

12.2 metodologie di indagine.

Campagne di prelievi di alimenti effettuate dall'ASL. Nel periodo compreso fra agosto 2001 ed il febbraio 2008 sono state effettuate più campagne di prelievi di alimenti che hanno interessato zone ed alimenti diversi con ricerca di PCB, e di PCDD/F.

Le tornate di prelievi eseguite si possono così riepilogare:

- a) Estate/autunno 2001 e primavera 2002: si sono raccolti campioni di alimenti nella zona "Cascine". Questi campionamenti hanno riguardato i vegetali, sia ad uso umano, che ad uso zootecnico e sono stati raccolti su coltivazioni in atto. Contemporaneamente a queste indagini sono stati eseguiti campioni di alimenti destinati all'uso umano o zootecnico di origine animale. La raccolta di questi campioni di alimenti di origine animale e di questi vegetali coltivati ha potuto essere eseguita solo una volta in quanto, a seguito degli esiti sfavorevoli pervenuti, gli animali sono stati abbattuti, mentre, per effetto di specifica ordinanza Sindacale emanata su richiesta di quest'ASL il 22 febbraio 2002, sono state vietate nuove immissioni di animali da allevamento ed è stata interdetta la coltivazione negli stessi terreni. Nel medesimo periodo sulla base dell'ipotesi che attraverso le rogge potevano essere state contaminate aree poste a sud rispetto a quella in esame sono stati prelevati campioni di alimenti di origine vegetale ed animale anche al di fuori dell'area suddetta, a sud della linea ferroviaria, fino a livello della frazione "Fornaci" e, per il solo alimento latte, anche in altre aree del territorio urbano e periurbano.
- b) Estate 2002 ed anno 2003: a seguito della promulgazione da parte UE della raccomandazione 210/02, in presenza di colture estese nella zona "Cascine", messe a dimora prima dell'emanazione dell'ordinanza Sindacale di divieto di coltivazione dei campi nella medesima area, sono stati raccolti campioni di queste colture (cereali in prevalenza) che sono stati inviati all'Istituto "M. Negri" di Milano. Contemporaneamente, nella "zona Cascine", come più sopra individuata, si è avviato il campionamento di alcuni vegetali, in parte spontanei ed in parte coltivati, negli orti ancora presenti in zona. Nel corso del 2003, si è deciso l'allargamento della campagna d'indagini ARPA alla zona a sud della zona del sito d'interesse nazionale: sono stati così raccolti e fatti analizzare presso l'Istituto "M. Negri" di Milano 35 campioni di vegetali, prelevati dalle zone di Chiesanuova, Sud Chiesanuova/Fornaci. In corrispondenza dei punti di prelievo alimenti, sono stati anche raccolti i campioni di suolo da parte dell'ARPA, per la ricerca dei PCB.
- c) Primavera-estate 2004: sono stati esaminati nel quartiere Chiesanuova, nell'area sud Chiesanuova/Fornaci e nel Comune di Castelmella, circa 40 campioni di alimenti di origine vegetale, nonché alcuni campioni di alimenti di origine animale (latte, uova, pollame), tutti inviati per l'analisi all'Istituto zooprofilattico provinciale di Brescia.
- d) Estate 2005: sono stati raccolti e sottoposti ad analisi 12 campioni di alimenti di origine vegetale e 4 di origine animale prelevati in comune di Castelmella. Le analisi sono state svolte dall'Istituto Zooprofilattico sperimentale di Brescia.
- e) Stagioni produttive orticole 2006/2007: è stata allestita presso l'Istituto Tecnico Agrario "G. Pastori" di Brescia una coltivazione di ortaggi sperimentale su terreno inquinato da POP, raccolto in zone nelle quali l'ARPA aveva già dimostrato la presenza di questi inquinamenti in concentrazioni molto superiori ai limiti di legge per le aree sperimentali.
- f) Estate autunno 2007: sono stati raccolti 5 campioni di mais e foraggio in zona "Fornaci" del comune di Brescia
- g) Autunno inverno 2007 -2008: sono stati raccolti ed analizzati 60 campioni di latte e 7 di derivati del latte e 1 di carne di bovina lattifera nell'ambito della vicenda dell'inquinamento del latte da POP provenienti da diverse parti del Comun e di Brescia e dintorni, anche lontano dalle aree più inquinate da PCB.

Metodologie di campionamento e personale impiegato. Per le metodiche di campionamento si è proceduto alla raccolta di vegetali, di latte, di uova o di prodotti carnei, dopo macellazione degli animali, immettendo gli stessi in contenitori nuovi, sigillati, che sono stati conferiti ai laboratori più sotto indicati. In linea di principio, per ogni campionamento è stata seguita una procedura semplificata del campionamento ufficiale di alimenti al solo scopo d'indicare il luogo di raccolta del campione. Dalla fine dell'anno 2005 tutti i campioni sono stati individuati con il rilievo delle coordinate geografiche informatiche del G.I.S.

Tutti i campionamenti sono stati effettuati dal personale di vigilanza ed ispezione appartenente al Nucleo Operativo Gestione Eventi Rilevanti (N.O.G.E.R.) del Dipartimento di Prevenzione dell'ASL di Brescia oppure appartenente all'area igienistica del Distretto S.S. di Brescia o, infine al Distretto Veterinario di Brescia, con qualifica di tecnico della Prevenzione. Occasionalmente i prelievi sono stati effettuati da personale dirigente medico o veterinario delle medesime articolazioni funzionali del Dipartimento di Prevenzione.

Laboratori di riferimento. I laboratori ai quali si è fatto riferimento sono stati i seguenti:

1. laboratorio di Sanità Pubblica dell'ASL di Brescia,
2. laboratorio del Dipartimento ARPA di Brescia,
3. laboratorio dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale di Brescia,
4. laboratorio microinquinanti dell'Istituto "M. Negri" di Milano,
5. laboratorio del Dipartimento di Sanità alimentare ed animale dell'Istituto Superiore di Sanità (ISS) di Roma.
6. laboratorio del consorzio interuniversitario per la chimica e l'ambiente (CoINCA) di Marghera (VE) per le analisi di mais, latte e foraggio (2007 – 2008)

Metodiche di analisi. I campioni di vegetali sono stati esaminati in 5 diversi laboratori, in diversi periodi di tempo e con diverse metodiche analitiche, come riportato in **Tabella 1**. Le diverse metodiche analitiche impiegate rendono difficilmente comparabili i valori delle diverse serie di analisi, per la presenza di differenze importanti nei limiti di rilevamento, nel tipo di composti esaminati (PCB totali, singoli congeneri di PCB) e nel materiale esaminato. Si precisa, a questo proposito, che non esistevano metodiche di riferimento internazionali di analisi di alimenti di origine vegetale per la ricerca di PCB fino all'emanazione della raccomandazione UE 06.02.06 e del Regolamento UE 19.12.06, n. 1881.

Allo scopo anche di disporre di un sistema univoco d'interpretazione dei dati, si è deciso di chiedere nel 2004 all'ISS di analizzare differenti campioni per:

- valutare la presenza, oltre che dei PCB, anche di PCDD/F in diverse matrici biologiche e non biologiche
- definire la comparabilità dei dati tra diverse matrici ambientali e biologiche, considerando gli stessi analiti nelle diverse matrici esaminate, quali alimenti di origine animale, fieno, terreno, siero, latte umano;
- correlare i valori dei singoli contaminanti nelle varie matrici, per validare l'ipotesi del trasferimento della contaminazione dal terreno al fieno, poi ai bovini e ad altri prodotti animali ed infine all'uomo;
- valutare nelle matrici ambientali (terreno, fieno), prelevate in punti diversi, i profili chimici dei congeneri PCB e PCDD/F della contaminazione per tracciare le possibili vie di contaminazione.

Valori di riferimento adottati nel tempo. Nel 2006 sono state emanate indicazioni UE che hanno fissato i limiti e i riferimenti per le metodiche di analisi per alcuni alimenti. Per gli altri alimenti, i risultati sono stati confrontati con i valori di riferimento nazionali e comunitari. Per gli alimenti di origine vegetale, in fase iniziale, in carenza di indicazioni normative, sopravvenute in un secondo tempo con le indicazioni UE, si sono presi a riferimento i limiti di sensibilità indicati dal

laboratorio cui i campioni erano stati conferiti, attribuendo agli stessi il significato d'indicatori di contaminazione assente o presente.

I valori di riferimento considerati sono stati i seguenti:

Valori di riferimento nazionali: per gli alimenti di origine animale, è stato utilizzato il limite previsto dalle Linee Guida dell'Istituto Superiore di Sanità in data 1 Luglio 1999 (limiti ISS), che prevede la soglia di 100 ng/g di grasso di PCB totali per distinguere i prodotti verosimilmente "esenti" da quelli potenzialmente "contaminati" da PCB/PCDD/PCDF; tale limite era stato stabilito in occasione del rinvenimento, in Belgio, di carni di pollame contaminate da POP.

Valori di riferimento Comunitari: sono stati inizialmente impiegati i limiti previsti dalla Raccomandazione della Comunità Europea n. 201 del 4 Marzo 2002 che stabilisce per i composti organoclorurati persistenti i seguenti limiti:

- uova: 2 nanogrammi OMS-PCDD/F-TEq per kilogrammo di grasso;
- latte: 2 nanogrammi OMS-PCDD/F-TEq per kilogrammo di grasso;
- carni di ruminanti: 2 nanogrammi OMS-PCDD/F-TEq per kilogrammo di grasso;
- alimenti di origine vegetale (frutta, verdura, vegetali) destinati all'alimentazione umana: 0.4 nanogrammi OMS-PCDD/F-TEq per kilogrammo;
- alimenti di origine vegetale destinati all'alimentazione zootecnica: 0.5 nanogrammi OMS-PCDD/F-TEq per kilogrammo;

Si deve tener presente che i limiti previsti da questa normativa sono normalmente espressi in tossicità Equivalente (TEq).

Le successive normative UE contenute in:

- Decreto Ministero della Sanità 10 gennaio 2007 Attuazione Direttiva UE 2006/13/UE relativamente alle sostanze indesiderabili nell'alimentazione degli animali,
- Raccomandazione della Commissione UE 6/2/2006 relativa alla diffusione della presenza di diossine furani e PCB nei mangimi e negli alimenti,
- Regolamento UE 1881/06 che definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari,

definiscono tre livelli di riferimento per la contaminazione da PCB di PCDD/F, espressi in TEq, e precisamente:

- Il livello di esclusione dal consumo;
- Il livello di attivazione per la ricerca delle cause di contaminazione e per la riduzione dei valori rinvenuti;
- Il livello guida cui si deve fare riferimento

I principali limiti in TEq utilizzati sono indicati in **tabella 2**

Valori di riferimento interni all'ASL: a scopo puramente indicativo, prima dell'emanazione della Raccomandazione UE suddetta, si è utilizzato, per i soli vegetali, il limite di rilevabilità strumentale ARPA per i PCB totali. Tale limite, di 4 microgrammi/Kg, per quanto molto diverso nella sua determinazione da quello in TEq con il quale non è in alcun caso confrontabile, è stato utilizzato come indicatore della possibile presenza di PCB nei vegetali sottoposti ad analisi

Dettaglio dei campionamenti di alimenti

Nel periodo dalla fine agosto 2001 al febbraio 2008, si sono succedute nel tempo le sette diverse campagne di prelievi di vegetali per consumo umano sopradette per un totale di 540 campioni raccolti, così ripartiti.

1) 2001-2002: sono stati analizzati 293 campioni di vegetali: 94 provenienti dall'area "Cascine" a sud della Caffaro, 69 dall'area del quartiere I Maggio, 104 da Chiesanuova, Fornaci, e 26 da altre zone della città (in gran parte dalla 4° circoscrizione a Nord di via Milano). Gli esami su tali campioni, indicati [mappa 1/alim](#), sono stati preparati dal laboratorio di Sanità Pubblica dell'ASL di Brescia ed analizzati dal Dipartimento ARPA di Brescia. Tale tecnica analitica aveva un limite di rilevamento di 4 µg/Kg.

2) 2003: sono stati raccolti 35 campioni di vegetali: 2 provenienti dall'Area- Cascine (trattatasi di funghi) e 33 dall'area di Chiesanuova. Gli esami su tali campioni, indicati in [mappa 2/alim.](#) sono stati eseguiti dal laboratorio dell'Istituto di Ricerche Farmacologiche "Mario Negri" che ha ricercato i seguenti congeneri di PCB (nomenclatura IUPAC): 77, 81, **101, 105**, 114, **118**, 123, 126, **138, 153**, 156, 157, 167, 169, **170, 180**, 189. La somma dei 7 congeneri riportati in grassetto era dichiarato rappresentare la stima al 96% del totale dei PCB presenti.

3) 2004: sono stati raccolti 27 campioni di vegetali: 24 dall'area Chiesanuova - Fornaci, 2 dall'area esterna al sito e 1 dal comune di Flero. Gli esami su tali campioni indicati in [mappa 3/alim.](#) sono stati eseguiti dal laboratorio dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale Delle Lombardia e dell'Emilia-Romagna che ha ricercato i seguenti congeneri di PCB: 28, 52, 95, 99, **101, 105**, 110, **118, 138**, 146, 149, 151, **153, 170**, 177, **180**, 183, 187. La somma dei 7 congeneri riportati in grassetto rappresentava circa il 54% della somma dei totali. Tale tecnica analitica aveva un limite di rilevamento di 0.38 µg/Kg.

4) 2005: sono stati raccolti 16 campioni nell'area del comune di Castel Mella a sud di Brescia influenzata dalle rogge che vengono da Nord (**vds. mappa 4/alim.**) . Le analisi sono state svolte dall'IZS che ha ricercato i congeneri ricercati nel precedente punto 3

5) 2006/2007: su iniziativa ASL, è stato allestito un orto sperimentale utilizzando il terreno di zone contaminate per stabilire in che misura potrebbero essere state contaminate alcune verdure eventualmente coltivate in tali aree. A tal fine sono state raccolte in 10 postazioni, all'interno del sito di interesse nazionale Brescia Caffaro e nell'ambito della zona di influenza delle rogge, altrettante aliquote di terreno (**vds. mappa 5/alim.**) . Queste sono state portate all'ITA G.Pastori di Brescia e suddivise in una serie di vasi dove sono stati coltivati i seguenti ortaggi:

- Insalate
- Pomodori
- Cavolfiori
- Zucchine

La produzione nel 2006 da cui sono stati derivati 40 campioni (10 di insalata, 11 di pomodori, 9 di cavolfiori e 10 di zucchine) è stata quindi sottoposta a ricerca dei PCB (34 congeneri) con determinazione del TEq dei 12 congeneri PCB diossino simili.

La produzione 2007 ha portato alla formazione di 75 campioni di cui

46 di zucchine

18 di pomodori

10 di cavolfiori

Le zucchine sono state coltivate nell'anno 2007 in pacciamatura ottenuta ricoprendo il terreno nei vasi con due mezzi sottovasi che lasciavano fuoriuscire solo lo stelo della pianta, così come 4 degli 11 cavolfiori.

6) estate-autunno 2007: a seguito dell'invio da parte ARPA degli esiti per la ricerca dei POP nei terreni della zona sud Chiesanuova – Fornaci si è proceduto alla raccolta di 5 campioni di mais (granella e stocco) che sono stati inviati per l'analisi al Laboratorio CoINCA di Marghera (**vds. mappa 6/alim.**)

7) autunno inverno 2007/2008: a seguito del rinvenimento di concentrazione di PCB dl e PCDD/F oltre i limiti della raccomandazione UE 6/2/2006, nel periodo febbraio 2008 sono stati raccolti nella fascia di terreno agricolo che si estende da est ad ovest nella pianura immediatamente a sud dell'abitato della Città di Brescia, 60 campioni di latte, 7 di derivati del latte e 1 di carne che sono stati inviati per le analisi al Laboratorio CoINCA e in parte al Laboratorio del IZS di Bologna per la ricerca della TEq. (**vds mappa 7/alim.**)

12.3 Risultati delle analisi sui vegetali secondo le diverse procedure analitiche adottate

Nel corso del 2002, tre campioni trovati al di sotto della soglia di rilevamento (<4 µg/Kg di PCB totali) dal laboratorio del Dipartimento ARPA di Brescia, sono stati esaminati anche presso l'Istituto "Mario Negri". Per due di tali campioni la somma dei congeneri esaminata risultava superiore alla soglia di rilevamento (18.0 e 7.6 µg/kg). Pertanto, a causa della diversità della tecnica di laboratorio impiegata e della relativa sensibilità, si è preferito procedere a confronto separato tra i campioni esaminati nel 2001-02 e quelli esaminati successivamente.

I vegetali campionati nel 2001-2002, risultano rappresentativi delle aree della Città a diversa contaminazione in quanto erano presenti anche numerosi campioni provenienti dall'area della zona "Cascine" ed a sud del quartiere I Maggio, che negli anni successivi non è stato più possibile reperire, a seguito di un'ordinanza del comune vietava l'allevamento e la coltivazione.

In totale, dei 355 campioni analizzati nell'intero periodo 2001-2004, 89 hanno dato valori di PCB rilevabili, di cui 57 risultavano avere livelli di PCB maggiori di 4 µg/Kg.

Tra i vegetali campionati nel 2001-02, quelli prodotti nella "zona Cascine" risultavano avere livelli di PCB mediamente più elevati; seguivano i vegetali prodotti nel quartiere I Maggio e nel quartiere di Chiesanuova; nessuno dei campioni provenienti da Fornaci e Villaggio Sereno e 1 solo su 26 provenienti da altre aree della città presentavano valori di PCB superiori al limite di rilevamento (**Tabella 3**). Tale andamento si notava sia in termine di percentuale di vegetali con valori di PCB sopra la soglia di rilevamento, sia in termini di concentrazioni medie o di 95° centile di PCB espresse in µg/Kg.

I campionamenti eseguiti nel 2003 e nel 2004 confermavano la presenza di contaminazione dei vegetali prodotti nei quartieri di Chiesanuova e Fornaci consentivano di rilevare la contaminazione anche in quelli prodotti nella zona Fornaci (**Tabella 4**) con un livello di inquinamento inferiore rispetto a quanto riscontrato nell'area Cascine, comunque superiore rispetto ai vegetali prodotti in altre aree della città a minor inquinamento ambientale da PCB.

Deve essere tenuto presente che i 18 valori più elevati di PCB (quelli uguali o superiori al 95° centile), si riscontravano quasi esclusivamente tra i vegetali prodotti nella zona "Cascine" (n° 15), 2 provenivano dal Quartiere Chiesanuova e 1 dal quartiere di Chiesanuova sud/Fornaci.

I campionamenti dell'anno 2005 tutti effettuati nel comune di Castel Mella, hanno riguardato n. 12 alimenti vegetali e n. 4 animali. I risultati riportati in **tabella 5** hanno confermato quanto già emerso ed indicato in tabella 4 e cioè che più ci si allontana dalla zona di maggiore inquinamento del suolo vicino allo stabilimento Caffaro minore è la concentrazione nei vegetali di PCB ad eccezione delle zucchine, concentratori di queste sostanze, e degli alimenti di origine animale ugualmente concentratori; in totale, comunque, solo 2 campioni su 12 presentavano valori superiori alla soglia.

Nell'estate – autunno 2007, nell'ambito della vicenda latte, sono stati prelevati dai siti agricoli coltivati a mais presenti nella parte a sud di Chiesanuova (Fornaci) 5 campioni di granella e stocco di mais (vds mappa 6). I campioni sono stati analizzati dal Laboratorio CoINCA. I risultati di queste indagini unitamente a quelle sui campioni di frumento, di orzo e mais prelevati negli anni 2002 – 2004, riportati in tabella 6, hanno dimostrato la conformità per il consumo della quasi totalità dei campioni.

I campionamenti dell'orto sperimentale. I campionamenti dell'orto sperimentale allestito come sopra indicato hanno fino ad oggi interessato due stagioni di coltivazione (2006/2007) ed una terza è in previsione. Lo studio come prima accennato, è cominciato col prelievo in 10 posizioni, georeferenziate, di aliquote di terreno perlopiù entro il perimetro del sito inquinato.

Il terreno è stato portato per la coltivazione degli ortaggi all'ITA PASTORI dove ad opera dei tecnici dell'Istituto sono state allestite le colture di vegetali, dando la preferenza agli ortaggi di maggiore coltivazione quali pomodori, cavoli, insalate e zucchine. Da ogni aliquota di terreno, prima dell'allestimento delle colture, è stato prelevato un campione che è stato conferito all'ARPA di Brescia per la determinazione del contenuto di POP (**tabella 7**). I risultati di queste determinazioni hanno dato valori non coincidenti con la contaminazione attribuita alle zone di prelievo delle aliquote da precedenti indagini ARPA, ma questo si ritiene rientri nella variabilità

dell'inquinamento dei suoli in rapporto alle modalità di propagazione degli inquinanti. Dopo l'allestimento delle colture, con cadenza pressoché quindicinale, i tecnici ASL si sono recati presso l'orto raccogliendo i prodotti progressivamente giunti a maturazione. Nel caso di pomodori zucchine e cavolfiori i frutti erano spiccati direttamente dalle piante. Nel caso dell'insalata il cespo era raccolto tagliando la parte epigea dalle radici, lasciate nel terreno. I vegetali raccolti, erano immediatamente portati al Laboratorio di Sanità Pubblica dell'ASL dove, previa eliminazione delle parti non commestibili, si provvedeva al lavaggio in acqua corrente ed asciugatura in centrifuga degli ortaggi in 4 passaggi successivi. Gli ortaggi erano poi ulteriormente asciugati con carta assorbente commerciale ed omogeneizzati. Il prodotto posto in contenitori plastici da 200 cc con tappo a vite è stato posto in congelatore in attesa delle successive analisi.

Sulla produzione dell'orto sperimentale, anno 2006, sono state svolte analisi per la ricerca dei PCB dalla Cattedra di Igiene Industriale dell'Università di Brescia. Le ricerche hanno riguardato 34 congeneri totali fra i quali i 12 PCB dioxin like (PCB – dl) valutati in termini di TEq. I risultati di questa ricerca sono esposti in **tabella 8**. Dalla loro lettura si evince che:

- In nessun campione è superato il limite di 0.2 ng/Kg in PCB – dl, indicato dalla raccomandazione UE 6/2/2006; la normativa tuttavia prevede la misura del TEq da PCB, PCDD e PCDF. Pertanto, la misura del TEq dei soli PCB non deve essere considerata conclusiva, perché PCDD e PCDF, che, come appare dall'indagine ISS, contribuiscono in modo rilevante al TEq totale di POP, non sono ancora stati determinati.
- Considerando la somma dei 34 congeneri di PCB espressi in concentrazione totale si è visto che:
 - Le zucchine hanno un contenuto medio di 28,04 ng/Kg con mediana 27.80 ed un range che va da 3.60 a 58.10 ng/Kg
 - Le insalate presentano un contenuto medio di 7.14 ng/Kg con mediana 8.10 ed un range che va da 2 a 28.60 ng/KG
 - I cavoli hanno un contenuto medio di 0.65 ng/Kg con mediana 0.50 ed un range che va da 0.00 a 2.80 ng/Kg
 - I pomodori hanno un contenuto medio di 2 ng/Kg con mediana 1.15 ed un range che va da 0.80 a 3.80 ng/Kg.

Lo studio è tuttora in corso e si concluderà con la determinazione della concentrazione di PCDD e PCDF da parte di un laboratorio in via di individuazione.

Si noti come, per ogni campione di terreno, la concentrazione di PCB nelle zucchine sia da 2 a 25 volte superiore rispetto a quella di insalate e pomodori, e ancora più alta rispetto ai cavolfiori.

L'assenza di correlazione delle misure negli alimenti con quelle nei suoli (tab. 7 e 8) è probabilmente dovuta alla forte disomogeneità dei suoli esaminati ed alla piccola quantità del campione di terreno utilizzato per la misura. Considerando il fatto che i suoli provenivano tutti da aree fortemente contaminate, il risultato osservato appare coerente con le precedenti determinazioni; ad esempio, pressoché tutti i campioni di zucchine risultano superiori al limite di 4 µg/Kg di PCB totali.

La contaminazione del latte vaccino.

Il gruppo di lavoro è stato coinvolto in questa specifica problematica a seguito della dimostrazione di concentrazioni elevate di POP nel latte prodotto dalla Cascina Motta, con sede in Brescia, zona Fornaci.

L'indagine sui POPs nel latte dato il rilievo assoluto che il tema ha nella sanità pubblica è stato esteso anche a aree della città e dell'hinterland al di fuori del sito di interesse nazionale ed ha dato luogo ad approfondimenti di carattere più generali in cui l'ASL ha svolto un ruolo primario.

Si tiene comunque a precisare che il problema latte, del quale si è accennato nel precedente paragrafo, è stato al centro dell'attenzione dell'ASL fin dagli esordi della vicenda "Caffaro".

Si ricorda che proprio nelle fasi preliminari, nell'estate del 2001, l'attenzione degli operatori si era concentrata sulla piccole realtà agricole presenti nella zona immediatamente a sud dello stabilimento.

Qui erano, infatti, attive alcune stalle con pochi capi allevati per il consumo familiare o per la commercializzazione, su scala molto ridotta, di carne, con 1 o 2 capi in lattazione.

L'analisi di questo latte aveva subito rilevato la sua contaminazione ad opera di PCB in concentrazioni oltre il limite allora vigente (contenuto in una raccomandazione I.S.S.) di 100 ng/g di grasso.

Tale scoperta aveva indotto ad ampliare la ricerca dei PCB nel latte di tutte le stalle presenti in Brescia e suo hinterland che, come si può vedere nella **Tabella 9**, erano risultate entro il limite sopra riportato ad eccezione, come detto, dei campioni di latte riportati nelle prime 4 righe, relativi alle stalle, poi chiuse, ubicate entro i confini del sito d'interesse nazionale Brescia Caffaro, nei terreni immediatamente a sud dei confini dello stabilimento (zona "Cascine").

L'abbattimento delle poche vacche lattifere e degli altri animali da cortile presenti nell'area, poi dichiarata, con D.M.A. 24.02.03, "sito d'interesse nazionale" aveva, di fatto, esaurito la ricerca di altre stalle e di altri prodotti zootecnici nelle zone progressivamente sottoposte ad indagine ARPA. Ciò in quanto, le successive zone di approfondimento delle ricerche da parte ASL ed ARPA, intensamente edificate, non offrivano matrici che potessero essere oggetto di ricerca di POP, come le precedenti (carni, latte ed uova).

Nel frattempo, però, a seguito del contratto stipulato con ISS, alcuni campioni di terreno, latte, vegetali, carni, siero umano riconducibili al territorio del sito d'interesse nazionale, furono sottoposti ad analisi, nell'ambito di una ricerca volta a ricostruire il percorso dei contaminanti dall'ambiente all'uomo.

In tale ricerca, fu impiegata, diversamente da quanto fatto quasi sempre in precedenza, per l'espressione dei risultati delle analisi sui POP, la metodologia della Tossicità Equivalente (TEq). Essa consentì di stabilire, in questi termini, anche la tossicità equivalente del latte del 2001, conservato fino ad allora, che risultò di 15.96 e 21.29 pg/g di grasso rispettivamente per le due stalle, site nella zona "Cascine".

Negli anni fino al 2006, i controlli sulla filiera di distribuzione del latte ad uso umano continuarono con la metodica sopra indicata di ricerca ponderale dei PCB (7 o 18 congeneri a seconda dei laboratori di riferimento) e con l'adozione del limite di 100 ng/g di grasso.

Nell'anno 2006, poi, fu pubblicato il Regolamento UE 1881 che stabiliva per il latte i nuovi limiti in TEq di 6.0 pg/g di grasso (con un massimo di 3.0 pg/g di grasso per la somma in TEq di PCDD e PCDF). Tale limite, entrato in vigore il 1.3.07, era accompagnato anche dalla pubblicazione di una raccomandazione UE (n. 88/06) che stabiliva, per parte sua, un limite di attivazione dell'autorità competente per la ricerca delle cause dell'inquinamento e per la sua riduzione, al superamento della concentrazione di 2.0 pg/g di grasso di PCDD + PCDF o di PCB.

Su questa base normativa, quando, nell'estate u.s., si resero disponibili gli esiti delle analisi ARPA sui terreni della zona a sud di Chiesanuova, fra l'autostrada ed il confine a sud con Castel Mella, si constatò che tali esiti deponavano per la contaminazione di questi terreni da PCB e PCDD/F, in misura progressivamente decrescente rispetto al sito d'interesse nazionale prossimo allo stabilimento Caffaro, in stretta correlazione con la collocazione delle rogge.

L'attenzione degli operatori si rivolse, pertanto, ai prodotti agro zootecnici. Questo perché erano presenti nell'area produzioni agricole (mais e fieno soprattutto) e zootecniche (latte e carne) e perché, nonostante le concentrazioni nei terreni fossero nella maggior parte dei casi modeste, la bio - accumulabilità di questi composti nei grassi costituenti il latte, le carni e gli altri prodotti zootecnici imponeva la loro ricerca.

Il latte dell'unica stalla presente in zona, assieme alla granella di mais, fu inviato al laboratorio Co.IN.C.A. di Venezia.

L'esito di queste indagini, da un lato, fornì valori appena al di sotto del limite predetto di 6 pg/g di grasso, imponendo, a motivo del superamento del limite di attivazione di 2 pg/g di grasso, l'esecuzione di altre indagini sul latte.

Con il concorso della Centrale del latte di Brescia, del "Centro miglioramento latte" dell'Amministrazione Provinciale, dell'Assessorato all'Agricoltura dell'Amministrazione Provinciale, dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale di Brescia fu decisa una prima estensione delle indagini.

In questo senso, un contributo fondamentale fu fornito dalla Direzione della Centrale del latte di Brescia che dispose, in autocontrollo, le necessarie analisi.

Inizialmente, queste consistettero nella predisposizione di un "giro di raccolta latte" anomalo, diverso cioè da quelli usuali, comprendente tutte le aziende che, per contiguità, con i loro campi di fienagione ad insediamenti produttivi, potevano presentare anomalie nel latte prodotto.

I risultati dell'indagine sul giro di campionamento diverso rispetto a quello di normale raccolta del latte, in quanto finalizzato all'indagine sui soli conferenti ubicati in Comune di Brescia ed hinterland sono riportati nella **tabella 10**. In totale, sono stati riscontrati 7 campioni di latte, su 75 totali esaminati appena al di fuori dei limiti del Regolamento UE 1881/06 (6 pg/g di grasso in Teq di PCB + PCDD/F)

Nella [mappa 7 alim.](#) è indicata, in planimetria, l'ubicazione delle aziende agricole con i relativi campi di coltivazione oggetto delle indagini. Agli atti dell'ASL furono acquisite anche le schede predisposte dall'Assessorato all'agricoltura della Provincia, con riportate le coltivazioni di ogni singola parcella catastale in uso ad ognuna delle Aziende sottoposte ad indagine.

Dall'indagine conseguì l'immediata esclusione dal conferimento alla Centrale delle stalle con latte oltre i limiti del Regol. UE 1881/06, esclusione che si è protratta fino a che, a seguito del trattamento dietetico delle vacche, posto in opera dal "Centro latte" con il concorso dell'IZS, i valori dei POP nel latte venduto non sono rientrati entro i limiti di legge, pur rimanendo, comunque, oltre la soglia "di attenzione" fissata dalla Raccomandazione UE 88/06.

La presenza cioè di una situazione degna di attenzione è attestata anche da un'analisi pervenuta in data 18 gennaio u.s., relativa alla presenza di POP nella carni di una bovina primipara, termine lattazione, macellata per eutanasia e proveniente da una delle aziende escluse dal conferimento. Quest'ultima ha presentato, nel grasso delle sue carni, concentrazioni di POP, e soprattutto di PCB, oltre i limiti del predetto regol. UE 1881/06.

Contemporaneamente a tali indagini sui singoli allevamenti, ASL, IZS, Centro Latte ed A.P. hanno deciso di procedere al controllo di tutti i prodotti della Centrale sottoponendo ad analisi latte, mascarpone yogurth e latte bio. I limiti regolamentari non sono mai risultati superati in tutti questi campioni, rilevandosi comunque sporadici superamenti dei valori di attivazione, fatta eccezione per i prodotti "bio", conformi ad entrambe le indicazioni di norma. Anche il latte di due stalle conferenti a distributori diversi dalla Centrale ha dato esiti favorevoli rispetto ad entrambe le normative.

La situazione appena illustrata è stata portata a conoscenza dell'A.G. con specifica informativa redatta dagli u.p.g. dell'ASL, Dipartimenti di Prevenzione Medica e Veterinaria.

12.4 riepilogo globale dei risultati delle differenti campagne di campionamento.

Nella **tabella 11** sono riassunti gli esiti delle differenti tornate di campionamento degli alimenti svolte dal 2001 ad oggi con la sola esclusione di quelle eseguite dall'ISS nell'ambito dell'indagine commissionata e riportata nel capitolo 13. Dalla lettura di questa tabella si vede come nel periodo 2001 ad oggi ogni anno siano state condotte campagne sugli alimenti attraverso campionamenti progressivamente più mirati agli alimenti di più vasto consumo e più sensibili alla contaminazione da POP. Dall'esigenza iniziale, infatti, di avere una visione di insieme della contaminazione attraverso campionamenti diffusi si è nel tempo passati ad esaminare specie che indicassero il rischio di incorporazione diretta o indiretta di POP da parte dei consumatori.

Campagne del primo tipo sono state quelle del 2001, del 2002 del 2004 e del 2005 relativamente al comune di Castel Mella. Già nel 2003, però, con i campionamenti dell'Istituto Mario Negri, ma, soprattutto, nel 2005, l'obiettivo principale è divenuto la ricerca della possibilità di trasferimento della contaminazione nell'ambito della valutazione del rischio per le persone dimoranti nelle aree contaminate. Il passaggio dalla prima alla seconda tipologia di ricerche è stato indotto dagli esiti degli indagini ISS 2003 -2005 (vds cap 14). Questa ricerca, che ha preso in considerazione oltre i terreni contaminati, i foraggi, le carni degli animali che si erano nutriti dei foraggi, il loro latte ed il siero dei soggetti consumatori di tali prodotti, ha dimostrato il percorso della contaminazione dall'ambiente all'uomo e la possibilità per i consumatori di assumere con i vegetali contaminati e con i grassi della dieta derivanti da prodotti animali contaminati, i POP.

Un altro motivo che ha portato alla ricerca negli alimenti, senza più attribuire agli stessi il solo ruolo di indicatori della contaminazione ambientale, è stato il progressivo avanzamento delle indagini ARPA che hanno fornito, per buona parte dei suoli considerati, le indicazioni sull'inquinamento dei suoli stessi

Attualmente, si dispone degli esiti della maggior parte (470) di queste 540 indagini con 321 esiti conformi rispetto ai limiti adottati nel tempo, 149 esiti non favorevoli, mentre per 70 campioni si è ancora in attesa del risultato.

Si rileva come siano state impiegate metodiche differenti per la determinazione dei POP. Quasi sempre è stata usata la metodologia della gascromatografia ad alta risoluzione, accompagnata da "cattura elettronica" o "massa ad alta risoluzione". Le indicazioni provenienti dagli alimenti hanno comunque fornito informazioni utili sull'origine della contaminazione ambientale della Città, anche al di fuori del sito Caffaro di usuale riferimento.

Tipologia di vegetali esaminati. Durante i primi campionamenti sono stati analizzati diversi tipi di vegetali. Nelle **tabelle 12 e 13** sono riportati i tipi di vegetali per i quali erano disponibili almeno 2 campioni, con le percentuali di campioni con livelli di PCB superiori alla soglia di rilevamento e i livelli di PCB riscontrati. Si noti come nessuna di tali specie vegetali sia risultata esente da contaminazione, anche se esiste un'ampia variabilità nelle concentrazioni di PCB riscontrati, espressi per Kg di vegetale. I 2 campioni di insalata e radicchio che risultano avere valori molto elevati ($>1000 \mu\text{g}/\text{Kg}$) potrebbero essere stati contaminati da terreno, in quanto, all'inizio delle indagini, sono stati analizzati campioni non sottoposti a lavaggio preliminare e quindi potenzialmente contaminati da terriccio. I pomodori presentano invece livelli più bassi ($<1 \mu\text{g}/\text{Kg}$), perché, presumibilmente, meno contaminati dal terreno. All'inizio della campagna di campionamento, nell'autunno 2001, i pomodori non erano stati raccolti in quanto la stagione era troppo avanzata.

Si precisa che il rosmarino è stato utilizzato come tracciante elettivo dei PCB, dato il suo alto contenuto di oli essenziali.

Nelle indagini successive sono stati analizzati alimenti specifici in rapporto, per le ragioni appena indicate, alla possibilità di trasferire i POP all'uomo, direttamente o indirettamente. E' stato questo il caso dell'indagine eseguita dall'Istituto Mario Negri che ha evidenziato come il mais e la maggior parte dei cereali non veicolino l'inquinamento con le loro granelle. Questa evidenza è stata confermata relativamente al mais anche dall'indagine CoINCA nel 2007 (vedasi tabella 6).

Ricerche bibliografiche condotte nel 2005 sulla sensibilità di alcuni vegetali all'incorporazione di PCB accertare che gli studi effettuati sulle piante di pomodoro e di orzo hanno mostrato che:

- la concentrazione dei PCB rilevata nelle piante varia inversamente al numero di atomi di cloro sostituenti nel congenere;
- l'adsorbimento dei vapori di PCB è un processo importante nella traslocazione dei PCB;
- la traslocazione dei PCB all'interno degli steli è molto bassa;
- il meccanismo di uptake ed il metabolismo non sono differenti nei mono o dicotiledoni;
- più del 95% dei PCB rimane nell'epidermide di steli e foglie, mostrando un basso o assente metabolismo dei congeneri nel sistema delle piante.

Nel caso delle carote sono stati condotti esperimenti su questi vegetali per valutare l'ammontare di specifici congeneri di PCB nelle carote e per valutare l'influenza di alcune caratteristiche del suolo sull'uptake da parte di queste piante.¹

Si è evidenziato così un accumulo di PCB nelle radici compreso tra 7 e 16 µg/Kg, con una media su tutti i possibili congeneri di 5.39 µg/Kg.

Le concentrazioni rilevate hanno mostrato un decremento nell'ordine:

- epidermide
- estremità superiore
- centro della carota.

L'incremento delle concentrazioni di PCB nelle radici delle carote è in maniera predominante associato con lo strato epidermico superiore e non con la parte interna, ed è stato quantificato nel 97% rispetto al totale, in una porzione che rappresenta solo il 14% del peso complessivo della pianta.

Per quanto riguarda le cucurbitacee si è rilevato che le zucchine assorbono grandi quantità di policlorodibenzo-p-diossine e policlorodibenzofurani (PCDD e PCDF) attraverso le radici e che una molecola prodotta da zucchine e rilasciata nelle radici forma dei complessi con i contaminanti. Questo complesso presenta una grande solubilità in acqua e quindi una più elevata mobilità, incrementando il trasferimento nell'apoplasto. Dopo la sua diffusione attraverso la membrana plasmatica, esso viene ulteriormente complessato da molecole presenti nel sistema vascolare delle piante. Ciò spiegherebbe la presenza di diossine nelle foglie ma anche il suo forte accumulo negli steli.

Confronto tra contaminazione dei suoli e degli alimenti vegetali. Il confronto dei dati di contaminazione degli alimenti con quelli della contaminazione dei suoli, riportata in capitolo 7, mostra che:

- 1) la contaminazione è più elevata nell'area "Cascine", si riduce nei quartieri I Maggio, Chiesanuova e Fornaci ed è praticamente assente nel Villaggio Sereno e nelle aree non confinanti ed in comune di Castel Mella;
- 2) la contaminazione all'interno delle stesse aree si presenta:
 - elevata, pur con una qualche variabilità, nell'area Cascine;
 - con grande eterogeneità nei quartieri I Maggio, Chiesanuova, Fornaci e comune di Castel Mella ove solo in alcuni punti vi è contaminazione talvolta elevata, senza tuttavia raggiungere i valori riscontrati nell'area "Cascine";
 - assente o a livelli molto inferiori alle precedenti nel Villaggio Sereno e nelle aree esterne.

Si noti che tale quadro è pressoché sovrapponibile a quanto si riscontra per i livelli di PCB ematici nei residenti nelle diverse aree come riportati nell'indagine di popolazione nel Cap. 13.

12.5 Considerazioni conclusive sulle indagini svolte:

Gli alimenti maggiormente interessati, come si è potuto vedere, dalla contaminazione, sono principalmente quelli di origine animale, quali carni, latte, uova e pesci, anche se taluni vegetali (zucchina, stocco di mais, cicorie) presentano concentrazioni di POP superiori ai limiti di rilevabilità nel loro interno (zucchina), o sulla loro superficie, nel terreno trattenuto dal fogliame (cicorie) o entrambe (stocco di mais, parte più prossima al suolo).

Lo studio dei meccanismi di trasferimento di queste sostanze è di cruciale importanza per interrompere la catena di contaminazione dall'ambiente all'essere umano.

L'insieme delle indagini svolte mostra che la maggior concentrazione si registra negli alimenti della zona "Cascine", area che nel tempo è stata oggetto di progressiva urbanizzazione, predando l'iniziale vocazione agricola per divenire sede d'insediamenti produttivi, commerciali ed abitativi.

Sono rimaste diverse aree agricole, per la produzione di granaglie e foraggio impiegato nell'allevamento locale del bestiame nelle quali hanno fatto sentire i propri effetti gli insediamenti produttivi stabilitisi nel tempo. Questi ultimi in diversa misura hanno contaminato il suolo, per vie diverse a seconda dei cicli produttivi.

Gli esiti delle indagini svolte sul latte, sulla carne e su prodotti alimentari diversi inducono a ritenere che, sia pure con modalità differenti, l'intera area a sud della Città, sia, in via generale, disomogeneamente interessata da un inquinamento diffuso che, diversamente da quanto ipotizzato in passato, riconosce più di un'origine, e precisamente:

- Un'origine ampiamente dimostrata dalle lavorazioni esercitate dalla ditta "Caffaro" negli anni di produzione dei PCB (1935 – 1984 circa)
- Un'origine dalla deposizione sul suolo di POP derivanti dalle emissioni in atmosfera e successive ricadute da parte degli insediamenti produttivi di metallurgia secondaria.
- Un'origine dall'immissione diretta sul suolo e nei suoi strati superficiali di rifiuti contenenti POP con ri - sollevamento di polveri in fase di movimentazione dei rifiuti o per effetto dei venti.

Nel territorio a sud della Città sono presenti infatti sia insediamenti produttivi che discariche di rifiuti industriali alcune autorizzate ed altre abusive, che, con le loro immissioni nel territorio, hanno contribuito alla contaminazione del latte da POP.

Sembra, invece di poter escludere un contributo di rilievo da parte dell'impianto di termovalorizzazione dei r.s.u. ed assimilabili ex ASM, ora "a2a", sia per la sua relativamente recente installazione (1998) sia perché, in fase di sua realizzazione, il problema dei POP era già conosciuto ed è stato affrontato con il controllo delle temperature di combustione dei rifiuti, costantemente mantenuta attorno ai 1000 °C e con l'installazione un sistema di relativo controllo. Infine, i controlli di POP nelle emissioni, effettuati tre volte l'anno dall'Istituto "M. Negri" di Milano, hanno consentito di stabilire che i valori di emissione sono entro i limiti della norma.

Per quanto riguarda il latte sono stati riscontrati alcuni campioni con valori elevati di PCB, tuttavia nel latte della centrale, ottenuto dalla miscelazione dei prodotti di diverse aziende la presenza dei POP è sempre risultata in concentrazioni al di sotto dei limiti regolamentari nel latte al consumo.

L'intervento del "centro Risanamento Latte" della A. Provinciale e dell'IZS con trattamento dietetico delle vacche risultate produttrici di latte inquinato ha ulteriormente contribuito al miglioramento della qualità del latte nella zona a rischio. Peraltro il rinvenimento dei POP in concentrazioni oltre i limiti nelle carni degli animali lattiferi dimostrato sia nello studio ISS/ASL del 2003/04, sia nelle analisi della bovina "ITA Pastori", pone l'attenzione sulla necessità di controlli regolari sugli animali produttori.

Deve essere infine ricordato che non sono stati ancora fissati dalla UE i valori guida cui far riferimento per la concentrazione dei POP nel latte.

Le indagini fin qui condotte hanno avuto due principali obiettivi e, quindi, sulle decisioni da prendere in termini di divieto di coltivazione ed allevamento:

1. decidere sulla ammissibilità al consumo degli alimenti indagati,
2. raccogliere dati utili a delimitare l'area contaminata da composti, quali PCB, PCDF, PCDD, trasferibili agli alimenti.

Per il primo obiettivo, di carattere sanitario, si è fatto riferimento nel tempo:

a) ai limiti indicati dall'ISS, per quanto riguarda gli alimenti di origine animale (uova, latte e carni) per decidere la loro ammissione od esclusione dal consumo umano o zootecnico.

b) alla raccomandazione UE 2001/02, che sono stati presi in esame, in assenza di diverse indicazioni, per i vegetali, a partire dalla loro emanazione nella primavera dell'anno 2002. A

proposito di questi ultimi valori, espressi in TEq, deve essere specificato che essi erano riferiti alla sola contaminazione da diossine/furani, mentre, per quanto riguarda i PCB, si sarebbero dovute attendere ulteriori indicazioni dalla Commissione che li aveva proposti. Si tenga però presente che nella situazione bresciana i 12 PCB dioxin like costituiscono solo una piccola parte della quantità totale dei PCB riscontrati in terreni, alimenti e persone (vds studio ISS in Cap. 14) e che la TEq dei PCB dioxin like è circa il 50% della TEq totale (vedi studio ISS di cui in Cap. 14);

c) ai limiti della normativa UE emanata nel corso dell'anno 2006 (regol. 1881/06 e Raccomandazione 06.02.06): il Regolamento indica i limiti di POP e di altri composti chimici per l'esclusione dal consumo umano degli alimenti di origine animale, mentre la Raccomandazione esplicita i valori per l'attivazione di iniziative di indagine e tutela della salute del consumatore.

La conseguenza dell'applicazione dei limiti ISS per gli alimenti di origine animale ha portato all'esclusione dal consumo umano di latte, carni, uova prodotti della zona "Cascine", poi estesa all'area del quartiere Chiesanuova, e confermata dalla normativa UE 2006.

Nelle aree sud Chiesanuova/Fornaci e Castel Mella, nelle quali sono pure stati raccolti ed analizzati campioni di alimenti di origine animale e di latte, si sono rinvenuti superamenti per le uova, mentre il latte dell'unico produttore presente era appena al di sotto del limite indicato dal Regol. UE 1818/06, e oltre il limite di attivazione della raccomandazione UE 6.2.06. In queste ultime aree si ricorda che le prime indagini svolte sul latte prodotto "in loco" avevano dimostrato, diversamente dall'area "Cascine", concentrazioni di PCB inferiori al limite di 100 ng/g di grasso indicato dall'ISS nel 1999, per cui non era stato assunto alcun provvedimento di divieto. Tale ultima determinazione è stata, pertanto, annullata dall'applicazione della recente normativa UE 2006. Dall'indagine infatti svolta nel corso del 2007 – 2008 è emerso che nel latte delle stalle attorno a Brescia le concentrazioni di POP rinvenute si pongono nel 6.3 % dei casi oltre il limite di esclusione al consumo del regolamento 1881/2006 mentre nel 50.0 % dei casi i valori riscontrati sono oltre il valore limite di attivazione della raccomandazione UE 2006. Le misure adottate riguardanti l'alimentazione del bestiame hanno fatto rientrare la concentrazione entro il limite indicato dal Regolamento, ma queste concentrazioni permangono oltre il limite delle Raccomandazione UE 6.2.06 e ciò rende indispensabile l'adozione delle indagini e dei provvedimenti previsti dalla norma. Deve essere rilevato che la localizzazione delle aziende agricole produttrici di latte con presenza di POP sopra i limiti di legge ([vds. mappatura7/alim.](#)) induce a ritenere come la contaminazione di questo alimento abbia origini diverse dall'inquinamento prodotto dalla Caffaro, considerata la distanza delle aziende da quest'ultimo insediamento produttivo.

Per quanto riguarda i vegetali, a seconda della loro specie e del loro impiego devono essere avanzate le seguenti considerazioni:

- nel caso del **fieno**, mescolanza di differenti specie erbacee, si è ipotizzata, in rapporto alla presenza nei terreni di composti organo clorurati, la possibilità di una contaminazione riportata dal terreno sul fieno dalle operazioni agricole di falciatura, essiccazione su campo, rivolgimento, raccolta mediante rastrellatura. Essendosi poi dimostrata, nell'ambito dei controlli sugli ortaggi del 2005, mediante doppia analisi su vegetali lavati e non lavati, eseguita dall'Istituto M. Negri, l'effettiva possibilità di trasporto sulla superficie esterna degli inquinanti, poi riscontrati nei prodotti animali, si è esclusa la coltivazione nelle zone inquinate del fieno, imponendo la distruzione delle aliquote ancora presenti in cascina.
- Nel caso delle **granaglie**, coltivate in zone con terreno contaminato prima della promulgazione dell'ordinanza di non utilizzo dei suoli stessi ed appartenenti a specie differenti (mais, frumento, orzo), l'analisi effettuata presso l'istituto "M. Negri" di Milano, ha dato esito negativo per la presenza di PCB e di PCDD/PCDF. Conseguentemente, le partite di granaglie giacenti presso i diversi siti di stoccaggio, sono state immesse al consumo. Successive coltivazioni non hanno potuto esser messe a dimora per la cogenza delle limitazioni imposte con specifica ordinanza. Le indagini del 2007 hanno confermato

questa evidenza (tabella 6) dimostrando che non si verifica la contaminazione della granello di mais da POP nonostante la contaminazione del terreno.

- Nel caso dei **prodotti orticoli**, a motivo dell'alta variabilità delle specie raccolte e coltivate, è stata adottata una decisione univoca. La contestuale coltivazione di essenze che, come il rosmarino, possono accumulare nei loro lipidi composti organoclorurati persistenti, con altri prodotti che invece non sono risultati contaminati, hanno indotto l'ASL a chiedere che, comunque, senza distinzione, fosse esclusa dal consumo la produzione orticola coltivata su terreno contaminato.

Per quanto riguarda il secondo obiettivo, che è quello di raccogliere dati utili a delimitare l'area contaminata da composti quali PCB, PCDF, PCDD, trasferibili agli alimenti, si è invece preso inizialmente in considerazione il limite strumentale ASL/ARPA di 4 microgrammi/Kg di alimento, riferito ai PCB totali. Esso è stato adoperato, in fase iniziale, al solo scopo di valutare la presenza o l'assenza di PCB nei vegetali e quindi, indirettamente, nel terreno dove erano stati coltivati. A tal fine, soprattutto all'inizio delle indagini, sono stati prelevati ed analizzati vegetali come il rosmarino che per la presenza nel loro interno di oli essenziali, o di sostanze grasse, si comportavano da concentratori dei PCB. I risultati hanno consentito d'individuare una prima area di forte interessamento, coincidente con quella della "zona Cascine". Si sottolinea, comunque, che anche all'esterno di detta area, soprattutto in direzione sud, si sono avuti, in taluni casi, riscontri positivi per presenza di PCB in vegetali. Quest'ultima circostanza, avvalorata dai riscontri ARPA sui sedimenti dei vasi irrigui, ha fatto pensare che la contaminazione del territorio si estendesse, come poi dimostrato, anche oltre i limiti geografici della "zona cascine", soprattutto a sud della stessa. Tale approccio metodologico è stato utilizzato anche nel 2005 quando si è trattato di intraprendere indagini al di fuori del comune di Brescia nell'ambito dei comuni di Castel Mella e Flero. La presenza di POP negli alimenti è stata considerata anche indicatore di contaminazione del suolo dove erano stati coltivati soprattutto i foraggi impiegati nella zootecnia ed ha spinto ad effettuare altre indagini.

A conferma di quanto sopra l'esito delle indagini dell'I.S.S. hanno mostrato sui seguenti campioni provenienti dall'area "Cascine":

- grasso peri-renale dei bovini: concentrazioni elevate di PCDD/F e PCB con netta prevalenza in termini di TEq di questi ultimi: anche DDT e composti simili (DDD – DDE) sono presenti a livelli elevati.
- fegato dei bovini: concentrazioni di PCB sono inferiori al grasso perirenale anche se DDT e similari sono maggiori che nel grasso peri-renale;
- latte vaccino: valori elevati di PCDD/F e di PCB, inferiori comunque a quelli del grasso peri-renale;
- fieno: valori elevati in senso assoluto
- terreno: contaminazione elevata in termini di TEq, con contributo marcato di PCB "dioxin like" (50% circa della TEq totale) una presenza di contaminazione da DDT e composti similari.

I risultati delle analisi sulle diverse matrici mostrano, visti nell'insieme:

- la presenza di elevati livelli di PCB PCDD PCDF in alcune matrici animali, vegetali, ambientali ed umane,
- la correlazione tra i valori dei singoli contaminanti nelle varie matrici specie terreno/fieno/bovini /uomo
- una rassomiglianza dei profili di contaminazione dei diversi congeneri nelle stesse matrici
- la determinazione di contaminanti anche diversi da PCB/PCDD/PCDF in pool di sieri derivati da popolazioni della Città con diverso grado di esposizione a PCB.

La correlazione fra profili degli inquinanti, rilevati sui terreni e sui fieni, suggerisce che in questi ultimi vi sia presenza di PCB di condensazione oltre che di deposizione, mentre il confronto fra

profili dei terreni indica un'origine comune. Ciò suggerisce una fonte industriale unica di esposizione soprattutto a PCB e, in misura minore a PCDD/F.

Il confronto fra serie di dati dell'indagine ISS e quello di altre indagini con determinazione di PCB in altri laboratori mostra risultati sostanzialmente simili.

I risultati esposti permettono di avanzare infine le seguenti osservazioni:

- A. E' presente una contaminazione degli alimenti vegetali per uso umano, che raggiunge il livello più elevato nei vegetali prodotti nella zona "Cascine", diminuendo nei quartieri Primo Maggio Chiesanuova con concentrazioni, ancora inferiori, anche nel quartiere Sud Chiesanuova/Fornaci ed in Comune di Castel Mella.
- B. I dati di contaminazione degli alimenti animali per uso umano mostrano una chiara associazione sia con i dati della contaminazione dei terreni sia con i livelli di PCB nel siero dei soggetti che hanno consumato tali alimenti, provenienti da tale aree: tale associazione conferma l'ipotesi di un passaggio dei PCB dai terreni ai vegetali e quindi ai consumatori di tali alimenti, attraverso gli animali ed i loro prodotti.
- C. Non è possibile giungere a conclusioni definitive sull'entità della contaminazione delle specifiche tipologie di vegetali, ad esclusione della granella di mais che non è mai risultata incorporare POP. La concentrazione elevata di PCB in alcuni campioni è probabilmente dovuta alla presenza di residui di terriccio e contaminanti nel vegetale stesso. In ogni caso non si può escludere che alcuni alimenti vegetali si comportino da veicoli diretti dei PCB e degli organoclorurati in genere.
- D. Per quanto i POP più volte chiamati in causa nel loro percorso dal suolo all'organismo umano attraverso i vegetali e/o gli animali possano, a motivo della diversa struttura degli organi di accumulo, presentare concentrazioni differenti nelle diverse matrici, in genere si vede una buona correlazione fra concentrazioni di PCB, PCDD/F nei diversi campioni, per cui si può dire che i PCB, oltre che agenti potenzialmente tossici di per sé, si comportano anche da indicatori della presenza di PCDD e di PCDF