

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.

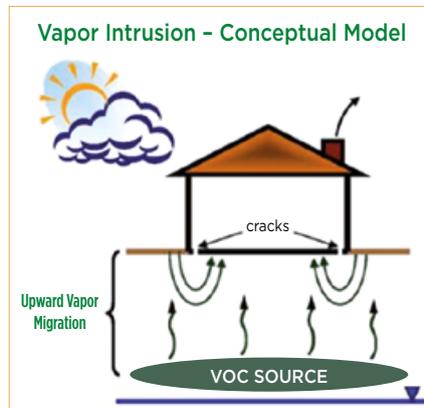
Claudio Sorrentino è tossicologo del Department of Toxic Substances Control (Dtsc), dipartimento della California Environmental Protection Agency (CalEpa) dal 2007, team leader dell'Interstate Technology Regulatory Council, esperto di varie tematiche come rischio sanitario, tossicologia ambientale, intrusione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