

Programma di un'indagine conoscitiva sulla valutazione delle conseguenze ambientali provocate dall'inquinamento urbano, dallo smaltimento dei rifiuti e dalle aree ad alto rischio



DOCUMENTO PRESENTATO ALLA COMMISSIONE AMBIENTE DELLA CAMERA DEI DEPUTATI PARTE 1

Per la prima volta nella sua storia, la Società Chimica Italiana è stata consultata dal Parlamento Italiano nel corso di un'audizione parlamentare presso la "Commissione Ambiente, Territorio e Lavori Pubblici", tenutasi lo scorso 16 ottobre.

Oltre il Presidente della VIII Commissione, On. Ermete Realacci, erano presenti circa altri quindici membri della Commissione. Per la SCI, oltre al presidente, Francesco De



Angelis, hanno relazionato, sui vari temi di interesse per l'audizione, Luigi Campanella, Luciano Morselli, Ferruccio Trifirò, Gabriele Centi. È stato altresì consegnato alla Commissione un documento, che potrete

trovare già on-line sul sito della SCI, alla pagina documenti. Di seguito riportiamo gli interventi di Francesco De Angelis e Luigi Campanella. Gli altri interventi verranno pubblicati su un numero successivo della rivista.



di Francesco De Angelis

PRESENTAZIONE DELLA SOCIETÀ CHIMICA ITALIANA



Onorevole Presidente, Onorevoli Membri della “Commissione Ambiente della Camera dei Deputati” Porto a Loro tutti il saluto dei Soci della Società Chimica Italiana (SCI), e ringrazio inoltre la Commissione per aver voluto inserire la SCI tra i soggetti da consultare nel corso del “programma di una indagine conoscitiva sulla valutazione delle conseguenze ambientali provocate dall’inquinamento urbano, dallo smaltimento dei rifiuti e dalle aree ad alto rischio”. Prima di addentrarci nel merito dei singoli temi presenti nel programma, e che verranno ad essere trattati nel corso di codesta audizione dai Colleghi qui con il sottoscritto presenti, desidero brevemente presentare la nostra associazione, della quale mi onoro di essere il presidente per il triennio in corso 2005-2007.

La SCI (www.soc.chim.it), organizzazione senza fini di lucro, con i suoi 4.600 Soci rappresenta la più grande associazione scientifica del nostro Paese. I Soci SCI sono sia di provenienza accademica che industriale, nonché operatori in enti di sviluppo e controllo nel settore della chimica. Un terzo circa dei Soci appartengono alla categoria “giovani”, con un’età inferiore a 35 anni. La SCI, retta dal Presidente, governata da un comitato esecutivo composto dal Presidente, due Vicepresidenti ed il Past-president, è costituita da 11 Divisioni di tipo disciplinare e 17 Sezioni formate su base territoriale. I Presidenti di Sezione e Divisione formano il Consiglio Centrale, il quale opera per delineare le strategie societarie e che costituisce altresì il Consiglio di Amministrazione della Società. L’organo di informazione della SCI ai Soci, nonché di diffusione verso l’esterno delle sue attività, è la rivista mensile “la Chimica e l’Industria”, il cui Direttore è il Prof. Ferruccio Trifirò. La SCI pubblica inoltre la rivista “La Chimica nella Scuola”.

Le attività principali della SCI sono centrate nei settori della chimica, della formazione scientifica e nei vari ambiti scientifici e di ricerca di base ed applicata. Al fine del perseguimento dei suoi scopi statutari, la SCI organizza congressi scientifici nazionali ed internazionali, corsi e scuole di aggiornamento. Essa è comproprietaria, unitamente ad altre società chimiche consorelle europee, ed editrice quindi, di un rilevante numero di riviste scientifiche di elevata caratura internazionale (ovvero dotate di alto coefficiente di impatto). Pubblica altresì collane di trattati nel settore della chimica di base.

La Società Chimica Italiana è membro attivo di molte associazioni internazionali nel settore della chimica quali la IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry - organismo di riferimento e certificazione internazionale per la chimica, nato nel 1919), l’EuCheMS (European Association of Chemical and Molecular Sciences - in essa fa parte altresì del “policy board”, per una più stretta interazione con il Parlamento e la Commissione Europea), L’ECTNA (European Chemistry Thematic Network Association - laddove vengono sviluppati i temi di una formazione universitaria comune a livello europeo). Tra gli altri ha di recente organizzato, o organizzerà nel 2008, i congressi internazionali di tali associazioni (da 2000 a 4000 partecipanti), con la presenza attiva di numerosi premi Nobel. La SCI collabora quindi direttamente con le maggiori società chimiche straniere quali l’inglese, la tedesca, la francese, la russa, la spagnola, l’americana, la giapponese. Nel territorio nazionale essa ha stipulato accordi di cooperazione estremamente proficui con l’associazione degli ingegneri chimici, con l’ordine professionale dei chimici, con Federchimica, con il WWF.

Con riferimento specifico ai temi che vengono affrontati dalla Commissione Ambiente della Camera dei Deputati nell’ambito del programma cui la presente audizione si riferisce, riteniamo opportuno evidenziare i seguenti elementi che caratterizzano l’attività della Società Chimica Italiana:

- la SCI ha sempre in attenta osservazione nel suo più immediato orizzonte i temi della natura, della salvaguardia ambientale, della salute dell’uomo e di ogni essere vivente;
- la rivista della SCI “La Chimica e l’Industria” da sempre tratta, attraverso contributi di esperti, tutti i temi legati all’ambiente: dall’inquinamento ambientale, allo smaltimento dei rifiuti, ai problemi specifici delle aree ad alto rischio in particolare. Gli articoli sono consultabili online attraverso il sito web della SCI (per la consultazione degli articoli pubblicati sino al dicembre 2005 non occorre essere soci SCI);
- la Divisione SCI “Chimica dell’Ambiente e dei Beni Culturali” organizza congressi nazionali ed internazionali centrati sui più attuali temi nel settore;
- sono di recente stati attivati i Gruppi Interdivisionali di “Green

Chemistry” e di “Scienza e Tecnologia degli Aerosol”. In essi i temi della chimica verde da un lato e dei problemi del particolato atmosferico dall’altro sono centrali per le attività di tali organismi;

- la SCI ha di recente varato la “Carta dei Principi Etici delle Scienze Chimiche” (vedere il sito SCI, alla pagina “documenti”), nella quale i temi della salvaguardia ambientale rivestono un ruolo centrale;
- ha stipulato un accordo di stretta collaborazione, sui temi della salvaguardia della natura, con l’agenzia italiana del WWF;
- è membro attivo della piattaforma italiana “SusChem”, la chimica sostenibile, organizzata dall’università di Bologna e di cui fa parte “Federchimica”;
- dal gennaio 2008 pubblicherà, unitamente alle altre società chimiche dei paesi europei, la rivista scientifica “ChemSusChem”, centrata sui temi della sostenibilità ambientale della chimica;
- partecipa, all’interno dell’EuCheMS, alle attività delle Divisioni “Chemistry and Energy” e “Green Chemistry”.

Alla stesura del presente testo hanno collaborato, oltre al sottoscritto, presidente della Società Chimica Italiana per il corrente triennio 2005-2007, professore ordinario di Chimica Organica presso l’Università degli studi dell’Aquila, i colleghi chimici, esperti riconosciuti a livello internazionale degli argomenti oggetto della presente audizione, professori:

- Luigi Campanella - Presidente eletto della Società Chimica Italiana (subentrerà nella carica per il triennio 2008-2010), Professore Ordinario di Chimica dell’Ambiente presso l’Università degli Studi di Roma “La Sapienza”;
- Luciano Morselli - Professore Ordinario di Chimica dell’Ambiente presso l’Università degli Studi di Bologna, polo di Rimini;
- Ferruccio Trifirò - Direttore della rivista della SCI “la Chimica e l’Industria”, Preside della Facoltà di Chimica Industriale dell’Università degli Studi di Bologna, Professore Ordinario di Chimica Industriale;
- Gabriele Centi - Editor della rivista internazionale della SCI “ChemSusChem”, Professore Ordinario di Chimica Industriale presso l’Università degli Studi di Messina.

Il documento che segue vede trattati, in sequenza, i seguenti argomenti:

- Inquinamento urbano e problematiche rispetto alla bonifica dei siti urbani
- Raccolta differenziata e smaltimento dei rifiuti urbani ed industriali
- Aree industriali ad alto rischio chimico: loro eventuale riconversione e aspetti di sicurezza industriale
- Impiego di tecnologie “verdi” e di processi industriali “sostenibili”.

INQUINAMENTO URBANO E PROBLEMATICHE RISPETTO ALLA BONIFICA DEI SITI URBANI

di Luigi Campanella



Gli inquinanti principali da traffico e da impianti di riscaldamento sono sostanzialmente divisi in quattro categorie:

- ossidi di azoto
- particelle sospese
- ossido di carbonio
- composti organici volatili.

Si noti che ben il 60% dell’inquinamento da queste quattro classi di inquinanti è dovuto al traffico.

In Italia circolano circa 28 milioni di macchine. Il consumo di benzina verde e rossa, a parte la Germania, (bisogna però tenere conto che con l’unificazione della Germania Est e della Germania Ovest la popolazione è di molto aumentata), è il più alto di

Europa, 20 milioni di tonnellate. Si può quindi affermare che l'Italia contribuisce effettivamente in modo massiccio all'inquinamento da traffico.

In un giorno feriale nella capitale avvengono 6 milioni di spostamenti: di questi, 1,4 milioni a piedi o in bicicletta, ben 4,4 milioni con mezzi motorizzati: 1,3 milioni con mezzi pubblici; 3,1 milioni con mezzi privati. Di fatto, quindi, l'80% delle persone si sposta con mezzi motorizzati, e per la maggior parte mezzi privati con una sola persona a bordo, una situazione a cui è francamente difficile porre rimedio senza l'impegno ed il sacrificio di ognuno.

In effetti con la benzina verde si pensava di avere in parte risolto o perlomeno ridotto i problemi del traffico. Se però percorriamo gli ultimi 25 anni notiamo che si sono succeduti tre tipi di combustibili per le macchine:

- la benzina rossa (degli anni '80)
- la benzina verde (degli anni '90)
- la benzina verde nuova (degli anni 2000).

A questi tre tipi di benzina hanno sempre corrisposto dei problemi ambientali, vere e proprie emergenze: alla benzina rossa hanno corrisposto i metalli, alla benzina verde i BTX, e alla benzina verde di nuova generazione il PM (particolato).

Il problema della benzina rossa era collegato al fatto che essa conteneva i composti a base di piombo con funzione antidetonante. Questo piombo veniva smaltito nell'ambiente, da cui numerosi casi di piombemia ed avvelenamento.

La benzina verde che ha progressivamente sostituito la rossa, ha una composizione diversa e non contiene piombo: contiene tuttavia BTX (benzene, toluene, xilene), idrocarburi cancerogeni.

I dati rilevati nelle stazioni sperimentali del comune di Roma alcuni anni fa (immediatamente dopo la sostituzione della benzina rossa con quella verde) denunciavano per questi composti un valore anche 10 volte superiore a quello che oggi è considerato il livello di guardia, cioè 10.

Negli ultimi anni, il livello di BTX è sceso: nel 2001 esso è arrivato a valori di 10, cioè al livello di qualità. Ciò è stato possibile con le campagne contro il benzene e con le leggi che hanno stabilito nello 0,5% la quantità massima di aromatici nella benzina (benzina verde corretta).

In questa nuova benzina non c'è piombo e il benzene è ridotto sotto lo 0,5%. Dopo un paio di anni di relativa tranquillità, è poi sorto un nuovo problema: la combustione della benzina produce delle particelle piccole (quasi invisibili) e carboniose. Si tratta del particolato atmosferico, pericoloso in quanto, assumendolo attraverso la respirazione o la pelle produce dei danni agli organi respiratori.

La normativa di riferimento (fra cui le direttive europee sull'inquina-



mento urbano 1999/30/EC e 96/62/EC) ha cercato di porre un freno al problema, fissando i limiti annuali di PM10 per la protezione della salute a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte l'anno (una soglia che dal 2010 scenderà a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per un massimo di 7 volte l'anno) e i limiti giornalieri a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il problema però è tutt'altro che sotto controllo: 104 superamenti del limite giornaliero a Torino, 91 a Bari, 87 a Venezia, 80 a Milano, 67 a Roma, 59 a Bologna. Anche secondo le ultimissime valutazioni le responsabilità sono da attribuire per il 50% al trasporto su strada che in città come Roma raggiunge quote del 70%, ma è anche decisamente sensibile soprattutto al Centro Nord, il contributo fornito dal riscaldamento e dal settore industriale, che raggiunge i suoi picchi nelle metropoli e nelle grandi aree produttive.

Il particolato può essere immaginato come un contenitore di molti composti chimici e di altre sostanze, in forma variabile. Ciò rende ovviamente difficili le previsioni anche sulla tossicità dello stesso: è dunque un nemico particolarmente pericoloso, in quanto muta.

La normativa tecnica e giuridica non è stata ancora in grado di fornire le linee guida per tracciare un quadro completo e rappresentativo delle emissioni in atmosfera delle polveri sottili. Nel 2006 l'Oms, riconoscendo la correlazione fra esposizione alle polveri sottili e insorgenza di malattie cardiovascolari e l'aumentare del danno arrecato all'aumentare della finezza delle polveri, ha indicato il limite del PM2,5 come misura aggiuntiva di riferimento delle polveri sottili nell'aria e ha abbassato i livelli di concentrazione massimi "consigliati" a 20 e $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rispettivamente per PM10 e PM2,5. Un caso più sintomatico è quello che riguarda la componente cosiddetta "condensabile" generata dai processi di combustione, una frazione non facilmente definibile con le norme tecni-

che attualmente in vigore, ma che pure fornisce un contributo sensibile alla formazione del particolato secondario, massimo responsabile dei livelli delle polveri fini (PM10, PM2.5, PM1) nell'aria. Dando uno sguardo oltre confine si scopre che l'Epa (l'Agenzia federale americana per la protezione dell'ambiente) è l'unica ad aver sviluppato un protocollo di campionamento ed una metodologia vera e propria "a condensazione" sul particolato emesso dai fumi di una centrale di riscaldamento.

Il sistema comporta una gestione abbastanza complessa, per cui, al momento, appare come una strumentazione adatta per studi di ricerca, ma difficilmente utilizzabile per misure di controllo". E per il futuro? Un'evoluzione auspicabile sarebbe sicuramente quella di poter riprodurre anche gli effetti fotochimici a cui sono soggetti i fumi una volta introdotti in atmosfera e valutare così il contributo alla formazione di particolato secondario in modo specifico per ogni combustibile.

Come agisce il particolato atmosferico? Di preciso non si sa ancora. Secondo alcuni la causa dei problemi alla salute è da ricercarsi nell'alta capacità di queste particelle di penetrare nei polmoni (il che porta ad una carenza di ossigenazione). Secondo altri, questo particolato, carico di acidi, corroderebbe organi e tessuti. Secondo altri ancora, infine, i metalli in esso contenuti sarebbero catalizzatori di reazioni di degradazione e comporterebbero la formazione di sostanze tossiche: in altre parole, il particolato agirebbe come un qualsiasi altro materiale tossico. Sono ipotesi diverse, ma il risultato unico è che il particolato è un pericolo reale da cui dobbiamo difenderci. Ma come? I provvedimenti recenti circa il traffico sono appunto un tentativo di difesa in questo senso.

Tuttavia, si è già visto che se si corregge la benzina ed il sistema di utilizzo in modo tale che il PM 10 venga ridotto, aumenta il PM 2,5: queste particelle più piccole sono ancora più pericolose in

quanto sono in grado di penetrare lì dove quelle da 10 μm non erano in grado di fare. Si tratta in definitiva di continue battaglie e non è sempre detto che quelli che pensavamo essere stati dei passi avanti in ultima analisi effettivamente lo siano stati.

L'atmosfera urbana è caratterizzata dalla presenza di un insieme vasto ed eterogeneo, da un punto di vista chimico-fisico, di particelle aerodisperse di dimensioni comprese tra 0,005 e 100 μm , costituite essenzialmente da minerali della superficie terrestre, prodotti di combustione e di attività industriali, artigiane, domestiche, sali provenienti da aerosol marini, prodotti di reazione in atmosfera. Le quantità di materiale particellare riscontrabili nelle atmosfere urbane sono in genere dell'ordine di 50-250 μm^3 .

Fra queste particelle viene considerata con sempre maggiore interesse per i suoi effetti sulla salute della popolazione esposta la frazione inalabile, ovvero la frazione granulometrica di diametro aerodinamico minore di 10 μm (PM 10). La frazione granulometrica del PM 10 formata da particelle di diametro aerodinamico maggiore di 2,5 μm costituisce la frazione coarse, che una volta inalata può raggiungere l'apparato respiratorio superando il livello nasofaringeo, quella costituita da particelle con diametro aerodinamico minore di 2,5 μm (PM 2,5) costituisce la frazione fine, che una volta inalata, è in grado di arrivare fino al livello degli alveoli polmonari.

Le polveri fini, o particolato, hanno soprattutto tre origini:

1. mezzi di trasporto che bruciano combustibili;
2. impianti industriali;
3. impianti di riscaldamento.

Le attuali conoscenze sul potenziale rischio cancerogeno per l'uomo dovuto all'esposizione del particolato, derivano da studi di epidemiologia ambientale e di cancerogenesi sperimentale su animali e da saggi biologici a breve termine, quali test di genotossicità, mutagenesi e trasformazione cellulare.

Si è riscontrata un'elevata attività mutagena nell'aria urbana di tutte le città del mondo e risulta crescente la preoccupazione per un possibile effetto cancerogeno sulla popolazione in seguito all'esposizione da particolato urbano. È infatti noto da molto tempo che estratti della componente organica da particolato urbano possono indurre cancro alla pelle in animali da esperimento e risultano mutageni in alcuni dei test adottati per tale valutazione.

Inoltre in alcuni studi è stato mostrato come l'esposizione ad aria urbana abbia provocato la formazione di addotti multipli al DNA, sia nel DNA batterico che nel DNA della pelle e del polmone del topo. Infine estratti della componente organica da particolato sono risultati positivi anche in saggi di trasformazione cellulare in cellule di mammifero.

Uno studio dell'US Environmental Protection Agency (USEPA) sui tumori "ambientali" negli Stati Uniti stima che il 35% dei casi di





tumore polmonare “urbano” attribuibili all’inquinamento atmosferico sia imputabile all’inquinamento da particolato.

L’organizzazione Mondiale della Sanità ha riconosciuto che in Italia, nelle città più inquinate, la percentuale dei decessi che si possono addebitare alle polveri può arrivare fino al 5%.

La variabilità della composizione chimica del particolato atmosferico fa sì che, ai fini della protezione dei cittadini e degli esposti, la misura solo quantitativa di questo indice non sia del tutto significativa.

È per questo che negli ultimi anni vanno moltiplicandosi gli studi su questo inquinante, riguardanti il campionamento, l’analisi, la valutazione di tossicità.

La presenza nel particolato di elementi e composti diversi a differenti concentrazioni comporta quindi che, a parità di quantità, la qualità di esso possa essere differente da caso a caso e determinante ai fini della individuazione di situazioni di rischio e pericolo. È ovvio che, per gli aspetti più strettamente fisici del rischio ambientale, tale considerazione è relativamente meno influente in quanto tale azione si esercita attraverso un’ostruzione delle vie respiratorie da parte del particolato; ma quando da questi si passa a quelli chimici e quindi alle interazioni chimiche e biochimiche fra l’ecosistema, l’organismo umano, che ne fa parte, ed il particolato, si rende necessaria una valutazione integrale di tipo anche tossicologico finalizzata a valutare le potenzialità nocive del particolato in studio.

I test di tossicità integrale nascono con il fine di fornire in tempo reale risposte finalizzate a possibili interventi tempestivi in caso di situazione di allarme, superando i tempi morti dell’attesa dei risultati delle com-

plesse e complete analisi chimiche e microbiologiche di laboratorio.

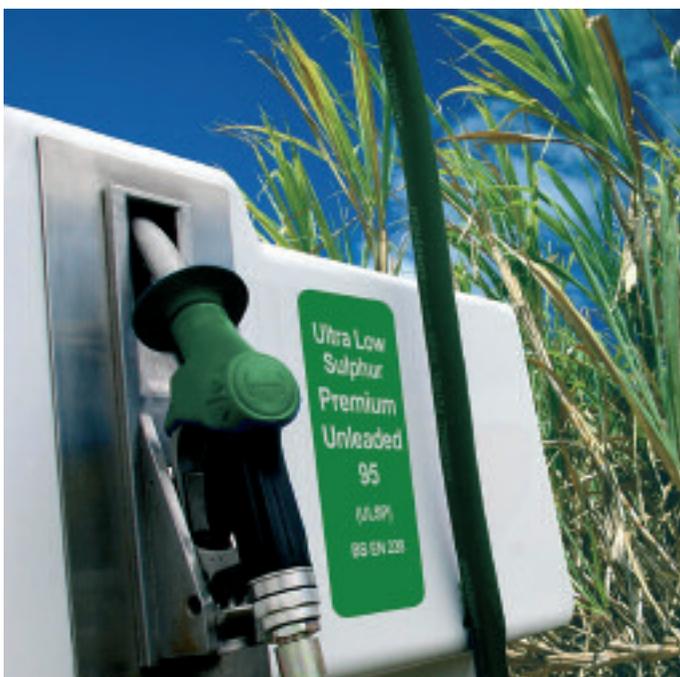
Le metodiche di campionamento da adottarsi devono essere compatibili con le procedure e le tecniche di preparazione dei campioni dell’analisi successiva. I metodi adatti a tale fine sono essenzialmente due: il metodo del filtro a membrana che permette di raccogliere direttamente il particolato su un supporto adatto alla successiva analisi mediante microscopio elettronico (MEA) ed il campionamento mediante impattori inerziali.

Certamente, tra traffico e salute c’è una correlazione: lo dimostrano la netta differenza tra città e campagna del numero di malattie broncopolmonari, lo dicono le percentuali di gas tossici di cui il traffico può essere considerato responsabile per circa il 60% del totale.

Bonifica siti contaminati

Sappiamo che il passato ci ha lasciato una grave eredità, le bonifiche sono ferme, mentre procede la costruzione di nuovi impianti. La necessità prioritaria è per adeguati strumenti e modelli conoscitivi. Nell’ambito degli interventi in un sito sospetto di contaminazione, il progetto di turno effettua ricerche sull’estensione dell’area da bonificare, individua quindi un’area definita “contaminata” secondo la normativa vigente e ne traccia i confini isolandola dal resto del territorio, definito, sempre secondo la normativa, come “ non contaminato”.

Dal punto di vista normativo, fino ad aprile del 2006 le attività di bonifica erano disciplinate dal DM 471 del 1999, che, con un approccio tabellare, distingueva tra siti contaminati e non con-



taminati sulla base delle concentrazioni di sostanze tossicologiche rilevate nel terreno: analizzando gli esiti di laboratorio veniva definito contaminato un sito in cui uno o più parametri fossero risultati superiori ai corrispettivi limiti fissati dalla normativa, indipendentemente dall'estensione e dall'ubicazione del sito analizzato. Con il varo del D.lgs. 03.04.2006 n° 152 è stato affiancato all'approccio tabellare anche lo studio dell'analisi di rischio, che contempla la valutazione degli effetti nocivi nei confronti dell'uomo e delle risorse acquifere sotterranee dovuti a sostanze pericolose presenti nel terreno. In sintesi, se una o più concentrazioni dei terreni in esame supera i limiti tabellari (ereditati dal precedente DM 471/99 e denominati Csc, Concentrazioni Soglia di Contaminazione), si è in presenza di un sito potenzialmente contaminato. A decretare definitivamente se il sito è contaminato o meno interviene l'analisi di rischio, che, partendo dai dati sperimentali rilevati durante la caratterizzazione e dal Modello Concettuale Sitospecifico dell'area (detto Mcs e contenente i parametri necessari alla modellizzazione fisico-chimica del territorio in esame), valuta i principali percorsi che possono portare le sostanze nocive a contatto dell'uomo e della falda, e calcola i valori di concentrazione oltre i quali il rischio diventerebbe non più accettabile, denominati Csr (Concentrazioni Soglia di Rischio). Solo se le contaminazioni rilevate nel sito sono superiori alla Csr il sito viene considerato contaminato a tutti gli effetti e viene predisposto il progetto di bonifica, mirato al raggiungimento di un livello di rischio accettabile.

Possiamo sintetizzare come segue i principali metodi per raggiungere tale obiettivo:

- realizzando operazioni di messa in sicurezza permanente, in cui viene lasciata inalterata la contaminazione e vengono modificate le caratteristiche sitospecifiche dell'area, in modo tale da intercettare i percorsi di migrazione di contaminanti verso i recettori (ad esempio, con coperture impermeabili e diaframature);
- riducendo le concentrazioni presenti (ad esempio, con metodi *in situ* che prevedono il lavaggio dei terreni o la degradazione dei composti da parte di batteri);
- rimuovendo gli strati contaminati (caso dell'asportazione con sbancamento dei terreni).

Con l'esclusione delle bonifiche attuate con misure di sicurezza permanente, le Csr così calcolate diventano, in caso di approvazione dell'analisi di rischio da parte della conferenza dei servizi, l'obiettivo da raggiungere: al termine delle opere di bonifica saranno, infatti, effettuate le verifiche analitiche di collaudo e l'area sarà restituita alla sua piena fruibilità solo se le concentrazioni rilevate saranno inferiori alle Csr.

L'effetto dello studio dei rischi associati alle contaminazioni presenti porta, in molti casi, ad avere valori in Csr superiori alle Csc (e quindi più permissivi), dal momento che sovente le caratteristiche del sito, le estensioni limitate delle contaminazioni e la tipologia dei reattori esposti (ad esempio, adulti anziché bambini) sono tali da ridurre i rischi legati alle sostanze nocive presenti nel terreno.

Per contro, può accadere di ottenere valori di Csr inferiori alle Csc, specialmente nei siti in cui l'estensione della contaminazione è rilevante e/o i percorsi di esposizione siano particolarmente sfavorevoli. In questi casi gli obiettivi della bonifica possono (e devono, da un punto di vista sanitario) diventare più restrittivi e severi dei limiti tabellari.

La situazione nel nostro Paese è tale da rendere necessario un progetto nazionale finalizzato ad una bonifica delle aree industriali contaminate (la cui superficie complessiva è valutata in circa il 3% del territorio nazionale). Tale progetto da un lato deve fondarsi sulla valutazione delle risorse disponibili per realizzarlo al fine di evitare di pervenire a bonifiche incomplete, dall'altro deve stabilire alcuni modelli conoscitivi.

Manca un preciso "modello idrologico" che descriva come "si muove l'acqua"; manca un adeguato modello di simulazione della circolazione atmosferica locale e dei fenomeni fisico-chimici che in essa si svolgono. Mancano ancora dati fondamentali, come quello delle emissioni di impianti in funzione da decenni (perché, secondo le disposizioni attuali, non hanno l'obbligo di essere rilevati al camino). Si costruisce al buio, e si bonifica, al massimo, un pezzettino alla volta.