

ecoscienza

SOSTENIBILITÀ E CONTROLLO AMBIENTALE

Rivista di Arpae
Agenzia regionale
prevenzione, ambiente ed energia
dell'Emilia-Romagna
N° 4 settembre 2018, Anno IX

EMERGENZE ALLERTE E PREVENZIONE

PROTEZIONE CIVILE E
AMBIENTALE INSIEME
PER UNA NUOVA
CULTURA DEL RISCHIO.
SCIENZA E COMUNICAZIONE
PER UN CORRETTO USO
DELLE PREVISIONI

BONIFICA DEI SITI INQUINATI
UN APPROCCIO OMOGENEO
PER IL MONITORAGGIO
DEL SOIL GAS





PRIMA CONFERENZA NAZIONALE SNPA **L'Ambiente fa SISTEMA. Informazione, controlli e ricerca per il 2030**

Dove: Roma - Auditorium Antonianum

Quando: **27-28 FEBBRAIO 2019**

Scopo: Presentare l'identità e le attività del SNPA e le opportunità per il paese derivanti dall'esistenza di una rete di strutture tecniche competenti per il monitoraggio e controllo dell'inquinamento e dello stato dei fattori ambientali.

Articolazione: L'evento svilupperà una prima giornata di lavori interni al Sistema, con quattro sessioni parallele, che riporteranno quanto elaborato e condiviso durante gli eventi preparatori, mentre il giorno successivo è dedicato a un momento istituzionale, con una mattinata in plenaria con le più alte cariche dello Stato e personalità di elevato profilo tecnico scientifico.

Tre eventi preparatori precedono la Conferenza:

20 SETTEMBRE, FERRARA - all'interno di RemTech Expo 2018

Obiettivo: Confronto tra SNPA e imprese sulle modalità innovative di controllo ambientale al mattino in modalità plenaria, successivamente all'interno dello Stand SNPA, dove sono allestiti 4 tavoli di confronto SNPA-Imprese.

19 OTTOBRE, ROMA - Sala Capitolare presso il chiostro del Convento di S. Maria Sopra Minerva - Senato della Repubblica

Obiettivo: Anticipare le sfide future della conoscenza ambientale partendo dalla base di dati fornita dal SNPA.

L'evento coinvolgerà alcune personalità chiave del dibattito internazionale sull'ambiente (a Roma per l'evento per i 50 anni del Club di Roma) promuovendo il confronto operativo con i direttori delle agenzie regionali.

5-6 DICEMBRE, PALERMO - organizzato da ARPA Sicilia

Obiettivo: SNPA e i servizi ai cittadini: iniziamo a parlare di LEPTA in pubblico e della sfida del Mezzogiorno sui temi ambientali. La Comunicazione, in quanto trasparenza e rapporto delle Istituzioni con l'utenza e con la popolazione, nonché la capacità di sensibilizzare il pubblico sui giusti comportamenti ambientali, sarà altro punto su cui concentrare il programma.

PROTEZIONE CIVILE, FACCIAMO SISTEMA

Angelo Borrelli • Capo Dipartimento della protezione civile



Solo qualche settimana fa abbiamo celebrato l'anniversario del tragico terremoto di Ischia, la prima emergenza che ho gestito nel ruolo di Capo Dipartimento della protezione civile. Nel corso di quest'ultimo anno il paese ha purtroppo vissuto altre emergenze, dall'alluvione che ha colpito la città di Livorno alla recente piena del Raganello, che ha causato la perdita di dieci vite umane in Calabria. Tanto a Livorno quanto a Cosenza il Sistema nazionale di protezione civile ha risposto in modo egregio ma questi episodi drammatici hanno evidenziato l'urgente necessità di dotare il paese di un migliore sistema di allertamento per i cittadini. Il nostro Sistema di protezione civile, apprezzato in tutto il mondo, ha raggiunto livelli di efficienza così alti perché è stato in grado di migliorarsi, di crescere dopo ogni emergenza. Per questo motivo, dal momento in cui il presidente del Consiglio Giuseppe Conte ha deciso di confermarci a capo del Dipartimento, ho scelto di porre in cima alle priorità del mio mandato la realizzazione di una piattaforma nazionale per l'allertamento, che accrescerà la sicurezza dei cittadini e contribuirà al miglioramento del nostro sistema. La tecnologia, ormai, ci permette di realizzare una piattaforma nazionale che metta a sistema i piani di protezione civile e la nostra capacità di prevenzione e previsione. La realizzazione di un simile intervento rappresenterebbe, inoltre, un'utile occasione per rivedere e aggiornare i piani comunali di protezione civile e renderne più agevole la consultazione da parte dei cittadini. Sul tema dell'allertamento l'Emilia-Romagna ha lavorato tanto in questi

anni, raccogliendo ottimi frutti, e partendo proprio da esperienze positive, come la vostra, vogliamo lavorare – insieme all'Anci, alle Regioni e ai nostri centri di competenza – per arrivare ad un sistema che parli a tutti i cittadini con lo stesso linguaggio, da nord a sud, evitando che ogni ente locale sia costretto a dotarsi di un proprio sistema di allertamento. Fornendo, così, anche l'Italia di una piattaforma moderna già in uso in tanti altri paesi del mondo. Non sarà semplice ma certamente sarà stimolante e proprio per questo vogliamo iniziare a lavorarci da subito. Nelle scorse settimane ho avuto modo di confrontarmi, su questo tema, con gli assessori regionali di Protezione civile, raccogliendo un grande interesse. Il prossimo 25 settembre, con loro e con tutti gli altri attori in campo, ci riuniremo a Roma – nella sede del Dipartimento – per gli *Stati generali dell'allertamento*. Sarà l'occasione per un confronto importante, per riflettere, insieme, su quali saranno i primi passi da compiere per raggiungere questo importante risultato. Un altro fronte su cui mi piacerebbe intervenire è quello della cosiddetta seconda fase dell'emergenza. La fase immediatamente successiva al soccorso e alla primissima assistenza alla popolazione, quella fase che apre le porte al rientro alla normalità. È necessario, per iniziare, velocizzare le verifiche di agibilità, avvalendoci anche di professionisti a supporto dei tanti volontari impiegati, stabilendo un doveroso rimborso spese. Allo stesso modo, sempre nell'ottica della riduzione dei tempi, sarebbe importante stipulare appositi contratti

standard con le associazioni di categoria degli albergatori, per far sì che il costo massimo per ogni ospite accolto durante la fase emergenziale sia concordato preventivamente, regione per regione. La priorità è dare risposte rapide ai cittadini e per questo anche nella realizzazione delle Soluzioni abitative d'emergenza (Sae) dobbiamo remare tutti dalla stessa parte, fare in modo che i pezzi migliori del nostro paese lavorino assieme. Tutte le aziende, impegnate nella realizzazione delle Sae, anche quelle subappaltatrici dovranno essere individuate, "radiografate" e bollinate anticipatamente. E soprattutto dovranno garantire personale sufficiente per coprire tre turni, perché in emergenza è indispensabile lavorare 24 ore su 24. Per seguire da vicino tutta la fase della realizzazione delle "casette" immagino, invece, una *task force* formata dalle strutture operative del Sistema nazionale. Gli aspetti amministrativi, ad esempio, potrebbero essere seguiti direttamente dalla Guardia di Finanza, mentre la lavorazione nei cantieri potrebbero essere coordinati dai militari del Genio, affiancando le Regioni e i Comuni, già duramente provati dall'emergenza. La storia del Sistema nazionale di protezione civile, se pur breve, ci ha consentito di raggiungere i risultati che conosciamo, ma abbiamo tutti il dovere, e io ancor di più, di lavorare affinché la nostra efficacia ed efficienza, al servizio del cittadino, raggiunga risultati sempre più alti. Quando è necessario stringere i tempi, il modo migliore per farlo è dividersi i compiti, poggarsi sulle tante eccellenti strutture del nostro stato: questo è fare sistema, questo è *protezione civile* in Italia.



FOTO: DIPARTIMENTO PROTEZIONE CIVILE



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

arpae
agenzia
prevenzione
ambiente energia
emilia-romagna

ISSN 2039-0424

Numero 4 • Anno IX
Settembre 2018

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

DIRETTORE
Giuseppe Bortone

DIRETTORE RESPONSABILE
Stefano Folli

COMITATO EDITORIALE
Coordinatore
Franco Zinoni
Paola Angelini
Raffaella Angelini
Giuseppe Battarino
Vito Belladonna
Francesco Bertolini
Gianfranco Bologna
Giuseppe Bortone
Mario Cirillo
Roberto Coizet
Nicola Dall'Olio
Paolo Ferrecchi
Luca Marchesi
Matteo Mascia
Giancarlo Naldi
Giorgio Pineschi
Attilio Raimondi
Karl Ludwig Schibel
Andrea Segré
Marco Talluri
Stefano Tibaldi
Alessandra Vaccari

In redazione
Daniela Raffaelli (coordinatrice)
Rita Michelon

Progetto grafico
Miguel Sal & C.

Impaginazione e grafica
Mauro Cremonini (Odoya srl)

Copertina
Cristina Lovadina

Stampa
Premiato stabilimento
tipografico dei comuni
Santa Sofia (FC)

Stampa su carta
IGLOO Offset

Abbonamento annuale
6 fascicoli bimestrali
Euro 40,00
con versamento sul c/c - IBAN
IT25N02008024500000375646

Intestato a
Arpae - Unicredit
Via Ugo Bassi, 1 - Bologna

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



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

Chiuso in redazione: 18 settembre 2018



RICICLATO
Carta prodotta da
materiale riciclato
FSC® C107186






SOMMARIO

- 3 **Editoriale**
Protezione civile, facciamo sistema
Angelo Borrelli

 - Emergenze, allerte e prevenzione**
 - 6 **Il supporto Snpa al sistema di allertamento nazionale**
Claudio Numa, Ezio Amato
 - 8 **Protezione civile-ambientale, un'integrazione necessaria**
Giuseppe Bortone
 - 9 **Allerta meteo, l'esperienza di un portale unico in Italia**
Paola Gazzolo
 - 10 **Allerte meteo, rischio e cultura della prevenzione**
Federico Grasso
 - 12 **Imparare a gestire un rischio tollerabile**
Luciano Butti
 - 14 **La tutela penale del servizio di protezione civile**
Giuseppe Battarino
 - 16 **Molte allerte, nessuna allerta?**
Andrea Cerase
 - 18 **La comunicazione del rischio per la prevenzione**
Luca Calzolari
 - 20 **Serve una nuova consapevolezza del rischio**
Filippo Thiery
 - 22 **Incertezza e predicibilità dei fenomeni meteorologici**
Stefano Tibaldi
 - 25 **Il sistema di allertamento dell'Emilia-Romagna, una valutazione a un anno dalla nascita**
Rita Nicolini, Clarissa Dondi
 - 26 **Allerte in Emilia-Romagna, le prime analisi**
Sandro Nanni
 - 28 **La modellistica idrologica per le emergenze**
Marco Brian, Valentina dell'Aquila, Paolo Leoni, Silvano Pecora
 - 30 **Partecipazione e formazione per comunità più resilienti**
Marco Cardinaletti, Alessandra De Savino, Eva Merloni
 - 32 **Aumentare la resilienza delle aree industriali**
Angela Amorusi, Alessandro Bosso, Guido Croce, Federica Focaccia
 - 34 **La rigenerazione della città contro la fragilità**
Piergiorgio Vitillo
 - 36 **Le città alla sfida del clima, prima emergenza ambientale**
Edoardo Zanchini, Gabriele Nanni
 - 38 **Life Derris, un progetto per PMI resilienti a eventi estremi**
Maria Luisa Parmigiani
 - 40 **Pianificazione in emergenza e direttiva Seveso**
Cosetta Mazzini, Francesco Geri
 - 42 **La sfida della gestione di coste e mareggiate**
Andrea Valentini, Alessandra De Savino, Enrico Carraro, Christian Ferrarin, Francesca De Pascalis, Michol Ghezzi
 - 45 **Monitoraggio soil gas BONIFICHE, UN APPROCCIO OMOGENEO PER IL SOIL GAS**
 - 46 **L'esperienze del sistema agenziale nelle attività di monitoraggio**
A cura del Gdl 9 bis di Snpa
 - 48 **Le campagne di Rivarolo Canavese (TO) e Arquata Scrivia (AL)**
Marco Fontana, Cristina Bertello, Paolo Fornetti, Maura Albertazzi, Carlo Manzo, Maurizio Garbarino, Luisa Rivara, Daniela Fanutza
 - 51 **La campagna di Ravenna**
Adele Lo Monaco, Renata Emiliani, Daniela Ballardini, Giuseppe Del Carlo
 - 54 **La camera di accumulo per la mappatura e la quantificazione delle emissioni di Cov**
Giorgio Virgili, Ilaria Minardi
 - 55 **La sperimentazione nel Sin di Bussi sul Tirino (PE)**
Lucina Luchetti
 - 58 **Le sperimentazioni di Pavia e Mantova**
Madelia Torretta, Sara Puricelli, Davide Casabianca, Gianni Porto
 - 61 **L'importanza delle attività in campo nella misura degli aeriformi**
A cura di Mérieux NutriSciences Italia, Field Activities ambientali
 - 62 **La sperimentazione di Maserada sul Piave (TV)**
Davide Casabianca, Federico Fuin, Gianmaria Formenton, Daniela Fiaccavento, Gianni Porto
 - 64 **I risultati delle sperimentazioni condotte dal Sistema nazionale**
A cura del Gdl 9 bis di Snpa
 - 65 **L'esperienza della California nella gestione della Vapor Intrusion**
Intervista a Claudio Sorrentino a cura di Marco Falconi
 - 68 **Analisi di rischio, la banca dati Iss-Inail**
Simona Berardi, Elisabetta Bemporad, Sabrina Campanari, Eleonora Beccaloni, Federica Scaini
 - 69 **Sistemi di monitoraggio passivo del soil gas**
Iason Verginelli, Renato Baciocchi
 - 71 **Attualità**
Il controllo delle acque nel nuovo tunnel dell'A1
Franco Scarponi, Stefano Folini, Armando Bedendo
 - 74 **Suoli del Veneto, valori di fondo di metalli e metalloidi**
Paolo Giandon, Adriano Garlato, Francesca Ragazzi
-
- ## Rubriche
- 78 **Legislazione news**
 - 79 **Osservatorio ecreati**
 - 80 **Libri**
 - 82 **Eventi**

EMERGENZE, ALLERTE E PREVENZIONE

Dalle previsioni alla comunicazione, l'impegno per cittadini più pronti

La cultura del rischio e della prevenzione non è ancora un patrimonio comune in Italia, nonostante il paese conviva, oltre che con il rischio derivante dalle attività umane, con un'elevata vulnerabilità a fenomeni naturali potenzialmente catastrofici (rischio sismico e idrogeologico *in primis*). L'estate 2018 ha mostrato in più occasioni, con eventi tragici di varia natura, che se da un lato il Sistema di protezione civile può essere considerato in grado di affrontare le emergenze, dall'altro risulta assolutamente necessario potenziare l'efficienza dei sistemi di allertamento e le attività di prevenzione in genere, con una migliore integrazione tra i diversi soggetti (istituzionali e non) coinvolti nelle varie fasi.

Nel 2018 è entrato in vigore il nuovo Codice della protezione civile, che dovrebbe contribuire a garantire una migliore risposta del sistema e una omogeneizzazione delle procedure e dei livelli

di intervento (sia a livello di prevenzione, sia per le attività in emergenza) sul territorio nazionale. Il nuovo Codice riconosce ufficialmente anche l'importante ruolo del Sistema nazionale di protezione dell'ambiente nella complessiva organizzazione della protezione civile.

Un ruolo chiave nei sistemi di allerta è quello giocato dalla comunicazione del rischio, spesso sottovalutata e tenuta in considerazione solo tardivamente. Avere un sistema efficace per diffondere e ricevere tutte le informazioni necessarie in tempo utile, sapere interpretare correttamente le comunicazioni di allerta, essere preparati ad affrontare le situazioni di emergenza: sono questi gli obiettivi che si dovrebbero raggiungere per l'intera cittadinanza – con la più ampia partecipazione – e a cui un Sistema di protezione civile che funzioni alla perfezione deve tendere. (SF)

IL SUPPORTO SNPA AL SISTEMA DI ALLERTAMENTO NAZIONALE

IL SUPPORTO TECNICO-SCIENTIFICO DEL SISTEMA NAZIONALE DI PROTEZIONE DELL'AMBIENTE ASSUME UN RUOLO STRATEGICO ALL'INTERNO DELLA PIANIFICAZIONE DEL MECCANISMO DI PROTEZIONE CIVILE NAZIONALE, CON LA DEFINIZIONE DEGLI SCENARI DI RISCHIO AMBIENTALE. L'EMERGENZA TIANGONG-1 NE È UN CASO ESEMPLIFICATIVO



FOTO: PROTEZIONE CIVILE REGIONE ER

Con il decreto legislativo n. 1 del 2 gennaio 2018 sono state disciplinate le finalità, le attività, la composizione e l'organizzazione del Sistema nazionale di protezione civile (Snpc), del quale fa parte, con compiti di Struttura operativa, il Sistema nazionale di protezione dell'ambiente (Snpa). Sono attività di *protezione civile* quelle volte alla previsione, prevenzione e mitigazione dei rischi, alla gestione delle emergenze e al loro superamento. La *previsione* consiste nell'insieme delle attività dirette all'identificazione e allo studio degli scenari di rischio possibili, per le esigenze di allertamento, ove possibile, e di pianificazione di protezione civile.

La *prevenzione* consiste nell'insieme delle attività, di natura strutturale e non strutturale, dirette a evitare o a ridurre la possibilità che si verifichino danni conseguenti a eventi calamitosi anche sulla base delle conoscenze acquisite per effetto delle attività di previsione. Tra le attività di prevenzione non strutturale, un ruolo fondamentale gioca l'allertamento che è articolato in attività di preannuncio in termini probabilistici, ove possibile e sulla base delle conoscenze disponibili, di monitoraggio e di

sorveglianza in tempo reale degli eventi e della conseguente evoluzione degli scenari di rischio. I sistemi classici di allertamento che il Snpa può mettere a disposizione del Snpc discendono dalla capacità di analisi dei dati delle reti di monitoraggio in tempo reale. Allo stato attuale, sono vigenti sistemi di allertamento per il rischio meteo-idrogeologico e idraulico, attraverso la rete dei Centri funzionali: centrale, presso il Dipartimento della protezione civile (Dpc) dove opera Ispra, e decentrati, presso le Regioni e le Province autonome, presso le quali operano le Agenzie ambientali. Presso le Regioni sono attivate anche le reti regionali di sorveglianza della radioattività ambientale, pianificate e gestite dalle Agenzie ambientali. Più recentemente è stato istituito il Siam, Sistema di allertamento nazionale per i maremoti generati da terremoti nel mar Mediterraneo, sotto il coordinamento del Dpc, al quale Ispra contribuisce con i dati mareografici. Se le attività di previsione basate sulla capacità di analisi dei dati delle reti è rilevante, altrettanto si può definire il sistema di allertamento basato sulla capacità del Sistema a rete di determinare dall'ambiente degradato un nuovo

fattore di rischio, il "rischio ambientale", prerogativa esclusiva del Snpa.

L'esperienza Tiangong 1

Esempio recente di allertamento del Snpc è stato il rientro incontrollato in atmosfera della stazione spaziale cinese Tiangong 1. Il Snpa era rappresentato e coordinato dal Centro nazionale crisi ed emergenze e danno ambientale di Ispra al Tavolo tecnico istituito presso il Dpc per seguire l'evoluzione del rientro incontrollato e pianificare l'eventuale fase di emergenza, in costante contatto con la Rete operativa dei referenti per le emergenze ambientali. Tutte le regioni italiane, dall'Emilia-Romagna in giù, erano coinvolte dal possibile impatto di frammenti provenienti dal rientro incontrollato della stazione spaziale e questo rappresentava il primo caso in cui l'intero Snpa, dalla sua istituzione, veniva coinvolto in un evento di protezione civile di portata nazionale. Dopo un'analisi dei dati iniziali, forniti dall'Agenzia spaziale italiana (Asi), i rappresentanti Ispra al Tavolo tecnico hanno illustrato ai partecipanti il "rischio ambientale", inteso come tipologia

di rischio determinato dall'ambiente degradato – a seguito di eventi di origine naturale, antropica o di situazioni endemiche – quale sorgente di pericolo dalla quale può derivare, anche nel tempo differito, un danno per l'uomo, i beni e l'ambiente stesso.

Al Tavolo tecnico sono quindi stati presentati e collettivamente valutati i supporti informativi elaborati da Snpa circa gli effetti diretti dell'eventuale rientro sul territorio nazionale, incluse le acque superficiali e i mari, di rottami quali i serbatoi di propellente contenenti monometil-idrazina; la fuoriuscita di questo combustibile avrebbe potuto dare luogo alla contaminazione di luoghi, oggetti e persone, all'innescio immediato a contatto con l'atmosfera, a una nube tossica con successiva ricaduta di inquinante al suolo.

Il Sistema nazionale a rete ha considerato anche gli effetti che le masse di residui in grado di attraversare l'atmosfera avrebbero potuto produrre cadendo, con notevole rilascio di energia cinetica su aree e strutture sensibili, creando così situazioni di emergenza indotte, di magnitudo pari o superiore all'effetto diretto stesso. Il Snpa, avvalendosi sia delle competenze delle strutture Ispra, sia della Rete operativa dei referenti delle

Agenzie per le emergenze ambientali, si è immediatamente attivato per fornire, operando in una logica di sistema a rete, il supporto richiesto al Tavolo tecnico. Si è così tempestivamente realizzato uno strumento informatico che, analizzando le traiettorie di caduta e le relative fasce di frammentazione, ha fornito, in tempo reale, numero, tipologia, vulnerabilità (capacità o meno di resistere all'eventuale impatto con un frammento, stimato dall'Asi in circa 600 kg con velocità di circa 200 km/h) e pericolosità delle installazioni coinvolte dalla singola traiettoria fornita da Asi.

Le informazioni fornite da Snpa al Dpc hanno anche consentito l'allertamento dei gestori di siti sensibili "minacciati", quali installazioni nucleari e grandi dighe e la predisposizione di misure e interventi da mettere in atto qualora masse cospicue fossero affondate nelle acque di interesse nazionale. Oltre alla fase di supporto per l'allertamento, individuate le caratteristiche chimico-fisiche della monometil-idrazina nonché l'impatto potenziale del prodotto in matrici ambientali, il Snpa ha valutato le conseguenze di una rottura catastrofica al suolo, come le conseguenze della caduta in mare di un serbatoio del combustibile, fornendo elementi utili

anche per l'eventuale fase di gestione dell'emergenza.

L'esperienza "Tiangong-1" ci insegna che il rischio ambientale deve essere inteso tanto quale "componente" presente in tutte le tipologie di rischio (sia di origine naturale che antropica), quanto come uno specifico "rischio" quando è lo stesso ambiente, degradato a causa dell'evento, a divenire sorgente di pericolosità e ci dà la misura di quanto il Snpa possa fornire, in termini di supporto, al Snp. Per questo, occorre migliorare metodologie e strumenti di allertamento. In futuro, dunque, il Snpa dovrà diventare sempre più il punto di riferimento del Snp, sia a livello locale che a livello nazionale, per i meccanismi di allerta e pianificazione di emergenza per quel che concerne gli impatti derivanti dal "rischio ambientale". Si comprende, dunque, la necessità di rivisitare gli scenari di rischio ambientale connessi ad altre tipologie di rischio (naturale e/o antropico), allo scopo di proporre l'inserimento nella pianificazione di protezione civile, attraverso il ricorso a protocolli operativi.

Claudio Numa, Ezio Amato

Centro nazionale per le crisi e le emergenze ambientali e il danno, Ispra

RAPPORTO ISPRA

DISSESTO IDROGEOLOGICO IN ITALIA, PERICOLOSITÀ E INDICATORI DI RISCHIO. L'EDIZIONE 2018 DEL RAPPORTO ISPRA



Esiste, ed è stata aggiornata dall'Ispra, la mappa nazionale del dissesto idrogeologico sulla base dei dati forniti dalle Autorità di bacino distrettuali e disponibile solo in formato elettronico. L'Istituto la descrive all'interno dell'omonimo rapporto pubblicato di recente, fornendo il quadro di riferimento sulla pericolosità per frane e alluvioni dell'intero territorio nazionale e sugli indicatori di rischio relativi a popolazione, famiglie, edifici, imprese e beni culturali. La frana che

in settembre ha coinvolto il costone retrostante la spiaggia di Marianello nel comune di Licata (AG) e le frane di luglio e agosto che hanno interessato le località balneari dello Zingarello ad Agrigento, di Chiaia a Procida e Chiaia di Luna a Ponza, ricadono proprio nelle aree a pericolosità per frane indicate nella mappa nazionale.

Secondo il rapporto, oltre 7 milioni di persone risiedono in territori vulnerabili, più di 1 milione vive in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata (Pai, Piani di assetto

idrogeologico) e più di 6 in zone a pericolosità idraulica nello scenario medio (ovvero alluvionabili per eventi che si verificano in media ogni 100-200 anni).

Nove le regioni con il 100% di comuni a rischio idrogeologico: Valle d'Aosta, Liguria, Emilia-Romagna, Toscana, Umbria, Marche, Molise, Basilicata e Calabria; a queste si aggiungono l'Abruzzo, il Lazio, il Piemonte, la Campania, la Sicilia e la Provincia di Trento con percentuali tra il 90% e il 100%. Il 91% dei comuni italiani e oltre 3 milioni di nuclei familiari vivono in territori classificati ad alta pericolosità. La superficie potenzialmente soggetta a frane supera l'8% del territorio nazionale (+2,9% rispetto al 2015) e quella potenzialmente alluvionabile nello scenario medio sfiora i 25.400 km² (+4%). Complessivamente 16,6% del territorio nazionale è mappato nelle classi a maggiore pericolosità per frane e alluvioni (50 mila km²).

Ancora, quasi il 4% degli edifici italiani (oltre 550 mila) si trova in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata e più del 9% (oltre 1 milione) in zone alluvionabili nello scenario medio. Mappato anche il patrimonio culturale: i dati dell'Ispra individuano nelle aree franabili quasi 38 mila beni, dei quali oltre 11 mila ubicati in zone a pericolosità da frana elevata e molto elevata, mentre sfiorano i 40 mila i monumenti a rischio inondazione nello scenario a scarsa probabilità di accadimento o relativo a eventi estremi; di questi più di 31 mila si trovano in zone potenzialmente allagabili anche nello scenario a media probabilità.

Il rapporto è disponibile su www.isprambiente.gov.it

PROTEZIONE CIVILE-AMBIENTALE, UN'INTEGRAZIONE NECESSARIA

IL SISTEMA NAZIONALE DI PROTEZIONE DELL'AMBIENTE PARTECIPA AL SISTEMA DI PROTEZIONE CIVILE CON ATTIVITÀ DI PREVENZIONE E CONTROLLI A TUTELA DELL'AMBIENTE E DELLA SALUTE UMANA. L'INCIDENTE SULL'AUTOSTRADA DI BOLOGNA DI AGOSTO 2018 HA MOSTRATO L'IMPORTANZA DELLA COLLABORAZIONE TRA I DIVERSI ENTI IMPEGNATI NELL'EMERGENZA.

Integrazione: è questa la parola chiave che deve caratterizzare l'azione dei sistemi di protezione civile e di protezione ambientale, per garantire una risposta efficace ed esaustiva alle emergenze di qualunque tipo. Il nuovo Codice della protezione civile (Dlgs 1/2018) ha sancito ufficialmente che il Sistema nazionale di protezione dell'ambiente (Snpa) entra a far parte del Sistema nazionale di protezione civile, confermando una collaborazione che già nei fatti era attiva a livello delle singole componenti del Snpa.

Dalla prevenzione (analisi di rischio, sistema di allertamento tramite i Centri funzionali ecc.) all'operatività durante le emergenze (monitoraggio e controllo sul campo) fino alle verifiche post-emergenza (risultati delle analisi sul campo, verifica di eventuali contaminazioni, indicazioni per il ripristino ambientale), l'attività delle Agenzie ambientali, di concerto con le altre istituzioni coinvolte, riveste un'importanza centrale per la sorveglianza a tutela dell'ambiente e della salute umana.

Un esempio dell'importanza dell'integrazione e della cooperazione tra gli enti coinvolti in un'emergenza è stato evidenziato in occasione del grave incidente sull'autostrada A1 a Bologna-Borgo Panigale, il 6 agosto 2018, quando il tamponamento di un tir da parte di un'autocisterna che trasportava gpl ha provocato un'esplosione, causando anche il crollo parziale del ponte autostradale sopra la via Emilia.

Un evento tragico (che ha causato la morte di 2 persone, il ferimento di altre 145 e gravi danni all'infrastruttura viaria e ad abitazioni e attività produttive e commerciali adiacenti), il cui bilancio sarebbe però potuto essere molto più grave se non si fosse immediatamente mobilitato l'intero sistema di soccorsi e controlli: vigili del fuoco (un centinaio quelli complessivamente impegnati), carabinieri, agenti della Polizia stradale e

della Polizia municipale, 26 ambulanze, 3 auto mediche, un elicottero del 118 con un totale di 75 operatori sanitari direttamente coinvolti nei primi soccorsi, 25 volontari più numerosi operatori di Protezione civile. E a tutti questi vanno aggiunti, tra gli altri, anche gli operatori di Arpa Emilia-Romagna, intervenuti da subito per i controlli ambientali.

Nello specifico, il Servizio IdroMeteoClima di Arpa ha fornito, durante tutta la durata dell'emergenza, informazioni sulle condizioni meteo e in particolare su direzione e intensità del vento. I tecnici Arpa hanno effettuato misure puntuali dello stato di qualità dell'aria in vari punti, sia nell'immediato, sia nei giorni successivi, con un piano condiviso con il Dipartimento di sanità pubblica dell'Ausl, oltre a una verifica dei dati provenienti dalle stazioni fisse di monitoraggio più prossime. Inoltre hanno avvisato il gestore del servizio di depurazione dell'arrivo di possibili carichi inquinanti derivanti dallo spegnimento dell'incendio ed effettuato campionamenti di terreno in alcune aree verdi pubbliche per la ricerca delle diossine.

Al di là dei risultati delle analisi dell'evento specifico (che hanno escluso contaminazioni significative), il coinvolgimento di Arpa in questa occasione ha mostrato la capacità di intervenire in tempi rapidi, che rappresenta un tassello fondamentale nel quadro della gestione di interventi complessi di protezione civile

Il coordinamento efficace di tutti i soggetti impegnati nell'emergenza è stato riconosciuto da Regione Emilia-Romagna, Prefettura e Città metropolitana di Bologna nel corso di una cerimonia pubblica, durante la quale il presidente della Regione, Stefano Bonaccini, ha voluto così esprimere il ringraziamento a tutti gli operatori coinvolti: "Ognuno mettendo in campo professionalità, senso civico e coraggio



1

– soprattutto nei primi istanti dopo l'esplosione –, si è preso cura dei feriti e ha permesso, nei tempi strettamente necessari, di far rientrare in sicurezza nelle loro case le persone evacuate e a imprese e negozi di dedicarsi al ripristino delle loro attività. A tutti vogliamo dire: 'Grazie'. Il nostro è il grazie di tutta la società regionale, di tutti gli emiliano-romagnoli, di fronte a un lavoro di squadra che, come è stato riconosciuto in tutto il paese, è stato esemplare e che ancora una volta, pur in una circostanza che mai avremmo voluto vivere, ci ha fatto essere comunità".

Questa preziosa collaborazione deve caratterizzare l'attività del Sistema nazionale di protezione dell'ambiente, che con la professionalità dei propri tecnici sul territorio, degli addetti dei laboratori, del personale delle sale operative meteo – con una continuità che va al di là della normale operatività quotidiana – è chiamato a fornire un servizio fondamentale al paese e alla sicurezza dei territori e dei cittadini.

Giuseppe Bortone

Direttore generale, Arpa Emilia-Romagna

1 Un momento della cerimonia di ringraziamento ai soccorritori di Borgo Panigale (Bologna, 4 settembre 2018).

ALLERTA METEO, L'ESPERIENZA DI UN PORTALE UNICO IN ITALIA

IL SITO ATTIVATO IN EMILIA-ROMAGNA È A PIENO REGIME DA GENNAIO. FLESSIBILE E INTEGRATO CON I SOCIAL MEDIA, ASSICURA PROCEDURE PIÙ SNELLE, GRANDE RAPIDITÀ NEL RAGGIUNGERE TUTTI I DESTINATARI DELLE COMUNICAZIONI E I SOGGETTI COMPETENTI A INTERVENIRE. LA REGIONE METTE A DISPOSIZIONE DEL PAESE IL PATRIMONIO SPERIMENTATO.

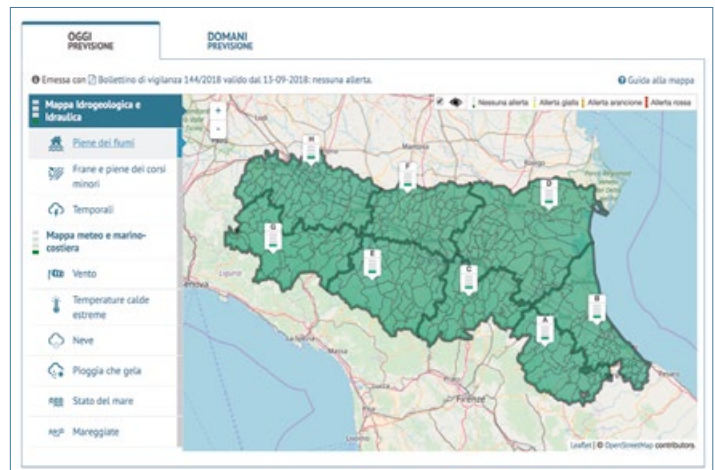
Quasi 376 mila “click”, 880 mila pagine visitate, 351 mila messaggi di posta elettronica con cui sono state trasmesse in modo rapido e immediato a circa 1.800 operatori del sistema le 195 allerte di protezione civile emesse dall’Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e la protezione civile a partire dall’attivazione del portale allertameteo.regione.emilia-romagna.it, il 1° maggio 2017.

Sono i numeri che testimoniano il successo del sito voluto dalla Regione per abbattere i confini della comunicazione delle allerte e raggiungere direttamente, con grande velocità, tutti i destinatari delle comunicazioni, coloro che sono chiamati ad agire e ad assumersi responsabilità in caso di emergenza. Il nuovo strumento web si inserisce in un progetto nato all’indomani dell’alluvione di Parma, nell’ottobre 2014, perché il cambiamento climatico impone di fare tesoro di quanto insegna ogni emergenza, per fare sempre meglio. Si articola in una pluralità di azioni, tutte inserite a pieno titolo nella strategia regionale di adattamento e mitigazione al clima che cambia, di cui il sistema di allertamento rappresenta un tassello fondamentale. Prima di tutto si sono aggiornate le procedure, per renderle più snelle e performanti. Si è inoltre puntato al dimezzamento dei tempi di lettura della rete pluviometrica, per disporre in ogni momento di una fotografia aggiornata delle condizioni del territorio: è in corso un importante intervento da circa 700 mila euro che permetterà di ridurli a 15 minuti – anziché 30 – in tutta la regione. E, dal primo gennaio scorso, è diventato operativo al 100% il Portale Allertameteo, dopo un periodo iniziale di sperimentazione. Si tratta del punto di riferimento unico e ufficiale della regione per tutte le comunicazioni sulla sicurezza del territorio e delle popolazioni, uno strumento unico nel panorama nazionale, anche perché conta su un sistema previsionale meteo-idro di grande

FIG. 1
PORTALE
ALLERTA METEO

Home page
del 31 agosto 2018

Fonte: Arpae.



qualità come quello di Arpae-Servizio IdroMeteoClima.

Con il sito si è detto definitivamente addio ai fax: le allerte sono inoltrate attraverso un semplice “click”. Aggiornato quotidianamente, 24 ore su 24, riporta inoltre la cartografia aggiornata dei Pai, i contenuti dei Piani di protezione civile comunali e consente di accedere in tempo reale a previsioni meteorologiche, dati di monitoraggio, mappe di rischio e ai contenuti dei piani di protezione civile delle singole amministrazioni locali. Proprio per i sindaci prevede un ruolo attivo: sono i destinatari prioritari delle comunicazioni, ma hanno anche l’opportunità di servirsi di questo strumento per informare e aggiornare con tempestività i cittadini sulle allerte emesse, sull’evolversi dei fenomeni e sui comportamenti di autoprotezione da mettere in campo. Il tutto attraverso la stipula di una convenzione con l’Agenzia regionale per il pieno utilizzo delle potenzialità di Allertameteo. A oggi sono già 82 i Comuni che l’hanno già siglata, il 25% del totale dei 331 enti locali emiliano-romagnoli.

E ancora: il sito è flessibile, pienamente integrato anche con i social media. La relativa pagina Twitter (@ AllertameteoRER) è seguita da 3.158 followers (v. anche articoli pagg. 25-27).

A fronte di cambiamenti climatici rapidi, i canali di comunicazione devono essere plurimi, veloci e selettivi.

Il bilancio, a poco più di un anno dall’attivazione del sito, è dunque assolutamente positivo. Per questo l’Emilia-Romagna mette a disposizione dell’intero paese il patrimonio di esperienze e buone prassi costruito e sperimentato. L’ho scritto nel mese di luglio al capo del Dipartimento Angelo Borrelli, evidenziando gli elementi di valore emersi dal progetto avviato, vero motivo di orgoglio per la nostra Regione. Con molta umiltà, e nello spirito di contribuire a costruire il bene comune, possono costituire un punto di partenza importante e aperto a miglioramenti ulteriori, per un sistema di allertamento capace di rendere sempre più resiliente anche l’intera comunità nazionale.

Paola Gazzolo

Assessora alla difesa del suolo e della costa, protezione civile e politiche ambientali e della montagna Regione Emilia-Romagna

EMERGENZE, ALLERTE E PREVENZIONE

ALLERTE METEO, RISCHIO E CULTURA DELLA PREVENZIONE

QUANDO SI AFFRONTA IL TEMA DELLE ALLERTE METEO, OCCORRE CAPIRE COME FUNZIONANO LE PREVISIONI, QUALI CRITERI VENGONO ADOTTATI PER LA SUDDIVISIONE IN ZONE, QUALI FATTORI CONTRIBUISCONO A DETERMINARE IL RISCHIO. IL NUMERO DI ALLERTE È QUINDI UN INDICATORE DI SCARSA IMPORTANZA. DI FATTO, NON ESISTE UNA “ALLERTA SBAGLIATA”.

Dire quante allerte meteo sono state emanate in un anno è un esercizio matematico utile per le statistiche, ma dallo scarso valore aggiunto rispetto all'importanza del sistema in sé. Bisognerebbe impostare le regole del conteggio (l'intera regione? per tutta la giornata? o basta solo una parte? e quando è un po' di un colore e un po' dell'altro? l'allerta per pioggia vale come quella per temporali? e a livello nazionale come si fa?) e cercare di non perdersi nelle peculiarità delle 20 regioni italiane. Molto più semplice indicare quante sono le allerte meteo sbagliate in un anno: 0. Come le previsioni meteo e idro – quando effettuate con tutti i rigori scientifici disponibili – non “azzeccano” il tempo, ma indicano una più o meno alta probabilità che si verifichino certi fenomeni, allo stesso modo le allerte non si sbagliano, ma sono diramate quando si prefigurano le condizioni favorevoli al verificarsi di effetti al suolo, con il giusto anticipo (solitamente 12-24 ore) e solo dagli enti preposti (Regioni e Province autonome, sulla base delle criticità segnalate dai Centri funzionali).

Ma procediamo con ordine, partendo dalle zone di allerta. In Italia sono 158, distribuite per lo più in proporzione al territorio. Trento e Bolzano ne hanno una soltanto, mentre in Toscana sono addirittura 26 (sovente, per via dell'incertezza insita nella previsione, allertate a blocchi, riducendone nei fatti sia la quantità sia l'illusione del dettaglio). Le zone, tranne rarissimi casi, non seguono confini amministrativi – perché i fenomeni meteo e le loro conseguenze al suolo hanno la brutta abitudine di non fermarsi passando da una provincia all'altra – ma sono state individuate studiando il territorio. Per dirla in maniera più tecnica, “... seguendo criteri di zonazione fisiografica, che rispetta sia gli ambiti territoriali di bacino idrografico sia i criteri di congruenza meteorologica”. Insomma, non sono state tracciate



a casaccio, come qualcuno talvolta obietta. Per ognuna, abbiamo soglie di riferimento di pericolosità, a cui associare valutazione del rischio e su cui attivare le fasi operative (ma questa è un'altra storia: attenzione, pre-allarme e allarme sono gli stati in cui le singole amministrazioni si pongono per prepararsi a gestire, in caso di necessità, le criticità sul proprio territorio).

Sul concetto di rischio la faccenda inizia a farsi complicata, anche senza numeri. Perché il rischio è una cosa seria, dipendente da mille fattori, inclusi i comportamenti delle amministrazioni e dei singoli individui, che spesso sono ancora più imprevedibili del tempo meteorologico. Il sistema di allertamento meteo-idro è stato costruito negli anni per abbassare il rischio corso dalle persone, *in primis* con alluvioni e frane: l'allerta non è per la pioggia, ma per le conseguenze che causa al suolo. Vengono costantemente aggiornate le soglie idrometriche (corrispondenti, ad esempio, al “piene rive”; o all'erosione, magari proprio nel punto dove è posizionato l'idrometro, oppure più a valle; o a quando il livello dell'acqua interessa qualche infrastruttura sensibile,

come una centrale termoelettrica o una grande via di trasporto).

E bisogna prestare attenzione all'innesco delle frane: 172 le principali “venute giù” in Italia nel 2017, la punta più recente di un iceberg da 620.808 fenomeni archiviati da Snpa (il Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente) nell'Iffi, l'Inventario dei fenomeni franosi in Italia. Le frane occupano già il 7,9% del territorio nazionale.

Va peggio guardando alla superficie complessiva di aree soggette a pericolosità da frana, circa 60mila kmq, quasi il 20% della superficie nazionale; oltre 25mila kmq sono a maggiore pericolosità, con restrittivi vincoli di utilizzo del territorio. Partendo da questa fotografia, diventa intuitivo capire come 100 mm di pioggia in 3 ore possano avere un certo tipo di effetto marginale o trascurabile su un suolo non franoso, mentre se cadono su un territorio a maggior vulnerabilità possono avere conseguenze catastrofiche. La stessa pericolosità data dalla quantità d'acqua nel tempo implica rischi diversi a terra, con differenti scenari di criticità e relative misure a contrasto del rischio (che può essere solo ridotto, e mai annullato completamente).

Anche le classi di bacini (piccoli – con una superficie di poche decine di kmq, grandi – superiori a diverse centinaia di kmq, e medi – che stanno nel mezzo), per loro stessa natura, reagiscono in maniera differente. Quelli grandi subiscono piogge anche non particolarmente intense, ma prolungate su periodi più lunghi di molte ore o giorni. Invece i nubifragi – precipitazioni molto intense da oltre 50 mm/ora – mandano in sofferenza i bacini piccoli, e lo fanno con tempi rapidissimi; in presenza di suolo già saturo, bastano addirittura poche decine di minuti.

Le gole del Raganello, per citare il più recente caso occorso in Calabria, si estendono su circa 16 kmq, e si sono trasformate in una trappola mortale per 10 persone, le più sfortunate fra oltre 30 incauti escursionisti che lo scorso 20 agosto si sono avventurati, nel bel mezzo di un'allerta gialla per temporali, su un percorso il cui rischio è aumentato esponenzialmente per le precipitazioni a monte.

Con il termine temporali si indicano genericamente una serie di fenomeni meteo molto variegati, alcuni innocui e passeggeri, altri violenti e persistenti (forti, organizzati e stazionari alcuni degli aggettivi a cui prestare la massima attenzione); spesso sono repentini e impossibili da prevedere con la precisione che tutti vorremmo. Si sviluppano su pochi chilometri quadrati con localizzazione, intensità e tempistiche

che nessuno può determinare il giorno prima. Ma nemmeno con sei ore di anticipo, o tre. E nei casi più difficili, i più impattanti, neppure un'ora prima.

L'allerta specifica per temporali segue regole differenti da quella idrologica per piogge diffuse: scatta sulla base di probabilità di accadimento e, poichè il fenomeno interessa piccolissime porzioni di territorio, ha solo due livelli, giallo e arancione (fa eccezione la Toscana, dove è presente anche la rossa). La sola allerta per temporali, soprattutto in primavera ed estate, può vedere splendere il sole su parte del territorio allertato, ma avvisa su possibili *flash floods*, fra gli eventi meteo con il maggior numero di vittime. Restando sui colori, è vero che arancione e rosso sono diversi, principalmente per il numero di zone potenzialmente interessate e per le contromisure che le amministrazioni devono attuare. Ma per la singola persona, con arancione o rosso (e in casi molto particolari anche giallo) il rischio corso è praticamente lo stesso, così come l'attenzione da porre in essere.

Ancora così importante sapere quante allerte si danno? Prendiamo l'esempio della Liguria, regione piccola con 5 zone di allerta, che per posizione geografica e conformazione del territorio subisce alcune delle precipitazioni più intense (Genova detiene i poco invidiabili record italiani sulle 24 ore – 948 mm l'8 ottobre 1970 – e sulla singola ora – 181 mm il 4 novembre 2011 – entrambe situazioni alluvionali), e la confinante

Emilia-Romagna, estesa oltre 4 volte e con 8 zone di allerta. Nel 2017, un anno particolarmente secco, in Liguria sono stati individuati 7 eventi meteo che hanno portato all'emissione di 2 allerte rosse e 5 allerte arancioni, a cui aggiungere altre 11 allerte gialle (che salgono a un totale di 25 considerando anche la neve). Consultando il portale dedicato, si vede che in Emilia-Romagna, inclusi gli allertamenti per altri fenomeni meteo come vento e mare, le allerte totali sono state 145. Insensato mettere sullo stesso piatto della bilancia territori diversi, con vulnerabilità peculiari e forzanti meteo differenti: dimentichiamo la classifica regionale delle allerte. Solo partendo dalla condivisione di questi concetti, piuttosto che dei numeri, riusciremo a uscire dalle polemiche, spesso frutto di una scarsa conoscenza della materia, per arrivare a una maggiore consapevolezza dei rischi che corriamo. "Al lupo al lupo", gridano sirene più o meno disinteressate, che distruggono alla pari di allarmismi lanciati una settimana prima o di ingannevole precisione promessa da soggetti non competenti e non responsabili in cerca di facile visibilità. Sarebbe il preludio a quella cultura della prevenzione che è fra le più efficaci misure possibili di abbattimento del rischio.

Federico Grasso

Arpa Liguria

LE LINEE GUIDA SNPA

SULLA COMUNICAZIONE DELLE EMERGENZE, IL SISTEMA DI PROTEZIONE DELL'AMBIENTE PARLERÀ LA STESSA LINGUA

Il punto di partenza per le linee guida Snpa sulla comunicazione delle emergenze non è unico. Fra i tanti inizi possibili, tre sono quelli principali: la costituzione delle Arpa/Appa/Ispra in tutta Italia a seguito del referendum popolare del 1993, dove gli italiani hanno votato per separare salute e ambiente e affidare i controlli ambientali ad agenzie dedicate; l'istituzione del Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (Snpa) con la legge 132 del 2016; le innumerevoli emergenze ambientali naturali e antropiche che quotidianamente l'Italia è costretta ad affrontare. Punti di partenza diversi confluiti in un unico percorso: predisporre passi condivisi per fasi sì che Snpa gestisca le emergenze anche dal punto di vista comunicativo.

I *social network*, grandi protagonisti di questo momento comunicativo, i cittadini e i media in generale, percepiscono le emergenze ambientali per la gravità che tecnicamente realmente hanno? Non sempre. Un problema ambientale può sembrare molto grave (brucia un piccolo deposito di rifiuti, "moriremo tutti"), o ignorato anche se l'impatto sulla natura è importante ("cambiamenti climatici? Ma se ha sempre

fatto così"). L'informazione che i comunicatori della rete Snpa danno deve essere chiara, trasparente, precisa, figlia della fondamentale collaborazione tra i tecnici esperti sul campo e gli esperti della comunicazione, parti diverse dello stesso sistema. Questo approccio porta a un'autorevolezza riconosciuta come fonte primaria di informazione. E quindi di credibilità per tutto Snpa.

Se è impossibile contrastare del tutto *fake news*, commenti o post di esperti improvvisati, è doveroso, possibile e importante che sulle emergenze Snpa abbia delle linee condivise di comunicazione, per dare risposte concrete, immediate e autorevoli a chi sta subendo – o percependo – un'emergenza. Le linee guida, predisposte da Arpa Liguria e Arpa Piemonte, saranno visionate dalle altre componenti del Sistema, prima dell'ufficializzazione in Consiglio. E a cominciare dalle emergenze, dalla Valle d'Aosta alla Sicilia, Snpa parlerà con la stessa lingua.

Federico Grasso¹, Loredana Lattuca²

1. Arpa Liguria

2. Arpa Piemonte

IMPARARE A GESTIRE UN RISCHIO TOLLERABILE

NON SI PUÒ PRETENDERE DALLA SCIENZA E DALLA TECNICA IL “RISCHIO ZERO”. L'ANALISI DELL'ACCETTABILITÀ DEL RISCHIO RESIDUO DIPENDE DA UN ESAME COMPLESSO DI FATTORI DI DIVERSA NATURA. LA VALUTAZIONE E LA GESTIONE DEL RISCHIO RICHIEDONO PROCESSI E DECISIONI DIFFERENZIATI CHE DEVONO COINVOLGERE L'INTERA COMUNITÀ.

Esiste un rischio accettabile? Bella domanda. Per molti, in Italia, la risposta è semplicemente “no”. Schiavi di una mentalità magica dura ad estinguersi e di una secolare difficoltà a comprendere il metodo, la forza e i limiti della scienza, vorremmo annullare – meglio, esorcizzare – la presenza del rischio nella nostra vita individuale e collettiva. Pretendiamo dalla scienza e dalla tecnica il “rischio zero”, convinti in questo modo di tendere al nostro interesse e a quello della comunità in cui viviamo. Tanto siamo tolleranti verso gli incidenti causati da errore umano (ad esempio, il guidatore assonnato), quanto non concepiamo la possibilità dell'errore tecnologico (ad esempio, l'errore dell'algoritmo che governa un'auto autonoma, per restare in tema). Il risultato pratico – non voluto, ma inevitabile – di questo atteggiamento antiscientifico è la rinuncia a gestire il rischio nel migliore dei modi possibili.

Rovesciare questa consolidata abitudine non è semplice. Occorre superare l'annoso dualismo fra cultura umanistica e cultura scientifica. Occorre far sì che coloro che devono decidere o giudicare conoscano le basi del metodo scientifico. Occorre abituare la pubblica opinione a una discussione collettiva sui rischi e sulla loro gestione.

Partiamo allora dai fondamentali. Nel 2014 è stata pubblicata la Guida Iso/Iec n. 51, “*Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*”. Si tratta di una linea guida trasversale, che disciplina le modalità per la trattazione dei profili di rischio e di sicurezza in qualunque tipo di norma tecnica, quale che ne sia l'oggetto principale.

La Guida Iso/Iec n. 51 tratta in modo diffuso e abbastanza approfondito la tematica del rischio accettabile. In sintesi, premesso che tutti i prodotti e sistemi includono un certo livello di rischio residuo, la possibilità di considerare tale rischio accettabile (“*tolerable*”) viene fatta



FOTO: DIPARTIMENTO PROTEZIONE CIVILE

dipendere da un esame complessivo di quattro diversi fattori:

- i correnti valori della società in questione (e in questo ambito si dovrà tener presente anche la tradizione culturale di una comunità)
- la ricerca di un equilibrio ottimale fra l'ideale di assoluta sicurezza e ciò che è concretamente raggiungibile (“*achievable*”)
- i requisiti che devono essere rispettati da un prodotto o da un sistema, sulla base della normativa vigente o delle linee guida tecniche applicabili
- altri fattori come l'idoneità allo scopo di un prodotto o servizio e la sostenibilità economica (“*cost effectiveness*”) delle misure necessarie e opportune per ridurre il rischio.

Non molto diversa è l'impostazione seguita dalla norma Bs Ohsas 18001:2007 (*Occupational Health and Safety Assessment Series*) che considera “*Rischio accettabile*” quel rischio “*che è stato ridotto ad un livello che può essere tollerato dall'Organizzazione, con riguardo alle proprie obbligazioni di carattere legale ed alla propria Politica*”.

Gestire un “rischio tollerabile”

Da quanto esposto emergono due conseguenze importanti. La prima consiste nel fatto che il rischio (tollerabile) va adeguatamente gestito. Una volta ridotto il rischio a un livello accettabile, peraltro, è più efficiente investire le risorse disponibili in efficaci piani di emergenza e in formazione delle persone che potrebbero rimanere coinvolte, piuttosto che insistere in improbabili, costosi e poco efficaci sforzi per ridurre ulteriormente il rischio. La seconda conseguenza riguarda la natura dinamica, non statica, della nozione di “rischio tollerabile”. Ne consegue la necessità di rivedere, in ogni ambito, la “misura” della tollerabilità del rischio, ogni volta che un nuovo sviluppo tecnologico e della conoscenza si rende disponibile e concretamente utilizzabile. Naturalmente, nel definire il rischio tollerabile, occorrerà tenere specificamente conto degli utenti maggiormente vulnerabili, i quali

potrebbero trovarsi nella condizione di dover utilizzare un prodotto o usufruire di un servizio.

Per quanto concerne nello specifico i rischi gestiti nell'ambito del sistema della protezione civile, enorme importanza assume il profilo della corretta comunicazione con il pubblico. Si ricorderà del resto come, nel controverso caso giudiziario verificatosi dopo il terremoto di L'Aquila del 2009, proprio questo profilo sia stato della massima importanza. Occorre allora qui ricordare la fondamentale distinzione fra la fase di valutazione e quella di gestione del rischio.

Nella prima (*valutazione del rischio*), è determinante solo l'opinione della comunità scientifica. Questa affermazione emerge chiaramente dal nostro ordinamento costituzionale, come riconosciuto dalla stessa Corte costituzionale, ad esempio con la sentenza n. 116/2006. Non sempre il Parlamento è stato rispettoso di questa indicazione: non lo è stato, ad esempio, quando – nel caso Stamina – ha deciso (quasi all'unanimità, peraltro) l'effettuazione di inutili, costose e pericolose sperimentazioni al di fuori di qualsiasi criterio di correttezza scientifica. Nella fase di *gestione del rischio*, invece, sarebbe improprio, per gli scienziati, pretendere di avere il monopolio del potere decisionale. Semplicemente

perché gli scienziati non hanno, in questo ambito, il monopolio delle competenze. Ne occorrono anche altre, di tipo giuridico, economico e di comunicazione del rischio. Per la gestione del rischio, dunque, l'opinione degli scienziati deve essere ascoltata con attenzione e ha un ruolo significativo, ma non è necessariamente quella (democraticamente) "giusta". E non sempre è agevole convincere di questo gli scienziati, i quali sbagliano quando pretendono di avere il monopolio delle decisioni (anche) in tema di gestione del rischio.

Per esempio, valutare l'efficacia dei vaccini e gli obiettivi di copertura rientra nella valutazione del rischio, che compete esclusivamente alla scienza. Decidere invece se sia più appropriata la strategia dell'obbligo o quella della raccomandazione coinvolge prevalentemente profili di gestione del rischio, in merito ai quali la comunità nel suo complesso deve essere coinvolta, attraverso una politica informata e attenta.

Rischio e principio di precauzione

Tutto ciò è perfettamente compatibile con la rigorosa applicazione del principio di precauzione. Tale principio, infatti, nella versione di esso sostenuta e promossa dalla Commissione europea (*Comunicazione della Commissione sul*

principio di precauzione, COM/2000/0001 def.), comporta l'adozione, nei confronti dei rischi identificati e anche in condizioni di incertezza scientifica, di misure precauzionali rispettose del principio di proporzionalità. In definitiva, pertanto, riconoscere l'esistenza – e persino la necessità – del concetto di "rischio accettabile" significa prepararsi nel modo migliore e più moderno per ridurlo efficacemente. E per fronteggiare, grazie alla cultura, i disagi e i pericoli creati non solo dalla nostra imprudenza, ma anche dalla stessa natura, per gli scherzi del caso o per le regole della necessità (sempre e ancora fondamentale, su questi concetti, il volume – ripubblicato da Mondadori nel 2017 – del premio Nobel per la medicina Jacques Monod, *Il caso e la necessità. Saggio sulla filosofia naturale della biologia contemporanea*).

Dobbiamo dunque destarci, insegna Monod, dal nostro "sogno millenario" di poter vivere da protagonisti al centro dell'universo. E dobbiamo invece prendere atto della complessità e dei molteplici rischi dell'esistenza, per imparare a gestirli nel modo migliore.

Luciano Butti

B&P Avvocati
Professore a contratto di diritto internazionale dell'ambiente, Università di Padova



FOTO: DIPARTIMENTO PROTEZIONE CIVILE

LA TUTELA PENALE DEL SERVIZIO DI PROTEZIONE CIVILE

AL SERVIZIO NAZIONALE DELLA PROTEZIONE CIVILE SONO APPLICABILI NORME PENALI DESTINATE A TUTELARE INCISIVAMENTE IL SISTEMA DI RISPOSTA ALL'EMERGENZA. LA CORRETTEZZA DEI FLUSSI INFORMATIVI RENDE IN PARTICOLARE NECESSARIO VALUTARE L'APPLICAZIONE DELLA NORMA SUL PROCURATO ALLARME.

Nell'interpretare e applicare le norme penali è sempre utile porre attenzione a quali siano i beni giuridici protetti, al fine di "dare senso" alla tutela penale.

Quest'operazione, applicata alle norme del codice penale, rivela come esse, in molti casi, nonostante l'entrata in vigore risalente al 1930, mostrino una buona capacità di adattamento alle realtà – sociali e di fatto – emerse nel corso del tempo.

Un sistema organizzato di risposta all'emergenza necessita di forme incisive ed effettive di tutela, strutturale e funzionale, poiché ogni compromissione di funzionalità sottrae risorse all'intero sistema e di per se stessa comporta la probabilità di ulteriori pregiudizi per la pubblica incolumità, ai cui bisogni si è costretti a rispondere con risorse minori. Questo è senz'altro vero per il Servizio nazionale della protezione civile, disciplinato dal Dlgs 2 gennaio 2018, n. 224 come

"il sistema che esercita la funzione di protezione civile costituita dall'insieme delle competenze e delle attività volte a tutelare la vita, l'integrità fisica, i beni, gli insediamenti, gli animali e l'ambiente dai danni o dal pericolo di danni derivanti da eventi calamitosi di origine naturale o derivanti dall'attività dell'uomo".

Tra le norme penali applicabili a tutela strutturale del Servizio, si può citare l'art. 436 c.p., che punisce la condotta di chiunque "sottrae, occulta o rende inaccessibili" mezzi e strumenti destinati all'"opera di difesa o di assistenza" di fronte a un disastro.

È una norma ad ampio spettro di efficacia, intesa a scongiurare qualsiasi forma di sabotaggio di attività a tutela dell'incolumità pubblica, a prescindere dal fine che l'agente si pone.

Le condotte rilevanti ai sensi dell'art. 436 c.p. sono esclusivamente attive; l'omissione d'intervento da parte di chi sia tenuto a prestare la sua opera in caso di disastro potrà invece integrare il delitto di omissione o



FOTO: DIPARTIMENTO PROTEZIONE CIVILE

ri rifiuto di atti di ufficio (art. 328 c.p.) o l'omissione di soccorso (art. 593 c.p.) o il rifiuto di prestare la propria opera in occasione di un pubblico infortunio (art. 652 c.p.). Quest'ultimo è reato comune, che può commettere qualsiasi cittadino sollecitato a collaborare da soggetti pubblici qualificati: la Corte costituzionale, nel riconoscerne la legittimità, l'ha collocato nell'ambito "di un obbligo di solidarietà sociale e precisamente dell'obbligo di prestazione consistente nel collaborare, in determinate situazioni di pericolo, all'opera di difesa, di aiuto e di soccorso" (Corte cost., sentenza 9 luglio 1959, n. 49).

Altre norme incriminatrici sono idonee a garantire la tutela strutturale del Servizio: la figura del danneggiamento (art. 635 c.p.), costruita con previsione assai ampia, e quella specifica prevista per il danneggiamento di sistemi informatici e telematici, programmi, informazioni o dati (art. 635-bis c.p.);

la norma a tutela degli impianti di pubblica utilità (art. 420 c.p.) in cui il termine "impianto" indica un insieme di strutture tecniche collegate per garantire funzioni a servizio della collettività, il cui malfunzionamento o distruzione è idoneo a porre in pericolo la sicurezza collettiva; le fattispecie di cui agli artt. 615-ter, 615-quater, 615-quinquies, 617-quater e 617-quinquies del codice penale, che puniscono varie forme di cosiddetta criminalità informatica.

Altre norme penali risultano utilizzabili al fine di garantire una tutela funzionale del Servizio.

Così è a dirsi della fattispecie penale di interruzione di pubblico servizio (art. 340 c.p.) riferibile all'intervento invasivo di soggetti terzi sul regolare svolgimento delle attività del Servizio. La giurisprudenza ha inteso ricercare un criterio quantitativo-qualitativo minimo per individuare i confini di rilevanza penale di condotte incidenti su tale regolarità.

Tra le contravvenzioni concernenti la "polizia di sicurezza" è inserito all'art. 658 c.p., il "procurato allarme": si tratta della condotta di "chiunque, annunciando disastri, infortuni o pericoli inesistenti, suscita allarme presso l'Autorità, o presso enti o persone che esercitano un pubblico servizio".

La norma intende in primo luogo evitare che l'attività dei soggetti operanti per il Servizio, nella loro espressione organizzata e disciplinata dalla legge, subiscano intralci o ritardi dovendosi dedicare a processare informazioni fuorvianti, senza reale necessità e quindi sottraendo risorse ai reali e coevi bisogni; la norma tutela inoltre l'ordine pubblico, poiché attraverso il procurato (inesistente) allarme potrebbe propagarsi nella collettività un analogo, amplificato e ingiustificato allarme, a sua volta produttivo di un impatto indesiderato sul Servizio.

Il tenore letterale della norma ne rende assai ampia la portata: infatti "annunciare" è termine comprensivo delle più varie forme di comunicazione; mentre "disastri, infortuni o pericoli" sono tutte le evenienze per le quali può operare il Servizio. Ai fini dell'integrazione del reato, si richiede che l'annuncio o la comunicazione siano idonei a suscitare allarme presso i soggetti individuati dalla norma.

La natura contravvenzionale della norma fa sì che il reato possa essere integrato oltre che per dolo anche per colpa, e quindi ne risponde chi impegna il Servizio comunicando eventi inesistenti a causa di sua leggerezza o scarsa diligenza.

Nell'attività del Servizio nazionale della protezione civile è evidente la centralità dei flussi informativi, non soltanto in applicazione di criteri scientifici internazionalmente condivisi nella materia degli eventi maggiori e delle catastrofi, ma anche per espressa previsione del dettato normativo. Questo si rileva sia nel Capo III (*Attività per la previsione e prevenzione dei rischi*) che nel Capo IV (*Gestione delle emergenze di rilievo nazionale*) del Dlgs 224/2018, ma costituisce corollario di diverse previsioni: ad esempio, nel già citato art. 2, sesto comma: "la gestione dell'emergenza consiste nell'insieme, integrato e coordinato, delle misure e degli interventi diretti ad assicurare il soccorso e l'assistenza alle popolazioni colpite dagli eventi calamitosi e agli animali e la riduzione del relativo impatto, anche mediante la realizzazione di interventi indifferibili e urgenti ed il ricorso a procedure semplificate e la relativa attività di informazione alla popolazione"; nell'art. 8, primo comma, lettera e, in base al quale il Dipartimento della protezione civile coordina "l'intervento

del Servizio nazionale, al verificarsi di emergenze di rilievo nazionale, sulla base delle informazioni acquisite tramite una sala operativa nazionale interforze operante con continuità, allo scopo di assicurare l'assistenza e il soccorso alle popolazioni colpite".

L'uso corretto dei sistemi di risposta all'emergenza da parte dei cittadini è un tema sociale di grande rilevanza e attualità; opportunamente il Dlgs 224/2018 promuove "l'adozione di comportamenti consapevoli e misure di autoprotezione da parte dei cittadini" (art. 2, quarto comma, lettera e) nonché "la diffusione della conoscenza e della cultura di protezione civile" (art. 31, primo comma): ma dove può non arrivare l'auspicabile crescita di coscienza e percezione collettiva degli strumenti di protezione della popolazione deve intervenire un'oculata applicazione delle norme penali, rivisitate in sede interpretativa, come è possibile, o – se i decisori politici sapranno farlo con la necessaria qualità tecnica – modificate in maniera mirata per la tutela del Servizio nazionale della protezione civile.

Giuseppe Battarino

Magistrato

21-23 NOVEMBRE 2018

A ROMA IL FORUM EUROPEO PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO DA DISASTRI

Dal 21 al 23 novembre 2018 i rappresentanti dei paesi europei, di organizzazioni internazionali, delle Nazioni unite (Unisdr) e diversi stakeholder si riuniranno a Roma per lo *European Forum on Disaster Risk Reduction* (Efdrr), che sarà presieduto dall'Italia (e in particolare dal Dipartimento di protezione civile). L'Efdrr (istituito nel 2009) è la piattaforma regionale europea dell'Accordo quadro di Sendai per la riduzione del rischio da disastri 2015-2030 e rappresenta un'importante sede di discussione per affrontare le sfide che si pongono su questo tema a livello europeo, mettendo insieme e promuovendo l'integrazione delle competenze internazionali per trovare soluzioni che vadano a vantaggio dei cittadini e dei territori europei, con il coinvolgimento di tutti gli stakeholder interessati.

Il forum di quest'anno si baserà sui risultati di quello svoltosi in Turchia nel 2017 e della Piattaforma globale per la riduzione dei rischi da disastro che si è tenuta lo scorso anno in Messico. Obiettivo del forum, che sarà guidato dall'Italia, è risolvere le questioni chiave che possono accelerare l'attuazione dell'Accordo quadro di Sendai, in coerenza con gli Obiettivi di sviluppo sostenibile e l'Accordo di Parigi. Il confronto sarà incentrato sulla resilienza a livello locale, sui rischi economici e sul raggiungimento degli obiettivi prioritari per il 2020.

Tutte le informazioni su www.unisdr.org/conference/2018/efdr



MOLTE ALLERTE, NESSUNA ALLERTA?

L'EFFICACIA DEI SISTEMI DI ALLERTA RAPIDA DIPENDE IN GRAN PARTE ANCHE DA ASPETTI SOCIALI E COMUNICATIVI. LA COMUNICAZIONE DEL RISCHIO IN TEMPO DI PACE È UN ELEMENTO CARDINE E SU QUESTO ASPETTO MOLTO RESTA ANCORA DA FARE IN ITALIA. LE CONOSCENZE VANNO MESSE A SISTEMA E INTEGRATE NELLE POLITICHE DI TUTTI GLI ATTORI IN CAMPO.

L'efficacia dei sistemi d'allerta rapida (*Early Warning System, Ews*) non dipende soltanto dalle tecnologie ma anche dal coinvolgimento delle popolazioni esposte, dal loro livello di conoscenza del rischio e del funzionamento del sistema e dalle loro capacità di risposta al messaggio d'allerta. Negli ultimi decenni sono stati compiuti enormi miglioramenti per integrare i metodi di previsione e le tecnologie per il monitoraggio e per la rilevazione rapida degli eventi insieme ai fattori organizzativi, tecnologici e sociali, miglioramenti che hanno riguardato in particolare i processi di comunicazione, consentendo il coordinamento e la gestione dell'intero processo di allertamento (Sorensen, 2000).

Il processo di allertamento non avviene nel vuoto sociale: l'efficacia dei messaggi d'allerta dipende anzitutto dalla qualità delle azioni di comunicazione realizzate in precedenza per informare i cittadini sull'entità del rischio, sui fenomeni che precedono l'evento, sul significato dei messaggi d'allerta e sulle azioni che concretamente ne devono conseguire. Decenni di ricerca hanno dimostrato in modo definitivo che i messaggi d'allerta sono maggiormente accettati se provengono da una fonte riconosciuta come legittima, se sono coerenti tra loro e se indicano con chiarezza quanto la minaccia sia imminente (Quarantelli, Boin e Lagadec, 2018).

L'Unisdr, l'agenzia delle Nazioni Unite deputata alla mitigazione dell'impatto dei disastri, segnalando la necessità e l'importanza di coinvolgere i cittadini nel design dei sistemi d'allerta rapida, suggerisce che l'efficacia di questi ultimi dipenda dall'integrazione di quattro elementi chiave:

- la conoscenza del rischio
- i servizi di monitoraggio e allerta
- le attività di disseminazione e comunicazione
- la capacità di risposta da parte delle popolazioni esposte (Unisdr, 2006).



FOTO: R. BRANCIONI - REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Tuttavia, è opportuno ricordare che a ciascuno di questi elementi si associano determinati livelli d'incertezza, dovuti ad esempio ai limiti epistemologici che caratterizzano la fisica dei sistemi non-lineari, come quelli che generano cicloni e uragani, inondazioni improvvise, terremoti e tsunami, che si caratterizzano per l'impossibilità di prevedere deterministicamente la risposta sociale delle persone raggiunte da un messaggio d'allerta. Nonostante gli enormi progressi tecnologici nella modellazione numerica, esistono dei margini di errore nelle valutazioni probabilistiche sui tempi, sull'intensità e sulla localizzazione degli impatti, e quindi la possibilità di allerte "a vuoto" o di fenomeni anche molto più intensi di quelli previsti. Questi problemi possono avere una maggiore incidenza per eventi (relativamente) poco frequenti, in cui la modellizzazione può considerare solo un limitato numero di scenari tra gli infiniti teoricamente possibili, come avviene ad esempio per gli tsunami.

In uno scenario così profondamente segnato dall'incertezza, ragionare in

astratto sul numero "ottimale" di allerte può essere fuorviante, considerando che l'obiettivo di ogni Ews è quello di fornire informazioni tempestive su eventi potenzialmente catastrofici, consentendo ai cittadini e alle autorità di intraprendere immediatamente tutte le azioni necessarie per mitigare l'impatto, dalla raccomandazione di non uscire da casa all'evacuazione immediata di tutte le persone in una determinata area. Ciò comporta la necessità di trovare un ragionevole compromesso tra la precisione della valutazione e la tempestività dell'invio dei messaggi alla popolazione: attendere fino all'ultimo istante per avere una valutazione precisa, infatti, può compromettere la possibilità di adottare misure protettive in tempo utile.

Migliorare la comunicazione del rischio in tempo di pace

L'unico modo per uscire da questa *impasse* consiste nel migliorare la comunicazione del rischio "in tempo di pace", fornendo

ai cittadini le informazioni necessarie sui possibili rischi, sul significato dei livelli d'allerta e sulle misure di mitigazione da adottare, lasciando un canale aperto per l'interazione e i *feedback*.

La comunicazione del rischio deve cioè raccordare più efficacemente le dimensioni della *cura*, che riguarda le valutazioni scientifiche sulla natura del rischio e sui modi di gestirlo, del *consenso* – volta a favorire il processo decisionale e l'adozione di soluzioni condivise sulle possibili soluzioni – e della *crisi*, in cui la comunicazione diventa una risorsa essenziale per affrontare un evento improvviso e potenzialmente catastrofico. Questo approccio, messo a punto da Regina Lundgren e Andrea McMakin (2004), offre a oggi uno dei più interessanti e utili strumenti per la pianificazione strategica della comunicazione del rischio, e un riferimento prioritario per la messa a punto di un efficace sistema di allertamento rapido.

Per quanto riguarda il nostro paese, il ritardo rispetto al dibattito scientifico internazionale su questi temi appare piuttosto evidente, e la comunicazione del rischio "in tempo di pace", elemento cardine di qualsiasi strategia di allertamento non fa eccezione. La necessità di una più efficace integrazione delle conoscenze e delle buone pratiche maturate nell'ambito della comunità scientifica internazionale, e più nello specifico il fatto che la terminologia dell'allertamento appaia incoerente e disomogenea a livello nazionale, sono stati peraltro riconosciuti dal legislatore, che è recentemente intervenuto su questa materia nel nuovo *Codice della Protezione civile* (Dlgs 1/2018).

Il passaggio dalla teoria alla gestione amministrativa della comunicazione del rischio comporta un ulteriore livello di analisi. La combinazione dei quattro elementi chiave individuati da Unisdr non è un principio astratto, ma deve necessariamente tradursi operativamente in piani d'emergenza, protocolli e atti amministrativi che devono ovviamente tenere conto del quadro legale e istituzionale di ogni paese.

La dimensione sociale dell'allerta e il rischio "cry wolf"

Nella letteratura scientifica più recente questo approccio viene definito *Risk Governance*: un modello di *policing* che assume la stretta interdipendenza tra valutazione scientifica dei rischi,

comunicazione, decisione politica, azione amministrativa e giustizia penale come elemento chiave per una più efficace riduzione del rischio e dei conflitti legati alla sua gestione.

Tuttavia, questa integrazione tarda a realizzarsi pienamente, e spesso questo mix di saperi appare poco bilanciato, traducendosi in una scarsa efficacia sul piano operativo. Gli esempi a riguardo sono numerosi e rilevanti: una scarsa attenzione agli aspetti sociologici dell'allerta può tradursi nella difficoltà di superare l'ultimo miglio, cioè far arrivare il messaggio a tutti quelli che vivono nelle zone esposte al disastro, anche a quelli che risiedono in aree isolate o che non possono accedere ai media o ad altri canali di distribuzione delle allerte (Witze, 2014); la sottovalutazione della dimensione psicosociale delle allerte può tradursi nell'effetto "cry wolf", in forza di cui la ripetizione di falsi allarmi può compromettere la credibilità del sistema e quindi l'efficacia delle "vere" allerte (Breznitz, 2013); un quadro normativo non sufficientemente chiaro riguardo all'incertezza che caratterizza le previsioni probabilistiche può tradursi in un aumento dei contenziosi legali per le allerte rivelatesi a posteriori inesatte, innescando meccanismi di *overcriminalization* degli operatori e, di conseguenza, un comportamento precauzionistico da parte di questi ultimi, che si traduce in un aumento nel numero delle allerte, dei contenziosi giudiziari e di conseguenza, in una diminuzione dell'efficacia complessiva del sistema (Altamura et al., 2011).

In questa prospettiva, il numero "eccessivo" di allerte va inteso come sintomo, piuttosto che come causa di una possibile disfunzionalità del sistema. Le soluzioni non sono tuttavia semplici,

ma esistono sicuramente esempi in positivo: dopo lo tsunami di Sumatra del 2004, che ha provocato oltre 280.000 morti, in molte nazioni c'è stata una forte spinta all'implementazione di sistemi di allerta rapida, che in molti casi si è accompagnata alla radicale ridefinizione degli approcci e a un più forte coinvolgimento del pubblico. Altre esperienze rilevanti provengono da altri ambiti operativi (meteo, incendi, valanghe, inondazioni ecc.), e da ciascuna di esse si possono trarre lezioni importanti per il miglioramento dei sistemi di allertamento rapido. Inoltre, nel programma di ricerca H2020 sono stati aperti numerosi bandi per progetti di ricerca sul miglioramento dei sistemi d'allerta rapida, in cui la dimensione sociale dell'allertamento è individuata come tema trasversale, prevedendo specifici approfondimenti sulla comunicazione e sul coinvolgimento dei cittadini nel processo decisionale. Ciò che al momento sembra davvero mancare non sono le conoscenze, ma la capacità di metterle a sistema in modo coerente e inclusivo. Servono più occasioni di dibattito interdisciplinare tra studiosi ed esperti, finalizzate a un'analisi più approfondita dell'applicabilità e della trasferibilità di queste conoscenze, valutarne le implicazioni alla luce del nuovo Codice della Protezione civile, con il fine di integrarle in modo compiuto, coerente ed efficace nelle *policy* delle varie autorità, istituti e centri di ricerca che si occupano di allertamento rapido.

Andrea Cerese

Centro Allerta Tsunami, Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia, Roma

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Altamura M., Ferraris L., Miozzo D., Musso L., Siccardi F., 2011, "The legal status of uncertainty", *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11(3), 797-806.

Breznitz S., 2013, *Cry wolf: The psychology of false alarms*, Psychology Press.

Lundgren R., McMakin A., 2004, *Risk Communication: A Handbook for Communicating Environmental, Safety, and Health Risks*, Columbus, OH, Battelle Press.

Quarantelli E.L., Boin A., Lagadec P., 2018, "Studying Future Disasters and Crises: A Heuristic Approach", in *Handbook of Disaster Research* (pp. 61-83), Springer, Cham.

Sorensen, J.H., 2000, "Hazard warning systems: Review of 20 years of progress", *Natural Hazards Review*, 1(2), 119-125.

Unisdr, 2006, "Developing early warning systems: a checklist", in *Third International Conference on Early Warning (EWC III)*, United Nations/International Strategy for Disaster Reduction (Unisdr).

Witze A., 2014, "Tsunami alerts fail to bridge the last mile", *Nature*, 516, 151-152.

LA COMUNICAZIONE DEL RISCHIO PER LA PREVENZIONE

PROMUOVERE COMPORTAMENTI DI AUTOTUTELA ATTRAVERSO L'ACQUISIZIONE DELLA CONSAPEVOLEZZA DEL RISCHIO E DEI POTENZIALI DANNI È UNA DELLE AZIONI ESSENZIALI DI PREVENZIONE. LA COMUNICAZIONE DEL RISCHIO NECESSITA DI GRANDE ATTENZIONE E DI RISORSE, SIA NEL TEMPO ORDINARIO, SIA NELLA FASE DI EMERGENZA.

Prevenzione è il termine che in italiano indica il complesso di azioni da mettere in atto per limitare al massimo i danni futuri alle persone e al territorio. Qui mi concentro sulla prevenzione non strutturale in ambito di protezione civile. Tra le azioni necessarie alla prevenzione ce n'è una (un insieme, in realtà) che ha a che fare con le persone: promuovere comportamenti di autotutela attraverso l'acquisizione della consapevolezza del rischio e dei potenziali danni a cui ci espongono gli aspetti fisici (in senso ampio) e antropici del territorio in cui viviamo. O in altre parole informare le persone per aiutarle ad accettare il rischio che proviene dal fatto di vivere in un ambiente fragile e stimolarle a organizzarsi per prevenire e limitare i danni derivanti da eventuali emergenze.

Creare e mantenere una relazione di fiducia

Non c'è però prevenzione senza comunicazione del rischio. La seconda è funzionale alla prima. La teoria e la prassi collocano la prevenzione nella fase che precede l'emergenza. Giustissimo. Ma, nel nostro caso, una difficoltà sta nel fatto che l'efficacia di un messaggio in tempo ordinario è spesso vanificata dalla labile percezione di chi lo riceve. Senza emergenza spesso non c'è attenzione, non c'è quell'onda emotiva che fa drizzare le antenne anche ai cittadini lontani chilometri dal cuore della catastrofe. In quelle occasioni leggono e socializzano le info-grafiche di "Io non rischio" (la campagna di comunicazione del Dipartimento della protezione civile, Anpas, Ingv e ReLuiss) che spiegano cosa fare per esempio in caso di terremoto. Ciò non significa che passata l'emozione le antenne restino sintonizzate. La comunicazione del rischio va fatta soprattutto in tempo ordinario, ed è fondamentale per creare e mantenere



FOTO: DIPARTIMENTO PROTEZIONE CIVILE

una relazione di fiducia con i destinatari: per riuscirci, bisogna *dire la verità*. Un lavoro complesso che necessita di tempo e a cui bisogna prestare molta attenzione. Serve parlare con un linguaggio chiaro e comprensibile a tutti, il più possibile vicino alle conoscenze e al linguaggio dei destinatari. Senza naturalmente perdere l'esattezza scientifica.

Qui si gioca una partita importante rispetto alla percezione del rischio di una comunità e dei singoli. Per tanti è difficile comprendere e accettare che il luogo in cui viviamo e ci sentiamo sicuri non è a rischio zero, e che la nostra sicurezza aumenta nel momento in cui accettiamo il rischio e ci prepariamo ad affrontarlo. Del resto sembra che neppure l'essere protagonisti di un'emergenza faccia scattare una piena consapevolezza. Valentina Grasso, in una ricerca per Consorzio Lamma sulla percezione del rischio, realizzata a Firenze a oltre mezzo secolo dalla grande alluvione del 1966, afferma che chi ha vissuto l'esperienza e ha subito danni ha una percezione elevata del rischio. Grasso fa però notare un paradosso *"Se si è vissuto un evento*

alluvionale ma non si è subito alcuna perdita, ci si sente più sicuri".

Già, perché questo è un aspetto del problema: per quanto si possa essere toccati (o sfiorati) da una catastrofe, solo se si è costretti ad arrivare alla conta dei danni si consapevolizza quanto rischiosa sia un'alluvione. O un terremoto, o un maremoto. È anche questa una tendenza da invertire.

Le attività di comunicazione del rischio sono funzionali alla prevenzione se pianificate e svolte per cicli ricorsivi. Per dirla in altro modo vanno fatte sempre. Sono manutenzione, aggiornamento, contrasto alla perdita di attenzione. Per fare un esempio concreto, la continuità è funzionale alla corretta interpretazione dell'allerta meteo. Tanto più saremo stati bravi a stabilire un rapporto di fiducia, a fare informazione e formazione su rischi e comportamenti, tanto più le allerte risulteranno efficaci e credibili e mitigheranno il disappunto in caso di previsione "sbagliata".

Poi la comunicazione del rischio trova una propria ragione anche in corso di evento. E in parte si fonde o si trasforma in *comunicazione di emergenza*, difficile

distinguerle. Con un evento in corso bisogna continuare a fornire informazioni utili derivanti dal monitoraggio dell'evento e dei suoi effetti, e ricordando anche i comportamenti da adottare.

La responsabilità della tutela spetta a tutti

Quanto ho accennato più sopra sembra semplice e lineare. Ma questa linearità si scontra con la realtà. L'idea dell'autotutela per i danni causati dagli eventi naturali – alluvioni, maremoti, terremoti, temporali – e dal rischio industriale incontra ancora una certa resistenza culturale nei nostri concittadini. Il problema più diffuso è forse quello che nasce dalla convinzione che la responsabilità della tutela spetti sempre e solo a qualcun altro, che non riguardi mai il cittadino (anche nei suoi molteplici ruoli sociali). E qui entra fortemente in gioco il ruolo della comunicazione del rischio.

Mi soffermo un momento sull'allerta meteo. L'allerta meteo è una cosa seria, lo sappiamo bene. Detta così, quest'affermazione suona quasi come una banalità. Ma non lo è. La parola "meteo" è la seconda più cercata su Google dopo "Facebook". Questo dovrebbe pur significare qualcosa. Qualcosa d'importante. Ma purtroppo non è così. Quella maggioranza ben poco silenziosa è soprattutto spinta dal desiderio di conoscere il tempo che farà. Le ragioni sono principalmente due: per codificare il *dress code* del giorno dopo o per organizzare un viaggio, una vacanza o un fine settimana al mare o in montagna. E lì pare fermarsi l'interesse.

Dunque, in un certo senso, una delle grandi sfide della comunicazione del rischio è riuscire a far sì che la normalità di quella maggioranza che vuole sapere che tempo farà comprenda l'informarsi se c'è o meno un'allerta meteo per mettere se stessi (e i propri cari e i propri beni) al riparo da possibili rischi.

Questo non significa necessariamente dire loro di rinunciare *tout court* per esempio alla gita del weekend, ma fornire elementi per valutarne i termini di fattibilità, se rinunciare, se modificarla e attrezzarsi adeguatamente.

A questo aggiungo un altro elemento. Fare comunicazione del rischio significa anche contrastare la cattiva informazione, per esempio chiarendo e ribadendo chi è il soggetto deputato a emettere l'allerta, presidiando le eventuali *fake news*, sia prima che in corso di evento, che sono sempre molto dannose.

E qui, non dimentichiamolo, c'è in gioco la vita delle persone. Mai come ora, è importante ribadire la centralità dell'allerta meteo per la prevenzione. Infatti, sovente si ha la percezione che l'allerta non sia considerata attività di prevenzione. Bisogna spiegare e ripetere con tenacia: è prevenzione perché ti avvisa che potrebbe verificarsi un evento e di quali danni potresti subire, esattamente come il controllo della pressione arteriosa.

La comunicazione costa

Una seconda questione è che la comunicazione costa. Costa fatica, costa impegno e costa soldi. Non si può girare intorno al fatto che servono investimenti. Servono le risorse perché chi deve garantirla possa dotarsi di un adeguato e competente team di comunicatori. Costa perché la comunicazione, come i fatti e le catastrofi non si ferma mai. Niente di nuovo direte voi. Certo, ma non posso esimermi da continuare a sottolinearlo, sino a quando la voce *comunicazione* non uscirà dalla marginalità in cui è ancora spesso relegata nella pianificazione economica.

La comunicazione del rischio è lo strumento della prevenzione contro l'incultura dell'irresponsabilità. E non bastano le tecnologie per farla, sono le persone a renderla efficace. Le tecnologie sono un supporto in evoluzione. Il lavoro da fare è ancora tanto. Anzi, tantissimo.



FOTO: A. SAMARTANI - REGIONE EMILIA-ROMANA AIGC

Perché la nostra bella e fragile Italia (e il contrasto al cambiamento climatico) ci chiedono molto di *più*. Più attenzione, più conoscenza, più consapevolezza, più responsabilità da parte di tutti. Più, più, più. Un avverbio indispensabile e imprescindibile, che da solo ne può compensare un altro, per sua natura opposto: *meno*. Meno vittime, meno morti, meno disastri. E, giudicate voi, non mi pare che questa sia una difficile equazione algebrica o una strana e incomprensibile alchimia.

Luca Calzolari

Direttore "Il giornale della protezione civile"

The screenshot shows the homepage of the website 'IL GIORNALE DELLA PROTEZIONE CIVILE.IT', described as a 'quotidiano on-line indipendente'. The page features a navigation menu with links for 'CORSI', 'LINK', 'COMMUNITY', 'CHI SIAMO', 'CONTATTI', 'LOGIN', and 'REGISTRATI'. A main banner at the top reads 'MERCOLEDI 12 SETTEMBRE 2018' and 'SVERSAMENTO DI IDROCARBURI IN MARE: SIMULATO INCIDENTE AL LARGO DELLA MADDALENA'. Below the banner is a large image of rescue workers in a wooded area. The main content area includes a 'PRIMO PIANO' section with an article titled 'Provincia di Udine: 13/09, esercitazione sul rischio sismico Sermex 2018', dated 'Mercoledì 12 Settembre 2018, 15:20'. The article text states: 'Un sisma simulato di magnitudo elevata consentirà di utilizzare le nuove tecniche elaborate dalla SERM Academy'. To the right of the article is a search bar labeled 'RICERCA AVANZATA' with a 'Parola chiave' input field, a dropdown menu for 'Canali', and a 'gg/mm/aaaa' date field.

www.ilgiornaledellaprotezionecivile.it

SERVE UNA NUOVA CONSAPEVOLEZZA DEL RISCHIO

LE PREVISIONI METEO, CON IL LORO CARICO DI CONOSCENZE, COMPETENZE ED ESPERIENZE (MA ANCHE DI INCERTEZZA), SONO UN ELEMENTO CHIAVE DELLA PREVENZIONE. MA UN RUOLO DETERMINANTE PASSA DA UNA CULTURA DIFFUSA DI GESTIONE DEL RISCHIO IN EMERGENZA, CHE TUTTA LA CITTADINANZA DEVE FARE PROPRIA IN MANIERA SERIA.

Nell'immaginario collettivo del nostro paese, il meteorologo è per definizione colui che va in televisione a gesticolare (possibilmente sorridendo) davanti a una cartina con il sole e le nuvolette, o mentre alle sue spalle scorrono in *loop* le immagini da satellite. Il bagaglio di conoscenze, competenze ed esperienze che rappresentano condizione necessaria per arrivare a esercitare seriamente questa professione, al pari del novero di quotidiane elaborazioni, acquisizione di dati numerici, confronto delle varie catene modellistiche e loro interpretazione soggettiva in base alla propria esperienza e al monitoraggio della situazione in atto, e di tutte le altre attività che scandiscono la giornata del meteorologo e lo portano a emettere una previsione, rappresentano qualcosa che sfugge totalmente all'immaginazione dei non addetti ai lavori.

Ma questa bizzarra percezione della figura professionale del meteorologo, in realtà, è solo la porzione sommitale, del vasto iceberg della cultura meteorologica di base, a partire dalle fuorvianti aspettative che l'utenza generalista (ma talvolta, ahinoi, anche quella più

specialista) nutre nei confronti di questa disciplina scientifica, e dalla scarsa o nulla padronanza di concetti come la probabilità, la stima e la gestione di un'ineliminabile incertezza, il differente grado di predicibilità dei vari tipo di fenomeni e delle diverse situazioni atmosferiche, da valutare volta per volta. Gli effetti negativi di questa distorta concezione delle previsioni meteo riguardano, ovviamente, tutti gli ambiti di applicazione delle medesime, e rivestono particolare delicatezza nel cruciale ambito della previsione e prevenzione del rischio, ovvero della corretta interpretazione e presa di consapevolezza, da parte dei cittadini, dei messaggi e delle attività del sistema di allertamento.

Queste ultime riguardano, inevitabilmente, un ampio spettro di scale spazio-temporali, dal monitoraggio di una singola cella temporalesca di ridottissime estensione spaziale e durata, ma capace, nel suo isolato ma violento impatto, di provocare pericolosi allagamenti di strade e abitazioni o repentine esondazioni di torrenti (evento tipicamente individuabile nella sua esatta localizzazione e peculiare struttura solo

in corso d'evento), alla previsione di una perturbazione capace di innescare una piena storica del Tevere o del Po, evento molto più predicibile, anche in termini di anticipo, ma capace – nella sua vasta estensione e lunga durata – di interessare porzioni molto ampie del paese e di arrecare danni economicamente molto rilevanti, oltre che disagi gravi a un elevato numero di persone.

L'utilizzo delle previsioni per la messa in sicurezza

Fra questi due estremi, ci sono naturalmente tutte le situazioni intermedie, sia nel novero della problematiche di movimenti franosi sia in quello degli eventi alluvionali, oltre che, naturalmente, dei rischi associati ad altri fenomeni meteorologici, dalle raffiche di vento alle fulminazioni, dalle mareggiate alle nevicate, dalle ondate di calore a quelle di gelo, ugualmente importanti da prevedere, da monitorare e da comunicare celermente ed efficacemente, visti tutti gli impatti che ne possono derivare, a partire da quelli sulle infrastrutture e sui servizi essenziali oltre che sulla stessa popolazione.

Nell'ambito di questo complesso scenario di attività, l'anello su cui nel nostro Paese resta sicuramente più da fare, data la sua complessità e delicatezza, è quello che riguarda l'utilizzo delle previsioni di *nowcasting* e a brevissimo termine, cioè quelle riguardanti l'immediato (prossime ore o frazioni di ora), in particolare per seguire e possibilmente anticipare (seppur di poco) l'evoluzione di quei fenomeni tipicamente violenti, ma molto concentrati a livello di estensione e durata; dai nubifragi alle trombe d'aria, sono eventi capaci di innescare effetti al suolo, a loro volta, di tipo impulsivo e oltremodo devastante, i cui dettagli possono essere individuati solo con preannuncio sì molto ridotto,



FOTO: DIPARTIMENTO PROTEZIONE CIVILE

ma potenzialmente utile a mettere in campo misure, altrettanto immediate, di riduzione del rischio, soprattutto dal punto di vista del minimizzare il valore esposto al pericolo in termini di vite umane.

Tale obiettivo, oltre che da un continuo investimento nel miglioramento dei prodotti volti a queste attività di sorveglianza e previsioni a strettissimo raggio, passa in maniera assolutamente cruciale dall'istantaneo trasferimento e dall'altrettanto pronto (e consapevole) utilizzo di queste informazioni sul territorio, a partire dal formare la cultura della cittadinanza.

Il cittadino protagonista, la prevenzione al di là del disagio

Si tratta, quindi, non solo di pensare una modalità di comunicazione capace di diffondere informazioni all'utenza in modo tanto immediato e capillare quanto univocamente riconoscibile nella sua garanzia di ufficialità istituzionale, ma anche e soprattutto di mettere le basi affinché quell'informazione venga tradotta, altrettanto repentinamente e puntualmente, nei corretti provvedimenti di messa in sicurezza della popolazione, compresi quelli che deve adottare il singolo cittadino. Quest'ultimo, sia durante gli eventi meno predicibili che in situazioni di conclamata allerta, non deve sentirsi mera comparsa o peggio inattivo spettatore, ma primo attore di protezione civile; banalmente parlando, l'emissione dell'allerta – al netto dei provvedimenti preventivi che attiva – non evita che piova, e con fenomeni a carattere impulsivo, come i forti temporali, il tempo utile a intervenire è molto breve. È quindi assolutamente vitale che la conoscenza e la consapevolezza del rischio diventino trama indissolubile del tessuto sociale, portando a una diffusa maturità delle persone di fronte all'insorgenza di eventi avversi, sia in fase di previsione e quindi di prevenzione (chiedersi responsabilmente cosa è meglio non fare domani), sia durante gli eventi stessi (norme di autoprotezione). In questo contesto, è irrinunciabile che nella cultura di base entri il concetto di mettersi in sicurezza in modo preventivo rispetto a uno scenario probabilistico, laddove più è alta la posta in gioco (per esempio la nostra vita), più si deve abbassare la soglia di probabilità con cui siamo disposti ad accettare di correre quel rischio, mettendo quindi anche in conto l'eventualità che poi l'evento non

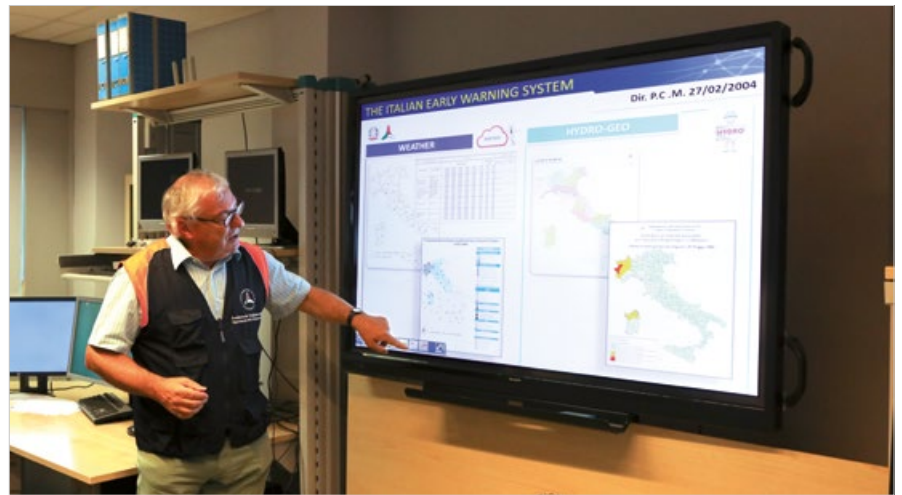


FOTO: DIPARTIMENTO PROTEZIONE CIVILE

si verifichi, o si verifichi in un luogo diverso dalla nostra testa, giacché questo lo potremo scoprire solo a posteriori. Mettere le fondamenta di questa cultura probabilistica aiuterebbe non poco l'operato delle istituzioni e delle autorità di protezione civile, nel prendere i provvedimenti di prevenzione, che creano inevitabilmente disagi e fastidi, ma servono a rendere il rischio accettabile, ovvero a ridurre la sua probabilità, di volta in volta, sotto soglie di sostenibilità, per noi stessi e per la collettività di cui facciamo parte, a maggior ragione in un territorio fortemente dissestato come il nostro.

In definitiva, è quanto mai urgente amplificare, ed estendere a 360 gradi (coinvolgendo gli spazi di divulgazione,

i processi educativi e formativi, i luoghi di accessibilità a tutti della conoscenza, utilizzando la potenza dei materiali audiovisivi e gli orizzonti dei nuovi scenari comunicativi) gli sforzi per la costruzione di una società che – per riprendere il tema dell'ultima edizione della giornata meteorologica planetaria – sia *weather-ready*, meteorologicamente pronta, ad affrontare in particolare i rischi che questa disciplina scientifica può contribuire a ridurre, se utilizzata e interpretata in maniera seria, preparata e consapevole.

Filippo Thiery

Meteorologo del Centro funzionale centrale, Dipartimento nazionale della Protezione civile

CAMPI SCUOLA "ANCH'IO SONO LA PROTEZIONE CIVILE"

È terminata l'undicesima edizione dei campi scuola "Anch'io sono la protezione civile", il progetto dedicato ai ragazzi dai 10 ai 16 anni, organizzato dal Dipartimento della protezione civile, in collaborazione con le Regioni e le organizzazioni nazionali, regionali e comunali di volontariato, che ha visto, dal 16 giugno al 9 settembre, l'attivazione di 263 campi su tutto il territorio nazionale.

Attraverso un percorso didattico di una settimana, tra esercitazioni pratiche e lezioni teoriche, anche quest'anno – grazie all'impegno delle organizzazioni di volontariato – oltre 7 mila ragazzi hanno avuto la possibilità di confrontarsi sui temi di protezione civile, accrescere la propria conoscenza dei rischi presenti sui territori, apprendere i corretti comportamenti da adottare in caso di emergenza e, al contempo, avvicinarsi al Sistema di protezione civile, alle sue strutture operative e alle diverse componenti del volontariato.

A questi volontari il Capo Dipartimento, Angelo Borrelli, ha voluto rivolgere un particolare ringraziamento "per la professionalità e la passione che continuano a dedicare al progetto che, in questi undici anni, ha permesso di formare oltre 60 mila ragazzi, contribuendo così alla diffusione della cultura di protezione civile tra le giovani generazioni e al loro ruolo attivo nelle comunità".



FOTO: DIPARTIMENTO PROTEZIONE CIVILE

INCERTEZZA E PREDICIBILITÀ DEI FENOMENI METEOROLOGICI

LA PREVISIONE METEO A BREVE TERMINE AD AREA LIMITATA È ESSENZIALE PER PREANNUNCIARE EVENTI CON L'ANTICIPO NECESSARIO PER I SISTEMI DI ALLERTA E INTERVENTO, MA SI DEVE CONFRONTARE CON L'AFFIDABILITÀ DEI MODELLI OGGI DISPONIBILI. IL PASSAGGIO ALLE PREVISIONI PROBABILISTICHE È AUSPICABILE, MA COMPLESSO.

È nozione oramai comune come l'atmosfera del nostro pianeta (ma in realtà l'intero sistema climatico globale atmosfera-oceano-terra-ghiacci) sia un sistema caotico, un sistema quindi deterministico nella sua evoluzione nel tempo, ma a predicibilità limitata, a causa della sua super-sensibilità ai dettagli, anche minimi, delle condizioni di partenza. Ciononostante, la *figura 1* mostra in maniera molto convincente come la qualità delle previsioni meteorologiche a grande scala (quelle che distinguono bene il nord Italia dal centro, ma non il mio giardino dal vostro, per intendersi) sia migliorata notevolmente negli ultimi 30 anni, e continui a migliorare per la concorrenza di molte ragioni, tra le quali molto importante la sempre crescente disponibilità di dati osservativi e di supercalcolo digitale.

Premesso, dunque, che le previsioni meteorologiche a grande scala forniscono risposte accettabili anche per molti giorni nel futuro prossimo, è lecito chiedersi se ci troviamo in situazione analoga nel caso della predicibilità dei fenomeni idro-meteo intensi e molto intensi di scala più piccola, del tipo, per esempio, di quelli accaduti nel passato recente in Liguria (Centro funzionale Liguria, 2011). Questo equivale a chiedersi se si è in grado di prevedere la localizzazione spaziale, la tempistica e l'intensità di sistemi temporaleschi che scaricano precipitazioni dell'ordine di 500 mm in pochissime ore e su territori di poche decine di chilometri quadrati. Per affrontare questo tema bisogna prima chiarire che cosa si intenda per previsione del fenomeno.

Se il "target" a cui si tende è una vera e propria previsione a breve e brevissimo termine (a 6, 12, 24 o 36 ore) puntuale e dettagliata, nel tempo e nello spazio, di eventi molto intensi e localizzati su piccolissime aree (qualche decina di chilometri quadrati, appunto), allora è bene ammettere subito, coerentemente

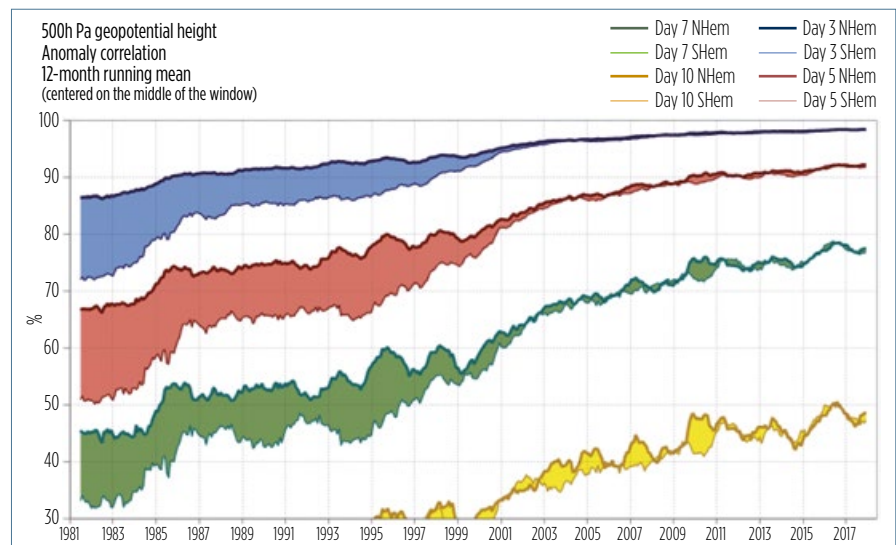


FIG. 1 EVOLUZIONE DELLE PREVISIONI

La figura illustra come il coefficiente di correlazione tra previsione e realtà dell'altezza del geopotenziale al livello di 500hPa (circa 5 km di altezza) sia molto cresciuto durante i trascorsi decenni, a partire dagli anni '80, e come il modello dell'Ecmwf di Reading (ancora oggi il migliore al mondo) sia oggi in grado di prevedere con ragionevole accuratezza (correlazione dell'ordine del 50%) l'evoluzione della situazione meteorologica a grande scala fino a quasi 10 giorni. Le previsioni a 7 giorni sorpassano il 75% e quelle a 3 giorni il 90% (dati e grafica sul sito Ecmwf).

con la natura caotica della nostra atmosfera, che per ora siamo ancora lontani da questo obiettivo. Se si parla invece di previsione di *nowcasting* (da 1/2 ora, a 1-3 ore prima dell'occorrenza dei fenomeni) allora il target è più a portata di mano. Le nubi temporalesche e i sistemi precipitanti possono essere individuati con successo e seguiti con buona approssimazione nella loro evoluzione da strumenti come i satelliti, i radar meteorologici e le reti al suolo, reti queste ultime, che sono state negli ultimi decenni potenziate nel nostro paese sino ad avere una eccellente copertura a scala nazionale. Ma si pone, poi, il problema di come dispiegare un eventuale sistema di intervento di protezione civile con un così breve tempo di preannuncio. In realtà il *nowcasting* è oggi particolarmente utile, e anzi fondamentale, per il monitoraggio di un evento in atto, quando il sistema di intervento è già stato attivato.

La previsione meteo a breve termine, per il suo orizzonte temporale sino a 12-24-

36 ore, rimane quindi l'unica previsione in grado di preannunciare i fenomeni meteo intensi con un anticipo tale da permettere prima di tutto la realizzazione di una adeguata modellistica idrologico-idraulica in cascata e quindi poi un eventuale intervento per contrastare l'evento atteso. Ma è necessario fare i conti con i limiti oggettivi di questo tipo di catena previsionale. Oggi per ottenere previsioni meteo dettagliate, anche in termini di previsioni quantitative (ad esempio le stime di precipitazione), si usano in primo luogo i modelli ad area limitata (*Lam, Limited-Area Model*) ad alta risoluzione, usati in modalità deterministica e/o di ensemble (Cacciamani, 2012). Gli standard attuali di questi modelli utilizzano risoluzioni orizzontali che vanno da 1 a 10 km. In particolare, in Italia viene utilizzato il modello Cosmo-Lami (*Limited Area Model Italy*), gestito anche da Arpa Emilia-Romagna nell'ambito dell'accordo Lami (tra Aeronautica militare, Arpa e Arpa Piemonte), e per conto del

Dipartimento di Protezione Civile, vedi sitografia) in due versioni, a 5 km e a 2,2 km di risoluzione orizzontale.

La domanda che ci si pone è se, con questi modelli a disposizione, si riesca ad avere sempre un quadro affidabile della possibile occorrenza di eventi catastrofici generati dai fenomeni idro-meteo intensi, con un orizzonte temporale anche breve (12-24-36 ore).

L'incertezza dei modelli ad area limitata

Il problema principale di tutti i modelli ad area limitata è che l'esatta localizzazione, con appunto 12-24-36 ore di anticipo, di un evento molto intenso ma anche molto limitato spazialmente e di durata molto breve, è decisamente difficile da ottenere (un temporale organizzato ha una dimensione approssimativa di $5-10 \times 5-10=25-100 \text{ km}^2$ e una durata temporale da una a pochissime ore). Una previsione affidabile è possibile, e non in tutte le situazioni, solo per areali dell'ordine di 50 km di dimensioni lineari ($1.000-2.000 \text{ km}^2$). Soprattutto nel caso di fenomeni precipitanti spazialmente molto limitati, ma comunque in grado di produrre intensità di precipitazioni molto elevate (anche 400-500 mm in 6-12 ore), sono purtroppo frequenti errori di localizzazione, di esatta tempistica o di intensità dei fenomeni previsti (che si traducono localmente in sottostime o sovrastime, anche rilevanti). Abbiamo a che fare con fenomeni fisici che per dimensioni e per dinamiche proprie sfuggono talvolta alle capacità dei nostri migliori sistemi osservativi e modelli operativi e forse non potranno mai essere previsti con la precisione desiderata, anche con risoluzioni spaziali oggi inaffrontabili operativamente a causa dei costi computazionali (10-100 metri?). Non è quindi possibile (e forse non lo sarà nemmeno in un prossimo futuro) essere certi sulla quantità e sulla localizzazione dei massimi di precipitazione prodotti da questi strumenti modellistici, e il rischio che il previsore corre è quello di produrre spesso "falsi allarmi" o "mancati allarmi", che devono poi essere gestiti operativamente in maniera ottimale. È poi comprensibile come l'incertezza generata dalle previsioni meteo si vada a comporre con quella (di solito, ma non sempre) minore generata in cascata dalla modellistica idrologico-idraulica, step successivo per prevedere le portate

dei corsi d'acqua, e quindi i fenomeni di inondazione alle varie scale temporali, da quella delle *flash-flood* a quella degli eventi idrologico-idraulici più lenti e a scala più grande.

Le cause di tutti questi errori sono varie: oltre alla caoticità intrinseca della fisica dei fenomeni meteorologici, una imperfetta caratterizzazione delle condizioni iniziali da cui partono le simulazioni, una non realistica descrizione della microfisica delle nubi all'interno dei modelli, imperfette condizioni al "contorno" che guidano le integrazioni modellistiche ad area limitata e che provengono da modelli a scala più grande (globali) a loro volta affetti da errori. Il "combinato disposto" di tutti questi errori produce quella che sempre di più viene indicata con il termine di "incertezza della previsione". L'incertezza della previsione si può quindi, con molta buona scienza, talvolta ridurre, ma non si può completamente rimuovere. Tutto ciò che si può fare è imparare a gestirla correttamente e a neutralizzarne gli effetti perniciosi sul successivo utilizzo delle previsioni.

Ensemble e probabilità

Ma cosa significa "gestire correttamente l'incertezza"? Innanzitutto non si deve assumere che una previsione sia perfetta (utilizzandola come se lo fosse), sapendo benissimo che potrebbe non esserlo. Partendo dal presupposto che la previsione ha in sé una quota di incertezza, a ogni previsione dovrebbe essere sempre associata una stima quantitativa dell'errore probabile. Il "problema dell'incertezza" è una delle principali ragioni della progressiva transizione, già da tempo in atto nelle sale operative dei più importanti servizi idro-meteorologici europei, dalle cosiddette previsioni deterministiche alle previsioni di *ensemble* o in probabilità.

Che cosa si intende per previsione deterministica? È una sola previsione elaborata da un unico modello che, a partire da una sola condizione iniziale, produce un'unica previsione quantitativa, per l'osservabile richiesto alla scadenza richiesta. Vi può essere associata una stima dell'errore, che è però una stima fissa e invariabile, di natura del tutto statistica. Una caratteristica importante delle previsioni deterministiche è che ogni dato osservabile previsto supera o non supera una data soglia: il modello deterministico non ha mai dubbi. Può

sbagliare talvolta (magari spesso e anche di molto) ma non ha mai dubbi e, in apparenza, non trasmette dubbi all'utilizzatore/decisore, malgrado il suo errore sia essenzialmente ignoto. Ma, come già più volte accennato, l'atmosfera è un sistema caotico in senso fisico, quindi piccoli errori nelle condizioni iniziali di una previsione possono (possono, non è detto che debbano necessariamente farlo subito o anche soltanto presto) crescere moltissimo, fino a diventare errori così grandi da rendere la previsione priva di valore e quindi anche potenzialmente fuorviante. Poiché non c'è un modo semplice di prevedere come e quanto rapidamente la crescita degli errori si realizzerà in una particolare situazione, la sola (sola nel senso di unica) previsione deterministica può essere affetta da errori enormi e totalmente imprevedibili, perché noi abbiamo a disposizione soltanto una stima statistica e vaga del suo errore, uguale tutti i giorni, uguale sia nel giorno in cui la previsione sarà quasi perfetta, sia nel giorno in cui sarà totalmente sbagliata. Una stima quantitativa di questo errore è, invece, prodotta dalle previsioni probabilistiche, che permettono di rendere più gestibile la quota d'incertezza, stimandola a priori.

La previsione probabilistica, o in probabilità, viene oggi generalmente prodotta da sistemi cosiddetti di *ensemble* (*Ensemble forecasting*, Wikipedia, vedi sitografia, ma anche Ecmwf, 2007; Marsigli et al., 2005). Con un sistema di *ensemble* si genera un numero variabile di previsioni (10, 50, 100 o più in funzione della potenza di calcolo disponibile), che possono essere raggruppate in scenari, a ciascuno dei quali si associa una probabilità di realizzazione (*figura 2*). In altri termini, la previsione probabilistica fornisce una probabilità di superamento di una soglia data per ogni osservabile da prevedere alle varie scadenze temporali.

La modellistica di *ensemble* permette, dunque, di calcolare la probabilità di occorrenza di eventi, anche estremi, in una data area, facendo "correre" (come si dice in gergo) svariate volte un modello, globale o ad area limitata, partendo da condizioni iniziali leggermente diverse tra loro (ma quasi equiprobabili) e/o perturbando durante le integrazioni modellistiche le parametrizzazioni dei processi microfisici. L'idea è quindi che le previsioni di *ensemble* generano tanti "mondi" possibili e vanno a verificare se e come si realizza l'evento che vogliamo prevedere in tutti questi "mondi". Dalla frequenza di accadimento

dell'evento nell'ensemble modellistico si ottiene così una stima della probabilità condizionata di accadimento dell'evento reale, "contando" se l'evento si realizza nella maggioranza o nella minoranza dei casi, se non si realizza mai, o se si realizza in tutti o quasi i "mondi". In Italia sono da tempo disponibili operativamente due sistemi di ensemble, quello globale dell'Ecmwf (18 km di risoluzione orizzontale, vedi sitografia Ecmwf, ma anche Barkmeijer et al., 2012) e quello ad area limitata Cosmo-Leps, gestito da Arpa Emilia-Romagna sui sistemi dell'Ecmwf (con una risoluzione orizzontale di 5 km). Presto sarà disponibile anche un terzo sistema nazionale di ensemble a più alta risoluzione (2,2 km, Cosmo-It-Eps, vedi sitografia Cosmo e Cosmo-Leps).

Previsioni probabilistiche e gestione delle allerte

Appare subito evidente la superiorità teorica di un sistema previsionale che, invece di una singola previsione deterministica con un errore conosciuto soltanto in una sua stima molto approssimativa, fornisce un insieme di previsioni raggruppate in scenari e a ognuno di essi associa una stima della probabilità di accadimento. Ma un siffatto sistema è davvero il migliore anche nella pratica reale? È davvero migliore per la Sala situazione della Protezione civile, cioè può essere utilizzato al meglio in una situazione reale di sala operativa per prendere decisioni di allertamento e poi di intervento?

Va detto fin da subito che affinché la previsione probabilistica diventi effettivamente lo strumento previsionale privilegiato anche nella pratica quotidiana (e nella catena operativa del sistema di allertamento) è necessario superare una certa "resistenza culturale" alla sua diffusione, e questo è un processo già avviato in altri paesi (ad esempio negli Stati Uniti e in Gran Bretagna). Elemento fondamentale di questo processo è una pianificazione concertata tra i vari attori coinvolti nelle valutazioni idro-meteorologiche e nelle decisioni operative, che metta in condizioni l'intero sistema di utilizzare correttamente la previsione probabilistica, più ricca da un punto di vista informativo, ma potenzialmente più complessa da elaborare, da comunicare e da utilizzare operativamente. L'univocità della previsione deterministica ha fatto sì che fino a ora sia stata preferita, anche perché più confacente alle logiche di

comunicazione mediatica (per la sua semplicità e brevità) e alle esigenze di facilità di comprensione del pubblico e di immediatezza degli stessi decisori finali. Alla transizione completa verso la previsione probabilistica devono quindi concorrere anche altri saperi, oltre a quelli meteorologici e idrologico-idraulici: le valutazioni economiche dei rapporti costi-benefici degli interventi, le

scienze della comunicazione, le scienze sociali oltre che il sistema educativo, per creare l'indispensabile cornice culturale favorevole a questo indispensabile passo avanti.

Stefano Tibaldi

Centro euro-mediterraneo sui cambiamenti climatici (Cmcc)

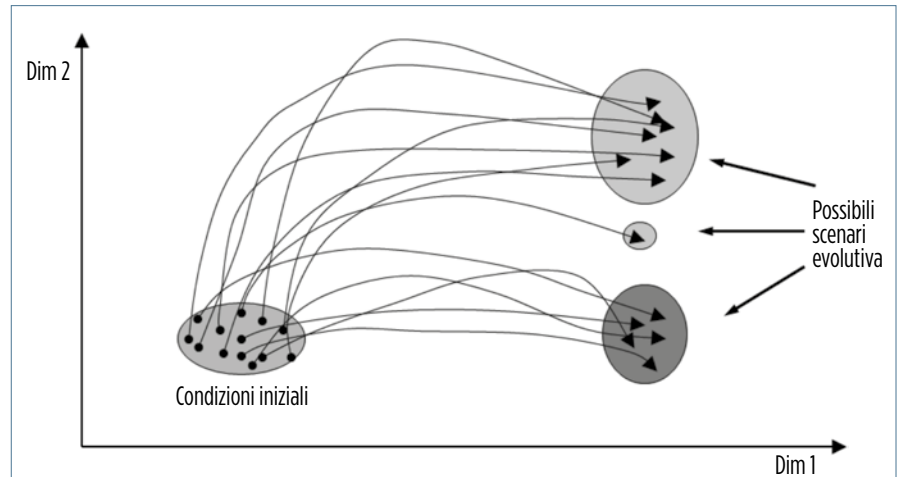


FIG. 2 PREVISIONI DI ENSEMBLE

È rappresentato, in uno "spazio delle fasi (Sdf) semplificato dell'atmosfera" lo schema di una previsione di ensemble, fornita da un modello numerico di previsione meteorologica. A partire da condizioni iniziali quasi equiprobabili, il modello evolve nel tempo "disegnando" diverse possibili "traiettorie". In tale Sdf le diverse soluzioni finali tendono a raggrupparsi all'interno di uno o più scenari futuri. Il numero più o meno grande dei membri dei diversi scenari può essere collegato con la "probabilità", più o meno elevata, di occorrenza di quel dato scenario meteorologico (Ensemble forecasting, Wikipedia, vedi sitografia; Ecmwf, 2007; Marsigli et al., 2005; Barkmeijer et al., 2012; Cosmo e Cosmo-Leps, vedi sitografia).

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E SITOGRAFIA

Barkmeijer J., R. Buizza, E. Kallen, F. Molteni, R. Mureau, T. Palmer, S. Tibaldi, J. Tribbia, 2012, "20 years of ensemble prediction at Ecmwf", *Ecmwf Newsletter*, No. 134, Winter 2012/13, disponibile su: www.ecmwf.int/sites/default/files/elibrary/2012/14577-newsletter-no134-winter-201213.pdf

Cacciamani C., 2012, "La scienza del meteo", *Linx Magazine* 11, http://media.pearsonitalia.it/0.83572_1413206855.pdf

Centro funzionale meteo-idrologico di protezione civile, Regione Liguria, 2011, "Alluvioni in Liguria, i fattori meteo e gli effetti", *Ecoscienza*, 5/6-2011, 6-10, www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/ecoscienza/ecoscienza2011_5e6/arpa_liguria_es5e6_2011.pdf

Cosmo (Consortium for small-scale modeling), www.cosmo-model.org

Cosmo-Leps, Limited Area Ensemble Prediction System of Consortium for Small-scale Modeling, www.cosmo-model.org/content/tasks/operational/leps/default.htm http://www.cnrm.meteo.fr/icam2007/ICAM2007/extended/manuscript_118.pdf

Ecmwf, European Centre for Medium-range Weather Forecasts, www.ecmwf.int

Ecmwf, 2007, *Proceedings of the ECMWF Workshop on Ensemble Forecasting*, disponibile su www.ecmwf.int/en/learning/workshops-and-seminars/past-workshops/2007-ensemble-prediction

Ensemble Forecasting (o Previsioni di Ensemble), Descrizione delle Previsioni di ensemble, http://en.wikipedia.org/wiki/Ensemble_forecasting

Marsigli C., A. Montani, T. Paccagnella, D. Sacchetti, A. Walsler, M. Arpagaus, T. Schumann, 2005, *Evaluation of the Performance of the Cosmo-Leps System*, *Cosmo Technical Report* n. 8, disponibile su www.cosmo-model.org/content/model/documentation/techReports/docs/techReport08.pdf

Tibaldi S., 2012, "Catena di responsabilità e catena decisionale: problemi irrisolti", Atti dell'Incontro-Dibattito "Cosa non funziona nella difesa dal rischio idrogeologico nel nostro paese? Analisi e rimedi", Roma, 23 marzo 2012, Atti dei Convegni Lincei n. 270, pp 77-95.

ALLERTA NELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA

IL SISTEMA DI ALLERTAMENTO DELL'EMILIA-ROMAGNA, UNA VALUTAZIONE A UN ANNO DALLA NASCITA

Il Codice della protezione civile (Dlgs 1/2018) colloca l'allertamento tra le attività di prevenzione non strutturale di protezione civile. La Regione Emilia-Romagna ha adottato in modo definitivo, dopo un anno di fase di test, il sistema di allertamento, declinando in ambito regionale la Direttiva del presidente del Consiglio dei ministri 27/02/2004 e le indicazioni operative del Dipartimento di protezione civile nazionale del 10 febbraio 2016, recependo inoltre le indicazioni della direttiva Alluvioni (Dlgs 49/2010) che, tra le diverse tipologie di criticità idraulica, ha inserito anche quella costiera e da inondazione marina.

Il sistema di allertamento regionale per il rischio meteo, idrogeologico e idraulico, costiero e il rischio valanghe è costituito da soggetti, strumenti, procedure definite e condivise, finalizzati alle attività di previsione del rischio, di allertamento, di monitoraggio e di attivazione delle strutture facenti parte del sistema regionale di protezione civile. È stato altresì declinato in termini di procedure e soggetti coinvolti, in riferimento all'organizzazione dell'Agenzia a valle dell'entrata in vigore della Lr 13/2015 e in particolare a seguito dell'istituzione dell'Agenzia per la sicurezza territoriale e la protezione civile della regione Emilia-Romagna, che oggi risulta composta anche da sedi territoriali che gestiscono il presidio idraulico e idrogeologico e il servizio di piena e che sono il riferimento principale per la composizione del quadro delle criticità territoriali e della loro gestione operativa durante le fasi dell'emergenza. È evidente pertanto che con la strutturazione dell'Agenzia sui territorio e con il presidio delle attività connesse al servizio di piena, il sistema di allertamento ha fra gli attori principali anche i servizi territoriali, che devono, attraverso l'interlocuzione attiva con il Centro operativo regionale (Cor) e Arpae, fornire informazioni utili alla definizione degli scenari di evento e di rischio e attivare le procedure connesse al servizio di piena e al presidio idraulico e idrogeologico a valle dell'emissione delle allerte.

Il sistema, così come è entrato in vigore nel maggio 2017, ha avuto una fase di test che ha permesso, sia in fase preventiva sia in fase emergenziale, di portare delle modifiche alle procedure che sono state oggi inserite nella Dgr 962/2018.

Il sistema di allertamento si compone di tre funzioni essenziali concatenate tra loro:

- la previsione della situazione meteorologica, idrogeologica e idraulica attesa e la valutazione della criticità sul territorio connessa ai fenomeni meteorologici previsti
- l'attivazione di fasi operative di protezione civile di preparazione allo scenario di evento previsto e di monitoraggio e gestione dell'emergenza a evento in atto
- la comunicazione tra i soggetti istituzionali, non istituzionali e i cittadini, al fine di mettere in atto le azioni previste nei piani di protezione civile e le corrette norme comportamentali finalizzate all'autoprotezione.

La **previsione della situazione meteorologica, idrogeologica e idraulica** attesa fornisce gli elementi qualitativi e quantitativi per la valutazione della criticità sul territorio connessa ai fenomeni meteorologici previsti. La criticità è classificata in 4 livelli crescenti con un codice colore verde, giallo, arancione e rosso: a ciascun codice colore, per le diverse tipologie di fenomeni oggetto della valutazione, sono associati diversi scenari di evento e potenziali effetti e danni sul territorio.

La stima del **pericolo di valanghe** viene effettuata sulla base delle previsioni nivo-meteorologiche e della possibile evoluzione delle condizioni del manto nevoso: al grado di pericolo previsto, codificato secondo il linguaggio del Servizio MeteoMont, viene associato un codice colore (verde, giallo, arancione e rosso) a cui corrisponde il relativo scenario di evento.

In relazione al codice colore previsto per la criticità meteo-idrogeologica e idraulica e al grado di pericolo previsto per le valanghe, corrisponde l'attivazione delle fasi operative di attenzione, preallarme e allarme, secondo le disposizioni dei



piani di protezione civile, affinché tutti gli enti e le strutture operative del sistema regionale di protezione civile mettano in atto le opportune azioni di prevenzione del rischio e di gestione dell'emergenza.

La comunicazione dell'allerta e delle informazioni sul monitoraggio dell'evento in atto è l'ultimo anello della catena del sistema di allertamento, ma è di fondamentale importanza, perché da una efficace comunicazione dipende la possibilità di mettere in atto le azioni di prevenzione e di contrasto degli eventi, nonché le norme comportamentali di autoprotezione. I numerosi strumenti tecnologici oggi disponibili (la rete osservativa idro-meteo in tempo reale al suolo, la rete radar nazionale, gli strumenti di modellazione meteo e idro e, sul fronte della comunicazione del rischio, i *social network* e le applicazioni per *smartphone*) hanno permesso di potenziare i sistemi di allertamento e di renderli maggiormente fruibili alle persone. Un esempio di impiego di tali potenzialità è stato lo sviluppo del sito <https://allertameteo.regione.emilia-romagna.it>, elemento fondamentale del sistema di allertamento della regione Emilia Romagna, navigabile da *desktop* e dispositivi mobili, che costituisce non solo lo strumento di lavoro per i tecnici del sistema regionale, ma rende più agevole e tempestiva la comunicazione tra le strutture tecniche del sistema di protezione civile e le amministrazioni locali e supporta i sindaci nel compito di informare i cittadini sui rischi a livello locale e nell'azione di sensibilizzazione sulle norme di auto protezione.

Sul sito sono infatti disponibili sia informazioni di livello regionale, fornite dalle strutture regionali (mappe di pericolosità e di rischio alluvione elaborate nell'ambito della direttiva Alluvioni e tutti i documenti necessari per la conoscenza e la gestione del rischio), sia eventuali informazioni di livello comunale, gestite direttamente dalle amministrazioni locali. Un aspetto innovativo del sito è rappresentato proprio dalla possibilità da parte dei Comuni di gestire le informazioni relative all'allertamento in una propria pagina comunale, attraverso la quale l'amministrazione stessa può caricare il piano di protezione civile, fornire le informazioni sulle allerte e sugli eventi in corso e inviare messaggi diretti ai cittadini registrati al sito.

Da sottolineare anche l'utilizzo dell'account Twitter @AllertaMeteoER come strumento di comunicazione che fornisce informazioni in fase di allertamento e in corso di evento, che registra un incremento costante di *follower* e di interazioni. A partire dall'entrata in vigore delle nuove procedure del sistema di allertamento nel maggio 2017, e del contestuale avvio del sito <https://allertameteo.regione.emilia-romagna.it> si è registrato un costante incremento nell'utilizzo delle funzionalità da parte dei Comuni, grazie anche al lavoro di supporto svolto dall'Agenzia per la sicurezza territoriale e della protezione civile.

Rita Nicolini, Clarissa Dondi, Agenzia per la sicurezza territoriale e la protezione civile, Regione Emilia-Romagna

ALLERTE IN EMILIA-ROMAGNA, LE PRIME ANALISI

LA SPERIMENTAZIONE DEL PRIMO ANNO HA PORTATO ALLA MODIFICA DELLE PROCEDURE DI ALLERTAMENTO. DALLA PRIMA ANALISI DEI RISULTATI, LE ALLERTE RISULTANO RIDOTTE, MA NELLE SITUAZIONI DI INCERTEZZA DEVE CONTINUARE A PREVALERE IL PRINCIPIO DI CAUTELA, SIA PER GLI OPERATORI DELLA PROTEZIONE CIVILE, SIA PER LA POPOLAZIONE INTERESSATA.

La Regione Emilia-Romagna ha aggiornato il proprio sistema di allertamento per la criticità meteo-idrogeologica-idraulica nel corso del 2017, creando un portale ad hoc <https://allertameteo.regione.emilia-romagna.it>, aperto e disponibile a tutti i cittadini. Dopo una sperimentazione durata circa un anno, sono state modificate le procedure di allertamento. Queste saranno discusse focalizzando l'attenzione sulla fase previsionale dell'allerta.

Consideriamo innanzitutto che nel 2017 sono stati introdotti per la prima volta dei valori numerici di soglia per tutti i parametri meteo-marini: neve, vento, temperature estreme, pioggia che gela, stato del mare, mareggiate sulla costa. I valori di soglia crescenti sono tradotti nel codice colore giallo o arancio o rosso. Si fa presente che l'assegnazione di uno di questi tre colori ha il significato di una pericolosità prevista sul territorio. Per definire invece un grado di rischio meteo-idrogeologico e marino, occorre aggiungere la valutazione della vulnerabilità e degli esposti (numero di persone, abitati, valore delle infrastrutture ecc.). Il rischio dipende anche dalle caratteristiche di un territorio e la rilevanza dei danni che un evento meteorologico può causare ha uno stretto legame con il medesimo. Ad esempio, una nevicata di una decina di centimetri può avere delle forti ricadute negative sulla viabilità in una città, mentre è una condizione normale in area montana. A differenza della pericolosità, che ha una caratteristica statica, le condizioni di vulnerabilità e degli esposti possono



FOTO: MIRIA CELANO

cambiare nel tempo. Gli effetti di una mareggiata variano a seconda della presenza o meno della duna di protezione: ecco perché la sua assenza durante la stagione turistica rende più vulnerabile la costa e le strutture ivi presenti. La valutazione del rischio deve quindi essere calata sul territorio, ma con quale risoluzione spaziale?

La risoluzione spaziale dell'allerta

L'orizzonte temporale dell'allerta è il giorno successivo, quindi la previsione meteo marina, idrogeologica e idraulica,

deve tener conto dei limiti attuali delle previsioni numeriche a +48 ore. Il miglior compromesso tra il dettaglio spaziale e l'incertezza delle previsioni ha portato il Centro funzionale Arpa-Sim (Servizio IdroMeteoClima) a definire delle aree di allertamento maggiori della risoluzione dei modelli numerici. Si è quindi suddiviso il territorio regionale in otto aree, per l'allertamento di tipo idrogeologico (frane e smottamenti), idraulico (piene fluviali) e temporali. Il criterio guida di selezione è stato la morfologia del territorio, con la separazione tra la pianura e le zone collinari-montane. Per i parametri

TAB. 1
ALLERTE MAGGIO-
AGOSTO 2017 E 2018

Confronto con
suddivisione
per tipo di allertamento.

Fonte: Arpa.

Allerta	Idraulica		Idrogeologica		Temporali		Vento		Temperature		Mare		Evento costiero		Totale	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Gialla	1	3	0	0	23	19	16	3	26	3	15	4	4	2	85	34
Arancio	0	0	0	0	1	3	4	0	5	0	2	0	0	0	12	3
Rossa	0	0	0	0	-	-	0	0	4	0	0	0	0	0	4	0

meteo-marini (neve, vento, temperature estreme, pioggia che gela, stato del mare, mareggiate sulla costa), ci si è spinti oltre, separando le zone collinari da quelle montane, la pianura dalla costa romagnola e ferrarese, portando il numero delle aree di allertamento a quindici.

L'evoluzione dei criteri di allerta

Parliamo adesso delle allerte, confrontando gli anni 2017 e 2018 nel periodo maggio-agosto. Si specifica che la presenza del colore giallo in una sola area di allertamento per una grandezza è condizione sufficiente per l'emissione dell'allerta. Entriamo nel dettaglio dei parametri: nella *tabella 1* sono riportate le volte in cui ciascuna grandezza è entrata in un'allerta nei due anni, distinguendo tra i colori giallo, arancio e rosso. Poiché un'allerta può riportare più grandezze, il numero totale delle giornate è inferiore a quanto indicato nella colonna del totale. Nel 2017 state in tutto 64 (49 gialle, 11 arancio, 4 rosse); nel 2018 il numero è sceso a 25 (22 gialle, 3 arancio, 0 rosse). Considerando i giorni del periodo maggio-agosto (n. 123 totali), nel 2017 la frequenza delle allerte è stata di una ogni due giorni, nel 2018 è calata a una ogni cinque giorni. Cosa ha determinato una differenza così rilevante? Elenchiamo i diversi fattori, commentandoli.

Il criterio di allerta per temperature estreme. Nel 2017 fu scelto l'indice di disagio bioclimatico, che dipende dalla temperatura e dall'umidità relativa dell'aria. È risultata una presenza troppo elevata (35 volte), di cui 29 casi con un'allerta emessa solo per temperature estreme. Nel 2018 si è optato per un criterio di valutazione della temperatura massima giornaliera, scegliendo dei valori di soglia elevati, che per il colore giallo equivale a 38 °C. In tal modo le allerte sono risultate solo 3. È pur vero che l'estate del 2017 è stata molto più calda rispetto a quella del 2018, ma con il nuovo criterio adottato ne sarebbero state emesse solo 8.

Il criterio di allerta per vento e stato del mare.

Nel 2018 sono state alzate complessivamente le soglie, sia per



FOTO: VIRGINIA FIOU

2

l'intensità del vento che per l'altezza dell'onda in mare aperto. Tutto ciò in seguito a un'analisi degli eventi che hanno causato danni nel 2017: si è notato che nelle giornate di allerta gialla c'era una generale assenza di effetti sul territorio.

Il criterio di allerta per temporali.

Come per il vento e lo stato del mare, l'analisi degli eventi atmosferici rilevanti nel 2017 ha evidenziato una sovrastima delle allerte gialle per temporali. Occorre sottolineare che il temporale è il parametro più difficile da prevedere, sia per la localizzazione che per l'intensità. La predicibilità dei modelli numerici per questi eventi è in media ancora bassa con un giorno di anticipo, perché si sviluppano su scale spaziali di pochi chilometri. Pur con questi limiti, si è deciso per il 2018 di "alzare l'asticella" della previsione, cercando di distinguere i temporali di tipo localizzato, dalle linee temporalesche organizzate. Queste ultime hanno strutture di medie/grandi dimensioni, con caratteristiche rilevanti in termine di durata, area interessata ed intensità, che possono dar luogo a piogge intense, forti raffiche di vento, fulmini e grandinate significative. La previsione di linee temporalesche organizzate "accende" l'allerta, mentre i temporali localizzati rientrano nel codice verde. Attenzione però, anche i temporali localizzati talvolta producono effetti quali cadute di alberi,

allagamenti di sottopassi ecc., ma sempre su zone piccole e non prevedibili. Dalla *tabella 1* si notano dei numeri simili tra i due anni, ma il 2018 ha registrato fenomeni temporaleschi in numero circa quattro volte superiori al 2017 (l'indicatore di precipitazioni >30 mm cumulata in 1 ora ha contato 113 eventi nel 2018 e 31 l'anno prima).

Una domanda infine: si emettono troppe allerte?

Vediamo intanto che la "correzione di tiro" le ha ridotte sensibilmente nel 2018. Ciò implica una diminuzione dei falsi allarmi, ma non è detto che calino anche i mancati allarmi. Continueranno a presentarsi situazioni con un elevato grado di incertezza: in questi casi si applica un principio di cautela, emettendo un'allerta il più possibile circostanziata. Questa deve informare sia gli operatori del sistema di protezione civile perché si tengano pronti, sia la popolazione del territorio interessato perché eviti comportamenti rischiosi. Tutto ciò ricordandosi sempre che sono previsioni, e come diceva Niels Bohr, premio Nobel per la fisica, *"fare previsioni è difficile, soprattutto se riguardano il futuro"*.

Sandro Nanni

Responsabile dell'Area Centro funzionale e sala operativa previsioni, Servizio IdroMeteoClima, Arpa Emilia-Romagna

1 Linea temporalesca sulla pianura bolognese.

2 Nube del tipo "a mensola" (*shelf cloud*) presso Granarolo Faentino, RA.

LA MODELLISTICA IDROLOGICA PER LE EMERGENZE

NEGLI ULTIMI ANNI I FENOMENI METEO INTENSI SI SONO SUCCEDEUTI CON UNA MAGGIORE FREQUENZA, GENERANDO IN POCHISSIMO TEMPO PIENE IMPREVISTE. UN SISTEMA DI MODELLISTICA IDROLOGICA E IDRAULICA IN TEMPO REALE RISULTA QUINDI DI RILEVANTE IMPORTANZA NELLE ATTIVITÀ DI PREVENZIONE E PREVISIONE DEGLI EVENTI DI PIENA.

Negli ultimi anni, gli eventi precipitativi più intensi hanno generato alluvioni sempre più frequenti, la cui magnitudo ed estensione è risultata essere anche maggiore rispetto al passato.

Senza oltrepassare i confini nazionali, dall'anno 2000 si sono registrati numerosi eventi alluvionali, alcuni dei quali hanno provocato purtroppo la perdita di vite umane e a oggi si contano oltre 200 vittime per alluvione. In Emilia-Romagna si ricordano tra gli eventi alluvionali più recenti e disastrosi:

- settembre 2015, alluvione in Val Nure e Val Trebbia

- ottobre 2014, alluvione torrente Parma

- gennaio 2014, alluvione fiume Secchia

- giugno 2011, alluvione nel parmense.

L'incremento della popolazione e quindi delle aree abitate ha determinato un incremento dei danni prodotti dai fenomeni più intensi, obbligando gli addetti ai lavori al perfezionamento e al miglioramento dei sistemi di gestione del rischio alluvione, in particolar modo dei sistemi di modellistica per la previsione e l'allertamento.

In Emilia-Romagna, l'Area Idrologia e idrografia di Arpaè è il Centro di competenza nazionale per il monitoraggio e la modellistica idrologica a supporto del sistema nazionale di protezione civile; essa garantisce il funzionamento operativo della modellistica idrologica e idraulica per la previsione e il controllo delle piene fluviali applicato al bacino distrettuale del fiume Po, oltre a fornire supporto al Centro funzionale per la Regione Emilia-Romagna. Le osservazioni e le previsioni in tempo reale legate alle variabili idro-meteorologiche consentono di usufruire di utili informazioni inerenti l'entità dell'evento di piena che può svilupparsi in un bacino idrografico, consentendo alle autorità competenti di provvedere alle azioni preventive e di contrasto in rapporto alla severità dell'evento di piena previsto o in atto.



1

Nell'anno 2005 è stato stipulato un importante accordo tra il Dipartimento di protezione civile, l'Autorità di bacino del fiume Po, l'Agenzia interregionale per il fiume Po e tutte le regioni territorialmente interessate al bacino padano, riguardante la realizzazione del sistema di previsione e controllo delle piene fluviali dell'asta principale del fiume Po.

L'accordo ha consentito di dotarsi di un adeguato strumento modellistico, che consente con sufficiente anticipo temporale l'organizzazione del servizio di piena e delle azioni di difesa del suolo e di protezione civile, necessarie alla gestione in tempo reale delle situazioni di emergenza.

Il sistema Fews-Po

Con l'acronimo Fews-Po (*Flood Early Warning System* del bacino del fiume Po) si definisce un sistema di modellazione e previsione delle piene fluviali applicato

al bacino distrettuale del fiume Po; tale sistema è integrato con i sistemi previsionali dei Centri funzionali regionali (*figura 1*). Fews-Po è quindi una piattaforma informatica in grado di gestire i *run* modellistici di più catene idrologico-idrauliche alimentate da campi di precipitazione osservati dalla rete di monitoraggio in tempo reale e previsti dai modelli meteorologici. Fews-Po si connette in tempo reale ai sistemi di acquisizione dei dati, procede alla validazione e alla memorizzazione dei parametri, gestisce l'esecuzione dei modelli numerici inerenti tutti gli aspetti dei processi fisici legati alle piene fluviali e infine consente la condivisione dei risultati.

Questi ultimi consistono in idrogrammi di piena riferiti alle sezioni idrometriche di interesse, ma anche in rappresentazioni grafiche più evolute per facilitarne l'interpretazione.

1 Piena del torrente Parma, 13 ottobre 2014.

L'interfaccia del sistema, basata su un'interfaccia Gis, consente di visualizzare in tempo reale anche i dati georeferenziati provenienti dai sensori in telemisura (pluviometri, termometri, idrometri) dislocati sul territorio e le mappe di precipitazione e temperatura osservata e prevista impiegate come input dai modelli idrologici.

L'input del sistema FewS-Po è costituito da:

- precipitazione osservata
- precipitazione prevista fornita da modellistica previsionale meteorologica
- a) corsa deterministica operativa del modello meteorologico, a ciclo di assimilazione rapido, Cosmo Ruc (2,2 km di risoluzione)
- b) corsa deterministica operativa del modello meteorologico Cosmo-I2 (2,2 km di risoluzione)
- c) corsa deterministica operativa del modello meteorologico Cosmo-I5 (5 km di risoluzione)
- d) corsa ensemble operativa del sistema Cosmo-Leps (7 km di risoluzione)
- e) corsa deterministica del modello Ecmwf del Centro europeo di Reading (16 km di risoluzione).

Fews-Po produce come output una serie di previsioni generate dalla combinazione di tre diverse catene modellistiche costituite dai modelli idrologici Hec-Hms, Mike 11-Nam e Topkapi, a cui sono associati rispettivamente i modelli idraulici Hec-Ras, Mike 11-Hd e Sobek per la simulazione della propagazione della portata in alveo.

Nello specifico, per l'asta del fiume Po e dei relativi affluenti, per il fiume Reno e per i corsi d'acqua romagnoli; il sistema operativo produce a cadenza variabile tra le 3 e le 24 ore, le seguenti elaborazioni:

- una previsione deterministica idrologica a brevissimo termine (+12-18 ore)
- una previsione deterministica idrologica a breve termine (+36-40 ore)
- tre previsioni deterministiche idrologiche a medio termine (+60-64 ore)
- 63 previsioni di ensemble idrologiche a lungo termine (+108-112 ore).

Nel medio-lungo termine l'incertezza delle previsioni del livello idrometrico, condizionata soprattutto dall'incertezza delle previsioni meteo, aumenta all'aumentare della scadenza temporale e al diminuire della superficie del bacino; anche nel brevissimo e breve termine, per i bacini minori come ad esempio quelli emiliano-romagnoli caratterizzati da tempi di risposta di poche ore, l'incertezza locale della previsione meteo influenza sensibilmente le previsioni di livello idrometrico.

In questi casi, i dati pluviometrici e

FIG. 1 FEWS-PO

Schema del sistema di modellistica e previsione delle piene fluviali FewS-Po.

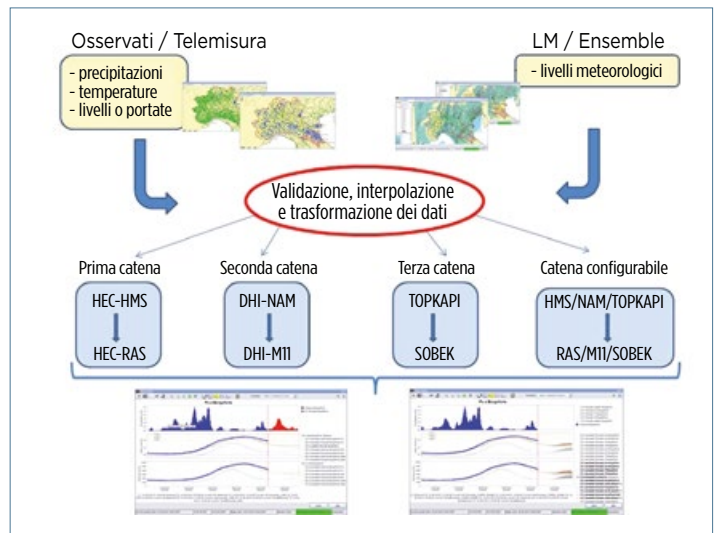
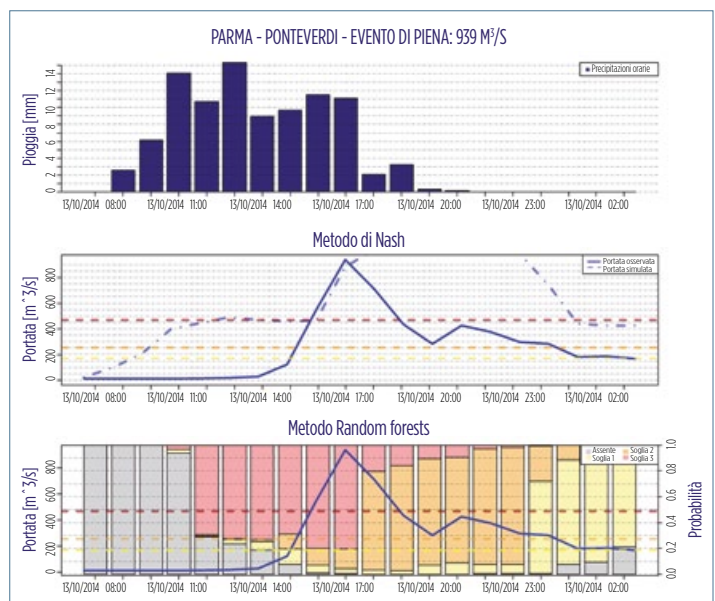


FIG. 2 RANDOM FORESTS

Previsione probabilistica, superamento delle soglie con la tecnica Random forests.



idrometrici acquisiti da una rete in telemisura ad alta frequenza, diventano fondamentali per valutare lo stato e l'evoluzione dell'evento, le condizioni del bacino e per formulare possibili previsioni e/o interventi.

Il sistema FewS-Po è operativo 365 giorni l'anno, 24 ore su 24, con finalità di previsione; può essere altresì impiegato in configurazione *stand alone* per la pianificazione, simulazione o ricostruzione degli eventi.

Tecniche avanzate di previsione

Il sistema FewS-Po, in continuo aggiornamento e sviluppo, recentemente è stato ampliato utilizzando una nuova tecnica di *machine learning* (apprendimento automatico), basata sugli algoritmi che apprendono dai dati disponibili in modo iterativo. Tale tecnica è denominata *Random forests*,

ovvero un classificatore d'insieme composto da numerosi alberi decisionali che fornisce come output la classe corrispondente all'uscita delle classi degli alberi considerati individualmente (figura 2). Questo metodo è stato applicato per realizzare un modello previsionale avente come output il superamento in probabilità delle soglie di allertamento relative alla sezione idrometrica di interesse, utilizzando come dati di input valori di portata e di precipitazione nel bacino sotteso. I risultati ottenuti sono particolarmente incoraggianti in considerazione degli eventi di precipitazione intensa che più severamente stanno interessando il territorio.

Marco Brian, Valentina dell'Aquila, Paolo Leoni, Silvano Pecora

Arpa Emilia-romagna, Servizio IdroMeteoClima, Area Idrologia e idrografia

PARTECIPAZIONE E FORMAZIONE PER COMUNITÀ PIÙ RESILIENTI

IL PROGETTO LIFE PRIMES HA PROPOSTO UN INNOVATIVO PERCORSO DI COINVOLGIMENTO DELLE COMUNITÀ PER LA GESTIONE DEL RISCHIO IN UN CONTESTO DI CAMBIAMENTO CLIMATICO, UTILIZZANDO MOLTEPLICI STRUMENTI. TRA I RISULTATI PIÙ INTERESSANTI C'È L'INTEGRAZIONE E LA COLLABORAZIONE TRA I DIVERSI LIVELLI ISTITUZIONALI.

A quattro mesi dalla fine del progetto Life Primes (*Preventing flooding risk by making resilient communities*), che giungerà a conclusione a dicembre 2018, si possono cominciare a fare i primi bilanci e alcune valutazioni sui risultati raggiunti. L'obiettivo prioritario di Life Primes, contenuto nello stesso nome del progetto, è "prevenire il rischio alluvioni rendendo le comunità resilienti" e su questo percorso di partecipazione dei cittadini alla gestione del rischio e costruzione della resilienza, in un contesto di adattamento al cambiamento climatico, si sono concentrate le attività nel periodo da settembre 2017 a giugno 2018. Il coinvolgimento delle comunità delle aree pilota di progetto è partito dall'Emilia-Romagna, nelle località di Lido di Savio (RA), Poggio Renatico (FE) e nei quattro comuni del bacino del Santerno (Lugo e Sant'Agata sul Santerno, RA; Imola e Mordano, BO), proseguendo poi nelle Marche a Senigallia (AN) e a San Benedetto del Tronto (AP) e approdando infine nei comuni test dell'Abruzzo, Scerne di Pineto (TE) e Torino di Sangro (CH). Il percorso di partecipazione è stato strutturato in diverse fasi:

- 1) un lavoro preliminare di preparazione con le amministrazioni coinvolte
- 2) workshop di *co-design* con gli *stakeholder* per la definizione dei Caap (Civic AdaptAction Plan, Piano di adattamento civico)
- 3) un momento operativo di esercitazione per testare la risposta alle emergenze di tipo alluvionale
- 4) una fase finale di restituzione dei risultati alle comunità.

Elemento innovativo in questo processo partecipato è stato lo strumento originale del Caap, ideato e realizzato nell'ambito di Life Primes per coinvolgere attivamente i cittadini nelle politiche locali di governo del territorio con modalità più accattivanti.



Il Caap si configura come uno strumento online, facilmente compilabile, attraverso cui il cittadino ha la possibilità di:

- valutare le proprie conoscenze sul tema del rischio alluvioni con un quiz che restituisce il proprio profilo di resilienza
- aumentare il proprio livello di conoscenza con cinque brevi *friendly tutorial*, in base al profilo di resilienza ottenuto
- essere direttamente coinvolto nella definizione delle azioni di adattamento

che andranno a supportare la redazione dei piani di protezione civile e potranno essere integrati nei piani comunali di emergenza. Il Caap è suddiviso in quattro sezioni:

- 1) *caratteristiche dell'utente*. Questa sezione ha l'obiettivo di conoscere meglio l'utente che sta partecipando al test e alla compilazione del Caap
- 2) *profilo di resilienza*. Questa sezione consente all'utente di effettuare un *self-assessment* del proprio livello di

conoscenza riguardo alle tematiche legate al rischio alluvioni. La seconda sezione è strutturata secondo una serie di domande che riguardano: la percezione del rischio nel territorio, l'adattamento al cambiamento climatico, le allerte e i comportamenti di autoprotezione e infine il piano di protezione civile. Il punteggio complessivo ottenuto dall'utente (percentuale di risposte esatte) è associato a un profilo di resilienza. I profili che si possono ottenere sono 5 e vanno dal profilo 1 (risposto correttamente a un massimo del 20% delle domande) al profilo 5 (risposto correttamente al 100% delle domande).

3) *formazione*. Tramite brevi video l'utente può colmare le lacune di conoscenza rispetto ai temi per i quali sono state date le risposte errate.

4) *Piano di adattamento civico*. Questa sezione è volta alla definizione delle azioni di adattamento delle comunità locali.

Al termine del test, il cittadino può scaricare il proprio Piano di adattamento civico, che contiene tutte le risposte del quiz e le personali azioni di adattamento, e può condividerlo direttamente sui *social network* (Facebook e Twitter).

Parallelamente al percorso con gli *stakeholder* delle comunità locali, individuati attraverso una metodologia di mappatura puntuale, si è attivato un percorso di formazione nelle scuole, che ha offerto un'occasione per parlare del sistema di Protezione civile, dei rischi e di come affrontarli, soffermandosi, in particolare, sul rischio alluvione. Il lavoro con i ragazzi ha rappresentato un vero valore aggiunto nel coinvolgimento delle comunità e un importante tassello per costruire la resilienza, partendo dall'istituzione formativa per eccellenza e dai giovani che possono essere davvero la chiave di volta del cambiamento culturale nella consapevolezza del rischio e nell'adozione di comportamenti di autoprotezione. Anche l'esercitazione programmata nell'ambito del progetto in alcuni casi ha visto protagoniste le scuole come "laboratorio di resilienza".

I risultati di questo percorso di coinvolgimento sono stati assolutamente positivi, sia in termini di integrazione e collaborazione tra i vari livelli del sistema di allertamento (regionale e locale) sia per quanto riguarda la partecipazione dei cittadini, l'interesse e il gradimento dell'iniziativa.

Lavorare in squadra con le amministrazioni locali e le varie componenti del sistema di allertamento e scambiarsi buone pratiche e idee tra



le tre regioni partner di progetto è stato molto prezioso per la riuscita delle iniziative e ha permesso di raggiungere un buon risultato nell'integrazione tra i vari livelli di *governance*. La collaborazione tra istituzioni ha permesso anche la realizzazione di un *Manuale* che definisce le linee guida per l'omogeneizzazione della valutazione del rischio, delle procedure di allertamento e di comunicazione, la sperimentazione di una visualizzazione comune dei messaggi di allertamento sul sito di progetto e una modalità condivisa di informazione alla popolazione.

Senza rischio di smentita, il progetto Life Primes ha rappresentato un'esperienza innovativa e interessante nel panorama italiano, che ha suscitato anche l'interesse e l'apprezzamento a livello europeo sia da parte dell'Agenzia Easme della Commissione europea, che dell'Agenzia europea per l'ambiente, che lo ha considerato tra le *best practice* di adattamento al cambiamento climatico e di riduzione del rischio.

In particolare, è stato apprezzato proprio il percorso di partecipazione e la modalità di coinvolgimento delle comunità attraverso lo strumento originale del Caap e attraverso l'utilizzo e la ricerca di linguaggi innovativi per comunicare il tema del rischio.

Tra le forme di comunicazione utilizzate, quella del teatro è senza dubbio tra le più innovative espresse dal progetto. La Commissione europea ha infatti guardato con molta curiosità l'esperimento di inserire uno spettacolo teatrale sul cambiamento climatico tra le attività

di progetto. Nel mese di aprile del 2018 è stata infatti portata in scena "La margherita di Adele 2.0" a San Benedetto del Tronto, un progetto nato dall'idea di veicolare un contenuto scientifico attraverso un linguaggio artistico che tocchi le corde emotive. Tale spettacolo sarà riproposto il prossimo 15 ottobre a Bruxelles, adattato in lingua inglese. Life Primes si era prefisso degli obiettivi molto ambiziosi e sapevamo che si trattava di una sfida difficile: contribuire a migliorare l'efficacia del sistema di allertamento, sperimentare modalità di partecipazione che potenziassero la prevenzione e la gestione del rischio alluvioni e mareggiate, creare percorsi di consapevolezza e resilienza integrando il punto di vista delle comunità. In questi anni in cui tutta la squadra di Life Primes si è impegnata per il raggiungimento di questi risultati non possiamo che essere soddisfatti per quanto si è riuscito a costruire fino a ora. La soddisfazione più grande è stata il riconoscimento dei sindaci e soprattutto degli *stakeholder* che hanno partecipato a questo percorso, sostenendo che bisognerebbe moltiplicare queste occasioni di formazione e di confronto e che queste opportunità sono preziose per la crescita delle comunità locali.

Marco Cardinaletti¹, Alessandra De Savino¹, Eva Merloni²

1. Eurocube

2. Area Europa

AUMENTARE LA RESILIENZA DELLE AREE INDUSTRIALI

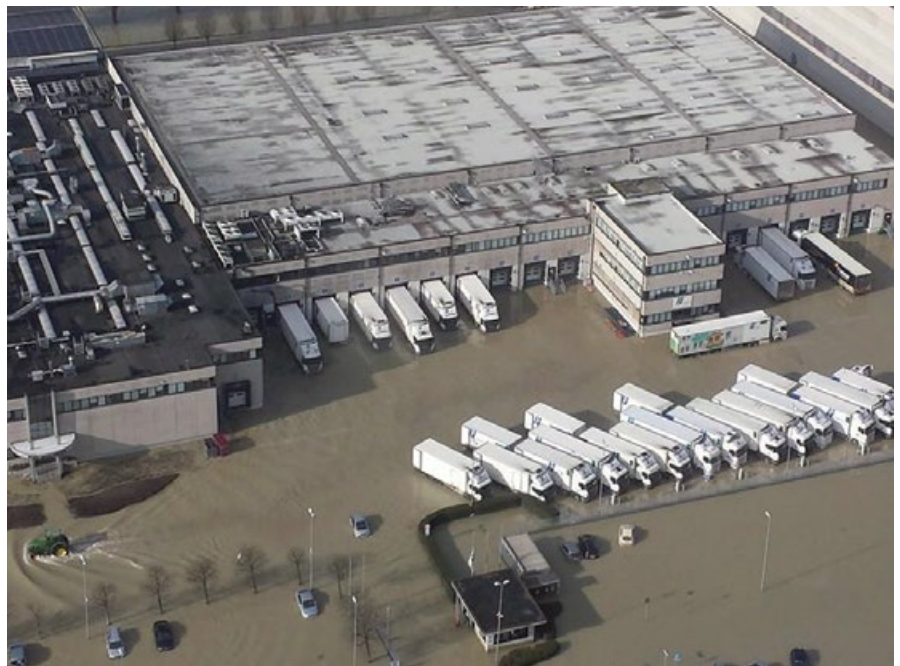
IL PROGETTO EUROPEO "IMPROVE RESILIENCE OF INDUSTRY SECTOR" (IRIS) MIRA A INCREMENTARE LA CAPACITÀ DELLE IMPRESE DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI. LA VALUTAZIONE E LA GESTIONE DEL RISCHIO CLIMATICO CONSENTONO DI PIANIFICARE LE OPPORTUNE RISPOSTE IN CASO DI EVENTI CHE POSSONO DANNEGGIARE I SITI PRODUTTIVI.

Il cambiamento climatico determina effetti non solo in ambito urbano, dove più spesso ne vengono analizzati gli impatti, ma anche in ambito industriale. Si manifesta con eventi estremi o catastrofici, quali inondazioni, allagamenti, ondate di calore o di gelo, siccità, trombe d'aria, che generano danni ai siti produttivi e agli impianti industriali, provocando effetti sulla produzione e sul business aziendale. Risulta pertanto importante che le imprese si dotino di strumenti di valutazione e gestione del rischio climatico. Per consentire una gestione del rischio climatico, è importante codificare un metodo per valutare le ricadute di determinati eventi e pianificare opportune risposte.

Possibili step sono:

- analisi del contesto
- definizione degli eventi climatici
- definizione di rischi e danni
- valutazione della probabilità di accadimento
- valutazione della magnitudo
- calcolo del rischio
- pianificazione delle misure di adattamento
- monitoraggio dell'attuazione del Piano al fine di valutare l'efficacia degli interventi e la capacità di adattamento.

Nel settore industriale è importante identificare e valutare gli impatti del cambiamento climatico declinando i danni e i rischi climatici sotto diversi aspetti che riguardano l'attività di impresa: produzione, logistica, filiera, infrastrutture, ecc. La complessità degli effetti del cambiamento climatico in ciascuno di questi ambiti aziendali può essere affrontata solamente attraverso una pianificazione mirata,



1

che può essere condotta sia a scala di stabilimento che di cluster.

In quest'ottica, risulta di particolare interesse il progetto *Iris Improve Resilience of Industry Sector*. Si tratta di un progetto finanziato dal programma Life della Commissione Europea, dedicato ai temi dell'ambiente e del clima.

I partner di progetto sono: Ervet (Emilia-Romagna valorizzazione economica territorio), Cap (Consorzio attività produttive aree e servizi di Modena), Sipro Agenzia per lo sviluppo di Ferrara, Carlsberg Italia, Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa, Ergo Srl e Terraria Srl. Ervet, capofila di progetto, ha maturato notevole esperienza sui temi del cambiamento climatico, della gestione sostenibile delle aree produttive e nella partecipazione a progetti europei. Cap e Sipro, partner di progetto, ricoprono il ruolo di soggetti gestori di Apea (Aree produttive ecologicamente attrezzate) e sono esperti nella gestione a scala di area delle tematiche ambientali

ed energetiche e nell'innovazione d'impresa.

Le attività del progetto Iris sono iniziate a settembre 2015 e termineranno a marzo 2019.

Cambiamenti climatici e valutazione della resilienza delle imprese

Il progetto mira a incrementare la resilienza delle imprese, ovvero la loro capacità di adattamento ai cambiamenti climatici in corso.

Precipitazioni intense, alluvioni, ondate di caldo e di freddo sono eventi sempre più frequenti che causano danni alle imprese e ai loro prodotti e servizi.

Le azioni del progetto Iris riguardano la capacità di valutare il rischio derivante dal cambiamento climatico nel settore industriale e le modalità per fronteggiarlo. Queste finalità sono perseguite attraverso un approccio di cluster, pertanto l'analisi dell'impatto climatico e la definizione di

1 Esondazione fluviale nell'area produttiva di Bomporto.

2 Logo del progetto Life Iris.

3 Mappa dei rischi climatici dell'area produttiva di San Giovanni di Ostellato.

misure di adattamento avvengono a scala di area industriale o di filiera. Nel caso dell'area industriale, tale approccio consente di determinare gli effetti cumulativi a livello di area e, soprattutto, di favorire la partnership pubblico privata e la definizione di misure basate sulla cooperazione tra i diversi portatori di interesse: imprese, gestori di Apea, Comuni, gestori dei servizi pubblici, Consorzi di Bonifica ecc. Un aspetto particolarmente innovativo del progetto Iris è che gli impatti del cambiamento climatico vengono declinati sotto il profilo del business, vale a dire nella definizione degli effetti causati dagli eventi estremi (es. allagamenti, trombe d'aria, ondate di calore e siccità) su aspetti quali: l'integrità degli asset aziendali e delle infrastrutture, la continuità dell'attività produttiva, la responsabilità legale, la reputazione e l'immagine, la risposta del mercato, la stabilità finanziaria, la salute dei lavoratori. La pianificazione degli interventi riveste un ruolo fondamentale nell'aumentare la resilienza delle imprese localizzate nell'area industriale; i Piani di adattamento ai cambiamenti climatici rappresentano lo strumento di medio periodo che permette di definire tempistiche, risorse, responsabilità e interazioni tra iniziative diverse (es. piani urbanistici, piani d'ambito, programmi aziendali) favorendo sinergie di investimento, sia in termini di personale che di risorse finanziarie. Una corretta pianificazione che tenga in considerazione tutti i portatori di interesse sul territorio porta alla definizione di azioni, risorse e responsabilità, all'interno di un cronoprogramma specifico per ogni misura.

Più resilienza nelle Aree produttive ecologicamente attrezzate

Il progetto Iris vede la partecipazione di due Apea: l'area industriale di Bomporto (MO) e l'area industriale di San Giovanni di Ostellato (FE). Tale condizione risulta favorevole e premiante anche nella lotta ai cambiamenti climatici e nella predisposizione di un Piano di adattamento d'area, dal momento che la presenza di un soggetto gestore rafforza la governance locale, aumenta la capacità di innovazione e agevola la collaborazione pubblico privata. In sintesi, per un'azienda è più facile essere resiliente all'interno di un'Apea. Cap e Sipro hanno realizzato un'analisi del rischio climatico, sulla base della

quale hanno elaborato un proprio piano di adattamento. Entrambi i gestori d'area hanno colto al meglio lo spirito e le finalità del Programma Life, dal momento che non si sono limitati a predisporre un piano avente una durata coincidente con quella del progetto, ma hanno sfruttato le risorse comunitarie e le opportunità di condivisione di competenze all'interno della partnership per elaborare piani di durata decennale. Alcune misure termineranno entro la primavera 2019, mentre altre proseguiranno ben oltre la fine del progetto.

Per ogni piano saranno ultimate almeno 5 azioni, di cui almeno una realizzata secondo un approccio ecosistemico (es. infrastrutture verdi).

Di seguito si riportano alcune delle azioni contenute nei piani di adattamento delle aree di Bomporto e San Giovanni di Ostellato:

- attivazione di uno sportello clima rivolto alle aziende
- formazione alle aziende in materia di impatti del cambiamento climatico e misure di risposta
- servizio di valutazione della vulnerabilità aziendale agli eventi meteorologici
- assistenza per l'elaborazione di piani clima aziendali
- piani di emergenza e allertamento
- adozione di pavimentazioni drenanti negli spazi pubblici



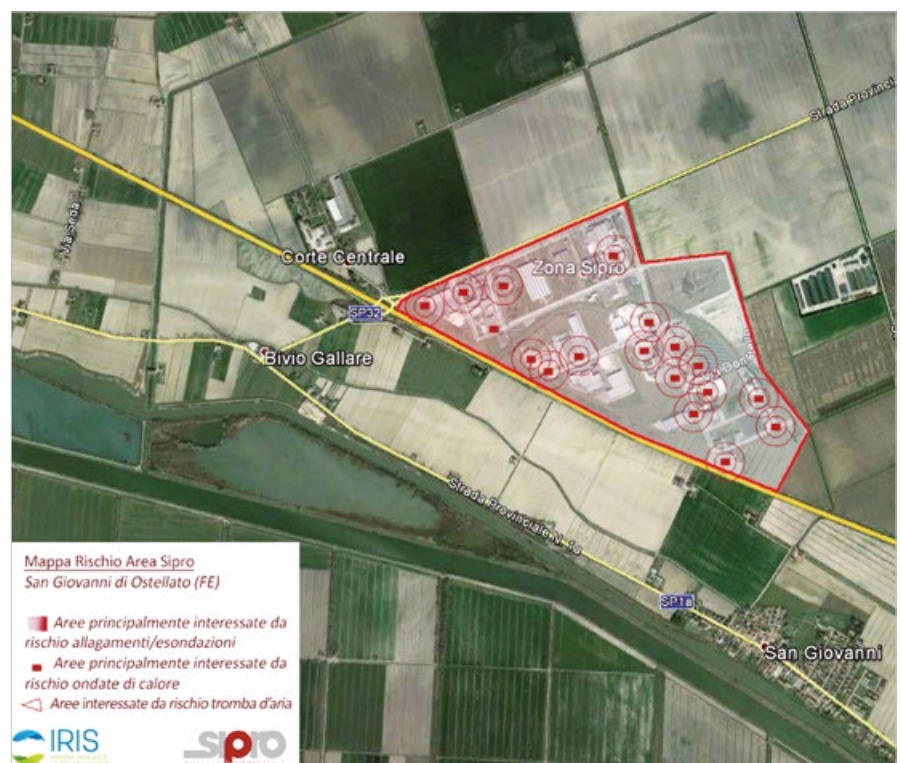
2

- forestazione urbana
- realizzazione di bacini inondabili
- adozione di materiali freddi negli involucri edilizi ad uso produttivo.

Il progetto Iris (www.lifeiris.eu) è il primo progetto in Europa che pone al centro gli effetti del cambiamento climatico nel settore industriale e propone un approccio di cluster per aumentare la resilienza delle imprese. Questo approccio risulta di particolare interesse per le piccole e medie imprese, dal momento che favorisce la condivisione di risorse e di competenze. Iris si inserisce in una lunga tradizione italiana, ed emiliano-romagnola in particolare, di progetti sperimentali e innovativi che mirano a fornire soluzioni operative di supporto alle Pmi, in grado di integrare competitività, ambiente e clima. Iris è anche su LinkedIn e Twitter.

Angela Amorusi, Alessandro Bosso, Guido Croce, Federica Focaccia

Emilia-Romagna Valorizzazione Economica Territorio (Ervet)



3

LA RIGENERAZIONE DELLA CITTÀ CONTRO LA FRAGILITÀ

IL RAPPORTO STRETTO TRA FRAGILITÀ TERRITORIALE E FENOMENI DI MARGINALITÀ SOCIALE È SEMPRE PIÙ EVIDENTE. LE REALTÀ URBANE E METROPOLITANE POSSONO METTERE IN CAMPO PROGRAMMI DI RIGENERAZIONE CHE SALDINO LE DIVERSE DIMENSIONI (AMBIENTALI, SOCIALI ED ECONOMICHE) IN UNA NUOVA PROSPETTIVA DI RIDEFINIZIONE DEL TERRITORIO.

Dal 2007 più della metà della popolazione mondiale vive nelle città e nel 2030 la quota dei suoi abitanti supererà il 60%; su una popolazione stimata di 8,1 miliardi, i residenti delle città saranno circa 5 miliardi; e di questi, circa 2 miliardi vivranno nelle *bidonville* e negli *slum* delle megalopoli urbane, soprattutto africane e asiatiche¹. Si tratta di sistemi insediativi radicalmente differenti da quelli che abbiamo ereditato e che definiamo comunemente *città contemporanea*: non una degradazione della città storica e moderna, ma qualcosa di radicalmente differente, costituita da *pattern* diversi di popolazioni, pratiche d'uso, economie; declinata da differenti ricerche che l'hanno descritta ponendo l'accento sulle nuove forme dell'abitare, multidirezionali e multidimensionali, che la letteratura ha variamente definito².

Come verificato dalla *Commissione parlamentare d'inchiesta sulle condizioni di sicurezza e sullo stato di degrado delle città e delle loro periferie*³, la popolazione residente nelle 14 Città metropolitane – i principali sistemi urbani del nostro paese, anche se non coincidenti con i reali fenomeni di diffusione urbana che le caratterizzano – ammonta a quasi

22 milioni, di cui circa 10 milioni nei comuni capoluogo e circa 12 milioni nei comuni delle Città metropolitane, così come ridefinite anche dal punto di vista delle funzioni dalla legge Delrio (L 56/2014). La relazione della Commissione individua l'abitabilità quale condizione strategica per la rigenerazione delle periferie urbane e metropolitane, le parti del paese più densamente popolate, stratificate nei processi di diffusione e urbanizzazione; e investite nel tempo dall'effetto di concentrazione di popolazioni e attività economiche: in diversi casi analizzati e descritti (Milano⁴ e Roma⁵ in particolare, ma non solo), appare evidente il rapporto fra fragilità territoriale – idrogeologica e sismica – e fenomeni di degrado, povertà, marginalità, esclusione sociale.

Territorializzare la rigenerazione

In diverse realtà urbane e metropolitane europee sono da tempo in atto programmi di rigenerazione che integrano politiche e azioni d'inclusione sociale, difesa idrogeologica, mobilità e infrastrutturazione sostenibile, riconversione energetica e sostituzione

del patrimonio edilizio⁶. La rigenerazione aggiunge quindi contenuti sociali, *welfare* urbano, ambientali e paesaggistici, ma anche economici, ai tradizionali temi delle grandi trasformazioni urbanistiche e della riqualificazione urbana discreta. La dilatazione dei fenomeni di urbanizzazione ha cambiato la scala dei problemi: dalla dimensione edilizia⁷, a quella urbana⁸, a quella territoriale che caratterizza la morfologia della città contemporanea. Il sistema degli interstizi e degli spazi aperti extraurbani può rappresentare il campo di attenzione, interesse e pertinenza della rigenerazione territoriale, relativa alla struttura fisica-ambientale del territorio rappresentato dal sistema delle reti verdi e blu; a quella paesaggistica ma anche sociale (le periferie metropolitane), luoghi di vulnerabilità fisica, ma spesso anche sociale. La rigenerazione della città contemporanea, in questa nuova dimensione territoriale, presenta due caratteristiche peculiari: multiscalarità e multidimensionalità.

Affrontare i rapporti tra le problematiche ambientali e le questioni dell'abitare alle differenti geografie di riferimento significa indagare le fragilità e i rischi territoriali e ambientali connessi alla



FOTO: UNIVERSITY OF Salford PRESS OFFICE

questione delle acque, del rischio idrogeologico, del rischio sismico. Il degrado e le patologie si possono in questo modo trasformare da problema in occasione strategica di rigenerazione. È alla scala territoriale che possono quindi essere praticate politiche di resilienza e di rigenerazione: che attraversano i territori e le periferie metropolitane, assumendo un ruolo centrale nella ridefinizione del progetto dei territori contemporanei; non solo quale telaio portante ecologico e paesaggistico della nuova città, ma anche come occasione per una politica di recupero degli spazi degradati; come azione progettuale per affrontare le problematiche dei rischi, a partire da acque, suoli, clima; come campo d'azione di nuovi soggetti sociali e imprenditoriali attivi nella costruzione di economie circolari.

Il governo della rigenerazione della città contemporanea riguarda inoltre due livelli di problemi: da un lato la necessità di processi di *governance* in grado d'integrare politiche, dispositivi, azioni, economie; dall'altro lato, l'esigenza di sviluppare una nuova prospettiva nella quale prevalga la capacità di coordinamento, cura e regia dell'attore pubblico nei processi, difficilmente governabili attraverso interventi intensivi, autoritativi e gerarchici; che sono invece da guidare e declinare attraverso dispositivi inclusivi, informali a forte regia pubblica, promossi all'interno di forme di partenariato pubblico-privato. Con un'attività processuale e un modello organizzativo che assuma la cura quotidiana della città come comportamento ordinario.

L'azione pubblica deve al contempo essere in grado di riconoscere le energie sociali presenti, che necessitano del sostegno di politiche *place based*, mettendo in azione il patrimonio sociale insediato e radicato nei quartieri; interpretando il tema dell'integrazione come convergenza tra attori, problemi, risorse, opportunità, interessi. Ma tutto questo da solo non basta: occorre riattivare canali stabili e continui di finanziamento nazionali, con programmi pluriennali e meccanismi di finanziamento continuativi, che in passato hanno costituito il volano di importanti programmi nazionali e regionali (si pensi ai fondi Gescal per la casa).

All'interno di questo quadro, possono giocare un ruolo fondamentale anche le risorse comunitarie, nelle varie forme delle politiche regionali e di coesione e dei fondi della finanza europea strutturata; da questo profilo, la proposta presentata dalla Commissione europea



(maggio 2018), che prevede un taglio delle risorse destinate allo sviluppo regionale e alle politiche di coesione (-10%) nell'ambito della riduzione del bilancio comunitario dovuto all'uscita del Regno Unito dall'Ue, appare in controtendenza. L'innovazione deve infine riguardare anche aspetti di riforma della fiscalità generale – almeno quelli collegati alla ridefinizione del regime giuridico degli immobili – fornendo un quadro di riferimento che parametri e moduli la riscossione degli oneri di urbanizzazione, con politiche di vantaggio per gli interventi virtuosi e risorse pubbliche certe finalizzate alla rigenerazione della città e dei territori contemporanei.

Piergiorgio Vitillo

Architetto, professore associato di Urbanistica presso la Scuola di Architettura, urbanistica, ingegneria civile (Auic) del Politecnico di Milano

Il tema dell'articolo è stato oggetto di una proposta di *Progetto di ricerca di rilevante interesse nazionale* (Prin 2017) dal titolo "A national strategy for regeneration: contemporary city and territorial fragility", presentata congiuntamente da quattro Università (La Sapienza di Roma, Politecnico di Torino, Politecnico di Milano, Università del Molise), coordinata da Donatella Cialdea (Università del Molise)

NOTE

¹ Jacques Véron, *L'urbanizzazione del mondo*, Il Mulino, Bologna, 2008.

² Paolo Galuzzi, Piergiorgio Vitillo, "Città contemporanea e rigenerazione urbana. Temi, azioni, strumenti", *Equilibri*, 1/2018.

³ Commissione parlamentare d'inchiesta sulle condizioni di sicurezza e sullo stato di degrado

delle città e delle loro periferie, *Relazione sull'attività svolta* (Roma, dicembre 2017).

⁴ Si veda anche la relazione di Simona Collarini, dirigente dell'Area Pianificazione urbanistica generale del Comune di Milano, "La riqualificazione ambientale ed ecologica. Nuovi approcci per l'adattamento e la resilienza in aree urbane", presentata a UrbanPromo Green, Venezia, Palazzo Badoero (settembre 2017).

⁵ Si veda anche il Piano *Roma Sicura. Primo rapporto su rischio alluvioni, frane, Cavità del sottosuolo e acque sotterranee*, Autorità di distretto idrografico dell'Italia Centrale, con la struttura di missione contro il dissesto idrogeologico e per lo sviluppo delle infrastrutture idriche della Presidenza del Consiglio, l'Ispra, il Dipartimento della Protezione civile (2018).

⁶ Fra le altre, Amburgo, Amsterdam, Vienna, Helsinki, Copenhagen.

⁷ Secondo il *Rapporto sulla promozione della sicurezza dai rischi naturali del patrimonio abitativo*, redatto dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri, Struttura di Missione Casa Italia (Roma, 2017), il patrimonio edilizio in condizioni mediocri o pessime costituisce una quota significativa dello stock immobiliare delle città italiane: il 40% a Napoli e Reggio Calabria, il 35% a Messina, il 35% a Catania, il 27% a Palermo, fra il 10 e il 20% a Cagliari, Bari, Genova, Firenze, Venezia e Roma, di poco inferiore al 10% a Milano e Bologna. Il 39,9% degli edifici italiani ha una vetustà superiore ai 50 anni e ben il 56,7% degli edifici non è soggetto ad alcuna normativa energetica, con alti consumi, elevanti costi per le proprietà, oltreché assai negativi impatti ambientali.

⁸ Si tratta delle politiche e programmi di trasformazione e rigenerazione urbana dei sistemi e delle reti che hanno interessato le città italiane in particolare nel corso degli anni Novanta: le aree dismesse, sottoutilizzate e degradate, ma anche le infrastrutture e i servizi di scala urbana obsoleti che hanno conformato la città pubblica Ottocentesca (scali ferroviari, caserme, macelli, ecc.)

LE CITTÀ ALLA SFIDA DEL CLIMA, PRIMA EMERGENZA AMBIENTALE

LA MAGGIORANZA DELLA POPOLAZIONE SI CONCENTRA NELLE AREE URBANE E IN UN PAESE COME L'ITALIA, DOVE ALLA DELICATA SITUAZIONE IDROGEOLOGICA SI SOMMA IL GRANDE CONSUMO DI SUOLO, POLITICHE E INTERVENTI PER AFFRONTARE I RISCHI CLIMATICI URBANI SONO PRIORITARI. L'ESEMPIO DEI PIANI CLIMATICI ADOTTATI DA DIVERSE CITTÀ EUROPEE.

I cambiamenti climatici sono oggi riconosciuti come la principale emergenza ambientale del pianeta. In questi anni si sono infatti ripetuti record sempre più preoccupanti e che non possono lasciare indifferenti: gli anni più caldi, gli uragani più violenti di sempre, le ondate di calore più forti e prolungate. Secondo i dati della Nasa, dal 1964 al 2017 le temperature globali medie sulla superficie del pianeta sono salite di 0,17-0,18 °C a decennio con un incremento dovuto anche al fatto che gli oceani terrestri, che assorbono la maggior parte del calore in eccesso dovuto all'effetto serra, stanno cominciando a rilasciare in atmosfera questo "credito" accumulato. Ma se l'attenzione si è fino a oggi concentrata nell'osservare alcuni ecosistemi strategici per l'equilibrio climatico del pianeta, come le banchise polari e i ghiacciai, dobbiamo sempre più guardare con altrettanta attenzione quanto sta già avvenendo nei territori. In particolare, sono le città l'ambito più a rischio per le conseguenze dei cambiamenti climatici. Perché è nelle aree urbane che vive la maggioranza della popolazione nel mondo, ed è qui che l'andamento delle piogge, gli episodi di trombe d'aria e ondate di calore hanno oramai assunto caratteri e impatti che solo in parte conoscevamo e che andranno ad aumentare.

L'Italia, un territorio estremamente delicato

Questi processi vanno analizzati con particolare attenzione nel nostro paese per almeno due ragioni fondamentali. La prima è il consumo e l'impermeabilizzazione dei suoli prodotti da case, capannoni, strade e parcheggi. La seconda, strettamente collegata, è che viviamo in uno dei paesi più delicati del mondo dal punto di vista idrogeologico,



1

che oggi si trova di fronte a processi che si ripetono con maggiore forza, frequenza, imprevedibilità. Per comprendere la dimensione di questi processi nel territorio italiano, Legambiente ha promosso un osservatorio sugli impatti dei cambiamenti climatici nelle città e nel territorio italiano. Uno degli strumenti dell'osservatorio è una mappa del rischio climatico¹ che ha l'obiettivo di raccogliere e mappare le informazioni sui danni provocati in Italia dai fenomeni climatici, in modo da comprendere la dimensione, i rischi e gli impatti che caratterizzano il territorio italiano. Sono 198 i comuni italiani dove, dal 2010 a oggi, si sono registrati impatti rilevanti con 340 fenomeni meteorologici estremi, 64 i giorni di blackout elettrici dovuti al maltempo e 64 i giorni di stop a metropolitana e treni urbani nelle principali città italiane. Sono poi 109 i casi di danni a infrastrutture causati da piogge intense. Ma ancora più rilevante è il tributo che si continua a pagare in termini di vite umane e di feriti: dal 2010 ad oggi sono state, infatti, oltre 157 le persone vittime di maltempo, secondo dati del Cnr. Nel Rapporto 2018 presentato a giugno,

al centro dell'attenzione è stato posto il tema dell'acqua, risorsa preziosa ma che allo stesso tempo può diventare un pericolo per le persone e creare danni agli spazi urbani. Senza contare che a oggi si continua a sprecare ancora troppo acqua: nel 2015 è stato disperso il 38,2% dell'acqua immessa nella rete di distribuzione, con perdite complessive che potrebbero soddisfare le domande annuali di 10 milioni di persone. Occorre poi considerare le conseguenze sulle risorse idriche dell'aumento delle temperature e, nei territori, del ripetersi di periodi di siccità e poi di piogge torrenziali. Lo scorso anno, nei quattro principali bacini idrografici italiani le portate medie annue hanno registrato una riduzione complessiva del 39,6% rispetto alla media del trentennio 1981-2010. Per non parlare dell'aumento delle temperature e delle conseguenti ondate

- 1 Interventi di adattamento al clima negli spazi pubblici attraverso l'uso dell'acqua: Milano, Piazza Gae Aulenti.
- 2 Interventi di adattamento al clima negli spazi pubblici attraverso l'ombreggiatura: Siviglia, Plaza de Cristo de Burgos.
- 3 La mappa del rischio climatico nelle città italiane (<https://cittaclima.it>)

di calore, oggi uno dei maggiori pericoli per le persone. Tra il 2005 e il 2016, in 23 città italiane, le ondate di calore hanno causato 23.880 morti². Le ondate di calore possono avere effetti nocivi per la salute, soprattutto per gli anziani e gli ammalati, quando le temperature diurne superano i 35 °C e quelle notturne non scendono sotto i 25 °C. È importante sottolineare l'importanza di studi specifici che approfondiscano questi dati nei territori, perché l'esatta conoscenza delle zone urbane a maggior rischio, sia rispetto alle piogge che alle ondate di calore, è fondamentale per salvare vite umane e limitare i danni.

Serve una cabina di regia su strategie climatiche e adattamento

Di fronte a uno scenario di questo tipo occorre dar avvio a interventi rapidi e politiche di adattamento, a partire dai grandi centri urbani più a rischio, attraverso nuove strategie, risorse economiche e un indirizzo forte a livello nazionale. I tradizionali interventi devono lasciare sempre più spazio a progetti che tengano conto di equilibri climatici ed ecologici complessi. Inoltre, proprio la mappa del rischio climatico mette in evidenza come l'Italia non sia tutta uguale di fronte agli impatti: esistono infatti situazioni e rischi differenti tra le regioni e le città, anche perché uno stesso fenomeno – da una pioggia violenta a un'ondata di calore – può provocare impatti diversi in funzione delle caratteristiche idrogeologiche dei territori coinvolti e anche di quanto e come si è costruito. Ed è per queste ragioni che ora serve scegliere con attenzione le priorità di intervento e accelerare nelle politiche attraverso una cabina di regia prima sulle strategie climatiche – che deve essere in capo al governo, con un coordinamento forte delle strategie dei diversi ministeri ed enti – e poi degli interventi, in modo che il Piano nazionale di adattamento al clima, in corso di redazione, diventi il riferimento per i finanziamenti e gli interventi di messa in sicurezza del territorio italiano nei prossimi anni. Per realizzare questo cambiamento occorre prendere alcune decisioni oramai non più rinviabili.

Un esempio di innovazione nelle pratiche di intervento è l'approvazione di un regolamento nazionale per l'adattamento climatico e la messa in sicurezza delle città, che imprima un cambiamento radicale di rotta nelle pratiche di intervento, indispensabile se si vogliono

superare discussioni infinite e assumersi davvero la responsabilità di mettere in sicurezza le persone. L'obiettivo dovrebbe essere, ad esempio, cambiare il modello di gestione dell'acqua in città, a partire dalla progettazione e intervento, in modo da adattare gli spazi urbani alla nuova situazione climatica, per filtrare l'acqua nei suoli, trattenerla in serbatoi con l'obiettivo di garantire la sicurezza nei momenti di massime precipitazioni e averla a disposizione nei momenti di siccità. Diverse città europee hanno già approvato piani-clima per le aree urbane, e le loro esperienze dimostrano come sia possibile realizzare progetti capaci di affrontare i rischi legati ai cambiamenti climatici in una prospettiva di miglioramento della qualità urbana.

Edoardo Zanchini, Gabriele Nanni

Legambiente

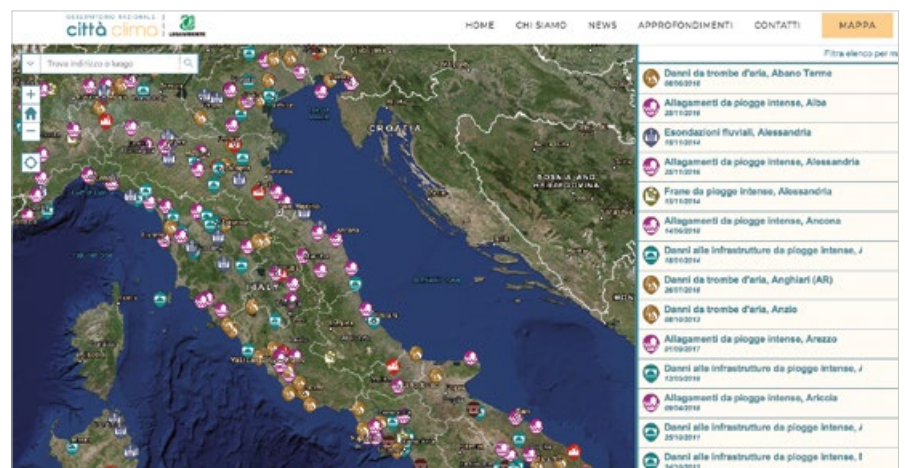
NOTE

¹ Si veda il sito cittaclima.it

² Si vedano gli studi realizzati nell'ambito del programma nazionale di prevenzione, coordinati dal Dipartimento di epidemiologia del servizio sanitario regionale del Lazio, che confermano un rilevante aumento della mortalità durante le ondate di calore, ossia quando si hanno per più giorni temperature elevate sia di giorno che di notte, in particolare proprio nelle aree urbane. I dati (relativi a 23 città) mostrano che gli effetti maggiori si hanno negli anni a più elevata esposizione al caldo, e mettono in luce una riduzione dei numeri negli ultimi anni attribuibile agli interventi di allerta attivati. Complessivamente, nelle città analizzate si possono attribuire alle ondate di calore 23.880 morti tra il 2005 e il 2016. Numerose ricerche hanno dimostrato l'associazione tra elevate temperature e salute della popolazione, in particolare dei soggetti a rischio, soprattutto anziani che vivono in ambiente urbano. Si veda https://cittaclima.it/wp-content/uploads/2018/06/Michelozzi_Clima_citt%C3%A0_20_giugno_2018.pdf



2



3

LIFE DERRIS, UN PROGETTO PER PMI RESILIENTI A EVENTI ESTREMI

IL PROGETTO DI PARTNERSHIP PUBBLICO-PRIVATO, COFINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA CON UNIPOL GRUPPO CAPOFILA, INSIEME AD ANCI CITTÀ DI TORINO, COORDINAMENTO AGENDA 21 E CINEAS, MIRA AD ACCRESCERE LE CAPACITÀ DI ADATTAMENTO AI RISCHI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI DELLE PMI E LA RESILIENZA DELLE COMUNITÀ LOCALI.

Alluvioni, precipitazioni intense, trombe d'aria, ondate di calore, ecc.: gli eventi climatici estremi contraddistinguono purtroppo, sempre più spesso, le cronache nazionali con vittime e danni ingenti per la popolazione e il tessuto imprenditoriale italiano. Benché l'Italia sia uno dei paesi europei più vulnerabili ai cambiamenti climatici, il nostro paese è purtroppo caratterizzato da una scarsa cultura del rischio e da una scarsa consapevolezza degli impatti dei cambiamenti climatici, in particolare sulla attività produttive. Molte grandi imprese si sono gradualmente attrezzate per integrare maggiormente i rischi legati ai cambiamenti climatici nei loro processi di *risk management*. Al contrario, le piccole e medie imprese (Pmi), che rappresentano la grande maggioranza del tessuto economico italiano, non dispongono di conoscenze o strumenti in grado di aiutarle a capire a quali rischi sono esposte e cosa possono fare per ridurre i danni legati a eventi catastrofici. Da questa premessa è nato il progetto Life Derris (*DisastEr Risk Reduction InSurance*), co-finanziato dall'Unione europea e di cui Unipol Gruppo è capofila insieme ai partner Anci, Città di Torino, Coordinamento Agenda 21 e Cineas. L'idea di fondo del progetto era di affrontare queste criticità, mettendo concretamente in atto un tema tanto dibattuto a livello internazionale ed europeo, ovvero il ruolo innovativo che il settore assicurativo può svolgere nel promuovere una migliore prevenzione e gestione dei rischi legati ai cambiamenti climatici. L'obiettivo del progetto era di sperimentare un nuovo modello di partnership tra pubblico e privato, ovvero tra assicurazioni e enti locali, per accrescere la capacità delle Pmi a prevenire e gestire i rischi legati ai cambiamenti climatici, migliorando al contempo la resilienza delle comunità locali. Mentre all'estero esistono diverse modalità di collaborazione tra istituzioni

pubbliche e settore assicurativo, che vanno dallo scambio di dati sugli impatti dei cambiamenti climatici a collaborazioni sulla stesura di strategie per migliorare la capacità dei diversi soggetti ad adattarsi ai cambiamenti climatici, in Italia non esistevano tali forme di Partenariato pubblico-privato (Ppp) tra settore pubblico e assicurativo per migliorare la resilienza delle Pmi. Il progetto Derris ha evidenziato il modo in cui il ruolo del settore assicurativo stia cambiando: alle assicurazioni non è più richiesto solo di assumere il rischio, in particolare attraverso l'offerta di prodotti assicurativi (*risk carrier role*), ma anche, fondamentale, di supportare gli altri attori (sia pubblici che privati) nell'attuazione di azioni che possano ridurre i rischi climatici e favorire, al tempo stesso, una maggiore resilienza ai cambiamenti climatici (*risk manager role*) e, infine, per mobilitare le risorse necessarie per finanziare l'adattamento ai cambiamenti climatici e la resilienza delle comunità locali (*investor role*). Come si è concretizzato il modello di Ppp ideato dal progetto Derris? In primo luogo, il progetto ha sviluppato uno strumento di autovalutazione del rischio climatico (intitolato *Climate risk assessment and management tool*), semplice e immediato, che dà alle Pmi la possibilità di capire a quali rischi sono esposte in caso di eventi meteo-climatici estremi e quali potrebbero essere le soluzioni da applicare nella propria azienda per prevenire i danni. Il *tool* ha l'obiettivo di accompagnare le Pmi alla redazione di un Piano di azione per l'adattamento ai cambiamenti climatici che li aiuti a migliorarne la loro resilienza. Più generalmente, il modello che è stato sviluppato dal progetto Derris è stato volto ad aiutare le Pmi a:

- conoscere e valutare i rischi climatici a cui sono esposte (grazie allo strumento di autovalutazione del rischio climatico che rende i dati legati ai rischi climatici facilmente accessibili alle Pmi e



FOTO: PROTEZIONE CIVILE REGIONE EMILIA-ROMAGNA

grazie all'organizzazione di sessioni di formazione e di *webtraining*)

- conoscere quali interventi possono essere implementati per prevenire e gestire i rischi (grazie allo strumento di autovalutazione del rischio climatico che fornisce suggerimenti sugli interventi da intraprendere per ridurre la vulnerabilità e ai sopralluoghi in azienda effettuati dagli esperti del progetto)
- trasferire il rischio residuo (attraverso lo strumento assicurativo come risultato della precedente autovalutazione, e/o attraverso maggiori interazioni con le autorità pubbliche locali per definire azioni e piani di resilienza coerenti).

Dopo una sperimentazione pilota svoltasi a Torino, che ha visto il coinvolgimento di una trentina di imprese, il progetto è stato replicato in altri 10 enti locali su tutto il territorio italiano per dare modo al maggior numero di Pmi d'Italia di individuare i principali rischi meteo-climatici ai quali sono esposte e di definire le possibili

azioni per la gestione dei rischi e delle emergenze. Sull'esperienza di Torino, le città di Genova, Padova, Bologna, Rovereto, Udine, Varese, Molfetta, Alghero, Pescara e l'Unione dei Comuni del circondario empoiese Valdelsa hanno manifestato il loro interesse a partecipare al progetto.

Gli 11 enti locali che hanno partecipato al progetto hanno dato vita a una *community* di enti locali per condividere esperienze, buone pratiche e strumenti per accrescere la resilienza dei propri territori. È inutile nascondere che il progetto si è tuttavia scontrato con la difficoltà di coinvolgere le Pmi nel percorso, confermando in questo senso una delle criticità che era stata identificata durante la stesura del progetto, ovvero la scarsa cultura del rischio e consapevolezza che le Pmi hanno dei possibili impatti dei cambiamenti climatici sulle loro attività. Questa difficoltà ha portato i soggetti attuatori della *partnership* (enti locali e assicurazioni) a ripensare e innovare il modello di collaborazione e di coinvolgimento degli *stakeholder* del territorio, passando da un modello di Ppp verticale a un modello di Ppp orizzontale. Infatti, nelle città che hanno partecipato al progetto Derris, è stato attivato un processo di coinvolgimento pervasivo degli *stakeholder* interni (coinvolgimento trasversale di diversi settori all'interno degli enti locali) ed esterni (dal mondo imprenditoriale al mondo della ricerca passando dalle associazioni di categoria).



FOTO: A. SAMARITANI - REGIONE EMILIA-ROMAGNA ANIG

L'intento era che la Ppp si basasse su una collaborazione tra questi diversi soggetti, che fosse meno gerarchica e istituzionale, bensì il risultato di una pianificazione condivisa, mirata alla gestione e all'efficacia.

Il progetto, infatti, ha dimostrato che un ingrediente chiave di una migliore prevenzione e gestione dei rischi legati ai cambiamenti climatici è il *capacity-building* dei diversi soggetti (pubblici e privati) che devono essere messi nelle condizioni di capire i benefici che possono trarre da una migliore politica di gestione dei rischi. Questo approccio consente di raggiungere un duplice obiettivo:

- aiuta la longevità delle Pmi, per cui prepararsi prima ad affrontare queste

tipologie di crisi è un fattore chiave di competitività, in quanto riduce i tempi di interruzione delle loro attività

- supporta la capacità delle città a reinventare la loro pianificazione urbana e i loro processi di coprogettazione, per far sì che le politiche di adattamento ai cambiamenti climatici non siano solo reattive, ma in grado di modificare e innovare l'uso degli spazi coinvolgendo tutti gli attori, comprese le aziende, verso un obiettivo comune, ovvero una maggiore resilienza dei territori e delle comunità locali.

Maria Luisa Parmigiani

Responsabile sostenibilità gruppo Unipol



FOTO: PROTEZIONE CIVILE REGIONE EMILIA-ROMAGNA

PIANIFICAZIONE IN EMERGENZA E DIRETTIVA SEVESO

SONO STATE ELABORATE A LIVELLO NAZIONALE LE LINEE GUIDA PER MIGLIORARE LA PREVENZIONE E LA RISPOSTA IN EMERGENZA IN RELAZIONE AL RISCHIO DA INCIDENTE RILEVANTE, IN LINEA CON GLI STANDARD EUROPEI. DI PARTICOLARE RILIEVO L'APPROCCIO INCLUSIVO NELLA PIANIFICAZIONE E SPERIMENTAZIONE DEI PIANI DI EMERGENZA ESTERNI.

Il Dlgs 105/2015 per la prevenzione e la limitazione degli effetti dannosi derivanti da incidenti rilevanti, recepimento della direttiva comunitaria 2012/18/UE, introduce un organismo di coordinamento a livello centrale, denominato Coordinamento per l'uniforme applicazione sul territorio nazionale, innovativo rispetto alla direttiva stessa.

Al Coordinamento nazionale è quindi affidato il compito di elaborare indirizzi, linee guida, proposte di decreti, in relazione alle necessità e agli aspetti di comune interesse, al fine di poter raggiungere l'obiettivo di una prevenzione capillare e omogenea su tutto il territorio nazionale, in linea con gli standard europei.

Le attività del Coordinamento sono espletate anche mediante l'istituzione di gruppi di lavoro che, nel recepire le direttive europee, mettono a sistema le esperienze maturate sul campo fino a oggi nei diversi territori, per arrivare alla formulazione di un testo unico e condiviso. Questa metodologia rappresenta il vero volano, una sfida per rispondere al meglio alle richieste dell'Europa.

Dopo la presentazione del report della Commissione europea, che pubblica i risultati dello stato di attuazione della direttiva ed evidenzia gli obiettivi raggiunti e le criticità negli stati membri, è stato costituito un gruppo di lavoro interistituzionale per elaborare il documento *Indirizzi per la sperimentazione dei piani di emergenza esterna agli stabilimenti a rischio di incidente rilevante ai sensi dell'art. 21 del Dlgs 105/15* e il documento *Linea guida per la predisposizione del piano di emergenza esterna e l'informazione alla popolazione*, al fine di superare le criticità indicate nel report CE 2012-2014, inerenti la predisposizione del piano di emergenza esterno e lo svolgimento delle relative sperimentazioni nelle aziende a rischio di incidente rilevante.

Linea guida per la predisposizione del piano di emergenza esterna e l'informazione alla popolazione

I principi fondamentali che caratterizzano la Linea guida – attualmente in fase di redazione da parte del gruppo di lavoro interistituzionale, costituito da Dipartimento di protezione civile, ministero Ambiente, ministero Interno, Ispra (Istituto superiore per la prevenzione e la ricerca ambientale), Arpa Abruzzo, Arpa Emilia-Romagna, Arpa Toscana, Regione Marche e Regione Piemonte – discendono oltre che dal Dlgs 105/15 anche dalla guida dell'Ocse per la prevenzione, la preparazione e l'intervento nei casi di incidente chimico. Prevenire l'accadimento di *incidenti e quasi incidenti* che coinvolgono sostanze pericolose, affrontare l'incidente e mitigarne le conseguenze attraverso piani di emergenza, pianificazione territoriale e comunicazione con la popolazione per ridurre al minimo le conseguenze dannose alla salute, all'ambiente e al patrimonio, rappresentano i fondamenti per garantire un elevato livello di sicurezza e prevenire incidenti futuri (figura 1).

Il *Piano di emergenza esterna* (PEE) rappresenta il documento ufficiale con il quale l'autorità preposta organizza la risposta di protezione civile e di tutela ambientale per mitigare i danni di un



Il report della Commissione europea pubblicato a marzo 2017 descrive le analisi trasmesse dagli stati membri in merito allo stato di attuazione della direttiva "Seveso II" 96/82/EC, recepita in Italia con il Dlgs 334/99 s.m.i e vigente nel periodo di attuazione 2012-2014.

incidente rilevante sulla base di scenari che individuano le zone a rischio ove presumibilmente ricadranno gli effetti nocivi dell'evento atteso. Il coordinamento tra le informazioni pertinenti nei PEE e gli strumenti di pianificazione del territorio, nelle diverse articolazioni, urbanistiche e di protezione civile, appare fondamentale anche ai fini della migliore gestione del processo di governo del territorio al fine di garantire la prevenzione.



FIG. 1
CICLO DELLA SICUREZZA

Linea guida Ocse.

Indirizzi e sperimentazioni dei piani di emergenza esterna, la Linea guida come strumento di governance

Il gruppo di lavoro interistituzionale, costituito da Dipartimento di protezione civile, ministero dell'Interno, Dipartimento dei Vigili del fuoco, ministero dell'Ambiente, Ispra, Arpae e Regione Piemonte, ha redatto nel febbraio 2018 il documento *Indirizzi per la sperimentazione dei piani di emergenza esterna agli stabilimenti a rischio di incidente rilevante ai sensi dell'art. 21 del Dlgs 105/15*, con l'obiettivo di fornire un supporto alle Prefetture e agli altri soggetti competenti per lo svolgimento degli adempimenti riguardanti la sperimentazione Piani di emergenza esterni previsto dalla direttiva Seveso e la guida dell'Ocse.

La finalità della sperimentazione è di testare mediante le esercitazioni:

- le procedure di attivazione delle strutture operative
- la capacità operativa delle componenti istituzionali e di alcuni settori socio-economici, ad esempio scuole, ospedali, supermercati, presenti nelle zone a rischio
- la capacità operativa dei piani di settore previsti.

Le fasi di una esercitazione si caratterizzano in *pianificazione, progettazione, svolgimento della sperimentazione* per concludersi con il *debriefing* e *follow up* che permette di individuare le criticità e i relativi miglioramenti da apportare al PEE per gestire un'emergenza. L'istituzione di un tavolo tecnico multidisciplinare rappresenta lo strumento preferenziale per il coinvolgimento di tutti gli enti e la condivisione di obiettivi, criticità e azioni di miglioramento.

Nell'ambito dell'approccio definito dall'Ocse, le sperimentazioni dei PEE costituiscono un fondamentale strumento di *governance* di questa tipologia di rischio. Le sperimentazioni a vari livelli permettono di evidenziare e correggere, con conseguenti modifiche del Piano, le problematiche inerenti la struttura organizzativa del modello di intervento, anche con un ridisegno partecipato dei processi e del flusso di attuazione.

Cosetta Mazzini¹, Francesco Geri²

Componenti del Coordinamento nazionale di cui all'art. 11 del Dlgs 105/2015

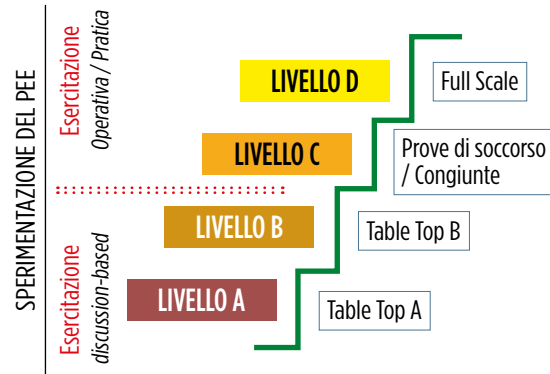
1. Arpae Emilia-Romagna
2. Dipartimento della protezione civile

FIG. 2 ESERCITAZIONE, METODOLOGIA

Metodologia di esercitazione discussion-based e operations-based.

Novità:

- 1- semplificazione: non sarà necessario effettuare, esclusivamente, esercitazioni "classiche"
- 2- differenziazione: quattro livelli di esercitazione differenziati a impegno crescente
- 3- gradualità: le esercitazioni saranno proporzionate alle necessità e alla disponibilità delle risorse.



LIVELLO A	PER POSTI COMANDO (TABLE TOP) PARZIALE <ul style="list-style-type: none"> • confronto sulle procedure di intervento dei singoli enti • verifica del flusso delle comunicazioni • attivazione simulata di procedure di intervento specifiche 	discussion-based Esercitazioni senza il coinvolgimento di personale, di mezzi operativi e della popolazione (nessuna azione reale sul territorio). Consente di acquisire familiarità con i contenuti del PEE e delle procedure previste. Si organizzano in tempi ridotti con limitato utilizzo di risorse
LIVELLO B	PER POSTI COMANDO (TABLE TOP) COMPLETA <ul style="list-style-type: none"> • attivazione del centro operativo e della rete di telecomunicazioni • attivazione di tutte le procedure e del modello di intervento con la verifica delle tempistiche e delle criticità connesse all'attivazione 	operations-based Esercitazioni effettuate o attraverso prove di soccorso o su scala reale. Consentono di valutare l'idoneità delle azioni previste dai piani.
LIVELLO C	PROVE DI SOCCORSO/CONGIUNTE <ul style="list-style-type: none"> • effettuazione di azioni reali riferite ad alcune procedure di intervento previste dal piano per gli stati di attenzione, preallarme, allarme-emergenza, cessato allarme • coinvolgimento dei soccorritori e delle relative sale operative senza tuttavia interessare la popolazione 	
LIVELLO D	A SCALA REALE (FULL SCALE) <ul style="list-style-type: none"> • azioni reali sul territorio per tutte le procedure di intervento previste dal piano • coinvolgimento della popolazione 	

TAB. 1 RISCHIO DI INCIDENTE RILEVANTE

Declinazione dell'approccio inclusivo rispetto al rischio di incidente rilevante.

Forzante di rischio	Fasi	Descrizione
Prima dell'evento	Previsione Prevenzione	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rapporto di sicurezza ✓ Sistema di gestione della sicurezza ✓ Notifica ✓ Controllo dell'urbanizzazione ✓ Compatibilità territoriale ✓ Piano di emergenza interna ✓ Piano di emergenza esterna ✓ Consultazione della popolazione ✓ Informazione alla popolazione ✓ Valutazione dell'effetto domino ✓ Controllo all'interno degli stabilimenti attraverso l'istituto delle ispezioni
	Preparazione	✓ Sperimentazione dei PEE a vari livelli con fase di debriefing e follow up
Dopo l'evento	Risposta	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Comunicazione dell'evento e flusso informativo (tra gestore, sale operative, centri coordinamento) ✓ Attivazione modello di intervento integrato per fasi (attivazione, preallarme, allarme-emergenza, cessato allarme) con attribuzione di attività prioritarie sul luogo dell'incidente rilevante ✓ Assistenza e informazione alla popolazione ✓ Mantenimento livelli minimi di servizio dello stabilimento
	Ripristino follow-up	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Analisi post evento, quadro degli elementi critici di impianto ✓ Valutazione del danno ✓ Attuazione di misure di disaster recovery e business continuity management

LA SFIDA DELLA GESTIONE DI COSTE E MAREGGIATE

IL PROGETTO EUROPEO I-STORMS INTENDE FORNIRE STRUMENTI DI PREVENZIONE E ALLERTAMENTO PRECOCE PER LE MAREGGIATE NEL BACINO ADRIATICO-IONICO, UNA MINACCIA SEMPRE PIÙ DIFFUSA IN UN CONTESTO DI CAMBIAMENTO CLIMATICO. L'IMPORTANZA DI AUMENTARE LA CONSAPEVOLEZZA E IL COINVOLGIMENTO SOCIALE.

Le aree costiere sono zone di confine tra terra e mare in cui l'impatto delle attività umane interagisce e si somma alle dinamiche naturali, in un complesso, delicato e precario equilibrio tra gli obiettivi antropici di carattere sociale ed economico (turismo, urbanizzazione, acquacoltura, pesca ecc.) e i limiti imposti dalle caratteristiche e dall'evoluzione dell'ambiente marino-costiero. Per effetto del cambiamento climatico, nei prossimi anni, gli eventi di mareggiata potranno aumentare in numero e in intensità, con conseguenti impatti negativi sulle coste. Tali impatti potranno essere ulteriormente aggravati dalla concomitanza di piene fluviali di breve durata e forte intensità che, trovando difficoltà nel deflusso a mare, saranno concausa di ulteriori dissesti delle aree della fascia costiera e delle zone retrostanti. Inoltre, il riscaldamento globale e il progressivo abbassamento del territorio per subsidenza, che in alcune aree del bacino adriatico registra valori in continuo aumento, porta a un conseguente innalzamento del livello medio del mare, che concorre e amplifica l'aumento della vulnerabilità delle coste del bacino adriatico-ionico rispetto ai fenomeni di allagamento costiero dovuti a *storm surge* (per esempio l'acqua alta a Venezia) e *meteotsunami* (per esempio in Croazia). I danni a strutture e a infrastrutture dovuti agli eventi meteo-marini intensi e l'alterazione dei pochi ambienti naturali costieri ancora esistenti hanno un impatto diretto sulla vita dei cittadini, con ripercussioni consistenti sul patrimonio culturale, ambientale, sociale ed economico. Per comprendere la portata del problema, si ricordi, ad esempio, la mareggiata che la notte tra il 5 e il 6 febbraio 2015 si è abbattuta sulla costa adriatica, da Comacchio ad Ancona, causando danni e distruzione di attrezzature e infrastrutture per milioni di euro, portando così tutto il tratto di costa colpito alla dichiarazione dello stato di emergenza. Nello specifico, questo evento meteo-marino è stato

caratterizzato dalla concomitanza di vento forte (fino 120 km/h), pressione e onde (oltre 4 metri) che hanno portato a registrare un livello del mare di oltre 2 metri superiore ai valori medi.

Il progetto europeo I-Storms, cofinanziato dal programma comunitario Interreg Adrion, ha come obiettivo proprio quello di dare una risposta a questi eventi in termini di prevenzione e allertamento precoce, per fornire a cittadini, protezioni civili e autorità gli strumenti adatti a sviluppare misure di gestione adeguate. I-Storms intende superare la scarsa condivisione delle informazioni in termini di catalogazione delle mareggiate occorse, dati osservati, previsioni, metodologie di prevenzione, procedure di allertamento e gestione dell'emergenza tra i paesi che si affacciano sul bacino adriatico-ionico, facilitandone la cooperazione. Nell'attuale contesto dei cambiamenti climatici si richiede urgentemente lo sviluppo di nuove ed efficaci politiche ambientali che evitino di raggiungere livelli di non ritorno; nell'attesa di specifiche misure di contrasto è comunque necessario mettere in campo azioni di adattamento e prevenzione per i rischi costieri dovuti ai fenomeni meteo-marini intensi, costruendo il più velocemente possibile percorsi di resilienza.

Capofila del progetto è la Città di Venezia, particolarmente sensibile al tema del rischio marino e dell'innalzamento del livello del mare. Il partenariato internazionale è composto dal Consiglio nazionale delle ricerche - Istituto di scienze marine (Cnr-Isma, Italia), il Servizio IdroMeteoClima di Arpa Emilia-Romagna, la Protezione civile della Regione Puglia, l'Agenzia slovena per l'ambiente (Arso), il Servizio meteorologico e idrologico croato (Dhmz), il Consiglio regionale di Durazzo (Albania) e l'Istituto di geoscienze, energia, acqua e ambiente albanese



(Igeve) e infine l'Unione regionale delle Municipalità d'Epiro (Grecia). Tra i partner associati anche il Dipartimento della protezione civile nazionale e la Regione Emilia-Romagna. Obiettivo di questa collaborazione è creare sinergie per affrontare insieme, attraverso lo scambio di strumenti, esperienze e buone pratiche, la gestione del rischio e dell'emergenza per i fenomeni che accomunano i partner del bacino adriatico-ionico, perché anche se la vulnerabilità di uno specifico tratto di costa dipende da diverse variabili legate alle caratteristiche peculiari e intrinseche della zona considerata, si riscontrano sempre elementi comuni che permettono di sviluppare un approccio integrato.

Nei due anni di durata del progetto (gennaio 2018-dicembre 2019) I-Storms si propone la realizzazione di:

- *un network europeo* a cui saranno invitati a partecipare gli attori più rilevanti della zona adriatico-ionica al fine di migliorare la cooperazione e lo scambio di conoscenze
- *un atlante delle mareggiate* per mappare le aree a rischio e le procedure attuali per la gestione delle emergenze
- *un catalogo* di soggetti, buone pratiche e strumenti attualmente disponibili per rispondere alle sfide provocate dalle mareggiate
- *una piattaforma informatica, interoperabile e georeferenziata* che aggrega dati e modelli forniti dai diversi paesi coinvolti nel progetto per l'armonizzazione delle previsioni dei rischi e delle emergenze marittime in Adriatico

- un'applicazione per telefoni cellulari e tablet che permetta un facile accesso a informazioni e messaggi di allerta
- una strategia comune che migliori la risposta alle emergenze causate dalle mareggiate e promuova la cooperazione nelle procedure di *early warning*, in coerenza con i meccanismi di protezione civile europei
- un tavolo di discussione permanente a livello di bacino adriatico-ionico per valutare annualmente sviluppi e strumenti nel settore del rischio costiero.

Nella prima fase del progetto sono stati sviluppati tre questionari, due dei quali di carattere tecnico, volti a raccogliere informazioni sui sistemi osservativi e previsionali, sui fenomeni meteo-marini occorsi sul territorio di studio, sugli impatti e sulle procedure di gestione del rischio costiero. Il terzo questionario è un'indagine sulla percezione del rischio da mareggiate, rivolta agli *stakeholder* locali potenzialmente interessati a contribuire allo scambio di informazioni e al miglioramento dei sistemi di allertamento e delle procedure di intervento.

L'analisi preliminare condotta attraverso la somministrazione dei questionari ha evidenziato una mancanza diffusa di procedure di allertamento specifiche per il rischio costiero, presenti solo in alcune realtà, e di sistemi di allertamento precoce (*Early Warning System, Ews*) collaudati ed efficaci. Questo dato rende molto importante l'attività di scambio di buone pratiche sperimentate a livello locale e lo sviluppo delle Linee guida e di una Strategia che possano definire una cornice di riferimento nell'ambito dei rischi marini, diventando così una risorsa per tutti gli attori istituzionali che hanno competenza su questo tema. Mentre nelle procedure di intervento e nella gestione delle emergenze si riscontra una maggiore preparazione generale, sia tra i partner di progetto che negli altri soggetti istituzionali consultati, si è rilevata l'improrogabile necessità di potenziare i sistemi di allertamento precoce e di monitoraggio dei fenomeni in oggetto e di formare e informare amministratori e cittadini perché possano concorrere all'efficacia delle misure adottate.

Anche il nuovo Codice della protezione civile sottolinea l'importanza del coinvolgimento dei cittadini e della diffusione della cultura di protezione civile allo scopo di promuovere comportamenti consapevoli e misure



FIG. 1
MONITORAGGIO
I-STORMS

Mappa delle stazioni di monitoraggio del livello marino (in rosso) e delle onde (in verde).



FOTO: AGENZIA AMBIENTALE DELLA SLOVENIA

La città di Pirano, Slovenia, durante un evento di acqua alta.

QUESTIONARIO

Se volete contribuire alla raccolta delle informazioni sulla percezione del rischio costiero, vi invitiamo a compilare il breve questionario disponibile al seguente link: https://ec.europa.eu/eusurvey/runner/I-STORMS_Risk_perception_questionnaire

I dati raccolti serviranno per l'elaborazione delle Linee guida e della Strategia volte a migliorare le procedure di allertamento per il rischio costiero e la capacità di intervento del sistema di protezione civile nella regione Adriatico-Ionica.

di autoprotezione (art. 2, comma 4) e la necessità di una disciplina degli aspetti relativi alla comunicazione del rischio e all'informazione alla popolazione (art. 17). L'atlante delle mareggiate che sarà prodotto nell'ambito del progetto non avrà solo la funzione di mappare con una modalità georeferenziata le zone a rischio e catalogare gli eventi passati, ma consentirà anche di integrare un'analisi delle attuali procedure, evidenziandone punti di forza e criticità, e i risultati ottenuti dall'indagine sulla percezione del rischio per individuare le aspettative degli *stakeholder* e i loro bisogni informativi. La condivisione delle informazioni relative alle reti di monitoraggio attive lungo le coste del bacino adriatico-ionico ha permesso di mappare 59 stazioni di misura del livello marino e 20 delle caratteristiche delle onde (figura 1). Lungo la costa sono inoltre presenti 60 stazioni di misura dei parametri meteorologici. Da questa prima analisi risulta che l'area adriatico-ionica è ampiamente monitorata per quanto riguarda le variazioni del livello del mare. Lo sviluppo di uno strumento comune che permetta la condivisione dei dati osservati, e anche delle previsioni oceanografiche, faciliterà le procedure di allertamento e gestione delle emergenze di allagamento costiero.

L'intento di I-Storms, come quello di altri progetti europei con cui si sta lavorando in rete, è di migliorare le conoscenze e le capacità di *governance* per fronteggiare il rischio costiero, che rappresenta una minaccia sempre più diffusa nell'area adriatico-ionica. Il progetto fornirà strumenti utili ed esportabili, aumentando la consapevolezza e il coinvolgimento sociale, per elevare le capacità di adattamento e trasformazione rispetto a quei cambiamenti ambientali che ci stanno sempre più condizionando su ogni piano della vita quotidiana.

L'auspicio dei partner è di riuscire a raggiungere questo obiettivo ambizioso nei due anni di durata del progetto e di consolidare anche in futuro la cooperazione tra i membri del *network* europeo, per capitalizzare i risultati ottenuti e perseverare nel necessario processo di revisione e miglioramento dei sistemi di allerta e delle procedure di prevenzione e intervento.

Andrea Valentini¹, Alessandra De Savino¹, Enrico Carraro², Christian Ferrarin³, Francesca De Pascalis³, Michol Ghezzi³

1. Arpa Emilia-Romagna, Servizio IdroMeteoClima
2. Comune di Venezia
3. Cnr-Ismar



Mareggiata a Cesenatico, febbraio 2015.

GLOSSARIO DEI FENOMENI MARINI

Mareggiata

Evento meteo-marino di forte intensità e proporzioni, nei termini delle grandezze fisiche che lo caratterizzano, potenzialmente in grado di produrre impatti significativi sulla costa, quali allagamenti, erosione, danni alle infrastrutture ecc. Questo termine assume caratteristiche "locali", essendo legato al diverso impatto che le stesse condizioni meteo-marine possono provocare su diverse porzioni di litorale. La natura e l'intensità degli impatti, infatti, sono determinate oltre che dall'entità e dalla durata delle condizioni meteorologiche e marine avverse, anche dalle diverse caratteristiche morfologiche della costa (tipologia, orientazione, profilo, batimetria dei fondali ecc.) e dalla sua vulnerabilità, in termini di opere, infrastrutture, abitati, attività che insistono sulla stessa. Tutto ciò fa sì che tratti diversi di costa abbiano differente capacità di reazione alle medesime caratteristiche meteo-marine, modulandone quindi il livello di rischio e il concetto stesso di mareggiata.

Meteotsunami

I meteotsunami (o tsunami meteorologici) sono onde marine distruttive simili a quelle degli tsunami. Contrariamente agli tsunami causati da eventi sismici, eruzioni vulcaniche o frane sottomarine, gli tsunami meteorologici sono generati da variazioni della pressione atmosferica associate a eventi meteorologici in rapido movimento, come forti temporali, raffiche di vento e veloci fronti atmosferici. Queste condizioni meteorologiche avverse generano un'onda (con le stesse caratteristiche di propagazione delle onde di acque basse) che si propaga verso riva e interagisce con la batimetria e la morfologia della costa: laddove i fondali marini si irripidiscono bruscamente e il litorale è costituito da porti, insenature, baie strette e lunghe, si ha un effetto di amplificazione e l'onda si accresce diventando distruttiva. Gli effetti sono tanto più critici e dannosi quanto più la direzione di propagazione dei fenomeni meteorologici è coincidente con la direzione di allungamento della baia: più le due direzioni sono equivalenti, più forte è il fenomeno.

Storm surge e storm tide

Lo *storm surge* è un sovrizzo del livello marino dovuto all'effetto di vento e pressione sulla superficie del mare. Il vento, per effetto dell'attrito, spinge l'acqua accumulandola in prossimità della costa. Questo fenomeno accade frequentemente in Nord Adriatico, dove viene comunemente chiamato "Acqua Alta". A questo effetto si può aggiungere, con contributi minori, l'effetto barometrico inverso, secondo il quale il mare reagisce a una bassa pressione atmosferica con un innalzamento locale del livello marino. L'ampiezza dello *storm surge*, in una determinata località, è quindi fortemente dipendente dall'orientamento della linea di costa, dalla sua conformazione e batimetria locale, dall'andamento spaziale e temporale della perturbazione meteorologica e dall'intensità dei fenomeni atmosferici sopra descritti. Queste componenti di livello si combinano e sommano, poi, con il segnale di marea astronomica generando quella che, durante una tempesta, viene chiamata *storm tide*, che (a meno di qualche ulteriore componente dovuta alle onde di vento e alla loro interazione con la costa) costituisce il livello totale osservato del mare. Risulta quindi chiaro come le condizioni più critiche, per i tratti di costa soggetti ad allagamento, si verifichino quando i massimi dei fenomeni meteorologici si manifestino in concomitanza (fase) con il massimo della componente astronomica, e ancor più nei periodi in cui Sole, Terra e Luna sono allineati tra loro (sizigie).

BONIFICHE, UN APPROCCIO OMOGENEO PER IL SOIL GAS

UN GRUPPO DI LAVORO SNPA HA ELABORATO UN APPROCCIO METODOLOGICO CONDIVISO PER IL MONITORAGGIO DEL SOIL GAS NEI PROCEDIMENTI DI BONIFICA. L'OBIETTIVO È UNIFORMARE LE MODALITÀ DI ESECUZIONE DI INDAGINI, CAMPIONAMENTI, ANALISI E UTILIZZO DEI DATI. IN QUESTO SERVIZIO RIPORTIAMO GLI ESITI DELLE SPERIMENTAZIONI.

Il monitoraggio delle matrici aeriformi (soil gas survey, misure di flusso, monitoraggio dell'aria ambiente) è sempre più utilizzato nell'ambito dei procedimenti di bonifica dei siti contaminati, sia in fase di caratterizzazione ambientale, sia per l'esecuzione dell'analisi di rischio sito-specifica, sia per la progettazione degli interventi. Le Agenzie ambientali sono chiamate a esprimersi (validare) sulla corretta esecuzione delle varie fasi dell'intero processo, quali l'ubicazione dei punti di indagine, le modalità di prelievo e le tecniche analitiche per i campioni di aeriformi (gas interstiziali, aria indoor/outdoor, flusso di vapori proveniente dal sottosuolo) e l'utilizzo dei dati.

Alcune Agenzie si sono dotate di linee guida regionali per indirizzare tecnicamente lo svolgimento delle suddette attività, con peculiarità e approcci specifici.

In tale contesto, è apparso necessario definire con dettaglio maggiore le attività relative alle matrici aeriformi, per le quali le modalità di esecuzione delle indagini, dei campionamenti, delle analisi, nonché l'utilizzo dei dati sperimentali non risultano al momento sufficientemente consolidate e presentano differenze all'interno del sistema agenziale.

Al livello di Sistema nazionale di protezione dell'ambiente (Snpa), è stato pertanto istituito un Gruppo di lavoro nazionale (Gdl 9 bis) "Procedura per la validazione da parte degli enti di controllo dei dati derivanti dalle misure dirette di aeriformi (gas interstiziali, aria indoor/outdoor, flusso di vapori proveniente dal sottosuolo) nell'ambito di siti sottoposti a procedura di bonifica", con la finalità di definire una procedura condivisa a livello nazionale per la realizzazione dei presidi di monitoraggio, per il prelievo e l'analisi dei campioni di aeriformi e per l'utilizzo dei dati di campo all'interno dei procedimenti di bonifica.

A partire da quanto già in essere a livello regionale, l'obiettivo di questo gruppo di lavoro è stato quello di pervenire a documenti tecnici che rappresentino un approccio metodologico condiviso per la realizzazione dei presidi di monitoraggio, per il prelievo e l'analisi dei campioni di aeriformi e per l'utilizzo dei dati di campo all'interno dei procedimenti di bonifica.

Il gruppo di lavoro ha previsto la partecipazione di numerose Agenzie e di Ispra.

Il Gdl 9 bis ha inoltre collaborato – tramite Ispra – con Iss e Inail per la condivisione di numerosi aspetti relativi al monitoraggio degli aeriformi e in particolare:

I PARTECIPANTI AL GDL 9 BIS



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Ispra	Arpa Emilia-Romagna
Arpa Valle d'Aosta	Arpa Toscana
Arpa Piemonte (coordinatore)	Arpa Marche
Arpa Lombardia	Arpa Lazio
Arpa Veneto	Arta Abruzzo
Arpa Friuli Venezia Giulia	Arpa Campania
Arpa Liguria	Arpa Puglia

– definizione delle sostanze da monitorare in fase vapore sulla base delle caratteristiche chimico/fisiche e in particolare della reale volatilità delle stesse

– definizione di soglie e di limiti di quantificazione da rispettare nella matrice soil gas compatibili con le tecniche analitiche e con le metodiche di campionamento disponibili

– definizione delle modalità di utilizzo dei dati di monitoraggio nella procedura di Analisi di rischio e all'atto della chiusura del procedimento, tenendo conto anche dei protocolli disponibili (Iss-Inail, 2014 e Inail, 2014) relativi alle misure in aria ambiente nei siti contaminati.

I criteri e le procedure condivise sono stati inclusi, per gli aspetti di competenza, anche nella nuova versione della banca dati Iss-Inail (2018).

Vista la natura interdisciplinare delle attività del gruppo si è stabilito di definire quattro sottogruppi tematici che, con esperti di settore hanno sviluppato i diversi aspetti tecnici, per poi riportare a sintesi in sede di riunione di gruppo plenaria gli elementi salienti derivanti dalle attività sperimentali.

I sottogruppi individuati sono i seguenti:

- gruppo 1: Progettazione (compresi aspetti impiantistici)
- gruppo 2: Attività di campo (aspetti del campionamento)
- gruppo 3: Determinazioni analitiche (aspetti di laboratorio)
- gruppo 4: Utilizzo e validazione del dato.

L'esperienza del sistema agenziale nelle attività di monitoraggio

Le attività di sperimentazione per il monitoraggio delle matrici aeriformi nei siti contaminati hanno riguardato diverse tecniche di campionamento e hanno consentito di trarre alcune conclusioni sugli aspetti critici in termini di variabilità e confrontabilità.

Il monitoraggio delle matrici aeriformi (*soil gas survey*, misure di flusso, monitoraggio dell'aria ambiente) è sempre più utilizzato nell'ambito dei procedimenti di bonifica dei siti contaminati sia in fase di caratterizzazione ambientale, sia per l'esecuzione dell'analisi di rischio sito-specifica, sia per la progettazione degli interventi.

Le Agenzie sono chiamate a esprimersi (validare) sulla corretta esecuzione delle varie fasi dell'intero processo quali l'ubicazione dei punti di indagine, le modalità di prelievo e le tecniche analitiche per i campioni di aeriformi (gas interstiziali, aria *indoor/outdoor*, flusso di vapori proveniente dal sottosuolo) e l'utilizzo dei dati.

In tale contesto, diverse Agenzie si sono dotate di linee guida regionali per indirizzare tecnicamente lo svolgimento

delle suddette attività, con peculiarità e approcci specifici. Nell'ambito delle attività del GdI 9 bis di Snpa sono state eseguite differenti attività sperimentali, con il coinvolgimento di numerose Agenzie, al fine di confrontare le diverse tecniche di monitoraggio e di campionamento e di raccogliere elementi utili per superare le criticità connesse alla



rappresentatività dei dati e alla gestione dell'incertezza associata alla variabilità spaziale e temporale delle misure.

Finalità delle attività di sperimentazione

Le tecniche di campionamento degli aeriformi utilizzate nei siti contaminati sono differenti sia per tipologia, sia per risultati ottenuti. Il *soil gas survey*, che consiste in un campionamento attivo dei gas del suolo all'interno di un pozzetto attrezzato, permette di valutare le concentrazioni dei composti volatili nel suolo generalmente in corrispondenza della sorgente di contaminazione oppure

LE ATTIVITÀ DEI SOTTOGRUPPI DI LAVORO

Attività gruppi 1 e 4

I gruppi 1 e 4 hanno individuato gli aspetti che richiedevano approfondimento, armonizzazione e aggiornamento delle diverse linee guida regionali esistenti. In particolare:

- identificazione delle tecniche di monitoraggio più idonee sulla base degli obiettivi dell'indagine
- requisiti minimi del campionamento ai fini della valutazione (in sinergia con il gruppo 2)
- definizione dei parametri analitici di interesse (in sinergia con il gruppo 3)
- criteri di valutazione delle misure (in sinergia con il gruppo 2)
- modalità di utilizzo del dato nell'ambito dell'analisi di rischio sito-specifica
- valutazione delle misure effettuate nei siti con interventi di bonifica in atto (P&T/SVE).

Attività gruppo 2

Il gruppo 2, incaricato di approfondire le attività relative al campionamento, ha principalmente lavorato sulle attività di sperimentazione necessarie a mettere a punto gli aspetti salienti delle diverse metodologie di monitoraggio. Le attività si sono concentrate prevalentemente su tre filoni:

- valutazione della variabilità delle misure mediante *soil gas survey* nell'arco della giornata, variabilità giornaliera delle misure (in giorni diversi)
- confrontabilità delle misure di flusso:
 - a) con diversi supporti di campionamento: attivi (Canister, Fiale DS e Fiale DT), passivi (Radiello), da campo (Pid, GA e flussimetro)
 - b) con diverse tipologie di camere: aperte dinamiche, chiuse statiche non stazionarie e chiuse statiche
- confronto linee di evidenza (campionamento falda, misure di *soil gas*, misure di flusso, misure in aria).

Attività gruppo 3

Il gruppo 3, incaricato di approfondire le tematiche relative

agli aspetti analitici, ha in primo luogo predisposto una indagine conoscitiva sulle attività svolte dalle diverse agenzie in materia di analisi dei campioni di *soil gas*. In particolare:

- i tipi di supporto utilizzato per il campionamento (fiale per desorbimento chimico, fiale per desorbimento termico, campioni diretti)
- le modalità di analisi (tecniche strumentali, condizioni operative, Lcl)
- le modalità di integrazione e di calcolo delle sommatorie di concentrazioni, in particolare per le frazioni Madep
- la strumentazione presente e disponibile all'interno delle diverse agenzie.

Successivamente sono stati avviati i seguenti filoni di attività:

- confronto tra i laboratori su campioni standard di idrocarburi aromatici e composti clorurati, preparati in matrice (fiale a desorbimento chimico e fiale a desorbimento termico) per valutare:

- a) il recupero degli analiti sui due diversi supporti a partire da uno standard gassoso
 - b) confronto dei risultati fra le tecniche analitiche e fra i diversi laboratori che hanno restituito il dato
- confronto, programmazione e supporto analitico per le campagne sperimentali di campionamento (in sinergia con il gruppo 2):
 - a) analisi di campioni noti (fiale fortificate) da parte delle diverse Agenzie, con confronto dei risultati ottenuti
 - b) incontri tecnici per definire le modalità di analisi e di elaborazione dei dati che possano produrre risultati omogenei fra le diverse agenzie
 - valutazione tecnico scientifica finalizzata ad aggiornare l'elenco dei composti presenti in banca dati Iss-Inail, individuando quelli che verosimilmente sono di interesse per il percorso di "volatilizzazione" da suolo e da falda (in sinergia con i gruppi 1-4).

in prossimità del bersaglio. L'utilizzo della camera di flusso (*flux chamber*) invece permette di determinare il flusso di massa degli inquinanti volatili emessi dal suolo. Infine, le misure in aria consentono di determinare l'effettiva concentrazione dei composti volatili nell'aria ambiente (*indoor o outdoor*) alle quali sono esposti i bersagli. I risultati delle diverse tipologie di

monitoraggio spesso sono difficilmente confrontabili, inoltre ognuna delle tecniche presenta diverse limitazioni e/o criticità applicative e occorre effettuare, nei casi più complessi, un monitoraggio integrato basato su più linee di evidenza. Le attività di sperimentazione condotte hanno riguardato diverse tecniche di campionamento applicate anche simultaneamente (approccio per linee

di evidenza) al fine di consolidare gli approcci attualmente in uso e rendere realmente rappresentativi i risultati dei monitoraggi.

Nella *tabella 1* sono rappresentati in sintesi i diversi casi studio, illustrati in dettaglio nei successivi contributi.

A cura del **Gdl 9 bis di Snpa**

Ubicazione	Caratteristiche	Tipologia monitoraggio	Finalità	Soggetti coinvolti
Arquata Scrivia (AL)	Suolo profondo (>1 m da p.c.) contaminato da idrocarburi Falda contaminata da idrocarburi, Btexas, Mtbe	Soil gas survey da sonde superficiali (2 m da p.c.) e profonde (4 m da p.c.)	Variabilità delle misure nell'arco della giornata Variabilità giornaliera delle misure (in giorni diversi) Confrontabilità delle misure con diversi supporti di campionamento (fiale DT e fiale DS)	Arpa Piemonte (coordinatore) Arpa Liguria
Rivarolo Canavese (TO)	Suolo insaturo e falda (soggiacenza di circa 6 m da p.c.) Contaminati da solventi clorurati	Soil gas survey da sonde superficiali (1,5 m da p.c.)	Variabilità delle misure nell'arco della giornata Variabilità giornaliera delle misure (in giorni diversi)	Arpa Piemonte
Ravenna	Falda superficiale (soggiacenza variabile da 20 cm a 1,8 m da p.c.) contaminata da composti clorurati	Camere di flusso aperte dinamiche Misure in aria ambiente (Radiello e canister)	Parametri funzionamento delle camere di flusso. Confrontabilità delle misure di flusso: - con diversi supporti di campionamento (canister, fiale DT, fiale DS) - con camere di flusso differenti per caratteristiche costruttive e di regolazione Ripetibilità delle misure nella stessa giornata (mattino-pomeriggio) e nelle 24 ore Variabilità spaziale delle misure di flusso Confronto linee di evidenza (campionamento falda, misure di flusso, misure in aria)	Arpae Emilia-Romagna (coordinatore) Arpa Lombardia Arpa Piemonte Ispra Chelab srl (Gruppo Mérieux NutriSciences) Theolab spa (oggi Thearen srl) Versalis
Bussi sul Tirino (PE)	Falda superficiale (soggiacenza < 1 m da p.c.) contaminata da composti clorurati, idrocarburi, benzene, mercurio	Camere di accumulo Camere di flusso aperte dinamiche Misure in aria ambiente (Radiello, canister e sensori ad alta risoluzione - geotalpa)	Variabilità spaziale e temporale delle concentrazioni e delle misure Confrontabilità delle misure di flusso: - con diversi supporti di campionamento: attivi (canister, fiale DS e fiale DT), passivi (Radiello), da campo (PID, GA e flussimetro) - con diverse tipologie di camere: aperte dinamiche, chiuse statiche non stazionarie e chiuse statiche. Determinazione di criteri di scelta dei punti di campionamento tramite screening con strumentazione portatile ad alta risoluzione Confrontabilità delle misure di aria ambiente determinate in laboratorio (canister e Radiello) e le misure di campo con sensori a diversa sensibilità (geotalpa e flussimetro)	Arta Abruzzo e Ispra (coordinatori) Arpae Emilia-Romagna Arpa Lombardia Arpa Piemonte Thearen srl Ud'a-Disputer West Systems srl
Mantova	Suolo insaturo e falda (soggiacenza di circa 8 m da p.c.) contaminati da idrocarburi e Btexas	Soil gas survey da sonde superficiali (1,3 m da p.c.) Camere di accumulo statiche e camere di flusso aperte dinamiche Misure in aria ambiente (Radiello e canister)	Variabilità spaziale e temporale delle concentrazioni e delle misure Confrontabilità delle misure di flusso: - con diversi supporti di campionamento (canister, fiale DT, fiale DS) - tra due camere di flusso uguali per verificare la robustezza delle misure - con camere di flusso dinamiche differenti per caratteristiche costruttive e di regolazione - indicazioni qualitative fornite dalle camere di flusso statiche rispetto a quelle dinamiche - correlazioni con parametri atmosferici al contorno Confronto linee di evidenza (campionamento falda, misure di soil gas, misure di flusso, misure in aria)	Arpa Lombardia (coordinatore) Arpae Emilia-Romagna Arpa Piemonte Arta Abruzzo Thearen srl Chelab srl (Gruppo Mérieux NutriSciences) West Systems srl Copernico srl
Pavia	Falda (soggiacenza 3,7 m da p.c.) contaminata da idrocarburi e Btexas	Soil gas survey (sonda da 1,8 m da p.c.)	Variabilità delle misure di gas interstiziali nel breve-medio periodo in relazione alle variazioni dei parametri atmosferici	Arpa Lombardia Copernico srl
Maserada sul Piave (TV)	Suolo superficiale e suolo profondo (insaturo e saturo) contaminato da idrocarburi e Btexas Falda non contaminata	Soil gas survey da sonde superficiali (0,5/1 m da p.c.) e profonde (1,5/2,0 m da p.c.)	Variabilità delle concentrazioni di soil gas a breve termine in relazione alle variazioni dei parametri atmosferici Confronto linee di evidenza (misure di soil gas e misure di flusso)	Arpa Veneto Copernico srl Thearen srl

TAB. 1 MONITORAGGIO AERIFORMI

Sintesi dei casi studio più significativi effettuate nell'ambito del Gruppo di lavoro 9 bis del Snpa.



Le campagne di Rivarolo Canavese (TO) e Arquata Scrivia (AL)

Nell'ambito dei lavori del Gruppo interagenziale 9 bis, Arpa Piemonte ha promosso la realizzazione di due campagne sperimentali di misura di *soil gas*, in collaborazione con Arpa Liguria. Le campagne erano finalizzate a verificare la stabilità nel tempo delle concentrazioni di *soil gas* misurate e a confrontare campioni di diversa durata analizzati con diverse tecniche. Sono stati individuati due siti. Il primo è un deposito di carburanti situato ad Arquata Scrivia (AL), presso il quale è presente una contaminazione da idrocarburi, mentre il secondo sito si trova a Rivarolo Canavese (TO), nel sito dismesso di una azienda di lavorazioni meccaniche, e presenta una contaminazione da solventi clorurati. Nel sito di Arquata i campionamenti sono stati eseguiti in collaborazione con Arpa Liguria.

Gli obiettivi delle analisi sperimentali erano i seguenti:

- verificare la variabilità nel tempo delle concentrazioni di *soil gas*, tramite la ripetizione di campioni nel medesimo punto in tre giornate successive (sito di Rivarolo)
- confrontare le concentrazioni misurate tramite analisi con desorbimento termico e analisi con desorbimento chimico (sito di Arquata Scrivia)
- confrontare analisi di breve durata con altre di durata maggiore (sito di Arquata).

Le attività nel sito di Arquata Scrivia hanno avuto luogo nel mese di aprile 2016; quelle a Rivarolo Canavese sono state effettuate a fine giugno 2016.

Caratteristiche dei siti

Il sito di Arquata Scrivia è ubicato in una zona pianeggiante di fondovalle, costituita da alluvioni ghiaiose, sabbiose e in parte argillose con modesta alterazione superficiale. La stratigrafia locale dell'area mostra materiale alluvionale composto da sabbie, ghiaie e ciottoli in proporzioni variabili fino a una profondità di 7-10 m dal piano campagna; al di sotto, a una profondità di 9 m circa da p.c., vi è uno strato roccioso impermeabile costituito da argilliti.

Il valore di soggiacenza della falda inserito nell'analisi di rischio è di 5,8 m da p.c. Le analisi evidenziano concentrazioni di idrocarburi molto

elevate, fino a oltre 3.700.000 µg/l, con presenza di prodotto libero in falda. Attualmente è attivo un intervento di messa in sicurezza operativo, che comprende il pompaggio e il trattamento delle acque sotterranee, il pompaggio della fase libera o emulsionata, e un programma di monitoraggio vapori.

Il sito di Rivarolo Canavese, situato in zona di pianura, ha sottosuolo prevalentemente sabbioso ghiaioso. La soggiacenza della falda è di circa 6 m da p.c. Dopo la rimozione delle sorgenti primarie di contaminazione avvenuta nel 2011 (vasche contenenti morchie oleose) è stata avviata una attività di bonifica per la matrice acque sotterranee, tramite un sistema di *air sparging* rimasto in funzione per circa 18 mesi. Attualmente il parametro percloroetilene presenta valori compresi fra 1,5 e 28,6 µg/l. Le analisi di *soil gas* evidenziano la presenza di diversi inquinanti; il percloroetilene presenta concentrazioni fino a 1.076,98 mg/m³.

Attività di monitoraggio e sintesi dei risultati

Deposito oli di Arquata Scrivia

Nel deposito oli di Arquata Scrivia sono stati individuati tre punti di monitoraggio, denominati SG1, SG4 e SG8. In ciascuno dei punti sono installate

due sonde, una a profondità di 4 metri (campioni A) e una a profondità di 2 metri (campioni B). I punti di interesse sono quindi in totale 6.

Nella prima giornata (5 aprile 2016) i campionamenti sono stati eseguiti da Arpa Piemonte, utilizzando fiale in carbone attivo sottoposte ad analisi in GC-MS dopo desorbimento chimico.

I prelievi hanno avuto durata di circa 3 ore e sono stati eseguiti contemporaneamente al soggetto esecutore della bonifica. Il flusso di campionamento è stato di 0,1 litri/minuto per ciascun campione; il flusso complessivo prelevato dai pozzetti è stato quindi di 0,2 litri/minuto.

I campionamenti sono stati preceduti da una fase di spurgo a un flusso di 0,2 litri/min, per una durata sufficiente a garantire un ricambio di aria pari a 3 volte il volume della linea di campionamento comprensiva del dreno.

Nella seconda giornata (7 aprile 2016) sono stati ripetuti i campionamenti nei medesimi punti, in collaborazione con Arpa Liguria; i prelievi sono stati preceduti da spurgo con le medesime modalità. In quattro punti di prelievo (SG1 e SG8, a entrambe le profondità) sono state utilizzate contemporaneamente fiale in carbone destinate al desorbimento chimico e fiale a desorbimento termico.

05/04/2016						
id campione	1 (annull.)	2	3	4	5 - 6	7 - 8
pozzetto	SG1B	SG1A	SG8B	SG8A	SG4B	SG4A
profondità	2m	4m	2m	4m	2m	4m
alifatici C5-C8	-	543	<111	<108	775,5	<177
alifatici C9-C12	-	941	<111	<108	1246	<177
aromatici C9-C10	-	<28	<28	<27	<28	<36
benzene	-	3,9	2,8	3,3	4,4	<4,4
toluene	-	2,8	3,3	4,3	26,6	20,9

07/04/2016						
id campione	12	13	14	15	16 - 17	18 - 19
pozzetto	SG1B	SG1A	SG8B	SG8A	SG4B	SG4A
profondità	2m	4m	2m	4m	2m	4m
alifatici C5-C8	<64	653	<65	<69	702	<75
alifatici C9-C12	<64	979	<65	<69	783,5	<75
aromatici C9-C10	<16	<16	<16	<17	<16	<19
benzene	1,6	2,6	<1,6	1,7	2,6	1,9
toluene	1,9	2	<2	<1,7	5,7	2,1

TAB. 1
ARQUATA SCRIVIA

Concentrazioni nel medesimo punto in diverse giornate di campionamento).
Dati espressi in µg/m³.

Le prime sono state prelevate e analizzate da Arpa Piemonte, le seconde da Arpa Liguria. Nei punti SG1 e SG8, a entrambe le profondità, il prelievo è stato eseguito allestendo due linee di campionamento in parallelo, entrambe a un flusso di 0,1 litri/minuto:

- la prima era dedicata al prelievo della fiala a desorbimento chimico, con durata di circa 5 ore
- la seconda era dedicata al prelievo di fiale per desorbimento termico, con due campioni in successione a inizio prelievo (10 e 20 minuti di durata) e due campioni in successione prelevati al termine del campionamento prelievo sull'altra linea (10 e 20 minuti), con inizio circa 4 ore dopo i precedenti.

Nei punti SG4 A e B sono stati ripetuti i prelievi della prima giornata. Sono quindi possibili tre tipi di confronti:

- variazione temporale delle concentrazioni nei medesimi punti, in due distinte giornate di prelievo, attraverso il confronto dei risultati delle fiale a desorbimento chimico
- variazioni analitiche tra fiale a desorbimento termico e fiale a desorbimento chimico, pur tenendo conto della diversa durata di prelievo
- variazioni di concentrazione nell'intervallo compreso fra inizio e fine del prelievo di 5 ore con fiale a desorbimento chimico, attraverso il confronto dei risultati delle fiale a desorbimento termico.

Tutti i risultati sono presentati nelle tabelle 1 e 2.

Ex fonderia di Rivarolo Canavese
 Presso il sito di Rivarolo Canavese sono presenti 4 pozzetti per il monitoraggio di *soil gas*, a una profondità di circa 1,5 metri. In due di essi sono stati ripetuti campionamenti di sostanze clorurate in tre giornate successive (29, 30 giugno e 1 luglio 2016), in condizioni meteorologiche stabili. In due giornate sono stati prelevati più campioni in successione, di durata di circa 40 minuti per campione. In questo modo è stato possibile verificare la variazione della concentrazione sia in prelievi immediatamente successivi, che in diversi giorni. In ciascuna giornata di prelievo è stato effettuato uno spurgo per un volume pari a circa 3 volte il volume della linea di prelievo.

La figura 1 evidenzia i risultati analitici relativi al tricloroetilene e al tetracloroetilene. I prelievi sono stati effettuati tramite fiala in carbone attivo, e l'analisi successiva è stata eseguita in GC-MS dopo desorbimento con solvente.

TAB. 2
ARQUATA SCRIVIA

Variazioni di concentrazione durante il prelievo e confronto fra fiale a desorbimento chimico e a desorbimento termico (sono riportati unicamente i risultati analitici relativi alle frazioni Madep).
 Dati espressi in µg/m³.

Inquinante		PUNTO SG1A durata complessiva 300 minuti			
		da min. 0 a 10	da min 10 a 30	da min 270 a 280	da min 280 a 300
Idrocarburi alifatici C5-C8	desorbimento termico	4831,8	872,4	1190,6	793
	desorbimento chimico (durata: 300 minuti)	653			
Idrocarburi alifatici C9-C12	desorbimento termico	188,4	203,4	243	305
	desorbimento chimico (durata: 300 minuti)	979			
Idrocarburi aromatici C9-C10	desorbimento termico	17,8	10,5	3,9	23
	desorbimento chimico (durata: 300 minuti)	<16			

Inquinante		PUNTO SG8B durata complessiva 300 minuti			
		da min. 0 a 10	da min 10 a 30	da min 270 a 280	da min 280 a 300
Idrocarburi alifatici C5-C8	desorbimento termico	73,8	31	1530	411
	desorbimento chimico (durata: 300 minuti)	<65			
Idrocarburi alifatici C9-C12	desorbimento termico	8,2	8,5	<0,1	5
	desorbimento chimico (durata: 300 minuti)	<65			
Idrocarburi aromatici C9-C10	desorbimento termico	<0,1	3,3	<0,1	<0,1
	desorbimento chimico (durata: 300 minuti)	<16			

Inquinante		PUNTO SG8A durata complessiva 300 minuti			
		da min. 0 a 10	da min 10 a 30	da min 270 a 280	da min 280 a 300
Idrocarburi alifatici C5-C8	desorbimento termico	876,6	3325	8085	49
	desorbimento chimico (durata: 300 minuti)	<69			
Idrocarburi alifatici C9-C12	desorbimento termico	38,5	222	74	23
	desorbimento chimico (durata: 300 minuti)	<69			
Idrocarburi aromatici C9-C10	desorbimento termico	<0,1	3	7	<0,1
	desorbimento chimico (durata: 300 minuti)	<17			





Conclusioni

Sulla base dei risultati ottenuti, si ritiene che possano essere tratte le conclusioni seguenti. Nel sito di Rivarolo Canavese la variabilità fra le concentrazioni riscontrate nelle diverse giornate di campionamento è relativamente contenuta, e le concentrazioni dei due inquinanti principali hanno andamenti simili fra loro. Si osservano variazioni importanti soprattutto per il parametro tetracloroetilene, ma non in misura tale da determinare variazioni di rilievo nel calcolo del rischio da inalazione di vapori.

Nel sito di Arquata Scrivia le concentrazioni misurate negli stessi punti in giorni diversi appaiono confrontabili. Emergono invece differenze non trascurabili fra i campionamenti eseguiti con le fiale a desorbimento termico e

quelle a desorbimento chimico, che si ritiene possano dipendere almeno in parte dalla durata di prelievo, sensibilmente differente. Anche nei monitoraggi eseguiti all'inizio e alla fine del periodo di campionamento di 5 ore vi sono differenze importanti, che possono indicare una difficoltà a raggiungere condizioni di equilibrio nel sottosuolo. Tale aspetto merita ulteriori approfondimenti, ma i dati sperimentali evidenziano l'importanza di tempi di prelievo sufficientemente lunghi, eventualmente utilizzando più fiale poste in serie per evitare fenomeni di saturazione.

Marco Fontana¹, Cristina Bertello¹, Paolo Fornetti¹, Maura Albertazzi¹, Carlo Manzo¹, Maurizio Garbarino², Luisa Rivara², Daniela Fanutza²

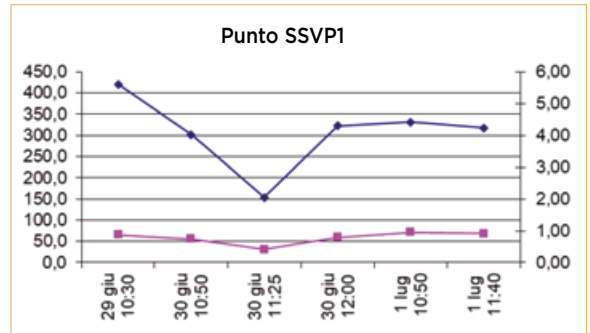
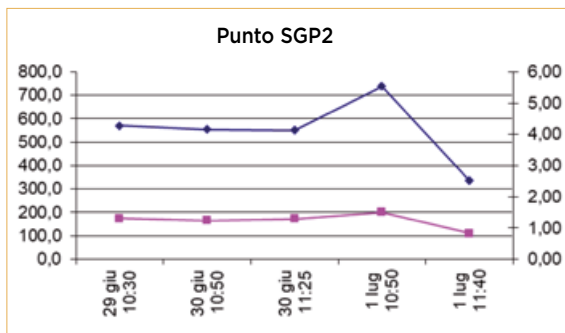
1. Arpa Piemonte
2. Arpa Liguria

FIG 1
RIVAROLO CANAVESE

Variazioni di concentrazione di tricloroetilene e tetracloroetilene.

Dati espressi in mg/m³.

◆ Tetracloroetilene
■ Tricloroetilene



CAMERA DI FLUSSO DINAMICA

Nell'ambito dei monitoraggi dei *soil gas*, Thearen ha sviluppato, in collaborazione con il Politecnico di Milano, una camera di flusso dinamica, diventata brevetto italiano e brevetto internazionale, con caratteristiche innovative che permettono la rapida e rappresentativa misura dei vapori in emissione da sottosuolo. L'apparecchiatura si presenta con sezione circolare, a tetto piano, dotata di un sistema frangivento, costruita interamente in materiale inerte (Ptfe) e con un sistema di insufflaggio del gas vettore a geometria elicoidale multiforo che garantisce la totale miscelazione dei gas. La camera è attrezzata con sensori per la misura e la registrazione in continuo, per l'intera durata della prova, del differenziale di pressione tra interno camera e atmosfera, della concentrazione di ossigeno, della temperatura e umidità relativa all'interno della camera. Il flusso di gas vettore è regolato, misurato e registrato in continuo tramite un *mass flow controller*.

Una volta raggiunte condizioni di equilibrio, il gas vettore, a contatto con il terreno, si arricchisce dei composti volatili in emissione, che vengono determinati nel flusso in uscita mediante specifici metodi di captazione e analisi (canister, fiale)

Nella progettazione della camera dinamica sono stati risolti i limiti principali delle camere di flusso tradizionali, realizzando:

- un sistema frangivento per evitare l'intrusione del vento che compromette l'isolamento dall'ambiente, apportando bias negativi
- una fluidodinamica interna validata per garantire completa miscelazione dei gas e differenza di pressione non superiore a 1-2 Pa
- una completa inerzia fisica/chimica e termica utilizzando solo ed esclusivamente materiali inerti (Ptfe) e di spessore opportuno.

I risultati ottenuti dalla misura vengono espressi in termini di flusso emesso (massa di inquinante emesso per unità di superficie, definita dall'area coperta della *flux chamber*, nell'unità di tempo), tenendo conto della portata di gas vettore inviato all'interno della camera.

$$F = \frac{C_{out} \cdot Q_{in}}{S}$$

$$\left[\frac{mg}{Nm^3} \cdot \frac{Nm^3}{h} \cdot \frac{1}{m^2} \right] = \left[\frac{mg}{h \cdot m^2} \right]$$

dove:

C_{out} = concentrazione di inquinante misurata in camera

Q_{in} = portata di gas vettore introdotto in camera - 4 e 4,5 l/min

S = area utile di terreno coperta dalla camera - diametro interno della camera 50 cm

Il volume utile interno alla camera dinamica è di circa 40l. il tempo di ricambio a un flusso di 4 l/min è di circa 10 minuti.

Luca Spinelli
Thearen, www.thearen.com





La campagna di Ravenna

Arpa Emilia-Romagna ha ospitato la prima campagna di monitoraggio con camere di flusso aperte dinamiche progettata dal Gdl 9 bis "Soil gas", individuando un sito nel proprio territorio regionale e attivando apposite convenzioni con due laboratori privati per la messa a disposizione della strumentazione. Infatti, alla data della sperimentazione, nessuna Agenzia del Snpa disponeva di tali camere di flusso. La campagna sperimentale ha coinvolto Ispra, Arpa Piemonte, Arpa Lombardia, Versalis (Eni) che ha messo a disposizione un proprio sito nel polo chimico di Ravenna, e due laboratori privati, Theolab spa¹ (oggi Thearen srl²) e Chelab srl (Gruppo Mérieux NutriSciences) per la fornitura delle camere di flusso, del materiale di consumo e dell'assistenza tecnica durante il campionamento. Le attività, che hanno avuto inizio il 25/1/2016 con la visita al sito, si sono sviluppate il 26 ed il 27 gennaio 2016 con i seguenti obiettivi:

- verificare le corrette condizioni di funzionamento delle camere di flusso e definire i controlli da fare in fase di spurgo e campionamento
- valutare la confrontabilità delle misure effettuate contestualmente con diversi supporti e in camere di flusso con differenti caratteristiche costruttive e di regolazione
- valutare la ripetibilità delle misure nella stessa giornata (mattino-pomeriggio) e nelle 24 ore
- valutare il trend di concentrazione falda-camera di flusso-aria, mediante l'esecuzione contestuale di campionamenti di acque sotterranee e di aria utilizzando canister e Radiello®. In particolare i Radiello® sono stati esposti su tre punti del sito per 48 ore, coprendo l'intera durata della campagna di monitoraggio, mentre i canister sono stati programmati per campionare 7 ore contemporaneamente ai campionamenti eseguiti con le camere di flusso.

Caratteristiche del sito

L'area interessata dalla campagna sperimentale, di proprietà di Versalis (Eni), è una porzione di area dell'Isola 25 che si trova all'interno dello stabilimento industriale multi societario del comune di Ravenna. La geologia del sito è caratterizzata da uno strato di sabbia medio-fine limosa, con orizzonti limo-

sabbiosi, il livello a bassa permeabilità, costituito da uno strato limo-argilloso, si attesta indicativamente tra 14,50 e 15 m da p.c. La falda superficiale, che attraversa il sito con direzione NE-SO, presenta una soggiacenza variabile tra 22 cm e 184 cm dal p.c.

A seguito del rilevamento di superamenti delle Csc nelle acque sotterranee per i composti organo-clorurati e organo-aromatici, l'analisi di rischio sito specifica ha evidenziato un rischio non accettabile per il percorso inalazione vapori *outdoor*, in una porzione di area di 7.500 mq dell'Isola 25, relativamente ai parametri 1,1-dicloroetano, cloruro di vinile, 1,1,2-tricloroetano, 1,2-dicloroetano. In accordo ai Criteri metodologici di Ispra e alle Linee guida del Mattm, la criticità del percorso è stata verificata con misure dirette, attraverso 4 campagne di monitoraggio con camere di flusso aperte dinamiche. Alla data della sperimentazione erano già state effettuate tutte le campagne di monitoraggio programmate, i cui risultati hanno aiutato a progettare le attività del Gdl 9 bis in relazione alla scelta dei punti di monitoraggio e alla definizione della durata del campionamento (figura 1). Per completezza si aggiunge che in tutte le campagne di monitoraggio effettuate da Versalis le valutazioni relative al percorso inalazione vapori *outdoor*, condotte in modalità diretta, hanno restituito rischio accettabile.

Attività svolte e Arpa coinvolte

La campagna sperimentale progettata dal Gruppo di lavoro ha visto in campo i

tecnici di Ispra, Arpa Piemonte e Arpa Emilia-Romagna e la collaborazione di Arpa Lombardia per le analisi dei campioni.

Per la campagna di monitoraggio sono state utilizzate quattro camere di flusso, due per laboratorio, le cui caratteristiche sono riportate in *tabella 1*.

Le attività di monitoraggio sono state eseguite in prossimità dei piezometri P2 ed EC/024.

Il primo giorno di monitoraggio sono state installate le 4 camere di flusso (n. 2 per laboratorio) ai vertici di un ideale quadrato di lato 3 m, costruito mantenendo in posizione baricentrica il piezometro P2

Dopo aver proceduto alle attività spurgo, sono stati effettuati campionamenti contestuali con diversi supporti (canister, fiale a desorbimento con solvente, fiale a desorbimento termico) e con diversa durata. L'obiettivo è stato quello di confrontare i risultati dei campioni prelevati contestualmente con diversi supporti oltre a verificare la ripetibilità delle misure mattino-pomeriggio. Ulteriore obiettivo è stato quello di valutare eventuali differenze di risultati dovuti all'uso di camere di flusso diverse.

Il secondo giorno di campionamento sono state ripetute le operazioni descritte posizionando 2 camere di flusso in prossimità di ciascun piezometro (una per laboratorio), con l'obiettivo di valutare i risultati, a distanza di 24 ore, per le camere poste in prossimità del piezometro P2, e la variabilità spaziale dei campioni prelevati contestualmente in prossimità dei piezometri P2 ed EC/024.

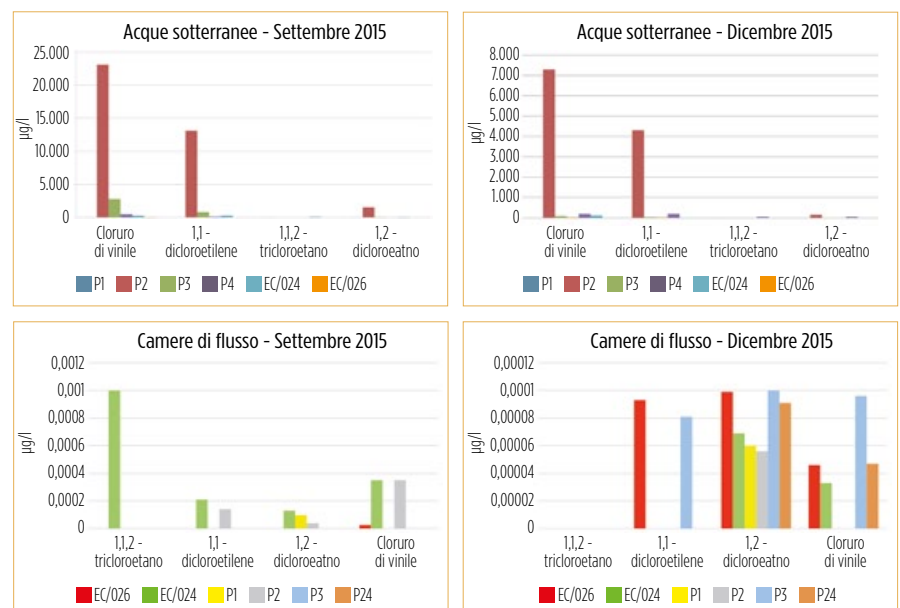


FIG. 1 CONCENTRAZIONI MISURATE
Concentrazioni misurate nelle acque sotterranee e nelle camere di flusso.

Per la scelta degli analiti si è fatto riferimento ai composti indice rilevati in falda. La durata dei campionamenti è stata definita sulla base delle concentrazioni rilevate nelle campagne effettuate da Versalis (figura 1) e verificando la congruità in campo mediante la misura, con strumentazione portatile (Pid a elevata sensibilità), della concentrazione dei Cov totali. Al fine di correlare i risultati dei campionamenti con le condizioni meteo climatiche, nel corso della campagna sono stati monitorati i dati meteorologici (T, P, U, piovosità, velocità e direzione del vento) attraverso l'utilizzo di una centralina meteo fornita da Chelab e posta sul sito alla quota di 2 m dal p.c.

Sintesi dei risultati

La campagna sperimentale è stata utile per approfondire e definire le corrette modalità di installazione, spurgo e campionamento delle camere di flusso aperte dinamiche, verificando l'andamento dei parametri caratteristici, in fase di spurgo e campionamento, attraverso l'utilizzo di strumentazione portatile (Pid, Gas analyzer).



La camera di flusso aperta dinamica prevede l'utilizzo di un *gas carrier* (Q_{in}), gas a concentrazione nota e a portata costante, che viene immesso nella camera. Il *gas carrier*, in fase di spurgo, consente di "lavare" la camera, eliminando l'aria intrappolata durante l'installazione e, successivamente, garantisce la completa miscelazione dei gas provenienti dal terreno consentendo di mantenere temperatura e umidità costanti all'interno della stessa.

Lo spurgo del volume di aria di ciascuna camera di flusso aperta dinamica deve essere condotto per un tempo pari ad almeno 4 volte il tempo di residenza (rapporto tra volume camera di flusso e portata del *gas carrier*). Per valutare la corretta esecuzione dello spurgo si devono misurare, con idonea strumentazione portatile, e a ogni tempo di residenza, i seguenti parametri: $Q_{gas\ carrier}$, Pint-Pest (ΔP), Cov, CH_4 , CO_2 , O_2 , T_{int} , T_{est} , umidità interna. Bisogna verificare che in fase di spurgo si rilevino concentrazioni di O_2 e CO_2 decrescenti, ΔP lievemente positivo, concentrazioni di Cov e CH_4 in aumento o costanti (figura 2).

Ai fini di un corretto campionamento è necessario acquisire le specifiche tecniche delle camere di flusso dalle quali evincere il rapporto di calibrazione (rapporto tra la portata di campionamento e la portata del *gas carrier*) a cui può lavorare la camera per garantire una differenza

TAB. 1
CAMERE DI FLUSSO

Caratteristiche delle camere di flusso utilizzate nella campagna sperimentale.

	Camera Thearen (ex Theolab)	Camera Chelab (Gruppo Mérieux NutriSciences Italia)
		
Materiale	PTFE	Acciaio inox
Forma	Circolare	Circolare
Diametro cm	50	45
Altezza cm	20	25
Volume - l	40	40
Gas carrier	Azoto inerte	Azoto inerte
Portata gas carrier - spurgo	4 l/m	5 l/m
Portata gas carrier - campionamento	4 l/m	3 l/m
Presenza camino	SI	NO
Protezione agenti atmosferici	NO	SI
Modalità di distribuzione gas carrier	Tubazione in teflon toroidale	Tubazione in acciaio a spirale
Sonda campionamento - caratteristiche	Sonda di campionamento in teflon posta nella parte sommitale della camera	Sonda di campionamento di 21 cm forata lungo tutta l'altezza



di pressione leggermente positiva e verificare il corretto posizionamento della sonda di campionamento rispetto alla zona di completa miscelazione dei gas nella camera.

In fase di campionamento si devono eseguire, a inizio e fine campionamento e, ove possibile, anche in tempi intermedi, le misure dei seguenti parametri: $Q_{gas\ carrier}$, Pint-Pest (ΔP), Cov, CH_4 , CO_2 , O_2 , T_{int} , T_{est} , umidità interna. Per avere un campione significativo si deve verificare che, durante il tempo di campionamento, il parametro O_2 non registri un trend in aumento, che la differenza di pressione tra la camera e l'ambiente esterno si mantenga positiva, con una leggera

sovrappressione rilevata all'interno della camera (figura 3).

Nella sperimentazione condotta, le analisi effettuate su tutti i supporti di campionamento (canister, fiala a desorbimento termico, fiala a desorbimento chimico) e in entrambe le tipologie di camera di flusso non hanno rilevato valori superiori ai limiti di rilevabilità; analogo risultato si è avuto per i campioni di aria *outdoor*.

I campioni di falda effettuati nelle medesime giornate nei due piezometri di riferimento hanno invece segnalato, per le sostanze indice, concentrazioni misurabili con concentrazioni maggiori nel piezometro EC/024.

Dalla lettura dei risultati non è stato

quindi possibile trarre valutazioni in relazione alla ripetibilità delle misure nella stessa giornata (mattino-pomeriggio) e nelle 24 ore, né alla variabilità spaziale delle misure.

Analogamente, non sono emerse differenze di risultati nei campioni prelevati nelle due differenti camere di flusso utilizzate.

È stato invece possibile riscontrare che tutti i supporti utilizzati hanno restituito i medesimi risultati, consentendo di confermare la possibilità di effettuare

campionamenti contestuali con differenti supporti.

Adele Lo Monaco¹, Renata Emiliani², Daniela Ballardini³, Giuseppe Del Carlo⁴

Arpa Emilia-Romagna

1. Direzione Tecnica, Area Vigilanza e Controllo
2. Sezione provinciale di Ravenna, Servizio territoriale
3. Sezione provinciale di Ravenna, Responsabile del Servizio territoriale
4. Sezione provinciale di Modena, Responsabile Laboratorio tematico aria

Si ringraziano Versalis (Eni), Thearen srl (ex Theolab spa) e Chelab srl per la cortese e qualificata collaborazione.

NOTE

¹ Il 30 settembre 2016 il 100% delle azioni di Theolab spa sono state cedute a Chelab srl, società del Gruppo Mérieux NutriSciences.

² Le camere di flusso in carico a Theolab spa, a partire dal mese di giugno 2016, sono passate alla proprietà della società Thearen srl, a cui è stata trasferita la titolarità del brevetto.

Spurgo	Dati di campo
T _{aria}	2,7 °C
T _{suolo}	2,6 °C
Cov _{aria}	0,25 ppm

Misure in camera di flusso	CO ₂ %	O ₂ %	CH ₄ %	Cov ppm	U _{camera} %	T _{camera} °C	T _{ambiente} °C	Q gas carrier l/m
t=0 - ore 9:20	0,05	20,9	<0,01	0,25	79,4	5,4		5
t=1 - ore 9:28	0,04	6,4	0,05	1,12	72,2	4,8		5
t=2 - ore 9:36	0,02	1,5	0,01		66,1	6,5	8,4	5
t=3 - ore 9:41	0,01	0,9	0,06	1,09	66,6	6,3		3
t=4 - ore 9:52	<0,01	0,4	<0,01	1,07	70,7	6,9		3

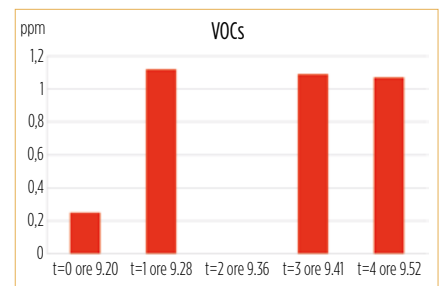
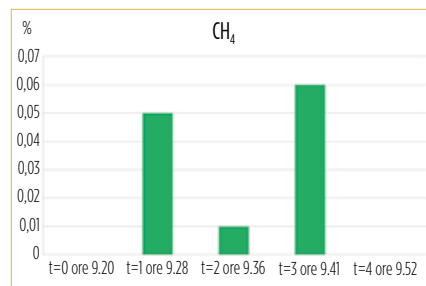
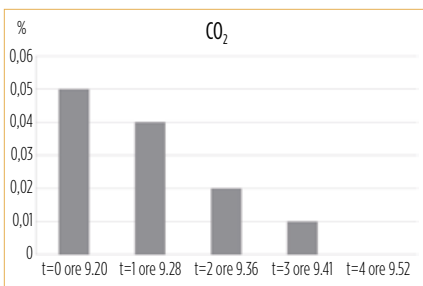
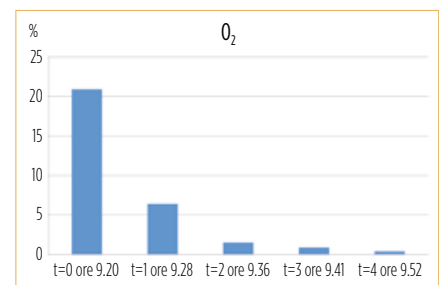


FIG. 2 SPURGO
Spurgo della camera di flusso: controlli da effettuare.

FZT Campionamento mattina: 10,20-13,20	Dati di campo
T _{aria}	10,3 °C
T _{suolo}	
Cov _{aria}	0,17 ppm

Misure in camera di flusso	CO ₂ %	O ₂ %	CH ₄ %	Cov ppm	U _{camera} %	ΔP	T _{camera} °C	T _{ambiente} °C	Q gas carrier l/m
t=inizio	0,1	0,5	0,2	0,87	50	<1 Pa	9,3	9	4
t=intermedio 1	0,1	0,7	0,3	0,825	60	<1 Pa	10,2	11,8	4
t=intermedio 2	0,1	0,4	0,4	0,852	62,1	<1 Pa	8,4	12	4
t=fine	0,1	0,4	0,1	0,861	59,6	<1 Pa	9,5	12,7	4

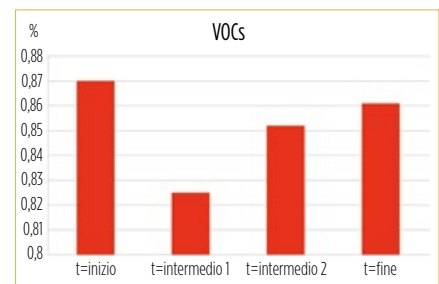
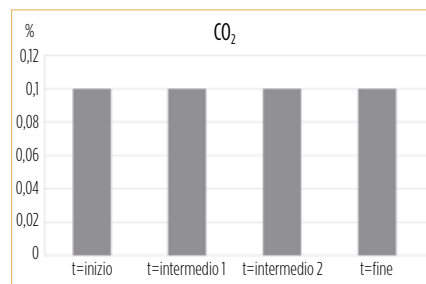
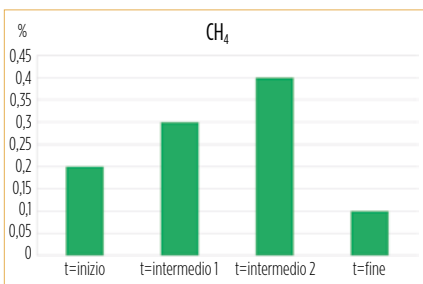
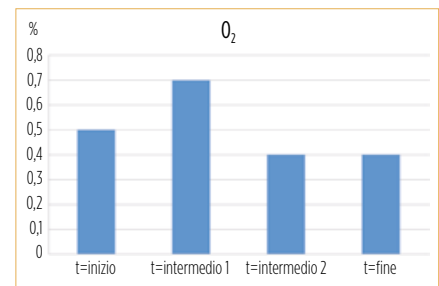


FIG. 3 CAMPIONAMENTO
Campionamento: controlli da effettuare.

IL SISTEMA STATICO NON STAZIONARIO WEST SYSTEMS

LA CAMERA DI ACCUMULO PER LA MAPPATURA E LA QUANTIFICAZIONE DELLE EMISSIONI DI COV

La misura delle emissioni diffuse tramite camera di accumulo è largamente consolidata in molti campi applicativi quali: la vulcanologia e geotermia; la caratterizzazione delle discariche grazie alla determinazione quantitativa dei flussi diffusi di CH₄, CO₂, H₂S e Cov; la valutazione della respirazione del suolo in agronomia, dove lo studio della distribuzione spaziale di N₂O, CO₂ e CH₄ va a supporto di strategie di riduzione delle emissioni di Ghg da pratiche agricole. Nell'ambito del Gruppo di lavoro 9 bis si è testata e verificata l'applicabilità di tale metodo per la mappatura delle emissioni di Cov e per la quantificazione dell'emissione di Cov totali in siti contaminati. Il sistema consiste in una camera rivestita in fluoropolimero di forma cilindrica, di diametro di 200 o 300 mm e altezza compresa tra 100 e 200 mm, dotata di un vent per mantenere la pressione interna al sistema uguale alla pressione atmosferica e di un dispositivo di miscelazione. La camera viene posta al suolo, curando la tenuta tra il bordo camera e la superficie in misura, e lasciata in misura per un periodo compreso tra 3 e 5 minuti. Il gas che si trova all'interno della camera viene inviato, tramite una piccola pompa a membrana, a un array di detector IR e Pid in grado di determinare in continuo la concentrazione delle singole specie gassose (analiti) all'interno della camera, quindi viene reimpresso in camera di accumulo. In presenza di un flusso all'interfaccia suolo atmosfera la concentrazione di ogni analita nella camera si incrementa con legge lineare; è possibile quindi quantificare il flusso diffuso di ogni singolo analita calcolando il suo gradiente di concentrazione dC/dt (espresso in ppm/sec) e quindi determinando il flusso F_i (espresso in mol·m⁻²·d⁻¹) con la seguente equazione:

$$F_i = dC/dT \cdot A_c K \cdot Kcal$$

A_cK è derivato dalle proprietà fisiche della camera di accumulo e dai parametri ambientali al momento del campionamento:

$$A_c K = \frac{86400 \cdot (P_a \cdot 100) \cdot V_c}{10^6 \cdot R \cdot (T_a + 273,15) \cdot A_c}$$

Dove: 86.400 = secondi per giorno; 106 = fattore da (ppm) μmol·mol⁻¹ a mol·mol⁻¹; P_a = pressione atmosferica in HPa; V_c = volume in m³ della camera di accumulo; A_c = area della camera di accumulo (impronta al suolo) in m²; T_a = temperatura

dell'aria espressa in °C (convertita in °K aggiungendo 273,15); R = 8,3144598 costante universale dei gas in m³·Pa·K⁻¹·mol⁻¹; Kcal è un fattore numerico sperimentale ottenuto dal processo di calibrazione del sistema di misura derivato dal metodo descritto da Chiodini et al. (1998, "Soil CO₂ flux measurements in volcanic and geothermal areas", *Applied Geochemistry*, 13, 543-552), che permette di verificare la risposta del sistema in condizioni controllate e ottenere una curva di taratura (flusso misurato vs. flusso iniettato). Tale taratura, effettuata periodicamente su tutti gli strumenti utilizzati, tiene conto delle deviazioni dal comportamento ideale della camera di accumulo e permette quindi una accurata valutazione del fenomeno emissivo a prescindere dalle criticità implicite del metodo.

Pressione e temperatura vengono misurati tramite appositi sensori posti in camera di accumulo e quindi il calcolo del rateo di emissione F_i (mol·m⁻²·d⁻¹) di ogni singola specie gassosa viene effettuato in tempo reale, tramite un apposito software installato su un dispositivo mobile, dotato di Gps per la georeferenziazione delle misure.

Il metodo permette di eseguire circa 60/80 misure al giorno, ottenendo un set di dati che tramite un trattamento statistico e geostatistico permette di quantificare sia l'emissione totale per ogni analita, che di tracciare una mappa della distribuzione spaziale delle emissioni per ogni specie gassosa; in figura 2 si riporta la distribuzione spaziale delle emissioni di Cov totali, espresse in mol·m⁻²·d⁻¹ (isobutene equivalente), ottenuta dal trattamento geo-statistico di 53 misure effettuate con camera di accumulo attrezzata con un Pid @ 10.6 eV nell'ambito dei lavori del Gdl 9 bis.

I due metodi utilizzati (camera di accumulo e camera di flusso) trovano una naturale funzionalità reciproca; il metodo della camera di accumulo, grazie alla sua capacità di evidenziare rapidamente la distribuzione spaziale delle emissioni permette di scegliere con grande precisione i punti più rappresentativi, in termini di emissività, dove andare a effettuare la misurazione del rateo di emissione e il campionamento con la flux chamber.

Giorgio Virgili, Ilaria Minardi
West Systems srl



FIG.1 CAMERA AD ACCUMULO

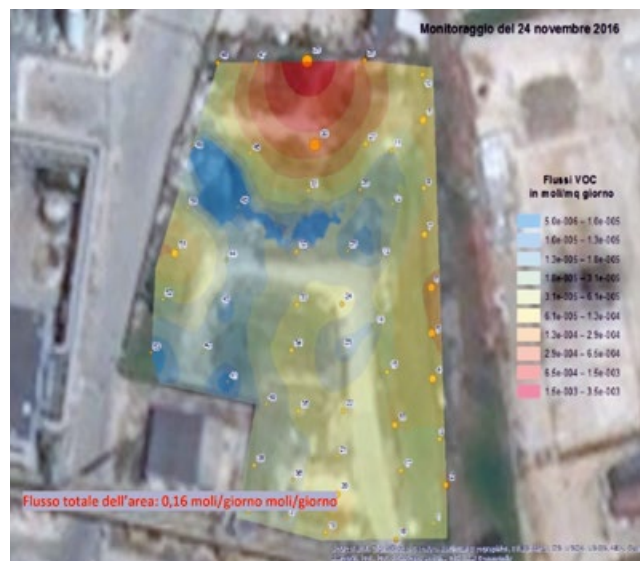


FIG.2 DISTRIBUZIONE DELLE EMISSIONI DI COV TOTALI (ISOBUTENE EQUIVALENTE)



La sperimentazione nel Sin di Bussi sul Tirino (PE)

La sperimentazione nel Sito contaminato di interesse nazionale (Sin) di Bussi sul Tirino (PE) in Abruzzo, progettata da Arta Abruzzo, ha avuto l'obiettivo di valutare le variazioni spaziali e temporali dei dati degli aeriformi acquisiti con diverse tipologie di *flux chamber* e confrontare i dati ottenuti all'interfaccia suolo/aria e aria, in ambiente *indoor* e *outdoor*, con una varietà di campionatori e strumentazione portatile. Alla sperimentazione, che ha avuto una durata di tre giorni, dal 22 al 24 novembre 2016, hanno preso parte i tecnici delle Agenzie di Arpa Piemonte, Arpa Lombardia, Arpa Emilia-Romagna e Arta Abruzzo, che hanno condotto le attività di campo e analitiche, sotto la supervisione dei ricercatori di Ispra e con la collaborazione di Thearen srl, di West Systems srl e del Laboratorio di Geochimica e di Fisica dell'atmosfera dell'Università D'Annunzio di Chieti-Pescara (Ud'A-Disputer).

Inquadramento del sito

La sperimentazione è stata attuata in un'area dismessa entro uno stabilimento chimico attivo. L'area (figura 1) sede di un ex impianto di acetilene-trielina/Pce (attivo dal 1935 al 1963), che ha prodotto una rilevante contaminazione da solventi, idrocarburi e mercurio, ben si presta sia alla valutazione della *vapor intrusion*, in ragione della vicinanza di uffici, sia al monitoraggio del flusso/concentrazione all'interfaccia suolo/aria in quanto parzialmente pavimentata. Nell'area in studio affiorano sedimenti continentali attribuibili prevalentemente all'intervallo Pleistocene medio-Olocene. Si tratta di materiali detritici di versante e di conoide alluvionale interdigerati con depositi limosi di ambiente lacustre/palustre. I depositi continentali sono sede di una falda di subalveo del fiume Tirino, con soggiacenza nel settore in esame inferiore al metro e direzione di deflusso orientata da NW verso SE. Tali depositi passano verso l'alto a riporti di origine antropica con granulometria grossolana. La falda è monitorata nel settore in esame attraverso tre piezometri denominati: P47, P48 e P14. I contaminanti che caratterizzano il sito sono prevalentemente composti organici volatili e semivolatili quali: tricloroetilene (Tce), tetracloroetilene (Pce), cloruro di vinile, 1,1,1,2 tetracloroetano, tetracloruro di carbonio, idrocarburi C<12 e C>12, benzene e mercurio.

Obiettivi

Gli obiettivi prefissati dalla sperimentazione nel dettaglio sono riassumibili in:

- valutazione dei criteri di scelta dei "punti di campionamento" integrando il principio di prossimità geometrica e lo *screening* in tempo reale del flusso di Cov e CO₂ all'interfaccia aria/soilo con strumentazione portatile ad alta risoluzione
- valutazione della variabilità spaziale e temporale delle concentrazioni all'interfaccia aria/soilo determinate mediante campionatori attivi (fiale a carboni e hopcalite e canister) e passivi (Radiello) in camere di flusso dinamiche e di accumulo
- valutazione della variabilità spaziale e temporale delle concentrazioni e delle misure all'interfaccia aria/soilo effettuate in campo con strumenti portatili a diversa sensibilità (Pid, GA e Flussimetro).
- confronto fra le concentrazioni in aria, in ambiente *indoor* e *outdoor*, e all'interfaccia suolo/aria determinate con analisi di laboratorio (canister e Radiello).

Materiali e metodi

La sperimentazione è stata condotta utilizzando cinque diverse camere:

FIG. 1
AREA DI INDAGINE

Perimetrazione dell'area di indagine entro la quale ricade l'edificio (bersaglio), il piezometro di riferimento P48 (sigla P), gli alberi indagati con phytoscreening (sigla A). Con la freccia è definita la direzione del flusso della falda.

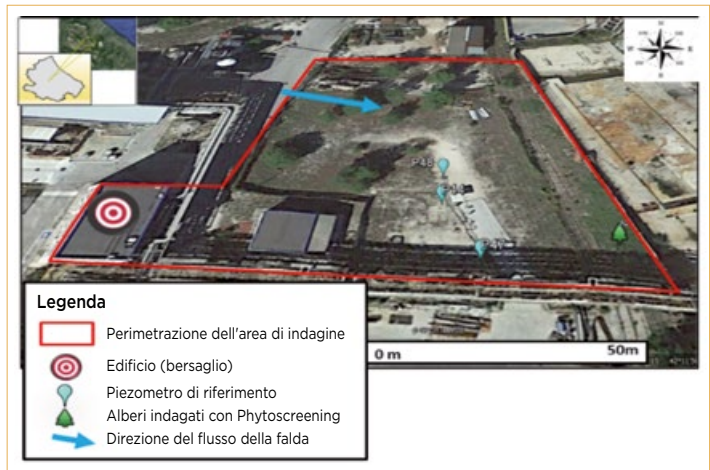
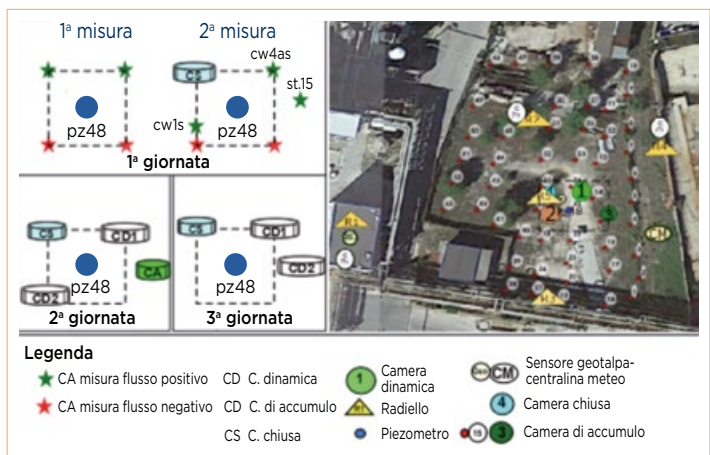


FIG. 2
CAMPIONAMENTO

Progettazione delle linee di campionamento delle camere dinamiche e aria indoor/outdoor. Disposizione delle camere di flusso rispetto al piezometro significativo (Pz48) e all'intera area d'indagine nella prima giornata (1ª) e nelle successive giornate (2ª e 3ª) del monitoraggio.



due dinamiche allestite e fornite dal laboratorio Thearen srl, due di accumulo con flusso statico non stazionario, gestite da West Systems srl, e una camera chiusa statica, allestita e messa a disposizione da Arta Abruzzo.

Le strumentazioni da campo utilizzate per la verifica delle fasi di spurgo e di campionamento nelle camere dinamiche sono: un *gas analyzer* (GA) con sensori IR per la misura di CH₄, CO₂, CO e celle elettrolitiche per la misura di O₂ e H₂S e NH₃; due fotoionizzatori (Pid), per le misure di Cov, messi a disposizione da Arpa Emilia Romagna e Arta Abruzzo, pompe a basso flusso per il campionamento delle fiale, messe a disposizione da Arpa Piemonte. Inoltre a corredo delle camere dinamiche, Thearen srl ha fornito manometri e flussimetri per la regolazione e il controllo del gas vettore, un manometro differenziale a elevata sensibilità, un termometro e un igrometro per misure sia dentro che fuori camera. La strumentazione da campo utilizzata nella camera di accumulo è un flussimetro allestito con sensori ad alta risoluzione IR, IR/TId, Pid e cella elettrochimica, per le misure del flusso di Cov, CO₂, CH₄ e H₂S, messo a disposizione da West Systems srl. I dati meteo ambientali sono stati acquisiti tramite una stazione mobile e le

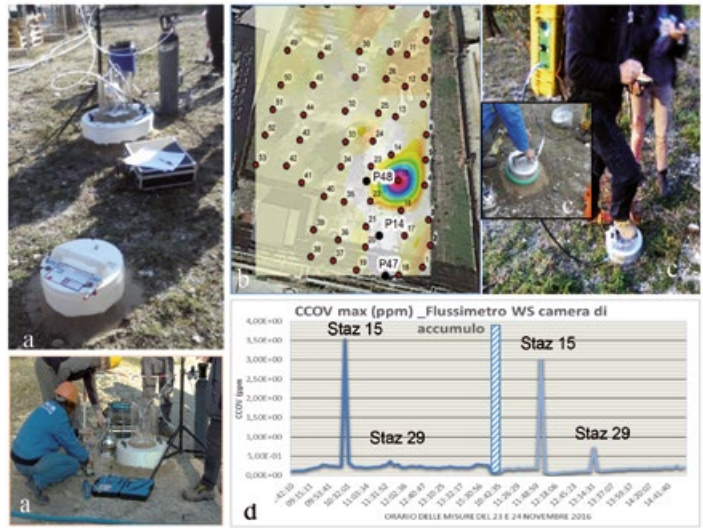
misure in continuo nel terreno e in aria di CO₂ e Cov sono state acquisite tramite sensori fissi denominati “Geotalpa” e, messi a disposizione da Ud’A-Disputer. I campionatori (oltre 50), forniti da Arpa Piemonte, Arpa Lombardia, Arpa Emilia-Romagna e Arpa Abruzzo, sono stati utilizzati per la ricerca di solventi e idrocarburi sono: fiale a carbone per desorbimento con solvente chimico (Fdc) e desorbimento termico (Fdt), canister e Radiello, mentre per la ricerca del mercurio sono state utilizzate fiale a hopcalite. La variabilità spaziale e temporale nelle diverse giornate è stata verificata secondo gli schemi di figura 2. Per l’individuazione preliminare dei punti in cui collocare le camere ai fini del campionamento, è stato applicato il principio di prossimità geometrica alla sorgente e ai bersagli (sondaggi/piezometri ed edifici con contaminazione più significativa), integrato con lo screening, in tempo reale

e tramite camera di accumulo, del flusso presente nei singoli punti individuati con il principio di prossimità e dell’intera area in studio comprensiva dei punti già indagati.

Le stazioni di misura del flusso con camera di accumulo sono state individuate suddividendo l’area in una griglia regolare (passo di circa 9 m x 9 m). In particolare

FIG. 3 MISURA DEL FLUSSO

- Fasi di misura del flusso di COV con camera dinamica e di accumulo con flussimetro.
- a) Allestimento delle camere
- b) Mappa di isoflusso dei Cov realizzata in ambiente Gis
- c) Fasi di misura con camera di accumulo
- d) Andamento delle concentrazioni entro la camera durante il monitoraggio.



Composto	Flusso Cov=1.01E-04 mol/m ² /giorno							FlussoCov=1.01E-02 mol/m ² /giorno							aria outdoor		aria indoor	
	Camera di flusso 1						Camera stat. 4	Camera di flusso 2						Camera acc. 3	out_C	out_Rad	ind_Rad	ind_C
	C1_FH 7h	C1_FDC 3h	C1_FDC 7h	C1_FDT 7h	C1_C 1h	C1_C 7h	C4_Rad 48 h	C2_FH 7h	C2_FDC 3h	C2_FDC 7h	C2_FDT 7h	C2_C 1h	C2_C 7h	C3_C2 ist	out_C 7h	out_Rad 48h	ind_Rad 48h	ind_C 7h
	mg/m ³																	
Mercurio elementare [b]	3,00E-07	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,95E-07	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Idrocarburi C<12	n.d.	9,38E-02	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	n.d.	9,38E-02	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	1,40E-02	1,08E-02	<d.l.
Idrocarburi C>12	n.d.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	n.d.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	1,04E-02	2,52E-02	<d.l.
Benzene	n.d.	1,60E-03	4,20E-03	3,80E-03	<d.l.	<d.l.	<d.l.	n.d.	1,60E-03	<d.l.	>>	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	2,20E-03	1,70E-03	<d.l.
Etilbenzene	n.d.	<d.l.	3,10E-03	1,90E-03	<d.l.	<d.l.	<d.l.	n.d.	<d.l.	<d.l.	1,90E-03	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.
Toluene	n.d.	3,17E-02	<d.l.	5,00E-04	2,30E-03	<d.l.	<d.l.	n.d.	3,17E-02	1,47E-02	<d.l.	<d.l.	<d.l.	1,09E-02	<d.l.	1,80E-03	1,60E-03	<d.l.
m-Xilene	n.d.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	n.d.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	1,70E-03	<d.l.
o-Xilene	n.d.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	n.d.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	1,90E-03	4,40E-03	<d.l.
Xileni	n.d.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	n.d.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.
1,1,2-Tricloroetano	n.d.	<d.l.	<d.l.	7,00E-04	<d.l.	<d.l.	<d.l.	n.d.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.
Clorometano	n.d.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	n.d.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	1,38E-03	1,10E-03	1,38E-03	1,22E-03
Triclorometano	n.d.	<d.l.	3,80E-03	<d.l.	<d.l.	<d.l.	1,10E-03	n.d.	<d.l.	3,80E-03	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.
Tetracloroetilene (PCE)	n.d.	4,20E-03	3,80E-03	>>	<d.l.	<d.l.	3,40E-03	n.d.	2,26E+00	1,21E+00	>>	1,01E+00	7,18E-01	2,60E+00	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.
Tricloroetilene (TCE)	n.d.	3,10E-03	1,90E-03	>>	<d.l.	<d.l.	8,70E-03	n.d.	1,96E+00	9,25E-01	>>	1,02E-01	8,50E-02	3,12E-01	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.
Esaclo-1,3-butadiene	n.d.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	n.d.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	9,28E-01	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.
Diclorometano	n.d.	4,00E-03	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	n.d.	4,00E-03	8,80E-03	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	2,99E-03	4,80E-03	2,00E-03	3,44E-03
1,2-Dicloroetilene cis	n.d.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	1,00E-02	n.d.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.
1,2-Dicloroetilene trans	n.d.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	1,00E-02	n.d.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.
1,1,2,2-Tetracloroetano	n.d.	<d.l.	<d.l.	>>	<d.l.	<d.l.	<d.l.	n.d.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	2,47E+00	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.
Tetracloruro di carbonio	n.d.	<d.l.	<d.l.	5,00E-04	<d.l.	<d.l.	<d.l.	n.d.	<d.l.	6,17E-02	<d.l.	<d.l.	<d.l.	2,08E-01	<d.l.	1,10E-03	<d.l.	<d.l.
1,2-diclorobenzene	n.d.	<d.l.	8,00E-04	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	n.d.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.
1,4-diclorobenzene	n.d.	<d.l.	2,60E-04	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	n.d.	1,40E-03	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.
Clorobenzene	n.d.	<d.l.	5,80E-03	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	n.d.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.
Diclorodifluorometano	n.d.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	n.d.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	2,47E-03	2,47E-03	2,47E-03	<d.l.

TAB. 1 CAMERE DI FLUSSO/ARIA

Confronto tra i risultati analitici ottenuti nelle flux chamber e aria indoor e outdoor.

Legenda. F: fiala, H: hopcalite, DC: des. solvente chimico, DT: des. Termico, C: canister, Rad: Radiello, dl: limite di quantificazione, >> superiore alla conc. di saturazione, n.d: non determinato.

durante tutta la sperimentazione una camera dinamica (Cd1) è stata mantenuta nella stessa posizione avente flusso medio/basso, mentre l'altra (Cd2) nella terza giornata è stata spostata dalla stazione con flusso medio/basso a quella con valore di picco (terza giornata) determinato tramite camera di accumulo (Ca). In corrispondenza delle stazioni con valore di picco, al fine di valutare le concentrazioni istantanee, la camera di accumulo, integrata con un anello metallico è stata sigillata e allestita con una linea di campionamento collegata con canister (seconda giornata). La camera statica chiusa (Cs), allestita solo con Radiello (R5), è stata mantenuta nella stessa posizione e con un tempo di monitoraggio pari a quello dei radielli collocati in ambiente outdoor (R2-R3 e R4) e indoor (R1). Inoltre sono state adottate tre durate di campionamento, definite di breve (durata 1h), media (durata 3,5 h) e lunga durata (durata 7h).

Risultati

L'uso integrato di camere dinamiche e di accumulo ha consentito di verificare la variabilità spaziale e temporale nelle diverse giornate, rimodulare, in tempo reale, il piano di campionamento e monitorare le emissioni dei contaminanti volatili derivanti da terreno e falda contaminati escludendo le stazioni prive di flusso, per privilegiare quelle caratterizzate da un flusso significativo e con intensità variabile da bassa a media (st.cws1s: 1.01E-04 e st.cws4as: 1.30E-04 moli · m⁻²/giorno, e di picco (st.15: 51.01E-02 e st.29: 3,37E-04 moli · m⁻²/giorno, figura 3). Il flusso determinato con camera di accumulo è stato definito non significativo quando inferiore al *detection limit* strumentale (dl), posto per i Cov pari a 1E-05 moli · m⁻²/giorno e per la CO₂ pari a 2E-03 moli · m⁻²/giorno. I valori di picco del flusso sono stati determinati grazie alla mappatura del



flusso di CO₂ e Cov dell'intera area indagata, ripetuta nella seconda e terza giornata, eseguita in 53 stazioni, e comprensiva dei punti già indagati nella prima. I risultati del monitoraggio hanno fornito in entrambe le giornate dati confrontabili di flusso di CO₂, variabile tra 448 e 480 moli · m⁻²/giorno, e di Cov pari a 1,6E-01 moli · m⁻²/giorno (figura 3). Inoltre, l'85% delle misure di CO₂ è risultato minore di 3E-01 moli · m⁻²/giorno e nessun valore è risultato inferiore al dl, mentre il 98% delle misure di Cov è risultato inferiore a 1E-03 moli · m⁻²/giorno e il 73% delle misure inferiori a 5E-04 moli · m⁻²/giorno. Le determinazioni delle concentrazioni analitiche, con camere di flusso e di accumulo, nei punti selezionati tramite *screening* del flusso di Cov e CO₂ e/o mappe di isoflusso, hanno consentito di identificare, in modo definitivo, quelle rilevanti per il monitoraggio e utili per la procedura di Analisi di rischio.

Conclusioni

I composti riscontrati all'interfaccia terreno/aria e in aria sono molteplici e le loro concentrazioni nei punti con flusso significativo sono in molti casi confrontabili (tabella 1). I composti più frequentemente rinvenuti sono Tce, Pce, toluene, diclorometano, benzene, triclorometano e mercurio. I range più

indicativi sono compresi tra 1,90E-03 e 1,96E+00 mg/m³ (Tce) e tra 3,40E-03 e 12,26+00 mg/m³ (Pce).

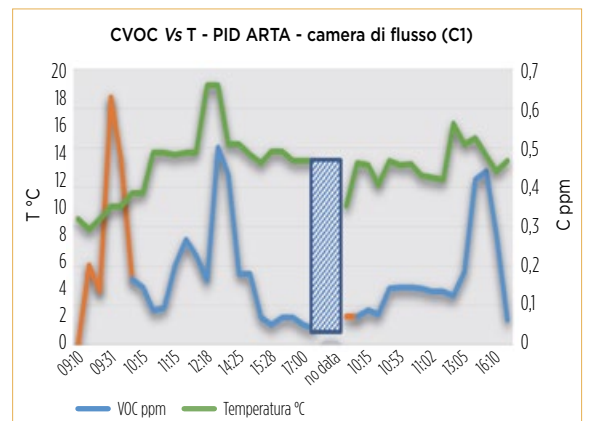
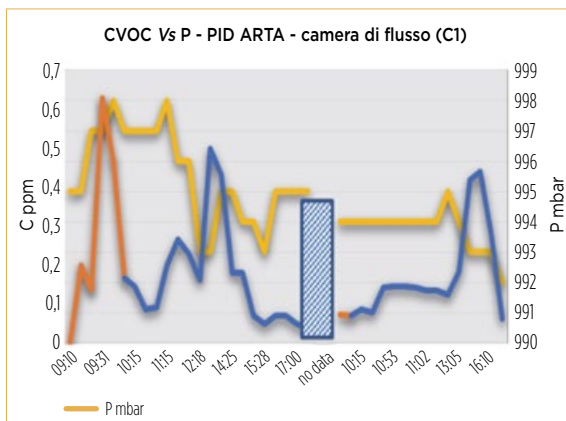
Le camere rinvengono negli aeriformi i composti che caratterizzano la contaminazione delle acque sotterranee, e del terreno. Le fiale a desorbimento con solvente chimico, nei punti a medio-bassa concentrazione (Pid 0,04<C<0,5ppm), hanno fornito i risultati più utili nel campionamento della mattina quando lasciate campionate per tempi di media durata (3,5 h). Le fiale a desorbimento termico hanno evidenziato spesso una sovrasaturazione e la necessità di ridurre il tempo di campionamento ad un intervallo da breve (1 h) a medio (3,5 h), da valutare in base ai risultati ottenuti con camera di accumulo e strumentazione portatile. I canister sono stati particolarmente utili nei campionamenti istantanei in associazione a camera di accumulo e nella camera dinamica in presenza delle concentrazioni più elevate (Pid 2,2<C<2,9 ppm). Le misure entro le camere dinamiche eseguite con strumentazione portatile mostrano un trend positivo tra i dati di Cov (Pid) e T, con un picco nelle ore centrali della giornata, ed un trend negativo tra Cov (Pid) e P (figura 4).

Lucina Luchetti

Arta Abruzzo

FIG. 4
CONCENTRAZIONI

Diagrammi delle concentrazioni misurate nella due giornate entro la camera dinamica CD1 di Cov e loro confronto con i dati di pressione e temperatura misurate con Pid, GA e termometro.





Le sperimentazioni di Pavia e Mantova

Le sperimentazioni svolte in Lombardia, nell'ambito dei lavori del Gdl 9 bis, hanno interessato siti contaminati da composti organici volatili, prevalentemente Btexs e idrocarburi (HC) con presenza di sonde per il monitoraggio dei soil gas. Sono stati individuati due siti, uno in provincia di Pavia e uno di Mantova.

La sperimentazione di Pavia

La sperimentazione di Pavia si è svolta in un'area industriale in attività nelle giornate dal 22 al 26 maggio 2017, e ha visto la partecipazione di Arpa Lombardia (Sede centrale in qualità di *project manager*, Dipartimento territoriale e Settore laboratori) e di Copernico srl. Essa era finalizzata a studiare la variabilità delle misure di gas interstiziali nel breve-medio periodo (5 giorni) in relazione alle variazioni dei parametri atmosferici e alle condizioni di riequilibrio dei gas.

Per quanto riguarda gli elementi del modello concettuale del sito utili ai fini dello studio, si segnala la presenza di una sorgente secondaria individuata in falda (con soggiacenza di circa -3,7 m da p.c.) caratterizzata da superamenti per composti volatili, con valori, a dicembre 2016, rispettivamente fino a 1.000 µg/l di benzene e decine di µg/l di Mtbe, oltre ad alcuni composti clorurati non ricercati ai fini della sperimentazione. A causa dei vincoli legati alle attività sul sito, non è stata individuata una sorgente secondaria nel terreno insaturo, ma rinvenuto un solo *hotspot* in suolo profondo con superamenti da idrocarburi C>12 di poco superiore alla Csc di tab. 1 B. Sono presenti pozzetti di *soil gas* con fenestrazione tra -1,7 e -2 m da p.c., in un orizzonte caratterizzato da sabbia grossolana, e il piano campagna è pavimentato con asfalto.

In ciascuna delle giornate di studio sono stati campionati i *soil gas* in 2 punti di monitoraggio (1 campione mattino e 1 pomeriggio, al medesimo orario) alla portata di 0,8 l/min per 2 h, con fiale a carbone attivo a desorbimento con solvente di tipo *large*, ponendone due in serie, finalizzate all'analisi di Btexs, HC e Mtbe. Contestualmente, in un altro

pozzetto di *soil gas*, per non perturbare le misure finalizzate alle risultanze chimiche, sono stati monitorati tramite strumenti portatili i composti organici totali (Cov) con Pid, temperatura (T) e umidità (U), e in un altro pozzetto la differenza (ΔP) tra la pressione dei gas interstiziali e ambiente. Sono state inoltre verificate le condizioni atmosferiche al contorno mediante la centralina meteo di Arpa Lombardia di Landriano (PV).

Per quanto riguarda i dati meteo acquisiti durante tutto il periodo del test, si è osservato che le condizioni erano costanti e complessivamente coerenti con quelli di una giornata tipica della primavera pavese; l'andamento dei Cov misurati con il Pid nel *soil gas* si è mostrato direttamente proporzionale all'umidità e inversamente proporzionale alla temperatura. Per quanto riguarda ΔP si sono registrati valori quasi sempre maggiori di zero, non correlati alle variazioni di P ambiente, probabilmente sia perché il sito è pavimentato, sia perché la misura era condizionata dall'effetto del vento a p.c., e pertanto è risultata poco significativa.

Per quanto concerne le analisi chimiche, si osserva che sono presenti composti volatili in concentrazioni molto elevate e infatti per Mtbe, benzene, toluene e HC alifatici C5-C8 si è avuta la saturazione sia della prima che della seconda fiala in serie. Per quanto concerne invece i parametri che non hanno saturato (etilbenzene, xileni, stirene, HC alifatici C9-C12 e aromatici C9-C10 e C11-12) si osserva, per ciascuno dei due punti di monitoraggio,

una buona ripetibilità (considerando l'incertezza analitica) del dato sia tra mattina e pomeriggio (confermando implicitamente il riequilibrio del sistema e quindi l'idoneità del campionamento) di uno stesso giorno, sia tra giorni differenti della stessa settimana.

La sperimentazione di Mantova

La sperimentazione di Mantova ha avuto luogo su un'area limitrofa a una raffineria nelle giornate del 24-25 maggio 2017 e ha visto la partecipazione di enti pubblici quali Arpa Lombardia (sede centrale in qualità di *project manager*, Dipartimento territoriale e Settore laboratori), Arpa Emilia Romagna (Direzione tecnica e Laboratori), Arpa Piemonte (Struttura Rischio industriale-igiene industriale e Settore laboratori), Arta Abruzzo, Ispra e Inail, e di società private quali Thearen srl e Mérieux NutriSciences Italia srl, che hanno fornito strumentazione e supporto relativamente alle camere di flusso dinamiche di loro proprietà, West Systems srl che ha prestato il medesimo servizio per le camere statiche e Copernico srl relativamente al monitoraggio meteorologico.

Obiettivo del lavoro era la realizzazione di misure in parallelo di *soil gas*, di flusso di vapori con camere di flusso di diversa tipologia e di aria ambiente per la valutazione dei risultati ottenuti attraverso diverse linee di evidenza e delle loro variazioni spaziali e temporali, nonché il confronto tra gli esiti acquisiti con diversi supporti (fiale DT, fiale DS, canister, Radiello).



Lo studio si è svolto su un'area con superficie di 1,1 ha, per la maggior parte non pavimentata, caratterizzata da vegetazione a prato, a eccezione di alcuni edifici e loro pertinenze. Il terreno insaturo presenta granulometria medio fine e la falda acquifera una soggiacenza media di -8 m da p.c. La contaminazione, localizzata in suolo profondo e falda, è imputabile alla rottura, negli anni Ottanta, di un oleodotto passante sul confine Sud-Est del sito. Sono stati riscontrati valori di idrocarburi e Btexs con valori massimi, rispettivamente, di 4.183 e 446 mg/kg in terreno e 64.895 e migliaia di µg/l in falda (a gennaio 2017), oltre ad alcuni clorurati non ricercati in fase di sperimentazione. Sul sito sono presenti dei pozzetti di *soil gas* con una fenestrazione fra -1 e -1,3 m da p.c. di cui è stata verificata la tenuta.

Sono stati eseguiti campionamenti di *soil gas* in due punti di monitoraggio, distanti circa 35 m, durante due giornate consecutive e in parallelo sono stati prelevati campioni da camere di flusso, sia dinamiche che statiche, ubicate nell'intorno delle sonde *soil gas* e campioni di aria ambiente in posizioni limitrofe. Nello specifico sono stati

effettuati campionamenti di media (3h) e lunga durata (7h) (questi solo nelle camere di flusso e in aria ambiente). Ai fini dell'acquisizione di analisi chimiche sono stati utilizzati 40 canister, 17 fiale DT, 14 fiale DS e 8 radielli e le linee di campionamento sono state protette dalla condensa con impinger in bagnetti a freddo. Contestualmente sono state acquisite misure di Cov con Pid e dei parametri fisici (P, T, U, CO₂, O₂ e CH₄) nei *soil gas* e nelle camere di flusso, e solo Cov in un piezometro adiacente ai punti di campionamento; sono state inoltre monitorate, per tutta la settimana, le condizioni meteorologiche (P_{atm}, T, direzione e velocità vento) collocando in sito una stazione sonica fornita da Arpa Emilia-Romagna e utilizzando i dati della stazione meteo Lunette (MN) di Arpa Lombardia e infine è stata registrata ΔP per tutta la settimana in un'altra sonda per non perturbare le misure. La sperimentazione si è posta 8 diversi obiettivi che vengono presentati di seguito illustrando di volta in volta le osservazioni desumibili.

1) Comparazione della risposta di due camere di flusso aperte di analoghe caratteristiche operanti in parallelo al fine di verificare la robustezza dei risultati acquisiti: si segnala che i parametri biogas,

la pressione differenziale dentro-fuori dalla camera e i Cov totali misurati in tutte le camere di flusso sono confrontabili ed indicano un buon isolamento delle camere di flusso dinamiche rispetto all'ambiente; gli andamenti di temperatura e umidità nelle camere seguono quelli ambiente grazie al buon isolamento dall'irraggiamento. Entrambe le tipologie di camere di flusso presentano una buona confrontabilità dei risultati analitici sia per HC che per Btexs, anche considerando ogni tipo di supporto di campionamento. Per le camere di flusso statiche si può fare un confronto in termini di Cov solo per il giorno 2 (problema strumentale al giorno 1) e si osserva una buona corrispondenza tra loro.

2) Comparazione degli esiti ricavati da due diverse tipologie di camere di flusso aperte dinamiche, operanti in parallelo, al fine di valutare l'influenza della tipologia di strumentazione utilizzata. Il confronto è stato effettuato in termini di flusso emissivo al fine di elidere le variazioni legate alle differenti portate di *gas carrier* e alle superfici delle camere. Con riferimento agli idrocarburi, i campioni prelevati con le due diverse tipologie di camere di flusso sono risultati confrontabili ed è quindi desumibile che è possibile fare valutazioni

SPERIMENTAZIONE DI MANTOVA LE VILLETTE: CONDIZIONI AL CONTO RNO E MODELLO DI REGRESSIONE

Durante il campo prova di Mantova è stata approntata una stazione di misura micrometeorologica per valutare le condizioni al contorno in cui si è svolta la campagna. La scelta di misurare le condizioni ambientali nasce dalla necessità di approfondire la conoscenza delle forzanti fisiche da cui prende vita l'emissione di *soil gas* in atmosfera. La strumentazione a campo consisteva in:

- anemometro ultrasonico tri-assiale: strumento deputato non solo alla misura delle tre componenti della velocità del vento, ma anche alla stima della turbolenza atmosferica e, con essa, dell'altezza dello strato rimescolato
- barometro assoluto: per la misura della pressione atmosferica
- misuratore di pressione differenziale: fornisce una misura della differenza di pressione tra il *soil gas* e l'atmosfera libera, fondamentale per comprendere la direzione di flusso del *barometric pumping*.
- Pid ad alta frequenza: fotoionizzatore con frequenza di campionamento a 1 Hz.

Ai dati ottenuti da questi strumenti sono stati affiancati quelli ottenuti dalla stazione Mantova-Lunette 2 di proprietà di Arpa Lombardia per la misura delle precipitazioni, della temperatura e dell'umidità relativa.

Osservando la serie completa dei dati, notiamo un andamento radicalmente diverso nella prima metà della campagna, in cui si sono svolte le misure di campo con i vari campionatori, rispetto alla seconda. A partire dal 27/05/2017 si osserva un *pattern* regolare negli andamenti di concentrazione Cov e altezza dello strato rimescolato, mentre queste oscillazioni regolari vengono a mancare nella prima parte della campagna, in particolar modo il giorno 24/05.

Tutti gli altri parametri misurati non presentano anomalie rispetto a comportamenti stagionali medi.

L'ipotesi fatta è che un'anomalia nel comportamento dello strato rimescolato, che non ha raggiunto i tipici valori del periodo estivo, il giorno 24/05 ha avuto delle ripercussioni sui meccanismi di accumulo e diluizione dei Cov nel *soil gas*. A verifica di questa ipotesi si è deciso di applicare un modello di regressione lineare multipla, come già proposto in lavori precedenti, che dia una stima delle concentrazioni nel *soil gas* a partire dalle misure delle potenziali forzanti fisiche del sistema.

Tale modello, essendo di natura statistica e non fisica, necessita di una taratura ed è strettamente sitodipendente. Sfruttando i dati successivi al 27/05 per la taratura e applicando il modello ai dati precedenti, si è riusciti a ottenere un modello che descrive in maniera parziale, ma soddisfacente, l'anomalia.

Questo risultato ha delle implicazioni su differenti ordini:

- riuscire a riprodurre un'anomalia, seppur in modo parziale, con un modello di regressione, indica che le forzanti ipotizzate sono adeguate alla descrizione del fenomeno
- il fatto che anomalie in atmosfera non immediatamente identificabili inducano comportamenti anomali nelle concentrazioni nel *soil gas* impone una riflessione attenta sulla validazione dei campioni e sull'effettiva rappresentatività di una misura che per necessità deve essere effettuata a campione.

Davide Casabianca, Gianni Porto

Copernico srl

in termini di flusso emissivo medio ottenuto con i due diversi dispositivi; per i Btex ci sono invece delle discrepanze per toluene, etilbenzene e xileni, non imputabili ai valori di fondo dei sistemi di campionamento.

3) Confronto tra gli esiti dei campionamenti di *soil gas*, camere di flusso e aria ambiente in termini di concentrazione in aria al punto di esposizione calcolata, per i *soil gas*, mediante la risoluzione di Johnson & Ettinger e il modello a box per la dispersione atmosferica, mentre per le camere di flusso solo con quest'ultimo a partire dal flusso emissivo misurato. Si è osservato che le concentrazioni in aria dai dati delle camere di flusso dinamiche (come valori medi) e dei *soil gas* sono in linea tra loro sia per le fiale DT che per i canister; i campioni di aria ambiente risultano sempre più alti, ma con valori inferiori ai l.q. e pertanto le diverse linee di evidenza danno informazioni coerenti tra loro.

4) Verifica della variabilità temporale dei campionamenti nelle diverse fasi del monitoraggio: i campionamenti effettuati con camere di flusso su uno stesso punto nelle due diverse giornate e in momenti diversi della stessa giornata (mattina/pomeriggio) non hanno evidenziato in linea di massima differenze significative; invece, il confronto tra i campioni di *soil gas*, per lo stesso supporto e in entrambi i giorni, mostra un buon accordo solo su un punto, mentre sull'altro si osservano valori tendenzialmente maggiori nel primo giorno di misura.

5) Valutazione della variabilità spaziale della sorgente emissiva (falda) potenzialmente uniforme nella zona di monitoraggio: si è osservato che i valori di Cov rilevati nelle camere di flusso statiche allocate sui due punti di misura risultano essere fortemente influenzati dalla temperatura; *soil gas* e camere di flusso dinamiche non hanno rilevato differenze significative tra le concentrazioni nei due punti di monitoraggio (a eccezione di toluene ed etilbenzene solo per un tipo di camera). L'utilizzo delle camere statiche ha consentito di valutare la distribuzione spaziale del flusso emissivo su un'area più ampia, evidenziando una lieve variabilità, ma con valori ovunque molto bassi (in linea con le indicazioni rilevate nei due punti di monitoraggio dove sono state eseguite misure con camere di flusso dinamiche). Tutti i punti ubicati sopra alla pavimentazione hanno registrato valori di Cov minori dei l.q..

6) Confronto dei dati acquisiti in termini di Cov totali in diverse linee di evidenza:

sonde *soil gas*, camere di flusso, all'interno di un piezometro in prossimità della falda e anche a p.c. Si osserva che i valori misurati in prossimità della falda sono superiori rispetto a quelli medi delle camere di flusso di circa un ordine di grandezza, mentre quelli rilevati a p.c. sono quasi doppi rispetto a quelli nelle camere di flusso (effetto della diluizione per il *gas carrier*). Per quanto riguarda le misure di Cov effettuate nei *soil gas* pre e post spurgo e post campionamento sono in linea fra loro, ma stranamente più basse rispetto ai valori rilevati contestualmente nelle camere di flusso. Il confronto tra Cov misurati nelle diverse camere di flusso in termini di flusso emissivo indica una buona omogeneità di risposta tra camere dinamiche e statiche su tempi brevi (1 minuto); le formule di letteratura per calcolare flussi emissivi sul lungo periodo per le camere statiche evidenziano una sottostima dei flussi emessi rispetto alle camere di flusso dinamiche, confermando il diverso scopo di utilizzo di queste camere.

7) Valutazione dell'influenza delle condizioni al contorno atmosferiche sul flusso emissivo dal suolo: sono stati monitorati per l'intera settimana in cui si sono svolte le attività diversi parametri atmosferici (T, U, velocità del vento, P), i Cov in prossimità della superficie di falda e la differenza di pressione ΔP tra sottosuolo e atmosfera. Si osserva che le condizioni medie atmosferiche dei giorni di campionamento hanno presentato andamenti tipici di una giornata estiva. L'emissione di Cov mostra un andamento anomalo per entrambe le giornate di campionamento, in termini di flusso turbolento, di calore sensibile e altezza di rimescolamento, mentre dal 27/5 diviene più regolare e si osserva una proporzionalità inversa tra dispersività in atmosfera libera – proporzionale all'altezza dello strato rimescolato (Pbl) – e le concentrazioni nel sottosuolo (Cov). Copernico ha testato un proprio modello di regressione lineare multipla che definisce una correlazione tra P, ΔP , U, T, velocità del vento, Pbl e Cov legati a forzanti di emissione o diluizione degli inquinanti. Il modello presenta buona corrispondenza tra le concentrazioni misurate e quelle stimate dopo il 27/05, ma anche un buon accordo con quanto registrato nelle due giornate di campionamento con anomalie (massimi e minimi relativi vengono riproposti sia nei valori che nella tempistica).

8) Comparazione tra misure svolte con diversi tipi di supporti di campionamento (canister, fiale DT, fiale DS, Radielli) per valutarne l'interconfrontabilità al

fine di utilizzare supporti diversi per il contraddittorio con gli enti o nelle diverse campagne. I canister nel caso in esame restituiscono generalmente, per le sostanze quantificabili, valori superiori rispetto alle fiale DT (fino a 25 volte); rispetto alle concentrazioni presenti in sito, fiale DS e Radielli hanno l.q. troppo alti pertanto, nell'ipotesi di considerare i valori non quantificati pari a l.q., portano a una sovrastima dell'eventuale rischio del percorso di inalazione; le fiale DT hanno l.q. sufficientemente bassi da quantificare nella maggior parte dei casi le sostanze ricercate, ma con incertezze molto elevate.

Conclusioni

Alla luce delle evidenze emerse dalle due sperimentazioni, si possono desumere le seguenti osservazioni che si precisa, tuttavia, hanno valore limitato e richiedono ulteriori approfondimenti tramite altri casi studio per verificarne la validità con valore generale.

Si può osservare che:

- 1) considerando più giorni di misura, nel breve/medio periodo, non si osservano variazioni significative dei dati di *soil gas*
- 2) l'utilizzo di camere di flusso identiche appaiate ha evidenziato che la risposta della camera è univoca, mentre la sperimentazione condotta non è sufficiente per definire la confrontabilità, per tutte le sostanze, di camere di flusso di diversa tipologia, ma sono necessari ulteriori dati
- 3) i risultati ottenibili in termini di concentrazioni attese al punto di esposizione a partire da dati di *soil gas* e da camere di flusso sono risultati confrontabili e in linea con le misure in aria
- 4) dall'analisi dei risultati ottenuti utilizzando diversi supporti di campionamento, emerge che la risposta varia in funzione del supporto, pertanto è opportuno effettuare il contraddittorio e condurre le diverse campagne utilizzando i medesimi sistemi di campionamento e non variarli nel tempo per avere confrontabilità.

Madela Torretta, Sara Puricelli

Arpa Lombardia

MISURA AERIFORMI

L'IMPORTANZA DELLE ATTIVITÀ IN CAMPO
NELLA MISURA DEGLI AERIFORMI

All'interno del gruppo di lavoro nazionale Snpa che sta definendo e testando la procedura per la validazione, da parte degli enti di controllo, dei dati derivanti dalle misure dirette di aeriformi, Mérieux NutriSciences ha partecipato ad alcune campagne di misurazione in parallelo di *soil gas*, di flusso di vapori con *flux chamber* (di diverse tipologie) e di aria ambiente.

Il campionamento dei *soil gas* ha diverse finalità in supporto all'attività di bonifica dei suoli contaminati: definire l'estensione della sorgente di inquinamento, individuare i corretti punti di campionamento di acque e terreni, valutare il rischio di inalazione dei vapori, verificare l'efficacia delle tecnologie di bonifica. Diversamente, la misura delle emissioni superficiali di gas e vapori che migrano verso l'atmosfera vengono eseguite nelle stesse aree di bonifica, ma per lo scopo principale di valutare il rischio di inalazione dei vapori: rilevare la contaminazione permette di agire tempestivamente in caso di contaminazione, bloccando l'espansione dei composti volatili inquinanti.

È noto il dibattito su quali siano le tecniche più appropriate per la misura degli aeriformi e i diversi protocolli regionali riguardanti l'intrusione di vapori e l'utilizzo di misure di *soil gas*. Poiché tali protocolli adottano spesso procedure diverse nell'utilizzo di metodi e strumenti, risulta necessario delineare una procedura condivisa. È grazie alle sperimentazioni dei gruppi di lavoro e all'esperienza maturata dagli istituti scientifici e dagli enti di controllo che è possibile redigere e aggiornare le linee guida per questo tipo di monitoraggio. Queste campagne, come quella eseguita nel maggio 2017 nell'area Vilette - Mantova, consentono di:

- confrontare gli esiti delle misure ottenute con diverse tipologie di *flux chamber* (aperte dinamiche o chiuse e statiche non stazionarie) per definire la robustezza, l'affidabilità e la finalità del monitoraggio
- campionare gas interstiziali e aria ambiente *outdoor* per valutare l'influenza delle condizioni ambientali sui risultati ottenuti
- comparare misure effettuate con diversi tipi di supporti di campionamento per valutare l'interconfrontabilità dal punto di vista analitico
- monitorare le condizioni al contorno atmosferiche al fine di individuare le variabili che regolano lo scambio dei volatili all'interfaccia suolo/atmosfera.

Lo studio dei dati ottenuti dai diversi sistemi di campionamento

richiede un grande coordinamento delle attività in campo.

Nell'installazione delle camere di flusso, per esempio, è necessario considerare la geologia e l'idrogeologia del sito e i dati climatici al fine di pianificare al meglio le attività. Durante il campionamento rapido del gas in uscita dalla cappa, una volta stabilizzate le condizioni di flusso dell'aria in ingresso e della temperatura interna, si può procedere in diversi modi:

- campionamento mediante apposite cartucce adsorbenti in carbone attivo o resine selettive e successiva analisi di laboratorio
- analisi in continuo direttamente sul campo mediante analizzatori portatili in modo da riconoscere una serie di composti in tempo reale
- campionamento dei Cov organici in modo discreto mediante *canister* e successiva analisi di laboratorio.

Nella nostra esperienza, il *canister* è il metodo prescelto in queste circostanze: è noto per la sua semplicità di utilizzo e permette di rilevare un considerevole numero di composti volatili, raggiungendo sensibilità molto più elevate (ppb, analisi in GC-MS) rispetto a quelle dei metodi tradizionali (GC-FID). È un metodo ad elevata flessibilità, capacità di separazione e identificazione dei composti e che offre la possibilità di eseguire analisi multiple e di ripeterle grazie alla quantità di campione prelevabile e conservabile.

Parallelamente, lo studio dei *soil gas* è influenzato dalla litostratigrafia del sottosuolo, dall'idrogeologia, dalle proprietà chimico fisiche degli inquinanti, e, per l'appunto, dalle modalità di campionamento.

Le operazioni in campo si rivelano in questa occasione, e in generale nelle campagne *outdoor*, decisive ai fini di poter confermare l'affidabilità dei dati analitici ottenuti: come laboratorio, quindi, puntiamo decisamente sulla competenza e l'aggiornamento della squadra delle *field activities* (circa 100 tecnici logisticamente organizzati per coprire l'intero territorio nazionale). Eseguire campagne sperimentali che mettano in confronto le tecniche e aiutino ad armonizzare le linee guida nazionali ci permettono di lavorare confidenti che i campioni prelevati siano significativi e rappresentativi, una base di partenza sicura per ragionamenti concreti in fase di valutazione dei risultati delle analisi.

A cura di **Mérieux NutriSciences Italia,**
Field Activities ambientali





La sperimentazione di Maserada sul Piave (TV)

Caratteristiche del sito

Terreno agricolo posto in prossimità della strada provinciale 102 con vegetazione a prato nella zona di misura e coltivato a granturco nelle immediate vicinanze. Il terreno insaturo è costituito prevalentemente da sabbie limose, la falda freatica ha una soggiacenza media di 2,5 m da p.c.

Caratteristiche della contaminazione

Individuata principalmente nei terreni in seguito al rovesciamento di un'autocisterna contenente benzina verde. La sorgente secondaria è caratterizzata da superamenti soprattutto per Btex (con concentrazioni dell'ordine delle decine di ppm, e un valore massimo rilevato per lo xilene pari a 166 mg/kg), per idrocarburi leggeri (con concentrazioni dell'ordine delle

centinaia di ppm, e un valore massimo di 1600 mg/kg) e più limitatamente per idrocarburi pesanti e Mtbe.

Periodo di svolgimento

La campagna si è svolta dal 07/06/2017 al 25/06/2017.

Tipologia di monitoraggio

Le sonde *soil gas* installate sono coppie di micropiezometri, uno con profondità 1 m (fenestrato da -0,5 a -1) e uno con profondità 2 m (fenestrato da -1,5 a -2 m). Dal 07/06/17 al 23/06/17 nella sonda profonda è stato installato un Pid ad alta frequenza di campionamento, mentre nella sonda superficiale si è monitorato l'andamento del differenziale di pressione. A partite dal 19/06/17 è stato inoltre installato un secondo Pid, identico al primo, per la misura in atmosfera libera dei composti volatili.

Dal giorno 23/06/17 fino al 25/06/17 la configurazione prevedeva un Pid in atmosfera libera, uno nella sonda profonda e il differenziale di pressione nella sonda superficiale. Nelle giornate del 14/06 e 19/06 sono stati eseguiti i

campionamenti da Arpav sia con *vacuum bottle* che con camera di flusso (*flux chamber*) dinamica.

I campioni sono stati analizzati da Arpav per la ricerca di Btex e degli idrocarburi speciatati secondo il metodo Madep. Sono stati inoltre rilevati Mtbe e 1,3-Butadiene. I Pid sono tarati in isobutilene.

Finalità

- Valutazione della comparabilità di differenti metodi di misura
- valutazione delle variazioni temporali su scala suboraria delle concentrazioni di Cov nelle matrici aeriformi
- valutazione delle relazioni ed eventuali differenze tra sonda superficiale e sonda profonda
- eventuali indicazioni delle possibili perturbazioni indotte dal campionamento allo stato di moto *soil gas*.

Risultati

I metodi di misura applicati in campo hanno mostrato come una decina di misure, suddivise tra sonda superficiale e profonda, non consentono di rapportare



in maniera certa misure effettuate con un campionatore in continuo (Pid) e misure a campione di laboratorio (*vacuum bottle*). Il misuratore in continuo restituisce un valore di ppm che contiene un vasto *range* di composti organici e di qualche inorganico senza nessuna distinzione, mentre le misure in laboratorio selezionano e distinguono diversi composti o classi di composti. Sulla base dei fattori di risposta forniti dal costruttore si è ricostruito il valore ipotetico di lettura del Pid, questo però si discosta dalla lettura effettiva. Questo problema può nascere da diversi fattori:

- la miscela di gas non è nota nella sua totalità
- le misure sono in un numero non statisticamente rilevante per poter operare analisi più approfondite
- non è stato possibile effettuare misure simultanee.

Tramite le misure in continuo è stata verificata la dinamica delle concentrazioni nel *soil gas*, questa ricalca gli andamenti già verificati nel campo prova di Mantova e in un precedente lavoro di Copernico per la regione Friuli Venezia Giulia a Fossalon di Grado. Le variazioni nelle concentrazioni sono state verificate anche nei campioni prelevati tramite *vacuum bottle*. L'analisi di questi ultimi evidenzia una dinamica più accentuata, ancorché più complessa, com'era atteso considerando la specazione eseguita sui campioni.

Come già per i casi di studio citati, è stato possibile produrre un modello di regressione lineare multipla sito-specifico che, sulla base delle forzanti fisiche del sistema, in particolare pressione differenziale e altezza dello strato rimescolato, stima il valore di concentrazione dei Cov nel *soil gas*.

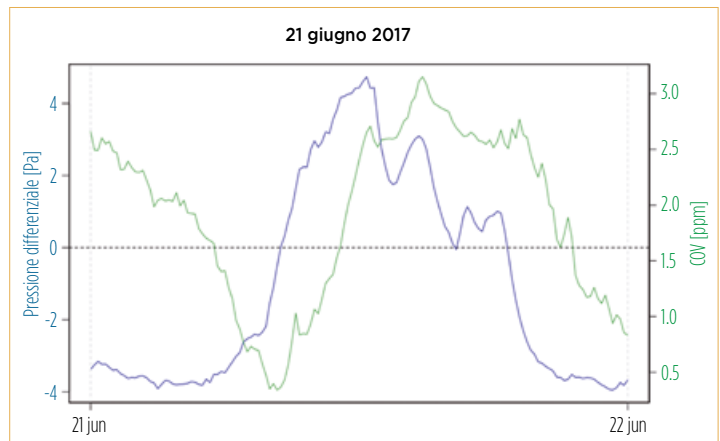
I fingerprint dei campioni profondi e superficiali nella maggior parte dei casi differiscono in maniera netta, portando a ipotizzare una maggiore influenza dell'interazione con l'atmosfera sulla composizione del *soil gas* superficiale. Tali differenze, però, non si mantengono costanti nel tempo. Questa mancanza di continuità potrebbe essere spiegata con una differente risposta dei singoli composti alle forzanti del sistema. Questa ipotesi, di indubbio interesse, richiederebbe un numero di campioni molto alto per essere validata.

L'assenza di anomalie nelle misure di pressione differenziale misurata in continuo consente di ipotizzare che il flusso di aspirazione adottato per

FIG. 1
SOIL GAS

Esempio di diagramma di alcune misure eseguite in campo.

— Pressione differenziale
— COV



il campionamento, sia con strumenti automatici da campo, sia con *vacuum bottle* non abbia prodotto perturbazioni rilevanti all'interno del sistema. Tale condizione di assenza di perturbazione è stata probabilmente favorita dalla tessitura non eccessivamente fine del terreno, la cui permeabilità ai vapori ha consentito di sostenere il flusso generato dai dispositivi di misura.

Osservazioni

Per poter confrontare in maniera coerente i dati provenienti da differenti metodologie di misura delle matrici aeriformi è necessario condurre campionamenti simultanei. Inoltre, nel caso dei Cov in cui la famiglia di composti indagata è molto ampia, è necessario un numero di campioni elevato perché si possa comprendere come ciascun composto risponde alle forzanti fisiche andando a variare il suo peso nella concentrazione totale del sistema.

I risultati ottenuti con questa campagna hanno mostrato che la dinamica delle concentrazioni nel *soil gas* è riscontrabile sia con campionatori in continuo (Pid) sia con campioni di laboratorio (*vacuum bottle*), risultando più accentuata in questi ultimi. Le modalità con cui variano nel tempo le concentrazioni sono ben definite nel caso dei campionatori in continuo, perché l'abbondanza di dati consente una valutazione statistica solida. Per poter raggiungere il medesimo grado di affidabilità con misure di laboratorio è necessario limitare al massimo le variazioni delle condizioni di campionamento.

La variabilità temporale messa in luce dalle misure condotte sul sito di Maserada pone l'accento su una problematica di primaria importanza: il momento in cui si effettua la misura



può determinare la misura stessa. Se le misure vengono fatte in momenti favorevoli all'accumulo di contaminante le concentrazioni rilevate saranno più alte che in altri momenti della giornata. Quando ci si trova ad avere concentrazioni vicine alla soglia di rischio, è indispensabile comprendere in che fase della dinamica giornaliera ci si trova per non incorrere in sottostime o sovrastime del rischio.

**Davide Casabianca¹, Federico Fuin²,
Gianmaria Formenton²,
Daniela Fiaccavento², Gianni Porto¹**

1. Copernico srl
2. Arpa Veneto

I risultati delle sperimentazioni condotte dal Sistema nazionale

Le attività di sperimentazione sul soil gas hanno consentito di trarre alcune conclusioni su numerosi aspetti del monitoraggio (tecniche di campionamento e supporti da utilizzare, durata dell'indagine, aree da sottoporre a campionamento), tenuto conto della variabilità dei siti da bonificare.

Le sperimentazioni condotte consentono di desumere alcune considerazioni che possono supportare la scelta delle tipologie di campionamento e la pianificazione delle indagini in maniera da rendere il più possibile attendibili i risultati. In particolare, occorre osservare che se da un lato il fenomeno della migrazione dei vapori è complesso e, in linea di principio, richiederebbe monitoraggi di lunga durata (campagne di diversi giorni ripetute nel tempo anche per diversi anni), anche con l'utilizzo di più tecniche di campionamento appaiate (linee di evidenza) dall'altro non è pensabile che la chiusura di un procedimento di bonifica possa essere condizionata da monitoraggi prolungati nel tempo, che comportano per gli enti di controllo un aggravio, in termini sia di dilazioni temporali, sia economiche, spesso non sostenibile sui siti oggetto di procedimento di bonifica. I risultati delle sperimentazioni hanno consentito di trarre alcune conclusioni sugli aspetti critici del monitoraggio degli aeriformi nei siti di bonifica e in particolare:

1) *Variabilità nel breve/medio periodo* (più misure nello stesso giorno e misure in più giorni consecutivi). Le sperimentazioni non sono state sempre concordi su questo aspetto. In alcuni casi si sono registrate variazioni apprezzabili, sia nell'arco della stessa giornata che in giorni diversi. In altri casi non si è registrata una variazione significativa nel tempo delle concentrazioni osservate. Le campagne condotte hanno comunque identificato che i parametri atmosferici (in particolare pressione, temperatura, velocità e direzione del vento e umidità) possono influenzare significativamente le concentrazioni nei gas interstiziali all'interfaccia suolo/aria. Pertanto, sulla scorta dei dati disponibili, l'eventuale ripetizione del campionamento in più giorni, dovrà essere valutata caso per caso tenendo conto in particolare della tipologia di terreno indagata, eventuale presenza di coperture e delle condizioni meteorologiche cui si riferiscono i dati.

2) *Variabilità spaziale*. Le sperimentazioni hanno mostrato che la variabilità

spaziale è un aspetto importante da considerare nella progettazione delle indagini. In particolare, per quel che concerne le misure di flusso, che hanno una copertura in termini di area/volumi indagati più limitati, la prossimità ai punti di campionamento di suoli/acque più contaminati potrebbe non essere in alcuni casi un criterio appropriato per l'individuazione delle vie preferenziali di migrazione. Potrebbe essere utile, in questi casi, una valutazione di *screening* dei Cov totali mediante, ad esempio, camera di accumulo e, una volta individuate le aree a maggior flusso, procedere al campionamento di dettaglio mediante camera aperta dinamica.

3) *Confrontabilità dei risultati in termini di diversi supporti di campionamento.*

In generale, laddove le concentrazioni di Cov sono "rilevabili" si registra un sostanziale accordo tra i diversi supporti di campionamento (fiale desorbimento chimico, fiale desorbimento termico, canister, strumentazione da campo). Tuttavia, stante la rilevante variazione di "sensibilità" (minor limite di quantificazione) associata ai diversi supporti, nel caso di basse concentrazioni previste di Cov, emerge come la risposta vari in funzione del supporto. Pertanto, è opportuno effettuare il contraddittorio e condurre le diverse campagne utilizzando i medesimi sistemi di campionamento e non variarli nel tempo per avere confrontabilità. La scelta del supporto di campionamento deve in ogni caso essere preventivamente concordata con gli enti di controllo.

I tempi di campionamento devono essere

tarati in funzione del tipo di supporto, della tipologia di contaminazione e della permeabilità del terreno.

4) *Confrontabilità in termini di diverse tipologie di camere di flusso*. Laddove le concentrazioni di Cov sono risultate al di sopra della "rilevabilità", i risultati ottenuti con le diverse tipologie di camere sono stati confrontabili. Anche l'utilizzo di camere di flusso identiche appaiate ha evidenziato che la risposta è univoca. Tuttavia, in generale le sperimentazioni condotte non si ritengono sufficienti per definire la confrontabilità, per tutte le sostanze, di camere di flusso di diversa tipologia, ma sono necessari ulteriori dati. Pertanto è opportuno verificare che le camere di flusso impiegate durante i monitoraggi siano basate su studi scientifici robusti in termini di buona miscelazione interna e corrette condizioni fluidodinamiche. Occorre verificare in campo la tenuta delle camere durante il campionamento.

5) *Linee di evidenza*. Le tre linee di evidenza (*soil gas*, flusso, aria ambiente) hanno dato risposte confrontabili nei casi in cui le concentrazioni di Cov nei gas sono risultate "non rilevabili". Negli altri casi, non sempre si registra un accordo tra i risultati ottenuti. Pertanto, si rimarca la necessità di pianificare i monitoraggi dei gas interstiziali utilizzando la tipologia di indagine (*soil gas*, misura di flusso) che meglio risponde alle finalità della valutazione e alle caratteristiche del sito e della contaminazione. In ogni caso, il ricorso a più linee di evidenza deve essere limitato esclusivamente ai casi più complessi.

Le conclusioni delle attività di sperimentazione saranno incluse tra i prodotti del Gruppo di lavoro 9 bis in fase di pubblicazione e saranno disponibili sul sito di Ispra.

A cura del **Gdl 9 bis di Snpa**



L'esperienza della California nella gestione della Vapor Intrusion

Intervista a Claudio Sorrentino del Dipartimento per il controllo delle sostanze tossiche dell'Agenzia per la protezione ambientale della California. Le esperienze di controllo, monitoraggio, analisi del rischio, valutazione della biodisponibilità dei contaminanti nei siti inquinati.

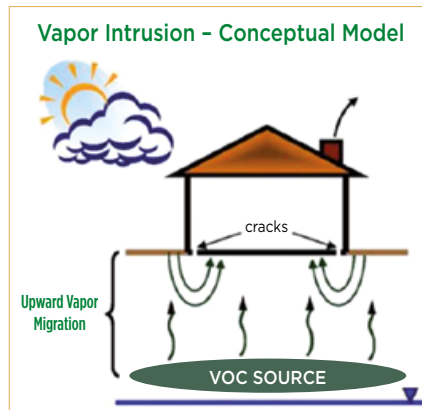
Claudio Sorrentino è tossicologo del Department of Toxic Substances Control (Dtsc), dipartimento della California Environmental Protection Agency (CalEpa) dal 2007, team leader dell'Interstate Technology Regulatory Council, esperto di varie tematiche come rischio sanitario, tossicologia ambientale, intrusione di vapori e comunicazione del rischio.

Partiamo da uno dei problemi più comuni relativi alla Vapor Intrusion, la fase di caratterizzazione. Soil gas, flux chamber, area ambiente sono le analisi più utilizzate in Italia per questo tipo di valutazione. Qual è la situazione in California, quali sono le tecniche più utilizzate?

Il primo passo dovrebbe essere lo sviluppo di un iniziale modello concettuale del sito dove vengono identificate le matrici ambientali che dovranno essere caratterizzate. Generalmente, i vapori interstiziali e falde acquifere contaminate da agenti chimici volatili sono le due matrici principali per una caratterizzazione iniziale. A seconda della natura chimico-fisica dei contaminanti e di come è avvenuta la contaminazione del sottosuolo, può essere importante misurare anche il suolo per guidare le successive iterazioni della caratterizzazione dei vapori. Le tecniche possono variare secondo il tipo di contaminante, ma tra le più comunemente usate vi sono la misurazione dei vapori interstiziali con analisi TO-15 o TO-17 in campioni ottenuti con canister di acciaio passivato o tubi per desorbimento. Contaminanti quali il naftalene o il cloruro di vinile possono richiedere delle attenzioni particolari durante i campionamenti e le analisi. Le *flux chambers* hanno limitazioni descritte in dettaglio nella *Vapor Intrusion Guidance* pubblicata nel 2011 dal Dtsc¹.

E per quanto riguarda i campionatori passivi sempre per la matrice aeriforme, come è la loro diffusione?

I campionatori passivi hanno subito un notevole sviluppo negli ultimi anni, che è risultato in un vasto ampliamento delle applicazioni d'uso. I campionatori



passivi possono essere utilizzati sia nella fase della caratterizzazione dei vapori sotterranei, per delineare le aree contaminate, sia per valutare il livello di contaminazione dell'aria all'interno di un edificio. In quest'ultimo caso, i campionatori passivi hanno il vantaggio di dare una rappresentazione dell'esposizione media in un periodo superiore a quello fornito da altri metodi di campionamento. Anche in questo caso vi sono composti quali il cloruro di vinile che risultano più ardui da misurare in virtù delle loro proprietà fisico-chimiche.

In Italia il ruolo dell'ente di controllo nelle procedure su siti contaminati è legato principalmente alla Conferenza di servizi e al ruolo di validazione dei dati analitici, assieme a incontri tecnici e alla discussione delle soluzioni tecniche proposte. Quale ruolo ha l'ente pubblico in California, con particolare riferimento al Dtsc?

Il Dipartimento per il controllo delle sostanze tossiche (*Department of Toxic Substances Control*, Dtsc) è parte dell'Agenzia per la protezione ambientale della California (CalEpa). Il nostro ruolo più tipico nelle operazioni di bonifica ambientale è quello di *oversight*, ovvero di controllo e garanzia che quanto proposto e/o messo in atto dell'ente responsabile della bonifica (spesso chi ha causato la contaminazione o il proprietario dei terreni) sia conforme ai requisiti di legge e protegga la salute umana e l'ambiente. In pratica, il Dtsc collabora iterativamente con chi gestisce la bonifica ambientale, esamina e approva piani di lavoro, approva i livelli di bonifica e le tecniche usate per raggiungerli, valuta

le stime per l'impatto ambientale delle bonifiche, facilita la comunicazione e la condivisione di informazioni con le comunità e i cittadini fino alla certificazione della conclusione della bonifica.

Qual è il ruolo di Dtsc nella proposta di tecnologie innovative (o comunque non consolidate) di monitoraggio o di bonifica? Che documentazione viene chiesta al proponente? Come si arriva alla condivisione di un protocollo operativo? Che controlli si effettuano successivamente?

Il Dtsc non è coinvolto nella certificazione di nuove tecnologie che possono essere usate nelle bonifiche ambientali. Per quanto riguarda i metodi analitici, il Dipartimento dispone di un laboratorio di chimica analitica che può fornire un adeguato supporto nella valutazione di metodi non standardizzati. Per quanto riguarda i metodi di bonifica, la valutazione di tecnologie innovative viene fatta a livello di progetto individuale, con metodologie che variano in base alle caratteristiche specifiche. In generale, nella fase di approvazione del piano di lavoro, la tecnologia viene valutata in base alla letteratura scientifica disponibile e la documentazione di supporto che viene resa disponibile. Il piano di lavoro include strumenti di verifica degli obiettivi funzionali che dimostrano l'efficacia della nuova tecnologia e il monitoraggio empirico della validità a lungo termine della soluzione proposta.

Entriamo nel dettaglio di un "classico" piano di monitoraggio per vapori: in California come vengono selezionati i punti di monitoraggio, quante campagne vengono effettuate, quali composti vengono monitorati?

Anche in questo caso l'indagine è un processo iterativo che si sviluppa progressivamente e radialmente, cominciando da dove i contaminanti volatili sono stati emessi nell'ambiente. Un approccio alternativo è l'indagine sistematica basata su una griglia di campionamento con distanza fissa tra le sonde di monitoraggio. L'obiettivo complessivo è di avere una completa caratterizzazione tridimensionale della natura e distribuzione (sia qualitativa che quantitativa) della contaminazione nel sottosuolo e nelle falde acquifere. L'ubicazione dei punti di monitoraggio viene determinata in base alle caratteristiche specifiche di ciascun sito, tenendo conto di numerosi fattori quali per esempio l'orografia,

la geologia, l'idrografia, la presenza di passaggi preferenziali (per esempio fognature, condutture per cavi telefonici o elettrici, fibre ottiche ecc.), la presenza di edifici, l'uso corrente o pianificato degli edifici, la presenza e tipologia di recettori umani e via dicendo. Per quanto riguarda il numero delle campagne, anche questo fattore deve essere determinato individualmente per ciascun sito in base alla stabilità della distribuzione spazio-temporale della contaminazione e la variabilità delle condizioni climatiche. Ad esempio, in aree non tropicali con variazioni stagionali marcate e caratterizzate da inverni freddi e piovosi ed estati calde e secche è prevedibile una variazione stagionale notevole, con maggior migrazione dei vapori interstiziali all'interno degli edifici nel periodo invernale. Altri fattori quali il livello di umidità del sottosuolo, il livello di falda, precipitazioni, temperatura dell'aria ambiente, differenza di temperatura tra interno degli edifici e aria esterna possono influenzare la migrazione dei vapori interstiziali all'interno di edifici e di conseguenza la pianificazione delle campagne di campionamento. Per quanto riguarda i composti che è necessario monitorare, la determinazione della lista degli analiti viene fatta in base alla storia del sito, quali composti si sa o si sospetta siano stati rilasciati nell'ambiente e quali sono stati usati o stoccati al sito. In generale (ma con qualche eccezione), il Dtsc ha giurisdizione su "contaminanti" rilasciati illegalmente (sia accidentalmente, sia intenzionalmente) nell'ambiente e non su sostanze quali il radon, che sono presenti naturalmente nell'ambiente. Di conseguenza, le investigazioni e il monitoraggio sono focalizzati sui *chemicals of potential concern* o *chemicals of concern*, a seconda che l'indagine sia nella fase preliminare o in fase avanzata.

Come questi dati entrano all'interno della procedura di analisi di rischio?

Il rischio potenziale associato all'inalazione di vapori provenienti dal sottosuolo da parte di soggetti umani è valutato ogni qual volta è possibile basandosi direttamente sui livelli misurati nell'aria all'interno degli edifici, misurata nel corso di ripetute campagne di monitoraggio effettuate in diverse stagioni e tenendo conto del contributo della contaminazione dell'aria ambiente non attribuibile ai vapori interstiziali provenienti dal sottosuolo. Per agenti chimici presenti a livelli tali che, se inalati, possono



potenzialmente essere associati a tossicità acuta, è doveroso considerare il livello di concentrazione massima misurato nel corso delle campagne di monitoraggio, per determinare il potenziale per rischio a breve termine.

Per quanto riguarda invece la valutazione del rischio per la salute associato a esposizione cronica, la valutazione va fatta in base a una "esposizione massima ragionevole" per lo specifico scenario di esposizione del recettore considerato (residenziale, commerciale, industriale, ricreativo ecc.).

Per quanto riguarda la valutazione del rischio in casi dove non è possibile misurare direttamente le concentrazioni dei contaminanti nell'aria all'interno di edifici e sono disponibili solamente dati riguardanti la contaminazione sotterranea e della falda acquifera, gli approcci più diffusi sono principalmente due: l'uso di fattori di attenuazione generici basati su dati empirici (come ad esempio il database sviluppato dall'US Epa nel 2012) e l'uso di modelli matematici (tra cui il Johnson & Ettinger). Recentemente, l'uso dei modelli matematici predittivi ha ricevuto molte critiche e la stessa US Epa, nella guida all'uso della versione dello *spreadsheet* basato sul modello Johnson & Ettinger rilasciata verso la fine del 2017, indica che tale modello non deve essere usato in maniera deterministica e per generare un valore unico. L'uso di fattori di attenuazione generici è considerato da molti come eccessivamente protettivo, ma d'altro canto è basato su misurazioni

reali e dati empirici. La difficoltà nell'uso di tali fattori di attenuazione generici sta nella verifica della conformità dell'edificio sotto indagine (esistente o futuro) con le condizioni a caratteristiche di quelli inclusi nel database. Per questo proposito, la CalEpa ha modificato GeoTracker, il sistema di raccoglimento e gestione di dati ambientali della *California State Water Resources Control Board*, in modo da consentire l'inserimento di dati riguardanti le indagini sull'intrusione di vapori che includono vapori interstiziali, livelli di vapori sotto soletta, concentrazioni nella falda acquifera e concentrazioni nell'aria all'interno di un edificio, caratteristiche dell'edificio ecc. Lo scopo è di ottimizzare e massimizzare l'uso delle informazioni che vengono raccolte nel corso di investigazioni sul potenziale per la migrazione dei vapori interstiziali dal sottosuolo all'interno di edifici. In base a tali informazioni, una volta disponibile un dataset sufficientemente robusto, il *CalEpa Workgroup* sulla *Vapor Intrusion*, che co-dirige in collaborazione con una collega della *Water Board* della Baia di San Francisco, potrà valutare la distribuzione di valori e potenzialmente generare fattori di attenuazione specifici per la California.

Sempre parlando di analisi di rischio in generale, con riferimento alle procedure in uso in California, i valori di biodisponibilità, bioaccessibilità e coefficiente di degradazione sono presi in considerazione? Se sì, con quali modalità?

Da molto tempo la biodisponibilità è stato un fattore che almeno a livello teorico sarebbe dovuto essere stato incluso nelle valutazioni del rischio ambientale: è intuitivo che in molti casi un agente chimico che contamina il suolo non ha la stessa biodisponibilità sistemica dello stesso elemento o composto quando usato nella forma solubile per somministrazione agli animali di laboratorio durante gli studi sperimentali che sono alla base dei criteri di tossicità utilizzati nelle valutazioni del rischio. Detto ciò, si deve considerare che, nella realtà di tutti i giorni, la biodisponibilità non viene considerata nella stragrande maggioranza delle valutazioni del rischio per la mancanza di strumenti di valutazione sufficientemente attendibili, pratici ed economici. Fino a qualche anno fa, l'unica risorsa disponibile per valutare la biodisponibilità di contaminanti ambientali presenti nel suolo di un sito era la somministrazione in vivo su animali per sperimentazione (spesso suini o primati). La durata e il costo di tali studi erano proibitivi per la maggior parte delle bonifiche. Più di recente sono stati sviluppati modelli che fanno uso di roditori di laboratorio con una relativa diminuzione dei costi. L'US EPA ha introdotto dei valori di biodisponibilità generici per il piombo e l'arsenico che sono comunemente usati nelle valutazioni del rischio. Il maggiore progresso da un punto di vista pratico è stato lo sviluppo di metodi *in vitro*, che consentono la determinazione della bioaccessibilità per il piombo e l'arsenico, che possono essere usati per derivare una stima della biodisponibilità relativa, se per il metodo usato è stato sviluppata una valida correlazione tra dati *in vivo* e *in vitro* che copre il tipo di suolo presente al sito. In particolare, per quanto riguarda l'arsenico, il Dtsc è all'avanguardia nel settore e ha sviluppato insieme a vari collaboratori (tra cui Nick Basta dell'Ohio State University) un metodo innovativo, semplice ed economico chiamato "*California Arsenic Bioaccessibility*" method (abbreviato in Cab)². Tale metodo sta trovando applicazione in un crescente numero di siti con buon successo. Per informazioni più in generale sull'inclusione della biodisponibilità e bioaccessibilità nella valutazione del rischio associato a contaminanti nel suolo, l'*Interstate Technology and Regulatory Council* (Itrc) ha pubblicato a novembre del 2017 un documento guida sull'argomento frutto di tre anni di lavoro di un gruppo di lavoro di tecnici e specialisti del settore pubblico

e privato, professori universitari di levatura internazionale e rappresentanti dell'opinione pubblica³. Avendo co-diretto tale gruppo con una collega del Delaware, posso garantire che il documento dell'Itrc rappresenta lo stato dell'arte e il consenso tra esperti sull'argomento dell'integrazione della biodisponibilità dei contaminanti presenti nel suolo nella determinazione dei rischi ambientali.

Caso particolare di analisi di rischio per i lavoratori in cui il datore di lavoro dice di applicare e rispettare i Tlv-Twa per i contaminanti presenti. Alcuni di questi valori se messi in input a un'analisi di rischio diretto sono con un rischio non accettabile. Come s'intersecano le legislazioni sull'ambiente e e della sicurezza dei lavoratori?

Questa è una situazione abbastanza frequente. Qui in California la distinzione è (teoricamente) abbastanza chiara. La Cal Osha (Divisione per la sicurezza e salute occupazionale del Dipartimento delle relazioni industriali della California) ha giurisdizione sugli agenti chimici usati nel corso di processi industriali, in ambito industriale, da personale istruito sull'uso e i pericoli associati all'esposizione degli agenti chimici che fanno parte dei processi di lavorazione in cui sono coinvolti. I regolamenti per la protezione occupazionale dei lavoratori non possono essere applicati a coloro che sono potenzialmente esposti agli stessi agenti chimici ma non per scelta volontaria e senza essere informati sui rischi potenziali conseguenti a esposizione, quando tali vapori provengono dal sottosuolo. In altre parole, se un operaio usa solventi nel corso del suo lavoro, possono essere applicati i criteri di protezione prescritti dalla Cal Osha. La situazione è diversa per un impiegato che lavora in un ufficio dove l'aria è contaminata da vapori provenienti dal sottosuolo. In tal caso, la determinazione dei rischi ambientali deve essere condotta usando i criteri di tossicità e parametri di esposizione in uso dal Dtsc.

L'iniziativa "Brownfields Loan Program" prevede prestiti per bonificare siti contaminati. Questa può essere la modalità giusta per rimettere in gioco i brownfield? In breve in cosa consiste e chi può beneficiarne?

Il Dtsc ha vari programmi per aiutare finanziariamente le attività di bonifica ambientale specificamente dedicati ai *brownfield*. Tali programmi sono gestiti

a livello statale (in California) tramite l'Agenzia per la protezione ambientale della California (CalEpa) e in particolare dal Dipartimento per il controllo delle sostanze tossiche (Dtsc) e possono essere implementati grazie a finanziamenti erogati a livello federale dall'Agenzia per la protezione ambientale degli Stati Uniti (US EPA). Tra questi programmi c'è il cosiddetto *Cleanup loans* (conosciuto anche come *Revolving Loan Fund*) tramite cui il Dtsc fornisce finanziamenti a basso interesse con termini e tassi di interesse determinati individualmente per ciascun progetto. Occasionalmente, invece di prestiti, questo strumento può fornire finanziamenti. La maggioranza degli enti privati, agenzie locali e organizzazioni non-profit possono far domanda, a condizione che non siano responsabili per la contaminazione oggetto della bonifica. Un altro programma si chiama *Targeted Site Investigation* (Tsi) attraverso cui il Dtsc distribuisce una quantità limitata di fondi disponibili per questo scopo (di entità determinata annualmente, nel 2018 sono disponibili circa \$300.000) tra agenzie locali, distretti scolastici e associazioni non-profit tramite un processo di selezione competitiva⁴.

Intervista a cura di **Marco Falconi**, Ispra

NOTE

¹ La *Vapor Intrusion Guidance* (Dtsc, 2011) è disponibile all'Url www.dtsc.ca.gov/AssessingRisk/upload/Final_VIG_Oct_2011.pdf

² Per ulteriori informazioni sul metodo Cab: <https://dtsc.ca.gov/AssessingRisk/upload/HHRA-Note-6-CAB-Method.pdf>

³ Per saperne di più, si può consultare gratuitamente il documento online sul sito web dell'Itrc (<https://bcs-1.itrcweb.org>) o seguire il seminario gratuito di circa due ore disponibile dal vivo in date specifiche (27 novembre 2018) o disponibile in versione registrata. Per informazioni sul seminario o per registrarsi per una sessione dal vivo: <https://clu-in.org/conf/itrc/BCS/>.

⁴ Per ulteriori informazioni sui programmi di finanziamento può essere consultato il sito web Dtsc all'Url https://dtsc.ca.gov/SiteCleanup/Brownfields/Loans_Grants.cfm

Analisi di rischio, la banca dati Iss-Inail

Dal 2005 Iss e Inail aggiornano il database con le proprietà chimico-fisiche e tossicologiche delle specie chimiche inquinanti, per l'applicazione della procedura di analisi di rischio sanitario-ambientale. Le principali novità dell'ultimo aggiornamento eseguito nel 2018.

L'Analisi di rischio sanitario-ambientale (Adr) è attualmente lo strumento decisionale, nella gestione dei siti contaminati, che consente di valutare i rischi per la salute umana (residenti e/o lavoratori) connessi alla presenza di sostanze chimiche inquinanti nelle matrici ambientali (suolo insaturo e/o acque di falda), e di definire gli obiettivi di bonifica (Concentrazioni soglia di rischio).

La banca dati, elaborata dall'Istituto superiore di sanità (Iss) e dall'Istituto nazionale per l'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro (Inail), dal 2005 sviluppa un database nel quale vengono riportate le proprietà chimico-fisiche e tossicologiche delle specie chimiche inquinanti elencate nel Dlgs 152/2006 e di alcuni altri inquinanti non contemplati in tale decreto, ma spesso riscontrati nei siti contaminati; aggiorna e uniforma a livello nazionale tali proprietà, necessarie all'applicazione della procedura di Adr. In quest'ottica, la banca dati ha permesso di superare il problema legato alla mancata uniformità delle banche dati implementate nei software comunemente utilizzati a livello nazionale. Negli anni sono stati effettuati diversi aggiornamenti sino all'attuale versione del 2018 [1]. Nel seguito sono sinteticamente riportate le principali novità.

Proprietà chimico-fisiche.

È stato introdotto un criterio utile per l'attivazione del percorso di esposizione "inalazione di vapori outdoor e indoor" (figura 1). Secondo tale criterio, si ritiene possibile non attivare il suddetto percorso per le sostanze la cui pressione di vapore risulta inferiore a $1,0E-06$ kPa ($7,5E-06$ mmHg) [2]. Per le specie chimiche che non soddisfano quanto sopra si propone quindi di attivare il percorso solo se è soddisfatta una delle seguenti condizioni [3]: pressione di vapore maggiore di $7,5E-02$ mmHg, costante di Henry maggiore di $1,0E-05$ atm · m³/mol. Tale criterio si ritiene applicabile a tutte le specie chimiche, ad eccezione degli idrocarburi, per i quali, in accordo con quanto contenuto nel documento [4], si propone di attivare il percorso di inalazione di vapori solo per gli aromatici e alifatici aventi un punto di ebollizione compreso nell'intervallo 28-218 °C,

quindi per la classe di idrocarburi C_{≤12}. Si specifica inoltre che, nel caso di composti idrocarburi C_{>12} presenti nel suolo insaturo e/o nelle acque di falda, è possibile valutare, in accordo con gli enti di controllo, la necessità di ricercare le frazioni C_{≤12} nei gas interstiziali anche nel caso in cui tali frazioni non siano presenti nei due suddetti comparti ambientali.

Proprietà tossicologiche.

Oltre al consueto aggiornamento conseguente all'adozione degli ultimi adeguamenti al progresso tecnico del regolamento Clp e alle nuove valutazioni

effettuate dai principali board di tossicologia a livello internazionale, è stato introdotto quello che è attualmente riconosciuto come l'approccio corretto per la stima del rischio inalatorio. In particolare, in accordo con quanto proposto dall'Epa [5], per la stima del rischio sanitario per inalazione di vapori e polveri, i due parametri tossicologici *Reference Dose* (RfD Inal.) e *Slope Factor* (SF Inal.), espressi in termini di dose assunta al giorno per unità di peso corporeo, sono stati sostituiti dai parametri *Reference Concentration* (RfC) e *Inhalation Unit Risk* (IUR), espressi in termini di concentrazione (tabella 1).

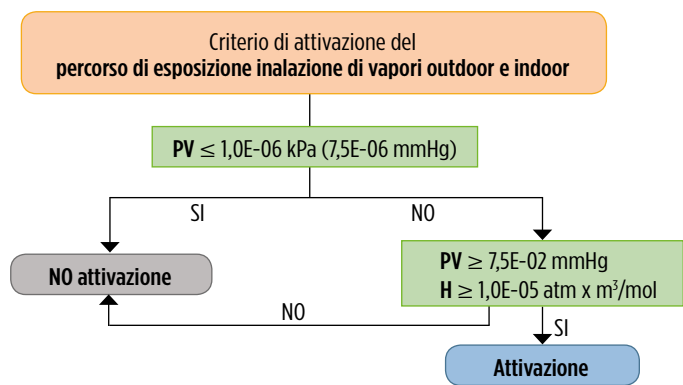
Simona Berardi¹, Elisabetta Bemporad¹, Sabrina Campanari¹, Eleonora Beccaloni², Federica Scaini²

1. Inail, Dipartimento Innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti ed insediamenti antropici

2. Iss, Dipartimento Ambiente e salute

FIG. 1 ESPOSIZIONE A VAPORI

Schema procedurale per l'attivazione del percorso di esposizione "inalazione di vapori".



TAB. 1 RISCHIO CHIMICO INALATORIO

Parametri tossicologici per la stima del rischio chimico inalatorio.

Banca dati Iss-Inail (2015)	Banca dati Iss-Inail (2018)
SF Inail $\left(\frac{\text{mg}}{\text{kg} \cdot \text{giorno}}\right)^{-1}$	IUR $\left(\frac{\text{mg}}{\text{m}^3}\right)^{-1}$
RfD Inail $\left(\frac{\text{mg}}{\text{kg} \cdot \text{giorno}}\right)$	RfC $\left(\frac{\text{mg}}{\text{m}^3}\right)$

I parametri IUR e RfC sono indipendenti dal peso corporeo e dal tasso di inalazione. La loro stima tiene conto della variabilità del dato, che può essere utilizzato senza fattori correttivi, sia per un bersaglio adulto che bambino, sia in uno scenario residenziale che ricreativo, indipendentemente dall'intensità dell'attività fisica.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Banca dati Iss-Inail, 2018, Proprietà chimico-fisiche e tossicologiche dei contaminanti e relativo Documento di supporto della banca dati ISS-INAIL, pubblicati nel loro ultimo aggiornamento nel marzo 2018 sul sito del Mattm http://www.bonifiche.minambiente.it/page_gruppi_T_GL_ADR2.html.
- [2] Ronald Harkov, 1989, "Semivolatile Organic Compounds in the Atmosphere", Volume 4/4B, *The Handbook of Environmental Chemistry*, 39-68.
- [3] Epa, 2015, *Oswer Technical guide for assessing and mitigating the vapor intrusion pathway from subsurface vapor sources to indoor air*, Oswer Publication 9200.2-154, Environmental Protection Agency.
- [4] Madep, 2009, *Method for the determination of air-phase petroleum hydrocarbons (APH)*, Massachusetts Department of Environmental Protection.
- [5] Epa, 2009, *Risk Assessment Guidance for Superfund - Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part F, Supplemental Guidance for Inhalation Risk Assessment)*, US Epa-540-R-070-002 Oswer 9285.7-82, Office of Superfund Remediation and Technology Innovation, Environmental Protection Agency.

Sistemi di monitoraggio passivo del soil gas

Esistono diversi tipi di campionatori passivi per il monitoraggio del soil gas: dispositivi che operano nella zona di cattura lineare e dispositivi che operano nella zona di equilibrio. Quelli emergenti si basano sull'utilizzo di adsorbenti polimerici.

I metodi di campionamento passivo del soil gas non necessitano di alcun sistema di aspirazione, ma sfruttano il processo fisico della diffusione molecolare degli inquinanti sulla base del gradiente di concentrazione tra il mezzo da monitorare e un sistema adsorbente presente nel campionatore. In figura 1 viene mostrato il tipico andamento della massa di contaminante adsorbita da un campionatore passivo in funzione del tempo di esposizione. Nella fase iniziale, gli inquinanti vengono adsorbiti sul campionatore con un tasso che è direttamente proporzionale alla concentrazione del contaminante nella matrice (zona di cattura lineare). Con il procedere del tempo di esposizione, si raggiunge gradualmente una condizione di equilibrio.

I campionatori passivi vengono distinti in dispositivi che operano nella zona di cattura lineare (Tipo I) e dispositivi che operano nella zona di equilibrio (Tipo II).

I campionatori passivi di Tipo I contengono del materiale adsorbente all'interno di un contenitore con aperture di dimensioni note, che permette ai vapori di diffondersi all'interno del campionatore a un tasso costante. Al termine del periodo di esposizione, analizzando la massa di contaminante nel materiale adsorbente, è possibile determinare la concentrazione nel soil gas attraverso la seguente equazione:

$$C = \frac{M}{UR \cdot t}$$

dove:

C = concentrazione del contaminante in fase vapore ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

M = massa di contaminante adsorbita al termine dell'esposizione (pg)

UR = coefficiente di uptake specifico del contaminante (ml/min)

t = tempo di esposizione (min).

La massa di contaminante presente nel sistema adsorbente e la durata di campionamento possono essere determinate con un alto grado di accuratezza (McAlary, 2014). Viceversa, il coefficiente di uptake dipende dalla geometria del dispositivo di campionamento e dalle caratteristiche del materiale adsorbente, oltre che dalle condizioni ambientali (umidità e temperatura) e pertanto tale

parametro risulta il più critico per una determinazione accurata delle concentrazioni in fase vapore. I campionatori passivi di Tipo I vengono distinti in funzione della geometria del dispositivo contenente il materiale adsorbente come diffusivi assiali, diffusivi di tipo badge, diffusivi radiali e a permeazione assiali (figura 2). La maggior parte di tali campionatori sono stati sviluppati per il monitoraggio in aria nell'ambito dell'igiene industriale, ma negli ultimi anni si stanno testando per l'applicazione nel sottosuolo con discrete prestazioni, sebbene alcuni studi abbiano messo in evidenza una certa variabilità nella determinazione delle concentrazioni nel soil gas legata principalmente

all'incertezza sui valori di uptake da utilizzare (McAlary, 2014). I campionatori passivi di Tipo II risultano una tecnica di monitoraggio del soil gas emergente che si basa sull'utilizzo di adsorbenti polimerici, che vengono esposti alla matrice da monitorare fino al raggiungimento della condizione di equilibrio tra campionatore e matrice. Al termine dell'esposizione, la concentrazione nel soil gas viene stimata mediante la seguente equazione:

$$C = \frac{C_{PE}}{K_{pea}}$$

dove:

C = concentrazione del contaminante in fase vapore ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

C_{PE} = concentrazione del contaminante adsorbita sul polimero (ng/kg)

K_{pea} = coefficiente di ripartizione del contaminante tra polimero e fase gassosa (l/kg).

Diversamente dal coefficiente di uptake da utilizzare per i campionatori di Tipo I, il coefficiente di ripartizione del contaminante tra polimero e fase gassosa

FIG.1
ADSORBIMENTO

Massa di contaminante adsorbita nel campionatore passivo in funzione del tempo di esposizione.

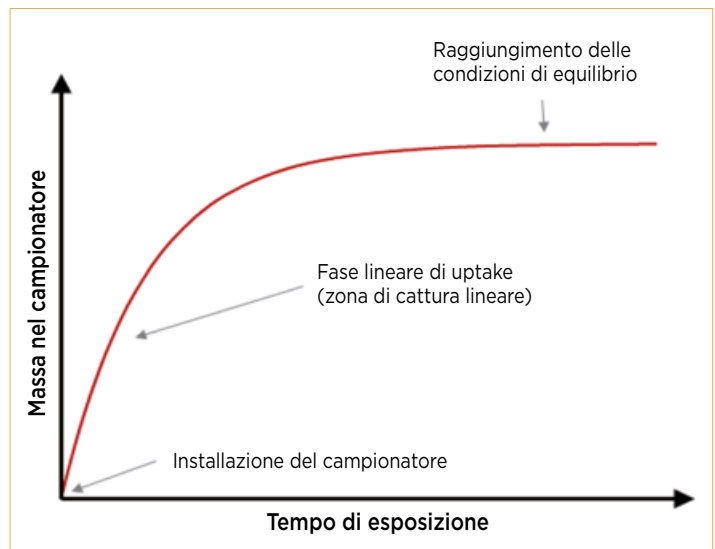
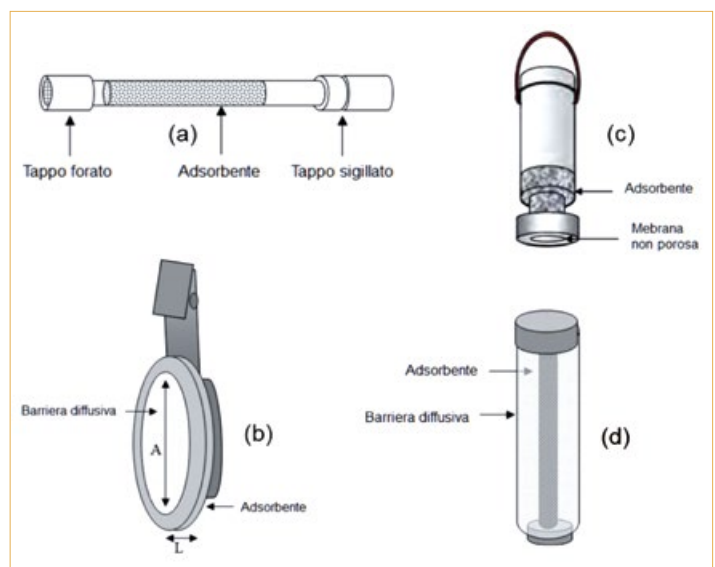


FIG.2
CAMPIONATORI PASSIVI TIPO I

Tipologia di campionatori passivi che operano nella zona di cattura lineare: (a) assiali (b) tipo "Badge" (c) a permeazione assiali (d) radiali (Modificato da Grosse e McKernan, 2014).



può essere determinato con una maggiore accuratezza sulla base di una preventiva calibrazione in laboratorio e risulta meno influenzato dalle condizioni ambientali. Per i campionatori di Tipo II possono essere utilizzati una vasta gamma di adsorbenti polimerici, come ad es. polietilene a bassa densità, polidimetilsilossano, polioossimetilene o fibre in Spme.

Recentemente, Eni sta portando avanti un progetto internazionale con il Mit di Boston e con l'Università degli studi di Roma "Tor Vergata" in cui si sta testando l'utilizzo di film di polietilene a bassa densità (figura 3). Le sperimentazioni attualmente effettuate in scala di laboratorio su campioni di suolo prelevati da alcuni siti di proprietà Eni mettono in evidenza una buona accuratezza del metodo di campionamento passivo (Borrelli et al., 2017). Per l'applicazione in campo di tale tipologia di campionatori, si stanno mettendo a punto dei sistemi a infissione diretta

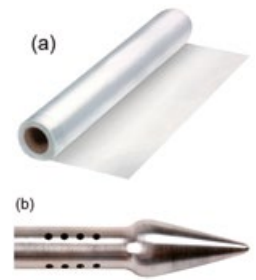
(*direct push*) che consistono nell'utilizzo di aste in acciaio inossidabile finestrate, posizionate alle profondità di interesse, al cui interno vengono inseriti film di polietilene (Zaninetta et al., 2017).

Iason Verginelli, Renato Baciocchi

Dipartimento di Ingegneria civile e ingegneria informatica, Università degli studi di Roma "Tor Vergata"

FIG. 3
CAMPIONATORI PASSIVI TIPO II

(a) Polietilene a bassa densità (Ldpe)
(b) Sonda in acciaio inossidabile per l'installazione in campo dei film in Ldpe tramite "direct push".



RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Borrelli R., Oldani A, Vago F., Zaninetta L., Gschwend P., McFarlane J., Baciocchi R., Verginelli I., 2017, *Campionatori passivi a base di polietilene per il monitoraggio del soil gas*, RemTech 2017.
- Grosse D., McKernan J., 2014, *Passive samplers for investigations of air quality: method description, implementation, and comparison to alternative sampling methods*, EPA/600/R-14/434.
- McAlary T.A., 2014, *Demonstration and validation of the use of passive samplers for monitoring soil vapor intrusion to indoor air*, UWSpace.
- Zaninetta L., Borrelli R., Oldani A, Vago F., Gschwend P., McFarlane J., Baciocchi R., Verginelli I., 2017, *Innovative technologies in site characterization: Passive Polyethylene sampling method for advanced monitoring of pollutants in sediments and soils*, RemTech Europe 2017.



PARTECIPANTI AL GRUPPO DI LAVORO 9 BIS SNPA

Ispra: Alfredo Pini, Antonella Vecchio (coordinatrice del Gdl), Marco Falconi, Fabio Pascarella

Arpa Valle d'Aosta: Fulvio Simonetto

Arpa Piemonte: Marco Fontana (coordinatore del Gdl), Maurizio Di Tonno, Paola Boschetti, Chiara Ariotti, Paolo Fornetti, Cristina Bertello, Sabina Bertero, Maria Radeschi

Arpa Lombardia: Laura Clerici, Maria Antonietta De Gregorio, Sara Puricelli, Madela Torretta

Arpa Veneto: Gianni Formenton, Giorgia Giraldo, Federico Fuin

Arpa Friuli Venezia Giulia: Laura Schiozzi

Arpa Liguria: Maurizio Garbarino, Luisa Rivara, Lucrezia Belsanti, Chiara Oliveri, Daniela Fanutza

Arpae Emilia-Romagna: Adele Lo Monaco, Daniela Ballardini, Renata Emiliani, Maria Grazia Scialoja, Fabrizio Cacciari, Giuseppe Del Carlo

Arpa Toscana: Federico Mentessi

Arpa Marche: Claudio Pizzagalli, Lia Didero, Elisabetta Ballarini, Giovanna Guidi, Silvia Bartocchini

Arpa Lazio: Elisa Colangeli, Alessandro Grillo, Rossana Cintoli

Arta Abruzzo: Lucina Luchetti

Arpa Campania: Valentina Sammartino, Vincenzo Barbuto, Fabio Tagliatela, Eugenio Scopano

Arpa Puglia: Magda Brattoli

IL CONTROLLO DELLE ACQUE NEL NUOVO TUNNEL DELL'A1

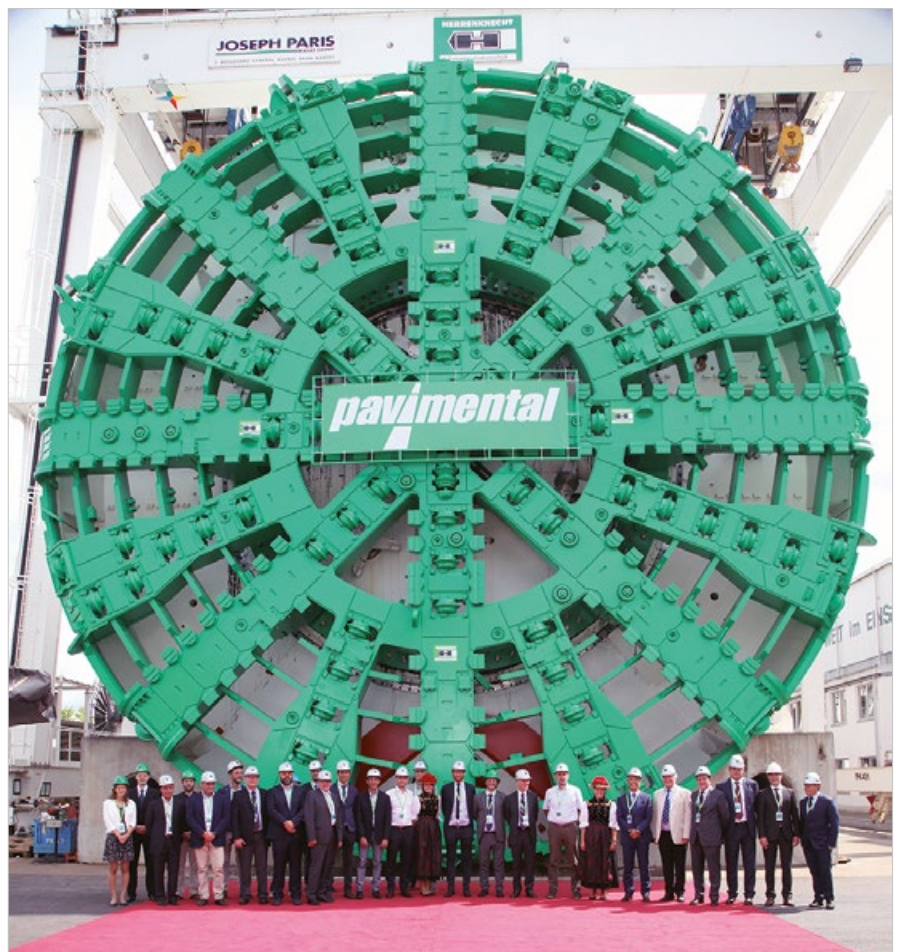
PER REALIZZARE IL TUNNEL SANTA LUCIA, LUNGO 7,7 KM, NEL TRATTO IN COSTRUZIONE DELL'A1 BOLOGNA-FIRENZE, È IN OPERA LA PIÙ GRANDE FRESA DI SCAVO IN FUNZIONE AL MONDO. L'ARTICOLO ILLUSTRA IL SISTEMA DI MONITORAGGIO IN CONTINUO DEI TENSOATTIVI ANIONICI, UTILIZZATI IN GRANDE QUANTITÀ, NELLE ACQUE REFLUE DEL CANTIERE.

Il completamento della terza corsia sull'A1 Bologna-Firenze prevede la realizzazione di un tunnel di 7,7 km, denominato Santa Lucia che sostituirà nove gallerie e i sei viadotti. Per realizzare la galleria è utilizzata una fresa di grandi dimensioni (foto 1) e, a oggi, sono stati realizzati i primi 1600 metri. La "talpa", è un "colosso Europeo", è la più grande fresa in funzione al mondo, utilizza acqua addizionata da tensioattivi anionici per permettere al materiale di scavo di raggiungere la consistenza di pastosità utile all'estrazione attraverso una coclea. Per la prima volta, in opere del genere, è stato previsto il monitoraggio in continuo dei tensioattivi anionici nelle acque reflue provenienti dai depuratori del cantiere, nel punto di scarico in acque superficiali. Di seguito viene illustrata la tecnica di scavo, la stazione di controllo delle acque e si presentano i dati di monitoraggio in continuo dei primi otto mesi di attività.

Il tunnel

Il tratto in costruzione tra Barberino di Mugello e Firenze Nord della terza corsia dell'autostrada A1, si sviluppa per 17 km di lunghezza, si colloca interamente in provincia di Firenze, attraversando i comuni di Barberino di Mugello e Calenzano.

La variante di tracciato, in carreggiata sud, con la nuova galleria Santa Lucia, parte subito dopo la fine della Variante di Valico, nel comune di Barberino di Mugello, e termina dopo la galleria Ragnaia del tracciato esistente, nel comune di Calenzano, per una lunghezza complessiva di circa 8.084 metri. Di questi 8 km, ben 7734 metri sono costituiti da un'unica galleria, la Santa Lucia, che dà il nome alla variante, realizzata tramite uno scavo circolare con



1

diametro esterno di 16,0 metri e raggio interno di 7,15 metri.

Lo scavo della galleria avviene con l'utilizzo di una macchina Tbm (*Tunnel Boring Machine*) che garantisce la possibilità di attraversare sia la roccia consistente e dura, sia quella più problematica e instabile, fornendo una contropinta al fronte di scavo (Epb, *Earth Pressure Balance*).

Il principio di funzionamento, che la differenzia da altre tipologie di macchine Tbm, consiste nel bilanciamento delle pressioni in testa, che avviene all'interno di una camera di scavo, a tergo della testa fresante, attraverso lo stesso materiale

scavato, addizionato con particolari sostanze chimiche. Tale operazione è conosciuta come *Soil Conditioning* e viene effettuata attraverso l'ausilio di agenti tensioattivi anionici. La scelta e il dosaggio degli additivi avviene in funzione della tipologia di materiale da trattare. Gli agenti condizionanti permettono al materiale di raggiungere il livello di pastosità necessario per poter essere agevolmente estratto da una coclea, oltre che permettere il trasferimento della pressione di supporto, dalla paratia al fronte di scavo. Inoltre questi prodotti chimici sono ottimi lubrificanti e riducono l'usura sugli utensili di scavo.

1 Tunnel Boring Machine (TBM) Earth Pressure Balance (EPB).

Area di deposito Bellosguardo

Il progetto prevede il riutilizzo del materiale di scavo in loco, per il rimodellamento morfologico di un'area adiacente all'imbocco della galleria, destinata alla realizzazione di una grande area di servizio autostradale.

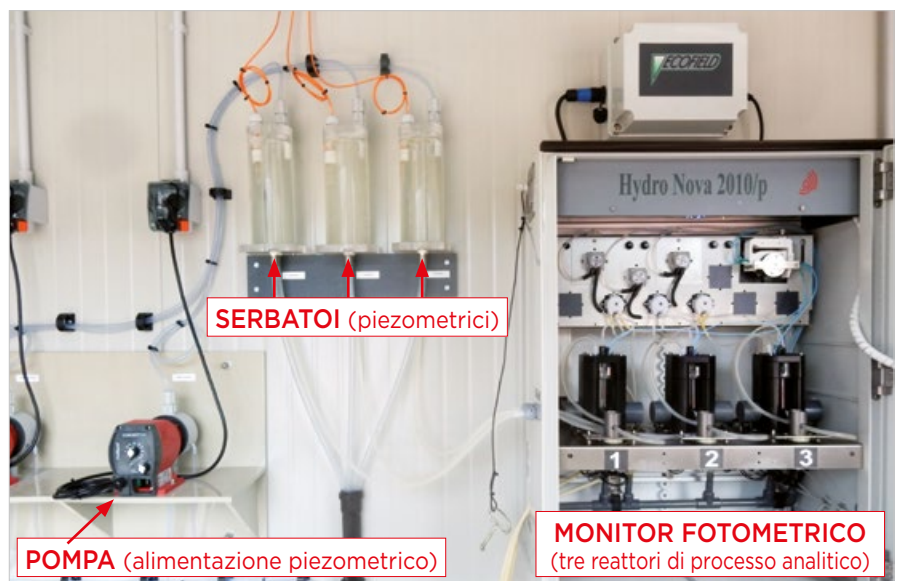
Prima di essere utilizzato durante le fasi di costruzione e riempimento, il materiale in uscita dalla galleria viene convogliato, tramite nastro trasportatore, verso dieci vasche di caratterizzazione e deposito temporaneo. In queste vasche avviene la naturale biodegradazione del tensioattivo anionico, utilizzato come additivo nello scavo. Al termine di un determinato periodo di maturazione, il terreno è sottoposto a specifici test eco-tossicologici, stabiliti dal Tavolo tecnico composto da Ispra, Autostrade per l'Italia, Pavimental Spa, Irsa-Cnr, Iss e Arpat. Nel caso gli eco-test diano esito positivo, il materiale contenuto all'interno di quella particolare vasca sarà impiegato nel rimodellamento definitivo dell'area, mentre in caso negativo, il test è ripetuto dopo un ulteriore periodo di maturazione, oppure si procede al suo smaltimento come rifiuto.

Impianti di depurazione

Nell'area di Bellosguardo sono attualmente presenti due impianti di depurazione delle acque. Gli impianti, tramite una rete di fossi e vasche di accumulo, raccolgono e trattano le precipitazioni dilavanti l'area prima dello scarico nei corsi idrici superficiali. Un impianto, quello di potenzialità minore, è di tipo chimico-fisico ed è composto da una fase di neutralizzazione, una fase di chiari-flocculazione e un passaggio in filtri a carboni attivi per la rimozione dei tensioattivi. L'altro impianto, di potenzialità maggiore, è di tipo chimico-fisico-biologico, presenta, oltre alle fasi di neutralizzazione e chiari-flocculazione, anche una vasca di ossidazione biologica dei tensioattivi tramite trattamento a fanghi attivi. In entrambe le uscite degli impianti sono presenti pozzetti di ispezione, prelievo dei campioni per i necessari controlli di laboratorio e di captazione di acque per la stazione di monitoraggio in continuo dei tensioattivi anionici.



2



3

Salvaguardia delle risorse idriche

La costante possibilità di presenza di tensioattivi anionici nei terreni movimentati durante le fasi di cantiere ha imposto la necessità di integrare, nell'attività di monitoraggio ambientale delle acque, questo importante parametro. Nel documento autorizzativo *Soglie di azione per il monitoraggio ambientale* e in dettaglio nell'ambito del successivo *Piano di monitoraggio integrativo* per il Piano di utilizzo delle terre per il lotto 2 dell'opera, sono stati definiti valori limite molto più restrittivi e inferiori ai limiti di scarico in acque superficiali (allarme 0,2 mg/l, attenzione 0,1 mg/l). L'eventuale superamento di tali limiti comporta l'immediata attivazione di tre diversi livelli di procedure di emergenza che garantiscono il mantenimento degli standard qualitativi delle risorse idriche. Per avere sempre sotto controllo la situazione degli scarichi, con il particolare

riferimento ai tensioattivi anionici, è stata prevista l'installazione di una cabina d'analisi per il monitoraggio in continuo di tali sostanze (foto 2). Questo sistema consente di prevedere e prevenire anomalie di funzionamento degli impianti di depurazione, in tempo quasi reale, senza dover attendere i lunghi tempi dovuti alle procedure di campionamento e alle analisi eseguite in laboratorio. All'interno della cabina (foto 3) ci sono tre separati reattori che analizzano i campioni prelevati a intervalli regolari dalle uscite dei due impianti di depurazione acque dell'area di Bellosguardo; il primo impianto di tipo chimico-fisico, il secondo di tipo chimico-fisico-biologico. Il terzo reattore analitico è lasciato "libero" per effettuare misure su altre acque di cantiere. La determinazione dei tensioattivi di tipo anionico avviene con una frequenza di 2 ore, regolabile in base agli effettivi scarichi degli impianti. La metodologia d'analisi utilizzata dall'unità

2 Container dell'unità di monitoraggio in continuo dei tensioattivi anionici Ecofield.

3 Il monitor fotometrico tri-canale Hydronova-Ecofield per il monitoraggio dei tensioattivi anionici.

di monitoraggio deriva dalla procedura di laboratorio, e dal metodo ufficiale d'analisi; si basa sulla formazione di un complesso solubile in cloroformio fra il tensioattivo anionico e il colorante cationico *blu di metilene* (BM). Poiché il blu di metilene libero è solubile in acqua e insolubile in cloroformio, la quantità di colore del complesso tensioattivo-BM estratta nella fase cloroformica, risulta direttamente proporzionale alla concentrazione dei tensioattivi anionici presenti nel campione. La lettura fotometrica viene effettuata a 650 nm. La validazione dei dati del monitoraggio della centralina è garantita sia da *Quality Control* (QC) interni effettuati con cadenza trimestrale e standard certificati. Inoltre, in occasione dei campionamenti effettuati presso l'impianto, che avvengono con cadenza trimestrale e in corrispondenza di eventi meteorici, si effettua il confronto dei dati della centralina con quelli eseguiti in un laboratorio esterno (*tabella 1*). Il laboratorio ha eseguito le analisi con il metodo Irsa-Cnr per i tensioattivi anionici.

Conclusioni

I dati di *figura 1 e 2* mostrano come i due stadi di biodegradazione del tensioattivo anionico (nella vasca di caratterizzazione e nel depuratore) sono più che sufficienti per il rispetto dei limiti normativi allo scarico in acque superficiali.

I dati provenienti dalla centralina sono utilizzati per avere un riscontro della effettiva funzionalità dell'impianto e come controllo, in tempi molto più rapidi rispetto a quelli provenienti dal laboratorio chimico tradizionale.

I risultati del controllo di qualità (QC) sono eseguiti somministrando all'unità di monitoraggio un campione standard di tensioattivi anionici, come se fosse un campione incognito. I dati d'analisi mostrano la grande stabilità e un'assoluta riproducibilità delle misure anche a distanza di molto tempo.

L'affidabilità dei dati forniti dalle unità di monitoraggio in continuo è confermata anche dal confronto dei dati della centralina stessa con i risultati delle analisi eseguite in un laboratorio tradizionale sui medesimi campioni (*tabella 1*).

I vantaggi di questa tecnologia sono:

- la semplicità di utilizzo
- l'elevato grado di automazione
- la rapidità di misura.

L'analisi ha una durata di 9-10 minuti e ciò consente di disporre un elevato numero di controlli nell'arco della giornata. I dati

registrati su memoria interna possono essere visionati direttamente in cabina o esportati in diversi formati.

Il metodo di scavo, tra i più moderni e imponenti usati in Europa, prevede elevati livelli di sicurezza e rapidità dello scavo. L'uso di elevati quantitativi di tensioattivi anionici per rendere plastico ed estraibile il materiale di scavo, grazie al sistema di monitoraggio in continuo, consente di prevenire scarichi oltre i limiti autorizzati, di ottimizzare i tempi di maturazione delle terre di scavo per il loro riutilizzo e, con essi, di salvaguardare le risorse idriche superficiali e sotterranee dai rischi di inquinamento chimico.

Franco Scarponi¹, Stefano Folini², Armando Bedendo³

1. Università di Bologna, Consulente tecnico
2. Pavimental-Barberino infrastrutture
3. Ecofield

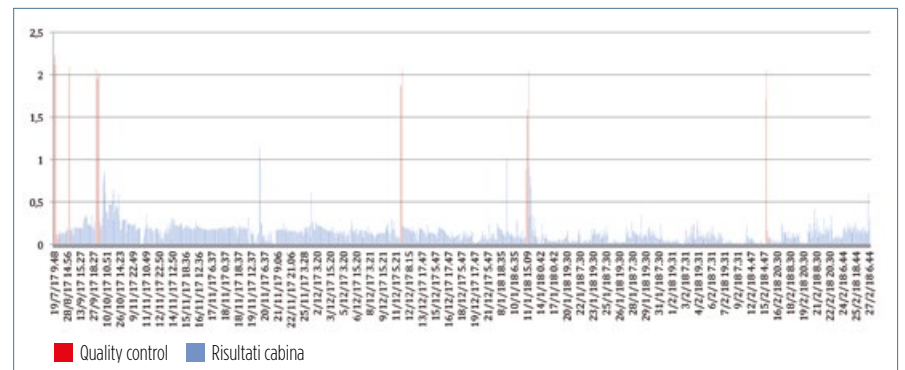


FIG. 1 - Controllo dei tensioattivi anionici in uscita dal depuratore chimico-fisico in ppm. In rosso i dati di taratura e controllo qualità (QC).

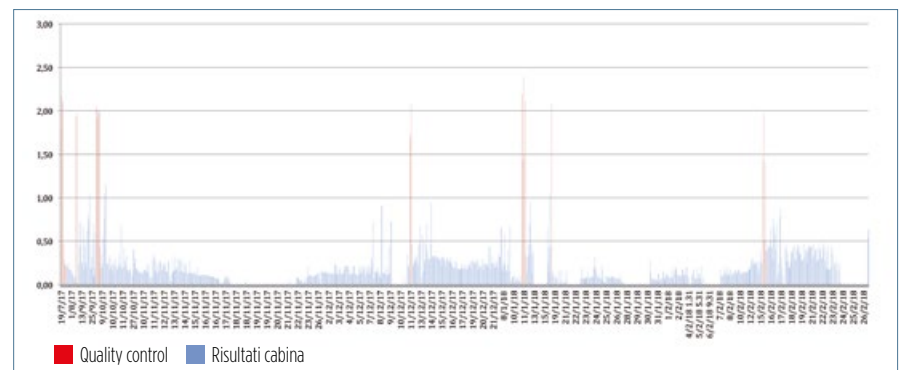


FIG. 2 - Controllo tensioattivi anionici in uscita dal depuratore chimico-fisico-biologico in ppm (1.280 controlli, dal 25/4/2017 al 1/3/2018). In rosso i dati di taratura e controllo qualità (QC).

Data	IMPIANTO CHIM.-FIS.-BIOLOG.		IMPIANTO CHIMICO-FISICO	
	Risultati cabina Ecofield	Risultati laboratorio	Risultati cabina Ecofield	Risultati laboratorio
02-feb	0,07 - 0,17	< 0,05	0,01 - 0,07	< 0,05
16-gen	0,00 - 0,65	< 0,05	0,03 - 0,05	< 0,05
11-dic	0,00 - 0,46	< 0,05	0,07 - 0,22	< 0,05
25-nov	0,09 - 0,12	< 0,05	0,10 - 0,22	< 0,05

TAB. 1 - TENSIOATTIVI ANIONICI - Confronto tra le analisi eseguite in automatico dalla centralina e da un laboratorio tradizionale su campioni in uscita dagli impianti di depurazione a servizio del cantiere. Per ogni data sono riportati il valore massimo e minimo registrati dalla cabina in giornata.

SUOLI DEL VENETO, VALORI DI FONDO DI METALLI E METALLOIDI

NEGLI ULTIMI 15 ANNI ARPAV HA CONDOTTO UNA SERIE DI INDAGINI SULLA CONCENTRAZIONE DI ALCUNI METALLI E METALLOIDI NEI SUOLI DEL VENETO. SONO STATI PRELEVATI E ANALIZZATI 4.131 CAMPIONI, DI CUI 2.337 IN SUOLI SUPERFICIALI (0-40 CM) E 1.794 IN SUOLI PROFONDI (70-100 CM), PER DEFINIRE I VALORI DI FONDO.

La valutazione dello stato di contaminazione dei suoli per quanto riguarda il contenuto in metalli e metalloidi richiede la conoscenza delle *concentrazioni naturali* dovute alle caratteristiche del materiale di partenza dal quale si è formato il suolo e dai processi che ne hanno caratterizzato lo sviluppo (Alloway, 1995; Kabata Pendias, 2001, Adriano, 2001). Tali concentrazioni infatti, soprattutto per alcuni metalli, possono variare notevolmente fino a raggiungere valori superiori ai limiti legislativi. Fin dalle prime indagini, iniziate nel 2000, per il rilevamento dei suoli finalizzato alla costituzione di una base conoscitiva per il Veneto, si è ritenuto di associare alla determinazione delle caratteristiche di base dei suoli anche la misura della concentrazione di alcuni metalli e metalloidi, con l'obiettivo di definire un quadro di riferimento a livello regionale; questo si è concretizzato nell'ambito della realizzazione della carta dei suoli regionale alla scala 1:250.000 (Arpav, 2005) e delle carte dei suoli alla scala 1:50.000 delle province di Treviso (Arpav, 2008), Venezia (Arpav, 2008), Padova (Arpav, 2013), Vicenza e Rovigo (2018).

Dal punto di vista normativo, il Titolo V del Dlg 152/2006 *Testo unico recante le norme in materia ambientale* disciplina criteri, procedure e modalità di messa in sicurezza, bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati (articoli 239-253). A tal fine l'art. 240, comma 1, lettera b), laddove viene definita la *concentrazione soglia di contaminazione* (Csc), precisa che: "Nel caso in cui il sito potenzialmente contaminato sia ubicato in un'area interessata da fenomeni antropici o naturali che abbiano determinato il superamento di una o più concentrazioni soglia di contaminazione, queste ultime si assumono pari al valore di fondo esistente per tutti i parametri superati". Il riferimento ai valori di fondo, in questo caso solo di origine naturale, è stato ripreso anche

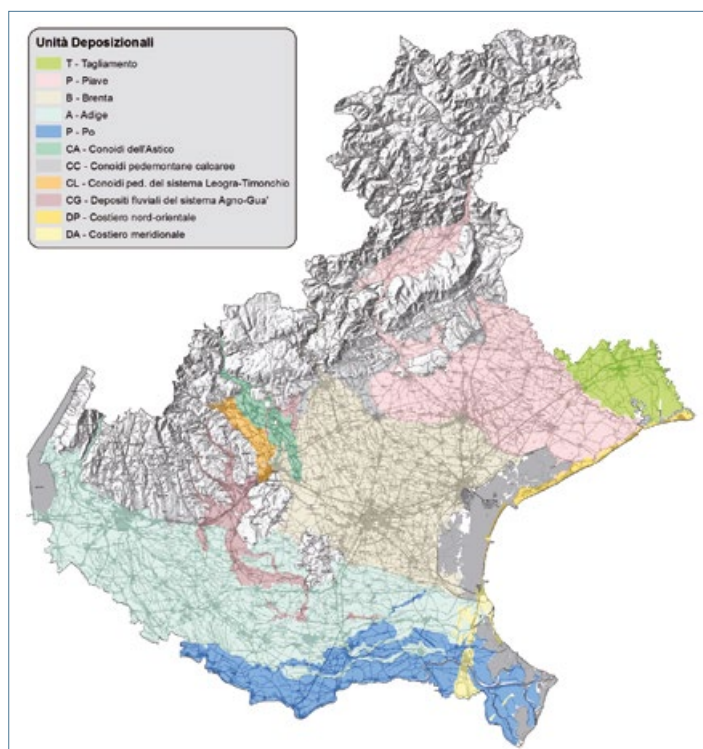


FIG. 1
VENETO, SUOLO
UNITÀ DEPOSIZIONALI

Mapa dei suoli di pianura originati da materiali alluvionali, aree omogenee denominate "unità deposizionali".

dalla normativa in tema di gestione delle terre e rocce da scavo (art. 7 e 20 del Dpr 120/2017).

Per l'applicazione di questa parte normativa, è stata importante l'approvazione da parte della Regione Veneto di criteri di indagine univoci per la determinazione del valore di fondo naturale dei metalli nei suoli (delibera Dgrv 464/2010), allo scopo di poter distinguere tra situazione di effettivo inquinamento causata da apporti esterni al suolo (processo esogeno) e situazione di elevata concentrazione naturale degli elementi presenti nel suolo (processo endogeno). Più recentemente anche il Sistema nazionale per la protezione ambientale (Snpa) ha approvato delle linee guida per la determinazione dei valori di fondo nei suoli e nelle acque sotterranee (2017) alla cui predisposizione ha contribuito anche Arpa Veneto con l'esperienza fin qui maturata.

Metodologia dell'indagine

Per la determinazione dei valori di fondo dei metalli nel suolo è stata utilizzata la procedura della norma ISO19258:2005 (*Soil Quality. Guidance on the determination of background values*) che rappresenta il riferimento a livello internazionale per le modalità di campionamento, analisi ed elaborazione dei dati. La norma fa una distinzione tra contenuto di fondo naturale (*pedo-geochemical background content*) e contenuto di fondo antropico (*background content*); il primo, che può essere considerato come contenuto naturale di un elemento, individua la concentrazione di elementi che è generata dai fattori caratteristici della pedogenesi, quali ad esempio la composizione e alterazione della roccia madre e le eventuali successive movimentazioni all'interno del suolo; il secondo si riferisce invece alla concentrazione di un elemento

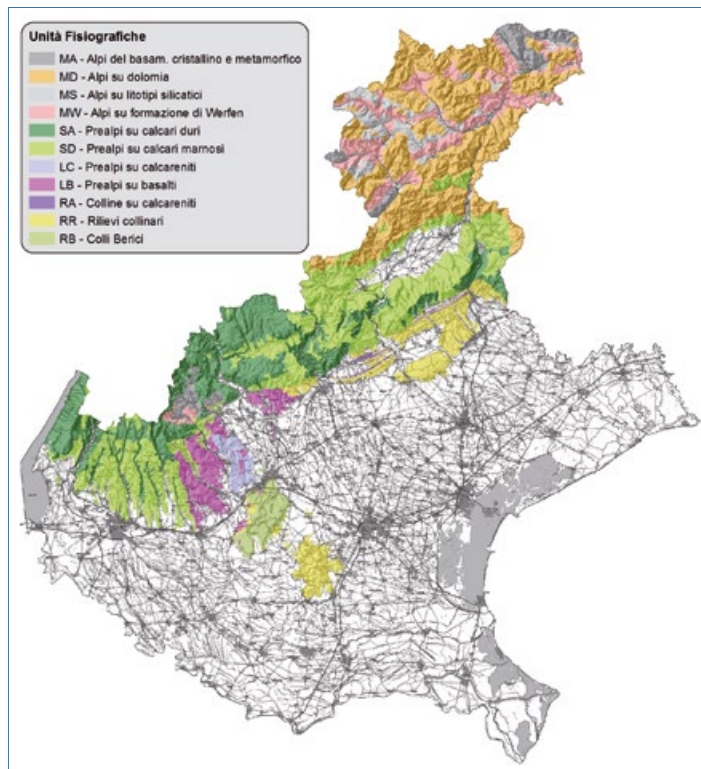


FIG. 2
VENETO, SUOLO,
UNITÀ FISOGRAFICHE

Mappa dei suoli in area montana, formati dai materiali presenti sul posto; aree omogenee identificate come "unità fisiografiche".

riferito a un tipo di suolo, localizzato in un'area o regione definita, che comprende sia le concentrazioni apportate da sorgenti naturali, sia quelle diffuse non naturali, quali ad esempio la deposizione atmosferica e le pratiche agronomiche ordinarie per quella certa area o regione.

Unità fisiografiche e unità deposizionali

La scelta dei siti di campionamento è stata effettuata seguendo l'*approccio tipologico* definito nella norma ISO 19258:2005, cioè in funzione del materiale di partenza e delle tipologie di suolo, scegliendo i siti da analizzare all'interno di aree omogenee definite con criteri diversi: per la pianura, dove i suoli si sono originati da materiali alluvionali e queste aree omogenee prendono il nome di unità deposizionali (figura 1), il criterio è l'origine dei sedimenti dai quali si è formato il suolo (Ungaro et al., 2008; Amorosi & Sammartino, 2006; Giandon et al., 2004); nell'area montana, dove i suoli si sono formati dai materiali presenti sul posto e le aree omogenee sono state identificate con il nome di unità fisiografiche (figura 2), l'elemento di differenziazione è costituito dalla litologia prevalente sulla quale si è sviluppato il suolo e la tipologia e i processi pedogenetici che caratterizzano il suolo stesso (Garlato et al., 2008; Sartori et al., 2004).

Campionamento e analisi

I siti di campionamento sono stati individuati all'interno delle unità

fisiografiche/deposizionali utilizzando i campioni prelevati da profili rappresentativi delle principali unità tipologiche di suolo descritte nella carta dei suoli e, dove questi non erano sufficientemente numerosi, da trivellate appositamente eseguite e descritte. Nella scelta dei siti di campionamento si è inoltre tenuto in considerazione l'uso del suolo, scegliendo cioè siti ad uso agricolo, avendo cura di evitare zone contaminate o troppo vicine a potenziali fonti inquinanti e siti che presentavano evidenti tracce di intervento antropico. La profondità di campionamento è stata scelta in funzione degli orizzonti pedologici, ma con metodologie differenziate tra pianura e montagna. In pianura i campioni per la determinazione del contenuto naturale sono stati prelevati in corrispondenza del primo orizzonte o strato pedologico sotto i 70 cm, ritenendo tale profondità sufficiente per poter escludere qualsiasi eventuale apporto antropico; per la determinazione del contenuto naturale-antropico si è campionato in corrispondenza del primo orizzonte individuato partendo dalla superficie, fino a una profondità massima di circa 40-50 cm, corrispondente alla profondità di aratura.

In montagna si è operato prelevando un campione dal primo orizzonte pedologico, di spessore variabile, e un secondo campione in corrispondenza del primo orizzonte pedologico sotto i 70 cm quando possibile o, quando il suolo

era meno profondo, in corrispondenza dell'orizzonte più profondo campionabile. I campioni analizzati sono stati complessivamente 4131, di cui 2337 superficiali e 1794 profondi. In pianura ricadono 1906 campioni superficiali e 1480 profondi, mentre nell'ambiente montano-collinare 431 superficiali e 314 profondi.

Le determinazioni analitiche sono state effettuate presso il laboratorio Arpav del Servizio laboratori di Treviso, utilizzando metodi di analisi ufficiali riconosciuti a livello nazionale e/o internazionale ed eseguite sulla frazione granulometrica inferiore ai 2 mm (terra fine). I metalli analizzati sono *antimonio, arsenico, berillio, cadmio, cobalto, cromo, rame, mercurio, nichel, piombo, selenio, stagno, vanadio, zinco*; per misurarne la concentrazione nel suolo è stata eseguita la determinazione degli elementi in forma "totale" (o *pseudo-total* secondo la terminologia anglosassone) cioè quelli presenti nella frazione estraibile con acqua regia.

Elaborazione dei dati

L'elaborazione statistica dei dati è stata condotta inizialmente sull'intero dataset, per una prima stima dell'andamento delle concentrazioni, successivamente per ciascuna unità deposizionale/fisiografica. Sui dati sono state eseguite alcune elaborazioni di statistica descrittiva per ciascun elemento, mantenendo distinti i valori degli orizzonti superficiali da quelli profondi; per ogni variabile sono stati determinati media, mediana, minimo, massimo, percentili (5°, 25°, 75°, 90° e 95°), deviazione standard, errore standard, coefficienti di asimmetria (*skewness*) e di curtosi (*kurtosis*), test per la normalità. Una volta eliminati gli eventuali *outliers*, per ciascuna unità e per ogni metallo è stato calcolato il valore di fondo, che corrisponde al valore del 95° percentile all'interno di ciascuna unità fisiografica/deposizionale. Per poter distinguere tra valore di fondo antropico e valore di fondo naturale sono stati tenuti distinti i valori delle concentrazioni negli orizzonti superficiali e profondi, in modo tale da conservare le informazioni relative alle diverse profondità.

Risultati

Nella *tabella 1* vengono riportati i valori di fondo per ogni metallo e metalloide definiti in ognuna delle unità fisiografiche e deposizionali. Per una semplificazione a livello operativo, per ogni metallo e metalloide, si è scelto di fornire un unico valore per ciascuna unità, corrispondente al valore più elevato tra il fondo antropico

e quello naturale; i due valori di fondo sono comunque disponibili. I metalli per i quali non si osserva in nessuna unità fisiografica/deposizionale alcun superamento delle concentrazioni soglia di contaminazione sono antimonio, mercurio e selenio; nella *tabella 1* è stato riportato anche lo stagno per il quale dal 2014 non esiste più un limite normativo. Il *cadmio* mostra 2 soli superamenti entrambi 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). Per questo metallo le concentrazioni osservate in superficie e in profondità sono molto simili confermando che i valori anomali riscontrabili sono imputabili al materiale di partenza e non ad apporti antropici: in sostanza il valore di fondo antropico e quello naturale sono uguali.

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). A differenza del cadmio, il piombo mostra sempre un significativo arricchimento superficiale molto probabilmente dovuto alla deposizione atmosferica realizzatasi negli scorsi decenni per la presenza del piombo come antidetonante nelle benzine. Le concentrazioni superficiali più alte si sono riscontrate nelle aree prossime alla pianura, ma su suoli non coltivati (prealpi) dove viene a mancare l'effetto "diluizione" dato dall'aratura che coinvolge uno spessore di suolo di almeno 30-40 cm. *Arsenico, berillio, cobalto, cromo, nichel, vanadio e zinco* superano la concentrazione soglia di contaminazione prevista per i siti a uso verde pubblico, privato e residenziale in numerose unità, coinvolgendo una superficie significativa del territorio regionale. Valori di fondo superiori alle concentrazioni soglia di

contaminazione definite per i siti a uso commerciale e industriale (colonna B) si hanno solo per *arsenico* nell'unità delle colline su calcareniti (RA, 89 mg/kg). Le aree con il maggior numero di superamenti sono le Prealpi su basalti in area montana e i depositi fluviali del sistema Agno-Guà in pianura, che ricevono sedimenti proprio dall'alterazione dei basalti; in questi suoli cobalto, cromo, nichel, vanadio e zinco presentano valori di fondo nettamente superiori alle concentrazioni soglia di contaminazione. Oltre a queste due unità, concentrazioni anomale di diversi metalli si osservano anche nell'unità delle colline su calcareniti (RA) che però occupa una superficie estremamente limitata rispetto al territorio regionale. Per tutti i metalli citati si osserva una sostanziale omogeneità tra valore di *fondo naturale e antropico* a eccezione dello zinco che mostra un leggero arricchimento superficiale soprattutto nelle unità coltivate di pianura.

Unità fisiografiche/ deposizionali	Sb	As	Be	Cd	Co	Cr	Hg	Ni	Pb	Cu	Se	Sn	V	Zn
Tagliamento (T)	1.1	15	1.8	0.59	12	68	0.26	43	30	49	0.76	3.1	88	90
Piave (P)	1.0	14	1.6	0.70	15	62	0.26	51	37	192	0.51	3.9	86	120
Brenta (B)	2.0	46	2.1	0.93	16	63	0.51	38	56	110	0.36	6.3	84	143
Adige (A)	1.6	40	1.5	0.93	19	124	0.21	103	57	97	0.75	4.2	80	150
Po (O)	1.3	28	1.7	0.54	20	162	0.08	130	34	66	0.91	3.7	89	111
Costiero nord-orientale (DP)	0.6	11	0.6	0.25	6.0	32	0.37	19	38	45	0.32	2.0	43	70
Costiero meridionale (DA)	1.0	23	1.1	0.26	16	166	0.13	105	42	48	0.68	4.7	70	158
Conoidi pedemontane calcaree (CC)	0.84	13	1.6	0.92	22	103	0.21	81	42	141	0.40	3.7	84	113
Conoidi dell'Astico (CA)	3.3	25	1.8	0.74	25	84	0.36	66	65	101	0.52	7.2	190	150
Conoidi pedem. del sistema Leogra-Timonchio (CL)	2.7	28	1.9	0.74	27	90	0.18	47	90	90	0.37	6.0	129	195
Depositi fluviali del sistema Agno-Guà (CG)	1.9	21	1.5	0.66	50	190	0.10	160	88	103	0.42	3.4	151	160
Rilievi collinari (RR)	1.1	18	1.7	0.90	27	102	0.36	66	48	112	0.59	3.6	100	141
Colline su calcareniti (RA)	3.9	89	2.1	0.96	14	298	0.13	67	57	52	0.55	4.0	303	176
Colli Berici (RB)	4.5	39	2.8	1.8	31	199	0.14	111	72	81	0.59	4.4	226	145
Prealpi su calcareniti (LC)	1.8*	34*	2.7*	1.9*	39*	172*	0.13*	122*	39*	50*	0.74*	3.3*	162*	128*
Prealpi su basalti (LB)	1.6	14	2.1	0.56	79	313	0.15	251	57	99	0.47	4.2	212	177
Prealpi su calcari marnosi (SD)	2.6	17	2.3	2.2	35	175	0.28	148	133	88	0.81	3.4	138	197
Prealpi su calcari duri (SA)	3.3	27	2.7	3.8	36	123	0.33	92	101	96	1.1	4.9	175	220
Alpi su Formazione di Werfen (MW)	2.1*	30*	2.2*	1.8	19	73	0.70*	41	128	34	1.1*	2.5*	92*	148
Alpi su litotipi silicatici (MS)	2.1*	13*	2.2*	0.52*	31	72	0.19*	37	55	72	nd	nd	184*	122
Alpi su dolomia (MD)	2.3*	24*	1.4*	1.6	19	84	0.23*	46	61	39	0.50*	2.9*	96*	138
Alpi del basamento cristallino e metamorfico (MA)	2.6*	19*	1.6*	0.52	22	68	0.40*	46	90	48	nd	nd	69*	150

* numero campioni per la determinazione del valore di fondo inferiore a 30, numerosità minima consigliata dalla norma ISO 19258 (2005); nd: valore di fondo non determinato.

TAB. 1 METALLI E METALLOIDI NEL SUOLO - Valori di fondo nelle unità fisiografiche e deposizionali del Veneto, in rosso i valori maggiori delle concentrazioni soglia di contaminazione previsti per i siti a uso verde pubblico, privato e residenziale (colonna A) dal Dlgs 152/2006.

Per il *rame* si è proceduto in maniera diversa in conseguenza del forte arricchimento superficiale osservato nelle aree a vigneto. Si è scelto quindi di trattare tutte queste superfici separatamente, indipendentemente dall'unità deposizionale/fisiografica di appartenenza, e definire per questo uso del suolo un valore di fondo antropico specifico, pari a 284 mg/kg, valore più che doppio rispetto al limite per le aree residenziali (120 mg/kg).

Tutti i restanti campioni sono stati trattati secondo le procedure standard, ma nonostante questo si osservano due superamenti dei limiti di legge, nell'unità del Piave (P) e in quella delle conoidi pedemontane calcaree (CC), anche su suoli oggi non più a vigneto, ma molto probabilmente così coltivati in passato e che quindi hanno mantenuto concentrazioni elevate.

In pianura, nelle unità di Po, Adige e Brenta, sono numerosi i valori di fondo superiori al limite mentre, all'estremo opposto, troviamo il Tagliamento, che non evidenzia nessun superamento, e il Piave che presenta un unico superamento per il rame, per i motivi sopra ricordati. Significativi, in termini di superficie coinvolta e per la pericolosità dell'elemento, sono i superamenti del limite per l'arsenico nei depositi di Brenta e Adige.

In montagna l'unità che presenta il minor numero di superamenti è l'area alpina dove affiora il basamento cristallino e metamorfico (MA), nella quale solo il *cobalto* supera di poco i limiti di colonna A.

Rispetto alla prima elaborazione eseguita nel 2011 (Arpav, 2011), nel 2016 il numero di dati a disposizione è aumentato notevolmente ma rimangono, in particolare in alcune unità fisiografiche di montagna, alcuni metalli con un numero di dati analitici inferiore a 30, numerosità consigliata dalla norma Iso 19258 (2005).

Tali metalli sono evidenziati in *tabella 1* tramite un asterisco. È da evidenziare che nelle unità per le quali nel 2011 si disponeva di pochi dati mentre nel 2016 i dati disponibili erano più di 30, il valore di fondo già definito nel 2011 non risulta molto diverso da quello calcolato nel 2016, a dimostrazione della particolare robustezza dell'approccio usato nell'individuare il valore di fondo anche con una numerosità campionaria ridotta.

**Paolo Giandon, Adriano Garlato,
Francesca Ragazzi**

Arpav, Direzione tecnica, Servizio Centro Veneto suolo e bonifiche



FOTO: ARCHIVO ARPA VENETO

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Adriano D.C., 2001. *Trace elements in terrestrial environments: biogeochemistry, bioavailability, and risks of metals*. Springer, New York.

Alloway B.J. (ed.), 1995. *Heavy metals in soils*, Blackie Academic & Professional, II edition, London.

Amorosi A., Sammartino I., 2006. "Influence of sediment provenance on background values of potentially toxic metals from near-surface sediments of Po coastal plain", *Int. Journal of Earth Science*, Springer.

Arpa Veneto, 2018. Carta dei suoli della provincia di Rovigo. Osservatorio regionale suolo, Treviso, in stampa.

Arpa Veneto, 2018. Carta dei suoli della provincia di Vicenza. Osservatorio regionale suolo, Treviso, in stampa.

Arpa Veneto, 2013, Carta dei suoli della provincia di Padova. Osservatorio regionale suolo, Treviso, 182 pp.

Arpa Veneto, 2008. Carta dei suoli della provincia di Treviso. Osservatorio regionale suolo, Castelfranco Veneto (TV), 108 pp.

Arpa Veneto, 2008. Carta dei suoli della provincia di Venezia. Osservatorio regionale suolo e Provincia di Venezia, 268 pp.

Arpa Veneto, 2005. Carta dei suoli del Veneto. Osservatorio Regionale Suolo, Castelfranco Veneto (TV), 383 pp.

Arpa Veneto, Regione Veneto, 2011, *Metalli e metalloidi nei suoli del Veneto*. Serie Orientambiente, 188 pp.

Arpa Veneto, Regione Veneto, 2016, *Metalli e metalloidi nei suoli del Veneto. Aggiornamento 2016*, http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/soilo/file-e-allegati/documenti/metalli-pesanti/Metalli_metalloidi_suoli_Veneto.pdf

Garlato A., Sartori G., Ungaro F., Vinci I., Giandon P., 2008. *Contenuto di metalli pesanti nei suoli montani e collinari del Veneto*. Arpa Veneto. Documento interno.

Kabata - Pendias A., Pendias H., 2001, *Trace elements in soils and plants*, CRC Press, II Ed., Boca Raton.

ISO, International Standards Organisation, 2005. *Soil quality. Guidance on the determination of background values*, n. 19258.

Sartori G., Corradini F., Bini C., Gemignani S., Mancabelli A., 2004. *Contenuto di metalli pesanti nei suoli del Trentino*. Studi trentini di scienze naturali, Acta Geologica, Vol. 79: 75-117.

Snpa, 2017. *Linee guida per la determinazione dei valori di fondo per i suoli e per le acque sotterranee*. http://www.isprambiente.gov.it/files2017/snpa/copy_of_Delibera20conallegati.pdf/at_download/file

Ungaro, F., Ragazzi, F., Cappellin R., Giandon, P., 2008. *Arsenic concentration in the soils of the Brenta Plain (Northern Italy): mapping the probability of exceeding contamination threshold*. The Journal of Geochemical Exploration, 96/2-3 pp. 117-131.

LEGISLAZIONE NEWS

A cura di Area Affari istituzionali, legali e diritto ambientale • Arpa Emilia-Romagna

ISTITUITA LA NUOVA COMMISSIONE PARLAMENTARE RIFIUTI

Legge 7 agosto 2018, n. 100

Istituzione di una Commissione parlamentare di inchiesta sulle attività illecite connesse al ciclo dei rifiuti e su illeciti ambientali a esse correlati (G. U. n. 192 del 20 agosto 2018)

Con la suddetta legge il Parlamento ha provveduto a istituire, per la durata della corrente Legislatura, una nuova Commissione bicamerale di inchiesta sulle attività illecite connesse al ciclo dei rifiuti e su illeciti ambientali a esse correlati. La Commissione, che ha gli stessi poteri e limiti dell'Autorità giudiziaria, oltre a svolgere indagini atte a fare luce sulle attività illecite connesse al ciclo dei rifiuti, anche individuando connessioni tra queste attività e altre attività economiche, sarà chiamata a verificare la corretta attuazione della normativa vigente in ambito ambientale con specifico riguardo anche alle modalità di effettiva applicazione delle disposizioni sugli ecoreati di cui alla L. 68/2015. Composta da 15 senatori e 15 deputati, la Commissione si occuperà anche di verificare l'eventuale sussistenza di illeciti nelle attività di bonifica dei siti inquinati e nella gestione del servizio idrico integrato, con particolare riferimento alla gestione degli impianti di depurazione acque e smaltimento fanghi.

PACCHETTO ECONOMIA CIRCOLARE, IN VIGORE LE NUOVE DIRETTIVE SUI RIFIUTI

Direttiva (UE) 2018/849 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2018, che modifica le direttive 2000/53/CE relativa ai veicoli fuori uso, 2006/66/CE relativa a pile e accumulatori e ai rifiuti di pile e accumulatori e 2012/19/UE sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche

Direttiva (UE) 2018/850 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2018, che modifica la direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti

Direttiva (UE) 2018/851 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2018, che modifica la direttiva 2008/98/CE relativa ai rifiuti

Direttiva (UE) 2018/852 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2018, che modifica la direttiva 94/62/CE sugli imballaggi e i rifiuti di imballaggio

(Gazzetta ufficiale europea del 14 giugno 2018)

Le nuove direttive del "Pacchetto economia circolare", entrate in vigore lo scorso 4 luglio, modificano sei direttive in materia di rifiuti e completano il percorso iniziato nel dicembre 2015 con l'adozione della Comunicazione della Commissione UE *L'anello mancante: un piano d'azione europeo per l'economia circolare* in cui si analizzava l'interdipendenza di tutti i processi della catena del valore, dall'estrazione delle materie prime alla progettazione dei prodotti, dalla produzione alla distribuzione, dal consumo al riuso e riciclo. Fra le articolate misure approvate si segnalano le nuove

definizioni di *rifiuto urbano* e di *rifiuto non pericoloso* e l'introduzione di un allegato (IV bis) alla direttiva rifiuti 2008/98/CE contenente alcuni esempi di strumenti economici e incentivi all'applicazione della gerarchia dei rifiuti, come la tassa per il conferimento in discarica e per l'incenerimento, i meccanismi di tariffazione puntuale e gli strumenti di *Green Public Procurement*. Previsto l'obiettivo di riciclaggio entro il 2025 di almeno il 55% dei rifiuti urbani, mentre si frena lo smaltimento in discarica (fino a un massimo del 10% entro il 2035). L'Italia ha avviato l'iter di recepimento delle nuove direttive con l'approvazione, lo scorso 6 settembre, del disegno di legge di delegazione europea, ora all'esame del Parlamento.

PUBBLICATE LE NUOVE BAT PER IL TRATTAMENTO DEI RIFIUTI

Decisione di esecuzione (UE) 2018/1147 della Commissione, del 10 agosto 2018, che stabilisce le conclusioni sulle migliori tecniche disponibili (BAT) per il trattamento dei rifiuti, ai sensi della direttiva 2010/75/UE del Parlamento europeo e del Consiglio [notificata con il numero C(2018) 5070]

Le conclusioni sulle "migliori tecniche disponibili" (BAT, acronimo dell'inglese *Best Available Technologies*) costituiscono un importante riferimento per le autorità nazionali competenti a stabilire le condizioni in base alle quali rilasciare l'autorizzazione a diverse tipologie di impianti di trattamento rifiuti. Il documento recentemente approvato contiene 53 singole conclusioni sulle BAT, di queste 24 si applicano al settore nel suo insieme e 29 si applicano agli impianti di trattamento dei rifiuti e riguardano i trattamenti meccanici, biologici e fisico-chimici e il trattamento dei rifiuti liquidi a base acquosa. Interessati da queste nuove disposizioni anche lo stoccaggio temporaneo di rifiuti e gli impianti di trattamento delle acque reflue indipendenti, la cui quota principale di effluenti trattati proviene da impianti di trattamento dei rifiuti. Gli impianti esistenti hanno un termine di quattro anni per conformarsi ai nuovi standard. Le nuove attività produttive in questo settore, invece, devono soddisfare immediatamente i nuovi requisiti.

L'AIA NON PUÒ RIMEDIARE ALLE CARENZE DELLA VIA

Consiglio di Stato, sez. V, sentenza 21 maggio 2018, n. 3034

Si segnala una recente sentenza con la quale il Consiglio di Stato ha confermato l'orientamento giurisprudenziale secondo il quale i due procedimenti di Via e di Aia sono preordinati ad accertamenti diversi e autonomi: la Via si sostanzia in un'approfondita analisi comparativa che investe propriamente gli aspetti localizzativi

e strutturali dell'opera da realizzare; l'Aia è invece un atto che sostituisce, con un unico titolo abilitativo, tutti i numerosi titoli in precedenza necessari per gli impianti inquinanti. Ne consegue che ciascuno dei due titoli abilitativi dev'essere sorretto da una propria istruttoria completa e autosufficiente. In tal senso è stata modificata l'impostazione dei giudici di primo grado (Tar della Lombardia) per i quali la decisione sulla Via in parte anticipa le conclusioni dell'Aia e in parte rinvia, in maniera legittima, agli studi successivi. Secondo il Consiglio di Stato, invece, l'eventuale carenza degli accertamenti in sede di Via non può essere sanata in ambito Aia e comporta l'illegittimità della prima per difetto di istruttoria.

LA NOVITÀ "VERDE" DELL'ULTIMA NORMATIVA ISO 14001: LA PROSPETTIVA DEL "CICLO DI VITA"

ISO 14001:2015 in www.accredia.it

Terminato il periodo transitorio di tre anni nel quale erano ammesse entrambe le versioni della norma, dal 15 settembre 2018 lo standard internazionale di gestione ambientale ISO 14001:2015 sostituisce completamente la precedente disposizione del 2004, con conseguente revoca delle certificazioni rilasciate ai sensi di quest'ultima disciplina. La novità più significativa contenuta nella ISO 14001:2015 rispetto alla versione 2004 dello standard consiste nell'introduzione del concetto di "prospettiva del ciclo di vita": segnatamente, all'organizzazione che sceglie di avvalersi di questo sistema viene richiesto di implementare la propria modalità di gestione ambientale con un approccio che preveda un'attenzione particolare alla tutela dell'ambiente in tutte le fasi produttive, a partire dalla progettazione e sviluppo del prodotto sino alla possibilità di riuso o riciclo e, in ultima istanza, allo smaltimento. Si tratta di un passo in avanti molto significativo nel settore: infatti, pur senza prevedere le dettagliate analisi stabilite dalla ISO 14040, con la nuova ISO 14001 viene comunque richiesto ai soggetti che intendano avvalersene di orientare la gestione dell'intero sistema alla considerazione del ciclo di vita dei propri prodotti e dei propri processi, ovvero di valutare le caratteristiche dei prodotti (e dei processi con cui vengono realizzati) nell'arco dell'intera durata della loro esistenza (e quindi di tenere in considerazione la loro possibile esistenza anche oltre alla fase del relativo utilizzo). Questa scelta si inserisce, peraltro, nell'approccio ormai consolidato posto alla base delle politiche ambientali dell'Unione europea e, in particolare, delle discipline relative all'etichettatura ecologica (ecolabel), ai c.d. "acquisti verdi" e alle migliori tecniche disponibili (c.d. BAT).

OSSERVATORIO ECOREATI

A cura di

Giuseppe Battarino • Magistrato collaboratore della Commissione bicamerale d'inchiesta sul ciclo illecito dei rifiuti e illeciti ambientali
Silvia Massimi • Consulente della Commissione bicamerale d'inchiesta

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

I contributi possono essere inviati a ecoscienza@arpae.it

LA RILEVANZA DI ALCUNE ATTIVITÀ DI POLIZIA GIUDIZIARIA E TECNICHE IN PROCESSI PER DELITTI CONTRO L'AMBIENTE

Tribunale di Verbania, sentenza n. 62 del 21 febbraio-23 aprile 2018.

La sentenza con la quale il giudice dell'udienza preliminare del Tribunale di Verbania ha dichiarato il non luogo a procedere nei confronti di due rappresentanti legali di attività commerciali (il testo completo del provvedimento è reperibile in www.penalecontemporaneo.it/d/6097-in-tema-di-scarico-abusivo-di-reflui-in-corsi-d-acqua-e-di-inquinamento-ambientale--art-452-bis-cp) si segnala per indicare la rilevanza di alcune attività di polizia giudiziaria e tecniche in processi per delitti contro l'ambiente; per un terzo soggetto il medesimo giudice ha pronunciato sentenza di assoluzione a seguito di giudizio abbreviato (sentenza n. 61 del 21 febbraio-23 aprile 2018).

Gli imputati erano accusati del delitto di *inquinamento ambientale* (art. 452-bis c.p.) per avere utilizzato una tubazione di scarico abusiva per sversare reflui organici all'interno di un canale adiacente ai loro esercizi commerciali, causando, secondo l'accusa, "un significativo deterioramento del predetto corpo idrico per una lunghezza di oltre duemila metri, nella specie consistente nel superamento del limite di concentrazione di COD (domanda chimica di ossigeno)".

Il procedimento traeva origine dalla scoperta, a opera della polizia locale, dell'abusiva realizzazione di una tubazione di scarico, a servizio delle attività commerciali di cui gli imputati erano legali rappresentanti. In base alle indagini svolte veniva ipotizzato che lo scarico abusivo fosse la causa del riscontrato mutamento di colore delle acque della roggia, divenute bianche per alcune centinaia di metri, e del sedime, nonché della morte di alcuni esemplari di fauna ittica locale. L'Arpa procedeva ad analisi di campioni d'acqua prelevati da due diversi punti di recapito delle acque, iniziale e intermedio, nonché ad analisi della fauna ittica deceduta. Secondo il giudice gli esiti degli accertamenti non permettevano di ritenere integrato, al di là della materiale realizzazione di un'opera fognaria abusiva (i cui materiali realizzatori sono rimasti ignoti), il danno ambientale richiesto dalla norma violata, rappresentato dalla compromissione o dal deterioramento "significativi e misurabili", nel caso di specie delle acque.

Secondo Arpa vi era infatti "un sostanziale rispetto delle concentrazioni ammesse per il pH (valori rilevati di 6,5 e 6,7 a fronte di limite 5,5±9,5) e per grassi e oli animali/vegetali (valori rilevati di 1,96 mg/l e 2,12 mg/l a fronte di una concentrazione limite di 20)". L'unico sfioramento riguardava la concentrazione di COD, risultata "elevata", ovvero, a fronte di una concentrazione limite di 500 mg/l un valore riscontrato di 623 mg/l ma in un solo campione, prelevato nelle immediate vicinanze del punto di origine dello scarico abusivo. Sulla base di questo dato, Arpa ha concluso che nelle acque della roggia "è stato veicolato un elevato carico organico, verosimilmente scaricato all'origine in concentrazione ancor più elevata (...) considerata l'azione di diluizione esercitata dalle acque del corpo recettore".

La situazione così descritta non integra la compromissione o deterioramento, intesi come significativa alterazione peggiorativa dell'ambiente o di un ecosistema.

Nel caso di specie quindi, secondo il giudice di primo grado, è mancata la prova che si sia in concreto verificato un deterioramento significativo e misurabile di una risorsa, individuata, nella specie, nel corso d'acqua lungo centinaia di metri e analizzato in soli due punti, all'origine e poco più a valle dello scarico abusivo, senza che sia stato compiuto un esame dello "stato di salute complessivo" del corpo idrico.

Il giudice afferma tra l'altro che il reato per cui si procede è di *danno*, per cui "il giudice deve verificare se, in concreto, vi sia stata una significativa compromissione delle acque, il che nel caso di specie non è, non essendo il modesto e occasionale superamento di un solo limite tabellare, in assenza di altri sfioramenti o altri indici di deterioramento dell'ecosistema, diversi da un riferito transeunte cambio di colore dell'acqua, idoneo a integrare una forma di 'inquinamento' punibile ai sensi dell'art. 452 bis c.p."

Quanto alla moria di pesci, le indagini avevano accertato un'asfissia, le cui cause, secondo lo stesso ausiliario di polizia giudiziaria (così la sentenza consente di qualificarlo) non erano univocamente riconducibili al superamento del COD, bensì anche a delle "cause concorrenti" non altrimenti escludibili.

Gli esiti processuali in primo grado di questa vicenda segnalano la necessità, per gli operatori di polizia giudiziaria e per le Agenzie, sin dai primi atti di indagine, di prefigurarsi gli esiti processuali, in particolare accertando nell'immediatezza ciò che è indispensabile ad attribuire a soggetti determinati le condotte e a qualificare in termini "differenziali" lo stato delle matrici ambientali oggetto di accertamenti, evidenziandone, per quanto possibile, la situazione antecedente e susseguente l'intervento (illecito) dell'uomo.

Per completezza d'informazione, anche in questa prospettiva, va detto che la Procura generale di Torino ha impugnato le sentenze.

In particolare è stata contestata la mancata riqualificazione del fatto da parte del giudicante come *scarico abusivo di acque reflue industriali*, fattispecie contemplata dall'art. 137 del Dlgs 152/2006 ("chiunque apra o comunque effettui nuovi scarichi di acque reflue industriali, senza autorizzazione... è punito con l'arresto da due mesi a due anni o con l'ammenda da millecinquecento euro a diecimila euro"), considerando che l'art. 74, comma 1, lett. ff) del Dlgs 152/2006 definisce come scarico "qualsiasi immissione effettuata esclusivamente tramite un sistema stabile di collettamento che collega senza soluzione di continuità il ciclo di produzione del refluo con il corpo ricettore in acque superficiali, sul suolo, nel sottosuolo e in rete fognaria, indipendentemente dalla loro natura inquinante, anche sottoposte a preventivo trattamento di depurazione": la continuità è elemento su cui insiste l'impugnazione, atteso che, nella fase di indagine, era stata riscontrata tra l'origine dello scarico e il corpo recettore. Quanto all'attribuibilità soggettiva del reato, la Procura generale incisivamente richiama Cass., III, n. 19560 del 25 marzo-28 aprile 2004, secondo cui "in tema di tutela delle acque dall'inquinamento, il legale rappresentante dell'ente imprenditore non può andare esente da responsabilità, quale persona fisica attraverso la quale la persona giuridica agisce nel campo delle relazioni intersoggettive, adducendo incompetenza tecnica o ignoranza dello stato degli impianti, atteso che tali eventuali condizioni gli impongono di astenersi dall'assumere incarichi dirigenziali oppure di conferire in modo formale a esperti l'osservanza delle norme di settore".

LIBRI

Libri, rapporti, pubblicazioni di attualità • A cura di Daniela Raffaelli, redazione Ecoscienza



LA COMUNICAZIONE DEL RISCHIO PER LA SALUTE E PER L'AMBIENTE

Giancarlo Sturloni
Mondadori Education, 2018
138 pp, 10,20 euro

Terremoti, alluvioni, epidemie, inquinamento, cambiamenti climatici, sicurezza alimentare, biotecnologie. La comunicazione del rischio è oggi uno strumento essenziale per promuovere la salute e la tutela dell'ambiente, affrontare le emergenze, gestire le controversie, orientarsi nell'incertezza.

Questo volume è il primo manuale sulla comunicazione del rischio in Italia, concepito per offrire uno strumento teorico e operativo, agile ma al tempo stesso completo, a studenti e professionisti che, oggi o in futuro, saranno chiamati a comunicare i rischi per la salute e per l'ambiente. L'opera illustra e discute i principi guida della comunicazione del rischio, ormai consolidati a livello internazionale ma ancora poco conosciuti in Italia, offrendo numerosi esempi e studi di caso chiarificatori tratti dalla storia recente e dall'attualità. In una società in rapido cambiamento e con l'evoluzione esponenziale di mezzi e linguaggi, comunicare in modo efficace – in particolare se chi comunica è un'istituzione pubblica – richiede trasparenza informativa, autorevolezza (essere riconosciuti come soggetto di cui ci si può fidare) e capacità di ascolto per comprendere il pubblico di riferimento (come è percepito il rischio, cosa è conosciuto e di cosa ha bisogno di sapere per proteggersi), perchè per *farsi ascoltare* è necessario *saper ascoltare*. “Compito delle istituzioni non è rassicurare a ogni costo – afferma Sturloni – neppure nell'emergenza, come talvolta si tende erroneamente a pensare. Un'eccessiva rassicurazione impedisce infatti di motivare le persone ad attivarsi per fronteggiare il pericolo, mentre un adeguato livello di preoccupazione, vigile e informata, favorisce una maggiore adesione alle indicazioni comportamentali e favorisce la cooperazione nella gestione del rischio. (v. anche *AmbienteInforma* 13 luglio 2018 e intervista in *ArpatNews*).

Giancarlo Sturloni ha una laurea in Fisica dei biosistemi, un master in Comunicazione della scienza e un dottorato in Scienza e società. È docente di Comunicazione del rischio alla Scuola internazionale di studi superiori avanzati (Sissa) e all'Università di Trieste. Svolge attività di comunicazione, formazione e consulenza sui rischi per la salute e per l'ambiente. È autore di diversi libri e collabora come giornalista scientifico per diverse testate nazionali.



Al centro degli ultimi numeri di AmbienteInforma, notiziario bisettimanale del Sistema nazionale a rete di protezione dell'ambiente (Snpa) la transizione energetica e il pacchetto Ue per l'economia circolare con alcuni contributi da questa rivista (*Ecoscienza* 3/2018). Tutti possono ricevere AmbienteInforma compilando il [modulo online](#) e accedere ai numeri in [archivio](http://ambienteinforma-snpa.it/). <http://ambienteinforma-snpa.it/>



RAPPORTO SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS 2018

Informazioni statistiche per l'Agenda 2030 in Italia. Prime analisi.

Istat 2018
242 pp, gratuito, [disponibile online](#)

Il documento Istat presenta un aggiornamento e un ampliamento degli indicatori già diffusi a partire da dicembre 2016, oltre a un'analisi del loro andamento tendenziale per il monitoraggio dei progressi verso gli Obiettivi di sviluppo sostenibile indicati nell'*Agenda Onu 2030* (SDGs). Con questo rapporto il panorama statistico arriva a 117

indicatori Un-Iaeg-SDGs e 235 misure nazionali. La maggior parte degli indicatori individuati riesce ad analizzare l'andamento tendenziale nel lungo termine (10 anni) e nel medio termine (quinquennio 2006-2011 e ultimo quinquennio 2011-2016), consentendo di delineare un primo quadro statistico di sintesi:

Di interesse l'analisi delle *key-words* collegate all'ambiente: le parole *acqua*, *clima* e *risorse* caratterizzano, principalmente, i goal di impronta ambientale. Queste parole ricorrono nel goal 6 (Acqua pulita), nel goal 13 (Agire per il clima), nel goal 14 (La vita sott'acqua) e nel goal 15 (La vita sulla terra). Non sono presenti, invece, nel goal 4 (Istruzione di qualità), nel goal 10 (Ridurre le disuguaglianze) e nel goal 16 (Pace, giustizia e istituzioni forti), pag. 235 del rapporto.

La prossima sfida di Istat sarà produrre più indicatori a livello territoriale e disaggregati per le città.

IN BREVE

Publicato il manuale Snpa *Fitofarmaci: Linea guida per la progettazione del monitoraggio di acque, sedimenti e biota*. L'attenta e ragionata progettazione del monitoraggio, oltre alla corretta esecuzione, è un requisito irrinunciabile per una corretta valutazione dello stato ambientale delle acque. www.isprambiente.gov.it

Arpae aggiorna sul proprio sito le informazioni relative allo *stato idrologico in alcune sezioni significative dei bacini dell'Emilia-Romagna (deflusso minimo vitale, Dmv)* e ai provvedimenti di divieto temporaneo di prelievo idrico. www.arpae.it

Online la scheda informativa *Alghe dell'Adriatico*, che illustra le macroalghe e le microalghe più diffuse, realizzata da Arpae, Centro di educazione ambientale e alla sostenibilità Polo adriatico, Rete educazione alla sostenibilità dell'Emilia-Romagna.

Sul portale *Dati ambientali dell'Emilia-Romagna* [aggiornati al 2017](#) i dati relativi alle acque marino-costiere; consultabili e scaricabili grafici e mappe e le relative tabelle dati.

L'Agenzia europea per l'ambiente ha pubblicato il report *The circular economy and the bioeconomy. Partners in sustainability*, il terzo di una serie a sostegno dell'attuazione dell'economia circolare in una prospettiva ambientale.



**METEO CHE SCEGLI,
TEMPO CHE TROVI**
Guida alle previsioni meteo di app, web e tv.

Serena Giacomini
Editore Imprimatur
144 pagine, 14.50 euro
Disponibile anche in ebook

È cosa nota che la meteorologia sia diventata una di quelle discipline dove, più o meno ogni persona, dalla prima età scolare fino alla pensione, ha la pretesa di poter dire la sua. Che tempo farà domani, quanto piovcherà,

dove, che tempo ci sarà il prossimo Natale e così via. Non si contano i siti web dedicati alle previsioni meteo, tra i più “cliccati” della rete; sui giornali le pagine meteo sono tra le più lette, non c’è rete televisiva che in un modo o nell’altro non dedichi tempo alla previsione del tempo. In questo contesto di crescita esponenziale dell’offerta meteo, il cittadino/utente non ha elementi per scegliere, tra i tanti, il prodotto di qualità. Serve, in sostanza, una linea guida che gli permetta di orientarsi, anche per non cadere nelle “buche” delle fake news, dove ogni perturbazione diventa una possibile catastrofe epocale. Esistono diverse linee guida, a dire il vero, molte in lingua inglese e pochissime in italiano, ma tutte hanno la veste del “manuale”, con la descrizione dell’atmosfera, delle sue leggi, le equazioni della meteorologia ecc.; un approccio classico, questo, sempre meno adatto alla società di oggi che ha tempi contingentati, in particolare quelli dell’apprendimento. Oggi c’è la pretesa di capire tutto e subito (“imparo dal web e non dal libro”); perché questo sia accaduto non è materia della recensione di un libro, certo è che i tempi per un “recupero” delle competenze attraverso una cosa che si chiama “studio” sono lunghi. E quindi nasce il problema di come conciliare rigore scientifico, competenza, con una moderna modalità di comunicazione/informazione accettata da un pubblico sempre più, come dire... distratto. Per ottenere questo obiettivo sfidante, che permetta a tutti di “divertirsi imparando”, bisogna avere una grande competenza, e un’altrettanto forte voglia di far crescere la competenza delle persone. In tal senso la buona comunicazione è anche una meritevole impresa etico-sociale.

Fatta questa doverosa, e noiosa ma essenziale, premessa è anche per questo che assume grande valore il libro di Serena Giacomini che, in poco più di 140 pagine è riuscita a colmare questo *gap* conoscitivo, costruendo delle “linee guida” con un libro che è anche un “manuale” di meteorologia, senza tuttavia esserlo. Infatti, alla fine, ci sono tutte le “cose” che devono esserci in un manuale (come è fatta l’atmosfera, quali sono le leggi che la descrivono, come si fanno le previsioni, cosa sono i modelli, che ruolo ha il previsore meteo ecc.), ma allo stesso tempo “non” è un manuale, ma piuttosto un racconto in prima persona, di una scienziata giovane che vive pienamente in questa società, che parla con gli amici e si confronta, ed esprime paure e timori, e che combatte quotidianamente contro i tanti “meteo” che inondano il web. Come quelli che ci dicono che tempo farà a Natale o a Pasqua nel quartiere *x* della città *y*, o che usano linguaggi da libro epico, piuttosto che un ben più appropriato glossario meteo, dove non esistono le “bombe d’acqua” ma i “nubifragi”, dove non arrivano le “sciabolate artiche” in pianura Padana quando si prevede un’irruzione fredda, e gli anticicloni non hanno i nomi di eroi antichi, ma sono solo numerati uno dopo l’altro, come è giusto che sia.

Nel libro ci sono poi dei “questionari” sottoposti al lettore, con grande leggerezza e anche con un pizzico di ironia che non guasta. Dai “voti” ricevuti il lettore può avere immediato riscontro di quanto ampia sia la sua “cultura” meteorologica.

Il libro è scritto con penna leggera e gradevole, si sorride molto e nel frattempo, inconsapevolmente o quasi, si impara. Si respira un benefico “vento di giovinezza” in ogni pagina, che francamente può far solo del bene a questa bellissima disciplina talvolta, a torto, poco considerata dalla Scienza ufficiale, o addirittura tacciata come “non scienza” a causa, ad esempio, dell’incertezza intrinseca delle previsioni meteo. Come se la Scienza potesse essere ritenuta tale solo se “vende” certezze, e non è mai così, per definizione stessa di Scienza. Al riguardo è, ad esempio, davvero istruttivo e carino come è affrontato, attraverso anche simpatici racconti di vita vissuta, il tema dell’incertezza della previsione meteo e come quest’ultima debba essere interpretata in modo intrinsecamente e ineluttabilmente probabilistico. Non dirò di più, ma vale l’intero costo del libro il racconto dell’amica che si deve sposare e che ha organizzato il rinfresco nuziale all’aperto, nel pomeriggio, e che chiede quindi a Serena, con crescente agitazione, che tempo potrà esserci attorno all’ora della festa... Ma, accidenti, nel pomeriggio sono previsti dei temporali, più o meno in quell’area, ma non è possibile essere più precisi con, ad esempio, un giorno di anticipo... Maggior dettaglio lo si potrà avere solo a ridosso dell’ora della festa, ma dopo si fa a tempo, nel caso piova, a muovere tutti gli invitati e a riorganizzare tutto al chiuso di una stanza? Che fare allora? Lasciare la cena all’aperto, oppure organizzarla, sin da un giorno prima, al chiuso? In questo esempio ci sono i temi caldi: la scarsa capacità di gestire un’informazione incerta, ma anche l’angoscia del previsore che non sa bene come “trasferire” questa ineluttabile incertezza a un pubblico che pretende solo certezze. È interessante come Serena, nel fare questo racconto partendo da un’esperienza reale, entri poi nella descrizione del sistema complesso Atmosfera, con le sue intrinseche “non linearità” che la rendono non predicibile dopo una decina di giorni, ma in certi casi, ad esempio per appunto i fenomeni temporaleschi di piccola scala, tanto temuti dalla futura “sposa”, anche solo dopo mezza/una giornata.

È altrettanto interessante poi come emerga anche il fascino della meteorologia, proprio per l’incertezza che la caratterizza, e che a pensarci bene caratterizza la vita di ognuno di noi. Una vita senza incertezze sarebbe di una noia insopportabile, poi, no? In sostanza, un bellissimo esempio di divulgazione di altissimo livello, che non nasconde e non risparmia niente al lettore; tutta la difficoltà della scienza della previsione del tempo emerge in maniera evidente, senza sconti o ricette per semplificare il “non” semplificabile. Ma il lettore non è mai impaurito, non scappa dopo le prime pagine, al contrario resta lì per “sapere come va a finire la storia”, quasi fosse un giallo di Agatha Christie, dove solo alla fine si scopre il colpevole.

Carlo Cacciamani, coordinatore Attività tecnico-scientifiche previsione e prevenzione rischi, Dipartimento di protezione civile Centro funzionale centrale

Serena Giacomini, laureata in Fisica a Bologna con specializzazione in Fisica dell’atmosfera, è meteorologa certificata Wmo del Centro Epsom Meteo, climatologa e presidente dell’Italian Climate Network. Conduce le rubriche meteo sui canali Mediaset ed è impegnata nel Progetto Scuole per portare meteo e clima tra i banchi dei bambini e dei ragazzi di oggi. La sua passione per la meteorologia è nata veleggiando, da quando, all’età di otto anni, ha messo per la prima volta i piedi in barca.



EVENTI

A cura di Daniela Raffaelli, redazione Ecoscienza

19-21 SETTEMBRE 2018 FERRARA FIERE

REMTECH EXPO ED EVENTI SNPA

RemTech Expo è un evento internazionale permanente specializzato su bonifiche dei siti inquinati, rischi ambientali e naturali, sicurezza, manutenzione, riqualificazione, rigenerazione del territorio, cambiamenti climatici e chimica circolare. Nove le sezioni in questa edizione, tra segmenti tematici, scuole, academy, hub internazionali e poli di innovazione:

- RemTech e RemTech Europe bonifiche dei siti inquinati
- Coast tutela della costa, porti e sedimenti
- Esonda dissesto idrogeologico e frane
- Geosismica mitigazione del rischio sismico
- Inertia sostenibilità delle opere e riutilizzo dei materiali
- RigeneraCity rigenerazione urbana e social housing
- Climatech cambiamenti climatici e strumenti di misura
- ChemTech riconversione e chimica circolare
- Focus nucleare rischi e decommissioning

Il 20 settembre nel corso di RemTech si svolge in mattinata il primo evento in preparazione della Conferenza nazionale del Sistema nazionale di protezione ambientale (Snpa), prevista per il 27 e 28 febbraio 2019 a Roma; nel pomeriggio eventi di confronto Ispra-RemTech Expo (area espositiva Ispra) su temi "caldi":

- Bonifiche e sedimenti
- Rischi naturali e clima
- Economia circolare e gestione dei rifiuti
- Industria, innovazione, mitigazione



www.remtechexpo.com - www.isprambiente.gov.it

21 SETTEMBRE 2018 VENEZIA

NORME E STRUMENTI PER CONTRASTARE IL CONSUMO DI SUOLO. QUALI PROSPETTIVE PER LA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO?

Il convegno, organizzato da UrbanPromoGreen, si propone di riflettere sulle prospettive di contenimento del consumo di suolo a partire da un esame critico delle strategie, delle direttive e delle discipline normative, elaborate a livello europeo, nazionale e regionale.

Info: <https://urbanpromo.it/>

26-28 SETTEMBRE 2018 ROMA

SCIENZA INSIEME

Ricercatori, tecnici ed esperti di Ispra sono impegnati in questo progetto di divulgazione scientifica, a cui l'Istituto aderisce insieme ad altri enti di ricerca e università. Dal 26 al 28 settembre tutti i dipendenti e il pubblico esterno (scuole, famiglie e chiunque lo desideri) potranno conoscere più da vicino le attività di Ispra partecipando alle numerose iniziative in programma.

Info: www.isprambiente.gov.it

3-6 OTTOBRE 2018 PIACENZA EXPO

GEOFLUID 2018, CONVEGNO "GOVERNANCE DELLE ACQUE"

Nel corso della Mostra internazionale delle tecnologie e attrezzature per la ricerca, l'estrazione e il trasporto dei fluidi sotterranei, il 3 ottobre si svolgerà il convegno *Governance delle acque*, realizzato con la collaborazione di Arpa e Ordine dei geologi dell'Emilia-Romagna e centrato sugli effetti della siccità 2017, la gestione delle emergenze, strategie e soluzioni infrastrutturali.

Info: www.geofluid.it - www.arpae.it, [Eventi](#)

4 OTTOBRE 2018 ROMA

PREMIO NAZIONALE STARTUP ECONOMIA CIRCOLARE

Il primo Premio nazionale startup economia circolare è un concorso rivolto a tutte le aziende nascenti che operano secondo i principi della *circular economy*. A indire il premio, che verrà assegnato il 4 ottobre, è il *Circular Economy Network*, promosso dalla Fondazione per lo sviluppo sostenibile con 13 organizzazioni e aziende italiane.

Info: <http://circulareconomynetwork.it>

21-23 NOVEMBRE 2018 ROMA

EUROPEAN FORUM ON DISASTER RISK REDUCTION

Questa edizione dell'*European Forum on Disaster Risk Reduction* (Efdrr) sarà presieduto dall'Italia (Dipartimento di protezione civile). Istituito nel 2009, è un'importante sede di discussione per affrontare le sfide poste a livello europeo, promuovendo l'integrazione delle competenze internazionali. Il forum si baserà sui risultati di quello svoltosi in Turchia nel 2017 e della *Piattaforma globale per la riduzione dei rischi da disastro* che si è tenuta lo scorso anno in Messico.

Info: www.unisdr.org/conference/2018/efdr

SAVE THE DATE

19 ottobre 2018 Roma

Secondo evento preparatorio della Conferenza nazionale Snpa, dedicato alla celebrazione del cinquantenario del Club di Roma.

Info: www.isprambiente.gov.it

6-9 novembre 2018 Rimini

Ecomondo 2018, Fiera del recupero di materia ed energia e dello sviluppo sostenibile.

Info: <https://www.ecomondo.com>

26-28 novembre 2018 Livorno

Giornate di studio "Ricerca e applicazione di metodologie ecotossicologiche", appuntamento biennale organizzato da Ispra

Info: www.isprambiente.gov.it

5-6 dicembre 2018 Palermo

Terzo evento preparatorio della Conferenza nazionale Snpa dedicato al confronto su "quali e quante prestazioni del Snpa a servizio dei cittadini nei prossimi anni" in vista della definizione dei Livelli essenziali delle prestazioni tecniche ambientali (Lepta).

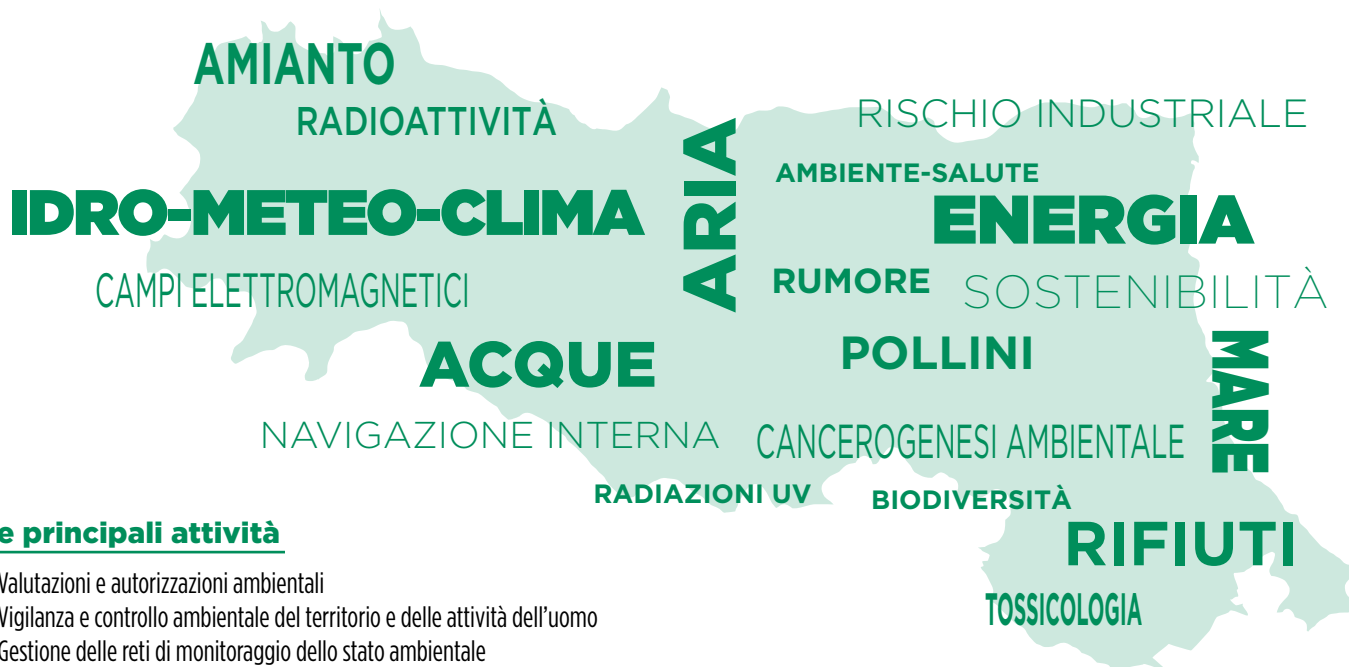
27-28 febbraio 2019 Roma

Prima Conferenza del Sistema nazionale a rete per la protezione ambientale (Snpa)

Arpae Emilia-Romagna è l'Agenzia della Regione che si occupa di ambiente ed energia sotto diversi aspetti. Obiettivo dell'Agenzia è favorire la sostenibilità delle attività umane che influiscono sull'ambiente, sulla salute, sulla sicurezza del territorio, sia attraverso i controlli, le valutazioni e gli atti autorizzativi previsti dalle norme, sia attraverso progetti, attività di prevenzione, comunicazione ambientale ed educazione alla sostenibilità. Arpae è impegnata anche nello sviluppo di sistemi e modelli di previsione per migliorare la qualità dei sistemi ambientali, affrontare il cambiamento climatico e le nuove forme di inquinamento e di degrado degli ecosistemi.


L'Agenzia opera attraverso un'organizzazione di servizi a rete, articolata sul territorio. Nove Sezioni provinciali, organizzate in distretti subprovinciali, garantiscono l'attività di vigilanza e di controllo capillare; nove Strutture per autorizzazioni e concessioni presidiano i processi di autorizzazione ambientale e di concessione per l'uso delle risorse idriche; una rete di centri tematici e di laboratori di area vasta o dedicati a specifiche componenti ambientali, distribuita sul territorio, svolge attività operative e cura progetti e ricerche specialistici. Completano la rete Arpae due strutture dedicate rispettivamente all'analisi del mare e alla meteorologia e al clima, le cui attività operative e di ricerca sono strettamente correlate a quelle degli organismi territoriali e tematici.

Il sito web www.arpae.it, quotidianamente aggiornato e arricchito, è il principale strumento di diffusione delle informazioni, dei dati e delle conoscenze ambientali.



Le principali attività

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



La scienza ci ha dato
un avvertimento, la natura
ha suonato la sveglia.
Sta a noi ora ascoltarle.

Bill McKibben

