

I dati disponibili da indagini pregresse effettuate dall'Agenzia, hanno ristretto la scelta alle aree nelle quali si prevedeva di trovare la maggior superficie di substrato duro e sono stati quindi considerati i siti

prospicienti le acque dei comuni di Ortona e San Vito Chietino. (Figura 1)

Le attività sono state eseguite in conformità con la metodologia dettata dal Piano Operativo delle Attività del progetto *Marine Strategy*.

Inizialmente un rilievo morfo-batimetrico delle aree, effettuato con un sistema *multibeam* in grado di acquisire anche dati di *backscatter*, ha permesso di mappare le aree a fondo duro sulle quali sono stati identificati dei transetti rappresentativi del range batimetrico e delle caratteristiche geomorfologiche del substrato. Le formazioni rocciose rilevate e ritenute idonee ad accogliere il suddetto *habitat* sono tutte comprese entro i 15 metri di profondità. La loro presenza si può in buona sostanza ricondurre al tipico processo di arretramento che caratterizza l'evoluzione di una falesia [Sunamura, 1992]. Le rocce, in parte in posto ed in parte costituite da materiale franato, sono conglomerati più o meno cementati, con matrice generalmente sabbiosa e costituiti da ciottoli eterometrici. I fondi mobili sono invece costituiti da sabbie sciolte alternate a sacche di materiale più fine che progressivamente aumenta verso le profondità più elevate.

Le indagini, necessarie alla caratterizzazione e alla valutazione della presenza dell'*habitat* nelle aree individuate, sono state effettuate sia in immersione mediante operatori subacquei ARTA, che con veicolo subacqueo a controllo remoto. Le attività subacquee sono state condotte secondo i dettami delle "Buone Prassi per lo svolgimento in sicurezza delle Attività Subacquee di ISPRA e delle Agenzie Ambientali" [ISPRA, 2013] ad una profondità variabile compresa tra i 4 e gli 11 metri a seconda del sito. I rilievi sono stati

eseguiti sulla base dei criteri e delle procedure indicate nella scheda metodologica relativa al Modulo 7 del Programma di Monitoraggio per la Strategia Marina ai sensi dell'Art. 11 del D.Lgs. 190/2010.

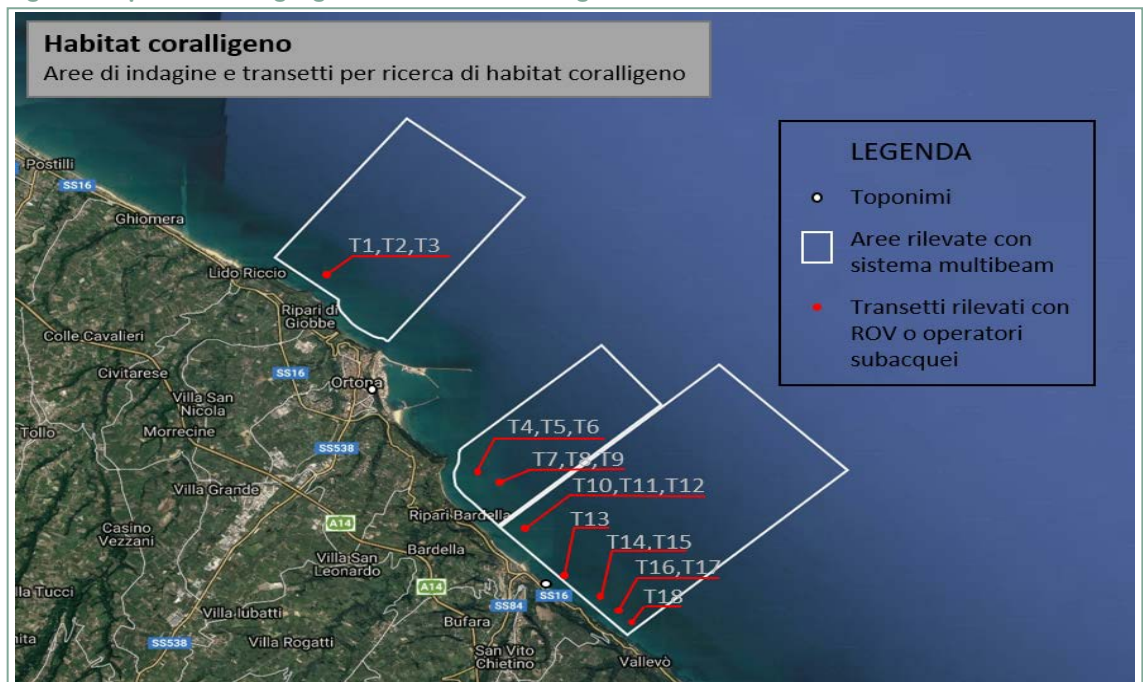
Le prime osservazioni hanno evidenziato che l'area settentrionale ortonese risulta essere interessata da un'elevata sedimentazione. Le comunità bentoniche animali rappresentate appartengono ai phylum degli anellidi (*Protula spp.*), briozoi (*Schizoporella errata*), cnidari (*Cladocora caespitosa*, *Leptogorgia sarmentosa*, *Pennaria disticha*), cordati (*Phallusia fumigata*), molluschi (*Arca noae*, *Hexaplex trunculus*, *Mytilus galloprovincialis*, *Rocellaria dubia*) e poriferi (*Aplysina*

aerophoba, *Chondrosia reniformis*, *Cliona spp.*, *Dysidea spp.*, *Ircinia spp.*, *Petrosia ficiformis*, *Phorbas spp.*, *Sarcotragus spinosulus*).

La comunità vegetale risulta essere generalmente rarefatta e costituita da feltro algale copiosamente ricoperto da sedimento e da alghe rosse calcaree appartenenti alla specie *Peyssonelia spp.*

Inoltre una più ampia osservazione dell'area centrale ha rilevato la presenza di alcune zone caratterizzate da una discreta concentrazione del gorgonaceo *Leptogorgia sarmentosa* a partire dai 6 metri di profondità e di significative biocostruzioni a

Figura 1: Inquadramento geografico delle aree di indagine



Fonte: ARTA Abruzzo

Sabellaria spinulosa concentrate nel tratto settentrionale.

Lo studio dell'area meridionale ortonese ha evidenziato una ricca biodiversità animale. Essa è risultata essere costituita da organismi appartenenti ai phylum degli anellidi (*Protula spp.*, *Serpula vermicularis*), artropodi (*Scyllarus arctus*), briozoi (*Schizoporella errata*), cnidari (*Aiptasia mutabilis*, *Anemonia viridis*, *Cladocorcaespitosa*, *Leptogorgiasarmentosa*), cordati (*Phallusia fumigata*), echinodermi (*Paracentrotus lividus*), molluschi (*Arca noae*, *Hexaplex trunculus*, *Lithophaga lithophaga*, *Mytilus galloprovincialis*, *Roccellaria dubia*) e poriferi (*Aplysina aerophoba*, *Chondrosia reniformis*, *Cliona spp.*, *Crambe crambe*, *Dysidea spp.*, *Ircinia spp.*, *Oscarella lobularis*, *Petrosia ficiformis*, *Phorbas spp.*, *Sarcotragus spinosulus*). Lo strato basale di questi affioramenti è diffusamente ricoperto da alghe calcaree del genere *Peyssonnelia*. Si segnala la presenza di *Dictyota dichotoma* e di individui isolati della rodoficea *Halymenia floresii*.

Si sottolinea la presenza del mollusco bivalve di interesse comunitario *Lithophaga lithophaga* inserito nell'allegato IV della Direttiva Habitat e negli allegati II delle Convenzioni di Berna e Barcellona [ISPRA, 2014; Relini e Tunesi, 2009].

Nell'area prospiciente il comune di San Vito Chietino gli unici affioramenti presenti sono ad una batimetrica inferiore rispetto a quelli rilevati nell'area di Ortona.

Le specie animali e vegetali riscontrate risultano essere le seguenti: per la componente animale organismi appartenenti ai phylum degli anellidi (*Protula spp.*, *Sabellaria spinulosa*), briozoi (*Schizoporella errata*), cnidari (*Anemonia viridis*, *Cereus pedunculatus*, *Cladocora caespitosa*,

echinodermi (*Paracentrotus lividus*), molluschi (*Hexaplex trunculus*, *Mytilus galloprovincialis*, *Octopus vulgaris*, *Ostrea edulis*, *Roccellaria dubia*) e poriferi (*Aplysina aerophoba*, *Chondrosia reniformis*, *Cliona spp.*, *Crambe crambe*, *Ircinia spp.*, *Oscarella lobularis*). Per la componente vegetale organismi fotofili *Codium spp.*, *Cystoseira spp.*, *Dictyota dichotoma*, *Padina pavonica* e sporadici talli di *Halymenia floresii* e *Peyssonnelia spp.* rilevati negli anfratti poco illuminati. Sono presenti diverse colonie di *Leptogorgia sarmentosa* nell'area centrale della suddetta fascia costiera ed estese biocostruzioni a *Sabellaria spinulosa* in tutta l'area settentrionale.

Alla luce di quanto emerso dalla prima campagna di monitoraggio ed in relazione alla classificazione prevista dalla Direttiva "Habitat" 92/43 CEE, è possibile inquadrare gli areali indagati nella tipologia *habitat* a "Scogliere". Sulla base delle associazioni biologiche dei popolamenti riscontrati è possibile identificare come biocenosi caratteristica quella definita "Biocenosi delle alghe infralitorali".

Successive indagini e approfondimenti permetteranno il delinearsi di un quadro più completo relativo alle aree marine costiere abruzzesi interessate da fondo duro.

Si auspica la possibilità di poter proseguire tale attività data la fondamentale importanza che rivestono gli organismi biocostruttori, sia animali che vegetali, per il mantenimento della biodiversità degli ecosistemi marini al fine di poterli tutelare e salvaguardare.

Bibliografia

D'Alessandro L., Genevois R., Marino A., 2001. *Dinamica recente della costa alta fra Ortona e Vasto (Abruzzo centro-meridionale)*. Memorie della Società Geologica Italiana, 56, pagg. 53-60.

Giaccone G., 2007. *Il coralligeno come paesaggio marino sommerso: distribuzione sulle coste italiane*. *Biologia Marina Mediterranea*, 14: 126-143.

ISPRA, 2013. *Buone Prassi per lo svolgimento in sicurezza delle Attività Subacquee di ISPRA e delle Agenzie Ambientali*. Manuali e Linee Guida 94/2013, pp 46.

ISPRA, 2014. *Specie e habitat di interesse comunitario in Italia: distribuzione, stato di conservazione e trend*, pp 330.

Relini G., Tunesi L., 2009. *Le specie protette del protocollo SPA/BIO (Convenzione di Barcellona) presenti in Italia. Schede descrittive per l'identificazione*. *Biologia Marina Mediterranea*, 16 (Suppl. 2), 433.

Sunamura T., 1992. *Geomorphology of Rocky Coasts*. Wiley, New York.

9. RIFIUTI

Terra dei fuochi: le indagini effettuate ai sensi della Legge 6/2014

Claudio Marro, Roberto Bardari
ARPA Campania

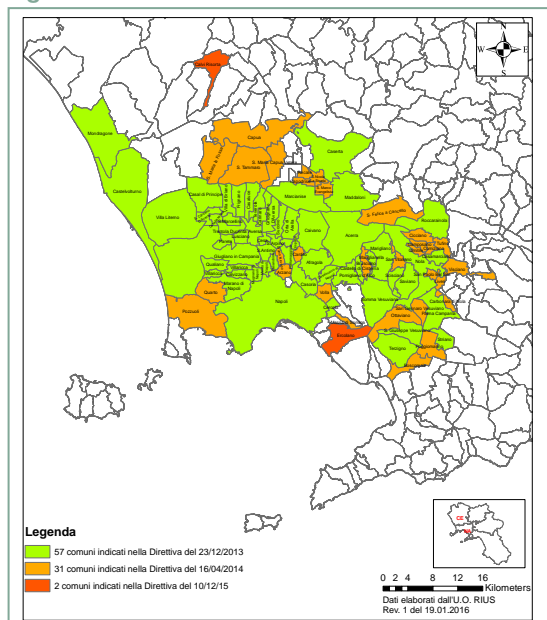
Il fenomeno dell'abbandono e dei roghi dei rifiuti nella parte di territorio della regione Campania, compreso tra la provincia di Napoli e di Caserta e tristemente nota come "Terra dei Fuochi", ha indotto il Governo nazionale ad emanare specifici provvedimenti normativi finalizzati ad indagare i terreni agricoli e le relative produzioni agricole.

I comuni interessati sono 90, di cui 56 nella provincia di Napoli e 34 in quella di Caserta (Figura 1), dove già i sindaci avevano aderito al "Patto Terra dei Fuochi" impegnandosi contestualmente ad adottare misure di contrasto al fenomeno dei roghi dei rifiuti abbandonati su strade e aree pubbliche o soggette a uso pubblico e alla tempestiva rimozione rifiuti.

Con l'emanazione della Legge n° 6 del 06.02.2014, è stato costituito un apposito Gruppo di Lavoro Nazionale (GdL), il cui compito è l'effettuazione della mappatura e delle indagini dei terreni agricoli della regione Campania, eventualmente interessati da contaminazioni a causa di sversamenti e/o smaltimenti abusivi di rifiuti anche mediante combustione.

Al GdL partecipano numerose ed importanti istituzioni quali CRA, ISPRA, ISS, Regione Campania, IZS, IZSM, UniNA, AGEA, INGV, Carabinieri Forestali e ARPAC. Il GdL, con l'obiettivo di pervenire alla definizione di criteri per la valutazione dei terreni agricoli, a garanzia della salubrità e della qualità delle produzioni agroalimentari per la tutela della salute umana, ha elaborato un "modello scientifico di riferimento".

Figura 1: I comuni della Terra dei fuochi



Fonte: Direttive Ministeriali (Agricoltura, Ambiente, Salute) ed Elaborazione ARPAC

I principali step dell'attività del GdL sono stati:

- preliminare **individuazione dei terreni** agricoli mediante la messa a sistema dei dati analitici di contaminazione di suoli agricoli ambientali già disponibili presso l'ARPAC e l'Università di Napoli Federico II unitamente alle risultanze degli studi sulle variazioni morfologiche dei terreni agricoli, compiuti da AGEA, e riscontrabili dalla sovrapposizione di ortofoto eseguite in anni diversi. Con l'utilizzo di tale metodica sono stati individuati oltre 1.900 siti costituiti da quasi 20.000 particelle catastali per un totale di circa 2.000 ettari;
- **campionamento e analisi** nei siti individuati. Il lavoro ha comportato la preventiva notifica

giudiziale a proprietari/gestori dei fondi agricoli, il prelievo e le relative analisi di suolo, di acque utilizzate per fini agricoli e di prodotti vegetali. Nei terreni più a rischio, le indagini sono state completate, da misure radiometriche e geomagnetometriche finalizzate ad individuare l'eventuale presenza di rifiuti interrati. Sono state anche indagate le acque, sia profonde che superficiali ad uso irriguo utilizzate sui cespiti esaminati, al fine di una possibile valutazione di eventuali correlazioni con i relativi suoli; nel corso di questa attività è risultata evidente la mancanza di un Regolamento sulla idoneità delle acque per l'utilizzo irriguo;

- **interpretazione delle risultanze** delle indagini eseguite, mediante un complesso ed articolato lavoro, reso più difficile dalla mancanza del regolamento concernente gli interventi di bonifica, ripristino ambientale e di messa in sicurezza, d'emergenza operativa e permanente, delle aree destinate alla produzione agricola e all'allevamento; tale regolamento al momento non è ancora emanato anche se già previsto dall'art. 241 del D.Lgs. n.152/06 smi e dalla Legge 6/2014;
- **valutazione relative alla biodisponibilità dei diversi inquinanti**, alla qualità dei suoli, ai meccanismi di assorbimento e traslocazione e alle capacità di assorbimento delle diverse specie agricole. Infatti oltre alla concentrazione assoluta degli inquinanti nel suolo, si è valutata la possibilità che gli inquinanti stessi dal suolo potessero trasferirsi alla pianta ed ai suoi frutti con conseguente ingresso nella catena alimentare.

Una specificità adottata dal GdL, nella pianificazione delle indagini in questione, ha riguardato le particelle di terreno limitrofe alle aree di discariche, per le quali è stata definita una metodologia di campionamento dei suoli che garantisse un numero maggiore di punti di indagine nelle zone più vicine ai siti di smaltimento dei rifiuti.

Per ciascun singolo sito infatti, si è applicata la metodica della Valutazione Comparata del Rischio (VCR), attraverso la quale ad ogni discarica è stata attribuito un punteggio normalizzato a 100, prendendo in considerazione numerosi parametri quali: stima della superficie potenzialmente contaminata, tipologia di rifiuti abbancati (pericolosi o non pericolosi), dati inerenti alla soggiacenza della falda, presenza o meno di impermeabilizzazione del fondo discarica. In funzione dei risultati ottenuti, quindi, le discariche sono state classificate per livello di rischio e suddivise nei seguenti 3 differenti gruppi:

- **le più impattanti**, per le quali viene indagata, con maggior dettaglio, la fascia di terreno di 60 m di larghezza confinante con il bordo dell'invaso divisa in 3 fasce omogenee concentriche di 20 m ognuna;
- **le mediamente impattanti**, per le quali viene indagata, con maggior dettaglio, la fascia di terreno di 40 m di larghezza confinante con il bordo dell'invaso, divisa in 2 fasce omogenee concentriche di 20 m ognuna;
- **le poco impattanti**, per le quali è indagata, con maggior dettaglio, unicamente la fascia di terreno di 20 m di larghezza confinante con il bordo dell'invaso.

Il modello scientifico elaborato dal GdL, applicato ai terreni indagati ai sensi della Legge n.6 del 6 febbraio 2014, ha consentito di valutare e classificare ai fini dell'uso agricolo, sulla scorta delle risultanze di tutte le analisi effettuate, i cespiti agricoli nelle seguenti 4 classi:

- **Classe A:** Terreni idonei alle produzioni agroalimentari;
- **Classe B:** Terreni con limitazione a determinate produzioni agroalimentari in specifiche condizioni;
- **Classe C:** Terreni idonei alle produzioni non alimentari;
- **Classe D:** Terreni con divieto di produzioni agroalimentari e silvopastorali.

Nell'ultimo triennio (2014-2016) sono stati indagati e classificati oltre 500 terreni per un totale di oltre 380 ettari ed in tabella 1 sono riportati i dati relativi alle superfici dei Comuni già valutati e classificati.

Di seguito sono sintetizzati i principali risultati delle indagini eseguite nel triennio 2014 - 2016:

- **indagini chimico-fisiche dei terreni:** il 67% dei terreni classificati, con riferimento all'estensione, sono risultati idonei per l'uso agricolo a fronte di 12% interdetti alla coltivazione. Per il restante 20% sono previste specifiche limitazioni (es. divieto di pascolo ed uso foraggero). Gli inquinanti riscontrati con maggiore frequenza sono stati nell'ordine: i metalli pesanti, il DDT e derivati, le diossine e gli IPA;
- **analisi chimico-fisiche e microbiologiche di prodotti agricoli:** nessuno dei prodotti agricoli per alimentazione umana è risultato non conforme ai limiti normativi;
- **indagini geo-magnetometriche del suolo:** in 28

cespiti sono state riscontrate positività;

- **indagini radiometriche del suolo:** non sono stati mai riscontrati valori anomali di radioattività dello strato superficiale del suolo.

Il modello scientifico di riferimento utilizzato per la "Terra dei Fuochi", atteso il vuoto normativo riguardante l'idoneità dei siti da utilizzare all'uso agricolo, potrebbe essere adottato in analoghe fattispecie ed utilizzato nel redigendo Regolamento di cui all'art. 241 D.Lgs. n. 152/2006.

Infatti, mentre per i siti a destinazione verde pubblico, privato e residenziale o ad uso industriale/commerciale sono previste le Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) nel suolo e nel sottosuolo come da tabella 1 dell'allegato V alla parte IV del D.Lgs. 152/2006 e smi, per i siti agricoli mancano ancora i valori limiti di riferimento o i relativi criteri di valutazione.

Approfondimenti sulle attività svolte per la "Terra dei Fuochi" sono disponibili all'apposita sezione del sito Web agenziale accessibile anche dalla *homepage* all'indirizzo: <http://www.arpacampania.it>.

Nella sezione "ARPAC e la Terra dei Fuochi" è possibile effettuare il download dei dati disponibili in formato editabile e localizzare i terreni investigati e valutati, utilizzando mappe interattive appositamente predisposte.

Tabella 1: Terra dei Fuochi - Superficie dei Terreni Classificati ai fini dell'uso agricolo e Ripartizione per Comune - Rischio Presunto 5, 4, 3 e 2a

Comuni	Provincia	Area classificata (m ²)	Classe A (m ²)	Percentuale sul classificato (%)	Classe A1 (m ²)	Percentuale sul classificato (%)	Classe B (m ²)	Percentuale sul classificato (%)	Classe D (m ²)	Percentuale sul classificato (%)
Acerra	NA	596.082	439.481	73,73	16.929	2,84	71.728	12,03	67.944	11,40
Caivano	NA	189.004	5.290	2,80	0	0,00	107.021	56,62	76.693	40,58
Camposano	NA	12.299	4.083	33,20	7.901	64,24	315	2,56	0	0,00
Castel Volturno	CE	64.445	51.958	80,62	0	0,00	12.487	19,38	0	0,00
Cicciano	NA	5.130	5.130	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Cimitile	NA	9.365	0	0,00	0	0,00	9.365	100,00	0	0,00
Comiziano	NA	14.035	14.035	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Giugliano in Campania	NA	506.679	456.984	90,19	24.387	4,81	18.679	3,69	6.629	1,31
Grumo Nevano	NA	617	617	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Maddaloni	CE	1.550	0	0,00	0	0,00	1.550	100,00	0	0,00
Mondragone	CE	1.782	1.782	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Nola	NA	46.506	46.506	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Orta di Atella	CE	3.993	3.993	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Pozzuoli	NA	59.277	42.147	71,10	0	0,00	17.130	28,90	0	0,00
Qualiano	NA	1.265	1.265	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Roccarainola	NA	18.034	18.034	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
San Gennaro Vesuviano	NA	5.013	0	0,00	3.642	72,65	0	0,00	1.371	27,35
San Marco Evangelista	CE	5.494	5.494	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00

continua

segue

Comuni	Provincia	Area classificata (m ²)	Classe A (m ²)	Percentuale sul classificato (%)	Classe A1 (m ²)	Percentuale sul classificato (%)	Classe B (m ²)	Percentuale sul classificato (%)	Classe D (m ²)	Percentuale sul classificato (%)
San Nicola La Strada	CE	3.708	3.708	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
San Paolo Bel Sito	NA	2.174	2.174	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
San Vitaliano	NA	11.623	9.800	84,32	1.823	15,68	0	0,00	0	0,00
Santa Maria La Fossa	CE	32.998	22.661	68,67	0	0,00	0	0,00	10.337	31,33
Saviano	NA	47.028	43.298	92,07	0	0,00	0	0,00	3.730	7,93
Succivo	NA	15.409	2.025	13,14	393	2,55	1.710	11,10	11.281	73,21
Villa Literno	CE	730.809	357.661	48,94	0	0,00	250.286	34,25	122.862	16,81
Villaricca	NA	24.000	24.000	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
TOTALE		2.408.319	1.562.126	64,86	55.075	2,29	490.271	20,36	300.847	12,49

Fonte: Decreti Ministeriali (Agricoltura, Ambiente, Salute) ed Elaborazione ARPAC

10. CAMPI ELETTROMAGNETICI

Il monitoraggio dei campi elettromagnetici nella base militare USA NRTF/MUOS a Niscemi

Salvatore Caldara, Antonio Sansone Santamaria
ARPA Sicilia

Nel comune di Niscemi in Sicilia è presente dal 1990 una base radiotrasmittente militare della Marina Militare Americana.

All'interno della base sono collocate: una antenna a traliccio di 260 metri operante a 46 kHz e circa 40 antenne operanti a frequenze da 1 a 30 MHz di diverse tipologie: antenne logperiodiche (HLP), logperiodiche ruotabili (RLPA), antenne omnidirezionali orizzontali (HOB), High Take-Off Angle (HTOA), Dual Mode (DM), Spiral-cone e Horizontal/Vertical HF LoopAntenna.

In Sicilia la Legge quadro sulla protezione dai campi elettromagnetici [L. 36/2001] non è stata ancora recepita, mentre è stato recepito il D.Lgs. 259/2003 o codice delle comunicazioni.

Come conseguenza del mancato recepimento della L. 36/2001, le installazioni diverse da quelle per telecomunicazioni civili (telefonia cellulare, radio e tv) come ad esempio radar, o impianti radio militari non sono in genere oggetto di un percorso autorizzativo nel quale vengono valutate le emissioni e immissioni di campi elettromagnetici.

Nel 2008 le autorità militari americane chiesero alla Regione Sicilia le autorizzazioni necessarie alla installazione nella base NRTF di Niscemi di tre grandi antenne paraboliche operanti nella banda ka e di due piccole antenne VHF.

Le tre nuove antenne erano tre parabole del diametro di 18 metri e operanti alla frequenza di 31 GHz mentre le

antenne VHF erano due. Il sistema di telecomunicazioni di cui le tre parabole fanno parte è denominato MUOS (*Mobile User Objective System*) costituito da 4 stazioni terrestri site in Virginia, Hawaii, Australia ed a Niscemi in Italia.

Nel 2009, a seguito di richiesta di vari Enti, venne chiesto ad ARPA Sicilia di effettuare delle verifiche previsionali dei campi elettromagnetici prodotti dalle 3 antenne paraboliche del MUOS e una campagna di misure dei campi elettromagnetici prodotti dalle antenne LF/HF presenti nel sito già dagli anni '90.

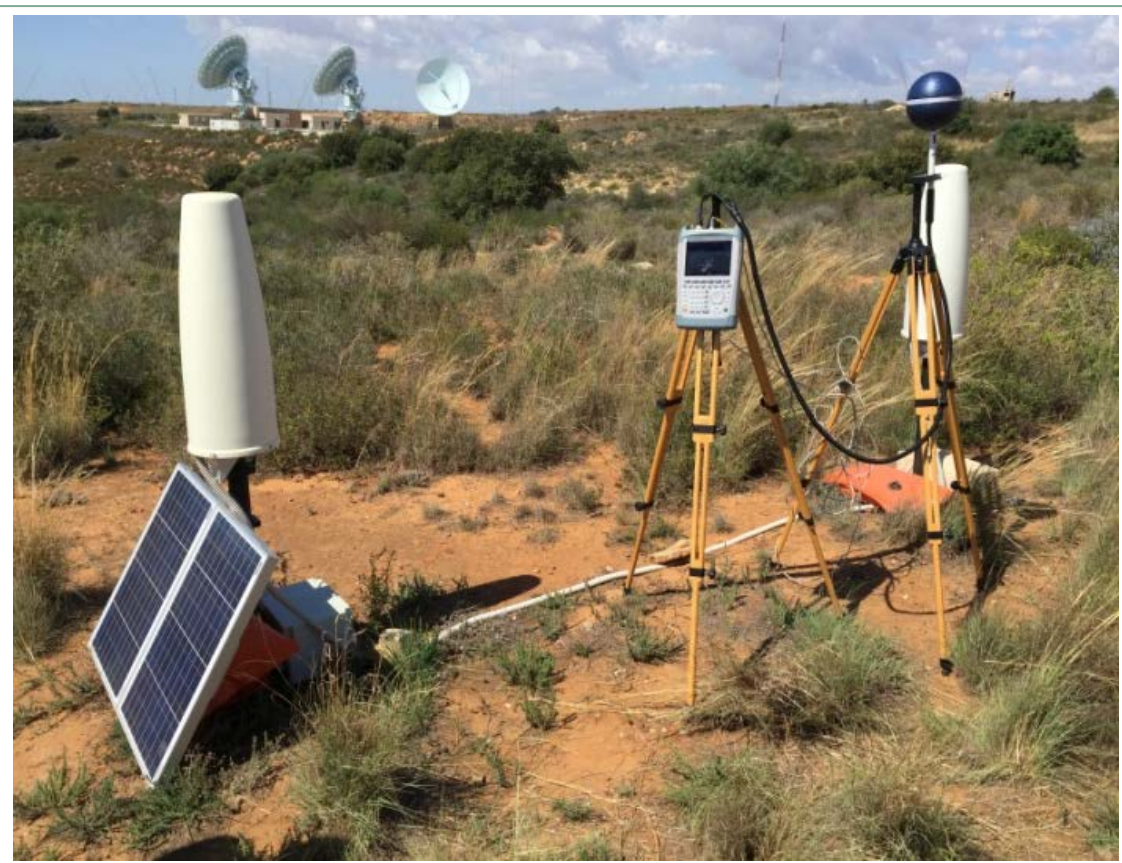
ARPA Sicilia eseguì una valutazione dei campi elettromagnetici prodotti dalle tre antenne paraboliche adoperando l'ipotesi di campo lontano, non disponendo di software commerciali in grado di eseguire calcoli in campo vicino che, per le dimensioni delle antenne (18 m) e per le frequenze adoperate (30-31 GHz), è di circa 64 km.

Le prime campagne di misura vennero effettuate adoperando per le misure puntuali strumentazione in banda larga (Narda PMM8053A con sonde PMM EP330) e in banda stretta (Narda EHP200), come indicato dalle norme tecniche [CEI 211/7] e per i monitoraggi centraline Narda PMM 8055 con sensore EP330; una di queste ultime rivelò in una abitazione prossima alla base militare valori di campo elettrico di circa 7 V/m. È opportuno precisare che nello stesso punto le misurazioni puntuali effettuate con la sonda EHP200 nel range di frequenza 9 kHz-30 MHz avevano evidenziato che il segnale prevalente era quello a 46 kHz con un'intensità di circa 8 V/m e che i segnali da 1 a 30 MHz erano presenti con intensità massima di 0,1 V/m.

Sulla base delle informazioni ottenute dai tali primi risultati, la cittadinanza di Niscemi manifestò preoccupazioni sull'impatto a distanza dei campi elettromagnetici prodotti sia dagli impianti radio esistenti sia dalle antenne del costruendo MUOS e nacque un movimento civile denominatosi NOMUOS per contrastare la realizzazione delle tre antenne paraboliche.

Tenuto conto dei risultati contrastanti tra le misure selettive puntuali (EHP200) e quelle ottenute tramite la centralina PMM8053 con sensore EP330, dal 2012 ARPA Sicilia effettuò uno studio [Sansone Santamaria A. *et al.*, 2013; Sansone Santamaria A. *et al.*, 2014] per verificare la risposta del sensore EP330 (100 kHz - 3 GHz) a segnali a 46 kHz, verificando che sia tale sensore sia quasi tutti i sensori tradizionali operanti tra 100 kHz

Figura 1: Alcune fasi della validazione del sistema di monitoraggio 9 kHz- 31 GHz



Fonte: ARPA Sicilia

e 3 GHz sono molto sensibili a segnali a frequenze inferiori a quella minima (100 kHz) di lavoro.

Per tale motivo ARPA Sicilia decise quindi di dotarsi di sistemi di monitoraggio specifici per le frequenze utilizzate dalle antenne esistenti nella base (46 kHz e 1-30 MHz) e in particolare acquistò una centralina Narda AMS8063 basata su un sensore triassiale isotropico Narda EHP200. ARPA Sicilia decise inoltre di dotarsi di un ulteriore analizzatore di spettro portatile scegliendo un R&S FSH20 con una antenna triassiale isotropica R&S TSMF B3.

L'utilizzo della centralina AMS8063, nello stesso sito abitativo nel quale era stata installata la centralina PMM8053, dimostrò che i valori superiori a 6 V/m rilevati dalla centralina PMM8053 erano determinati dal segnale a 46 kHz al quale, è opportuno ricordare, ai sensi del DPCM 08/07/03, si applica il limite di 83 V/m. Utilizzando la nuova strumentazione per misure puntuali ARPA Sicilia condusse diverse campagne di misura sia in autonomia sia congiuntamente a ISPRA e a ISS come richiesto da un gruppo di lavoro insediato presso l'ISS. Tutte le campagne di misura hanno confermato che i campi elettrici prodotti dal segnale a 46 kHz rispettano il valore limite di 83 V/m con valori massimi di 30 V/m nelle prossimità della recinzione della base e di 7-8 V/m nella abitazione prossima alla stessa antenna. Per quanto attiene ai segnali a 1-30 MHz all'esterno della base i valori massimi di campo elettrico registrati sono risultati di 100-200 mV/m, di molto inferiori al limite di attenzione di 6 V/m.

Tra il 2014 e il 2016, a seguito di un complesso iter giudiziario, sia amministrativo che penale non ancora definitivamente concluso, sono state realizzate e

attivate le tre antenne paraboliche del MUOS i cui campi elettrici all'esterno della base, misurati con la strumentazione selettiva puntuale (Keysight N9010A e una antenna mini horn EMC03116C con preamplificatore) sono risultati inferiori a 0,2 V/m e al di sotto del limite di rivelabilità in prossimità del paese di Niscemi.

Ciò nonostante, per un accordo stipulato tra il Ministero della Difesa Italiano e la Regione Siciliana, nel 2016 è stato installato un sistema di monitoraggio dei campi elettromagnetici di nuova realizzazione in grado di coprire tutte le frequenze utilizzate nella base NRTF/MUOS di Niscemi.

Il nuovo sistema di monitoraggio è stato realizzato dalla NARDA in base alle indicazioni di ARPA Sicilia ed è stato denominato RMS8065. È costituito da due unità di monitoraggio, una basata sulla centralina NARDA AMS8063 per i segnali a 46 kHz e da 1 a 30 MHz, e una seconda unità basata sulla centralina NARDA AMS8060 con un sensore triassiale isotropico da 75 MHz a 3 GHz e una antenna minihorn, per il segnale a frequenza pari a 31 GHz, puntata sulle parabole del MUOS.

Sono state installate 4 centraline di monitoraggio RMS8065 all'interno della base in modo da avere una copertura completa intorno alle parabole del MUOS, in relazione alle direzioni di puntamento del sistema.

Le centraline vengono gestite da un centro di controllo posto all'interno della base che registra i dati di misura. ARPA Sicilia ha effettuato il collaudo del nuovo sistema di monitoraggio utilizzando la propria strumentazione selettiva posta nelle stesse postazioni delle centraline RMS8065 (Figura 1) e confrontando tali risultati con quelli del nuovo sistema di monitoraggio. I risultati di tali misure sono riportati nella Tabella 1.

Come si evince dai dati riportati in Tabella 1, le misure effettuate con il sistema RMS 8065 sono risultate in

accordo con quelle rilevate mediante strumentazione selettiva portatile.

Tabella 1: Confronto tra le misure effettuate con strumentazione selettiva portatile e con il Sistema di monitoraggio RMS 8065

Punto di misura	Frequenza	Risultati ottenuti con analizzatore di spettro [V/m]	Risultati ottenuti con RMS8065 [V/m]
TP11	46 kHz	2	2,4
	1-30 MHz	0.143	0.154
	305 MHz	0.001	0.001
	31 GHz	< 0.001	< 0.001
TP12	46 kHz	2	1,9
	1-30 MHz	0.185	0.135
	305 MHz	0.001	0.001
	31 GHz	< 0.001	< 0.001
TP14	46 kHz	4,4	6
	1-30 MHz	0.07	0.015
	305 MHz	0.001	0.001
	31 GHz	< 0.001	< 0.001
TP16	46 kHz	2	2
	1-30 MHz	0.150	0.150
	305 MHz	0.001	0.001
	31 GHz	< 0.001	< 0.001

Dopo il collaudo e l'attivazione del nuovo sistema di monitoraggio, ARPA Sicilia analizza e valida i dati del nuovo sistema di monitoraggio ed effettua periodicamente delle campagne di misura all'interno ed all'esterno della base.

Bibliografia

CEI 211/7. Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz - 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana.

DPCM 08/07/03. Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti.

Legge quadro n. 36 del 2001. Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

Sansone Santamaria A., S. Caldara, D. Cusimano, 2013. *Il monitoraggio ed il controllo degli impianti radioemittenti a frequenze inferiori a 100 kHz: problematiche normative e tecniche. Il caso studio di Niscemi*- Convegno nazionale Airp Palermo.

Sansone Santamaria A., S. Caldara, 2014. *Il monitoraggio selettivo del campo elettrico e magnetico da pochi kHz a 30 GHz*. Convegno nazionale Airp Aosta.

11. RADIAZIONI IONIZZANTI

Campagne di misura del radon indoor in Abruzzo

Sergio Palermo
ARTA Abruzzo

Il radon, gas radioattivo derivante dal decadimento dell'uranio presente nel suolo e nelle rocce, può accumularsi negli ambienti confinati, rappresentando un potenziale pericolo per la salute; esso è infatti un agente cancerogeno responsabile di un aumento del rischio di tumore polmonare [IARC, 1988].

Sul piano normativo, è imminente il recepimento della direttiva 2013/59/Euratom che aggiornerà il vigente D.Lgs. 230/1995 con disposizioni finalizzate a ridurre la presenza del radon nelle abitazioni a fronte di livelli di riferimento, validi anche per i luoghi di lavoro, non superiori a 300 Bq/m³ in termini di concentrazione media annua.

ARTA Abruzzo da diversi anni è impegnata nella misura della concentrazione di radon nelle abitazioni e altri edifici (scuole, luoghi pubblici, luoghi di lavoro) della regione. Tale attività, avviata per rispondere ad un preciso obbligo di legge (individuazione delle zone a maggior rischio radon, ai sensi dell'art. 10 sexies del citato D.Lgs. 230/1995), ha fornito dati utili ad una prima caratterizzazione del fenomeno sul territorio ed elementi di conoscenza indispensabili per definire politiche di prevenzione e protezione della popolazione. In totale, sono circa 2.500 gli edifici, per lo più civili abitazioni, per i quali sono attualmente disponibili dati di concentrazione di radon (media annua).

La prima campagna di misura del Radon in Abruzzo fu effettuata nel biennio 1991-92 nell'ambito della "Indagine Nazionale Radon", organizzata da ISS e

ENEA-DISP [Bochicchio *et al.*, 2005]. Fu coinvolta la città di Pescara, in quanto unico comune abruzzese con popolazione superiore a 100.000 abitanti insieme ad altri 6 comuni selezionati sulla base di criteri di mera casualità: 5 in provincia dell'Aquila (Pratola Peligna, Raiano, Barisciano, Lecce nei Marsi, San Vincenzo Valle Roveto) e Crecchio in provincia di Chieti. Le misure, di durata annuale, furono effettuate dal PMIP della ASL di Pescara con rivelatori a tracce tipo LR115 e coinvolsero un totale di circa 100 abitazioni; il valore medio regionale risultò pari a 60 Bq/m³.

Una seconda indagine (1993-1995) coinvolse quasi tutti gli asili e le scuole materne della regione con circa 500 edifici monitorati. Anche in questo caso le misure furono annuali ed effettuate con rivelatori LR115 dal PMIP della ASL di Pescara; il valore medio risultò leggermente superiore a quello della precedente indagine (66 Bq/m³).

In anni più recenti, fu effettuata una prima campagna da ARTA in convenzione con la Regione Abruzzo negli anni 2005-2008 (PR1); nel corso di questa indagine furono monitorati con rivelatori a tracce tipo CR-39 un totale di 1.245 edifici, in gran parte abitazioni, in quasi tutti i comuni abruzzesi. La campagna più recente è stata effettuata da ARTA nel periodo 2009-2014 (PR2) ed ha interessato circa 400 civili abitazioni in tutta la regione, scelte in maniera casuale con estrazione di nominativi dagli uffici anagrafe di 30 comuni preventivamente selezionati in quanto rappresentativi dei 305 dell'intera regione [Palermi *et al.*, 2012]. Considerando anche le misure effettuate nello stesso periodo presso abitazioni di volontari e presso scuole e luoghi di lavoro, complessivamente, sono stati interessati 519 edifici nei 30 Comuni selezionati e ulteriori 89 in altri 35 comuni abruzzesi.

La campagna PR2, analogamente alla precedente (PR1), è stata realizzata interamente dalle strutture ARTA, dall'elaborazione del piano di campionamento alle attività territoriali (distribuzione dei rivelatori nelle abitazioni e successivo ritiro) e laboratoriali (trattamento e lettura dei rivelatori nel laboratorio del Centro di Riferimento Regionale per la Radioattività Ambientale presso il Distretto di Pescara), con la collaborazione delle amministrazioni dei Comuni coinvolti nella fase di estrazione del campione e contatto con le famiglie selezionate.

La copertura del campione previsto nel piano è stata ottimale in buona parte dei comuni coinvolti (Sulmona, Celano, Castel di Sangro, Luco dei Marsi, Magliano dei Marsi, Balsorano, Bugnara, Cerchio, Castel del Monte, Sante Marie in provincia dell'Aquila; Chieti, Ortona, Lanciano, Francavilla al Mare, Gessopalena, Palena, San Vito Chietino, Santa Maria Imbaro in provincia di Chieti, Pescara, Sant'Omero in provincia di Teramo); non totale ma comunque soddisfacente in altri (Barete, Fagnano Alto - AQ, Crognaleto, Martinsicuro - TE, Pollutri - CH, Tocco da Casauria - PE); insoddisfacente nei rimanenti 4 casi (L'Aquila, Avezzano, Prata d'Ansidonia, Cagnano Amiterno - AQ). Nel caso dell'Aquila, in particolare, il sisma del 2009 ha costretto a rimodulare la campagna di misure, che sono state effettuate in un numero ridotto di abitazioni, concentrando l'attenzione sui cosiddetti Moduli Abitativi Provvisori (MAP), unità abitative a schiera di uno o al più due piani, realizzate in legno su platea in calcestruzzo, nelle quali si sono riscontrate concentrazioni di radon piuttosto basse (il valore medio sul campione di 34 MAP è di 25,2 Bq/m³).

Il quadro che emerge dall'analisi dei dati, oltre a confermare elementi già emersi in precedenza, mette

in luce situazioni nuove degne di nota.

Sul versante delle conferme, la distribuzione spaziale dei livelli di radon evidenzia sostanziali differenze tra l'area appenninica (costituita dall'intera provincia dell'Aquila e dalla fascia montuosa più interna delle altre tre province) e la più popolosa area collinare - litoranea. Nell'area interna le concentrazioni di radon sono generalmente più elevate e sono stati riscontrati alcuni superamenti del livello di riferimento di 300 Bq/m³ (5 casi distribuiti in 4 comuni, con un valore massimo di 721 Bq/m³ nel comune di Balsorano), superamenti assenti nell'altra area, nella quale il valore più elevato è risultato pari a 230 Bq/m³ (nel comune di Lanciano).

Non sorprende, inoltre, che i valori medi a livello comunale siano più elevati nei piccoli centri (Barete 96,5 Bq/m³, Fagnano Alto e Balsorano 87,9 Bq/m³) rispetto alle realtà urbane, con i valori più bassi registrati nelle città costiere e nell'immediato entroterra (Pescara 24,5 Bq/m³, Chieti 26,7 Bq/m³, Francavilla al Mare 21,9 Bq/m³). Si tratta di un fenomeno che si registra in entrambi i domini geografici sopra descritti e che deriva principalmente dalla diversa composizione del patrimonio edilizio abitativo nelle aree a maggiore urbanizzazione, caratterizzate dalla prevalenza di edifici multipiano, rispetto alle aree rurali e ai piccoli centri, nei quali sono frequenti edifici monofamiliari con presenza di locali posti a piano terra, generalmente più esposti alla penetrazione del radon dal sottosuolo.

Elementi importanti di novità emergono dall'analisi statistica dei dati, i quali, essendo stati generati da una campagna di misure condotta secondo un piano di campionamento concepito per garantire, almeno in linea teorica, rappresentatività del patrimonio edilizio residenziale regionale,

consentono una stima preliminare della concentrazione media di radon cui è esposta la popolazione abruzzese, che risulta dell'ordine di 40 Bq/m³, significativamente inferiore ai 60 Bq/m³ stimati nell'ambito dell'Indagine Nazionale del 1991-1992 [Bochicchio *et al.*, 2005].

Naturalmente nell'area appenninica si registra un valore medio sensibilmente superiore a quello che compete all'area collinare-litoranea (53 contro 34 Bq/m³).

Il prospetto completo delle elaborazioni statistiche, relative a tutte le campagne di misura, è disponibile nel sito di ARTA, 2017.

Bibliografia

ARTA, 2017, *Campagne di misura del radon nelle abitazioni ed in altri edifici della regione Abruzzo* http://www.artaabruzzo.it/download/pubblicazioni/20170615_SP_rn.pdf.

Bochicchio, F., Campos Venuti, G., Piermattei, S., Nuccetelli, C., Risica, S., Tommasino, L., Torri, G., Magnoni, M., Agnesod, G., Sgorbati, G., Bonomi, M., Minach, L., Trotti, F., Malisan, M.R., Maggiolo, S., Gaidolfi, L., Giannardi, C., Rongoni, A., Lombardi, M., Cherubini, G., D'Ostilio, S., Cristofaro, C., Pugliese, M., Martucci, V., Crispino, A., Cuzzocrea, P., Sansone Santamaria, A., Cappai, M., 2005. *Annual average and seasonal variations of residential radon concentration for all the Italian regions*. *Radiation measurements*, 40(2-6): 686-694.

IARC, International Agency for Research on Cancer, 1988. *Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, man-made mineral fibres and radon*, Volume 43.

Palermi S., Carnesale L., Buccella G., Rancitelli D., Sulli G., Benedetti F., Capannolo R., Gianfelice G., Di Giansante A., 2012. *Indagine per la mappatura del radon in Abruzzo*, Atti del V Convegno Nazionale sugli Agenti Fisici, ISBN 978-88-7479-118-7.

ARPA FVG e radon: misure d'iniziativa nelle strutture scolastiche, norma regionale ad hoc per gli asili nido, formazione per operatori sanitari e tecnici comunali

Silvia Pividore, Concettina Giovani
ARPA FVG

ARPA FVG ha intrapreso negli anni numerose attività nel campo del controllo, della prevenzione e della riduzione del rischio dovuto al radon. Molte iniziative sono state svolte anche per la diffusione della conoscenza del problema, sia a livello dei cittadini che dei diversi enti proposti; questo lavoro ha portato all'inserimento, all'interno del regolamento regionale per il funzionamento degli asili nido, di una richiesta specifica per quanto riguarda i livelli di concentrazione di radon.

Per quanto concerne le misure d'iniziativa, l'obiettivo primario ha riguardato la conoscenza dei valori di concentrazione di radon all'interno degli edifici scolastici. A partire dal 2000 ARPA FVG ha iniziato ad effettuare i controlli: le misure sono state intensificate negli anni fino a coprire tutte le strutture scolastiche, pubbliche e private, di ogni ordine e grado, le scuole materne e tutti gli asili nido della regione, compresa la nuova realtà dei nidi familiari. Ogni anno una cinquantina di strutture sono ancora oggetto di indagine, in quanto vengono misurati nuovamente gli edifici che sono stati oggetto di ristrutturazione e/o ampliamento e inoltre vengono aggiunte tutte le nuove strutture.

In ogni scuola sono state effettuate misure in più locali, il cui numero è dipeso dalla dimensione della scuola

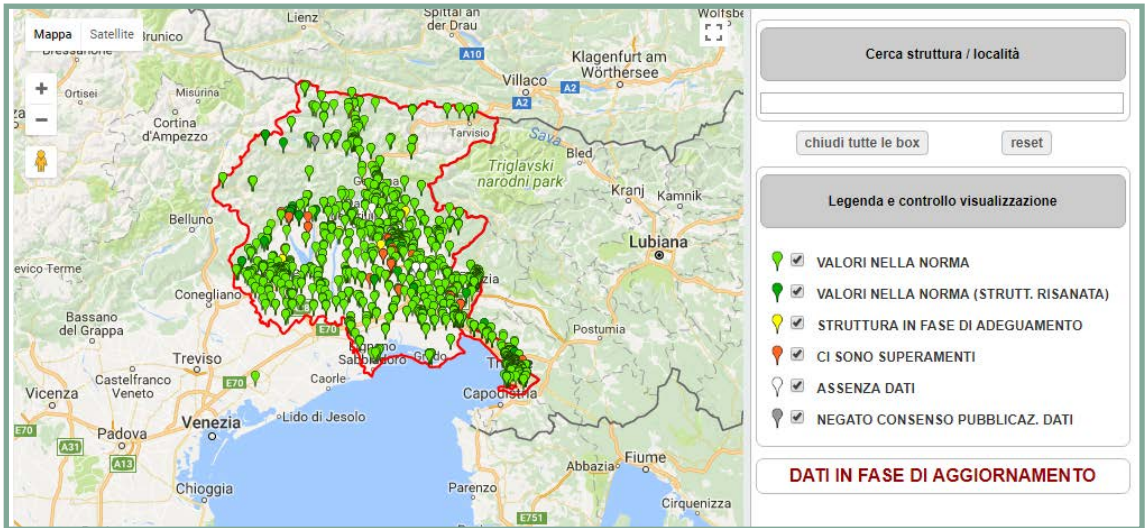
e dalle sue caratteristiche costruttive. Le conoscenze, maturate negli anni sulla distribuzione del radon all'interno degli edifici, hanno portato a intensificare il numero di locali oggetto di indagine fino a comprendere la totalità dei locali della struttura ai piani più bassi dell'edificio (piano terra o rialzato più eventuali piani interrati/seminterrati). Le misure sono state effettuate per un periodo di cinque mesi, da gennaio a giugno, periodo rappresentativo del valore medio annuo della concentrazione di radon. In caso di evidenza di criticità, i dati vengono riconfermati tramite misure annue.

Un numero significativo di strutture scolastiche risulta avere almeno un locale abitabile con concentrazione media superiore a 500 Bq/m³, attuale livello di Azione stabilito dal D.Lgs. 241/2000. In molti casi gli interventi vengono intrapresi a distanza di alcuni anni dalla comunicazione della criticità. Attualmente le strutture presenti in regione sono 1413: di queste 37 devono ancora essere risanate, mentre 56 sono state oggetto di interventi di risanamento la cui efficacia è stata attestata da misure annue, così come previsto dal suddetto Decreto.

La Figura 1 riporta la distribuzione degli edifici scolastici sul territorio regionale. Per ogni edificio viene indicata la conformità ai valori della normativa vigente e viene data evidenza delle strutture che sono state interessate da interventi di risanamento risolutivi.

Una nota più stringente di quanto stabilito dal D.Lgs. 241/2000 è stata emanata relativamente agli asili nido; la norma è stata introdotta nell'ambito della Legge regionale 20/2005 riguardante il sistema educativo integrato dei servizi per la prima infanzia e in particolare nel regolamento attuativo. Il Regolamento n. 87/2006,

Figura 1: Misure di concentrazione di radon in tutte le strutture scolastiche



Fonte: ARPA FVG

recante requisiti e modalità per la realizzazione, l'organizzazione, il funzionamento e la vigilanza nonché le modalità per la concessione dell'autorizzazione al funzionamento dei nidi d'infanzia ai sensi della Legge regionale 18 agosto 2005, n. 20, stabilisce infatti che "l'edificio non deve presentare concentrazioni di gas radon superiori a quelle raccomandate dall'Unione europea per gli edifici ad uso abitativo. L'eventuale verifica sulla presenza del gas potrà essere richiesta dalla competente Azienda per i Servizi Sanitari tenuto conto della particolare zona in cui si prevede di realizzare la struttura destinata a nido d'infanzia."

Nell'ambito di tale disposizione rientrano anche gli asili nido familiari, che sono piccole realtà lavorative situate in case o appartamenti adibiti contemporaneamente anche ad alloggio da parte dei proprietari dei locali.

Numerose sono state anche le campagne relative alle misure di concentrazione di radon nelle abitazioni vere e proprie.

Oltre 3.000 abitazioni sono state oggetto di misure d'iniziativa, ossia senza oneri per le famiglie. Le misure sono state intraprese per un periodo complessivo di un anno, suddiviso su due semestri, e sono stati selezionati edifici distribuiti in tutta la regione, con individuazione di alcune zone in cui sono stati intrapresi ulteriori studi di dettaglio.

Nel caso di criticità, siano esse legate al superamento del livello di azione previsto dal D.Lgs. 241/2000 in luoghi di lavoro, oppure alla presenza di valori elevati nelle abitazioni, sono stati effettuati sopralluoghi al fine di individuare possibili azioni di rimedio finalizzate alla riduzione dei valori di radon *indoor*. In questi casi vengono realizzate misure di approfondimento con

strumentazione sia passiva che attiva. Le molte misure eseguite hanno avuto anche lo scopo di ottimizzare, nel senso dell'efficacia e dell'economia, gli interventi effettuati: attraverso serie di misure successive è stato possibile dimensionare correttamente l'azione di rimedio e scegliere gli opportuni tempi di funzionamento degli eventuali aspiratori, spesso installati per interventi di depressurizzazione forzata di intercapedini sottostanti i pavimenti.

Tutte le attività di cui sopra sono state presentate alla popolazione, alle amministrazioni comunali e alle strutture scolastiche in numerose occasioni, con l'intento di divulgare le conoscenze in merito alla tematica radon, non solo per quanto concerne la sua pericolosità ma anche per la possibilità di intervenire in maniera spesso semplice ed economica per poter affrontare il problema e ridurre la presenza di valori elevati di concentrazione di radon *indoor*.

Oltre agli interventi di divulgazione, molti sono gli incontri che vengono effettuati per la formazione di diverse tipologie di utenti. Molti progetti sono stati avviati in collaborazione con le Aziende Sanitarie Locali per la formazione di operatori che sono coinvolti nelle attività di vigilanza e controllo sanitario sui luoghi di lavoro. Inoltre numerose iniziative hanno riguardato specifici ordini professionali (geometri, architetti, ingegneri, etc.) al fine di interagire in maniera costruttiva per uno scambio di conoscenze e per una corretta informazione sui meccanismi di diffusione del radon all'interno degli edifici.

Questi interventi sono anche finalizzati a prevenire il problema radon cercando di diffondere la conoscenza su come intervenire negli edifici di nuova costruzione

o nelle ristrutturazioni per limitare la presenza del gas all'interno degli edifici.

Nel 2017 si è svolto un ulteriore progetto con 4 incontri informativi per la popolazione in cui saranno distribuiti gratuitamente 1.000 dosimetri per effettuare le misure presso abitazioni della regione. È un progetto di "Citizen science", che coinvolge i cittadini nelle attività di ricerca e sperimentazione: ognuno può infatti dare un contributo significativo alla ricerca, anche se non è un esperto del settore, aumentando così le proprie competenze scientifiche. Anche attraverso questo progetto, ARPA FVG vuole promuovere la consapevolezza e l'attenzione per la tematica radon.

12. RUMORE

Il monitoraggio dell'inquinamento acustico degli aeroporti di Fiumicino e Ciampino

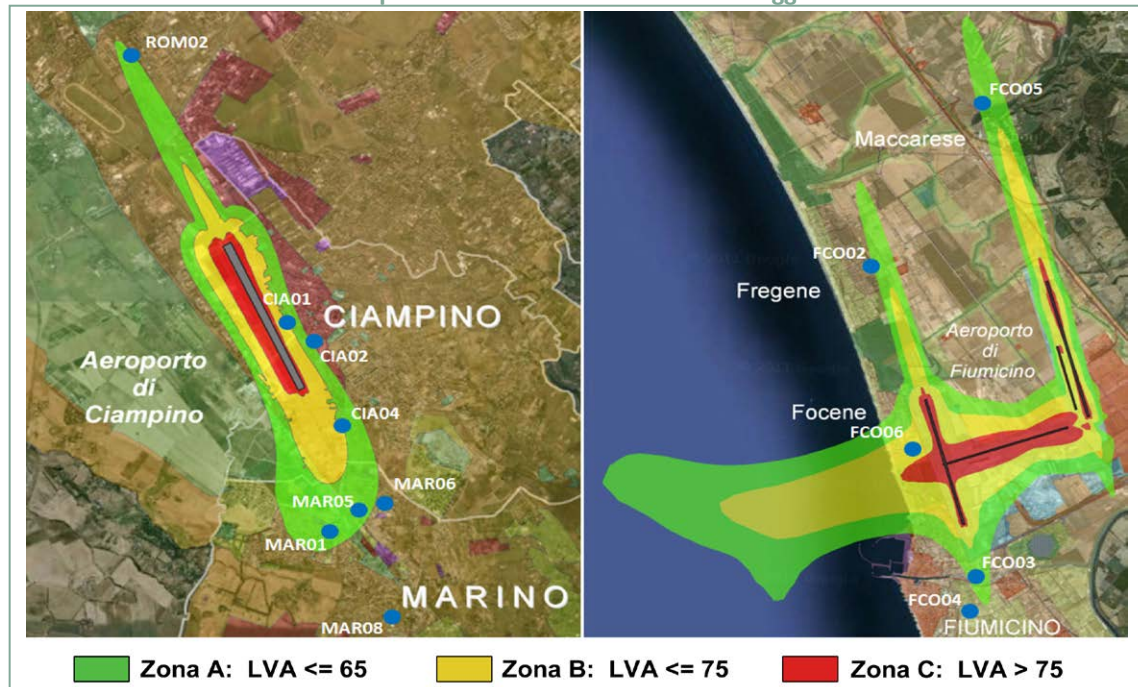
Valerio Briotti, Roberta Caleprico, Gianmario Bignardi
ARPA Lazio

Il problema del rumore dovuto agli aeromobili riguarda principalmente i territori circostanti gli aeroporti. Il DM 31/10/97 definisce, come parametro per la determinazione del rumore degli aeromobili, il livello di valutazione aeroportuale (LVA) e richiede che ciascun evento acustico di origine aeronautica venga riconosciuto e discriminato rispetto alle altre fonti di

rumore. Risulta, inoltre, indispensabile poter associare il tracciato radar del singolo movimento aereo con l'evento rumoroso da esso generato.

La separazione del rumore di origine aeronautica dalle restanti forme di inquinamento acustico influenza anche la scelta del posizionamento delle stazioni di monitoraggio. Tale scelta dovrebbe risultare il miglior compromesso tra l'esigenza di stimare al meglio il rumore aereo e le finalità di misura dei livelli di rumore presso insediamenti abitativi sensibili e di controllo del rispetto delle procedure antirumore imposte agli aeromobili.

Figura 1: Sovrapposizione delle Zonizzazioni acustiche aeroportuali Fiumicino e Campino sulle rispettive Zonizzazioni acustiche comunali e posizionamento stazioni di monitoraggio



Fonte: ARPA Lazio

Aeroporti di Ciampino e Fiumicino

L'attività svolta da ARPA Lazio presso gli aeroporti del Lazio (Ciampino e Fiumicino) prevede:

- monitoraggio acustico mediante posizionamento di stazioni di misura sotto i profili di decollo e atterraggio dell'aeroporto;
- elaborazione e analisi dei dati;
- calcolo degli indicatori acustici previsti dalla normativa (LVA e LAeq) e confronto con i relativi limiti;
- attività di verifica istituzionale del sistema di monitoraggio del gestore aeroportuale, di cui al DPR 496/1997 art. 2 comma 5;
- partecipazione ai lavori della Commissione aeroportuale (DM 31/10/97 art. 5 per Ciampino).

Per la verifica del rispetto dei limiti di legge sono state prese in considerazione la localizzazione delle stazioni di monitoraggio rispetto alla zonizzazione acustica aeroportuale e alla classificazione acustica comunale.

La zonizzazione acustica aeroportuale definisce i confini delle aree di rispetto aeroportuali (zone A, B, C), con le relative limitazioni d'uso del territorio e i livelli acustici massimi consentiti all'attività aeroportuale (espressi con l'indicatore LVA).

La classificazione acustica comunale differenzia il territorio in sei classi omogenee, sulla base dei principali usi urbanistici consentiti, secondo il DPCM 14/11/97, con i relativi valori limite assoluti di immissione espressi in LAeq (dBA).

In base alla normativa di riferimento, nel territorio compreso nell'ambito della zonizzazione acustica aeroportuale (aree di rispetto A, B, C), l'infrastruttura aeroportuale deve garantire il rispetto dei limiti espressi in LVA. All'esterno della zonizzazione acustica

aeroportuale, l'aeroporto, oltre a garantire il rispetto del limite di LVA pari a 60 dBA, non deve causare, insieme alle altre sorgenti acustiche, il superamento dei limiti della classificazione acustica comunale.

Risultati

Nelle Tabelle 1 e 2 si riportano gli esiti del monitoraggio acustico effettuato per il 2015 presso l'aeroporto G.B. Pastine di Ciampino e l'aeroporto Leonardo Da Vinci di Fiumicino. In particolare sono riportati i valori di LVA rilevati nel 2015 (i valori del 2016 sono in fase di elaborazione) e i valori di LAeq del 2015 per le stazioni di misura localizzate esternamente l'intorno aeroportuale:

Conclusioni

Il monitoraggio del rumore aeroportuale ha evidenziato la presenza di elementi di criticità ambientali relativi all'inquinamento acustico connessi con la presenza dell'infrastruttura aeroportuale.

Presso l'aeroporto "G.B. Pastine" di Ciampino, l'ARPA Lazio ha installato nel 2008 una rete di monitoraggio e dal 2010, anno in cui è stata approvata la zonizzazione acustica aeroportuale, riscontra costanti superamenti dei limiti acustici sul territorio. Il gestore aeroportuale, in ottemperanza all'art. 10 della Legge 447/1995, ha iniziato il percorso di risanamento individuato dal DM 29/11/2000.

Attualmente il piano di contenimento e abbattimento del rumore è in fase di valutazione al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Presso l'aeroporto "Leonardo da Vinci" di Fiumicino, l'ARPA Lazio ha installato nel 2011 una rete di monitoraggio e riscontra dei superamenti dei limiti acustici sul territorio. Attualmente il gestore aeroportuale non ha attivato alcun percorso di risanamento.

Tabella 1: Stazioni di misura, limiti e valori di LVA e LAeq - Aeroporto G.B Pastine di Ciampino

Stazioni di Misura	Zona Classe	LVA Anno 2015 dB(A)	Limiti LVA dB(A)	Laeq Diurno dB(A)	Limite Diurno Laeq dB(A)	Laeq Notturno dB(A)	Limite Notturno Laeq dB(A)
ROM02	ZONA A	61,5	65	-	-	-	-
CIA01	ZONA A	67,7	65	-	-	-	-
CIA02	CLASSE I	57,0	60	59,9	50	51,8	40
CIA04	ZONA A	67,7	65	-	-	-	-
MAR01	ZONA A	60,3	65	-	-	-	-
MAR05	ZONA A	64,4	65	-	-	-	-
MAR07	CLASSE III	62,0	60	62,8	60	54,1	50
MAR08	CLASSE I	59,9	60	-	-	-	-
ROM02	ZONA A	61,5	65	60,8	50	53,0	40

Fonte: ARPA Lazio

Tabella 2: Stazioni di misura, limiti e valori di LVA e LAeq - Aeroporto L. Da Vinci di Fiumicino

Stazioni di Misura	Zona Classe	LVA Anno 2015 dB(A)	Limiti LVA dB(A)	Laeq Diurno dB(A)	Limite Diurno Laeq dB(A)	Laeq Notturno dB(A)	Limite Notturno Laeq dB(A)
FC002	ZONA A	61,0	65	-	-	-	-
FC003	ZONA A	64,5	65	-	-	-	-
FC004	CLASSE I	60,1	60	60,4	50	56,0	40
FC005	ZONA A	60,9	65	-	-	-	-
FC006	ZONA B	66,0	75	-	-	-	-

Fonte: ARPA Lazio

Bibliografia

ARPA LAZIO, Fabozzi T. Bignardi G. Briotti V. Caleprico R. Piatti R. 2015. *Il Rumore Aeroportuale*. Report / Agenti fisici_05.

Fabozzi T. Bignardi G. Briotti V. Caleprico R. Piatti R. 2014. *Piano Contenimento e Abbattimento del Rumore di origine aeronautica: il caso dell'aeroporto "G.B. Pastine di Roma-Ciampino"*. Associazione Italiana di Acustica.

13. SUOLO E SITI CONTAMINATI

La bonifica dall'amianto dei SIN di Balangero e Casale Monferrato

Albino Defilippi
ARPA Piemonte

Balangero e Casale Monferrato sono due facce della stessa medaglia, cioè i residui dello sfruttamento industriale di un minerale che sembrava prodigioso:

l'amianto.

Il territorio dei comuni di Balangero e Corio (in provincia di Torino) ha ospitato una delle più grandi miniere europee per l'estrazione dell'amianto, mentre la città di Casale Monferrato è stata sede di una delle più grandi fabbriche per la lavorazione del minerale: la Eternit. Le attività industriali nei due siti hanno avuto il massimo sviluppo intorno alla metà del ventesimo secolo per poi progressivamente declinare negli anni ottanta fino ai

Figura 1: Il lago artificiale che ha riempito parte della cava della miniera S. Vittore di Balangero



Fonte: ARPA Piemonte

relativi fallimenti, complici sia situazioni di mercato sia le morti asbesto-correlate che iniziavano a funestare soprattutto il casalese.

Due fallimenti hanno portato rispettivamente alla chiusura della miniera S. Vittore nel 1990 e della fabbrica Eternit nel 1986. La fine della Eternit è stata anche agevolata da una coraggiosa ordinanza dell'allora sindaco di Casale Monferrato che, sulla scorta di dati epidemiologici che collegavano le tante morti di Casale con la fabbrica Eternit, ha vietato l'utilizzo di materiali con fibre di amianto sul territorio comunale. Cessata l'attività industriale, restava il pericolo per le popolazioni esposte ai residui di amianto impiegato sul territorio di Casale, anche con "utilizzi impropri", e un territorio da recuperare, bonificare e rinaturalizzare nei comuni di Balangero e Corio.

Ovviamente, se la questione comune è la presenza di amianto che può disperdersi nell'aria e creare i problemi sanitari ben noti, i due siti hanno peculiarità completamente diverse e necessità di interventi per certi versi opposti.

Il territorio dell'amiantifera è stato completamente stravolto: dove c'era una montagna adesso c'è un lago profondo 45 metri con 2 milioni di m³ d'acqua e una montagna artificiale costituita dai residui della lavorazione dell'amianto con grandi problemi sia di rilascio di fibre nell'aria sia di stabilità idrogeologica dei versanti (Figura 1).

Il territorio di Casale Monferrato e dei comuni dell'ex USSL 76 è caratterizzato dall'impiego di manufatti in cemento amianto, ma soprattutto dalla presenza di amianto in fibra pressoché libera nell'utilizzo del "polverino" (Figura 2) che, regalato dall'azienda, veniva

Figura 2: Polverino di amianto presente nel territorio di Casale Monferrato



Fonte: ARPA Piemonte

adoperato sia come coibentante nei sottotetti sia come sottofondo per la realizzazione di cortili, strade ecc. Sul territorio sono inoltre presenti vere e proprie discariche oltre, ovviamente, all'origine dei problemi: la fabbrica Eternit completamente da bonificare.

Le operazioni di risanamento dell'amiantifera sono state previste, per la prima volta, dall'art. 11 della Legge 27/3/1992 n. 257 e avviate con un accordo di programma tra Regione Piemonte e i Comuni coinvolti, per la costituzione di una apposita struttura societaria (RSA srl) per la progettazione, bonifica, riqualificazione e sviluppo dell'ex miniera e del territorio interessato. Nel 1993 venne redatto un progetto di massima che prevedeva in una prima fase la realizzazione dei progetti esecutivi per la messa in sicurezza delle aree e nella seconda la bonifica dell'intera area.

Il sito di Casale Monferrato è stato inserito nel Piano di area critica con l'avvio di un percorso di bonifica da incentrare, *in primis*, sullo stabilimento Eternit con interventi sullo stabilimento, bonifica della sponda

destra del Po e bonifica delle coperture.

La Legge 9/12/1998 n. 426 ha inserito i due territori nella lista dei siti prioritari da bonificare (i SIN), garantendo, con appositi finanziamenti, la prosecuzione e l'ampliamento degli interventi di bonifica già in atto.

Due decreti ministeriali attuativi del 10/1/2000, perimetrando le zone ricomprese nei SIN (310 ettari per Balangero e 48 comuni ricadenti nel territorio della ex USSL 76 per 740 km²), avviarono formalmente la possibilità di utilizzare le nuove risorse messe a

disposizione dalla Legge 426/98.

In entrambi i SIN, l'attività di ARPA Piemonte è stata fondamentale nelle operazioni di verifica dei progetti all'interno degli organi tecnici a supporto delle valutazioni per la conclusione degli iter autorizzativi gestiti dal MATTM. Le azioni da mettere in campo da ARPA sono previste rispettivamente nelle risultanze della Conferenza dei Servizi decisoria del 6/4/2007 per Balangero e del 6/7/2004 per casale Monferrato.

Figura 3: Il parco Eternot di Casale Monferrato



Fonte: ARPA Piemonte

Su Balangero, il Polo Amianto di ARPA Piemonte verifica giornalmente l'evoluzione delle attività sia di bonifica che di monitoraggio, effettua la validazione dei dati attraverso controlli e analisi in parallelo su porzioni di membrane o campioni prelevati e analizzati da RSA, esegue campionamenti e analisi propri prelevando campioni di aria, suoli e acqua all'interno della zona mineraria e controlli ambientali su due punti sensibili negli abitati di Balangero e Corio almeno a cadenza mensile.

Sul SIN di Casale Monferrato, ARPA riceve dal Comune le segnalazioni e verifica, attraverso sopralluoghi e prelievo di campioni, la presenza del polverino o di altro materiale quindi redige le schede che saranno alla base per la progettazione dell'intervento di rimozione.

Durante le operazioni di rimozione degli utilizzi impropri dei residui della tornitura dei tubi in cemento amianto regalati dall'Eternit ai dipendenti e utilizzati come sottofondo di strade cortili e come coibente dei sottotetti, a garanzia della correttezza delle operazioni, il Polo Amianto di ARPA Piemonte effettua i campionamenti di aerodisperso durante tutta la giornata lavorativa, quindi esegue le analisi in microscopia ottica a contrasto di fase (MOCF) restituendo i risultati nelle 24 ore, comunica i dati all'ASL che, in caso di sfioramento dei valori soglia, individua le opportune misure da adottare.

Ad operazioni ultimate, infine, effettua i prelievi finalizzati alla redazione da parte dell'ASL del certificato di restituibilità (ex D.M 6/9/94) del cantiere con analisi realizzate in microscopia elettronica a scansione (SEM). Le operazioni di certificazione di restituibilità di ambienti bonificati dall'amianto sono effettuate

per assicurare che le aree interessate possano essere riuccupate in sicurezza.

Parallelamente ARPA esegue il controllo del corretto smaltimento dell'amianto asportato per la bonifica dei siti contaminati nella discarica dedicata al SIN attraverso campagne trimestrali di verifica della presenza di amianto aerodisperso.

Infine, attraverso un monitoraggio biennale, ARPA attua un controllo ambientale sui 48 comuni in modo da sorvegliare la situazione complessiva prelevando, in base ad un programma predefinito, 336 campioni analizzati in SEM.

Le operazioni fin qui condotte su Balangero sono state per lo più opere di ingegneria ambientale per il consolidamento e la rinaturalizzazione dei versanti verso Corio, attraverso semina di specie vegetali autoctone che di fatto hanno concluso il progetto del 1993. Restano ancora aperti i problemi legati alla regimazione delle acque e alle opere per l'utilizzo delle gallerie per la messa in sicurezza permanente (MISP) dei residui di pietrisco e fanghi contenenti amianto presenti nell'area. È ancora aperto, inoltre, il problema della bonifica degli impianti presenti.

Per quanto riguarda Casale, terminata la bonifica della fabbrica, nel 2003 erano stati individuati 67 siti contenenti polverino: attualmente il numero dei siti è salito a 177 di cui 160 già bonificati, così come sono stati bonificati il 60% dei tetti in lastre di Eternit.

Ad oggi su Balangero sono state realizzate tutte le opere previste nel primo accordo di programma così come progettate a partire dal 1993 su finanziamento Finpiemonte, mentre a Casale Monferrato è stata realizzata l'opera sicuramente più importante dal punto

di vista simbolico con il completamento della bonifica dello stabilimento Eternit nel 2006 e l'inaugurazione, il 10 settembre 2016, del **parco Eternot** sul luogo dove sorgeva lo stabilimento (Figura 3).

Per approfondimenti consultare il sito di ARPA Piemonte: www.arpa.piemonte.it, temi ambientali, amianto Casale e Balangero.

Bibliografia

D.M. 6/9/94. *Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art.12, comma 2, della Legge 27/3/92 n. 257 relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto.* Supp. Ord. G.U. n 288 del 10/12/1994.

Legge 27/3/1992 n. 257. *Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto.* Supp. Ord. G. U. n 87 del 13/4/1992.

Legge 9/12/1998 n. 426. *Nuovi interventi in campo ambientale.* G. U. n. 291 del 14/12/1998.

Il monitoraggio dell'amianto durante la messa in sicurezza permanente del Sito di Interesse Nazionale *Ex Fibronit* di Bari

Lorenzo Angiuli, Livia Trizio, Fiorella Mazzone,
Paolo Dambruoso
ARPA Puglia

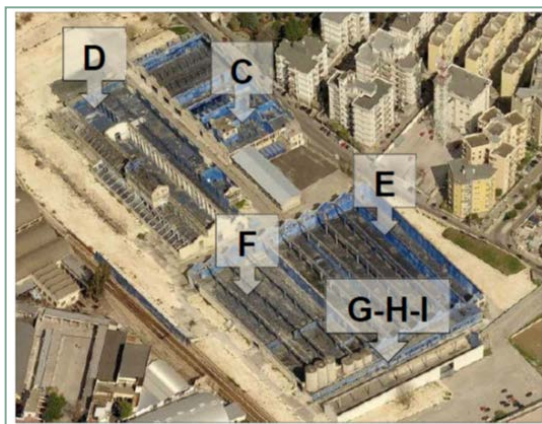
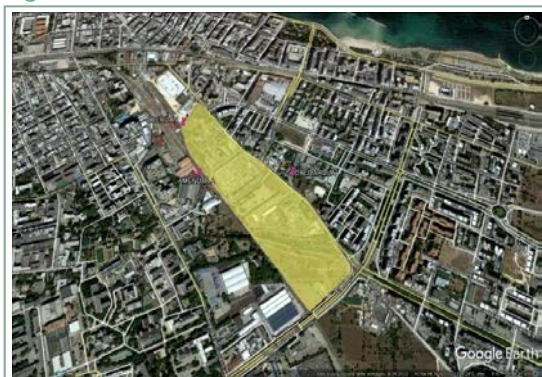
Il Sito di Interesse Nazionale *Ex Fibronit* si trova nel centro cittadino di Bari (Figura 1). Dal 1935 al 1985 ha prodotto manufatti in cemento-amianto quali lastre piane e ondulate, canne fumarie e condotte, pezzi speciali per usi disparati.

Studi epidemiologici, condotti nel tempo, hanno rilevato eccessi di mortalità per più cause tra i lavoratori dello stabilimento e un rischio aumentato per i residenti nelle vicinanze del sito [Bisceglia, 2007].

Nel 2013 è stato approvato dal Comune di Bari il Progetto definitivo degli interventi di messa in sicurezza permanente del sito (MISP) e solo nel 2016, a seguito di un complesso iter giudiziario, è stata effettuata l'aggiudicazione definitiva dei lavori. L'intervento di MISP prevede il confinamento in tensostrutture reticolari degli edifici, la loro demolizione con mezzi meccanici e frantumazione, il confezionamento di conglomerati cementizi e, infine, l'abbancamento del conglomerato all'interno del sito stesso.

Il monitoraggio a cura di ARPA Puglia è previsto nell'ambito del progetto approvato dal Comune di Bari. Il piano di monitoraggio prevede, durante le varie fasi dei lavori di messa in sicurezza, il monitoraggio delle matrici ambientali per valutare l'eventuale dispersione di fibre di amianto. Particolare attenzione è posta al monitoraggio dell'aria ambiente, con la previsione del

Figura 1: Area *Ex Fibronit* - Bari



Fonte: Google Earth e foto aerea

campionamento di 500 campioni prelevati in 4 siti distinti, di cui 3 esterni allo stabilimento e uno interno. È previsto inoltre il prelievo di campioni di acqua di falda e di acqua meteorica a seguito di eventi meteorologici rilevanti, oltre al prelievo di campioni di intonaco dei corpi confinati presenti nel sito. Il Piano di monitoraggio prevede che le analisi dei campioni siano effettuate mediante la tecnica della Microscopia Elettronica a Scansione (SEM).

Il 1° ottobre 2016 sono stati avviati i campionamenti

ante-operam, con la raccolta di 24 campioni suddivisi nei tre siti esterni. Sono stati utilizzati campionatori sequenziali ECHO PM della TCR Tecora programmati ad un flusso di 6 l/min per 8 ore. Le analisi in SEM non hanno rilevato fibre di amianto aerodisperse in alcun campione (concentrazioni inferiori a 0,1 fibre/L). A fine giugno 2017 sono iniziati i lavori di demolizione del capannone D ed è stato avviato il monitoraggio nei tre siti esterni e in quello interno. Sono stati condotti in totale 98 campionamenti suddivisi nei 4 siti e sono stati prelevati 8 bianchi da campo. Anche in questo caso, le analisi non hanno rilevato fibre di amianto aerodisperse in alcun sito (concentrazioni inferiori a 0,1 fibre/L). Nel mese di settembre 2017 inizieranno i lavori di demolizione del capannone C e i relativi monitoraggi di fibre aerodisperse.

Bibliografia

L. Bisceglia, M. Musti, R. Giua, G. Assennato, 2007. *L'emergenza Amianto in un'area urbana: l'esperienza di Bari*, Epidemiologia e Prevenzione, Quaderni, anno 31, gennaio - febbraio 2007.

Il monitoraggio ambientale e interventi sanitari nel Sito di Interesse Nazionale di Biancavilla

Roberto Grimaldi¹, Maria Rita Pinizzotto¹,
Achille Cernigliaro², Salvatore Scondotto²,
Paolo Ciranni², Roberta Calzolari³, Salvatore Caldara³
¹ARPA Sicilia, Struttura di Catania, ²DASOE Dipartimento
Attività Sanitarie e Osservatorio Epidemiologico,
³ARPA Sicilia Direzione Generale

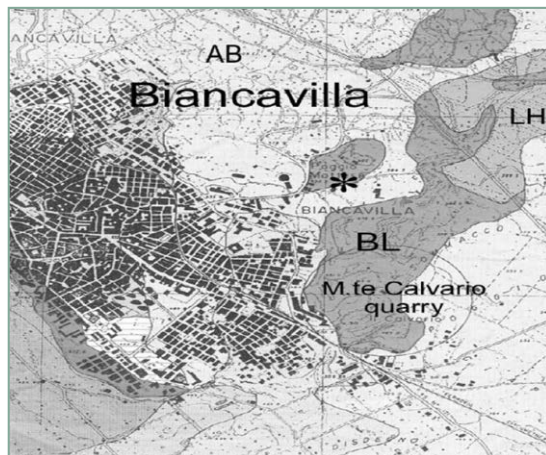
L'aumento di mortalità per tumore maligno della pleura osservato nella popolazione residente a Biancavilla [Di Paola *et al.*, 1996] fu correlato alla presenza, sul territorio comunale, di una cava di materiale lapideo da cui si estraeva del pietrisco lavico friabile, contenente un minerale a struttura cristallina aciculare, precedentemente sconosciuta, appartenente alla categoria delle fibre asbestiformi, successivamente denominata Fluoro-edenite (Commissione Internazionale per i nuovi minerali e i nomi dei minerali 2001).

Di recente la cancerogenicità delle fibre di Fluoro-edenite per l'uomo è stata definitivamente accertata dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) [Grosse *et al.*, 2014; IARC, 2017].

Dal 2001 il sito di Biancavilla è stato inserito nel "Programma Nazionale di Bonifica e Ripristino Ambientale dei Siti Inquinati" quale Sito di Interesse Nazionale (D.M. n. 468 del 18/09/2001; O.P.C.M. n. 3190 del 22/3/2002, Decreto Ministeriale 18/07/2002).

All'interno del perimetro del SIN, oltre all'intero centro abitato è ricompresa una vasta area incolta e disabitata posta ad est del centro urbano (Figure 1 e 2).

Figura 1: Localizzazione del Sito di Interesse Nazionale di Biancavilla



Fonte: ARPA Sicilia

Figura 2: Localizzazione della Cava di Monte Calvario posta a sud est del centro abitato

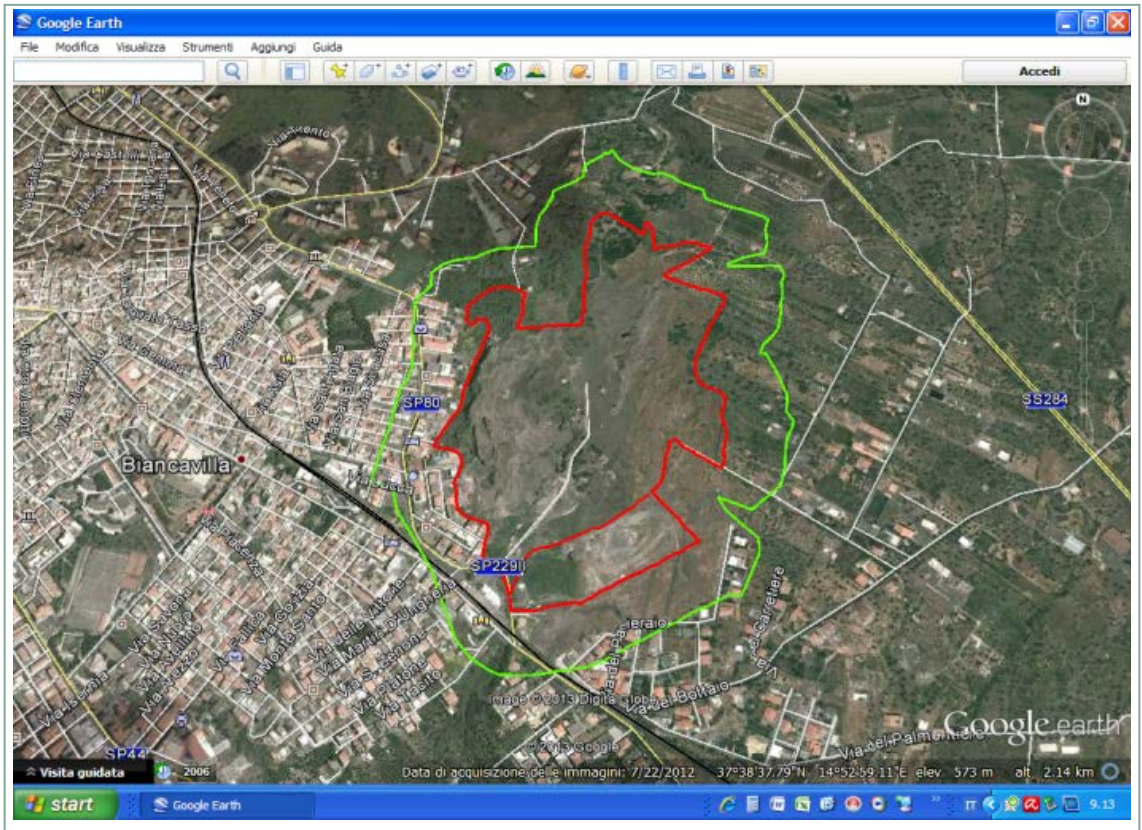


Fonte: ARPA Sicilia

In ottemperanza ai propri compiti istituzionali (Decreto 01 giugno 2005 dell'Assessorato del Territorio e dell'Ambiente della Regione Sicilia di approvazione del "Regolamento di organizzazione dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente") nonché nel rispetto di quanto stabilito nella Conferenza di Servizio decisoria tenuta sul SIN di Biancavilla presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare il 30 ottobre 2008, la Struttura Territoriale

(S.T.) di Catania di ARPA Sicilia ha avviato nel 2009 il monitoraggio ambientale all'interno del SIN di Biancavilla per la ricerca di fibre di Fluoro-edenite in campioni di particolato atmosferico, ai fini della verifica del rispetto del valore indicato dalle Linee Guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) per la qualità dell'aria in Europa in ambiente urbano (pari ad 1 fibra/litro = f/l) [WHO, 2000], che comporta un incremento di rischio cancerogeno compreso fra 1

Figura 3: Perimetrazione dell'area



Fonte: ARPA Sicilia

e 100 casi/1.000.000 di esposti, per una esposizione continuativa per l'intera vita della popolazione generale. Tra il 2009-2013, ARPA Sicilia (ST-Catania) ha riscontrato 26 superamenti su 462 campioni di particolato analizzati, pari al 5,6%.

Eseguendo una valutazione ex-post dei risultati del monitoraggio ambientale, appare interessante tenere conto della geolocalizzazione dei punti di campionamento, raggruppandoli nelle seguenti aree del SIN (Figura 3):

- “area di cava propriamente detta” (perimetro rosso);
- “area di cava allargata” (perimetro verde, area posta a distanza massima di cento metri dal perimetro della cava originaria, all'interno della quale esistono diversi fabbricati aventi destinazione a civile abitazione ed un complesso alberghiero);
- area urbana ed extraurbana (rappresentata in larga prevalenza dalla rimanente area urbana e, in alcuni casi, da zone rurali incolte).

Dei predetti 462 campioni, numero 174 sono stati eseguiti in punti dell'area di cava o all'interno dell'area di “cava allargata” (perimetri rosso + verde) ed un secondo gruppo, di numero 288, sono stati eseguiti in area urbana ed extraurbana.

Nel primo gruppo sono stati riscontrati 17 superamenti pari al 10% dei campioni (17 su 174), mentre nel secondo gruppo il superamento è pari al 3,1% (uguale a 9 campioni su 288).

Si precisa che tutti i superamenti riscontrati “nell'area di cava allargata” sono riconducibili o a prelievi eseguiti in aree sterrate o effettuati durante la realizzazione di opere di Messa in Sicurezza di Emergenza (MISE) e quindi ad esse imputabili.

Nel corso del 2014 il superamento del valore di riferimento è stato osservato in 6 campioni su 185, pari al 3,2%. In particolare, due superamenti sono stati registrati nel corso delle operazioni di scavo eseguite per la rimozione dei serbatoi di un Punto Vendita carburanti, mentre gli altri 4 superamenti sono stati registrati in zona urbana, non distante dall'area di cava e da alcuni affioramenti di rocce vulcaniche privi di terreno di copertura e di vegetazione. È verosimile ritenere che in tali aree, specie in condizioni di ventilazione e bassa umidità possano originarsi rilasci di fibre anche in assenza di attività antropiche, di cui si dovrà tener conto nello stabilire le priorità di intervento previste nei progetti di bonifica.

Nel periodo gennaio 2015 - dicembre 2016, è stato registrato un solo superamento sui 182 campioni analizzati, pari allo 0,5%, riscontrato su un campione prelevato in un'area in cui erano in corso operazioni di scavo per rifacimento del manto stradale.

Complessivamente, nell'intero periodo 2009-2016, sono stati riscontrati 33 superamenti su 829 campioni prelevati (4%).

I dati sopra esposti mostrano nel complesso una significativa riduzione delle concentrazioni di fibre aerodisperse, quale risultato di tutte le attività poste in essere a Biancavilla da quando, nel 2001, l'intero agglomerato urbano è stato riconosciuto “Sito di Interesse Nazionale” da bonificare. Da quel momento, attraverso un approccio interdisciplinare basato sul contributo di ricercatori e specialisti di diversi settori e di un costante confronto con le istituzioni e le comunità, sono state formulate una serie di raccomandazioni e contemporaneamente sono iniziate procedure di messa in sicurezza e bonifica di aree contaminate dalle fibre; dette attività hanno consentito, nel loro insieme, il

raggiungimento di una situazione di controllo dell'area e quindi della concentrazione di fibre aerodisperse, contribuendo alla definizione dell'ormai noto "Modello Biancavilla" [Istituto Superiore di Sanità, 2015]

Ad ogni modo, i superamenti registrati nell'ultimo triennio, seppur contenuti numericamente, essendo stati riscontrati in concomitanza di specifiche attività di scavo o in determinate condizioni meteorologiche, dimostrano quanto sia di estrema importanza esercitare un controllo particolarmente attento ed efficiente su tutte le attività che richiedono movimentazione di materiali e terre all'interno del SIN. Anche le istituzioni sanitarie hanno messo in campo strategie per il contenimento dell'impatto nelle aree a rischio ambientale in quanto determinanti sulla salute della popolazione residente. La legge di riordino del Servizio Sanitario Regionale del 2009 ha stanziato dei fondi per la tutela della salute nelle aree a rischio ambientale da impiegare nell'ambito di attività di prevenzione individuale e collettiva, diagnosi, cura, riabilitazione ed educazione sanitaria, sulla base di un Programma straordinario di interventi finalizzato al controllo dei problemi rilevanti di salute pubblica descritti nelle aree sottoposte a forte pressione ambientale.

In particolare, per la popolazione residente nel comune di Biancavilla, inclusa nel Programma, sono state attivate le seguenti linee di intervento:

Linea di intervento 1: Rafforzamento della Sorveglianza Epidemiologica, anche al fine di valutare l'efficacia degli interventi adottati. Monitoraggio sanitario continuo, attraverso un set di strumenti di sorveglianza consolidati, aggiornamento periodico dello stato di salute dei residenti e supporto alla valutazione dell'efficacia degli interventi adottati.

Sarà pubblicato un nuovo aggiornamento del profilo di salute che include oltre agli esiti di salute esplorati con le già consolidate fonti informative sulla mortalità e sui ricoveri ospedalieri, anche l'aspetto del profilo di salute riproduttiva sulla base del flusso dei certificati d'assistenza al parto e di incidenza derivante dai registri tumori e dei mesoteliomi. Infine la disponibilità dei dati del sistema di sorveglianza PASSI (progressi per le aziende sanitarie in Italia) ha contribuito a descrivere la prevalenza degli stili di vita modificabili nella popolazione e la percezione del rischio per la salute per le esposizioni ambientali.

Linea di intervento 2: Indagini di prevalenza e implementazione di protocolli diagnostici, attraverso l'attivazione della sorveglianza sanitaria per i soggetti esposti a Fluoro-edenite, finalizzato al riconoscimento precoce di condizioni patologiche per la raccolta in un sistema di sorveglianza informatizzato di patologia dedicato, comprendente la documentazione sanitaria, al fine di stima della prevalenza dei soggetti con pneumoconiosi e fibrosi e implementazione di protocolli diagnostici con il coinvolgimento delle strutture territoriali per l'identificazione delle alterazioni radiologiche ascrivibili alla esposizione a fibre.

Linea di intervento 3: Rafforzamento di interventi di prevenzione primaria e promozione della salute sui fattori di rischio individuali modificabili che, se associati ai determinanti ambientali, inducono un aumento del rischio di patologie croniche per alcune delle quali il carico di mortalità e morbosità risulta in eccesso nell'area.

Sono stati avviati gli interventi di contrasto al consumo di tabacco attraverso il rafforzamento di campagne di

contrasto al fumo, specie se passivo ed in età evolutiva, che hanno visto coinvolti in una prima fase gli operatori della scuola con l'applicazione di modelli di prevenzione "smoke free class competition" e "UNPLUGGED". Sono in via di programmazione gli interventi anche sulla popolazione residente.

Interventi di educazione sanitaria per l'adozione di comportamenti idonei, finalizzati al mantenimento in sicurezza delle fibre presenti negli edifici, con piani specifici di lavoro che limitino la polverosità in caso di interventi per opere straordinarie.

Linea di intervento 4: Miglioramento della qualità dell'offerta diagnostico-assistenziale e sorveglianza sanitaria dei pazienti cronici per patologie respiratorie che richiedono una stretta condivisione e sinergia tra le diverse figure coinvolte nella gestione di tutte le fasi della malattia, con l'attivazione di un ambulatorio dedicato e l'implementazione dei percorsi assistenziali. Per garantire la continuità assistenziale, nell'area del comune di Biancavilla, è stato istituito un tavolo tecnico che ha redatto uno specifico piano diagnostico-terapeutico che prevede l'implementazione di un sistema di gestione integrata per i soggetti affetti da Broncopneumopatia cronico ostruttiva BPCO, insufficienza respiratoria o patologie respiratorie croniche di tipo restrittivo, nonché di soggetti con patologia respiratoria positiva all'esposizione a fibre al fine di favorire la gestione integrata del paziente da parte dei servizi territoriali ed ospedalieri per ridurre gli accessi impropri al Pronto Soccorso e migliorare la rete assistenziale. Il piano coinvolge i medici di medicina generale e gli pneumologi, nonché le strutture coinvolte nella diagnostica per immagini e le strutture di specialità per gli eventuali ulteriori accertamenti.

Linea di intervento 5: Responsabilizzazione delle Aziende Sanitarie Provinciali nei confronti della tutela della salute in aree a rischio ambientale, attraverso la cooperazione fra soggetti che, sia pure con ruoli distinti, sono chiamati ad operare in tale settore. È stata infatti deliberata da parte della ASP l'istituzione del "focal point" per il raggiungimento, attraverso la costituzione della funzione di coordinamento aziendale degli interventi di sanità pubblica locali, delle problematiche sanitarie correlate all'esposizione a Fluoro-edenite. La struttura, posta alle dirette dipendenze dell'area della Direzione Strategica Aziendale, con competenze multidisciplinari sanitarie, a supporto delle autorità locali, con l'impegno di avviare azioni e strategie volte al raggiungimento di una serie di obiettivi economici, sociali, culturali e di protezione ambientale. A tale azione si associa una forte responsabilizzazione formale dei Dipartimenti di prevenzione medico e veterinario (art. 7 del D.Lgs. 229/99) che rappresentano le strutture tecnico funzionali dell'ASP preposte alla promozione della tutela della salute collettiva con l'obiettivo della promozione della salute e della prevenzione delle malattie.

A supporto del predetto coordinamento aziendale si ricollega l'attivazione della figura del *focal point*, di una interfaccia locale di riferimento, con competenze sanitarie e ambientali, che sia principalmente di supporto delle autorità. Il *focal point*, con responsabilità decisionali, rappresenta un riferimento locale visibile, di tipo informativo e operativo, per l'eventuale coordinamento di attività epidemiologiche locali e di indagini sul campo.

Bibliografia

Di Paola M., Mastrantonio M., Carboni M., Belli S., Grignoli M., Comba P., Nesti M., 1996. *La mortalità per tumore maligno della pleura in Italia negli anni 1988-1992*. Rapporti ISTISAN 96/40.

Grosse Y., Loomis D., Guyton K.Z., 2014. *Carcinogenicity of the fluoro-edenite, silicon carbide fibres and whiskers, and carbon nanotubes*. Lancet Oncology 2014 Volume 15: pp.1427-1428.

IARC, 2017. *Some Nanomaterials and Some Fibres*. Monografie volume 111.

Istituto Superiore di Sanità, 2015. *Prevenzione della patologia da Fluoro-edenite: il modello Biancavilla*. Notiziario, volume 28, numero 5, supplemento 1.

Osservatorio epidemiologico Regione Sicilia, 2013. *Stato di salute nelle aree a rischio ambientale e nei Siti di Interesse Nazionale per le Bonifiche in Sicilia*. Notiziario OE 2013

Studio Sentieri, 2011. *Epidemiologia e prevenzione* 35 (5-6) settembre-dicembre 2011 - Suppl. 4 pg.52-53.

WHO, 2000. *Linee Guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) per la qualità dell'aria in Europa*.

Le Linee Guida redatte da ARPA Campania per la predisposizione e l'esecuzione delle indagini preliminari per gli ex SIN in Campania

Rita Iorio, Maria Daro, Annalisa Giordano
ARPA Campania

Il Piano Regionale di Bonifica (approvato con Determina Amministrativa n. 777 del 25/10/2013 del Consiglio Regionale della Campania) è lo strumento di programmazione e pianificazione previsto dalla normativa vigente, attraverso cui la Regione, coerentemente con le normative nazionali, provvede ad individuare i siti da bonificare presenti sul proprio territorio, a definire un ordine di priorità degli interventi sulla base di una valutazione comparata del rischio ed a stimare gli oneri finanziari necessari per le attività di bonifica.

Esso contiene i seguenti elenchi:

- Anagrafe dei Siti da Bonificare
- Censimento dei Siti Potenzialmente Contaminati
- Censimento dei Siti Potenzialmente Contaminati nei Siti di Interesse Nazionale (SIN) e negli ex SIN.

Per i siti censiti negli ex SIN, ARPAC ha redatto le linee guida che definiscono i criteri generali per la predisposizione e l'esecuzione delle indagini preliminari previste dalle Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del Piano Regionale di Bonifica.

I criteri, di seguito descritti sinteticamente, sono differenziati in funzione della tipologia dei siti e della dimensione delle aree da investigare e riguardano:

- Discariche
- Attività estrattive dismesse o abbandonate

- Impianti di trattamento rifiuti, attività produttive attive e dismesse, industrie RIR
- Siti di stoccaggio di idrocarburi, punti vendita carburanti attivi e dismessi

Il documento contiene inoltre un'appendice tecnico-operativa, nella quale sono descritte le modalità per l'esecuzione delle attività di campo (perforazione dei sondaggi, prelievo e gestione dei campioni delle matrici ambientali).

Discariche

Per le discariche sono previste indagini indirette (es: prospezioni topografiche, sismiche e geoelettriche) ed indagini dirette (sondaggi e piezometri).

Per il suolo il numero dei sondaggi è in funzione del perimetro del sito; in particolare:

- 4 sondaggi per perimetro sino a 1.000 m
- 5 sondaggi per perimetro tra 1.000 e 1.500 m
- 6 sondaggi per perimetro tra 1.500 e 2.000 m.

Se sono presenti centri di pericolo (es. vasche di raccolta percolato, criticità evidenziate dalle indagini indirette etc.) i sondaggi saranno ubicati in maniera ragionata in prossimità degli stessi.

La profondità di ciascun sondaggio è 5 m al di sotto del piano basale di abbancamento dei rifiuti. Da ciascuno di essi saranno prelevati un campione tra 0-1m, uno intermedio, uno a fondo foro ed uno in corrispondenza di ogni strato eventualmente interessato da evidenze di contaminazione.

Gli analiti da ricercare sono: Composti inorganici, Composti organici aromatici (BTEX), Idrocarburi policiclici aromatici (IPA), Fenoli e Clorofenoli, Alifatici Clorurati cancerogeni, Alifatici clorurati non cancerogeni, Alifatici Alogenati cancerogeni, Clorobenzeni, Idrocarburi leggeri e pesanti. Nel caso di episodi di combustione è previsto un campione di

top soil (da ubicare in area a verde) ogni 10.000 m² sul quale determinare Diossine e Furani (PCDD e PCDF) e Policlorobifenili (PCB).

Per le acque è previsto il prelievo di un campione di acqua di falda da pozzi spia se presenti (max 3) o da un piezometro ex novo. Condizione necessaria è che almeno un pozzo spia o il sondaggio ex novo sia ubicato a valle in corrispondenza del punto di conformità.

Le misure/analisi da effettuare in campo sono la georeferenziazione del pozzo, la profondità della superficie piezometrica, la temperatura, il pH, l'ossigeno disciolto, il potenziale Redox e la conducibilità; in laboratorio gli analiti da ricercare sono: Cationi e Anioni, Ossidabilità, Cloruri, Metalli, Boro, Cianuri liberi, Fluoruri, Solfati, Azoto ammoniacale, nitroso e nitrico, Fenoli, Clorofenoli, BTEX, Alifatici Clorurati cancerogeni e non cancerogeni, Alifatici Alogenati cancerogeni, Clorobenzeni, IPA, Idrocarburi totali espressi come n-esano.

Attività estrattive dismesse o abbandonate

Per tali attività sono previste indagini indirette (es: prospezioni topografiche, sismiche e geoelettriche) e indagini dirette (sondaggi e piezometri).

Per i siti di attività estrattiva in materiali litoidi, se non risultano interessati da riempimenti sono previste solo indagini indirette. Se il sito, invece, è interessato da riempimenti di materiale non noto in toto o in parte si procede con l'esecuzione di un sondaggio interno ogni 5.000 m² per una profondità pari allo spessore del riempimento e con il prelievo di un campione rappresentativo del materiale di riempimento per ciascuno strato omogeneo.

Gli analiti da ricercare sono: Composti inorganici, BTEX, IPA, Alifatici Clorurati cancerogeni, Alifatici Clorurati non cancerogeni, Alifatici Alogenati cancerogeni,

Idrocarburi leggeri e pesanti, PCB, Amianto. È altresì prevista effettuazione del test di cessione ai sensi dell'allegato 3 del D.M. 5 febbraio 1998 e s.m.i..

Per i siti di attività estrattiva in materiali non litoidi è previsto un sondaggio per ogni ettaro di superficie posto ad una profondità di almeno 5 m dal p.c.; il prelievo di un campione tra 0-1 m, uno intermedio, uno a fondo foro e uno in corrispondenza di ogni strato eventualmente interessato da evidenze di contaminazione.

Gli analiti da ricercare sono: Composti inorganici, BTEX, IPA, Alifatici Clorurati cancerogeni, Alifatici Clorurati non cancerogeni, Alifatici Alogenati cancerogeni, Idrocarburi leggeri e pesanti, PCB. Nel caso in cui nel sito di cava si fossero sviluppati fenomeni di combustione, si dovrà prevedere anche la determinazione di PCDD-PCDF e PCB su un *top soil* ogni 10.000 m².

Nel caso in cui il materiale di riempimento non è noto è prevista l'esecuzione di un sondaggio interno per ogni 5.000 m² di superficie di riempimento spinto sino alla profondità di 1 m al di sotto dello spessore dello stesso ed il prelievo di un campione rappresentativo del materiale di riempimento per ciascuno strato di materiale omogeneo dello stesso e in corrispondenza di ogni strato eventualmente interessato da evidenze di contaminazione, infine uno immediatamente al di sotto dei materiali di riempimento.

Gli analiti da ricercare sono: Composti inorganici, BTEX, IPA, Alifatici Clorurati cancerogeni, Alifatici Clorurati non cancerogeni, Alifatici Alogenati cancerogeni, Idrocarburi leggeri e pesanti, PCB, amianto. È altresì prevista effettuazione del test di cessione ai sensi dell'allegato 3 del D.M. 5 febbraio 1998 e s.m.i.. Nel caso di presenza di rifiuti gli stessi vanno caratterizzati secondo la vigente normativa.

Per le acque è previsto il prelievo di un campione di acqua di falda da pozzi esistenti/sorgenti o da un piezometro ex novo a valle idrogeologico in corrispondenza del punto di conformità.

Le misure/analisi da effettuare in campo sono la georeferenziazione del pozzo, la profondità della superficie piezometrica, la temperatura, il pH, l'ossigeno disciolto, il potenziale Redox, e la conducibilità; in laboratorio gli analiti da ricercare sono: Cationi e Anioni, Ossidabilità, Cloruri, Metalli, Boro, Cianuri liberi, Fluoruri, Solfati, Azoto ammoniacale, nitroso e nitrico, Fenoli, Clorofenoli, Composti organici aromatici, Alifatici Clorurati cancerogeni e non cancerogeni, Alifatici Alogenati cancerogeni, Clorobenzeni, IPA, Idrocarburi totali espressi come n-esano.

Impianti di trattamento rifiuti, attività produttive attive e dismesse, industrie RIR

Per tali tipologie di impianti il piano di indagini preliminari deve tenere conto sia delle informazioni derivanti dallo studio delle attività pregresse, sia delle informazioni desumibili dalla configurazione impiantistica attuale.

Per i suoli è prevista l'esecuzione di sondaggi in numero pari al totale dei punti di criticità e comunque non inferiore ad uno per ogni 5.000 m² di superficie. Il sondaggio deve essere spinto almeno 1 metro al di sotto del piano basale più profondo dei punti di criticità individuati e, comunque, ad una profondità non inferiore a 5,0 metri dal p.c.. È inoltre previsto il prelievo di almeno un campione tra 0-1 m, uno a fondo foro ed uno in corrispondenza di ciascuno strato eventualmente interessato da evidenze di contaminazione.

Per le acque è prevista la realizzazione di un piezometro a valle idrogeologica del sito se è nota la direzione di deflusso della falda investigata; in caso contrario è prevista la realizzazione di tre piezometri (uno ubicato a monte idrogeologico e due a valle idrogeologica del sito). Da ciascuno piezometro è previsto il prelievo di un campione di acqua di falda.

Gli analiti da ricercare sono: Composti inorganici, BTEX, IPA, Alifatici Clorurati cancerogeni, Alifatici Clorurati non cancerogeni, Alifatici Alogenati cancerogeni, Idrocarburi leggeri e pesanti, PCB.

Siti di stoccaggio di idrocarburi, punti vendita carburanti attivi e dismessi

Per tale tipologia di sito le indagini devono essere effettuate in conformità al D.M. n. 31 del 12 febbraio 2015 pubblicato in G.U. n. 68 del 23 marzo 2015.

Per ciascuna tipologia di sito sopra descritta dovrà essere redatta una relazione tecnica descrittiva contenente informazioni sul sito e sulle indagini effettuate (storia del sito, informazioni su attività precedenti, planimetria dei punti di campionamento, inquadramento territoriale, certificato di destinazione d'uso ed urbanistica del sito, risultati delle indagini ed analisi, etc.).

In caso di superamento dei limiti di legge (CSC), i risultati delle indagini preliminari potranno essere utilizzati nella predisposizione del Piano di Caratterizzazione, al fine di contribuire alla definizione del Modello Concettuale Preliminare, ai sensi dell'art.242 del D.Lgs. 152/2006.

SIN di Priolo

Silvana Bifulco¹, Salvatore Caldara², Olga Grasso², Marcello Farina¹

¹ARPA Sicilia, Struttura di Siracusa,

²ARPA Sicilia, Direzione Generale

Il **sito di Priolo** (<http://www.ctsa.unict.it/content/priolo-mappa-1>) è inserito tra i SIN (Sito d'Interesse Nazionale) di cui all'art.1, comma 4 della Legge 9 dicembre 1998, n. 426. Successivamente è stato perimetrato con due Decreti del Ministro dell'Ambiente del 10 gennaio 2000 e del 10 marzo 2006; si sviluppa su una superficie di circa 5.815 ettari a terra e 10.068 a mare; si estende nei comuni di Augusta, Priolo e Melilli e Siracusa già dichiarati "Area di elevato rischio di crisi ambientale" nel 1990.

La parte a mare copre le aree portuali di Augusta e Siracusa.

All'interno del perimetro del SIN sono inclusi:

- il polo industriale costituito da grandi insediamenti produttivi, prevalentemente raffinerie, stabilimenti petrolchimici, centrali di produzione di energia elettrica e cementerie;
- l'area marina antistante, comprensiva delle aree portuali di Augusta e di Siracusa;
- numerose discariche di rifiuti anche pericolosi;
- lo stabilimento ex Eternit di Siracusa;
- un impianto consortile di trattamento delle acque reflue industriali;
- le aree umide delle Saline di Priolo e di Augusta.

Il SIN di Priolo presenta un complesso industriale estremamente esteso, che per estensione è tra le aree industriali più vaste sia in Italia che in Europa; anche i soli impianti dismessi occupano vaste aree e i rifiuti di lavorazione, palesi e/o occulti, richiedono

ingenti investimenti per il loro recupero/riciclo, la loro neutralizzazione o il loro smaltimento.

All'interno del Polo Industriale i progetti di bonifica approvati e completati sono cinque (Figure 1 - 2), in aree afferenti a vari impianti industriali: Centrale Enel di Augusta, SYNDIAL, ERG Raffinerie Mediterr Nord, ENI Divisione R&M.

Novi risultano ancora in itinere nelle aree dei seguenti impianti: ENI Divisione R&M, SYNDIAL, Polimeri Europa, ERG Raffinerie Mediterr Sud, ENIMED, Centrale Enel di Priolo. Per quanto riguarda i progetti di Messa in Sicurezza Operativa o in Emergenza ad oggi sono cinque in siti di impianti e altrettanti in aree pubbliche. A diversi impianti industriali complessi, soprattutto raffinerie o depositi di sostanze petrolifere (ISAB Impianti Sud, ESSO Italiana, ecc.), afferiscono più progetti di bonifica all'interno delle medesime aree industriali.

Particolarmente significativi di menzione sono gli interventi presso lo stabilimento Ex Eternit, dismesso da anni, che risultano essere in avanzata fase esecutiva ed istruttoria. Per le attività di MISE riguardanti l'area di stabilimento, la società incaricata dal Commissario Delegato per l'Emergenza Bonifiche in Sicilia ha proceduto con la rimozione dei manufatti in cemento amianto abbandonati e di quelli ancora presenti nello stabilimento industriale (coperture e rivestimenti dei capannoni, residui e rifiuti di lavorazione).

Contemporaneamente alle suddette attività è stato effettuato il progetto "Vegam" da ARPA Emilia Romagna, basato sul monitoraggio dell'ecosistema biologico marino nello specchio acqueo antistante allo stabilimento Ex Eternit.

Recentemente si è dato avvio ad un'ulteriore fase istruttoria che interesserà un'indagine dei suoli e

della falda all'interno dello stabilimento dismesso, mediante un piano di caratterizzazione (redatto nel mese di giugno 2009) proposto da Invitalia Attività di produzione spa e il Piano di Caratterizzazione dell'Area Scogliera antistante, tuttavia non ancora avviato.

Le contaminazioni riscontrate sono le seguenti: amianto nei suoli, amianto, IPA e idrocarburi totali nelle acque.

In ugual modo significativi risultano essere i procedimenti di bonifica siti all'interno ed all'esterno dello stabilimento Buzzi Unicem. È stata approvata l'Analisi di Rischio sito-specifica per la matrice terreno dell'area dello stabilimento, mentre per quella relativa alla matrice acque di falda, la Conferenza di Servizi ha chiesto all'azienda di ottemperare ad alcune prescrizioni stante la presenza di concentrazioni superiori alle CSC per i parametri Mn, As e Fe nella matrice acque di falda a valori di fondo naturale. Attualmente risultano posti in essere interventi per la messa in sicurezza delle acque di falda in area stabilimento produttivo, per superamenti da Cr VI. La Società ha avviato uno studio sul potenziamento di un barrieramento idraulico e l'approfondimento relativo all'individuazione delle zone di provenienza e diffusione del Cr VI nelle acque di falda superficiale.

La Buzzi Unicem ha svolto inoltre ulteriori indagini ambientali redigendo Piani di Caratterizzazione in aree di cui risulta proprietaria: Cava Costa Giggia, nella discarica per rifiuti inerti in C. da Ogliastra per la quale la Società sta adempiendo alla relativa chiusura in conformità alla normativa vigente in materia di discariche, in loc. Targia (SR) denominata "Area silos" e nella Cava di Argilla in C. da Ogliastra.

Le contaminazioni riscontrate sono le seguenti: arsenico nei suoli; cromo totale e cromo VI nelle acque

Figura 1: Stato delle procedure di bonifica dei terreni - maggio 2016



Figura 2: Stato delle procedure di bonifica della falda - maggio 2016



Fonte: ARPA Sicilia

Terre e rocce da scavo. Analisi di caratterizzazione e numero di dichiarazioni archiviate

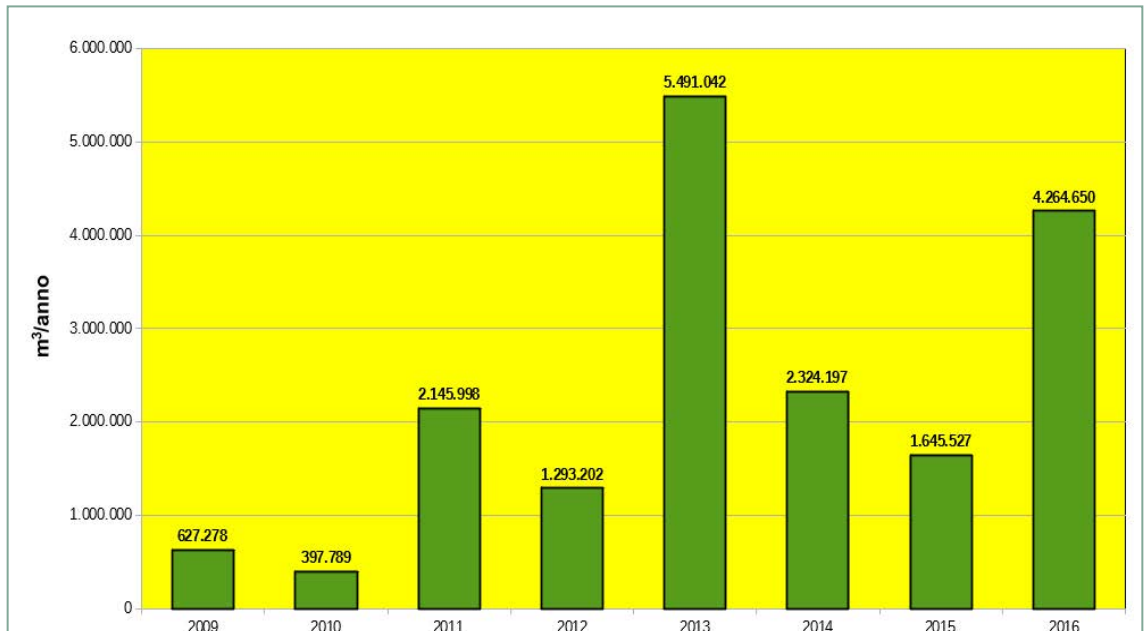
Paolo Giandon, Adriano Garlato
ARPA Veneto

Ai sensi dell'art. 41bis, comma 1, della Legge n. 98/2013 in vigore fino al 21 agosto 2017 e, da tale data, ai sensi del DPR n. 120 i soggetti, che movimentano al di fuori del cantiere delle terre o rocce da scavo, devono obbligatoriamente caratterizzare tale materiale per verificare che non sia contaminato e devono inviare ad ARPA e Comune gli esiti delle verifiche analitiche unitamente alla dichiarazione obbligatoria prevista

dalle citate norme. ARPAV ha predisposto una banca dati regionale per l'archiviazione di tali dati e dal 1° novembre 2015 un applicativo Web per semplificare la predisposizione della modulistica e permettere l'archiviazione automatica dei dati.

La distribuzione delle attività di scavo sull'intero territorio regionale e per provincia consente di valutare la pressione ambientale che questi interventi hanno sul territorio in termini di consumo di suolo e di impatto sul traffico di veicoli pesanti per il trasporto di tale materiale. Non esiste al momento un riferimento nazionale per la valutazione dello stato dell'indicatore. L'andamento dei dati relativi al periodo 2009-2016 evidenzia un incremento del numero di dichiarazioni

Figura 1: Volumetria movimentata per anno in base alle dichiarazioni inviate (anni 2009-2016)



Fonte: ARPA Veneto

archivate da parte di ARPAV: si passa infatti da poco più di 200 dichiarazioni archiviate nel 2009 alle oltre 2.000 nel 2016; il forte aumento del numero di pratiche archiviate è determinato dalle modifiche della normativa che sono intercorse nel corso degli anni e che solo dal 2013 hanno reso obbligatorio l'invio anche ad ARPA delle dichiarazioni stesse.

La volumetria di terre e rocce da scavo movimentata sul territorio regionale (Figura 1) è in aumento, come il numero di dichiarazioni per gli stessi motivi sopra esposti. L'ordine di grandezza è di qualche milione di metri cubi l'anno. Si sottolinea che il dato relativo al 2013 è influenzato da un singolo intervento in provincia di Venezia che da solo ha movimentato più di 2 milioni di metri cubi, mentre negli anni tra il 2011 e 2013 sono contabilizzati molti degli interventi relativi alla costruzione della superstrada pedemontana che sono ancora in corso; questo perché la volumetria movimentata viene assegnata all'anno di invio della relativa documentazione in cui si riporta una previsione per un arco temporale pluriennale.

Le dichiarazioni inviate obbligatoriamente ad ARPAV interessano solo gli interventi con movimentazione del materiale al di fuori del cantiere di scavo, ma esistono molti interventi di scavo che prevedono il riutilizzo in sito del materiale (regolamentati dall'art. 185 del D. Lgs. 152/2006), che non sono conteggiati dall'attuale versione dell'indicatore. L'entrata in funzione dell'applicativo ha permesso un conteggio anche di queste attività che, sebbene in misura minore, comportano comunque degli impatti ambientali. Per il solo 2016 sono state archiviate nell'applicativo esattamente 2.100 autocertificazioni che hanno comportato lo scavo di circa un milione di metri cubi

di materiale. Le pratiche che prevedono il riutilizzo del materiale nello stesso sito di scavo sul territorio regionale risultano in numero simile alle pratiche con riutilizzo in altro sito, anche se interessano una volumetria complessiva di quattro volte inferiore.

Nel periodo 2009–2016 il numero di analisi archiviate da ARPAV è cresciuto, seppure con andamento altalenante tra anni successivi: si passa infatti da quasi 600 analisi archiviate nel 2009 alle oltre 1700 del 2014 e alle 1540 disponibili nel 2015, con un ulteriore significativo incremento nel 2016 fino a 3257. Il controllo sulla qualità dei suoli è quindi decisamente aumentato nel corso degli ultimi anni. A partire dagli ultimi mesi del 2015 la predisposizione di un nuovo sistema di archiviazione via Web ha consentito di aumentare il numero di dichiarazioni e di analisi archiviate e ciò spiega il valore quasi doppio di analisi archiviate nel 2016 rispetto agli anni immediatamente precedenti. Al 31 dicembre 2016 la banca dati contiene analisi di circa 11.800 campioni.

I riferimenti per la valutazione dei risultati analitici sono riportati nel D.Lgs. 152/2006: nella Tabella 1, allegato 5, parte IV, titolo quinto sono indicate le concentrazioni soglia di contaminazione oltre le quali un sito è definito potenzialmente contaminato per una specifica destinazione urbanistica.

Il numero di superamenti dei limiti di legge è estremamente ridotto a conferma di un'elevata qualità ambientale dei suoli veneti; i composti che mostrano il maggior numero di superamenti sono, in valore assoluto, arsenico, idrocarburi pesanti (C>12), nichel, cromo, zinco e cobalto. È necessario sottolineare che molti dei superamenti in particolare per arsenico, cromo, nichel, cobalto e secondariamente zinco sono legati ai valori di fondo dei suoli veneti particolarmente

elevati in determinate aree [ARPAV, 2011]. Questa considerazione è parzialmente valida anche per gli idrocarburi pesanti in alcune aree ricche di sostanza organica come i sedimenti fluviali e alcune aree della bassa pianura veneziana e di Rovigo. Molti dei superamenti di colonna A non implicano una potenziale contaminazione in quanto sono valori dal punto di vista normativo "accettabili" in un contesto a destinazione d'uso commerciale o industriale, sebbene denotino, se di origine antropica, un'alterazione del suolo rispetto ad una dotazione naturale.

I superamenti di colonna B sono limitati a poco più di una decina di campioni su circa 11.800 analisi disponibili.

Bibliografia

ARPA Veneto, Regione Veneto, 2011. *Metalli e metalloidi nei suoli del Veneto*. Serie Orientambiente.

Legge 9 agosto 2013 n. 98. *Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 21 giugno 2013, n. 69, recante disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia*.

Decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017, n. 120. *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*.

Contenuto in metalli e metalloidi nei suoli del Veneto

Paolo Giandon, Adriano Garlato, Francesca Ragazzi
ARPA Veneto

La presenza di elementi in traccia nei suoli è legata alle caratteristiche delle rocce di origine con riferimento ai minerali in esse contenuti e, in diversa misura, agli apporti legati alle attività industriali e agricole.

Con un'adeguata metodologia di indagine è possibile discriminare sia la concentrazione degli elementi derivante soltanto dal "materiale" di partenza (fondo naturale) che quella nella quale si sommano al contenuto naturale gli apporti derivanti dalle deposizioni atmosferiche e dalle pratiche di fertilizzazione o di difesa antiparassitaria (fondo naturale-antropico).

Tale metodologia prevede il campionamento degli orizzonti del profilo del suolo a diverse profondità: per la determinazione del contenuto naturale, i campioni sono prelevati in corrispondenza del primo orizzonte o strato pedologico sotto i 70 cm, ritenendo tale profondità sufficiente per poter escludere qualsiasi eventuale apporto antropico, mentre per la determinazione del contenuto usuale si campiona l'orizzonte pedologico più superficiale.

La scelta dei siti di campionamento è stata effettuata seguendo quello che nella norma ISO 19258/2005 viene definito come "approccio tipologico", cioè in funzione del materiale di partenza e delle tipologie di suolo. Per questo motivo il territorio da indagare è stato suddiviso in aree omogenee all'interno delle quali sono scelti i siti da analizzare. I criteri utilizzati sono diversi: per la pianura, dove i suoli si sono originati da

materiali alluvionali e queste aree omogenee sono state definite unità deposizionali (Figura 1a), il criterio è l'origine dei sedimenti dai quali si è formato il suolo, mentre nell'area montana, dove i suoli si sono formati dai materiali presenti sul posto e le aree omogenee prendono il nome di unità fisiografiche (Figura 1b), l'elemento di differenziazione è costituito dalla litologia prevalente sulla quale si è sviluppato il suolo e la tipologia e i processi pedogenetici che lo caratterizzano [ARPAV, 2011].

I siti campionati (n. 1.809), prevalentemente a uso agricolo, non includono zone contaminate o troppo vicine a potenziali fonti inquinanti (discariche, cave, grandi vie di comunicazione) né aree che presentano evidenti tracce di rimaneggiamento o di intervento antropico.

I dati rilevati in tutto il territorio regionale sono stati elaborati per gruppi omogenei. Come è previsto dalla metodologia proposta dalla norma ISO 19258/2005 [ISO,2005] sono stati determinati i percentili della distribuzione dopo la rimozione di eventuali valori anomali e sono stati assunti come limiti superiori dei valori di fondo i valori corrispondenti al 95° percentile. I valori di riferimento sono le concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) previste per la bonifica dei siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale definiti nel D.Lgs. 152 del 2006 (colonna A, Tabella 1, Allegato V, Titolo V, Parte IV).

L'obiettivo dell'indicatore così determinato è di definire i valori di fondo dei metalli nei suoli per aree omogenee che possono diventare valori di riferimento e nel caso di valori superiori sostituire le concentrazioni soglia di contaminazione.

I metalli per i quali non si osserva nessun superamento

delle concentrazioni soglia di contaminazione in nessuna unità fisiografica/deposizionale sono mercurio, antimonio e selenio. Per il rame il superamento si osserva solo nell'area del Piave a causa dei trattamenti antiparassitari nei vigneti che sono molto diffusi nell'unità. Solo per i vigneti è stato definito uno specifico valore di fondo per il rame pari a 284 mg/kg.

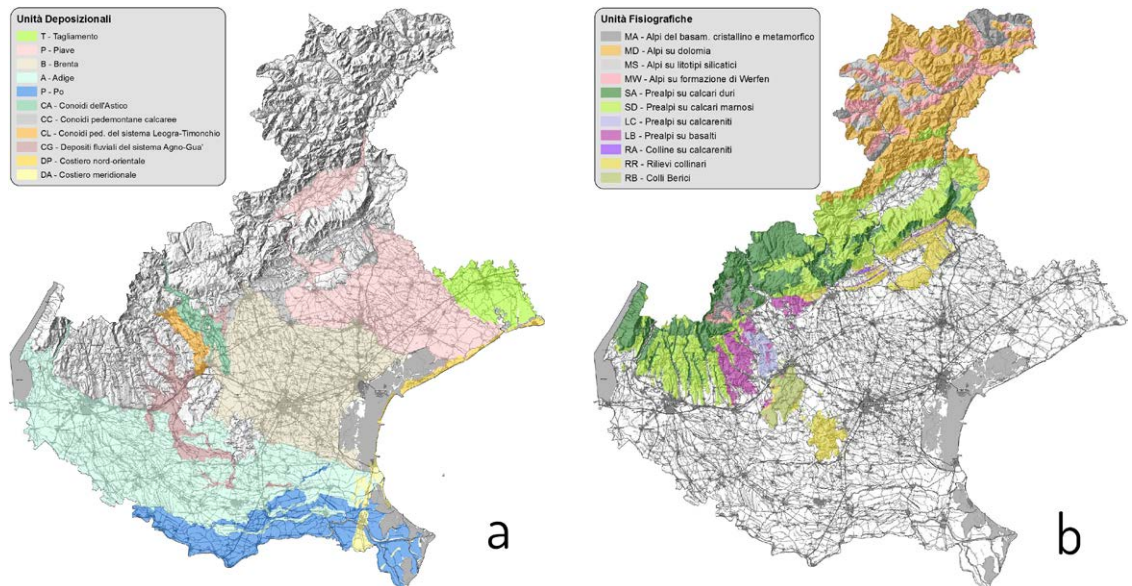
Il cadmio mostra 2 sole unità con superamenti, entrambe in area prealpina sia su calcari duri (SA) e, anche se con valori inferiori, su suoli sviluppati su calcari marnosi (SD); valori prossimi al limite ma inferiori si osservano anche sui Colli Berici (RB) e sempre in Prealpi su calcareniti (LC).

Arsenico, cobalto e vanadio mostrano superamenti delle CSC in numerose unità, interessando una superficie significativa del territorio regionale.

Il piombo presenta valori superiori al limite solo in area prealpina, sia su calcari duri che marnosi (SA e SD) e in area montana nell'unità delle alpi su formazione di *Werfen* (MW).

Le aree con il maggior numero di superamenti sono le Prealpi su basalti in montagna e i depositi fluviali del sistema Agno-Guà in pianura, area che riceve sedimenti proprio dall'alterazione dei basalti; in questi suoli zinco, nichel, cromo, cobalto, e vanadio presentano valori di fondo superiori alle concentrazioni soglia di contaminazione. All'estremo opposto troviamo il Tagliamento, che non evidenzia nessun superamento,

Figura 1: Unità deposizionali (a) e unità fisiografiche (b) individuate nel Veneto



Fonte: ARPA Veneto

e il Piave che presenta il solo superamento per il rame, per i motivi sopra ricordati. In area montana l'unità che presenta il minor numero di superamenti è l'area alpina dove affiora il basamento cristallino e metamorfico (MA), dove solo il cobalto supera di poco i limiti di colonna A.

Significativi, in termini di superficie coinvolta e di pericolosità dell'elemento, sono i superamenti del limite per l'arsenico nei depositi di Adige, Po e Brenta.

Bibliografia

ARPA Veneto, Regione Veneto, 2011. *Metalli e metalloidi nei suoli del Veneto*. Serie Orientambiente.

ISO - International Standards Organisation, 2005. *Soil quality - Guidance on the determination of background values*, n. 19258.

14. BIODIVERSITÀ

Predisposizione della “Rete di biomonitoraggio permanente” per l’analisi dei livelli di contaminazione ambientale nell’area del nucleo industriale “Termoli-Guglionesi”, con l’impiego dell’ape da miele (*Apis mellifera* L.)

Luigi la Figliola, Giovanni Sardella, Remo Manoni
ARPA Molise

L’ARPA Molise, con la collaborazione scientifica dell’Università del Molise, intende dotarsi di un valido sistema permanente di biomonitoraggio attraverso cui tutelare la biodiversità, favorire l’incremento della produttività agricola e monitorare i livelli di contaminazione in siti ritenuti di particolare interesse ambientale. A tal proposito, l’ape da miele (*Apis mellifera* L.) rappresenta attualmente, insieme ai suoi prodotti, il biosensore più completo (bioindicatore e bioaccumulatore), in grado di fornire una mole notevole di dati sullo stato di salute dell’ambiente [Celli e Porrini, 1991; Accorti *et al.*, 1991a; Celli, 1992; Celli e Porrini, 1994]. Attraverso il solo monitoraggio strumentale si acquisiscono dati di tipo quantitativo, relativi all’istante del campionamento e ad ogni singolo inquinante. Attraverso il biomonitoraggio, invece, si riescono a raccogliere informazioni più generali sullo stato di salute dell’ambiente, che consentono di valutare anche i danni subiti dagli organismi bersaglio presenti nell’area di studio o appositamente introdotti (biomonitoraggio di tendenza).

L’attività di biomonitoraggio sta assumendo quindi, un ruolo sempre più importante per i numerosi vantaggi che offre rispetto alle tecniche analitiche tradizionali. In particolare:

- 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.

Le caratteristiche etologiche dell’ape e il suo stretto rapporto con l’ambiente, fanno di questo insetto un interessante indicatore biologico degli agrofarmaci [Celli e Porrini, 1991].

L’ape e i suoi prodotti sono stati utilizzati anche per valutare l’inquinamento ambientale da metalli pesanti quali cromo, nichel, piombo [Gazziola *et al.*, 2000] e cadmio in ambiente urbano [Cesco *et al.*, 1994] oltre che da Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) nelle zone industriali. A partire dall’incidente di Chernobyl, l’ape ha fornito attraverso l’analisi del miele un’indicazione precisa e puntuale sull’eventuale rilascio di radioattività in atmosfera. I radionuclidi dopo un certo tempo si depositano al suolo e la ricaduta può avvenire anche a grande distanza dal luogo di emissione. Il monitoraggio pluriennale consente di ottenere risposte a numerose domande sul comportamento e sul destino di questi radionuclidi nell’ambiente [Barbattini *et al.*, 1996].

Alla luce di quanto esposto, l’uso dell’ape e dei prodotti dell’alveare, come indicatori della salute dell’ambiente e della salubrità dei prodotti vegetali di cui l’uomo si ciba, è da ritenersi ampiamente affidabile. ARPA Molise ha ritenuto utile l’uso dell’ape quale strumento di biomonitoraggio per valutare la salubrità ambientale col fine ultimo 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 (es. centraline fisse, analisi dei comparti ambientali, analisi degli alimenti, ecc.) nonché evidenziare eventuali criticità ambientali dovute alla particolare predisposizione dei siti strategicamente biomonitorati.

Obiettivi

Il Molise è esposto principalmente a tre potenziali tipologie di fonti autoctone di inquinamento ambientale, che potrebbero causare effetti negativi sulla salubrità dell'aria, dei prodotti agricoli e sulla salute umana, oltre che favorire la presenza di rifiuti illecitamente occultati di origine ignota. Le possibili fonti autoctone di inquinamento sono rappresentate dalle 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-Venafro, Bojano-Campochiaro e Guglionesi-Termoli-Larino.

Dall'analisi delle realtà sopra esposte, ARPA Molise ha avviato, a marzo 2017, la predisposizione di una "Rete di biomonitoraggio permanente" per le analisi dei livelli di contaminazione ambientale da metalli pesanti e idrocarburi policiclici aromatici nell'area della zona industriale "Termoli-Guglionesi" mediante l'ape da miele al fine di evidenziare, mensilmente ed annualmente, possibili rischi e compromissioni chimico-ambientali. Pur essendo tutti i dati raccolti immediatamente utilizzabili, si rende necessario

comunque un periodo di tempo di tre anni, per la messa a punto definitiva e per consentire in futuro di renderla "permanente" con l'obiettivo di ampliarla su altre zone critiche della regione Molise ed allargare il raggio di indagine attraverso l'analisi di altri parametri ambientali di pari importanza quali diossine, PCB, radionuclidi, agrofarmaci e polveri sottili.

L'attività di biomonitoraggio consentirà, il primo anno, di ottenere indicazioni preliminari, definite e rappresentative delle diverse sostanze inquinanti rilasciate nell'ambiente dal complesso delle attività antropiche che ricadono nell'area del nucleo industriale e che compromettono la sua integrità. Sulla base di ciò sarà possibile, l'anno successivo, progettare la definitiva "Rete permanente di biomonitoraggio" che terrà conto di eventuali problemi riscontrati.

I dati ottenuti comunque saranno subito utili, fruibili e confrontabili con i dati rilasciati dalle centraline fisse di monitoraggio di ARPA Molise, già attive in tale zona, attraverso la realizzazione di mappe tematiche (di contaminazione ambientale, colturali ecc.), tabelle e grafici sulla presenza e sull'andamento dei vari contaminanti misurati, grazie alle quali è possibile mettere in evidenza con chiarezza e facilità di comprensione le zone ed i periodi più a rischio per la contaminazione ambientale diffusa.

Descrizione dell'area di studio e delle stazioni di monitoraggio

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. Nel territorio di questi comuni, che è a vocazione prevalentemente agricola,

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.

Come è illustrato in Figura 1, le stazioni di monitoraggio (alveari) sono localizzate nel centro urbano di Termoli (A), in punti strategici del nucleo industriale di Termoli-Guglionesi (B e D), nella zona agricola adiacente la zona industriale (C) e una centralina nella zona incontaminata dell'Oasi Lipu di Casacalenda (E) a circa 40 km di distanza.

Ogni stazione di monitoraggio è formata da due alveari muniti di una gabbia di raccolta delle api morte, denominata *underbasket* [Accorti *et al.*, 1991b],

Figura 1: Foto aeree delle postazioni (A, B, C e D) di biomonitoraggio presenti nell'area industriale e raggio di azione degli alveari



Fonte: ARPA Molise

posizionata sotto l'entrata. 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.

Metodologia

L'attività di biomonitoraggio prevede campionamenti quindicinali di api e miele secondo precise e accreditate metodiche chimiche di laboratorio e analisi chimiche di laboratorio per la ricerca della presenza dei principali metalli pesanti e idrocarburi policiclici aromatici nel corpo delle api e nel miele fresco appena raccolto.

Se nel corso dell'attività dovessero verificarsi anomale e consistenti mortalità, si prevede di studiare il rapporto tra la mortalità acuta delle api e le cause che possono averla indotta.

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 modalità di dispersione nell'ambiente. Si prevede di predisporre, mappe mensili di contaminazione con evidenziati gli indici di pericolosità ambientale e opportune mappe colturali.

Ogni quindici giorni, è effettuato un campionamento di api vive (bottinatrici) e miele fresco come da specifico protocollo, oltre ad un controllo dello stato generale di salute dell'alveare.

Viene accertato e registrato, su apposite schede, il numero delle api morte nelle gabbie. Al superamento della soglia critica (350 api morte per settimana per stazione), si procede al prelievo e s'invia il campione al laboratorio per l'analisi chimica e palinologica.

Mentre con il primo tipo di indagine si individuano le eventuali molecole di fitofarmaci responsabili della moria, con l'analisi palinologica si tenta di stabilire, attraverso il riconoscimento dei pollini presenti sul corpo delle api, i luoghi di bottinamento delle stesse e quindi delle probabili colture irrorate con i prodotti fitosanitari che hanno provocato l'apicidio [Porrini, 1998; Porrini *et al.*,1998b].

I campioni vengono trasportati in contenitori refrigerati e stoccati in congelatore a -20°C in attesa delle relative analisi chimiche.

Attualmente è in corso l'analisi dei campioni raccolti nella campagna di campionamento del 2017, a cui seguirà l'elaborazione e la divulgazione dei dati.

Bibliografia

Accorti M., Guarcini R., Persano Oddo L., 1991. *L'ape: indicatore biologico e insetto test*. REDIA, 74: 1-15.

Barbattini R., Frilli F., Greatti M., Giovani C., Fadone A., Padovani R., 1996. *Radiocesio nei mieli del Friuli Venezia Giulia dopo l'incidente di Chernobyl*. Atti Convegno: 10 anni da Chernobyl: Ricerche in Radioecologia, Monitoraggio ambientale e Radioprotezione. Trieste, 4-6 marzo 1996: 133-142.

Celli G., 1992. *L'ape come indicatore biologico dei pesticidi*. Convegno: Ape Test. Firenze, 28 marzo 1992: 15-19.

Celli G., Porrini C., 1991. *L'impiego dell'ape nel monitoraggio ambientale degli antiparassitari*. L'Italia agricola 128 (1): 43-48.

Celli G., Porrini C., 1994. *L'ape, un efficace bioindicatore dei pesticidi*. L'ape nostra amica, 16 (5): 4-15.

Cesco S., Barbattini R., Agabiti M.F., 1994. *L'ape: insetto test dell'inquinamento ambientale da cadmio e piombo?* L'ape nostra amica, 16 (4): 34-38.

Gazziola F., Sbrenna G., Barbattini R., Sabatini A.G., 2000. *Apis mellifera gatherer of honeydew of Metcalfa pruinosa: studies on properties of derived honey*. Ins. Soc. Life 3: 125-130.

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.

La malacofauna continentale della Campania: una importante componente della biodiversità della regione

Nicola Maio¹, Agnese Petracchioli¹, Salvatore Viglietti², Antonella Loreto², Paolo Crovato³

¹Dip. di Biologia, Univ. NA Federico II, ²ARPA Campania,

³SIM sez. Campano-pugliese

I Molluschi terrestri e d'acqua dolce sono una delle principali componenti della diversità animale della fauna campana. Allo stato attuale delle conoscenze le specie di Molluschi continentali la cui presenza è documentata con certezza per il territorio regionale risultano 161 e rappresentano circa il 22,4% della fauna italiana su circa 720 specie continentali [Bank, 2017]. Non sono state incluse altre 65 specie dubbie o che necessitano di conferma e le specie salmastre.

Per quanto riguarda la malacofauna terrestre, sono state accertate per la Campania 106 specie di Gasteropodi, delle quali 31 sono riportate nella *International Union for Conservation of Nature Red List* [IUCN, 2017] e valutate in base alle categorie e ai criteri utilizzati nelle stime del rischio di estinzione, mentre 55 specie sono riportate nella Lista Rossa Europea [Cuttelod *et al.*, 2011]. Nella Lista Rossa Regionale, recentemente proposta, in particolare, sono state valutate 70 specie di interesse regionale [Maio *et al.*, 2017a]. Le specie ritenute tra le più minacciate sono: *Siciliaria ernae*, endemica della Regione, che risulta "in Pericolo Critico" perché fortemente minacciata con un rischio estremamente elevato di estinzione allo stato selvatico per l'elevata localizzazione delle sue popolazioni (Figura 1a); due specie (*Medora* sp., Figura 1b, ed *Helix straminea*) sono considerate "in Pericolo" perché

minacciate di estinzione ed estremamente rare; tre specie (*Vertigo moulinsiana*, *Polloneria contermina* e *Cernuellopsis ghisottii*), sono "Vulnerabili" per la distruzione dei loro *habitat* naturali e per il loro areale di distribuzione noto piuttosto frammentato; sei specie (*Platyla talentii*, *Vertigo angustior*, *Aegopis verticillus*, *Testacella scutulium*, *Candidula cavannae* e *Trochoidea caroni*) [Maio *et al.*, 2013, Figura 1c] sono "Quasi minacciate" (NT) perché localmente rare e con un areale di distribuzione ancora non noto; 22 specie (tra le quali spiccano *Platyla gracilis*, *Vertigo pygmaea*, *Siciliaria paestana*, *Monacha parumincta* e *Marmorana muralis*) risultano con "Minor preoccupazione" (LC) in quanto seppur minacciate non rischiano l'estinzione nel breve o medio termine e 13 specie sono "Carenti di dati" (DD) perché non vi sono informazioni sufficienti per effettuare una valutazione del rischio di estinzione.

Altre 19 specie sono state considerate "Non valutabili" per diverse problematiche o incertezze tassonomiche. Tra le specie considerate, *V. moulinsiana* e *V. angustior*, sono inserite nell'Allegato II della Direttiva Habitat (n. 92/43/CEE) della Commissione europea, approvata in Italia con i D.P.R. n. 357/1997 e n. 120/2003 ed inserite nel Repertorio della Fauna Protetta del Ministero dell'Ambiente; 28 sono le Specie Endemiche Europee (SEE) e 17 le Specie Endemiche Italiane. Sono state censite quattro specie invasive (*Lucilla scintilla*, *L. singlyana*, *Paralaoma servilis* e *Zonitoides arboreus*).

Le specie di Gasteropodi dulciacquicoli documentate ad oggi sono 42, delle quali 33 sono riportate nella IUCN [2017] (29 valutate "LC" e quattro "DD") e 38 nella Lista Rossa Europea (con *Pseudamnicola conovula*, considerata "Vulnerabile", 34 "LC" e 3 "DD"); 15 sono le "SEE". Sono state censite tre specie dulciacquicole

Figura 1: a) *Siciliaria ernae* (2,1 cm). b) *Medora* sp., (2,0 cm). c) *Trochoidea caroni* (0,7 cm). d) *Sinanodonta woodiana* (12-16 cm).



Fonte: Foto 1a-c di N. Maio; 1d di F. Carella

aliene, *Potamopyrgus antipodarum*, *Ferrissia fragilis* (= *F. californica*) e *Haitia acuta*, quest'ultima rinvenuta di recente negli specchi d'acqua della Mostra d'Oltremare nell'area urbana di Napoli.

Per ciò che concerne i Bivalvi, sono note in Campania 13 specie, tra le quali, sei sono state classificate dall'IUCN [2017] nella categoria di minaccia "LC" (*Pisidium annandalei*, *P. casertanum*, *P. obtusale*, *Sphaerium corneum*, *Musculium lacustre*, *Anodonta anatina*) e 10 da Cuttelod *et al.* [2011] (oltre a quelle citate sono state incluse anche *Pisidium amnicum*, *P. milium*, *P. nitidum*,

P. personatum, *P. subtruncatum*, mentre *P. annandalei* è considerato "DD"). *Unio mancus* (= *U. elongatulus*) è considerata specie "NT" ed è inserita nell'Appendice III della Convenzione di Berna, nell'Allegato V della Direttiva Habitat e nei D.P.R. n. 357/1997 e n. 120/2003 validi per l'Italia. È stata censita anche una specie invasiva alloctona, *Sinanodonta woodiana* (De Vico *et al.*, 2007; Carella *et al.*, 2013, 2016; Figura 1d, la cui acclimatazione sta aumentando notevolmente negli ultimi anni a causa dell'immissione di specie ittiche esotiche per allevamento, ripopolamento o pesca sportiva (recente è infatti il suo rinvenimento anche

presso la foce del Fiume Sele, nella Riserva Naturale Sele-Tanagro, in Provincia di Salerno) causando la rarefazione delle due specie autoctone di Unionidae (*U. mancus* e *A. anatina*).

I principali fattori di minaccia sono sicuramente il degrado e la scomparsa degli *habitat* (ed in particolare, la distruzione degli ambienti umidi, forestali e dunali), la captazione delle acque causata dalle attività umane (eccessivo prelievo idrico per scopi irrigui, prosciugamento, canalizzazione, ecc.), l'estesa urbanizzazione e la forte antropizzazione.

Altri fattori di rischio sono rappresentati dall'inquinamento, soprattutto chimico, causato da fertilizzanti e pesticidi. Una importante minaccia alla biodiversità autoctona è l'introduzione diretta o indiretta di specie aliene, la cui acclimatazione rappresenta un serio rischio innanzitutto per la conservazione della fauna locale, ma anche e soprattutto, per i danni che possono arrecare alle produzioni agricole per le quali alcune specie possono diventare un serio problema economico e sociale (le ormai tristemente famose "*pest snails*"), come già avviene in diversi paesi per i quali si parla di miliardi di dollari all'anno di danni e di spese per il loro controllo.

Le specie invasive, oltre che predare e competere con le specie indigene possono, inoltre, essere vettori di patologie per altre specie animali, non solo di Molluschi, e persino per l'uomo [De Vico *et al.*, 2017a, 2017b]. È interessante notare che anche in Campania esiste una consolidata tradizione che risale agli antichi Romani, che considera eduli diverse specie (*Monacha* spp. *Helix* spp. *Ceruella virgata*, *Eobania vermiculata*, *Cantares apertus*, *Cornu aspersum*, *Theba pisana*) e di recente anche l'allevamento a scopo alimentare sta avendo un notevole incremento: per tali attività è auspicabile

che la Regione si doti di una legge o di normative che ne regolamentino il prelievo in natura, nonché la commercializzazione.

Nel complesso, anche se nessuna specie nota risulta "Estinta nella Regione" e le specie considerate di interesse regionale e suscettibili di minacce in riferimento alle convenzioni internazionali e ai decreti legge di protezione sono 120, lo stato attuale delle conoscenze sulla reale distribuzione e consistenza delle popolazioni dei Molluschi continentali in Campania è ancora poco conosciuto, lacunoso ed incompleto. In particolare sono ancora poco note, se non addirittura ignote, le specie che compongono la biodiversità di importanti aree protette come i due Parchi Nazionali, gli otto Parchi Regionali, le cinque Riserve Statali e le 11 altre diverse aree protette (Oasi WWF, altre Aree Naturali, i Parchi Metropolitan e Urbani). Fanno eccezione alcune aree come il SIC/ZPS dei Monti Alburni (Prov. Salerno) e l'Isola di Capri (Prov. Napoli) [Maio *et al.*, 2017b, Petraccioli *et al.*, 2005, 2006, 2015].

Per poter valutare con precisione lo status delle specie presenti in Campania è necessario effettuare studi mirati, faunistici e molecolari, per avere un quadro più dettagliato sulla reale distribuzione e consistenza delle popolazioni nella regione e quindi adottare specifiche e più efficaci misure di conservazione.

Bibliografia

Bank R. A., 2017. *Checklist of the land and freshwater Gastropoda of Europe*. http://www.nmbe.ch/sites/default/files/uploads/PDF_Upload/fauna_europaea_2017_03_16.pdf. Last update: February 18th, 2017. Fauna Europaea Project, 176 pp.

- Carella F., Maio N., Aceto S., De Vico G., 2013. *New records of Sinanodonta woodiana (Lea, 1834) (Mollusca: Bivalvia: Unionidae) from Southern Italy with related pathologic condition*. VIII Simp. Intern. Fauna Salvaje, 31-10/ 3-11 2013, Leon, España: 96.
- Carella F. Villari G., Maio N., De Vico G., 2016. *Disease and disorders of freshwater unionid mussels: a brief overview of recent studies*. Front. Physiol., 7 (489): 1-8.
- Cuttelod A., Seddon M. & Neubert E., 2011. *European Red List of Non-marine Molluscs*. Luxembourg, Publications Office European Union. 98 pp.
- De Vico G., Maio N. & Castagnolo L., 2007. *Prima segnalazione di Anodonta (Sinanodonta) woodiana (Lea, 1834) (Mollusca: Bivalvia: Unionidae) per il Sud Italia*. Notiziario S.I.M., 25 (1-2): 23-25.
- De Vico G., Tatè R., Maio N., Costantino A., Guida V., Villari G., Carella F., 2017a. *Early evidence for a virus-like agent infecting the pest snail Theba pisana (Gastropoda: Pulmonata) in Southern Italy*. Journal of Invertebrate Pathology, 148: 10-13.
- De Vico G., Maio N., Carella F., 2017b. *Scoperto il primo agente infettivo di natura virale in un gasteropode polmonato, Theba pisana pisana (O.F. Müller, 1774) (Mollusca: Gastropoda: Helicidae): quali prospettive?* Alleryana, 35 (1): 62-64.
- I.U.C.N., 2017. *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2017-1. www.iucnredlist.org. On 10 August 2017.
- Maio N., Petraccioli A., Crovato P., Amor N., Odierna G., 2013. *New faunistic data on Trochoidea (Trochoidea) caroni (Deshayes, 1832) (Gastropoda Pulmonata Hygromiidae)*. Biodiversity Journal, 4 (4): 483-500.
- Maio N., Petraccioli A., S. Viglietti, A. Loreto, M. Cretella, P. Crovato, 2017a. *Proposta di una Lista Rossa dei Molluschi terrestri della Campania (Mollusca: Gastropoda)*. Alleryana, 35 (1): 47-61.
- Maio N. Petraccioli A., Crovato P., Niero I., Pignataro C., Odierna G., 2017b. *Guida naturalistica di campo ai Molluschi terrestri dei Monti Alburni. Biologia, ecologia, distribuzione e conservazione*. PNCVDA - Quaderni della Biodiversità n.4. XVI + 328 pp.
- Petraccioli A., Barattolo F., Crovato P., Cretella M., Maio N., Aprea G., 2005. *Guida pratica al riconoscimento dei macrogasteropodi terrestri attuali e fossili dell'Isola di Capri*. Bollettino della sezione Campania ANISN, 29 (1): 19-48.
- Petraccioli A. Crovato P., Cretella M., Maio N., Aprea G., Barattolo F., 2006. *I Gasteropodi continentali dell'Isola di Capri: risultati preliminari*. In: Gugliemi R. & Nappi A. (eds), Atti del Convegno: La Natura in Campania: aspetti biotici e abiotici. Napoli, 18 novembre 2004. A.R.C.A. Onlus. Pagg.: 77-86.
- Petraccioli A., Capriglione T., Colomba M., Crovato P., Odierna P., Sparacio I., Maio N., 2015. *Comparative cytogenetic study in four Alopinae Door Snails (Gastropoda, Clausiliidae)*. Malacologia, 58 (2): 225-232.

La biodiversità marina toscana nel Santuario Pelagos

Cecilia Mancusi, Michela Ria, Enrico Cecchi,
Alessandro Voliani, Romano T. Baino
ARPA Toscana

Il Settore Mare di ARPAT è impegnato da molti anni nel monitoraggio periodico delle acque marino-costiere e delle risorse ittiche, oltre che nella gestione delle emergenze ambientali marine, nei casi di spiaggiamento, di avvistamento e/o di cattura accidentale dei grandi vertebrati marini (balenottere, delfini, squali, tartarughe).

L'Agenzia è particolarmente impegnata sul tema della biodiversità marina, nell'ambito del quale, il Settore Mare ha raccolto negli anni una grande mole di dati [ARPAT, 2009; ARPAT, 2010].

L'impegno dell'Agenzia su questo tema rientra nelle attività previste dall'Osservatorio Regionale per la Biodiversità in Toscana (OTB) che nasce nel contesto della Strategia nazionale italiana per la biodiversità, approvata ad ottobre 2010 a seguito della ratifica da parte dell'Italia della Convenzione sulla diversità biologica del 1994.

Lo scopo generale dell'Osservatorio è quello di classificare la biodiversità marina toscana, con particolare riguardo alle specie protette o in pericolo in allineamento alle convenzioni e direttive internazionali in materia (CITES, BERNA, SPA/BIO, HABITAT, UCCELLI, Reg. (CE) 967 del 2006; Reg. (CE) 43 del 2009, ACCOBAMS, Reg. 812/2001) e di analizzare i *gap* presenti, individuando priorità di ricerca per il futuro.

Allo stesso tempo, è necessario acquisire nuovi dati utili per definire piani di gestione delle aree marine

protette esistenti e per programmare nuove azioni di conservazione, facendosi anche carico della diffusione dei risultati raggiunti.

Le informazioni che ARPAT raccoglie sulla biodiversità marina consentono di elaborare alcuni indici a supporto degli obiettivi assunti dall'Osservatorio, indicati dalla Strategia nazionale, declinati in funzione delle finalità di conservazione, valorizzazione e tutela della biodiversità a livello regionale. I dati raccolti e gli indici elaborati sono utili per ottemperare anche alle richieste del D.Lgs. 190/10, che ha recepito la Direttiva europea 2008/56/CE, la "*Marine strategy*", che indica di raggiungere l'obiettivo di buono stato ambientale per tutte le acque marine entro il 2020.

L'avvento della "*Marine strategy*" è particolarmente importante perché ha significato l'adozione di un approccio ecosistemico nella valutazione delle pressioni ambientali, in cui vengono considerate non solo le componenti biologiche dell'ambiente marino, ma anche le attività produttive dell'uomo legate all'ecosistema, prima fra tutte la pesca.

Per le specie ittiche marine l'indice di *Shannon* è stato scelto come indice di biodiversità. Questo indice mette in relazione il numero di specie presenti, con la loro abbondanza relativa: quanto è maggiore il suo valore tanto maggiore è la biodiversità dell'insieme di specie considerate. L'indice tiene conto non solo del numero di specie e d'individui presenti per ogni specie, ma anche dell'equilibrio complessivo all'interno di ogni specie. Per i grandi gruppi tassonomici, l'indice è stato calcolato in relazione al peso degli organismi presi in considerazione. Relativamente a tutti i gruppi sistematici analizzati, negli ultimi 25 anni, la biodiversità marina in Toscana risulta costante ad esclusione dei crostacei. Al momento sono in corso indagini per capire

se i *trend* osservati per questo gruppo, crescente nell'area settentrionale e decrescente in quella meridionale, siano solo apparenti o dovuti a qualche fenomeno popolazionistico.

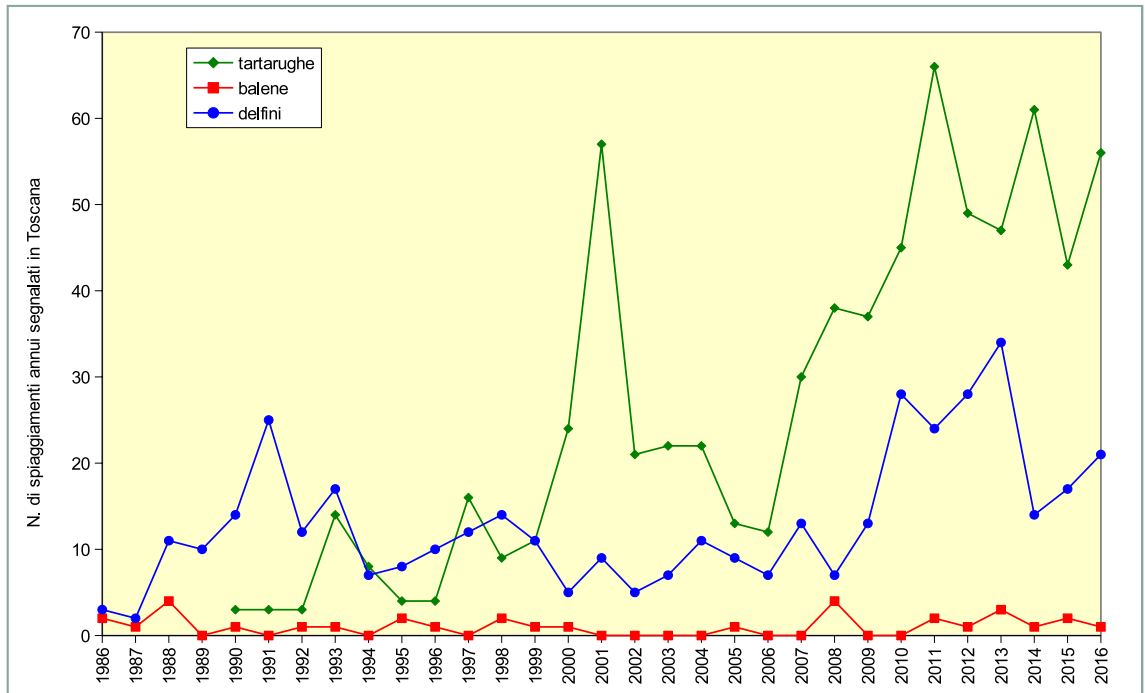
Per una stima della presenza di cetacei e tartarughe sono stati principalmente utilizzati i dati provenienti dal monitoraggio degli spiaggiamenti e delle catture accidentali (numero di animali per anno).

In media in Toscana, nel periodo 1986-2009, sono stati registrati ogni anno 13,5 spiaggiamenti, con un minimo di 5 animali nel 1986 e un massimo di 28 nel 1991. Successivamente, nel periodo 2010-2016, la media è salita a 28 animali per anno grazie all'attivazione

della rete di monitoraggio dell'OTB che ha permesso un rilevamento più efficace e coordinato dei cetacei spiaggiati lungo le nostre coste.

Dal 1986 al 2016, gli spiaggiamenti/catture accidentali di tartarughe e delfini mostrano un incremento, mentre gli spiaggiamenti di grossi cetacei (balenotte e capodogli) sono costanti: dal *trend* della serie storica, difficilmente registreremo uno spiaggiamento di più di 1 esemplare di grosso cetaceo negli anni a venire (Figura 1). Il *trend* complessivo, relativamente costante a partire dal 2010, conferma l'affidabilità dei dati a partire da quando le attività dell'OTB si sono consolidate.

Figura 1: Trend di spiaggiamenti rilevati di cetacei e tartarughe in toscana nel periodo 1986-2016



Fonte: ARPA Toscana

Estremamente interessante può essere lo studio dei contenuti gastrici dei grandi vertebrati marini, principalmente cetacei e tartarughe, ma anche grandi pesci cartilaginei e pesci ossei pelagici. Dall'analisi della loro dieta (utile anche alla ricostruzione della rete trofica marina) emergono alcuni ritrovamenti molto interessanti, che aumentano l'informazione sulla biodiversità in Toscana. Si potrebbe affermare che questi animali rappresentano uno strumento di campionamento eccezionale. Nei loro stomaci, infatti, si sono ritrovati reperti (parti ossee di pesci, otoliti, becchi di cefalopodi) appartenenti a specie estremamente rare o comunque segnalate molto di rado in Toscana, difficilmente campionabili a causa delle loro abitudini di vita (alta profondità, ambienti particolari ecc.). Ciò consente di migliorare enormemente la conoscenza sulla presenza delle specie e quindi di definire la biodiversità del nostro mare [Pedà *et al.*, 2011; Scuderi *et al.*, 2011a,b; Voliani *et al.*, 2012].

Bibliografia

ARPAT, 2009. *Progetto BIOMART. Definizione e composizione del Repertorio Naturalistico complessivo degli organismi marini e dell'archivio delle componenti biotiche e ambientali determinanti per la Biodiversità*. Volume 1-Componenti biotiche e ambientali determinanti per la biodiversità. 96 pp.

ARPAT, 2010. *Progetto BIOMART. Le conoscenze sulla diversità biologica dei mari della Toscana*. CD, 202 MB.

Pedà C., Battaglia P., Scuderi A., Voliani A., Mancusi C., Serena F., Andaloro F., Romeo T., 2011. *Cephalopods in the diet of striped dolphin *Stenella coeruleoalba* (Meyen, 1833) and bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) stranded along the coasts of the Tuscany*. 25th Conference of the ECS, Abstract book: 248.

Scuderi A., Mancusi C., Pedà C., Romeo T., Targusi M., Voliani A., 2011a. *Confronto della dieta di *Stenella coeruleoalba* e *Tursiops truncatus* (Cerartiodactyla: Delphinidae) negli individui spiaggiati sulle coste dell'Arcipelago Toscano*. Biol. Mar. Medit., 18(1).

Scuderi A., Voliani A., Mancusi C., Pedà C., Romeo T., 2011b. *Stomach contents of bottlenose dolphins stranded along the coasts of Tuscany (North Western Mediterranean Sea)*. 25th Conference of the ECS, Abstract book: 307.

Voliani A., Mancusi C., Pedà C., Romeo T., Scuderi A., Targusi M., 2012. *Analisi del contenuto stomacale degli esemplari di *Stenella coeruleoalba* (Montagu, 1821) spiaggiati lungo le coste toscane*. Atti del IV Congresso di Scienze Naturali, Codice Armonico 2012: 240-246.

Le *tegnùe* dell'Alto Adriatico

Daniel Fassina, Anna Rita Zogno, Sara Ancona
ARPA Veneto

Le coste del bacino Nord Adriatico presentano una notevole variabilità. Nella parte orientale si presentano frastagliate, ricche di insenature soprattutto a partire dal golfo del Quarnaro; nella parte occidentale invece si presentano come un'alternanza di spiagge di sabbia fine, lagune e delta. Il fondo generalmente piatto

dell'Alto Adriatico presenta, nella sua parte occidentale, irregolarità di tipo roccioso. Queste erano già da tempo note presso i pescatori locali con il nome di "*tegnùe*" (Figura 1), traduzione dialettale di "trattenute", zone cioè in cui venivano trattenute le reti a strascico; le stesse sono state in seguito studiate anche dal punto di vista geologico.

Tali affioramenti che si estendono per tutto l'arco costiero regionale, ma anche oltre i confini regionali, sono disposti in modo discontinuo rispettivamente

Figura 1: Foto di una *tegnùe* nel litorale Veneto



Fonte: ARPAV

su fasce parallele alla linea di costa, fino ad una distanza di 20 miglia dalla costa. Riconosciute a livello scientifico solamente a partire dal 1966, tali formazioni costituiscono con i loro popolamenti le uniche biocenosi naturali di substrati solidi nel Golfo di Venezia. Da un punto di vista geologico si riconoscono due tipologie di formazione denominate *tegnùe*, *beachrocks* Rocce organogene. Questi due tipi di struttura divergono profondamente sia nei processi di formazione che, conseguentemente, nella loro struttura e morfologia.

Con il termine *beachrocks* vengono indicate le formazioni di origine clastica (sabbia) o bioclastica (gusci di conchiglie) che, originatesi per cementazione dei sedimenti delle vecchie spiagge, hanno permesso la formazione di vere e proprie biostrutture più o meno grandi, sulle quali gli organismi creano sottili croste di rivestimento. Si tratta in linea di massima di creste rocciose variamente disposte che si innalzano da pochi centimetri a qualche metro dal fondale fangoso o sabbioso; presentano superfici assai irregolari che danno vita a numerosissimi anfratti e cavità, talvolta anche piuttosto ampie. Presentano inoltre una curiosa asimmetria che vede il lato più ripido rivolto sempre verso il mare aperto. Le ipotesi più accreditate sulla loro formazione ne attribuiscono l'origine a processi di cementazione di sedimenti delle spiagge sabbiose ad opera di carbonati che precipitano durante il disseccamento causato dalle periodiche variazioni del livello del mare durante le maree o in seguito a mareggiate consistenti.

L'insieme di lastre di varia superficie e spessore si differenzia inoltre, sia in relazione alla granulometria del materiale di origine sia per la presenza o meno di gusci di organismi marini. Risulta infatti consistente,

ma comunque variabile, la presenza di gusci o resti di organismi marini, fra cui preponderante appare la frazione costituita dalle conchiglie di molluschi.

Le barriere organogene vengono invece interamente costruite da organismi costruttori ed assomigliano molto al coralligeno di piattaforma; infatti, anche se nel caso dell'Adriatico settentrionale le rocce organogene sono formate da organismi di diverso tipo esse, tuttavia, sono del tutto sovrapponibili alle scogliere coralline dei mari tropicali. Morfologicamente si presentano come basse strutture incrostanti con andamento pavimentoso, oppure variamente convolute a formare pinnacoli e creste che si elevano anche a due o tre metri dal fondo. In genere si tratta di affioramenti di forma rotondeggiante, dalla superficie irregolare, solcata da numerose fessure ed anfratti profondi; possono essere presenti aperture per lo più orizzontali che si incuneano a formare piccole grotte. La loro irregolarità è probabilmente dovuta ai diversi processi di formazione e crescita, spesso discontinui, che vedono l'alternarsi dell'azione di organismi costruttori e distruttori. Rivestono notevole importanza sia da un punto di vista biologico che ambientale in quanto costituiscono la forma predominante degli affioramenti descritti e, dato che sono costituite ad opera di numerosi organismi, ospitano, di conseguenza, una enorme varietà di forme di vita.

Le formazioni organogene presentano diffusione discontinua e talvolta sovrapponibile a quella delle *beachrocks*, al disopra delle quali a volte si espandono fino a ricoprirle anche totalmente. Esiste in più di qualche punto la possibilità di trovare rocce organogene che si sono sovrapposte a *beachrocks* preesistenti.

Nelle zone in cui i fattori locali provocano un aumento

del materiale in sospensione, con conseguente diminuzione della limpidezza dell'acqua, la luce penetrante subisce una forte diminuzione rispetto alle medesime profondità in acque limpide e con essa anche la componente algale incrostante. In tali casi la componente animale delle incrostazioni aumenta notevolmente fino a divenire nettamente predominante. La predominanza di una specie sull'altra è determinata, inoltre, da una vasta gamma di interazioni e rapporti di diverso grado e complessità che vanno dal commensalismo alla simbiosi con tutta una serie di meccanismi che gli organismi mettono in atto sul piano della competizione per lo spazio comune.

Gli organismi costruttori sono rappresentati soprattutto da alghe calcaree, madreporari, serpulidi e briozoi; più semplicemente ricordiamo tra questi il falso corallo, molto simile ai coralli dei mari tropicali, o la rosa di mare (Retepora). La fauna epibionte è formata da poriferi, ascidie e policheti. Sono presenti ampie variazioni nei rapporti tra le varie specie costruttrici: esistono zone dove la roccia è in piena fase di accrescimento e altre in cui predomina la fase di erosione. A proposito di quest'ultimo fenomeno, si ricorda che esso può avere una duplice origine: fisica e biologica. Il fenomeno della bioerosione è di particolare interesse ed avviene ad opera di organismi perforatori quali poriferi, bivalvi, policheti.

La ricchezza di microambienti che tali formazioni vanno a generare, in modo particolare quelle organogene, favorisce un aumento del numero di specie; il fatto poi che tali formazioni siano localizzate in acque eutrofiche, ricche cioè di nutrienti, non eccessivamente profonde, dà origine ad un notevole incremento di biomassa specialmente di quegli organismi sessili (ancorati al

fondo) in grado di sfruttare la cospicua disponibilità alimentare presente sotto forma di materiale organico in sospensione. Tali organismi definiti solitamente "filtratori", sono rappresentati essenzialmente da spugne, bivalvi, ascidie ed anellidi. Se a tutto ciò si aggiunge che le *tegnùe* esercitano di fatto un impedimento all'esercizio della pesca a strascico, non è del tutto azzardato definire tali ambienti come delle vere e proprie oasi faunistiche.

Le *tegnùe* proprio per le loro caratteristiche costituiscono degli ambienti particolarmente sensibili e di grande importanza dal punto di vista biologico e naturalistico. Per tale motivo l'interesse nella loro salvaguardia è cresciuto negli anni e nel 2011 le *tegnùe* di Porto Falconera e di Chioggia sono diventate Sito di Importanza Comunitaria (SIC).

15. PERICOLOSITÀ DI ORIGINE NATURALE E ANTROPICA

Amianto naturale: caratterizzazione dei sedimenti fluviali di un bacino idrografico in presenza di affioramenti di Pietre Verdi

Luigi Leone, Francesco D'Avino, Giacomo Malvasi
ARPA Basilicata

In seguito alla pubblicazione della "Carta Geologica delle Unità Liguridi dell'Area del Pollino (Basilicata): Nuovi Dati Geologici, Mineralogici e Petrografici" [Cavalcante *et al.*, 2009] nell'ambito del "Progetto Caratterizzazione finalizzata alla messa in sicurezza e ripristino ambientale di aree incise in affioramenti di rocce contenenti amianto", il Dipartimento Ambiente e Territorio della Regione Basilicata (Det. Dirigenziale 75AA.2012/D.00225 del 23/02/2012) ha commissionato all'ARPAB uno studio finalizzato all'accertamento della presenza di amianto nel bacino idrografico del fiume Sinni di cui fanno parte la quasi totalità degli affioramenti di terreni contenenti minerali della famiglia dell'amianto in Basilicata. Le attività previste nel Progetto commissionato sono iniziate il 20/03/2012 e si sono concluse il 20/09/2013.

Sulla base della Carta Geologica delle Unità Liguridi dell'area del Pollino, contenente la mappatura degli affioramenti di ofioliti (Pietre Verdi), della Cartografia Topografica d'Italia - IGM - Regione Basilicata (scala 1:25000) e della Carta Tecnica Regionale Numerica (CTR) - Comunità Montana del Lagonegrese (scala 1:5.000), è stato possibile individuare le aste principali e secondarie coinvolte nei processi di erosione e nei processi di trasporto e/o deposizione che avvengono in aree distanti dalle formazioni oggetto di studio. Ogni asta è stata divisa in base ai territori comunali di

interesse, tenendo conto della presenza di traverse fluviali e sbarramenti. La presenza di attività estrattive di inerti fluviali lungo il Sinni, inoltre costituisce un pericolo connesso alla lavorazione di materiale potenzialmente contenente amianto (frantumazione di ciottoli) e all'utilizzo, in siti diversi da quelli di produzione, di materiali fini per l'edilizia e di materiale grossolano per opere di ingegneria civile (rilevati stradali, opere di drenaggio, stabilizzazione di versanti, etc.). Per questo motivo è stata estesa l'area di indagine anche ai comuni di Policoro e Rotondella in provincia di Matera, dove è localizzato il maggior numero di aziende estrattive.

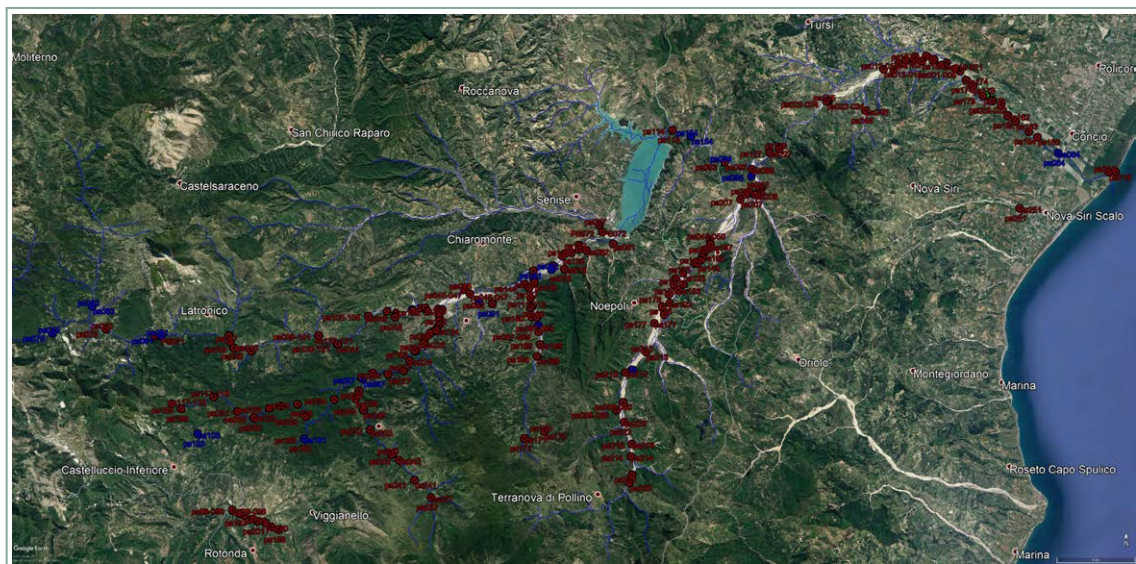
Il caso di studio e i risultati delle analisi rappresentano delle evidenze di interesse nazionale.

Sono stati prelevati 224 campioni di massa (sabbia, ghiaia e ciottoli) e sono stati effettuati 26 campionamenti di acque superficiali durante la campagna (Figura 1).

Le analisi dei campioni di acque superficiali hanno permesso di riscontrare il trasporto in sospensione di fibre di amianto idrodisperse e di spiegare la presenza di tremolite e crisotilo nei depositi fluviali molto distanti dalle aree di affioramento di rocce contenenti tali minerali.

Le analisi delle acque, in assenza di una metodica ufficiale, sono state svolte con metodica interna sviluppata sulla base della metodica EPA-600/4-83-043 dell'*Environmental Protection Agency* opportunamente modificata per l'uso del microscopio elettronico a scansione (SEM). Per la lettura dei preparati al microscopio sono state seguite le norme previste dal Decreto del Ministero della Sanità del 6 settembre 1994 formulate per il conteggio delle fibre aerodisperse depositate su filtro.

Figura 1: Progetto di caratterizzazione dei sedimenti fluviali del Bacino idrografico del Sinni - Punti di campionamento



Fonte: Google Earth su dati ARPA Basilicata

La presenza di amianto nei depositi fluviali del bacino del Sinni non era così scontata, almeno per quanto riguarda i depositi recenti nelle aree prossimali alla foce.

Dallo studio della carta geologica, laddove erano presenti i più estesi affioramenti di terreni contenenti minerali di amianto ci si sarebbe aspettate concentrazioni più alte nei depositi delle aste fluviali che interessano tali formazioni, ma così non è sempre stato. Si è presentata una situazione piuttosto complessa, che conferma la presenza di fibre di amianto naturale sul territorio lucano inciso dal Fiume Sinni, da parte dei suoi affluenti e dal Fiume Mercure.

Il Torrente Frido, secondo più importante affluente del Sinni, taglia diverse formazioni rocciose contenenti

minerali di amianto, ed insieme al suo affluente, Torrente Peschiera, apporta il principale contributo di amianto al bacino del Sinni.

Nel Sarmiento, affluente di destra del Sinni, non sono stati rilevati minerali di amianto nel tratto iniziale del corso d'acqua; in prossimità della confluenza con il Sinni in alcuni dei campioni di massa sono state rilevate fibre di amianto e in quelli di acqua si è riscontrato il più elevato valore di fibre idrodisperse di tremolite.

Altra situazione anomala è stata riscontrata nell'alveo del Sinni compreso tra lo sbarramento di Monte Cotugno e la confluenza col fiume Sarmiento, in quanto nei campioni di massa prelevati in questo tratto non è stata riscontrata la presenza di fibre di amianto, di contro in quelli prelevati a valle della confluenza col

Sarmento si è nuovamente riscontrata la presenza di minerali di amianto. Questa situazione potrebbe essere ricondotta alla bassa portata d'acqua e alla sovrapposizione di materiale da frana sui depositi preesistenti la costruzione della diga di Monte Cotugno. Da una visione d'insieme delle aree analizzate emergono sostanziali differenze nella distribuzione spaziale delle fibre di amianto; si deduce, inoltre, che il fattore principale di "contaminazione" dei depositi fluviali superficiali del Sinni nel tratto terminale del suo corso è attribuibile al trasporto in sospensione di fibre di amianto.

Bibliografia

Cavalcante F., Belviso C., Finizio F., Lettino A., Fiore S., 2009. *Carta Geologica delle Unità Liguridi dell'area del Pollino (Basilicata): nuovi dati geologici, mineralogici e petrografici*. S. Fiore ed., ISBN: 978- 88-7522-026-6, pp. 36.

Il monitoraggio della subsidenza in Emilia-Romagna

Flavio Bonsignore
ARPAE Emilia-Romagna

La pianura emiliano-romagnola è soggetta ad un fenomeno di subsidenza naturale la cui velocità, variabile a seconda delle zone, è valutata intorno ad alcuni mm/anno. A tale fenomeno, legato a cause geologiche, si è andata affiancando, soprattutto negli ultimi sessant'anni, una subsidenza di origine antropica, i cui valori sono, generalmente, molto più elevati rispetto a quelli naturali. Il fenomeno si manifestò con danni al patrimonio artistico-monumentale, perdita di efficienza delle infrastrutture idrauliche, erosione accelerata della fascia di battigia e aumento della propensione all'esondabilità sia dei territori costieri che interni. Le prime evidenze significative del fenomeno si manifestarono nella parte orientale della provincia di Ferrara.

Le cause vennero individuate nella bonifica di vaste aree vallive e nella massiccia estrazione di acque metanifere dai primi strati del sottosuolo. In particolare furono registrati, in talune zone, sprofondamenti fino a 240 cm nel periodo 1952-1974. Negli anni '50, consistenti abbassamenti non naturali del suolo iniziarono a manifestarsi anche nel territorio Ravennate, causati prevalentemente da forti emungimenti di acqua di falda in corrispondenza del nuovo polo industriale a nord di Ravenna, con valori fino a 130 cm nell'arco di alcuni decenni. A partire dagli anni '60 fenomeni di subsidenza cominciarono a interessare, con valori più o meno accentuati, tutta la fascia litoranea e l'entroterra fino al Riminese, in concomitanza con lo sfruttamento

sempre più intenso di acque sotterranee utilizzate sia nel settore turistico-alberghiero, in grande espansione, sia nel settore agricolo, ove andava affermandosi un modello fortemente idroesigente. Successivamente il fenomeno si evidenziò anche nelle province di Bologna e di Modena: anche in questi casi l'origine degli abbassamenti era legato alla sottrazione d'acqua dal sottosuolo. In particolare nel periodo 1983-1992, il territorio bolognese presentava i più alti valori di abbassamento in assoluto, con punte di oltre 7 cm/anno.

Il monitoraggio del fenomeno ha inizio già negli anni '30, limitatamente ad alcune aree del territorio ferrarese; solo negli anni '50 si estende alla gran parte della provincia di Ferrara e di Ravenna, grazie in particolare a enti e consorzi di bonifica. Negli anni '70 si intensificano tali iniziative con nuove reti di monitoraggio, che interessano ambiti territoriali più o meno limitati, laddove il fenomeno si andava manifestando: il Consorzio di Bonifica Forlivese, per il territorio di sua competenza, ENI-Agip, con una rete che arriverà ad interessare gran parte della pianura regionale, il Comune di Ravenna, che nel 1977 istituisce la prima rete a carattere intercomunale, alla quale faranno seguito le reti istituite dal Comune di Modena nel 1981 e dal Comune di Bologna nel 1983. Tutte queste iniziative costituivano, nel loro insieme, un patrimonio particolarmente vasto, complesso e unico in Italia, tuttavia, considerate in un'ottica regionale, presentavano sovrapposizioni, disomogeneità e lacune tali da rendere estremamente difficoltosa la definizione di un quadro organico dei movimenti verticali del suolo, in cui gli stessi potessero essere osservati all'interno dello stesso arco temporale e attraverso una distribuzione spaziale uniforme.

Al fine di superare tali difficoltà ARPAE, su incarico della Regione e in collaborazione con il Dicam (Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali) dell'Università di Bologna, ha progettato e istituito nel 1997-98 una rete regionale di monitoraggio della subsidenza. In particolare, la rete è costituita da due sistemi geodetici: una rete di livellazione geometrica di alta precisione con oltre 2.300 capisaldi e una rete di circa 60 punti Gps. Entrambe le reti sono state progettate a partire dal vasto patrimonio di capisaldi storici - istituiti, come appena detto da, Enti diversi - in un'ottica di ottimizzazione e valorizzazione delle precedenti esperienze, selezionate e integrate con capisaldi istituiti ex novo, in funzione di un monitoraggio a scala regionale.

La rete, nel suo complesso, viene misurata per la prima volta nel 1999. Il rilievo della rete di livellazione ha permesso di attribuire ad ogni caposaldo una quota assoluta sul livello medio del mare riferita, in particolare, al caposaldo 5/162" (verticale), sito nei pressi di Sasso Marconi (Appennino bolognese) e appartenente alla rete di livellazione di alta precisione dell'Istituto geografico militare italiano (IGMI), preso come riferimento perché ritenuto stabile.

Per tale caposaldo è stata adottata la quota determinata nel 1949 dall'Istituto stesso, pari a 225.9222 m s.l.m [Benedetti *et al.*, 2000] Già nell'ambito di questo primo rilievo è stato possibile realizzare un confronto fra le quote ottenute nel 1999 e le quote relative ai capisaldi storici presenti nella rete di livellazione rilevate da Enti diversi in periodi precedenti. Da tale confronto è scaturita la prima carta a isolinee di velocità di abbassamento del suolo relativa al periodo 1970/93-1999; si tratta del primo tentativo di restituire un quadro complessivo dei movimenti verticali del suolo sull'intera area di pianura

della regione, già nella fase di rilievo "zero" della rete di livellazione. A tal fine si è dovuto procedere ad un imponente lavoro di omogeneizzazione delle quote storiche per renderle confrontabili con le quote del 1999; tale lavoro è stato realizzato in particolare con la collaborazione del Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Ferrara. Questa prima carta risulta inevitabilmente lacunosa e fortemente disomogenea, a causa della diversa copertura spaziale e temporale dei dati storici, non essendo ancora possibile realizzare un confronto sull'intera rete, bensì solo sul 50% dei capisaldi, distribuiti neppure uniformemente. In particolare, le velocità di movimento indicate sulla carta sono riferite a periodi diversi - a seconda delle linee di livellazione - compresi tra il periodo più lungo, 1970-1999, e il periodo più breve, 1993-1999.

Nel 2002 viene ripetuto il rilievo della sola rete Gps, aggiornando così le conoscenze sui movimenti verticali del suolo nel periodo 1999-2002 relativamente ai circa 60 punti della rete Gps stessa. Successivamente, tali metodiche di rilevamento sono state oggetto di revisioni permesse dalle notevoli innovazioni intervenute in ambito geodetico negli ultimi dieci anni, innovazioni che hanno consentito un utilizzo sempre più diffuso di tecniche di telerilevamento, in sostituzione parziale o totale della tecnica topografica classica, basata principalmente sulla livellazione geometrica di alta precisione [Bissoli *et al.*, 2010].

Nel 2006 viene utilizzato, per la prima volta a scala regionale, il metodo dell'analisi interferometrica di dati radar satellitari con tecnica PSInSARTM. Tale metodo, in questa sua prima applicazione a scala regionale, viene supportato da misure di livellazione geometrica di alta precisione su un sottoinsieme della rete regionale

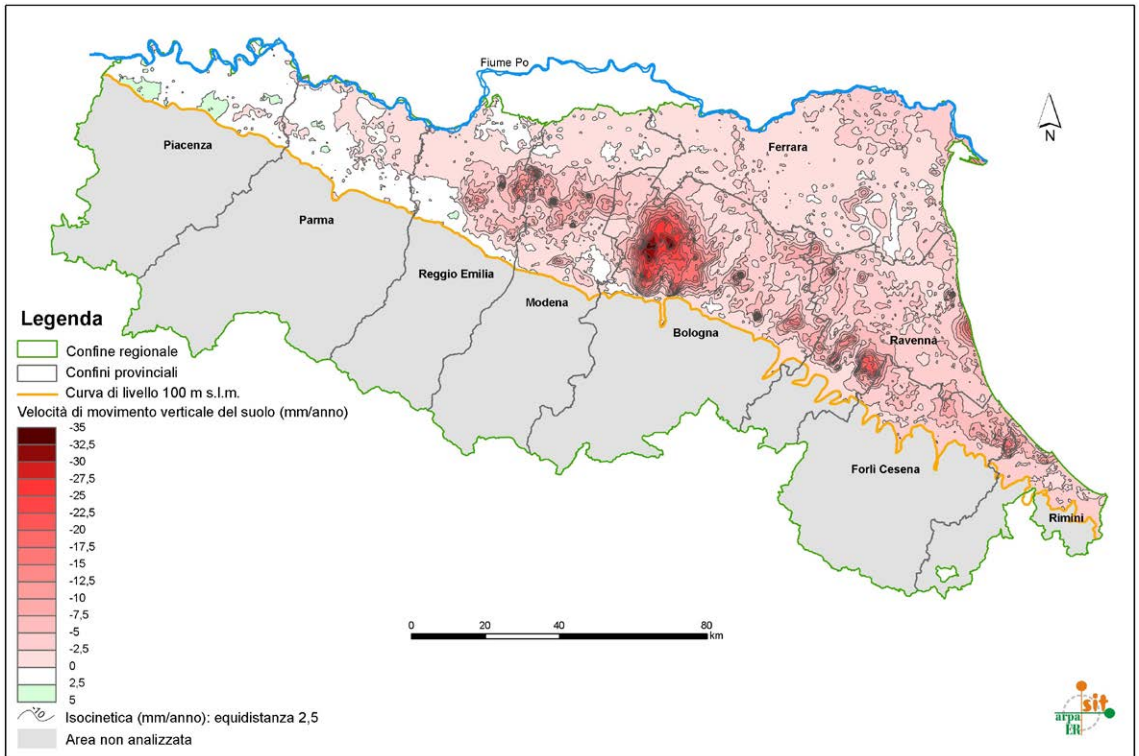
(circa il 50% delle linee di livellazione). I risultati ottenuti forniscono un quadro molto dettagliato del fenomeno della subsidenza; in particolare, sulla base della disponibilità dei dati satellitari, vengono realizzate due diverse cartografie a curve isocinetiche: la prima, relativa al periodo 1992-2000, fa riferimento all'elaborazione dei dati provenienti da due satelliti dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) Ers1 e Ers2 e si basa sulle velocità di movimento relative a circa 160.000 punti; la seconda, che riguarda il periodo 2002-2006, fa riferimento all'elaborazione dei dati provenienti dai satelliti Envisat (ESA) e Radarsat (Agenzia Spaziale Canadese) e si basa sulle velocità di movimento relative a circa 142.000 punti. L'utilizzo del metodo satellitare ha permesso di acquisire un'informazione molto più diffusa e capillare rispetto al rilievo topografico (linee di livellazione): il numero di punti è superiore di ben due ordini di grandezza rispetto al numero dei capisaldi di livellazione sui quali poteva contare la precedente cartografia.

L'ultimo rilievo dei movimenti verticali del suolo è stato realizzato nel 2011, utilizzando ancora il metodo dell'analisi interferometrica di dati radar satellitari supportato dall'elaborazione di 17 stazioni permanenti GPS, al fine di calibrare e verificare, tramite valori di velocità di movimento verticale, i dati relativi provenienti dall'analisi interferometrica (nel precedente rilievo, non essendo ancora disponibile un numero sufficiente di stazioni GPS sul territorio regionale, si ricorse all'ausilio di misure di livellazione). In tal modo, per la prima volta nel rilievo della subsidenza in Emilia-Romagna, si è superato il concetto di punto di riferimento assoluto all'interno di una rete geodetica, che storicamente era assunto a priori come fisso ed immutabile nel tempo sulla base di considerazioni di generica stabilità del

contesto geologico strutturale dell'area. In sostanza, la singola stazione GPS diviene essa stessa un punto di riferimento, non già in virtù di una presunta stabilità assoluta, bensì grazie alla conoscenza precisa dei suoi movimenti misurati nel tempo.

Rispetto alla precedente cartografia, si è potuto contare, anche grazie al nuovo algoritmo SqueeSARTM utilizzato per l'analisi interferometrica, su un numero di punti di misura più che doppio (315.371) che ha determinato un'informazione particolarmente capillare e diffusa. Le cartografie relative ai tre periodi 1992-2000, 2002-2006 e 2006-2011 ottenute tramite analisi interferometrica di dati radar satellitari, sono consultabili sul portale cartografico di ARPAE. In Figura 1 è riportata la cartografia relativa al periodo 2006-2011. La combinazione dei due metodi, basati sull'analisi interferometrica e sull'uso delle stazioni permanenti GPS, ha consentito di raggiungere pienamente i risultati attesi e il previsto futuro aumento di stazioni GPS sul territorio regionale gioverà ulteriormente alle prestazioni del metodo. [Bitelli *et al.*, 2015].

Figura 1: Carta delle velocità di movimento verticale del suolo nel periodo 2006-2011



Fonte: Dati ed elaborazione: ARPAE Emilia-Romagna

Bibliografia

Benedetti G., Draghetti T., Bitelli G., Unguendoli M., Bonsignore F., Zavatti A., 2000. *Land Subsidence in Emilia-Romagna Region, Northern Italy*. Proceedings of the Sixth International Symposium on Land Subsidence, Ravenna, Italy, September 24-29. Padova, La Garangola, Vol. I, 61-76.

Bissoli R., Bitelli G., Bonsignore F., Rapino A., Vittuari L., 2010. *Land Subsidence in Emilia-Romagna Region*,

Northern Italy: recent results. Proceedings of the Eight International Symposium on Land Subsidence, Queretaro (Mexico), 17-21 October, IAHS Publ. no. 339, 307-311.

Bitelli G., Bonsignore F., Pellegrino I., and Vittuari L., 2015. *Evolution of the techniques for subsidence monitoring at regional scale: the case of Emilia-Romagna region, (Italy)*. Proceedings of the Ninth International Symposium on Land Subsidence, Nagoya (Japan), November 15-19, IAHS, 92, 1-7.

Erosione costiera in Emilia-Romagna

Margherita Aguzzi, Nunzio De Nigris, Maurizio Morelli,
Tiziana Paccagnella, Silvia Unguendoli
ARPAE Emilia-Romagna

Il litorale emiliano-romagnolo è composto da costa bassa e sabbiosa, ampia da pochi metri ad oltre 200 m, e da un sistema lagunare deltizio a nord in corrispondenza della foce del fiume Po. Il tratto settentrionale, appartenente alle provincie di Ferrara e Ravenna, consiste in territori bonificati o occupati da aree umide collocate in gran parte a quote inferiori al livello del mare. Il tratto più a sud è invece intensamente urbanizzato. Nel complesso la costa regionale è un ambiente compromesso dall'uso intensivo del territorio (es. acquacoltura, agricoltura, pesca, turismo ecc.) ed estremamente vulnerabile all'ingressione marina e all'erosione.

Il fenomeno dell'erosione ha iniziato a interessare il litorale dell'Emilia-Romagna a partire dai primi decenni del '900 e si è intensificato moltissimo nella seconda metà del secolo.

Negli anni è cambiato il modo di far fronte al problema: inizialmente decine di chilometri di costa sono stati protetti con opere rigide di vario tipo, mentre a partire dagli anni '80 si è fatto ricorso al ripascimento, prima sfruttando cave a terra e tratti di litorale in accrescimento, poi eseguendo grandi interventi utilizzando sabbie provenienti da giacimenti sottomarini. Attualmente 74 km di costa sono protetti da opere rigide e su oltre 50 km viene portata sabbia artificialmente, sia con interventi locali, frequenti e di limitata entità, sia con interventi a scala regionale, i cosiddetti "Progettoni" del 2002, 2007 e 2016.

Per controllare il fenomeno dell'erosione costiera, i relativi impatti sul territorio e l'efficacia degli interventi intrapresi, la Regione Emilia-Romagna esegue periodicamente sin dai primi anni '80, tramite ARPAE, il monitoraggio a scala regionale della costa. Questi rilievi consentono di verificare l'evoluzione della linea di riva e la variazione della morfologia di spiaggia e fondale (rete topo-batimetrica), le variazioni tessiturali dei sedimenti di spiaggia (rete sedimentologica) e l'abbassamento del suolo (rete della subsidenza).

Ad oggi, sono state realizzate 5 campagne di monitoraggio dell'intero litorale regionale; l'ultima risale al 2012 [IDROSER, 1981 e 1996; ARPA, 2002 e 2008; ARPAE, 2016] e ne verrà realizzata una sesta nel 2018.

Nel 2007 è stata installata, al largo di Cesenatico, una boa ondometrica (Nausicaa) per il rilievo in continuo del moto ondoso (altezza d'onda, periodo e direzione) e dal 2009 è in funzione il mareografo di Porto Garibaldi per la misura del livello del mare.

L'elaborazione e l'integrazione delle varie tipologie di dati, attraverso specifici indicatori in grado di portare a sintesi tutto il materiale disponibile [Aguzzi *et al.*, 2012], hanno permesso di definire lo stato del litorale e le tendenze evolutive, evidenziare le situazioni di criticità e valutare l'efficacia delle misure di difesa intraprese.

Al fine di individuare le criticità reali e quindi gli impatti dell'erosione sul litorale è stata eseguita un'analisi [indicatore ASPE Aguzzi *et al.*, 2012] che non si limita all'osservazione dello stato delle spiagge come appare con i rilievi (es. variazioni della linea di riva e variazione dei volumi di sabbia), ma tiene in considerazione anche i vari tipi di interventi eseguiti sulle spiagge, che alterano

lo stato della spiaggia. Un ripascimento produce infatti avanzamenti della linea di riva artificiali, che devono essere interpretati come tali e non scambiati come evidenze di una tendenza evolutiva positiva. Allo stesso modo, la costruzione di nuove opere rigide (pratica ormai rara), o la manutenzione di quelle esistenti, sono espressione di situazioni di criticità. Allo stesso modo, prelievi artificiali di sabbia dalle spiagge non devono essere confusi con arretramenti della linea di riva imputabili all'erosione.

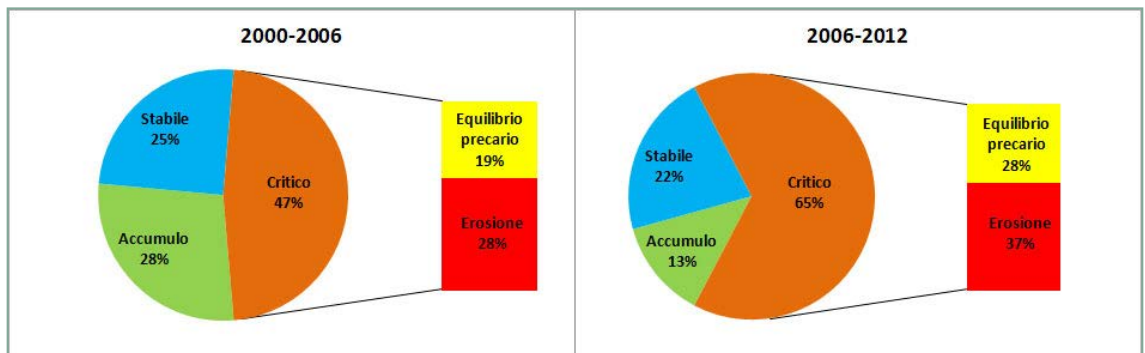
Applicando questo tipo di analisi ai dati del 2012, rispetto al 2006, risulta che il 35% del litorale regionale è davvero in buone condizioni (Figura 1), mentre il rimanente 65% presenta criticità di entità variabile: erosioni più o meno marcate e situazioni di stabilità mantenuta con interventi (equilibrio precario).

La stessa analisi sui dati 2000-2006 mostrava una situazione migliore: solo il 47% delle coste risultavano in condizioni critiche. Un peggioramento questo che potrebbe essere imputabile a un intensificarsi dei fenomeni erosivi (Figura 1).

Per valutare gli effetti prodotti dalle azioni intraprese dalla Regione e gli Enti locali è stato utilizzato un indicatore che integra le tendenze evolutive della linea di riva e della morfologia [indicatore ASE; Aguzzi *et al.*, 2012] e che quindi si concentra sull'osservazione delle sole variazioni tra i dati rilevati. In base a tale elaborazione risulta che, grazie agli interventi eseguiti sulla costa regionale, nel 2012 il 71% del litorale regionale appare in buone condizioni (stabile o in accumulo), mentre presenta ancora evidenze erosive solo il 29% delle spiagge [contro 65% dell'ASPE, ARPAE, 2016].

È quindi confermata l'efficacia del ripascimento nel contrasto all'erosione e nel mantenimento delle spiagge. Nel periodo compreso tra il 2006 e il 2012, tra Cattolica e Volano, sono stati portati circa 2,8 milioni di mc di sabbia. Di questi, poco meno di 1,6 milioni di mc provengono da fonti esterne al sistema (cave a terra e sottomarine) e poco più di 1,2 milioni di mc da fonti interne litoranee.

Figura 1: Analisi ASPE relative ai confronti tra i dati 2000-2006 e i dati 2006-2012



Fonte: ARPAE Emilia-Romagna

Un ulteriore contributo è imputabile alla riduzione del tasso di subsidenza: nel periodo 2006-2012 la perdita in volume di spiaggia per subsidenza, rispetto al periodo 2000-2006 si è ridotta infatti del 36%, pari a circa 655.000 m³ di sabbia non persi [Regione Emilia-Romagna - ARPA, 2012; ARPAE, 2016]. Il tasso di subsidenza è diminuito sull'intero litorale regionale, ad esclusione dell'area di Foce Fiumi Uniti e dello Scanno di Goro, dove è rimasto ai livelli del periodo precedente.

Bibliografia

Aguzzi M., De Nigris N., Preti M., e Mallegni R., 2012. *Nuovi indicatori per lo studio e la gestione della costa emiliano-romagnola*. Studi Costieri, 20.

ARPA, 2002. *Stato del litorale emiliano-romagnolo all'anno 2000*. I Quaderni di ARPA.

ARPA, 2008. *Stato del litorale emiliano-romagnolo all'anno 2007 e piano decennale di gestione*. I Quaderni di ARPA.

ARPA, 2012. *Erosione Costiera*. Annuario regionale dei dati ambientali Edizione 2011.

ARPAE, 2016. *Stato del litorale emiliano-romagnolo al 2012. Erosione e interventi di difesa*. I Quaderni di ARPAE.

IDROSER Spa, 1981. *Piano progettuale per la difesa della costa adriatica emiliano-romagnola*. Relazione Generale.

IDROSER Spa, 1996. *Progetto di piano per la difesa dal mare e la riqualificazione ambientale del litorale della Regione Emilia-Romagna*. Relazione generale.

Regione Emilia-Romagna - ARPA, 2012. *Rilievo della subsidenza nella pianura emiliano-romagnola - seconda fase*, Relazione finale.

