

Brescia - “caso Caffaro”: l'inquinamento dai terreni alla falda idrica

di Marino RUZZENENTI*

Su Medicina Democratica si è già ampiamente trattato del grave inquinamento da diossine e PCB della zona di Brescia a sud della Caffaro, l'unica industria chimica italiana produttrice per cinquant'anni dei PCB.

Le indagini ambientali sono nel frattempo proseguite precisando ulteriormente le dimensioni della contaminazione.

1. SI CONFERMA L'ECCEZIONALE ESTENSIONE DELLA ZONA CONTAMINATA DA DIOSSINE, PCB E MERCURIO

Dalle analisi sui sedimenti delle rogge effettuate nel Comune di Castelmella (cfr. Tabella 1.) è giunta l'ulteriore conferma che la contaminazione non ha ovviamente rispettato i confini amministrativi del Comune di Brescia e che si è estesa a sud, trascinata dalle rogge per l'irrigazione fino al punto in cui queste entrano nel fiume Mella, a circa 6-7 chilometri dall'epicentro. Già erano noti alcuni dati sul terreno di questa zona, ora si ha la conferma che l'inqui-

namento vi è stato spalmato appunto dalle rogge che hanno ricevuto le acque dello scarico Caffaro.

Va ricordato che anche il sindaco di Castelmella era già stato costretto ad emettere un'ordinanza di interdizione all'uso dei suoli inquinati da parte dei cittadini (Ordinanza sindacale n. 38, Castelmella 4 novembre 2005).

2. VIETATA LA COLTIVAZIONE NELLE AREE AGRICOLE TRA LO STABILIMENTO CAFFARO ED IL CONFINE MERIDIONALE DEL COMUNE DI BRESCIA

Nel corso del 2006 l'Arpa ha condotto una serie di indagini anche sui terreni agricoli che si trovano a sud della Caffaro tra i vari quartieri residenziali preesistenti (come la Noce e Fornaci) e quello più recente di Chiesanuova, già sottoposto ad ordinanza sindacale perché inquinato.

La relazione conclusiva è stata depositata nel maggio 2007 e ha mostrato come anche questi terreni, irrigati dal reticolo di rogge

Tabella 1. - Arpa, Analisi dei sedimenti delle rogge nel Comune di Castelmella, Brescia 22 dicembre 2006. [Concentrazioni medie di Mercurio (Hg), nonché di diossine e furani (PCDD/F)]

	1. - Transetto mediamente più contaminato		
	Hg (mg/kg)	PCB (µg/Kg)	PCDD-PCDF (ng l-Teq/Kg)
T08	2,6	1.699,8	74,8
T09	4,2	685,5	60,7
T10	1,5	163,6	43,1
	2. - Confronto fra sponde e centro rogge		
	Hg (mg/kg)	PCB (µg/Kg)	PCDD-PCDF (ng l-Teq/Kg)
Sponde	3,5	1.98,7	88,6
Centro	1,7	401,0	25,9
Limiti nei terreni	1,0	1 (471/99) 60 (152/06)	10,0

* *Storico dell'Ambiente, Sezione di Medicina Democratica di Brescia e provincia. Intervento svolto al seminario di Medicina Democratica tenutosi a Brescia il 09.06.2007.*

già risultato contaminato, siano inquinati da diossine, PCB, Mercurio (Hg) e altri metalli (cfr. Tabella 2).

Si tratta di un'area di circa 120 ettari per la quale il sindaco di Brescia emetterà un'ordinanza che vieta di coltivare vegetali, oltre ad altri usi del terreno, come per le precedenti aree. *"In relazione agli esiti pervenuti dall'ARPA appare opportuno vietare sui suoli agricoli indagati [...] la coltura di ortaggi destinati direttamente alla alimentazione umana. Parimenti dovrà essere vietata la coltivazione di vegetali destinati alla zootecnia (fieno e mais in particolare)"* (Ordinanza sindacale, Brescia 4 agosto 2007, prot. n° 0035023/07).

Singolare l'affermazione dell'Arpa nelle conclusioni della Relazione citata del 22 maggio 2007, per cui la distribuzione degli inquinanti in quei suoli, da sempre coltivati con l'acqua delle rogge, *"non sembra indicare una correlazione univoca con la presenza dei corsi d'acqua superficiali"*, sottintendendo che l'inquinamento non sarebbe da imputare esclusivamente alla Caffaro. L'Arpa sembrerebbe, peraltro ignorare, le indagini compiute dalla stessa agenzia nel 2002, anche se il direttore allora era un altro, che indicavano nei tre campioni di sedimenti delle rogge che attraversano la zona in questione, una presenza di Mercurio da 1,6 mg/kg a 3,6 mg/kg e di PCB da 50 µg/kg a 360 µg/kg (Arpa, *Mappatura di Hg e PCB in sedimenti setacciati sito Caffaro*, Brescia 18 ottobre 2002), sostanzialmente corrispondente alla media della contaminazione ritrovata nei terreni irrigati da queste rogge. Senza contare che l'area è a ridosso del borgo della Noce, le cui acque furono disastrosamente contaminate dalla Caffaro già nel 1917 da monoclorobenzolo (precursore

delle diossine), a tal punto da rendere l'acqua della zona non bevibile neppure per gli animali (M. Ruzzenenti, *Un secolo di cloro e ... PCB. Storia delle industrie Caffaro di Brescia*, Jaca Book, Milano 2001, pp. 88-97. In quella ricerca proprio la Noce veniva assunta a *"località simbolo"* del territorio inquinato dalla Caffaro!). Ma sorvolando su questi *"dettagli"*, in ogni caso l'Arpa non spiega su quale base tale affermazione venga avanzata, né tanto meno quali potrebbero essere le diverse sorgenti dell'inquinamento, essendo la zona non interessata da altre attività industriali, se non di meccanica (in particolare la Breda, produttrice di sistemi d'arma) e negli anni recenti dalle ricadute dell'inceneritore Asm, che però la stessa Arpa, quando si è occupata di questo impianto, ha sempre sostenuto non potesse avere un apprezzabile impatto sul territorio. Insomma sarebbero sempre *"altri"*, non mai identificati, anonimi ed incolpevoli, ad inquinare, a meno che si voglia sostenere che questa gravissima contaminazione da diossine e PCB abbia a Brescia un'origine naturale. Ma di questo tema torneremo a trattare in seguito.

Gli agricoltori interessati ai divieti, comunque, non potevano non manifestare un forte disappunto, anche perché non si comprende come mai si siano attesi 6 anni per scoprire che la contaminazione continuava a diffondersi anche nell'uomo attraverso i prodotti coltivati in quei terreni che, fin da quando il caso fu sollevato nel 2001, si sapeva fossero potenzialmente toccati dall'inquinamento trovandosi al centro di quell'area individuata come *"cono Caffaro"* fin dagli anni Ottanta dalle stesse autorità sanitarie locali, area esattamente delimitata nella ricerca sulla Caffaro pubblicata appunto nel

Tabella 2. - Arpa, Caratterizzazione dei suoli agricoli a sud del quartiere Chiesanuova, Brescia 22 maggio 2007

	Hg	PCB	PCDD/PCDF
Aree agricole	mg/kg	µg/kg	ng l-Teq/kg
n° campioni	58,0	58,0	58,0
Media	1,7	126,5	44,4
Minimo	< 1,0	11,6	6,4
Massimo	4,2	716,0	127,3
Superi tabella 1A (D.M.471/99)	43,0	58,0	56,0
% superi sul totale campioni	74,1	100,0	96,6

2001 (M. Ruzzenenti, *Un secolo di cloro e ... PCB*, cit., pp. 534-535).

3. ANCHE LA FALDA E' INQUINATA

Lo stato della falda non poteva non preoccupare, anche perché nel 1983 e 1984 si registrò un disastroso inquinamento da Tetracloruro di carbonio che portò addirittura alla chiusura di alcuni pozzi dell'acquedotto pubblico.

E nel caso del Tetracloruro di carbonio, solvente tossico probabilmente cancerogeno, possiamo parlare con certezza di "pistola fumante" essendo la Caffaro l'unica azienda ad impiegarlo, ed in notevoli quantità, per la produzione del cloroaucciù o "clortex".

Tra il 2005 e il 2006 l'Arpa conduce uno studio generale della falda sottostante il sito "Brescia - Caffaro", seguito da uno specifico sul Tetracloruro di carbonio.

Nel primo studio (Arpa, *Prima indagine conoscitiva della falda nel sito nazionale Brescia-Caffaro*, Brescia 27 settembre 2005) vengono ricercati alcuni composti che potrebbero essere stati rilasciati dalle molteplici attività industriali che hanno insistito sull'area: MTBE (antidetonante "verde" per benzine), Cromo VI, Tetracloruro di carbonio, Tricloroetilene, Tetracloroetilene, Triclorometano, PCB, Mercurio, cis 1,2 - dicloroetilene, 1,1 - dicloroetilene.

La falda, come si poteva prevedere, risulta inquinata da diverse sostanze, in particolare da solventi clorurati.

Per quanto riguarda il Tricloroetilene, comunemente noto come trielina e largamente impiegato in diversi settori, sono state trovate concentrazioni superiori ai limiti (1,5 µg/l), ma inferiori di 10 volte gli stessi, in tre aree: a nord della Caffaro si è riscontrata la sua tendenza a sfuggire nel cono di depressione dell'Iveco, a valle delle discariche di Via Caprera, isolato nel pozzo nr. 152 (Serenò 2) ove già si era registrata la presenza del Tetracloruro di carbonio.

Analogamente anche il Tetracloroetilene evidenzia superamenti dei limiti (1,1 µg/l) anche di 100 volte nel pozzo nr. 448 (Iveco 7) dove si è accertata una concentrazione di 129,50 µg/l. "Da tale area sembra essersi diffuso, nel corso del tempo, verso i due grandi centri d'emungimento: a Nord verso i campi pozzi dell'Asm e a Sud verso la

Caffaro".

Per quanto riguarda una sostanza tipica delle produzioni Caffaro, i PCB, peraltro non solubili in acqua e quindi difficilmente rintracciabile se non nel fondo, e il Mercurio impiegato presso lo stesso stabilimento nel processo Cloro-Soda, si conferma quanto poteva essere già noto dalle analisi della falda sottostante lo stabilimento: i PCB sono stati rilevati "in concentrazioni superiori ai limiti (0,012 µg/l rispetto a 0,01 µg/l) e il mercurio "è presente in concentrazioni di poco superiore ai limiti (1,5 µg/l rispetto a 1 µg/l) solamente nel pozzo nr. 218 (Campo Morosini Pz 3 Est 40), posto a meno di cento metri dal luogo di produzione della Ditta Caffaro".

Anche il Triclorometano, comunemente detto Cloroformio, è stato per anni prodotto dalla Caffaro: di questa sostanza "risulta chiaramente impattata l'area nei dintorni della Caffaro, ove si denota la diffusione di tale contaminante verso i centri d'emungimento posti più a nord."

Infine il Tetracloruro di carbonio, "utilizzato in passato quale marker dell'inquinamento da solventi proveniente dalla Caffaro. Il pennacchio più settentrionale nell'area dello stabilimento Caffaro presenta una concentrazione 300 volte superiore ai limiti (0,15 µg/l ISS 2001/01 Gruppo di lavoro Acna di Cengio). Il pennacchio del pozzo nr.156 (Serenò 2) è stato esteso lungo la direzione di flusso, in quanto coerente con la carta idrogeologica e con l'ubicazione della probabile sorgente".

Data la peculiare tossicità di questo composto l'Arpa ha eseguito una successiva indagine specifica (Arpa, *Monitoraggio dei corpi idrici sotterranei. Pennacchio del Tetracloruro di carbonio nel sito nazionale Brescia - Caffaro*, Brescia, 22 dicembre 2006), che certifica ulteriormente l'origine di questa contaminazione: "Riteniamo che ormai sia documentalmente ed oggettivamente acclarato il contributo della Ditta Caffaro alla formazione di un pennacchio di contaminazione principale, che trae infatti la sua origine dall'area dello stabilimento Caffaro. Una volta giunta in falda, la contaminazione viene sospinta verso Sud lungo la direzione di flusso, generando un plume la cui estensione potrebbe raggiunge-

re il territorio del Comune di Flero. In corrispondenza della zona posta all'altezza del pozzo "Chiesanuova 2" (nr. 258) si ha un aumento dell'ampiezza laterale del pennacchio di contaminazione, che sembra lambire anche l'area in prossimità del Mella". Infine l'Arpa constatava che rispetto agli anni Ottanta "in termini quantitativi, la diffusione di questo composto è sensibilmente diminuita nel tempo".

Il problema dell'inquinamento della falda è molto grave, perché si tratta della compromissione di un patrimonio che appartiene anche alle generazioni future e che ne minaccia la qualità della vita. Minaccia che si ingigantisce se teniamo conto dello spaventoso inquinamento del suolo sottostante lo stabilimento Caffaro di Brescia, destinato a rilasciare per chissà quanto tempo sostanze tossiche in falda. Questo rilascio potrebbe assumere dimensioni disastrose se non si continuasse ad emungere grandi quantità di acqua come per ora fa la Caffaro, determinando un cono di depressione che mantiene la falda bassa al di sotto degli strati più contaminati e che ne limita la dispersione. Ma se domani la Caffaro chiudesse per poter bonificare il sito o per altre ragioni, che accadrebbe?

Nell'immediato è bene che i bresciani sappiano che l'acqua potabile della città è tutt'altro che ottima.

L'inchiesta di *Altroconsumo* 2007 sulle acque potabili delle città della Lombardia classificava l'acqua prelevata dalla fontanella di piazza della Loggia a Brescia, medio-buona (la scala era: ottima, buona, media, mediocre e pessima), a causa della presenza di solventi. Senonché i solventi ricercati dai tecnici di *Altroconsumo* erano i tri-tetracloroetilene e i triometani (Cloroformio e Bromoformio), ma non il Tetracloruro di carbonio, l'inquinante più problematico per Brescia. Come si è visto, il valore limite per le acque di falda è 0,15 µg/l, mentre per l'acqua potabile vi è un limite cumulativo che fa riferimento alla sommatoria di tutti i solventi clorurati organici pari a 10 µg/l.

Ebbene, i limiti previsti per le acque di falda per il solo Tetracloruro di carbonio (0,15 µg/l) sono superati in certi casi, e di molto, anche nell'acqua potabile: ad esempio l'Arpa di Brescia, nel *Controllo periodico*

della rete dei solventi clorurati dell'acquedotto comunale di Brescia, il 3 ottobre 2001, ha certificato una concentrazione di Tetracloruro di carbonio, nel punto di prelievo trav XII Villaggio Sereno pari 4 µg/l e in quello di Verziano pari a 5 µg/l, ambedue località a sud della Caffaro comprese nella delimitazione del sito nazionale. Si tratta di concentrazioni 30 volte al di sopra dei limiti accettabili per l'acqua di falda!

In sostanza risulterebbe che nell'acqua potabile dei bresciani si trovino importanti concentrazioni di Tetracloruro di carbonio (quantunque al di sotto del limite cumulativo con gli altri solventi), una sostanza classificata dall'Istituto di ricerca sul cancro dell'OMS, quale possibile causa di tumore nell'uomo (Iarc Monographs, Carbon tetrachloride [56-23-5], Vol. 20, Suppl. 7, Vol. 71; 1999).

Per quanto fin qui evidenziato è di primaria importanza ed urgenza por mano ad una radicale bonifica della falda del sito "Brescia-Caffaro". Inoltre, onde evitare che quest'opera venga poi vanificata, è altrettanto indispensabile che la Caffaro predisponga e realizzi un progetto di messa in sicurezza e bonifica definitiva della "bomba ecologica ad orologeria" costituita dal sottosuolo dello stabilimento.

4. MA LA CAFFARO E' RESPONSABILE DELL'INQUINAMENTO DA DIOSSINE, PCB E MERCURIO?

In conclusione pare opportuno, anche dopo le improvvise considerazioni dell'Arpa, sull'origine "non univoca" dell'inquinamento riprendere il tema delle responsabilità del disastro ambientale di cui trattasi. Anche perché a Brescia, come altrove, su questo piano le reticenze sono enormi. Il procedimento in sede penale corre il rischio di fermarsi ancor in fase istruttoria, anche perché neppure il Comune di Brescia non si sarebbe opposto alla richiesta fatta dal PM al GIP di archiviazione. Lo stesso Comune di Brescia, più volte sollecitato, non ha mai avviato alcuna azione di risarcimento danni nei confronti della Caffaro, azione intentata solo da un gruppo di cittadini inquinati.

L'Arpa, di recente, con la nuova Direzione, come si è visto, sembrerebbe offrirsi come sponda a questa sostanziale inazione degli

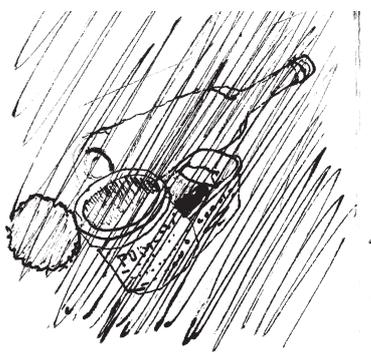
Enti pubblici. Va detto che si tratta della nuova Direzione dell'Arpa che ha chiuso senza alcuna motivazione plausibile l'unica centralina esistente a Brescia per la rilevazione della qualità dell'aria in zona di traffico, tra l'altro, l'unica adiacente le più importanti fonti di emissioni industriali (inceneritore e centrali Asm, Alfa Acciai, Ecoservizi). La stessa nuova Direzione che si rifiuta di rendere pubblici dati ambientali significativi, non procede.

Lo studio Battelle, commissionato da Caffaro, enfatizza il modello teorico fingerprinting, ma ignora i dati reali sulle produzioni ed emissioni di diossine in Caffaro.

Del resto la Caffaro si è mossa per dimostrare "scientificamente" che le diossine disperse nel territorio a sud dell'azienda non sarebbero provenienti dall'interno della fabbrica commissionando un apposito studio ad un centro di ricerca ginevrino: Battelle, "Identificazione delle sorgenti di emissione di PCDD e PCDF nel Comune di Brescia e analisi di fingerprinting sui suoli contaminati nel sito di interesse nazionale Brescia Caffaro, Ginevra ottobre 2005". Lo studio, al di là di esercitazioni teoriche sulle possibili fonti di emissione da diossine, si basa sostanzialmente sull'"impronta digitale", fingerprinting, lasciata dalle diossine e definita dalla distribuzione relativa dei diversi congeneri (numero e posizione dei diversi atomi di Cloro nelle molecole). Secondo questo studio le impronte delle diossine esterne non corrisponderebbero significativamente alle impronte delle diossine interne. Non sembra però che nello studio si tenga conto adeguatamente che l'inquinamento di cui trattasi non è in alcun modo paragonabile, ad esempio, al disastro industriale di Seveso, un evento puntuale, limitato nel tempo e originato sia all'interno che all'esterno da un'unica sorgente, l'esplosione (avvenuta il 10.07.1976) del reattore del "Reparto B" adibito alla produzione di Triclorofenolo presso lo stabilimento ICME-SA della multinazionale svizzera Hoffmann La Roche. Nel caso di Brescia, innanzitutto, si tratta di un processo secolare in cui le diossine esterne, a differenza di quelle interne sostanzialmente confinate o nei PCB o in un sottosuolo relativamente protetto e stabile, sono state sottoposte nei decenni, anche

in forza della coltivazione dei campi e relative arature, a maggior degradazione naturale (in particolare le molecole con minore clorurazione), ancorché lenta, a seguito di processi biochimici, di fotolisi per l'azione del sole e di demolizione ad opera di microrganismi.

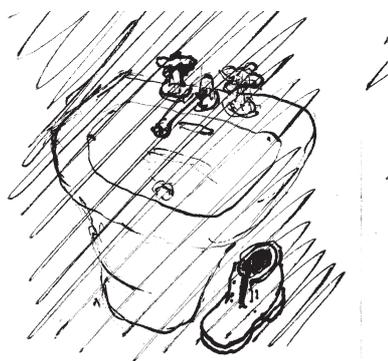
Il problema, in verità, non viene del tutto ignorato nello studio di Battelle, anche se valutato poi sostanzialmente ininfluente: "In tal senso neppure gli effetti di degradazione delle molecole possono avere modificato in modo sostanziale i profili dei congeneri rispetto al profilo originario degli stessi,



anche se non si possono escludere cinetiche di dechlorazione diverse tra di loro" (p. 107). Ma vi è un altro aspetto da mettere in rilievo: l'inquinamento del territorio a sud della Caffaro è avvenuto prevalentemente attraverso lo scarico in corpo idrico superficiale (ricevendo quindi solo le diossine in esso contenute) e si è distribuito, in modo differenziato sul terreno, a secondo dell'uso delle acque delle rogge, della distanza dalla fonte, dell'intensità e periodi di irrigazione. La dispersione degli inquinanti dentro la fabbrica ha seguito, invece, altri percorsi e con composizioni e fingerprinting, già all'origine, diversi, in relazione alle diverse fonti interne (processo Cloro-Soda, impianti di Monocloro e Triclorobenzene, impianti di Pentaclorofenolo, impianti di PCB, impurità nei PCB) e alle diverse modalità di deposizione in ambiente (direttamente o indirettamente sul suolo, nelle acque di falda, nello scarico in corpo idrico superficiale). Insomma le impronte digitali, pur provenendo tutte dalle attività Caffaro, si sono depositate all'interno con modalità e com-

posizione relativa, in funzione dei vari impianti di provenienza, diversissime rispetto alle impronte digitali esterne, peraltro modificatesi nei decenni per la maggiore degradazione naturale. Sono realtà e situazioni, quindi, assolutamente non confrontabili, pur originando con percorsi, modalità e composizioni diverse dalle stesse attività della Caffaro.

Lo studio dell'Istituto Battelle, poi, ignora o sottostima in modo clamoroso le possibili fonti di diossine interne alla Caffaro, anche se teoricamente prende in considerazione diversi processi chimici che ne potrebbero



essere responsabili. Inizia con un primo infortunio laddove, dopo aver considerato la produzione di Pentaclorofenolo, conclude che questa non ha mai riguardato Brescia (p. 86), mentre è documentato che negli anni Cinquanta la Caffaro lo produceva (M. Ruzzenenti, *Un secolo di Cloro e ... PCB*, op. cit., pp. 229-231. Proprio sulla base di quel prodotto già nel 2001 veniva ipotizzata la formazione, per reazioni parassite, di diossine in Caffaro).

Lo stesso si può dire per il Monoclorobenzene (un noto precursore delle diossine), che sarebbe stato prodotto in piccole quantità solo "dal 1939 al 1964 per 900 tonnellate" (p. 88), quando è ampiamente documentato che un'enorme quantità è stata prodotta durante la seconda guerra mondiale, tale da contaminare le risorse idriche di tutta la zona a sud della Caffaro privando la popolazione e gli animali domestici dell'acqua (M. Ruzzenenti, *Un secolo di Cloro e ... PCB*, op. cit., pp. 88-97).

Per quanto riguarda, poi, la produzione dei PCB, questa viene notevolmente sottostima-

ta: "La quantità totale di PCB prodotta si aggira, dal 1938 al 1984, intorno alle 40.000 tonnellate" (p. 89), quando è documentato che solo in un anno (ad esempio il 1976) ne venivano prodotti per 7.500 tonnellate (M. Ruzzenenti, *Un secolo di Cloro e ... PCB*, op. cit., p. 352), per cui la produzione reale ammonta a tre-quattro volte di più.

Viene poi negata la dispersione attraverso la scarico idrico, che, come si vedrà, è documentata ammontare a circa 10 kg di PCB (con relative diossine) al giorno: "Tuttavia, è verosimile supporre che le eventuali perdite durante la manipolazione, stoccaggio del prodotto [PCB] sarebbero all'origine della contaminazione locale del suolo o del sottosuolo (soprattutto se le perdite sono avvenute prima della pavimentazione 1963-1980) all'interno dello stabilimento, rilevate anche durante le analisi di caratterizzazione effettuate negli ultimi anni, e interesserebbero meno le matrici ambientali all'esterno dello stesso" (p. 93).

Così pure si ignora il gravissimo "incidente", ampiamente documentato (M. Ruzzenenti, *Un secolo di Cloro e ... PCB*, op. cit., pp. 390-393), al distillatore di PCB surriscaldato fino al punto di fusione nel 1981 (ma quanti altri incidenti analoghi in passato se ne sono verificati, quando minore era la sorveglianza?), che sicuramente ha provocato la formazione di ingenti quantità di diossine: "Secondo quanto riferito da Caffaro nel loro ciclo di produzione, comune anche agli altri produttori, le temperature massime venivano raggiunte solo nella fase di distillazione sotto vuoto del prodotto e non superavano mai i 300°C, rendendo la formazione di sottoprodotti come PCDD/PCDF cineticamente e termodinamicamente sfavorita" (p. 90). L'unica fonte di diossine che parrebbe parzialmente riconosciuta nello studio Battelle sarebbe in conclusione quella del processo Cloro-Soda, attraverso gli anodi costituiti da elettrodi di grafite, anche se non si sarebbe in grado di quantificarne minimamente la magnitudo: "Per quanto riguarda la Caffaro, in linea di massima si può dunque affermare che possa esservi stato potenzialmente un contributo alla presenza di PCDD/PCDF nell'ambiente in relazione alla produzione del cloro. Questo contributo risulta tuttavia difficilmente quantificabile poiché

legato a diversi fattori per i quali non disponiamo informazioni od indicazioni, e di cui i principali sono: tenore di PCDD/F nei fanghi anodici; tenore di PCDD/F nei residui di elettrodi” (p. 95).

In ogni caso, conclude la relazione dell'Istituto Battelle, all'esterno non sarebbe uscito pressoché nulla perché trattenuto dall'efficiente impianto di trattamento delle acque: *“A prevenzione e protezione della contaminazione delle acque, l'insediamento Caffaro di Brescia si è dotato da molto tempo di più sistemi di depurazione costituiti da un impianto di depurazione chimico fisico terminale delle acque di scarico, un impianto di depurazione d'emergenza e da impianti ai limiti di batteria per la rimozione di specifici contaminanti”* (p. 92). Ma vi è una documentazione sterminata che attesta come l'impianto di trattamento delle acque della Caffaro, almeno fino ai primi anni Ottanta, fosse un autentico colabrodo (una metà della ricerca citata di M. Ruzzenenti, *Un secolo di Cloro e ... PCB*, è dedicata agli sversamenti disastrosi o cronici in ambiente di sostanze inquinanti dallo scarico Caffaro).

Se non alla Caffaro, a chi imputare il disastroso inquinamento da diossine?

All'inceneritore ASM o all'ex acciaieria Bisider?

Assolta sostanzialmente la Caffaro sulla base di considerazioni *ad usum delphini* che, come si è visto, non sono suffragate dai dati di fatto documentati, lo studio Battelle fa intravedere quali potrebbero essere i veri responsabili di tale inquinamento.

Si adombra l'inceneritore dei rifiuti ASM, senza però insistervi particolarmente, anche perché sarebbe poco credibile che un simile impianto in 3-4 anni di funzionamento (dal 1998 al 2001) avesse determinato un simile disastroso inquinamento ambientale da diossine. Anche il solo fatto che si possa formulare una simile ipotesi obbligherebbe qualsiasi autorità preposta a chiudere immediatamente tale impianto.

L'attenzione, invece, viene portata sulla siderurgia e metallurgia da forno elettrico che, è noto, rappresenta oggi una delle maggiori fonti di emissioni di diossine in

ambiente. Ma anche qui ci si scontra con due dati di un'evidenza lampante.

Innanzitutto questi impianti erano/sono dotati di camini molto bassi, circa 20 metri con ricadute quindi molto ravvicinate ai luoghi di emissione.

Nello specifico al margine nord-est del *“sito di interesse nazionale Brescia-Caffaro”*, nel cosiddetto Comparto Milano ha operato nel secondo dopoguerra fino agli anni Ottanta un'acciaieria da forno elettrico (già Tubi Togni, poi ATB infine Bisider) di dimensioni relativamente piccole di cui peraltro sono conosciute le ricadute al suolo accumulate nel tempo essendo stato questo caratterizzato nell'ambito per l'appunto del Comparto Milano, dove soprattutto hanno insistito dette ricadute (difficile invece immaginare una trasmigrazione via corpo idrico superficiale da questa fabbrica, che è separata dalla zona contaminata del sito nazionale dalla *“barriera”* rappresentata dal fiume Grande e che si trova a valle idrograficamente della zona più contaminata del perimetro nazionale, via Rose). La caratterizzazione compiuta nel comparto Milano all'interno della Bisider indica concentrazioni oscillanti tra 7 ng/kg fino ad un massimo di 120 ng/kg per le diossine e tra 339 fino ad un massimo di 2.180 µg/kg per i PCB. (*Piano di caratterizzazione del Comparto Milano, sito ex Bisider di Brescia*, novembre 2002); inquinamento proveniente presumibilmente da sversamenti di PCB dai trasformatori e, comunque, almeno di un ordine di grandezza inferiore a quello rilevato nell'esterno del sito nazionale e di oltre 1.000-10.000 volte inferiore a quello rilevato all'interno della Caffaro, nel cui perimetro aziendale le concentrazioni raggiungono i 325mila ng/kg per le diossine e 69 milioni di µg/kg per i PCB.

Quale possa essere l'impatto delle emissioni in atmosfera sul territorio circostante di un'acciaieria da forno elettrico in termini di concentrazioni di PCB e diossine depositate sul terreno è peraltro ampiamente noto sulla base dei risultati di numerose indagini compiute nel Bresciano e non solo. Ne citiamo solo alcune per quanto riguarda le ricadute al suolo in particolare di microinquinanti organici, PCB e diossine: Asl di Brescia, *Esiti prime indagini sulla presenza di diossine*

nelle attività fusorie per il recupero dei metalli da rottami ferrosi e non ferrosi nel territorio, Brescia, dicembre 1998; Arpa Brescia, *Validazione del piano di indagine del sito dell'ex acciaieria Sisva di Calvisano* (Brescia), 5 dicembre 2002.

Ma al di fuori di Brescia sono di grande interesse due recenti indagini.

La prima è di recentissima pubblicazione da parte dell'Arpa Puglia e riguarda l'impianto di agglomerazione del minerale della grande acciaieria dell'Ilva di Taranto (Arpa Puglia, *Relazione Tecnica Preliminare e Allegati - Rilevazione di diossine, camino E312 presso stabilimento ILVA di Taranto*, 17 settembre 2007 (www.arpapuglia.it)).

Il processo produttivo è ovviamente ben diverso dalle acciaierie da forno elettrico di Brescia, tuttavia si tratta di un caso in cui si sono misurate le diossine e i PCB al camino, e quindi nell'aria e sui suoli circostanti. Limitandoci alle diossine i dati segnalano una concentrazione nei fumi di un ordine di grandezza superiore a quelle rilevate nei fumi delle acciaierie bresciane: a Taranto ng I-TEQ/Nm³ da 2,4 a 4,9 (Arpa Puglia, *Relazione...* p. 16), a Brescia ng I-TEQ/Nm³ da 0,10 a 0,86 (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Enea, Associazione industriale bresciana, *Valutazione delle emissioni di inquinanti organici persistenti da parte dell'industria metallurgica secondaria*, 2003. p. 19).

Ebbene, a Taranto si sono quindi misurate le diossine nei suoli circostanti l'impianto e si sono trovate concentrazioni addirittura inferiori al limite per il verde pubblico, pari a ng I-TEQ/Kg da 1,6 a 6,26 (Arpa Puglia, *Relazione...* Allegato 9, p. 17), concentrazioni superate normalmente di 10 o addirittura di 100 volte (fino a 332 volte!) nei terreni del sito Caffaro.

La seconda è stata svolta nella Bassa Val di Susa (Tomalino, Val di Susa: impatto sanitario di diossine e PCB, *"Medicina Democratica"*, n. 168/172, luglio 2006 – aprile 2007, pp. 11-14).

In quest'area è operativa l'Acciaieria da forno elettrico Beltrame, del tutto simile a quelle bresciane, dove l'Arpa Piemonte ha svolto un'indagine nei dintorni della stessa su 45 campioni di terreno: *"In tutti 45 il valore di PCB è superiore al limite di legge*

[allora vigeva il limite di 1 µg/kg, ndr], con un massimo di 56 volte a Villarfocchiardo, mentre per le diossine solo in due campioni, entrambe a Borgone, viene superata la soglia di legge".

Dati confermati anche da un prelievo eseguito in passato in un terreno del comparto Milano, della zona di maggiori ricadute delle emissioni dell'acciaieria Bisider, in viale Italia angolo via Cassala che rilevava una presenza di PCB pari a 50 µg/kg (Arpa di Brescia, Certificato di analisi ASU1035 del 6 febbraio 2001).

Insomma, anche sulla base di questi dati (neppure lontanamente paragonabili a quelli del sito Brescia-Caffaro!), è possibile stimare l'impatto esterno dell'ex acciaieria Bisider, essenzialmente limitato ad una porzione nord-est, esterna al perimetro in senso stretto del sito nazionale, l'area meno contaminata denominata Comparto Milano; un impatto definibile come inquinamento di fondo di realtà industrializzate e per quanto riguarda le diossine sostanzialmente al di sotto dei limiti per i terreni residenziali.

Del resto, anche in questo caso come in quello dell'inceneritore, ipotizzare che la Bisider (piccola acciaieria che ha fuso rottami all'epoca poveri di plastiche) abbia determinato il disastroso inquinamento ambientale da diossine di cui stiamo trattando, imporrebbe l'immediata chiusura, ad esempio, delle altre acciaierie da forno elettrico che operano in città, in particolare di una che per dimensioni e tipologia di rottame trattato (comprese le carcasse d'auto) equivale almeno a dieci Bisider per quanto riguarda le emissioni di diossine (va ricordato che il sistema di abbattimento ancora oggi non prevede i carboni attivi e quindi nessun contenimento efficace di questi microinquinanti). Anche il solo fatto che si possa formulare una simile ipotesi obbligherebbe qualsiasi autorità preposta a chiudere immediatamente tali impianti.

La *"pistola fumante"* ci riporta alla Caffaro

Ma tornando alla Caffaro, lo studio Battelle prendeva in considerazione teoricamente tutta l'impiantistica e le produzioni chimiche imputate dalla letteratura scientifica di emissioni di diossine e concludeva escludendole del tutto nel caso Caffaro.

Invece, come abbiamo documentato, sono state tutte presenti e operative nella stessa Caffaro, in condizioni tali da aver sversato all'esterno attraverso lo scarico notevoli quantità di diossine dagli impianti per le produzioni di: Monoclorobenzene e Triclorobenzene, fin dal 1916; Pentaclorofenolo negli anni Cinquanta; dal processo Cloro-Soda ai reattori e distillatori di PCB per molti decenni.

Ma si obietta: queste emissioni erano trattate dall'impianto di trattamento delle acque interno all'azienda. Sennonché l'impianto era del tutto inefficace per trattenere PCB e diossine se è vero, come è vero, che la torre a carboni attivi, a tal fine, è stata imposta alla Caffaro, solo e proprio dopo lo scoppio del "caso" nel 2001, perché continuavano ad uscire PCB (Arpa Brescia, *Controllo scarico in c. i. s. ditta Caffaro S.p.A.*, Brescia, 17 settembre 2001; *Ordinanza del Sindaco di Brescia* del 26 ottobre 2001; *Ordinanza del TAR di Brescia*, del 25 gennaio 2002, che respinge il ricorso della Caffaro S.p.A.). Ma sappiamo con certezza quanti PCB uscivano da quello scarico quando la fabbrica era al massimo delle produzioni, compresa quella dei PCB (le diossine fino al 2001 non furono mai cercate né misurate sia all'interno che all'esterno della Caffaro, essendo un tabù dopo l'evento Seveso!): da una documentazione esistente in Caffaro che i PM dovrebbero aver acquisita (Laboratorio di igiene provinciale, Relazione A. Jaforte, e C. Valli al Presidente della Provincia, *Inquinamento delle falde acquifere profonde, usate per uso potabile, causato da Caffaro, e riflessioni nella sua collocazione nel contesto cittadino*, 9 maggio 1980) si è appreso che dallo scarico Caffaro di norma usciva una quantità enorme di PCB, pari a circa 10 kg/die, vale a dire quasi 4 tonnellate anno (Pio Forzatti del Dipartimento di chimica del Politecnico di Milano, *Impiego di carboni attivi per il trattamento delle acque di scarico dello stabilimento Caffaro sito in Brescia per l'abbattimento dei livelli di PCB*, Milano 14 gennaio 2001, p. 15). E' facile calcolare, se si tiene conto del rapporto tra diossine e PCB ritrovati nel terreno sottostante a detto scarico - campione C40A -, di cui si dirà di seguito,

che le diossine in uscita possano essere state nell'ordine di diversi milligrammi/die!

Ricordiamo anche che detto scarico, di dimensioni notevolissime (oltre 10 milioni di m³/anno) era la sorgente principale per la rete di rogge che irrigavano i terreni a sud fino oltre i confini meridionali del Comune, compresi i campi il cui inquinamento, secondo la nuova Direzione dell'Arpa, "non sembra indicare una correlazione univoca" con tali rogge.

Ma torniamo al punto di prelievo, già citato, C40A nel perimetro della Caffaro (G.



Gavagnin, Caffaro S.p.A. stabilimento di Brescia. Progetto preliminare ai sensi del D.M. 471/99. Analisi dei livelli di inquinamento, aprile 2002), eseguito anche con carotaggio inclinato sotto l'impianto di trattamento delle acque proprio per evidenziare il percolamento nei decenni delle sostanze inquinanti sopra transitate.

E' documentato che fin dalle origini questo spazio all'interno della fabbrica era destinato al trattamento (un tempo grossolano e via via migliorato) delle acque, che il sito nel 1906 è sorto in aperta campagna ed in zona del tutto incontaminata e che quindi gli inquinanti ivi rintracciati non possono avere alcuna provenienza esterna, né ante né post nascita della Caffaro (escludendo, ovviamente, che lì vi potesse essere una sorta di "calamita" che per magia richiamasse tutte le diossine del circondario!).

Il campione è quindi estremamente rappresentativo, perché rileva la dispersione degli inquinanti sotto la vasca di trattamento delle acque ed il relativo scarico di tutta la

fabbrica, segnalando quindi il cocktail di contaminanti emessi dai diversi impianti e dispersi all'esterno nel corso degli anni (in particolare i microinquinanti PCB e diossine sicuramente dispersi all'esterno poiché, come abbiamo già rilevato, le prove esistenti della dispersione dei PCB possono essere estese anche alle diossine, i cui sistemi di contenimento, sostanzialmente assenti in Caffaro se non sperimentalmente e per un breve periodo negli anni '80, sono identici). Ebbene in questo punto, a 2-3 metri di profondità, le diossine raggiungono il livello record (di un ordine di grandezza supe-



riore al punto più inquinato rilevato a Seveso) di 325.000 ngTEQ/kg. Peraltro è noto, almeno dagli anni Settanta, che le diossine sono presenti come contaminanti nei PCB prodotti, nell'ordine di qualche unità di ppm (1-5 parti per milione). Tuttavia, queste ingenti quantità di diossine storicamente presenti nello scarico Caffaro, sversate all'esterno e percolate anche nel terreno sottostante l'impianto di trattamento delle acque di scarico, non possono essere spiegate solo come impurità dei PCB, essendo in concentrazioni, rispetto ai PCB molto più elevate (da circa 300 a 600 parti per milione). Si dimostra, anche per questa via, che le diossine in Caffaro hanno avuto una pluralità di origini, come sopra abbiamo ricordato.

L'Istituto Battelle o la società Caffaro dovrebbero almeno tentare di dare una spiegazione, non dico scientifica ma almeno ragionevole, sull'origine di queste enormi concentrazioni di diossine sotto l'impianto di trattamento delle acque e su come queste diossine, mentre percolavano tranquillamente nel sottosuolo, sarebbero state trattenute

prima dell'uscita dallo scarico, se non per quel breve periodo verso la fine della produzione dei PCB, quando si sperimentò l'adsorbimento con carboni attivi (Pio Forzatti, cit.).

Altrimenti la modellistica teorica del fingerprinting potrebbe assomigliare alle elucubrazioni del famoso studioso dei Promessi Sposi, don Ferrante, convinto che la peste fosse il frutto di complicate connessioni astrali e non dell'evidenza del contagio, anche quando, non avendo preso precauzioni, si ammalò e morì di peste.

Oltre alle "pistole fumanti" sopra evidenziate, vi sono anche altre argomentazioni da evidenziare. Innanzitutto la sostanziale sovrapposibilità dell'andamento della diffusione delle diossine e delle relative concentrazioni all'andamento della diffusione dei PCB e del Mercurio (quest'ultimo sicuro e non contestato marcatore Caffaro) e relative concentrazioni nel "cono" di territorio a sud della Caffaro, di cui si sta trattando.

In secondo luogo il dato altamente significativo di inquinamento acutissimo rilevato nell'epicentro della contaminazione, la "fonte" si potrebbe dire, nel sottosuolo della Caffaro, epicentro che non ha altri riscontri neppure paragonabili lontanamente (le concentrazioni di microinquinanti rilevate all'interno di aziende siderurgiche sono di circa 10.000 - diecimila - volte inferiori, notevolmente minori delle stesse concentrazioni presenti all'esterno nel perimetro da bonificare di interesse nazionale). Non occorre essere scienziati per ipotizzare quale possa essere la direzione della diffusione dell'inquinamento: dall'epicentro a maggiore intensità via via alle zone periferiche meno contaminate, e non viceversa.

In terzo luogo la sequenza degli inquinanti storicamente prodotti ed addebitati alla Caffaro disegna per l'appunto la "zona a pera" o "cono Caffaro", una sorta di triangolo con al vertice la Caffaro ed ai lati i due "spartiacque" naturali: ad ovest il fiume Mella e ad est il fiume Grande (M. Ruzzenenti, *Un secolo di cloro e ... PCB*, operara cit.).

Anche la contaminazione da diossine si distende sul territorio in modo analogo.

Va considerata, inoltre, a questo riguardo, l'analogia con il caso della Monsanto di Anniston, negli Usa, poiché i brevetti per

i PCB e per gli impianti di produzione sono stati concessi alla Caffaro proprio dalla multinazionale USA Monsanto: anche dall'impianto Monsanto l'inquinamento da PCB (e per quota parte si può presumere di diossine) ha seguito prevalentemente la via dello scarico idrico da cui uscivano più di 20 tonnellate di PCB all'anno dentro la roggia Snow, l'omologa della Franzagola di Brescia, una quantità pressoché proporzionale alla capacità produttiva, che per gli impianti Monsanto era 4-5 volte maggiore della Caffaro (La Monsanto ha nascosto per decenni l'inquinamento. I PCB hanno inzuppato una città dell'Alabama, ma nessuno l'aveva mai detto, "Washington Post", 1° gennaio 2002). Infine occorre ricordare quanto affermava la vecchia Direzione dell'Arpa: "Le numerose informazioni che emergono da questa indagine permettono una prima analisi oggettiva della situazione ambientale del territorio circostante lo stabilimento Caffaro [...]".

Prendendo spunto dall'attuale situazione degli impianti Caffaro, si è posta particolare attenzione, nella fase precedente alla bonifica del sito, alla definizione delle vie preferenziali presumibilmente seguite dalle sostanze inquinanti verso l'esterno dello stabilimento, vie che rappresentano di fatto anche il sistema provvisorio di messa in sicurezza del sito stesso.

L'azione di controllo pertanto si è focalizzata sia sull'emungimento delle acque di falda dai pozzi dello stabilimento, sia sul monitoraggio dello scarico delle acque reflue. [...] La disamina fin qui svolta non vuole distogliere l'attenzione però dal problema fondamentale che rimane quello di un sostanziale inquinamento [seppur distribuito in modo non uniforme e con valori che si distanziano per una o due grandezze di ordine 10] da PCB, Hg (Mercurio, ndr.) PCDD e PCDF in gran parte della zona a Sud della stabilimento Caffaro. La concentrazione prevalente dei PCDF, proporzionale alla concentrazione di PCB, fa presumere che dette sostanze siano presenti come impurezze dei PCB stessi.[...] Più confortante appare il quadro della zona a Nord della Caffaro, dove la presenza di PCB è riconducibile al quadro più generale della dispersione dell'inquinante nel contesto urbano e

dove, come da attendersi, la concentrazione di Hg è risultata generalmente inferiore ad 1 mg/kg ss; anche per PCDD e PCDF gran parte dei valori sono risultati inferiori a 10 ng/kgTEQ". (Arpa Lombardia, Piano di integrazione e approfondimento delle indagini sullo stato del suolo, sottosuolo, falde idriche e acque superficiali nella porzione sud occidentale del comune di Brescia in un intorno significativo dello stabilimento Caffaro S. p. A. Brescia, febbraio 2002, pp. 52-54).

5. IL PARAGONE CON SEVESO E LA GRAVITA' INUSITATA DEL "CASO CAFFARO"

Molti si indispettiscono quando si paragona il "caso Caffaro" con Seveso, soprattutto quando si sostiene essere più grave ancora. Vediamo se può avere qualche fondamento, nonostante le diverse modalità: inquinamento cronico e di lunga durata rispetto ad un episodio acuto e puntuale. (Qui ci limitiamo ai soli dati ambientali, nell'articolo che segue di Celestino Panizza si analizzano anche quelli sanitari).

A mo' di promemoria ricordiamo che la "zona A" di Seveso, ad altissima contaminazione ed evacuata, vedeva una concentrazione di diossine da 440 ngTEQ/kg di terreno a 48.890 ngTEQ/kg di terreno mentre la "zona B", a medio-alta contaminazione: da 44 ngTEQ/kg a 440 ngTEQ/kg di terreno. Come si può dedurre dai dati noti le concentrazioni di diossine presenti nel territorio di cui trattasi a Brescia sono analoghe in generale a quelle della "zona B" a medio-alta contaminazione, ma almeno 6 aree per un'estensione complessiva di circa 1 Km² presentano concentrazioni di diossine superiori ai 440 ngTEQ/kg, quindi analoghe alla "zona A" di Seveso, quella evacuata. E nel sottosuolo della Caffaro, che è sì industriale, ma che è collocato in centro città in mezzo alle abitazioni, le diossine raggiungono 325.000 ngTEQ/kg, rispetto ad un massimo rilevato a Seveso di 48.890 ngTEQ/kg di terreno.

Ma vi sono ulteriori elementi da considerare per il caso Brescia, aggravanti rispetto a Seveso.

I dati di Brescia sono relativi all'oggi, a distanza di oltre vent'anni delle emissioni

più massicce in ambiente, e quindi risultano sicuramente ridimensionati dal degrado naturale - (si legga: fotolisi e processi di biodegradazione delle diossine) - rispetto ai livelli di inquinamento degli anni Settanta e Ottanta. Inoltre, le diossine a Brescia si aggiungono ad un elevatissimo inquinamento da PCB, in particolare di PCB diossinasi presenti in alta concentrazione, che vanno sommati dal punto di vista tossicologico alle diossine in senso stretto (a tacere del Mercurio ed altri metalli tossici).

A Brescia, poi, i valori sono, di norma, il risultato della media di 4-5 campioni prelevati in un'area di circa 150 m di lato e della profondità di 35 cm e le aree più contaminate, anche a due km dalla Caffaro, sono relative a suoli che risultano particolarmente stabili nel tempo (terreni agricoli, argini di fossi e strade, parchi pubblici, ecc.) e quindi in generale indicativi della contaminazione storica subita dal territorio nel corso del secolo passato. Con la differenza, sfavorevole per Brescia, che nel crimine industriale di Seveso si trattava di campioni puntuali di 7 cm di profondità per 7 cm di diametro (cioè pari a circa 0,5 kg di terreno), mentre nel nostro caso, purtroppo, si tratta della media di 5 campioni di 35 cm di profondità per almeno 2 ettari di superficie, cioè di un valore medio riguardante una porzione di terreno pari a circa 7 milioni di kg di terreno, per ciascuno dei campioni contaminati. Infine, rispetto a Seveso, a Brescia vi è l'aggravante che si tratta di una vasta area all'interno di una città, che coinvolge oltre 20 mila abitanti. Insomma, pare evidente che *il disastro ambientale che si è verificato a Brescia davvero non è come Seveso, ma ben più grave*. In conclusione, per una valutazione di sintesi della reale gravità dell'inquinamento in questione, riportiamo il giudizio espresso l'anno scorso dal Ministero dell'Ambiente,

Direzione per Qualità della Vita, alla Conferenza dei servizi istruttoria convocata presso la Regione Lombardia, a Milano, il 27 giugno 2006 (Va a questo proposito riconosciuto che il Ministero dell' Ambiente ha operato e sta operando in modo sostanzialmente positivo): *"...in merito alle indagini di caratterizzazione dei suoli superficiali delle Aree pubbliche e residenziali di competenza del Comune di Brescia, ricomprese nel perimetro del Sito di Interesse Nazionale di Brescia Caffaro, che attestano un grave e diffuso stato di contaminazione, con presenza di hot spot di Arsenico, Mercurio, Nichel, Rame, Zinco, PCB e Diossine/Furani, richiede in primo luogo al Comune di Brescia di fornire una relazione tecnica di aggiornamento in merito allo stato di avanzamento degli interventi di messa in sicurezza di emergenza mediante rimozione della fonte inquinante già in corso di adozione nelle aree residenziali, comprensiva di un cronoprogramma di massima relativo agli interventi ancora da realizzare.*

La Direzione Qualità della Vita, per quel che concerne le aree pubbliche, rileva altresì come i superamenti dei limiti normativi riscontrati, che si configurano talvolta addirittura come hot spot per il relativo limite fissato per aree industriali (specie per composti molto tossici e cancerogeni come PCDD/PCDF e PCB), evidenzino una situazione di notevole rischio sanitario ed ambientale. La Direzione Qualità della Vita, attesa l'entità e incidenza percentuale dei predetti superamenti e la destinazione d'uso delle aree in cui tali superamenti sono stati rilevati, che comporta un rischio di contatto con inquinanti quali Diossine e PCB, nonché di passaggio dei medesimi nella catena alimentare, richiede al Comune di Brescia di procedere all'adozione di immediati interventi di messa in sicurezza di emergenza delle aree pubbliche".

