

**ESPERIENZA DELL'APAT SULLE PROBLEMATICHE RIFERITE AL
COMPORTAMENTO DI INQUINANTI PERSISTENTI IN CAMPANIA**

Ing. Daniela Cardilli

Tutor: Ing. Carlo Ottavi

PREFAZIONE

Nel 2001, a seguito di un intervento del Ministero della salute tendente ad accertare la presenza di sostanze nocive negli animali viventi e nei prodotti dei loro allevamenti, furono rinvenuti, in Campania, campioni di latte in cui il quantitativo di diossina superava i limiti consentiti.

La notizia dell'*emergenza diossina* diffusa dai principali mezzi di informazione generò una vasta eco provocando allarmismi generalizzati sebbene non sempre giustificabili.

Allo scopo di dare una pronta risposta alle istanze della popolazione relative alla salvaguardia della salute pubblica l'APAT ha predisposto un piano per l'accertamento della situazione attuale e per la conseguente predisposizione degli interventi necessari.

Lo scopo del piano è quello di individuare e definire la localizzazione e le dimensioni del fenomeno; di ricercare le cause e le fonti della contaminazione e di predisporre i provvedimenti idonei ad evitare il ripetersi di situazioni analoghe.

Pertanto è stata effettuata la rilevazione cronologica degli avvenimenti nonché la catalogazione ed organizzazione di tutti i dati relativi alle verifiche in modo da poter fornire una visione sistematica delle risultanze dell'operazione.

La mole di lavoro svolto e la documentazione raccolta diventano così la base di consultazione ed il necessario supporto propedeutico per la predisposizione della gara di appalto per i futuri interventi di monitoraggio e messa in sicurezza dei territori interessati dalla contaminazione.

ABSTRACT

Nel 2001, a seguito di un controllo effettuato su tutto il territorio nazionale per la ricerca di sostanze potenzialmente nocive presenti in animali vivi e nei prodotti del loro allevamento, fu rinvenuta in alcuni campioni di latte della Regione Campania la presenza di diossina in concentrazioni superiori a quelle consentite.

La notizia dell'*emergenza diossina* diffusa dai principali mezzi di informazione generò una vasta eco provocando allarmismi generalizzati sebbene talvolta non sempre giustificabili.

L'impatto negativo sulla produzione lattiero-casearia della zona stava assumendo aspetti devastanti per l'economia locale.

Di conseguenza l'ARPAC iniziò subito una campagna di indagine e di monitoraggio del territorio per quantificare l'entità della contaminazione e definire un piano di interventi per contrastare l'emergenza.

A sua volta l'APAT, a seguito della convenzione siglata ai sensi della legge 268 del 24 settembre 2003, ha iniziato la sua opera di rilevazione sulle matrici ambientali e biologiche (latte).

In questa ottica nasce e si sviluppa la tesi che affronta il problema dell'emergenza diossina nel territorio della Regione Campania.

La tesi definisce innanzitutto la metodologia di lavoro necessaria per l'esame della situazione sul territorio e per la corretta programmazione degli interventi futuri.

Un breve excursus sul quadro normativo di riferimento a livello comunitario fornisce le basi per arrivare ad una conoscenza precisa dell'entità del problema in relazione ai tipi di sostanze da verificare ed alle concentrazioni consentite per i prodotti della filiera lattiero-casearia.

Viene poi sviluppato un approfondimento sulla conoscenza delle diossine e dei furani, il loro grado di tossicità e gli effetti che provocano sull'uomo.

È peculiare osservare come la maggior parte delle diossine siano generate da processi ed azioni innescati direttamente dall'intervento dell'uomo.

La genesi delle diossine, la loro durata ed i tempi di dispersione vengono analizzati in dettaglio.

Il piano operativo predisposto dall'APAT prevede un'indagine approfondita per localizzare le aree contaminate, stabilirne le cause e suggerire il tipo di intervento atto a risolvere il problema.

Da ultimo la tesi studia la filiera lattiero-casearia della Regione Campania, ne identifica i risvolti economici e sociali ed il loro impatto sul territorio.

È stata effettuata una valutazione quantitativa del danno finanziario conseguente la riduzione della produzione a causa della contaminazione dei pascoli e degli animali.

La valutazione del danno legata alla perdita di immagine risulta di difficile quantificazione.

I risultati della tesi hanno fornito un quadro della situazione attuale ed una ipotesi di operatività per le azioni future.

Riteniamo che la conoscenza approfondita dei fenomeni descritti, le metodologie usate per identificare le cause e predisporre i possibili interventi futuri possano essere una base di partenza per la definizione di una corretta modalità operativa al fine di garantire un costante monitoraggio dei prodotti destinati al pubblico consumo.

APAT'S FINDINGS AND EXPERIENCE ON BEHAVIOUR OF PERSISTANT POLLUTANTS IN THE CAMPANIA REGION

Following a nationwide survey in 2001 to verify the presence of potentially dangerous substances in livestock and dairy produce higher than approved concentration of dioxin was found in a number of milk samples in Campania region.

The excessive media generated dioxin scare created alarm among the general public and the negative impact on the dairy industry in Campania was devastating for the local economy. Consequently, ARPAC initiated an inquiry and monitoring of the region to quantify the extent of the contamination and define an intervention plan to fight the emergency.

Following a convention undersigned according to law n° 268 of the 24th September 2003, APAT initiated sampling of the environmental and biological (dairy) foundations. This is the basis of the present study on dioxin emergency in Campania region. The study defines the working procedure for an examination of the territorial conditions and for a correct planning of future intervention. Consultation of EU legislation provides a basis for accurate knowledge of the extent of the problem related to verification of types of substances and approved concentration in milk derived products. From an in-depth study of polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins and dibenzofurans (PCDD/F) their level of toxicity and effects upon humans, herein included, we can note that most dioxins are produced by man.

The generation of dioxins , their lifespan, absorption time receive detailed analysis. The APAT plan involves an in-depth investigation to locate contaminated areas, identify causes and propose suitable action to solve the problem.

This study of dairy industry of the Campania region analyzes economic and social aspects and their influence on the region along with a financial estimate of the damages resulting from the fall in production caused by contamination of pastures and animals. However it is difficult to quantify the damaged reputation of the dairy industry. The study of the present situation , the procedures to identify the causes and the plan future intervention constitutes a starting point for the definition of correct operational modality which will guarantee constant monitoring of produce for public consumption.

INDICE

CAPITOLO 1.	INTRODUZIONE	1
CAPITOLO 2.	METODOLOGIA	4
CAPITOLO 3.	PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI	6
3.1	LA NORMATIVA COMUNITARIA	6
3.2	LE NORME E I LIMITI PER LE DIOSSINE IN CAMPO ALIMENTARE	7
3.3	LE NORME E I LIMITI PER I PCB IN CAMPO ALIMENTARE	13
CAPITOLO 4.	DIOSSINE FURANI E PCB	17
4.1	DATI GENERALI	17
4.1.1	<i>Bioaccumulo</i>	20
4.1.2	<i>Fattore di Tossicità Equivalente</i>	21
4.1.3	<i>Effetti sulla salute umana e sugli organismi</i>	23
4.2	COMPORTAMENTO E DISTRIBUZIONE AMBIENTALE	26
4.2.1	<i>Ambiente atmosferico</i>	26
4.2.2	<i>Ambiente terrestre</i>	27
4.2.3	<i>Ambiente acquatico</i>	28
4.2.4	<i>Assorbimento e contaminazione nei vegetali</i>	28
4.2.5	<i>Valori di fondo nei comparti ambientali</i>	29

CAPITOLO 5.	PROCESSI DI FORMAZIONE DELLE DIOSSINE	31
5.1	COME SI FORMANO LE DIOSSINE	31
5.2	SORGENTI PRIMARIE	37
5.2.1	<i>Processi chimici-industriali</i>	37
5.2.2	<i>Processi di combustione</i>	38
	<i>Incenerimento di RSU</i>	39
	<i>Incenerimento di fanghi di depurazione</i>	40
	<i>Combustione nei motori (trasporti)</i>	40
	<i>Combustione di legno</i>	41
5.2.3	<i>Sorgenti di combustione incontrollate</i>	41
	<i>Incendi accidentali ed all'aperto</i>	41
	<i>Incendi boschivi</i>	41
5.2.4	<i>Processi di raffinazione e fusione dei metalli</i>	42
5.2.5	<i>Processi per la produzione di cemento</i>	42
 CAPITOLO 6.	 L'EMERGENZA DIOSSINA NEL TERRITORIO DELLA REGIONE CAMPANIA	 43
6.1	LA SCOPERTA DELLE DIOSSINE NEL TERRITORIO CAMPANO	43
6.2	LE CAMPAGNE DI INDAGINE DELL'ARPAC E DELLA REGIONE CAMPANIA	44
6.2.1	<i>Monitoraggio della matrice alimentare latte: il "Piano di interventi per fronteggiare l'emergenza diossina"</i>	44
6.2.2	<i>Monitoraggio delle diossine su matrici ambientali</i>	47
6.3	LE ATTIVITA' DELL'APAT	50
6.3.1	<i>La campagna di monitoraggio sulle matrici ambientali</i>	52
6.3.2	<i>La campagna di monitoraggio sulle matrici biologiche (latte)</i>	54

6.3.3	<i>La campagna di indagine per individuare e delimitare le aree contaminate e per individuare le potenziali sorgenti d'inquinamento</i>	54
CAPITOLO 7.	STUDI SULLA FILIERA LATTIERO-CASEARIA NELLA REGIONE CAMPANIA E PROGRAMMAZIONE DEGLI INTERVENTI SUL CASO DIOSSINA	56
7.1	ANALISI DELLE CARATTERISTICHE E DELLA RILEVANZA DELLA FILIERA LATTIERO-CASEARIA IN CAMPANIA	56
7.1.1	<i>L'attività zootecnica</i>	58
7.1.2	<i>L'industria di trasformazione</i>	61
7.1.3	<i>I prodotti lattiero-caseari</i>	62
7.1.4	<i>La filiera della mozzarella di bufala campana</i>	63
7.1.5	<i>Il ciclo di produzione della Mozzarella di Bufala Campana</i>	66
7.2	ANALISI DEGLI IMPATTI FINANZIARI ED ECONOMICI CONNESSI CON L'EMERGENZA DIOSSINA IN CAMPANIA	70
7.2.1	<i>I danni patrimoniali</i>	72
7.2.2	<i>Il danno alle attività produttive direttamente coinvolte</i>	73
7.2.3	<i>Il danno al settore della trasformazione</i>	75
7.2.4	<i>Il danno di immagine</i>	75
7.3	ANALISI DEI RISULTATI DEL CAMPIONAMENTO EFFETTUATO DALLA REGIONE CAMPANIA SULLA MATRICE LATTE NEGLI ANNI 2002-2003	78

7.4	LA GARA D'APPALTO PER LE ATTIVITA' DI INDAGINE SUI PRODOTTI DESTINATI AL PUBBLICO CONSUMO	80
7.5	PROGRAMMAZIONE DEGLI INTERVENTI	81
7.5.1	<i>Scelta dei caseifici da campionare</i>	81
7.5.2	<i>Piano di campionamento</i>	82
CAPITOLO 8.	CONCLUSIONI	83
Bibliografia		

CAPITOLO 1. INTRODUZIONE

Nel 2001, a seguito di un controllo effettuato su tutto il territorio nazionale per la ricerca di sostanze potenzialmente nocive presenti in animali vivi e nei prodotti del loro allevamento, fu rinvenuta in alcuni campioni di latte della Regione Campania la presenza di diossina in concentrazioni superiori a quelle consentite.

La notizia dell'*emergenza diossina* diffusa dai principali mezzi di informazione generò una vasta eco provocando allarmismi generalizzati sebbene talvolta non sempre giustificabili.

L'impatto negativo sulla produzione lattiero-casearia della zona stava assumendo aspetti devastanti per l'economia locale.

Di conseguenza l'ARPAC iniziò subito una campagna di indagine e di monitoraggio del territorio per quantificare l'entità della contaminazione e definire un piano di interventi per contrastare l'emergenza.

A sua volta l'APAT, a seguito della convenzione siglata ai sensi della legge 268 del 24 settembre 2003, ha iniziato la sua opera di rilevazione sulle matrici ambientali e biologiche (latte).

In questa ottica nasce e si sviluppa la tesi che affronta il problema dell'emergenza diossina nel territorio della Regione Campania.

La tesi definisce innanzitutto la metodologia di lavoro necessaria per l'esame della situazione sul territorio e per la corretta programmazione degli interventi futuri.

Un breve excursus sul quadro normativo di riferimento a livello comunitario fornisce le basi per arrivare ad una conoscenza precisa dell'entità del problema in relazione ai tipi di sostanze da verificare ed alle concentrazioni consentite per i prodotti della filiera lattiero-casearia.

Viene poi sviluppato un approfondimento sulla conoscenza delle diossine e dei furani, il loro grado di tossicità e gli effetti che provocano sull'uomo.

È peculiare osservare come la maggior parte delle diossine siano generate da processi ed azioni innescati direttamente dall'intervento dell'uomo.

La genesi delle diossine, la loro durata ed i tempi di dispersione vengono analizzati in dettaglio.

Il piano operativo predisposto dall'APAT prevede un'indagine approfondita per localizzare le aree contaminate, stabilirne le cause e suggerire il tipo di intervento atto a risolvere il problema.

Da ultimo la tesi studia la filiera lattiero-casearia della Regione Campania, ne identifica i risvolti economici e sociali ed il loro impatto sul territorio.

È stata effettuata una valutazione quantitativa del danno finanziario conseguente la riduzione della produzione a causa della contaminazione dei pascoli e degli animali.

La valutazione del danno legata alla perdita di immagine risulta di difficile quantificazione.

I risultati della tesi hanno fornito un quadro della situazione attuale ed una ipotesi di operatività per le azioni future.

La conoscenza approfondita dei fenomeni descritti, le metodologie usate per identificare le cause e predisporre i possibili rimedi riteniamo possano essere una base di partenza per la definizione di una corretta modalità operativa.

Riteniamo pertanto che l'esperienza descritta possa diventare la base per le specifiche della gara d'appalto per i futuri interventi di monitoraggio dei prodotti destinati al pubblico consumo.

CAPITOLO 2. METODOLOGIA

L'analisi della situazione di emergenza generata dalla presenza di diossina nella Regione Campania è stata sviluppata in modo da inquadrare il problema impostando una modalità operativa idonea sia a fronteggiare la situazione di emergenza ma anche ad essere utilizzata in seguito per poter valutare e prevenire il rischio di contaminazioni future.

Si è infatti proceduto in maniera sistematica alla raccolta dei dati e delle elaborazioni effettuate allo stato attuale e alla acquisizione della documentazione prodotta fino ad oggi dagli organi di controllo.

Una volta individuati i siti interessati dalla contaminazione, il territorio è stato diviso inizialmente in matrici ambientali e matrici alimentari acquisendo una mappatura puntuale relativa ai comparti aria, acqua, suolo e sedimenti.

L'elaborazione dei dati raccolti ha permesso di dare una prima stima delle dimensioni del fenomeno che ha colpito numerosi allevamenti di bovini, ovini e caprini della Regione.

A questo punto si sono stabilite le azioni da intraprendere per ripristinare le condizioni di accettabilità secondo i limiti della normativa vigente ed evitare ulteriori condizioni di rischio per la salute degli animali.

In particolare:

- si è proceduto ad un cambio del regime alimentare degli animali da latte;
- è stato disposto il divieto di pascolo nelle zone a rischio;
- è stata imposta la distruzione del prodotto inquinato.

Sono stati inoltre raccolti i dati relativi alle caratteristiche e alla rilevanza della filiera lattiero-casearia oltre agli impatti economici e finanziari connessi con l'emergenza diossina in Campania che sono stati oggetto di studio dell'APAT.

In ultima analisi, la campagna di indagine ha reso disponibili per la prima volta dei dati georeferenziati per la Campania e ciò, in un quadro di controlli permanenti, potrà consentire di verificare con prontezza gli scostamenti dei valori di PCB.

La metodologia usata potrà servire a dare continuità a ulteriori campagne di indagine e suggerire una corretta programmazione di futuri monitoraggi che sono l'unica garanzia per evitare il ripetersi di ulteriori situazioni di rischio.

CAPITOLO 3. PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI

3.1 LA NORMATIVA COMUNITARIA

La serie degli incidenti e contaminazioni da diossine riscontrati negli ultimi anni, hanno progressivamente sollecitato la comunità scientifica allo studio approfondito sulle conseguenze per l'ambiente e la salute umana di prodotti quali le *diossine* e i policlorobifenili.

L'ampliarsi delle conoscenze scientifiche ha inoltre reso possibile che le autorità nazionali, prima, e la comunità internazionale poi, sviluppassero una normativa, sempre più restrittiva, per la produzione, l'immissione sul mercato e lo smaltimento di prodotti commerciali contenenti tali contaminanti.

L'intervento Comunitario su queste tematiche è legittimato dall'art. 152 del trattato della Comunità europea che prevede: *“nella definizione e nell'attuazione di tutte le politiche ed attività della Comunità è garantito un livello elevato di protezione della salute umana”*. L'articolo 174 inoltre stabilisce che la politica della Comunità in materia ambientale debba contribuire alla salvaguardia, alla protezione e alla promozione della qualità dell'ambiente e della salute umana.

La Comunità europea, come già accennato, è parte contraente di molte convenzioni a livello internazionale al riguardo ed ha sottoscritto la Convenzione di Stoccolma sui POP_s.

In ambito comunitario sono state emanate numerose direttive ed altre misure relative a questo problema, si tratta in particolare della legislazione in materia di:

- incenerimento dei rifiuti: **Direttiva 2000/76 CE**; la Direttiva/testo unico, superando con effetto abrogativo dal 28 dicembre 2005 le precedenti 89/369/CEE sui nuovi inceneritori per

rifiuti urbani, 89/429/CEE sugli inceneritori esistenti per i rifiuti urbani e 94/67/CEE sull'incenerimento dei rifiuti pericolosi - accorpa in forma compiuta tutte queste categorie di rifiuti;

- prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento (IPPC – **Direttiva 96/61 CE**);
- controllo dei pericoli legati agli incidenti rilevanti (**Direttiva 96/82/CE** che mira a prevenire i pericoli e limitare le conseguenze degli incidenti);
- tutela delle acque (**Direttiva 2000/60/CE**, direttiva quadro sull'acqua; **Direttiva 98/83/CE** relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano; **Direttive comunitarie 91/271/CE** sulle acque reflue urbane e **91/626/CE** sull'inquinamento da nitrati in agricoltura);
- restrizioni d'immissione sul mercato e di uso dei prodotti chimici (**Direttiva 85/467/CE** che proibisce l'immissione sul mercato e l'uso di PCB e PCT);
- trasferimento e smaltimento dei rifiuti che contengono PCB (**Direttiva 96/59/CE** relativa all'eliminazione dei rifiuti di PCB);
- alimenti (**Regolamento 466/2001/CE** sui tenori massimi per alcuni contaminanti nei prodotti alimentari; **Regolamento 2375/2001 CE**; **Direttiva 2002/69/CE** che stabilisce metodi di campionamento e d'analisi per il controllo di *diossine* nei prodotti alimentari);
- alimentazione e mangimi per animali (**Direttiva del Consiglio 1999/29/CE** sulle sostanze e prodotti indesiderabili nella nutrizione degli animali; **Regolamento 102/2001 CE**; **Direttiva 2005/7/CE** che stabilisce i requisiti per la determinazione dei livelli di *diossine* nei mangimi per animali).

3.2 LE NORME E I LIMITI PER LE DIOSSINE IN CAMPO ALIMENTARE

Le *diossine* sono contaminanti che permangono inalterati nell'ambiente per molti anni e riescono, direttamente o a mezzo di

catene trofiche, ad arrivare fino agli alimenti; infatti oltre il 90% dell'esposizione umana alle *diossine* è riconducibile agli alimenti. In tale contesto i prodotti della pesca ed altri prodotti di origine animale determinano oltre l'80% dell'esposizione totale.

Il comitato scientifico dell'alimentazione umana (SCF¹) dell'Unione Europea ha adottato in data 30 maggio 2001 un parere sulla valutazione dei rischi delle *diossine* e PCB_{dl} nei prodotti alimentari. Il comitato ha stabilito un valore cumulativo per la dose tollerabile settimanale (Tolerable Weekly Intake, TWI) di *diossine* pari a 14 picogrammi (pg) di equivalente tossico (TEQ) per chilogrammo di peso corporeo.

Dati rappresentativi sull'assunzione settimanale indicano che i valori medi di *diossine* assunti con la dieta alimentare nell'Unione Europea sono compresi tra 8,4 e 21 pg di equivalente tossico (TEQ)/kg di peso corporeo/settimana, il che significa che una notevole parte della popolazione europea si troverebbe ancora al di sopra del limite della dose tollerabile settimanale.

Il Regolamento CE **2375/2001** del Consiglio, del 29.11.01, definisce i tenori massimi di taluni contaminanti, tra cui le *diossine*, presenti nelle derrate alimentari. Per le *diossine* i livelli massimi sono fissati principalmente per prodotti alimentari di origine animale.

¹ SCF: Scientific Committee on Food

Prodotti	Livelli massimi di diossine (PCDD/PCDF) ⁽¹⁾ (pg WHO-PCDD/F-TEQ/g grasso o prodotto)
Carne e prodotti a base di carne di	
- ruminanti (bovini, ovini)	3 pg WHO - PCDD/F-TEQ/g grasso ⁽²⁾ ⁽³⁾
- pollame e selvaggina d'allevamento	2 pg WHO - PCDD/F-TEQ/g grasso ⁽²⁾ ⁽³⁾
- suini	1 pg WHO - PCDD/F-TEQ/g grasso ⁽²⁾ ⁽³⁾
Fegati e prodotti derivati	6 pg WHO - PCDD/F-TEQ/g grasso ⁽²⁾ ⁽³⁾
Muscolo di pesce e prodotti della pesca e loro derivati	4 pg WHO - PCDD/F-TEQ/g peso fresco ⁽²⁾
Latte e prodotti lattiero-caseari, compreso grasso butirrico	3 pg WHO - PCDD/F-TEQ/g grasso ⁽²⁾ ⁽³⁾
Uova di gallina e ovoprodotti	3 pg WHO - PCDD/F-TEQ/g grasso ⁽²⁾ ⁽³⁾
Oli e grassi	
- Grasso animale	
- di ruminanti	3 pg WHO - PCDD/F-TEQ/g grasso ⁽²⁾
- di pollame e selvaggina	2 pg WHO - PCDD/F-TEQ/g grasso ⁽²⁾

- di suini	1 pg WHO - PCDD/F-TEQ/g grasso ⁽²⁾
- miscela di grassi animali	2 pg WHO - PCDD/F-TEQ/g grasso ⁽²⁾
- Olio vegetale	0,75 pg WHO - PCDD/F-TEQ/g grasso ⁽²⁾
- Olio di pesce destinato al consumo umano	2 pg WHO - PCDD/F-TEQ/g grasso ⁽²⁾

Tabella 1. Livelli massimi di diossine fissati dal Regolamento CE 2375/2001

⁽¹⁾ Concentrazioni upper bound: le concentrazioni upper bound vengono calcolate ipotizzando che tutti i valori dei vari congeneri inferiori al limite di determinazione siano pari al limite di determinazione.

⁽²⁾ Questi livelli massimi verranno riesaminati alla luce di nuovi dati sulla presenza di diossine e PCB_{dl}, in particolare al fine di includere i PCB_{dl} nei livelli da stabilire e verranno ulteriormente riesaminati entro e non oltre il 31 dicembre 2006 al fine di ridurre notevolmente i livelli massimi.

⁽³⁾ I livelli massimi non sono applicabili ai prodotti alimentari con un tenore di grasso <1%.

Attualmente nessun livello massimo si applica ai cereali, alla frutta e agli ortaggi (Regolamento CE 1881/2006 che definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari, G.U. L 364 del 20 dicembre 2006) in quanto tali prodotti alimentari presentano generalmente bassi livelli di contaminazione e costituiscono un fattore che contribuisce solo marginalmente all'esposizione complessiva dell'uomo alle *diossine* (Raccomandazione della Commissione 2006/88/CE del 6 febbraio 2006 relativa alla riduzione della presenza di diossina, furani e PCB nel mangime e negli alimenti, G.U. L 42 del 14 febbraio 2006).

Poiché la contaminazione di alimenti quali carne, latte e uova, è direttamente correlata alla contaminazione dei mangimi è stato ritenuto indispensabile definire non soltanto un livello massimo di

tollerabilità di *diossine* negli alimenti animali ma anche misure volte a ridurre le emissioni nell'ambiente.

In Italia il D.Lgs. 10/5/2004 n.149 fissa i limiti massimi di sostanze e prodotti indesiderabili nell'alimentazione degli animali. Il decreto recepisce le Direttive comunitarie n. 2001/102/CE, n. 2002/32/CE, n. 2003/57/CE e n. 2003/100/CE. L'obiettivo della Direttiva 2001/102/CE è quello di realizzare una riduzione complessiva di almeno il 25 % nell'esposizione umana alle *diossine* entro il 2006.

Nella tabella successiva i limiti fissati dal D.Lgs. 10/5/2004 n.149.

Diossine (somma di dibenzo-p-diossine (PCDD) e di dibenzofurani (PCDF) espressi in equivalenti di tossicità dell'Organizzazione mondiale della Sanità (O.M.S.)	
Prodotti destinati all'alimentazione degli animali	Contenuto massimo in ng WHO - PCDD/F-TEQ/kg di mangime al tasso di umidità del 12%
<i>a)</i> Tutti i componenti dei mangimi di origine vegetale compresi gli oli vegetali e sottoprodotti	0,73
<i>b)</i> Minerali intesi conformemente all'allegato della direttiva 96/125/CE relativa alla circolazione ed all'utilizzo di materie prime per mangimi	1,0

<p>c) Argilla caolinitica, solfato di calcio biidrato, vermiculite, natrolite-fonolite, alluminati di calcio sintetici, clinoptilolite di origine sedimentaria e perlite appartenente al gruppo degli agenti leganti, antiagglomeranti e coagulanti autorizzati in conformità alla direttiva 70/524/CE.</p>	0,75
<p>d) Grasso animale compresi i grassi del latte e delle uova</p>	2,0
<p>e) Altri prodotti di animali terrestri compresi il latte ed i prodotti lattiero-caseari, nonché le uova e gli ovoprodotti</p>	0,75
<p>f) Olio di pesce</p>	6
<p>g) Pesce, altri animali marini, loro prodotti e sottoprodotti ad Eccezione dell'olio di pesce e degli idrolisati proteici di pesci contenenti oltre il 20% di grasso</p>	1,25

h) Mangimi composti, ad eccezione dei mangimi per animali da pelliccia, per animali da compagnia e per pesci	0,75
i) Mangimi per pesci, Animali da compagnia	2,25
j) Idrolisati proteici di pesci contenenti oltre il 20% di grasso	2,25

Tabella 2. Livelli massimi di diossine fissati dal D.Lgs. 10/5/2004 n.149

3.3 LE NORME E I LIMITI PER I PCB IN CAMPO ALIMENTARE

Le stime dell'esposizione a *diossine* e PCB dioxin-like indicano che una parte considerevole della popolazione della Comunità Europea assume tali sostanze con gli alimenti.

Il 30 maggio 2001 il comitato scientifico per l'alimentazione umana (SCF) ha adottato un parere sulla valutazione del rischio delle *diossine* e dei PCB_{dl} negli alimenti, basato su nuove informazioni scientifiche. Il SCF ha fissato una dose settimanale ammissibile per le *diossine* e i PCB_{dl} pari a 14 pg (OMS) - equivalente di tossicità (TEQ) /kg di peso corporeo.

Il **Regolamento (CE) n. 2375/2001** del 29 novembre 2001, recante modifica del regolamento (CE) n. 466/2001 della Commissione, definisce i tenori massimi di taluni contaminanti, tra cui diossine e furani, presenti nelle derrate alimentari.

In tale regolamento esistono livelli massimi solo per le diossine e i furani e non per i PCB_{dl}, a causa della disponibilità di dati molto limitata. Tuttavia il monitoraggio continua, in particolare per quanto riguarda la presenza di PCB_{dl}, al fine di includere livelli massimi anche per queste sostanze. Secondo tale regolamento i livelli massimi verranno riesaminati alla luce di nuovi dati sulla presenza di diossine e PCB_{dl}, in particolare al fine di includere i PCB_{dl}, verranno ulteriormente riesaminati entro e non oltre il 31 dicembre 2006.

La Raccomandazione 2002/201/CE del 4 marzo 2002, relativa alla riduzione della presenza di diossine, furani e PCB nei mangimi e negli alimenti fa le seguenti considerazioni:

➤ al momento attuale i livelli accettabili di diossine nei mangimi e negli alimenti devono essere valutati alla luce degli attuali livelli di fondo. I livelli massimi, stabiliti per i mangimi dalla direttiva 1999/29/CE del Consiglio, del 22 aprile 1999², sono fissati a un livello rigoroso, ma fattibile, tenendo conto della contaminazione di fondo. Questi livelli massimi dovrebbero prevenire livelli di esposizione inaccettabilmente elevati degli animali e della popolazione umana ed evitare la distribuzione di mangimi e alimenti aventi una contaminazione elevata;

➤ sebbene da un punto di vista tossicologico, ogni livello vada applicato sia alle diossine, che ai furani, che ai PCB_{dl}, i livelli massimi stabiliti dalla direttiva 1999/29/CE e dal regolamento (CE) n. 466/2001 valgono soltanto per le diossine e i furani, ma non per i PCB_{dl}, a causa degli scarsi dati disponibili sulla diffusione di questi ultimi. Conformemente alle raccomandazioni del SCF, risulta quindi necessario produrre dati attendibili sulla presenza di PCB_{dl}

² Direttiva relativa alle sostanze ed ai prodotti indesiderabili nell'alimentazione degli animali, modificata da ultimo dalla direttiva 2001/102/CE e per i prodotti alimentari dal regolamento (CE) n. 466/2001 della Commissione, dell'8 marzo 2001, che definisce i tenori massimi di taluni contaminanti presenti nelle derrate alimentari, modificato dal regolamento (CE) n. 2375/2001 del Consiglio.

in una gamma quanto più ampia possibile di componenti di mangimi, di mangimi e di alimenti, in modo da ottenere una valida banca dati in un periodo di tempo relativamente breve. Ciò dovrebbe consentire di rivedere i livelli massimi previsti dalla direttiva 1999/29/CE e dal regolamento (CE) n. 466/2001 e i livelli d'azione fissati dalla presente raccomandazione, al fine di inserire i PCB_{dl} nei livelli da definirsi;

➤ i livelli d'azione dovrebbero essere riveduti, non appena risulteranno disponibili dati sufficienti sulla presenza di PCB_{dl} nei componenti di mangimi, nei mangimi e negli alimenti;

➤ accanto alla revisione dei livelli d'azione per includervi i PCB_{dl}, si dovrebbe prevedere un adeguamento periodico di tali livelli per tener conto della flessione cui è soggetta la presenza di diossina, nonché dell'approccio attivo inteso a ridurre gradualmente la loro presenza nei mangimi e negli alimenti.

La Raccomandazione 2002/201/CE inoltre Raccomanda che :

- gli Stati membri, proporzionalmente alla loro produzione, al loro uso e consumo di componenti di mangimi, mangimi e alimenti, eseguano un monitoraggio della presenza di diossina e PCB_{dl} nei componenti di mangimi, nei mangimi stessi e negli alimenti. Tale monitoraggio deve essere effettuato conformemente agli orientamenti e con le frequenze stabiliti dal comitato permanente degli alimenti per animali per quanto concerne i mangimi e dal comitato permanente per i prodotti alimentari per quanto concerne gli alimenti;

- in caso di mancato rispetto delle disposizioni della direttiva 1999/29/CE del regolamento (CE) n. 466/2001 e (fatto salvo il punto 3) qualora si riscontrino livelli di diossine eccedenti i livelli

d'azione specificati negli allegati I e II, gli Stati membri, in collaborazione con gli operatori:

- a) avviino indagini per individuare la fonte di contaminazione;
- b) verifichino la presenza di PCB_{dl}.

Il **D.Lgs. 10/05/2004 n. 149**, attuazione della direttiva 2001/102/CE, della direttiva 2002/32/CE, della direttiva 2003/57/CE e della direttiva 2003/100/CE, relative alle sostanze ed ai prodotti indesiderabili nell'alimentazione degli animali, disciplina le sostanze indesiderabili nei prodotti destinati all'alimentazione degli animali e fissa i limiti massimi di sostanze e prodotti indesiderabili nell'alimentazione degli animali, tra cui diossine e furani ma non fissa limiti per i PCB_{dl}.

Secondo tale decreto i livelli massimi verranno riesaminati alla luce dei nuovi dati sulla presenza di diossine e PCB_{dl}, in particolare in vista dell'inclusione dei PCB_{dl} nei tenori da fissare, e saranno ulteriormente riveduti al più tardi entro il 31 dicembre 2006.

CAPITOLO 4. DIOSSINE FURANI E PCB

4.1 DATI GENERALI

Con il termine generico di “*diossine*” si indica un gruppo di 210 composti chimici aromatici policlorurati, ossia formati da carbonio, idrogeno, ossigeno e cloro, divisi in due famiglie: dibenzo-p-diossine (PCDD o propriamente “diossine”) e dibenzo-p-furani (PCDF o “furani”). Si tratta di idrocarburi aromatici clorurati, per lo più di origine antropica, particolarmente stabili e persistenti nell’ambiente, tossici per l’uomo, gli animali e l’ambiente stesso; le diossine e i furani costituiscono infatti due delle dodici classi di inquinanti organici persistenti¹ riconosciute a livello internazionale dall’UNEP².

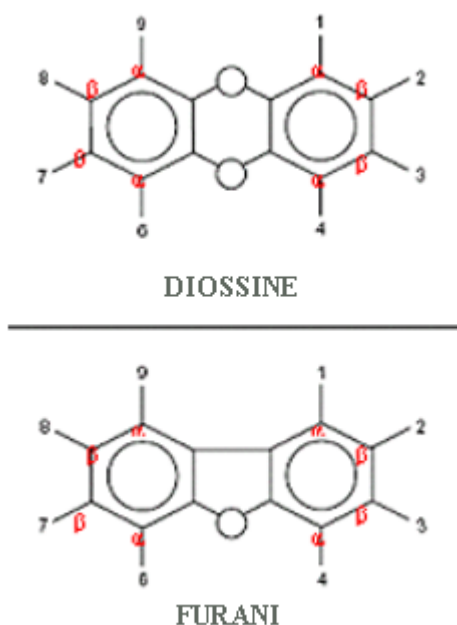


Figura 1. Formula di struttura delle diossine e dei furani

Esistono in totale 75 congeneri (specie) di diossine e 135 di furani: di questi però solo 17, 7 PCDD e 10 PCDF rispettivamente, destano particolare preoccupazione dal punto di vista tossicologico. La tossicità delle *diossine* dipende dal numero e dalla posizione

¹ Persistent Organic Pollutants POPs.

² United Nations Environment Programme.

degli atomi di cloro sull'anello aromatico, le più tossiche possiedono 4 atomi di cloro legati agli atomi di carbonio β dell'anello aromatico e pochi o nessun atomo di cloro legato agli atomi di carbonio α dell'anello aromatico (Figura 1).

Nella terminologia corrente il termine “diossina”, al singolare questa volta, è talora usato come sinonimo della 2,3,7,8-tetracloro-dibenzo-p-diossina (TCDD), ossia del congenere maggiormente tossico (unico riconosciuto possibile cancerogeno per l'uomo) che ha 4 atomi di cloro nelle posizioni β e nessun in α (Figura 2).

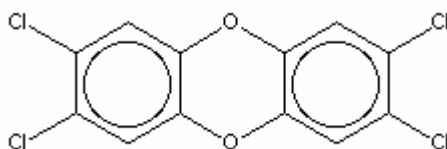


Figura 2. Formula di struttura della 2,3,7,8-TCDD

La diossina con maggior grado di clorurazione, vale a dire la ottaclorodibenzo-p-diossina (OCDD), presenta una tossicità bassa, comparata con quella degli altri congeneri, poiché gli atomi di cloro occupano tutte le posizioni α .

Le *diossine* sono sostanze semivolatili, termostabili, scarsamente polari, insolubili in acqua, altamente liposolubili, estremamente resistenti alla degradazione chimica e biologica. Nel suolo si legano alla frazione organica presente e, una volta adsorbite (ovvero “legate” e concentrate su una superficie, rappresentata, ad esempio, dalla fase solida del suolo), rimangono relativamente immobili: a causa della loro insolubilità in acqua non tendono a migrare in profondità. Pur essendo scarsamente idrosolubili, trovano nell'acqua un'ottima via di diffusione una volta adsorbite sulle particelle minerali ed organiche presenti in sospensione. Le caratteristiche chimico-fisiche sopra richiamate, fanno diventare tali sostanze facilmente trasportabili dalle correnti atmosferiche, e, in misura minore, dai fiumi e dalle correnti marine, rendendo così possibile la contaminazione di luoghi lontani dalle sorgenti di emissione.

A causa della loro presenza ubiquitaria nell'ambiente, persistenza e liposolubilità, le *diossine* tendono, nel tempo, ad accumularsi negli organismi viventi, si accumulano cioè nei tessuti ed organi dell'uomo e degli animali. Inoltre, salendo nella catena trofica (alimentare), la concentrazione di tali sostanze può aumentare (biomagnificazione), giungendo ad esporre a rischio maggiore il vertice di detta catena.

Modalità di ingresso di questi contaminanti nella catena alimentare

Sulla base delle conoscenze ad oggi disponibili, il meccanismo primario di ingresso delle *diossine* nella catena alimentare terrestre, sembrerebbe essere la deposizione atmosferica in fase di vapore sulle foglie delle piante e, parzialmente sul terreno, ingeriti successivamente dagli animali.

Le diossine sono sostanze che si accumulano nei tessuti grassi degli organismi, quindi se erba e suolo contaminati vengono ingeriti da erbivori si verifica un accumulo di queste sostanze nei grassi delle loro carni e nei grassi del latte prodotto.

In generale, per aree non particolarmente interessate da emissioni a carattere industriale, la presenza di *diossine* nell'ambiente deriva, prevalentemente, non dalle emissioni attuali, ma dall'accumulo continuo e prolungato di quantità, anche piccole, di questi contaminanti nelle cosiddette “riserve ambientali”.

L'ingresso delle diossine nella catena alimentare acquatica avviene, soprattutto, ad opera del particolato (deposizione secca ed umida, erosione, scarichi, ecc.) che viene trasferito nell'ambiente acquatico. La natura lipofila (affine ai grassi) delle *diossine* e la loro bassa solubilità in acqua fa sì che queste siano adsorbite ai composti organici e bioaccumulate negli organismi acquatici con diverse modalità di assunzione. L'assunzione di *diossine* da parte degli organismi acquatici avviene attraverso la bioconcentrazione dall'acqua e il trasferimento nelle catene trofiche. La quantità di *diossine* bioaccumulate da tali organismi dipende fortemente, oltre

che dalla concentrazione di *diossine* presenti nell'ambiente acquatico, dalla percentuale di contenuto in grasso dell'organismo. Dalle considerazioni sopra esposte si può quindi concludere che le *diossine* sono contaminanti ubiquitari; in conseguenza di ciò tutti noi abbiamo accumulato una quantità di *diossine* più o meno significativa che varia in funzione delle abitudini alimentari, delle caratteristiche dell'ambiente che ci circonda, delle caratteristiche fisiche.

Occorre però ricordare che non tutte le *diossine* presenti nell'ambiente risultano essere “*biodisponibili*”, ovvero essere in forma tale da “passare” nella catena alimentare e provocare un impatto sulla salute. La biodisponibilità dipende dalle caratteristiche ambientali (suolo, acque, sedimenti) e dalle caratteristiche del contaminante (le sostanze appartenenti alla categoria “*diossine*” hanno diverse caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche).

4.1.1 Bioaccumulo

Con il termine bioaccumulo si indica quel fenomeno di accumulo irreversibile di una sostanza nei tessuti degli organismi viventi: esso viene utilizzato, indirettamente, come parametro per la determinazione degli effetti tossici delle *diossine*, dal momento che fornisce una stima più precisa del reale livello di contaminazione degli organismi, rispetto al solo calcolo dell'esposizione continua dovuta all'assunzione giornaliera.

Il bioaccumulo delle sostanze tossiche può avvenire o direttamente dall'ambiente in cui l'organismo vive o attraverso l'ingestione lungo le catene trofiche oppure in entrambi i modi: nel primo caso il fenomeno viene definito bioconcentrazione, nel secondo caso biomagnificazione.

Nel caso della bioconcentrazione le concentrazioni della sostanza nei tessuti dell'organismo diventano progressivamente più alte di quelle presenti nell'ambiente da cui è stata assorbita. Il fattore di

bioconcentrazione³ (BCF) viene definito come il rapporto all'equilibrio tra la concentrazione di una sostanza tossica nell'organismo e quella nel mezzo circostante⁴.

Valori di BCF maggiori di 1.000 misurati nei pesci suggeriscono che la bioconcentrazione negli organismi acquatici è molto elevata (dati HSDB⁵).

Bisogna sottolineare che elevati fattori di bioaccumulo sono responsabili del fenomeno di “amplificazione” delle concentrazioni, che portano quantità e concentrazioni nei comparti ambientali dai livelli di traccia a livelli tali da risultare potenzialmente preoccupanti.

4.1.2 Fattore di Tossicità Equivalente

Generalmente le *diossine* non vengono rilevate nelle diverse matrici come singoli composti, ma come miscele complesse dei diversi congeneri; si ribadisce, inoltre, che non tutti i congeneri sono tossici o lo sono alla stessa maniera.

Per riuscire a esprimere la tossicità dei singoli congeneri, è stato introdotto il concetto di fattore di tossicità equivalente⁶ (TEF). I fattori di tossicità equivalente si basano sulla considerazione che i PCDD e i PCDF sono composti strutturalmente simili che presentano il medesimo meccanismo strutturale di azione (attivazione del recettore Ah) e producono effetti tossici simili: proprio il legame tra le *diossine* e il recettore Ah è il passo chiave per il successivo innescarsi degli effetti tossici. Il recettore Ah o recettore degli idrocarburi aromatici (Ah, aromatic hydrocarbon) presente nelle cellule degli organismi viventi può essere efficacemente paragonato a una serratura. I composti aromatici, come le diossine e gli idrocarburi policiclici aromatici, vi combaciano perfettamente, come una chiave in una serratura.

³ Bioconcentration Factor (BCF).

⁴ Per gli organismi acquatici il mezzo circostante corrisponde all'acqua, mentre per gli organismi terrestri esso corrisponde al cibo di cui si nutrono (Travis and Arms, 1988).

⁵ Hazardous Substances Data Bank.

⁶ Toxicity Equivalence Factor (TEF).

L'affinità maggiore si ha con la 2,3,7,8 – TCDD e sulla base di questa affinità, a cui si attribuisce un valore di riferimento pari a uno, vengono calcolati i TEF confrontando l'affinità di legame dei vari composti organoclorurati con il recettore Ah rispetto a quella della 2,3,7,8-TCDD.

Per esprimere la concentrazione complessiva di *diossine* nelle diverse matrici si è introdotto il concetto di *tossicità equivalente* (TEQ) che si ottiene sommando i prodotti tra i valori TEF dei singoli congeneri e le rispettive concentrazioni, espresse con l'unità di misura della matrice in cui vengono riscontrate⁷, ovvero:

$$TEQ = \sum_{i=1}^n (C_i * TEF_i)$$

Per i TEF sono stati proposti due schemi di classificazione: quello degli International TEFs⁸ e quello del World Health Organization (WHO)⁹ WHO-TEFs¹⁰ (Tabella 1):

PCDD/F	I-TEFs (NATO/CCMS ¹¹ , 1988)	WHO-TEFs (Van den Berg <i>et al.</i> , 1998)
2,3,7,8-TCDD	1	1
1,2,3,7,8-PeCDD	0,5	1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,01	0,01
OCDD	0,001	0,0001
2,3,7,8-TCDF	0,1	0,1

⁷ Le unità di misura della concentrazione vengono espresse, generalmente in:

- suolo/sedimenti: mg/kg – µg/kg – ng/kg;
- acque: mg/l – µg/l – ng/l;
- aria: mg/m³ - µg/m³ - ng/m³.

I fattori di emissione sono, invece espressi, in generale, su base oraria o giornaliera (vedi capitolo 5).

⁸ NATO/CCMS, 1988.

⁹ Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS)

¹⁰ Van den Berg *et al.*, 1998.

¹¹ NATO/CCMS: North Atlantic Treaty Organization/Committee on the Challenges of Modern Society

1,2,3,7,8-PeCDF	0,05	0,05
2,3,4,7,8-PeCDF	0,5	0,5
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,1	0,1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,01	0,01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,01	0,01
OCDF	0,001	0,0001

Tabella 3: I fattori di tossicità equivalente secondo NATO e WHO
(T = tetra, Pe = penta, Hx = hexa, Hp = hepta, O = octa)

4.1.3 Effetti sulla salute umana e sugli organismi

Effetti sulla salute umana

L'uomo, in quanto vertice della catena trofica, risulta esposto alle conseguenze derivanti dalla presenza di *diossine* nell'ambiente anche a concentrazioni basse o addirittura bassissime. Qui di seguito si sintetizzano gli effetti maggiormente noti di tali contaminanti sull'organismo, evidenziando che si tratta prevalentemente di patologie conseguenti a esposizioni acute tipiche di eventi incidentali e/o esposizioni professionali. Occorre inoltre osservare che, in alcuni casi, la relazione causa-effetto tra esposizione alla contaminazione ed effetti sull'organismo non è stata pienamente accertata.

Si riportano qui di seguito i risultati di una ricerca bibliografica effettuata per sintetizzare le conclusioni degli studi sperimentali disponibili sui potenziali effetti biologici delle *diossine*.

La cloracne è stata storicamente la prima espressione clinica e patologica collegata all'esposizione alle *diossine*; essa fu infatti individuata per la prima volta nel 1897¹². Fu segnalata come malattia occasionale tra i lavoratori addetti alla produzione dei

¹² Herxheimer, 1899

primi pesticidi negli anni '30, e tra i lavoratori degli impianti per la sintesi dei policlorobifenili (PCB). La malattia si manifesta con eruzioni cutanee e pustole simili a quelle dell'acne giovanile, però con possibile localizzazione estesa all'intera superficie corporea e con manifestazioni protratte, nei casi più gravi, per diversi anni.

Studi condotti su animali e sull'uomo evidenziano le alterazioni a carico del sistema immunitario indotte da *diossine* anche a dosi molto limitate¹³. Tali alterazioni consistono nella riduzione e nel danneggiamento della popolazione dei linfociti (cellule che svolgono una funzione importante nelle difese dell'organismo e altri microrganismi infettivi).

Altri studi evidenziano come l'azione delle *diossine* può essere particolarmente dannosa durante lo sviluppo fetale, al momento cioè della differenziazione tissutale del sistema immunitario, determinando alterazioni a lungo termine, sia in senso immunodepressivo che ipersensibilizzante.

Altri importanti effetti delle *diossine* si riscontrano a livello del sistema endocrino; tali contaminanti vengono infatti classificati tra i modulatori endocrini, termine che indica “un agente esogeno che interferisce con produzione, rilascio, trasporto, metabolizzazione, legame, azione o eliminazione di ormoni naturali del corpo, responsabili del mantenimento dell'omeostasi (situazione che consente di mantenere in uno stato di equilibrio biochimico dinamico le condizioni di vita dell'ambiente interno del nostro organismo) e della regolazione dei processi riproduttivi e di sviluppo”¹⁴.

Nei feti esposti a concentrazioni di *diossine* pari o lievemente superiori ai valori di base durante la fase gestazionale sono stati riscontrati effetti sullo sviluppo del sistema nervoso e sulla neurobiologia del comportamento, oltre che effetti sull'equilibrio ormonale della tiroide.

¹³ U.S. E.P.A., 1994

¹⁴ European Commission, 1996

La TCDD è stata riconosciuta quale agente cancerogeno per l'uomo (classificata gruppo 1) dall'Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro¹⁵.

L'esposizione cronica subletale alla TCDD provoca un accumulo di porfirine nel fegato (porfiria¹⁶) ed un incremento dell'escrezione urinaria di queste sostanze. Nei casi conclamati, l'accumulo di porfirine si estende anche alla milza ed ai reni.

La TCDD è irritante per gli occhi, la cute e il tratto respiratorio. La sostanza può determinare effetti, anche in tempi ritardati rispetto all'esposizione, sul sistema cardiovascolare, sul tratto gastrointestinale, sul fegato, sul sistema nervoso e sul sistema endocrino. Contatti ripetuti o prolungati con la cute possono causare dermatiti.

Effetti sugli organismi

Oltre al bioaccumulo sono stati osservati effetti tossici, sia cronici che acuti, che consistono generalmente in una riduzione della fertilità, disturbi della crescita, immunotossicità e cancerogenità in esemplari della fauna selvatica esposti alle *diossine* nel proprio ambiente.

Tuttavia, fuori del laboratorio è spesso impossibile dimostrare chiaramente un rapporto causa/effetto tra l'esposizione alle *diossine* e i fenomeni osservati. Da studi effettuati (uova, embrioni, fasi larvali) risulta che la maggior parte delle specie è sensibile alle *diossine*, poiché tali sostanze agiscono su diversi sistemi determinanti per la crescita e lo sviluppo, tra cui il metabolismo della vitamina A e degli ormoni sessuali¹⁷.

¹⁵ IARC, 1997, Volume 69

¹⁶ La porfiria è una malattia che provoca una serie di effetti tra i quali distruzione di globuli rossi e fotosensibilità.

4.2 COMPORTAMENTO E DISTRIBUZIONE AMBIENTALE

Come visto in precedenza, le *diossine* vengono emesse in atmosfera, da una o più sorgenti, e possono essere trasportate per grandi distanze e successivamente depositarsi, ed essere ritrovate nell'acqua, nei suoli e nei sedimenti.

Le *diossine* possono quindi depositarsi sul suolo e sulle parti arboree dei pascoli e dei seminativi rendendosi così disponibili per l'ingestione da parte degli animali da pascolo e da allevamento; possono inoltre essere trasportate dalle acque superficiali e raccolte nei sedimenti e raggiungere quindi la fauna ittica (Figura 4).

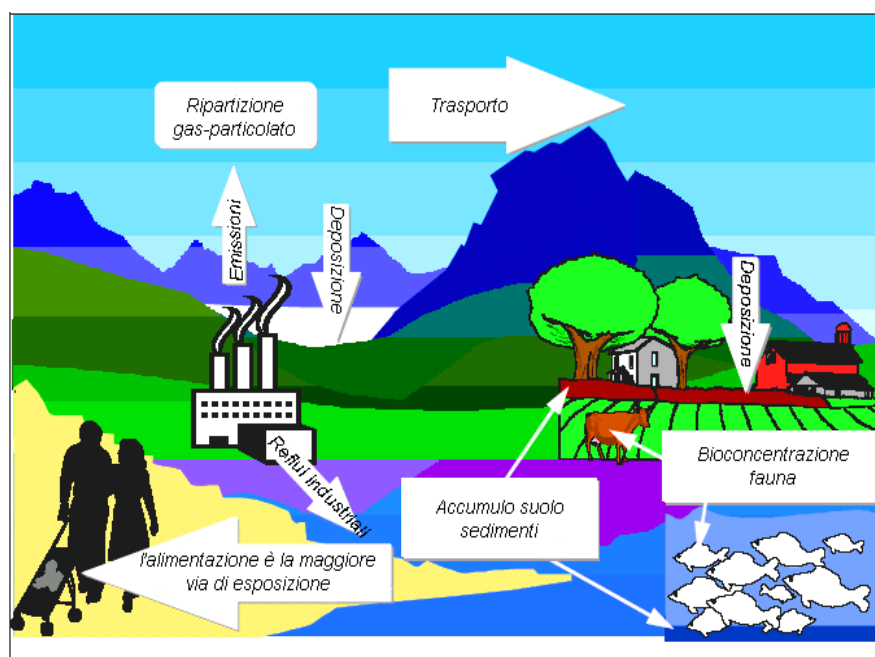


Figura 3: Destino e trasporto ambientale

4.2.1 Ambiente atmosferico

Per comprendere il comportamento di PCDD/F nei diversi comparti ambientali è necessario prima identificare le principali vie di trasporto ed i parametri che controllano il trasferimento di queste sostanze nelle diverse matrici. Occorre quindi capire le leggi che

¹⁷ Strategia comunitaria sulle diossine, 2001

regolano il movimento di PCDD/F nell'ambiente atmosferico, e quali caratteristiche chimico-fisiche devono essere considerate per individuare i possibili effetti sugli ecosistemi e il destino ambientale.

Le PCDD/F sono composti definibili “semivolatili” e, nell'atmosfera, sono presenti sia in fase vapore che come particolato.

Conoscere la forma (gas o particolato) in cui queste sostanze si trovano nell'atmosfera è importante in quanto da essa dipendono i fenomeni a cui PCDD/F sono sottoposti: quali il trasferimento in altre matrici ed i meccanismi di degradazione¹⁸.

La deposizione sul suolo, sulla vegetazione e sulle superfici acquatiche di questi contaminanti può avvenire attraverso meccanismi di “*deposizione secca e umida*”.

Nel caso di deposizione umida le *diossine* possono impattare suolo, corpi idrici e vegetazione in due modi: o si dissolvono nelle precipitazioni o sono associate al particolato rimosso dalle precipitazioni. La deposizione umida è il meccanismo primario attraverso il quale il particolato di piccole dimensioni viene rimosso dall'atmosfera.

In conclusione le diossine vengono rimosse fisicamente dall'atmosfera per:

- deposizione umida (rimozione attraverso precipitazioni);
- deposizione secca di particolato (caduta gravitazionale delle particelle);
- deposizione secca della fase vapore (assorbimento di queste sostanze in fase vapore dalla vegetazione).

4.2.2 Ambiente terrestre

L'ambiente terrestre può ricevere gli inquinanti ambientali attraverso differenti vie; le più importanti sono:

¹⁸ Degradazione della fase vapore a seguito di reazioni con i radicali idrossili prodotti fotochimicamente.

- deposizione atmosferica;
- spandimento di fanghi e compost;
- spandimento di sedimenti provenienti da esondazioni;
- erosione da aree contaminate nelle vicinanze.

Nel suolo la TCDD, ad esempio, non presenta mobilità significativa in quanto è adsorbita dal carbonio organico del suolo stesso; una volta adsorbita, rimane relativamente immobile ed a causa della bassa solubilità in acqua non mostra tendenza alla migrazione in profondità. La via di fuga più probabile della TCDD presente sulla superficie del suolo umido è la volatilizzazione¹⁹, l'adsorbimento può attenuare questo processo.

La persistenza di TCDD negli strati superficiali del suolo è stimata con un'emivita pari a 9-15 anni, mentre l'emivita stimata per gli strati più profondi è di 25-100 anni (HSDB). I suoli costituiscono, quindi, dei recettori naturali per le *diossine* e, a causa della limitata rimozione e del lungo periodo di emivita, rappresentano una tipica matrice accumulatrice.

4.2.3 Ambiente acquatico

L'ambiente acquatico può ricevere le PCDD/F attraverso:

1. deposizione atmosferica,
2. immissione di reflui industriali,
3. dilavamento di suoli contaminati.

Una volta immesse nei corpi idrici le *diossine* possono volatilizzare e quindi rientrare in atmosfera, o adsorbirsi ai sedimenti o bioaccumularsi negli organismi. Le *diossine* sono molecole scarsamente idrosolubili, ma trovano nell'acqua un'ottima via di diffusione una volta adsorbite sulle particelle minerali ed organiche che si trovano in sospensione su di essa.

4.2.4 Assorbimento e contaminazione nei vegetali

L'assorbimento dei composti organici da parte delle piante è controllato da vari fattori:

- proprietà chimico-fisiche del composto (solubilità in acqua, pressione di vapore, coefficiente di ripartizione ottanolo-acqua²⁰, peso molecolare);
- fattori ambientali (temperatura, contenuto di carbonio organico nei terreni, contenuto di acqua nel suolo);
- caratteristiche delle piante²¹.

I vegetali possono essere contaminati da sostanze inquinanti attraverso tre meccanismi:

1. assorbimento radicale (trasferimento dell'inquinante dal suolo alla parte alta della pianta attraverso l'assorbimento da parte delle radici);
2. volatilizzazione dal suolo;
3. deposizione atmosferica (direttamente sulle foglie).

La concentrazione totale di contaminante presente nelle piante è calcolata come la somma di contaminante assunto attraverso tutti questi meccanismi.

4.2.5 Valori di fondo nei comparti ambientali

Per effettuare una corretta valutazione dello stato della contaminazione di un territorio è opportuno conoscere i valori tipici che si possono trovare come valori di fondo nei vari comparti ambientali. Il valore di fondo rappresenta il livello stimato di un inquinante in assenza di fonti di contaminazione vicine e quindi questo parametro assume particolare rilievo nel caso delle *diossine* poiché, come già detto, a causa delle loro caratteristiche chimico-fisiche, esse si possono trovare anche in matrici/comparti ambientali distanti da sorgenti inquinanti.

A tal proposito si riportano in Tabella 2 i valori di fondo relativi a diverse località del Nord America.

I dati di tale indagine si riferiscono a matrici ambientali che sono rappresentative di zone lontane da potenziali sorgenti di emissione

¹⁹ Sulla base della costante di Henry ($5.0 \cdot 10^{-5}$ atm m³/mole) è trascurabile

²⁰ Misura la lipofilità del composto

²¹ DETR (Department of the Environment, Transport and the Regions), 1999

ed i valori rappresentano la media aritmetica dei TEQ e la deviazione standard.

Matrice ambientale	PCDD/PCDF (TEQ-WHO ₉₈)
Suolo urbano (ppt)	9,3 ± 10,2 range = 2-21
Suolo rurale (ppt)	2.7 range = 0,1-6
Sedimenti (ppt)	5,3 ± 5,8 range = < 1 - 20
Aria urbana (pg/m ³)	0,12 ± 0,094 range = 0,03 – 0,2
Aria rurale (pg/m ³)	0,013 range = 0,004 – 0,02
Acqua (ppq) ²²	0,00056 ± 0,00079

Tabella 4: Livelli di fondo di PCDD/F nelle matrici ambientali

²² ppq*: parti per quadrilione (pg/kg)

CAPITOLO 5. PROCESSI DI FORMAZIONE DELLE DIOSSINE

5.1 COME SI FORMANO LE DIOSSINE

Le *diossine* non vengono prodotte intenzionalmente, non avendo alcun utilizzo pratico, ma sono sottoprodotti indesiderati di una serie di processi chimici e/o di combustione.

Esse possono originarsi dai processi chimici di sintesi relativi ai composti clorurati e dai processi di combustione non controllata che coinvolgono vari prodotti quali: materie plastiche, termoplastiche, termoindurenti, ecc., nonché reflui e rifiuti contenenti composti clorurati; per questo motivo tali processi vengono indicati come “*sorgenti primarie*”.

Una volta immesse nell’ambiente le *diossine*, come visto nel precedente capitolo, sono soggette a vari destini ambientali e danno origine a processi di accumulo in specifici comparti/matrici ambientali (suoli e sedimenti) e di bioaccumulo in specifici prodotti (latte e vegetali a foglia larga) ed organismi (fauna ittica ed erbivori) per divenire a loro volta “*sorgenti secondarie*”, ossia successive ed aggiuntive a quelle primarie.

Le sostanze che producono *diossine* a seguito della loro combustione vengono indicate come “*precursori*”, mentre quelle che presentano tracce/residui di *diossine* in conseguenza del loro processo di produzione¹ costituiscono delle “*riserve*” in grado di rilasciare *diossine* nell’ambiente con modalità dipendenti dal tipo di utilizzazione e gestione (pratiche e comportamenti antropici).

Tra i processi chimici emergono quelli di produzione delle plastiche, di composti chimici, della carta e degli oli combustibili e come tali sono anche i responsabili diretti nella produzione di *precursori* e di *riserve*.

I processi di combustione si possono distinguere in:

- combustioni incontrollate, tra le quali:
 - incendi accidentali ed all'aperto (di materiali eterogenei, quali rifiuti urbani, pneumatici, ecc.), il cui contributo risulta di difficile quantificazione² e valutazione;
 - incendi boschivi in presenza di composti chimici clorurati per la combustione di lignina e cellulosa;
 - eruzioni vulcaniche con meccanismo di produzione di *diossine* analogo agli incendi boschivi.
- combustioni controllate (volontarie) di:
 - rifiuti solidi urbani (incenerimento);
 - fanghi (incenerimento);
 - carburante/combustibili nei processi di fusione dei metalli ferrosi e non ferrosi;
 - carburante/combustibili nei processi di produzione del cemento.
- altre combustioni controllate per la produzione di energia:
 - trasporti (per l'utilizzo di combustibili che contengono composti clorurati);
 - combustione di legno trattato;
 - combustione di oli combustibili.

La Figura 8 illustra in modo schematico le relazioni tra processi, sorgenti e ambiente.

¹ Reflui e rifiuti provenienti dai processi di sintesi dei composti clorurati, diserbanti, pesticidi, ecc.

² A titolo meramente esemplificativo si evidenzia che da uno studio condotto da Alcock *et al.*, nel 2000, risulta che queste sorgenti possono contribuire in una misura che varia dal 13% al 70% al totale delle emissioni di PCDD/F.

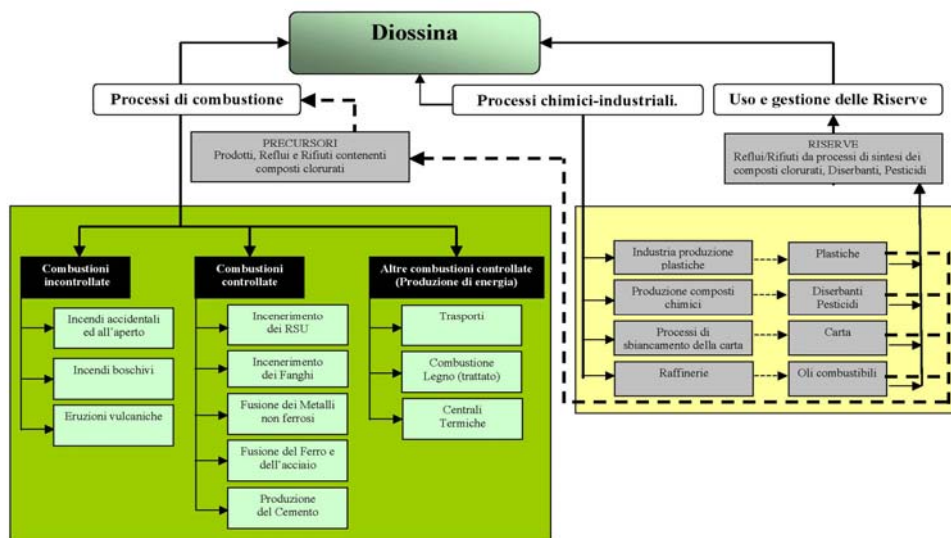


Figura 4. Relazioni tra processi e sorgenti

Alla luce dello schema sopra esposto, si può effettuare una distinzione tra *responsabilità* del singolo processo (termico e chimico-industriale), e *corresponsabilità* di entrambi, nella produzione di *diossine*; in una tale ottica, infatti, gli *output* dei processi chimici, sovente, diventano l'*input* nei processi termici, generando così una vera e propria “*catena di approvvigionamento da diossine*”.

È importante, inoltre, evidenziare come siano soprattutto i *precursori* e le *riserve*, a costituire le sorgenti di *diossine* più difficilmente controllabili e localizzabili sul territorio.

Tra i precursori troviamo i PCP/PCP-Na (Pentaclorofenolo), i PCB (Policlorobifenili), le cloroparaffine negli oli usati, il cloro inorganico e le termo-plastiche. Questi composti chimici vengono utilizzati per la produzione di conservanti del legno, di pesticidi, nell'industria del cuoio e della pelle in generale e nell'industria delle plastiche.

Le riserve sono costituite da composti clorofenossilici (come il vecchio diserbante 2,4,5-T o acido triclorofenossiacetico e il più attuale 2,4-D o acido diclorofenossiacetico), da composti intermedi

di sintesi per i disinfettanti (esaclorofene) e da composti clorurati alifatici che contengono tracce/residui di PCDD/F come sottoprodotti indesiderati formati durante i processi produttivi. Altre importanti riserve sono costituite da differenti composti organici alogenati utilizzati nell'industria della plastica come il cloruro di vinile monomero (CVM), il polistirene (polistirolo) e il dicloroetilene che contengono anche essi tracce/residui di PCDD/F come sottoprodotti indesiderati formati durante i processi produttivi³.

Per fornire delle indicazioni generali riguardo le fonti di emissioni di *diossine* nel nostro Paese si riportano in Tabella 3 i dati, presentati nell'Annuario dei dati Ambientali⁴, relativi le emissioni in atmosfera di questi inquinanti originati da varie attività e processi produttivi. Nella rilevazione e presentazione dei dati si utilizza la classificazione SNAP⁵ 97, in base alla quale tutte le attività antropiche e naturali che possono dare origine a emissioni in atmosfera sono ripartite in macrosettori.

I dati analizzati riguardo le emissioni di diossine e furani in Italia sono relativi al periodo 1990/1995-2002 e sono riportati in grammi di equivalente tossico secondo la classificazione di tossicità I-Teq (g I-Teq/anno).

Diossine e Furani	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
	g I-Teq/a								
A	24,73	28,42	27,27	26,59	25,02	21,94	21,97	20,77	22,63
B	24,59	27,48	26,63	28,97	28,79	32,47	33,30	33,99	29,44
C	117,47	121,20	110,07	121,75	121,44	119,97	130,14	124,49	119,63
D	67,20	71,68	62,68	66,51	67,92	63,41	71,08	73,89	74,67
G	7,41	7,48	7,03	6,35	5,57	4,91	4,19	3,80	3,27
I	199,11	193,16	148,95	132,84	126,19	110,13	57,39	37,12	36,06
M	2,15	0,45	0,24	0,72	0,95	0,61	0,93	0,73	0,33
Totale	442,67	449,87	382,87	383,71	375,88	353,43	319,00	294,80	286,03
Fonte: APAT, 2005									
Legenda:									

³ Greenpeace, 1993; Stringer *et al.*, 1995

⁴ APAT, 2005

⁵ SNAP: Selected Nomenclature for Air Pollution

A: Combustione Energia e Industria di Trasformazione; **B:** Combustione non Industriale; **C:** Combustione Industria; **D:** Processi Produttivi; **G:** Trasporti Stradali; **I:** Trattamento Smaltimento Rifiuti; **M:** Altre sorgenti Emissione e Assorbimenti

Tabella 5: Emissioni nazionali di diossine e furani per macrosettori SNAP 97

La Tabella 5 evidenzia le emissioni di PCDD/F in atmosfera suddivise per 7 macrosettori SNAP. Nell'anno 2002 si nota che circa il 42% delle emissioni è da imputare al macrosettore "Combustione Industriale" che comprende le seguenti sottocategorie:

- combustione nelle caldaie, turbine e motori a combustione interna;
- forni di processo senza contatto;
- processi di combustione con contatto.

Circa il 26% delle emissioni è da imputare al macrosettore "Processi Produttivi" che comprende le seguenti sottocategorie:

- processi nell'industria petrolifera;
- processi nelle industrie del ferro e dell'acciaio e nelle miniere di carbone;
- processi nelle industrie di metalli non ferrosi;
- processi nelle industrie chimiche inorganiche;
- processi nelle industrie chimiche organiche;
- processi nell'industria del legno, pasta per la carta, alimenti, bevande e altro;
- produzione di idrocarburi alogenati ed esafluoruro di zolfo.

Circa il 13% delle emissioni è da imputare al macrosettore "Trattamento Smaltimento Rifiuti" che comprende le seguenti sottocategorie:

- incenerimento rifiuti;
- interrimento di rifiuti solidi;
- incenerimento di rifiuti agricoli ;
- cremazione;
- altri trattamenti di rifiuti.

Circa il 10% delle emissioni è da imputare al macrosettore “Combustione non industriale” che comprende le seguenti sottocategorie:

- impianti commerciali ed istituzionali;
- impianti residenziali;
- impianti in agricoltura, silvicoltura e acquicoltura.

Gli altri macrosettori contribuiscono con percentuali minori.

In conclusione i processi di combustione rappresentano le attività macrosettoriali maggiormente responsabili delle emissioni in atmosfera di diossine e furani.

Venendo ora ad un tema specifico si riporta in Tabella 6 una stima effettuata dall’Unione Europea sul rilascio di diossine e furani sulla matrice suolo, dalla quale risulta che l’apporto maggiore della contaminazione è attribuibile alla produzione di pesticidi e agli incendi incontrollati (accidentali/dolosi).

I valori riportati nella Tabella 6 si riferiscono alla stima della quantità di *diossine* presente nei rifiuti derivanti dalle sopra citate attività e conferiti direttamente sul suolo e quindi solo potenzialmente biodisponibile.

Sorgente	g I-TEQ/anno	% Totale
Produzione pesticidi	13000	34
Incendi accidentali	7950	21
Incenerimento di rifiuti solidi urbani	7200	19
Interramento di rifiuti solidi	4000	10
Uso di pesticidi	1600	4,2
Fusione secondaria del piombo	1200	3,2
Combustione di legno domestico	650	1,7
Fusione secondaria del rame (recupero)	390	1
Produzione acciaio (forno elettrico)	350	0,9
Fusione secondaria dell’alluminio (recupero)	310	0,8

Tabella 6: Rilascio di diossine e furani sul suolo dovuti ad attività antropica e naturale (Fonte UE, 2001)

5.2 SORGENTI PRIMARIE

Le sorgenti primarie originano *diossine* tramite due tipologie di processo: i processi chimici-industriali, per effetto di sintesi chimiche, e i processi termici, per effetto del calore.

5.2.1 Processi chimici-industriali

Nei processi chimici le reazioni avvengono generalmente allo stato liquido e il prodotto è trattenuto all'interno dell'impianto di reazione. I fattori che favoriscono la formazione di PCDD/F sono le alte temperature, un ambiente basico, la presenza di raggi UV⁶ (ultravioletti) e la presenza di radicali nelle reazioni chimiche.

Nei processi chimici la propensione a generare PCDD/F durante la sintesi di composti decresce nel seguente ordine:

clorofenoli > clorobenzeni > composti clorurati alifatici > composti clorurati inorganici.

Queste sostanze costituiscono *riserve* in quanto vengono prodotte e utilizzate con tracce/residuo di *diossine* le cui concentrazioni possono variare secondo diversi ordini di grandezza.

In passato, la principale sorgente di PCDD/F era individuata nella produzione e nell'uso di prodotti chimici cloroorganici quali quelli utilizzati nell'industria della carta⁷; era stata inoltre rilevata una concentrazione rilevante di PCDD/F nei prodotti finali del processo (pasta di carta, carta) e nei fanghi derivanti dagli stessi.

L'utilizzo di nuove e migliori tecnologie accompagnato da una diversa utilizzazione delle diverse sostanze ha portato ad una progressiva riduzione delle concentrazioni di PCDD/F presenti nei prodotti finali e nei fanghi delle cartiere.

Tra gli altri prodotti contaminati dall'utilizzo di queste *sostanze - riserva* si trovano:

⁶ Da considerare che i raggi ultravioletti tendono sia a degradare i PCDD/PCDF in presenza di idrogeno (ad esempio sulle foglie verdi delle piante) sia ad aiutare la formazione (Nazioni Unite, 1998).

⁷ Da una stima dell'EPA le concentrazioni riscontrate di diossine e furani in aria e nel suolo, provocate dalle emissioni di stabilimenti industriali di carta e cartone, avevano un valore di 20 g I-TEQ l'anno.

1. il legno,
2. i prodotti tessili,
3. i prodotti in pelle e i prodotti di sughero trattati con pentaclorofenolo (PCP),
4. i fluidi dielettrici che contengono policlorobifenili (PCB), e altri additivi clorurati.

Bisogna, infine, considerare che l'industria chimica contribuisce alla produzione di *diossine* anche attraverso la produzione di precursori: prodotti, reflui e rifiuti contenenti composti clorurati.

Tra i prodotti precursori particolare rilevanza assumono le materie plastiche, termoplastiche, e termoindurenti. Le plastiche termoindurenti, in particolare, per la loro caratteristica di essere lavorate ad alte temperature, in fase di produzione, e successivamente solidificate tramite raffreddamento, tendono ad inglobare le *diossine* e a liberarle nell'ambito di una successiva combustione del materiale, accanto a quelle prodotte *ex novo*.

5.2.2 Processi di combustione

Riguardo ai processi di combustione bisogna evidenziare che le emissioni sono da imputare alla presenza di precursori o di *diossine* nei prodotti/sostanze immesse nel processo che favorisce la loro decomposizione e trasformazione attraverso specifiche reazioni chimiche.

In tali processi le reazioni chimiche avvengono a temperature al di sopra dei 250°C e le *diossine* formatesi hanno una grande propensione ad essere rilasciate allo stato gassoso.

La Tabella 5 propone un quadro sinottico delle principali sorgenti termiche suddivise in puntuali, più facilmente misurabili e controllabili, e diffuse, difficilmente misurabili e controllabili.

<p>Sorgenti puntuali</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>Incenerimento rifiuti</u>: Rifiuti solidi urbani, ospedalieri, combustione di residui plastici generati da pratiche agricole, combustione di gomme o pneumatici, rifiuti incontrollati, fanghi da acque reflue ➤ <u>Industria dell'acciaio</u>: Acciaierie, impianti di sintesi, produzione lastre d'acciaio ➤ <u>Impianti di riciclaggio</u>: Metalli non ferrosi (fusione; Al, Cu, Pb, Zn, Sn) ➤ <u>Produzione di energia</u>: Impianti alimentati con combustibili fossili, legno, biogas da discarica
<p>Sorgenti diffuse</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>Traffico</u>: Automobili e mezzi pesanti ➤ <u>Riscaldamento domestico</u>: Carbone, olio, gas, legno ➤ <u>Casuali</u>: Combustione PCB, incendi negli edifici, incendi boschivi, incendi di materiali vari all'aperto, eruzioni vulcaniche

Tabella 7: Sorgenti di PCDD/F da combustione

Incenerimento di RSU

In passato, l'individuazione di elevate concentrazioni di PCDD/F nei gas combusti dei processi di incenerimento dei rifiuti, ha indotto le diverse autorità nazionali ad una maggiore cautela nei riguardi delle tecnologie adottate; tale fatto e l'individuazione ed

adozione di nuove soluzioni tecnologiche ha progressivamente ridotto l'importanza di questa sorgente. Infatti misurazioni recenti sui livelli di *diossine* prodotte dagli inceneritori di RSU hanno confermato il trend positivo di abbattimento delle concentrazioni a seguito di processi di combustione. In particolare, dati UNEP dimostrano come a partire dagli anni '70 i livelli di concentrazione siano diminuiti del 99,8% grazie proprio al fatto che gli inceneritori di nuova concezione adottano delle metodologie di incenerimento più efficienti.

Incenerimento di fanghi di depurazione

Per quanto riguarda il contenuto di microinquinanti organoclorurati nei fanghi di depurazione, si ritiene che esso sia generalmente minore di quanto rilevato nei RSU, essendo presumibilmente presenti nei fanghi minori quantità di precursori come i policlorobifenili (PCB), polivinilcloruro (PVC), policloronaftaleni (PCN) ecc.⁸

Con l'utilizzo di forni cosiddetti a piani, la camera di post-combustione ha il compito di riportare i fumi ad alta temperatura e di giungere alla completa combustione delle sostanze organiche presenti.

Combustione nei motori (trasporti)

La presenza di cloro nel carburante degli autoveicoli è causa della formazione di *diossine* nel processo di combustione. Secondo risultati comparativi fra diversi lavori mostrati in una review della UE⁹ riguardo valutazioni delle emissioni di *diossine* relative ai trasporti su strada si conclude che il contributo è più alto per le automobili alimentate a benzina con piombo. Per i diesel e le auto alimentate a benzina senza piombo le emissioni sono molto più basse.

⁸ A seguito di uno studio sulla presenza di PCDD nei pozzetti delle fognature di Milano, sono stati rilevati livelli di concentrazione compresi tra alcuni ng/kg (ppt*, parti per trilione) ed alcune centinaia di ng/kg.

⁹ UE, 2001. European Dioxin Inventory- Stage II

Nella Tabella 6 sono evidenziati i risultati relativi alle emissioni per quanto riguarda la categoria trasporti.

Sorgente di emissione	Emissioni (g I-TEQ/anno)
Veicoli alimentati con benzina con piombo	97,8
Veicoli alimentati con benzina senza piombo	7,8
Veicoli alimentati con gasolio	5,5

Tabella 8: Emissioni in aria di PCDD/F – Categoria trasporti stradali.

Combustione di legno

- In presenza di donatori di cloro la combustione del legno produce *diossine* con concentrazioni che dipendono dal fatto che la combustione interessi legno naturale o legno trattato con pentaclorofenolo (PCP).

5.2.3 Sorgenti di combustione incontrollate

Incendi accidentali ed all'aperto

A causa della molteplicità e varietà dei materiali che possono bruciare (carta, plastica, cibo, vestiti, metalli, ecc.) e della diversa natura degli incendi possibili (incendi di edifici, di automobili, rifiuti, ecc.) risulta molto difficile effettuare una stima precisa dei fattori di emissione specifici per questa categoria di sorgente.

Incendi boschivi

Molti ricercatori hanno cercato di individuare le modalità con cui gli incendi boschivi danno origine alle *diossine*. Da uno studio¹⁰ svolto in Inghilterra risulta che la concentrazione di *diossine* nei

gas derivanti dalla combustione naturale di una foresta sia dovuta alla presenza di composti clorurati (presenti in basse concentrazioni nell'ambiente) prima dell'evento di combustione.

5.2.4 Processi di raffinazione e fusione dei metalli

Le *diossine* prodotte da questo tipo di sorgenti sono dovute sia alla tipologia di combustibili bruciati nei forni per ottenere temperature sufficientemente alte da fondere i metalli che alle materie immesse nel forno metallurgico: la carica e il combustibile.

Quanto al combustibile, la responsabilità di possibili formazioni di *diossine* possono essere circoscritte in modo relativamente semplice individuando la presenza di frazioni aromatiche, residui pesanti suscettibili di cracking, ecc.

Per ciò che riguarda la carica, tutti i processi di rifusione di rottami non ferrosi e ferrosi possono potenzialmente dar luogo ad emissioni di *diossine* per la presenza di plastiche, oli, varie sostanze chimiche e PCB presenti nei componenti elettrici vecchi.

5.2.5 Processi per la produzione di cemento

La fase di cottura è il cuore della produzione cementiera. Nonostante i forni possano raggiungere temperature di 1450°C, è difficile ottenere una distribuzione uniforme della temperatura in ogni parte del forno, che può subire brusche variazioni a causa della grande quantità di materiali solidi presenti, ed un sufficiente apporto di ossigeno. Questi due fattori, tenuto anche conto del fatto che come combustibili alternativi possono essere utilizzati diverse tipologie di rifiuti, portano alla formazione di *diossine*.

¹⁰ Douben *et al.*, 1995

CAPITOLO 6. L'EMERGENZA DIOSSINA NEL TERRITORIO DELLA REGIONE CAMPANIA

6.1 LA SCOPERTA DELLE DIOSSINE NEL TERRITORIO CAMPANO

Nel 2001 il Ministero della Salute avviò, in ottemperanza a quanto previsto dalla Direttiva comunitaria 96/23, un Piano di sorveglianza esteso all'intero territorio nazionale, finalizzato alla ricerca di alcune sostanze nocive potenzialmente presenti in animali vivi e/o nei prodotti del loro allevamento. In tale ambito fu rinvenuta la presenza di diossine e furani in concentrazioni superiori a quelle ammissibili (secondo il Regolamento Reg. CE 2375/01) in alcuni campioni di latte prelevati, nella Regione Campania, dalle AA.SS.LL. delle Province di Napoli e Caserta (NA4 e CE2).

La notizia, ripresa e subito diffusa dagli organi di comunicazione, destò immediata apprensione tra la popolazione, e conseguente preoccupazione a livello governativo, sia per i potenziali danni alla salute delle persone esposte, sia per le possibili ricadute negative sull'intera filiera lattiero-casearia.

La preoccupazione degli organi politici sia centrali che territoriali si incentrò sia sul versante della tutela della salute che su quello dei gravi danni che avrebbe potuto subire l'importante comparto produttivo lattiero-caseario dell'intera regione.

La preoccupazione era la possibilità che si potesse instaurare un clima di sfiducia dei consumatori e di conseguenza una sensibile flessione della domanda di alcuni prodotti, e in particolare di Mozzarella di Bufala Campana (MBC).

In termini economici, il danno era ipotizzabile attraverso le riduzioni di fatturato del settore della trasformazione del latte e di conseguenza attraverso gli effetti generati per questa via sul sistema economico locale.

Siffatto danno, pur non determinato direttamente sul sistema produttivo dalla presenza di diossina (la MBC in commercio era del tutto regolare), avrebbe comunque potuto influenzare indirettamente il sistema produttivo attraverso l'influenza esercitata dall'evento sul comportamento dei consumatori.

6.2 LE CAMPAGNE DI INDAGINE DELL'ARPAC E DELLA REGIONE CAMPANIA

Dopo l'esito di prelievi effettuati nella primavera del 2002, la Giunta Regionale predispose una campagna di indagine finalizzata all'acquisizione di nuovi e più precisi riscontri in merito alla localizzazione ed alle dimensioni del fenomeno di inquinamento, ed avviò misure rivolte alla tutela della salute pubblica procedendo al sequestro di alcuni allevamenti.

Dall'analisi di alcuni campioni effettuati anche in altre province, tutti negativi, sembrò lecita la conclusione che il fenomeno diossina fosse confinato alle sole due zone delle province di Napoli e Caserta nelle quali si erano evidenziate le prime positività.

Veniva ritenuta indispensabile la creazione di un'apposita Unità di Crisi per affrontare l'emergenza, nominata con Delibera di Giunta Regionale n° 3168 del 28/06/02. In detta Unità di Crisi entrarono a far parte componenti degli Assessorati Sanità, Agricoltura, e Ambiente, dell'Università, dell'ARPAC e dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Mezzogiorno. Con la stessa Delibera veniva anche incaricata una ditta per il ritiro e la successiva termodistruzione del latte contaminato da diossina.

6.2.1 Monitoraggio della matrice alimentare latte: il “Piano di interventi per fronteggiare l'emergenza diossina”

La Giunta Regionale con Delibera n° 1360 del 2/04/03, approvò il “Piano d'Interventi per fronteggiare l'emergenza diossina” articolato in due fasi operative: la prima, iniziata nella primavera

2003, portò all'individuazione delle cosiddette “*zone rosse*”, la seconda, effettuata nel corso del 2004, condusse all'individuazione di un numero limitato di campioni di latte per i quali si dimostrarono superati i limiti di legge.

Prima fase

Le *zone rosse* furono definite come aree circolari aventi un raggio pari ad 1 km, ed il centro coincidente con le aziende nei cui campioni di latte erano state riscontrate concentrazioni di *diossine* superiori ai limiti di legge.

Inoltre tutte le aziende zootecniche ricadenti in tali zone (anche quelle che non erano state sottoposte a controlli) furono poste sotto sequestro cautelativo e vi furono eseguiti prelievi di latte. Nel periodo di tempo intercorrente tra il prelievo dei campioni ed il risultato analitico degli stessi, a tutte queste aziende fu imposta l'adozione di un protocollo precauzionale che comportava:

- ⇒ il cambio di regime alimentare degli animali,
- ⇒ il divieto di pascolo e di allevamento di animali da cortile,
- ⇒ il sequestro e la termodistruzione del latte prodotto.

L'Assessorato alla Sanità si attivò contemporaneamente con la distribuzione di “Linee Guida per limitare la contaminazione da diossina in allevamento”

A conclusione dell'indagine si procedette al sequestro di 39 aziende nella Provincia di Caserta e 14 in quella di Napoli.

Trascorsi 120 giorni, nel corso dei quali fu applicato il detto protocollo, si eseguì una ulteriore campagna analitica che evidenziò, come atteso, il rientro dei valori delle *diossine* nei limiti di legge per la maggior parte degli allevamenti, che furono quindi dissequestrati.

Questa prima fase, nel suo insieme, portò all'abbattimento di circa 10.000 ovini, 2.776 bovini, 145 capi bufalini e 45 caprini ed alla termodistruzione di circa 8.000 tonnellate di latte.

Seconda fase

Nel corso del 2004 si svolse una seconda campagna di campionamenti con prelievi di latte in tutto il territorio regionale,

ma con particolare attenzione alle province di Napoli e Caserta, preferibilmente in aree non esaminate nel corso della prima fase.

I risultati di tale campagna evidenziarono superamenti dei limiti normativi in soli 5 casi, di cui:

⇒ 2 in Provincia di Napoli, in aree già precedentemente interessate da positività;

⇒ 3 in aree delle Province di Avellino e di Salerno.

In tutti questi casi, analisi di controllo, effettuate dopo 120 giorni dal sequestro, riscontrarono un rientro delle concentrazioni delle *diossine* nei limiti di legge.

Da quanto evidenziato risalta incontrovertibilmente la complessità della situazione esistente sul territorio, che comprendeva:

⇒ una compromissione di capi ovini, caprini, bovini e bufalini, ossia di specie con regime dietetico, e di allevamento, completamente diverso;

⇒ la necessità di procedere a sequestri di latte ed abbattimento di capi di bestiame, con i conseguenti rischi di abusi ovvero danni economici alle aziende colpite;

⇒ l'individuazione di aree contaminate in maniera *non eccessiva* e le conseguenti difficoltà nel dipanare le interazioni tra le tematiche sanitarie, ambientali oltre che quelle socioeconomiche; il tutto in una Regione in cui le problematiche poste dalla gestione dell'intero ciclo di gestione dei rifiuti erano ben lungi dall'essere risolte e si combinavano con quelle derivanti dalla presenza di siti contaminati di interesse nazionale oltre che con la piaga degli incendi (dolosi e non).

Inoltre proprio la contaminazione ambientale considerata *non eccessiva*, in quanto non superiore ai limiti individuati dal Decreto 471/99, non consentiva di escludere a priori ulteriori ipotesi necessarie per spiegare la contaminazione rilevata specialmente nel latte bovino e bufalino (costituente un indicatore di eccellenza per contaminazioni del tipo di quelle dovute alle *diossine*) ossia frodi relative al prodotto (ad esempio latte contaminato importato da altre Regioni italiane o, addirittura, da Paesi esteri), ovvero frodi

relative ai foraggi (anche in questo caso prodotti esterni alla Regione), oppure una combinazione delle due ipotesi.

Il quadro risultava ulteriormente complicato dalla memoria storica dell'incidente di Seveso, e dalle relative conseguenze sulla popolazione, oltre che da eventi più recenti quali la contaminazione da *diossine* nelle carni di pollame di importazione belga.

6.2.2 Monitoraggio delle diossine su matrici ambientali

Contemporaneamente allo svolgersi della campagna di monitoraggio sulla matrice alimentare latte, l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Campania (ARPAC) effettuò altre indagini, sempre nelle *zone rosse*, con il prelievo di circa 200 campioni di matrici ambientali (suolo, vegetali).

Il programma predisposto dall'Agenzia si proponeva lo scopo di verificare lo stato delle matrici ambientali in relazione alla presenza di PCDD, PCDF e PCB diossino-simili, nonché una valutazione della presenza di PCB totali sui campioni prelevati.

Gli obiettivi del programma erano di verificare l'eventuale stato di contaminazione delle matrici ambientali, valutare la diffusione geografica del fenomeno, stabilire eventuali correlazioni tra i fenomeni ambientali riscontrati e le possibili cause.

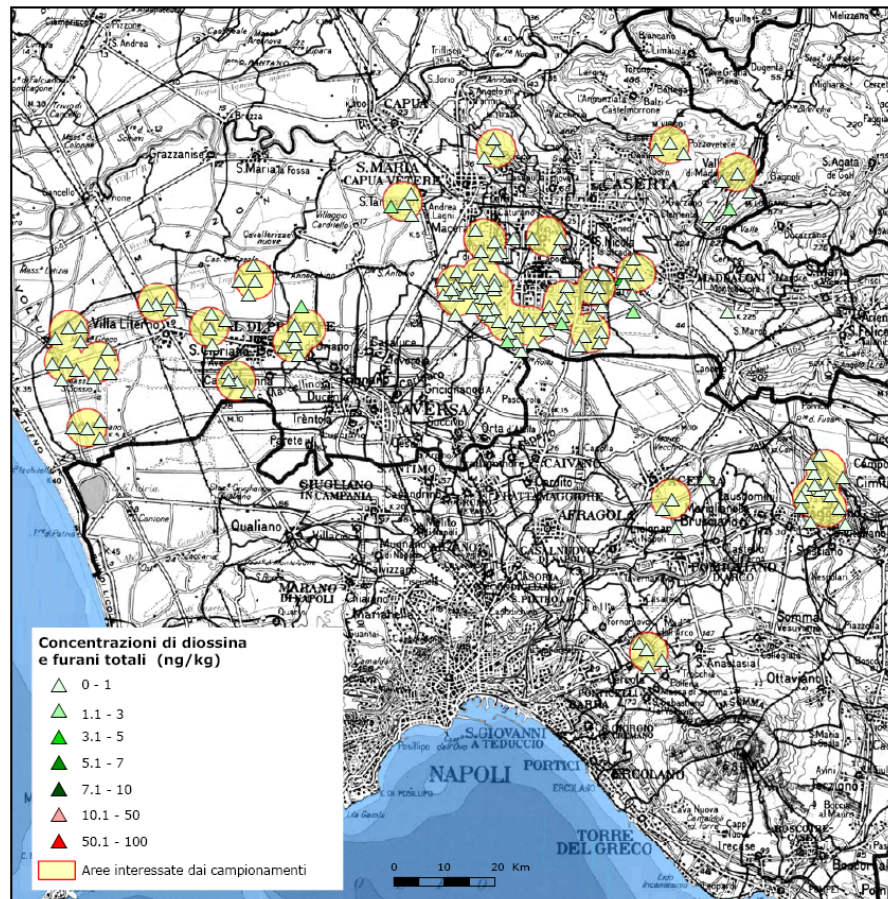
Nel mese di settembre 2002 veniva redatta la relazione conclusiva degli accertamenti espletati sulle matrici ambientali. In merito a queste ultime l'ARPAC evidenziava che il fenomeno non era da imputare a contaminazione ambientale, in quanto i valori di diossine rilevati nei campioni d'erba e terra erano risultati nelle norme e, tra l'alto, senza corrispondenza tra congeneri riscontrati nel latte e quelli trovati nell'ambiente.

I risultati ottenuti evidenziarono “...un fenomeno di contaminazione diffusa paragonabile, in base ai dati della letteratura, a quello presente in altre zone soggette a pressione antropica, e che non era possibile identificare al momento una fonte specifica di inquinamento, che sembrava potersi attribuire a fenomeni di combustione diffusi sul territorio...”.

Il dato che più preoccupa è l'elevato tenore di diossine di tutti i 59 campioni di erba prelevati nelle aree a rischio; se è vero, infatti, che soltanto 14 di questi hanno evidenziato un tenore superiore a 0,75 ng/kg, che peraltro rappresenta il limite ammesso per alimenti zootecnici vegetali previsto dalla Direttiva 2001/102/CE, tutti hanno evidenziato tenori di diossine (da 0,22 ng/kg, il più favorevole, a 9,39 ng/kg, il più inquinato) che potrebbero indicare una contaminazione di fondo presente in tutte le aree considerate oggetto dei prelievi. Ammettendo che l'erba in questione è stata prelevata all'interno delle zone a rischio e che potrebbero rappresentare aree pascolative, risulta evidente che una tale contaminazione di fondo può ripercuotersi sull'accumulo del contaminante nell'organismo.

L'ARPAC ribadì comunque la necessità di svolgere ulteriori indagini ambientali al fine di pervenire ad una sintesi oggettiva e conclusiva della situazione.

Di seguito vengono riportate le mappe relative alla concentrazione totale di diossine e furani rilevata sulla matrice suolo e sulla matrice erba.



Elaborazione cartografica:
CID Software Studio s.r.l. -

Fonte: ARPAC - 2003

Figura 5. Concentrazione totale di Diossine e Furani rilevati sulla matrice erba

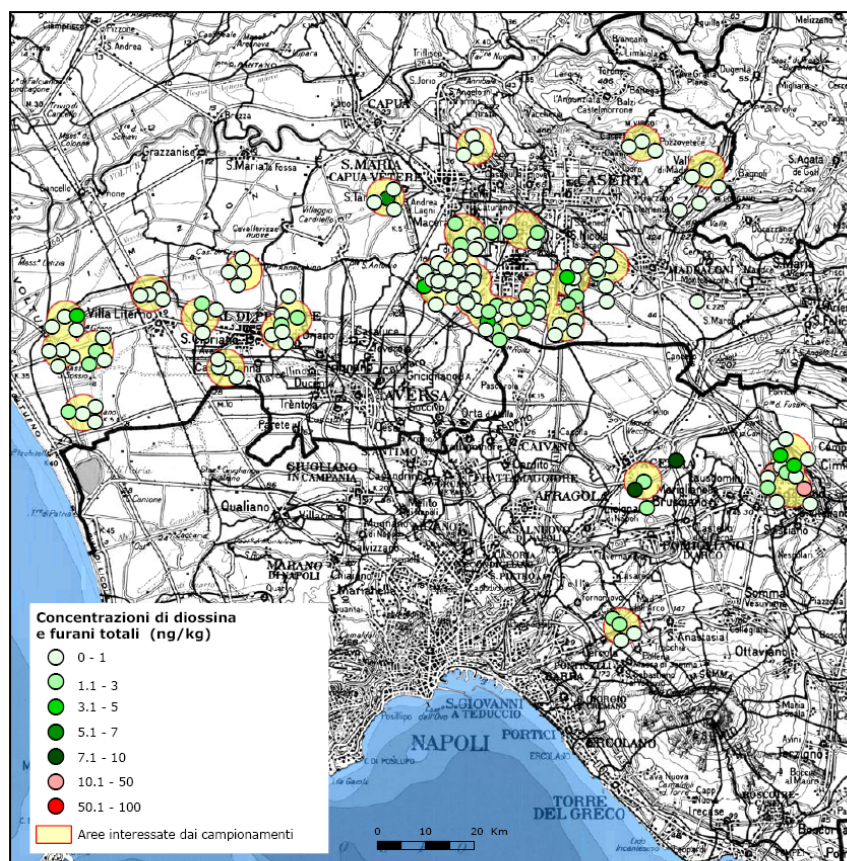


Figura 6. Concentrazione totale di Diossine e Furani rilevati sulla matrice suolo

6.3 LE ATTIVITA' DELL'APAT

Il Decreto Legge n. 192 del 24 luglio 2003, convertito con modificazioni dalla Legge n. 268 del 24 Settembre 2003, rappresenta una parte della risposta che il Legislatore ha messo a punto per tentare di risolvere almeno le problematiche prettamente ambientali poste dalla presenza di *diossine* sul territorio campano.

L'articolo 2, comma 4 della Legge recita: *“Per il potenziamento immediato dell’attività di indagine, analisi e monitoraggio del territorio campano in funzione dell’emergenza diossina, nonché per l’avvio dei primi interventi di messa in sicurezza e bonifica dei terreni inquinati, è autorizzata la spesa di [...] 10 milioni di euro da corrispondersi all’Agenzia nazionale per l’Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT) per interventi ed attività specialistiche di supporto, previa stipula [...] di un’apposita Convenzione tra il*

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e l'Agenzia medesima [...]".

Ulteriori 4 milioni di euro sono stati trasferiti alla Regione Campania e destinati ad interventi definiti sulla base delle risultanze di una *Conferenza dei Servizi* indetta dalla stessa Regione.

La Convenzione citata, stipulata nel settembre 2003, divenuta operativa nel gennaio 2004, descrive in dettaglio gli obblighi e gli obiettivi dell'APAT e le modalità di esecuzione della prestazione.

In particolare si individua un oggetto principale consistente nel:

“...potenziamento delle indagini, analisi e monitoraggio del territorio campano in funzione della emergenza diossina (PCDD, PCDF e PCB_{dl}) nonché avvio dei primi interventi di messa in sicurezza...”

Tra i risultati attesi vi sono:

- individuazione e delimitazione delle eventuali aree contaminate (a rischio) attraverso indagini comprendenti tutti i comparti ambientali;
- avvio degli interventi di messa in sicurezza e bonifica delle aree contaminate;
- progettazione di un piano di monitoraggio al fine di ridurre il rischio del ripetersi di ulteriori contaminazioni.

Al fine di assicurare il raggiungimento degli obiettivi previsti, l'Agenzia ha predisposto una struttura composta da:

- un gruppo tecnico interno, con il compito di definire le strategie di intervento e di seguire l'avanzamento delle diverse attività previste;
- una struttura propriamente operativa, costituita a Caserta con lo scopo di seguire le attività in campo ed assicurare i dovuti rapporti istituzionali (Regione, Prefetture, ASL);
- una Segreteria Scientifica costituita da docenti universitari, ricercatori, esperti dell'APAT e di altri Istituti Scientifici Nazionali, con il compito di valutare i risultati conseguiti e di fornire gli indirizzi programmatici per il proseguimento delle attività stesse.

6.3.1 La campagna di monitoraggio sulle matrici ambientali

Come prima attività l'Agenzia ha provveduto ad avviare una indagine *preliminare* consistente in una campagna di campionamento e analisi, delle principali matrici ambientali – suolo, sedimenti (corpi idrici interni e marino costieri), aria e acque - sull'intero territorio della Regione Campania avente come obiettivo primario il monitoraggio dei *livelli tipici*, correlati ai diversi usi del territorio e statisticamente significativi, di PCDD/PCDF e PCB_{dl}. Le attività in campo e di analisi sono state affidate (a mezzo di gara europea) ad un raggruppamento di imprese.

Le attività hanno comportato il prelievo di circa 789 campioni sulle diverse matrici ambientali ed hanno interessato tutte le Province della Regione coprendo così un territorio di circa 13.595 Km².

Le analisi eseguite sui campioni prelevati sono state in totale 23.485, ripartite come segue:

- 537 analisi granulometriche;
- 22.881 analisi per accertare la presenza di PCDD/PCDF e PCB_{dl};
- 67 analisi ecotossicologiche.

La scelta del numero e dell'ubicazione dei campioni da prelevare si è basata sui criteri utilizzati negli studi condotti in diversi paesi, finalizzati alla definizione dei valori “tipici” delle *diossine* nelle diverse matrici ambientali.

In considerazione delle numerose problematiche connesse al confronto dei dati analitici acquisiti con le norme nazionali, il 2 agosto 2005 si è tenuta presso la Direzione Qualità della Vita del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, una riunione cui hanno partecipato, oltre ai rappresentanti del Ministero e di APAT, i rappresentanti di ISS, ICRAM e ARPAC.

Le conclusioni dell'incontro, sono riportate nel verbale della Conferenza di servizi decisoria del sito di interesse nazionale Litorale Domizio Flegreo e Agro Aversano, del 11 ottobre 2005.

I punti salienti possono essere così sintetizzati:

- la normativa prevede che le concentrazioni dei parametri PCDD/PCDF e PCB_{dl} siano moltiplicati per un fattore di tossicità; per tale fattore è stato deciso di utilizzare i valori proposti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità nel 1998, in accordo con studi più recenti condotti in campo internazionale;
- per i suoli si è deciso di considerare separatamente la sommatoria delle concentrazioni di PCDD/PCDF e quella dei PCB_{dl}, in quanto il DM 471/99 contempla diversi valori di concentrazione limite accettabile per i due parametri;
- per i sedimenti si è deciso di considerare la sommatoria di PCDD/PCDF e PCB_{dl} e di confrontare tale valore con gli obiettivi fissati dal DM 367/03, per le aree fortemente antropizzate, come il Canale Regi Lagni, si è fatto riferimento a quelli fissati da ICRAM nel 2004;
- per la matrice acque superficiali si è convenuto di utilizzare i valori obiettivo fissati dal DM 367/03;
- è stato infine concordato che qualora per uno o più analiti la concentrazione sia inferiore ai limiti di rilevabilità strumentale, nella presentazione dei risultati complessivi si è posto il contributo al TEF di ogni congenere non quantificato uguale alla soglia di determinazione (n.d.=D.L.).

Tenuto conto degli esiti delle indagini ambientali eseguite, l'APAT ha quindi ritenuto opportuno completare la prima fase del Piano Operativo, predisponendo, nel giugno 2005, la messa in opera di un sistema informativo atto a raccogliere tutti i dati inerenti la presenza di PCDD/PCDF e PCB_{dl} in Campania, in cui riunire i dati provenienti da quei soggetti pubblici che, a diverso titolo, hanno proceduto ad effettuare misure e controlli relativamente alle *diossine* presenti nella Regione.

6.3.2 La campagna di monitoraggio sulle matrici biologiche (latte)

Attualmente è in corso un'indagine consistente nel prelievo di campioni di latte / prodotti caseari e foraggi in aziende situate in un'area, a cavallo delle Province di Napoli e Caserta, individuata sulla base degli esiti dell'indagine sulle matrici ambientali appena espletata. Le attività, ancora in corso, si concluderanno entro l'estate 2006.

A tal proposito si veda il capitolo successivo di questo elaborato in cui sono approfonditi gli argomenti relativi alle attività tuttora in corso.

6.3.3 La campagna di indagine per individuare e delimitare le aree contaminate e per individuare le potenziali sorgenti di inquinamento.

A seguito della prima fase di indagini effettuate dall'APAT nella Regione Campania, che ha consentito una valutazione complessiva dei livelli di contaminazione (PCDD/F e PCBdl) esistenti per quanto attiene alle matrici *suolo*, *sedimenti* (fluviali e marini), *acqua* ed *aria*, sono state individuate talune zone/Province in cui approfondire le azioni di monitoraggio.

La successiva campagna APAT parte dalla necessità di approfondire il livello di indagine, ed integrare i dati ottenuti, per arrivare a definire le aree che, a diverso grado, possono presentare rischi per la salute umana, sia in modo diretto (attraverso l'esposizione a componenti ambientali contaminate) sia indiretto (attraverso l'ingestione di cibo).

Nella definizione di tali aree si dovrà tenere in debito conto anche il rischio ambientale/ecologico, allo scopo di proteggere eventuali specie animali importanti negli ecosistemi indagati.

Dai dati ottenuti sino ad ora, è evidente che la presenza/contaminazione da PCDD/F si accompagna in maniera molto diversa alla presenza di PCBdl. Tali differenze vanno valutate ed elaborate, anche attraverso misure d'altri parametri

traccianti, perché utili all'individuazione dei meccanismi di diffusione e trasporto e delle loro sorgenti.

Gli approfondimenti e le indagini dovranno riguardare i seguenti cinque punti/obiettivi:

1. individuazione e delimitazione delle aree contaminate;
2. individuazione delle potenziali sorgenti dell'inquinamento locali, e di quelle esterne alla Provincia/Regione che possono influenzare/determinare i valori riscontrati nelle diverse matrici e, in particolare, nelle zone di cui al punto 1;
3. individuazione dei meccanismi di trasporto e diffusione, e delle catene trofiche e di bioaccumulo con particolare riguardo alla filiera alimentare (prodotti lattiero caseari, ecc.) e agli animali di allevamento che forniscono la materia prima (ovini, caprini, bovini e bufalini).
4. l'insieme delle attività (punti da 1 a 3) dovrà essere inoltre finalizzata alla preparazione/elaborazione di un piano di previsione, controllo e monitoraggio per ridurre i rischi di ulteriori future contaminazioni;
5. qualora nel corso delle attività si giunga ad individuare aree ove risultano superati i limiti di legge, si dovrà procedere alla progettazione di eventuali interventi di messa in sicurezza di emergenza e/o bonifica.

CAPITOLO 7. STUDI SULLA FILIERA LATTIERO-CASEARIA NELLA REGIONE CAMPANIA E PROGRAMMAZIONE DEGLI INTERVENTI SUL CASO DIOSSINA

7.1 L'IDENTIFICAZIONE DELLE ATTIVITA' DELLA FILIERA LATTIERO-CASEARIA

In Campania il settore lattiero-caseario vanta una grande tradizione e rappresenta tutt'oggi un importante punto di forza dell'economia regionale. L'obiettivo è di delineare un quadro generale del settore in questione, in modo da evidenziarne le caratteristiche salienti nonché il peso che assume nell'economia campana.

Se operiamo alcune inevitabili semplificazioni la filiera lattiero-casearia può essere articolata in tre fasi principali, ciascuna delle quali risulta presidiata da una specifica tipologia di operatori economici:

- la fase più a monte connessa alla produzione del latte che a livello regionale vede principalmente coinvolte le aziende campane dedite alla zootecnia da latte e che allevano in particolare capi bovini, bufalini ed in misura più ridotta ovi-caprini;
- la fase produttiva vera e propria, connessa ai processi di lavorazione e trasformazione del latte in cui risulta impegnata una miriade di piccole imprese spesso a carattere artigianale oltre ad alcune grandi centrali del latte;
- infine la fase finale connessa alla commercializzazione ed alla distribuzione dei prodotti lattiero-caseari realizzati dall'industria campana; quest'ultima fase vede principalmente coinvolti da un lato i grossisti e gli esercizi di commercio al dettaglio che risultano specializzati nella vendita di prodotti lattiero-caseari; dall'altro le strutture della grande distribuzione organizzata che evidentemente non hanno una specifica connotazione territoriale.

In base ad una prima stima che prende in considerazione soltanto le tre fasi precedentemente indicate, il numero complessivo di addetti direttamente coinvolti nella filiera lattiero-casearia in Campania ammonterebbe a circa 11.000 unità, che rappresentano lo 0,7% degli occupati totali rilevati a livello regionale dall'ISTAT con l'Indagine sulle Forze di Lavoro. Il valore aggiunto imputabile alla suddetta filiera risulterebbe di poco inferiore ai 400 milioni di euro.

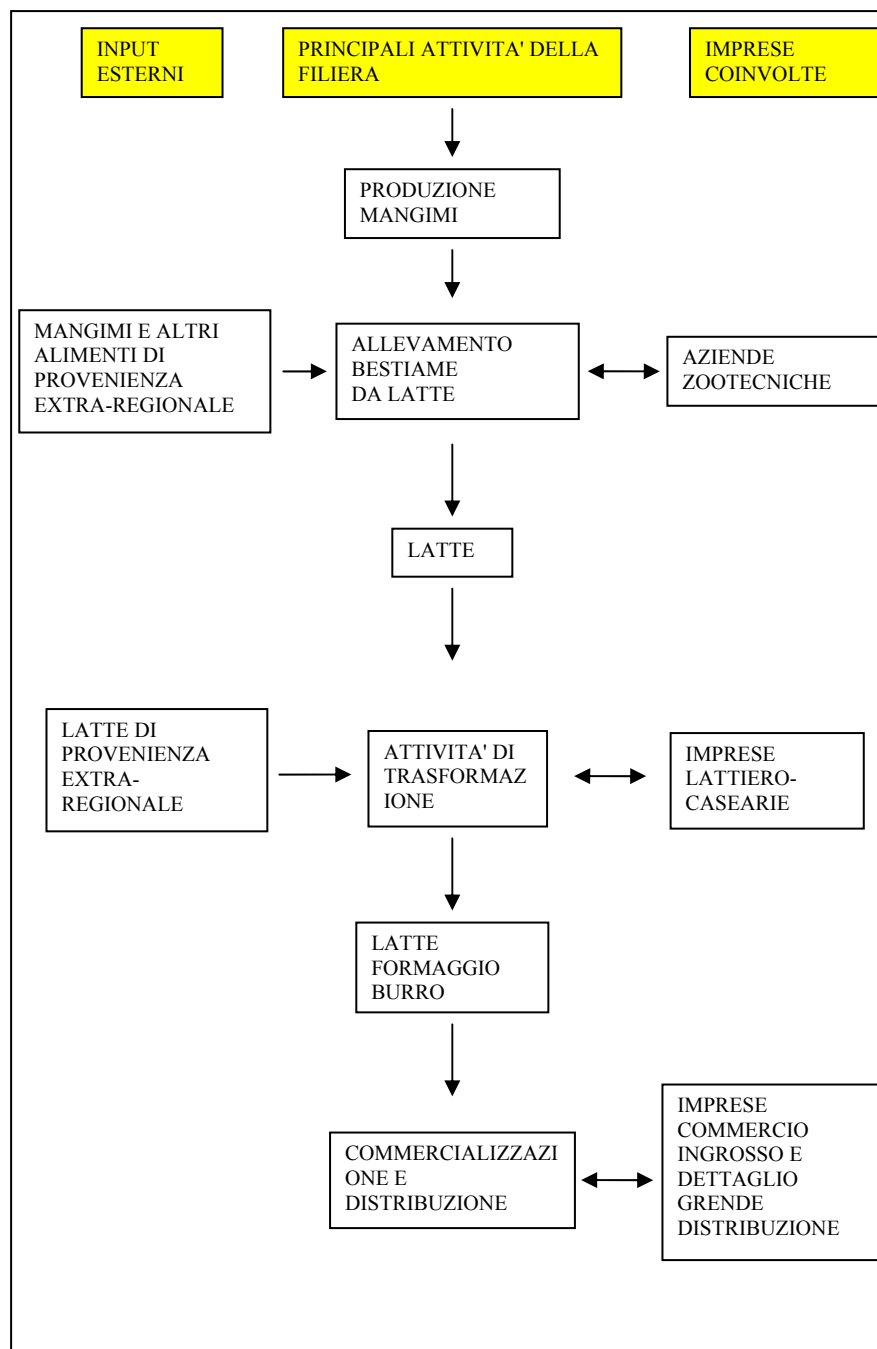


Figura 7. Le principali fasi della filiera lattiero-casearia Campana

7.1.1 L'attività zootecnica

L'esame della filiera lattiero-casearia deve prendere necessariamente le mosse da una ricostruzione puntuale dell'attività zootecnica per ciò che riguarda più in particolare l'allevamento dei capi destinati alla produzione di latte.

In base ai dati dell'ultimo Censimento dell'Agricoltura relativo al 2000 risulta che le aziende zootecniche in Campania sono nel complesso pari a 70.228 unità; scendendo più nel dettaglio si osserva come quelle con allevamenti bovini costituiscono 15.350, quelle con allevamenti ovini rappresentano circa 8.500, mentre le aziende con un prevalente orientamento zootecnico caprino risultano poco più di 5.300. Il quadro si completa considerando la presenza nel territorio regionale di 1.298 aziende zootecniche specializzate nell'allevamento bufalino.

	1990	2000	VAR. %
Aziende agricole totali	253.935	248.932	-2,0%
Aziende zootecniche	92.239	70.228	-31,3%
Aziende con all. bovini	30.372	15.350	-49,5%
Aziende con allev. bufalini	1.098	1.298	+18,2%
Aziende con allev. ovini	14.732	8.560	-72,1%
Aziende con allev. caprini	11.010	5.317	-51,7%

Tabella 9. Consistenza delle diverse tipologie di aziende zootecniche in Campania (fonte: ISTAT, censimenti dell'Agricoltura, 1990, 2000)

Rispetto al 1990 si nota come il numero complessivo di aziende che praticano l'allevamento del bestiame si sia ridotto in Campania di circa un terzo (-31,3%). Tale riduzione è imputabile a tutte le principali tipologie di allevamento con l'unica significativa eccezione delle aziende specializzate nell'allevamento bufalino le quali, nel decennio considerato, hanno viceversa registrato una crescita pari al +18,2%, passando da 1.098 a 1.298 unità. E' appena il caso di segnalare come in Italia il numero complessivo di aziende

specializzate nell'allevamento bufalino sia pari appena a 2.246 unità, il che sta a testimoniare come la Campania evidenzii una particolare specializzazione in quest'attività zootecnica, concentrandosi nella Regione oltre il 57% delle aziende operanti nel territorio nazionale. Peraltro, se si scende ad un maggiore livello di disaggregazione territoriale emerge come le aziende dedite all'allevamento delle bufale siano in realtà localizzate soprattutto in provincia di Caserta (circa il 69,3% del totale) e di Salerno (28,1 %), mentre sono praticamente assenti nelle altre tre province campane.

Di estremo interesse è l'analisi del patrimonio zootecnico regionale. Informazioni dettagliate sulla consistenza dei bovini, dei bufalini, degli ovini e dei caprini allevati nel territorio regionale possono essere desunte dal Censimento dell'Agricoltura. Secondo gli ultimi dati disponibili relativi al 2000 il patrimonio zootecnico regionale per ciò che concerne in particolare il bestiame da latte risulta così costituito:

- 212.267 capi bovini, di cui oltre 92.000 vacche da latte;
- 130.732 capi bufalini, di cui oltre 90.000 bufale da latte;
- infine 276.687 capi ovi-caprini, di cui tuttavia solo una percentuale minoritaria viene utilizzata per la produzione di latte.

Al di là dei dati sul numero assoluto di capi è interessante altresì considerare il peso relativo che riveste la Campania a livello nazionale per ciò che concerne i diversi tipi di bestiame da latte. Da questo confronto emerge in modo evidente, da un lato, la foltissima specializzazione della Regione Campania nell'allevamento bufalino (considerato come nella suddetta Regione si concentri oltre il 70% del patrimonio bufalino nazionale), dall'altro lo scarso peso che rivestono tutti gli altri tipi di zootecnia da latte, con percentuali che oscillano fra il 3,4% circa per i bovini e gli ovini ed il 5,5% per i caprini.

Approfondendo l'analisi a livello provinciale emerge in particolare che:

- la presenza delle bufale si concentra quasi esclusivamente nelle province di Caserta (72,1% dei capi censiti a livello regionale) e di Salerno (26,6%);
- l'allevamento dei bovini in generale e delle vacche da latte in particolare risulta omogeneamente diffuso in tutta la Regione, con l'unica eccezione di Napoli dove è praticamente assente qualunque tipo di zootecnia;
- un discorso in parte analogo può essere fatto per gli ovicapri, con le province più interne (Benevento ed Avelline) maggiormente specializzate nell'allevamento degli ovini, e Salerno, che occupa viceversa una posizione assolutamente preminente per ciò che concerne l'allevamento dei capri (in questa provincia si concentrano infatti i due terzi circa dei capi censiti a livello regionale).

Se si esamina l'andamento registrato dalla zootecnia da latte nel corso degli anni 1990 emerge in modo inequivocabile come a livello regionale vi sia una significativa riduzione del bestiame da latte che ha riguardato tutte le tipologie di capi, ad eccezione anche in questo caso dei bufalini. Questi ultimi, infatti, non solo non hanno subito alcuna diminuzione nel loro periodo di tempo considerato (1990-2000), ma hanno addirittura più che raddoppiato la loro consistenza assoluta, passando da 61.628 a 130.732 capi. In buona sostanza, anche le tendenze rilevabili nell'ultimo decennio confermano come la zootecnia in Campania vada sempre più specializzandosi nell'allevamento dei capi bufalini, dato il crescente utilizzo del latte di bufala da parte dell'industria lattiero-casearia regionale. Dietro al forte incremento del numero dei capi bufalini allevati in Campania c'è soprattutto la notevole crescita delle dimensioni medie aziendali: fra il 1990 ed il 2000, il numero medio di capi per azienda è passato, infatti, da 56,1 a 100 unità, in conseguenza del progressivo passaggio verso forme di allevamento più intensive, oltre che caratterizzate da un maggiore livello di meccanizzazione rispetto al passato.

7.1.2 L'industria di trasformazione

Il peso che riveste il settore lattiero-caseario in Campania risulta ancora più evidente considerando i dati relativi all'industria di trasformazione. In base al Censimento del 2001 risulta, infatti, che in questa regione:

- il numero di unità locali operanti nel settore lattiero-caseario si attesta nel complesso su di un valore pari a 769, a fronte di un totale nazionale pari a 4.274 unità (18,0%);
- gli addetti complessivamente impiegati nelle aziende di trasformazione risultano pari a 4.122 unità, il che equivale al 9,4% del totale rilevato a livello nazionale; è importante sottolineare come la grande maggioranza degli addetti (3.883 unità) lavori nelle attività connesse alla produzione dei derivati del latte (formaggi, burro) e non in quelle riguardanti il trattamento e il confezionamento del latte alimentare.

Se si prende in considerazione l'analisi a livello provinciale considerando i dati sugli addetti censiti nel 2001 nelle cinque province campane emerge in modo evidente come l'industria lattiero-casearia campana sia essenzialmente concentrata in tre province, Caserta, Napoli e Salerno, le quali registrano un numero di addetti abbastanza simile (poco più di un migliaio ciascuna), mentre è scarsamente sviluppata nelle province di Avellino e Benevento che, considerate congiuntamente, non raggiungono i 450 addetti. Confrontando questi dati con quelli riguardanti la distribuzione provinciale del patrimonio zootecnico si può facilmente osservare come l'industria lattiero-casearia in Campania tenda generalmente ad essere sviluppata laddove si concentrano gli allevamenti di capi bufalini (Caserta e Salerno, province nelle quali sono effettivamente presenti tutte le attività della filiera lattiero-casearia), mentre è quasi del tutto assente dove la zootecnia da latte è principalmente legata all'allevamento di bovini (Benevento ed Avellino).

7.1.3 I prodotti lattiero-caseari

Un elemento conoscitivo essenziale nell'analisi della filiera lattiero-casearia campana riguarda i prodotti realizzati in ambito regionale dall'attività di trasformazione del latte e le quantità complessivamente immesse sul mercato.

L'industria lattiero-casearia della Campania risulta relativamente specializzata nella produzione di formaggi, considerato come sul territorio regionale siano stati prodotti nel corso del 2001 oltre 950 mila quintali di formaggio, che rappresentano l'8,7% del totale realizzato a livello nazionale. Per ciò che riguarda il latte alimentare trattato igienicamente e, ancor più, il burro, l'incidenza della produzione campana sul totale nazionale appare viceversa molto più contenuta risultando pari, rispettivamente, al 5,3% ed al 2,6%.

Data la prevalente specializzazione della Campania nelle produzioni casearie può essere a questo punto interessante analizzare più nel dettaglio quali siano le tipologie di formaggi prodotte a livello regionale mediante l'utilizzo di latte vaccino, ovino, caprino o bufalino.

La specializzazione dell'industria campana sta soprattutto nella produzione di formaggi freschi (20,6% del totale nazionale) ed, in misura inferiore, formaggi a pasta semi-dura (5,6%), mentre appare di scarsissimo rilievo quantitativo la produzione sia di formaggi a pasta dura (appena lo 0,1% nazionale) che di quelli a pasta molle (0,4%).

Naturalmente, fra i formaggi freschi il prodotto di punta è rappresentato dalla mozzarella di bufala campana; in ogni caso la Regione Campania può vantare la presenza di altri prodotti caseari di pregio che hanno un mercato di sbocco extra-locale (provola, mozzarella, treccia, caciocavallo silano, podalico e di Sorrento, ecc.).

7.1.4 La filiera della mozzarella di bufala campana

Data la rilevanza che assume nell'ambito della filiera lattiero-casearia regionale la produzione della mozzarella di bufala, si ritiene opportuno dedicare uno specifico approfondimento a questo prodotto che vanta in Campania una secolare tradizione. Come è noto, la sua tipicità risulta legata sia alle caratteristiche della materia prima utilizzata (solo latte di bufala) sia alle tecniche di lavorazione che affondano le loro radici nella storia e nelle tradizioni della zona di origine.

La Mozzarella di Bufala Campana (MBC) ha ottenuto nel 1993 il riconoscimento della Denominazione di Origine Controllata (DOC) con Decreto del Presidenza del Consiglio dei Ministri; inoltre, nel 1996 la MBC è stata fra i primi prodotti italiani ad ottenere dall'U.E. la registrazione quale prodotto a Denominazione di Origine Protetta (DOP). Secondo tale disciplinare, al fine di tutelarne la tipicità, la mozzarella di bufala deve essere prodotta esclusivamente con l'utilizzo di latte di bufala. L'utilizzo anche in quantità minime di latte vaccino è pertanto vietato dal disciplinare e quando avviene deve essere necessariamente dichiarato dal produttore, fatto che impedisce l'utilizzo della denominazione "di bufala".

Il disciplinare di produzione della MBC stabilisce che l'intero ciclo di produzione dall'allevamento delle bufale fino al confezionamento del prodotto finito debba avvenire in una specifica area geografica identificata dal Decreto di istituzione della DOC. Più in particolare, la zona di produzione della MBC si estende a cavallo fra la Campania ed il Lazio meridionale (alcuni comuni ricadenti nelle Province di Latina, Frosinone e di Roma). Per ciò che riguarda specificatamente la Campania, l'area della MBC comprende in particolare i seguenti comuni:

- tutti i comuni delle province di Caserta e Salerno;
- i comuni di Acerra, Giugliano in Campania, Pozzuoli, Qualiano in Provincia di Napoli;
- i comuni di Limarola, Dugenta e Amorosi in Provincia di Benevento.

Nel 1993 in concomitanza con l'istituzione del marchio DOC è stato costituito il "Consorzio per la Tutela del Formaggio Mozzarella di Bufala Campana" con il fine principale di valorizzare la commercializzazione di questo prodotto sui mercati nazionali ed esteri. L'attività del Consorzio consiste nel promuovere ogni iniziativa tesa a salvaguardarne la tipicità, le caratteristiche peculiari e l'uso della denominazione e a favorire il costante miglioramento delle tecniche di produzione; compito del Consorzio è altresì quello di esercitare una costante azione di vigilanza sulla produzione e sul commercio della Mozzarella di Bufala nel rispetto della disciplina di produzione del DOC e del DOP.

In base ai dati forniti dal "Consorzio per la Tutela del Formaggio Mozzarella di Bufala Campana", nel 2002 il numero di allevamenti bufalini presenti nell'area delimitata dal disciplinare di produzione del DOP ammonta nel complesso a 1.598 unità; di questi, quasi due terzi (1.026 pari al 64,2% del totale) risultano localizzati in territorio campano e più specificatamente nelle province di Caserta (44,4%) e Salerno (19,6%), mentre i rimanenti si distribuiscono in modo pressochè equivalente fra la provincia di Latina (17,9%) e quella di Frosinone (17,8%).

Sempre in base ai dati di fonte del Consorzio il numero di capi bufalini complessivamente allevati dalle aziende zootecniche localizzate nella zona DOP raggiungeva nel 2002 le 154.269 unità. La distribuzione territoriale evidenzia in questo caso una maggiore concentrazione dei capi nel territorio campano in generale e nella provincia di Caserta in particolare, risultando localizzati in quest'ultima provincia ben 81.649 capi bufalini, pari al 52,9% del totale censito nell'area DOP.

Secondo le informazioni fornite dal Consorzio di Tutela, al 31 dicembre 2003 i trasformatori di latte bufalino autorizzati a produrre Mozzarella di Bufala Campana risultavano complessivamente 143, di cui 132 localizzati in territorio campano, con una forte concentrazione nelle province di Caserta (76) e di Salerno (48).

Se si considera la serie storica relativa agli ultimi dieci anni appare evidente come il fenomeno abbia subito una fortissima crescita: nel 1993 – anno di istituzione della DOC e di costituzione del Consorzio – si contavano appena 20 caseifici; già l'anno successivo il loro numero era salito ad 88 ed ha subito un progressivo incremento fino a raggiungere gli attuali valori.

Nel 2003 la produzione di Mozzarella di Bufala Campana dichiarata al Consorzio ammonta complessivamente a 28.278 tonnellate, di cui l'80% circa imputabile ai soci del Consorzio ed il restante 20% ai caseifici che fruiscono soltanto del logo.

Al di là del numero assoluto dei caseifici è importante sottolineare come la gran parte della produzione sia in realtà attribuibile ad un numero relativamente ridotto di aziende: in base alle stime del Consorzio riferite al 2000, il 66% circa della produzione complessiva di MBC è stato infatti realizzato dalle prime 20 imprese del settore e l'80% circa dalle prime 30. Inoltre, la tendenza rilevabile in questi ultimi anni è di una progressiva ulteriore concentrazione della produzione nei caseifici di più grandi dimensioni.

Se si ripartisce il dato complessivo della produzione fra i diversi comprensori territoriali che rientrano nella zona DOP della Mozzarella di Bufala, si conferma ancora una volta il ruolo della Campania ed in particolare delle province di Caserta e di Salerno.

I dati appena illustrati si riferiscono, ovviamente, soltanto ai quantitativi di prodotto che le imprese lattiero-casearie dichiarano al Consorzio. Quest'ultimo, ritiene tuttavia che la produzione di Mozzarella di Bufala Campana sia in realtà molto superiore a quella effettivamente dichiarata. Questo accade perché i caseifici hanno convenienza a denunciare un quantitativo inferiore, in quanto è proprio sulla base delle quantità annualmente prodotte che viene stabilito il contributo che ogni impresa deve versare al Consorzio. Secondo le stime effettuate la quantità di mozzarella di bufala prodotta dalle imprese di trasformazione operanti nell'area DOP risulterebbe superiore di almeno il 40-50% al dato dichiarato al Consorzio.

Il Consorzio valuta che la produzione effettivamente realizzata nell'area si aggiri sulle 30.000 tonnellate, rispetto alle 18.000 che risultano dalle dichiarazioni effettuate dai caseifici.

7.1.5 Il ciclo di produzione della Mozzarella di Bufala Campana

In questo paragrafo vengono analizzate le fasi principali del processo di produzione della Mozzarella di Bufala Campana, per evidenziare gli aspetti tecnici che caratterizzano ciascuna fase e i principali input di produzione utilizzati. La ricostruzione del ciclo di lavorazione viene effettuata separando da un lato le attività inerenti l'allevamento del bestiame e la produzione del latte; dall'altro quelle attinenti il processo di lavorazione del latte e la sua trasformazione in Mozzarella di Bufala.

In Campania gli allevamenti delle bufale sono prevalentemente localizzati in pianura, pur registrandosi alcune differenze fra le due province che risultano maggiormente vocate per questo tipo di zootecnia; infatti, mentre a Caserta quasi l'80% dei capi risulta localizzato in aree di pianura, nel caso di Salerno si registra una prevalenza degli allevamenti situati in zone collinari dove si concentra il 58% circa del patrimonio bufalino provinciale, a fronte del 41% circa che viene viceversa allevato in zone pianeggianti.

Attualmente nessun allevamento di bufale prevede il pascolo degli animali allo stato brado; all'interno delle stalle le bufale vengono generalmente suddivise in gruppi in relazione al loro stato "biologico": capi in allattamento, capi in accrescimento, adulti da mungitura e adulti in asciutta (non produttori di latte). Ogni gruppo è tenuto in un recinto e tutti i recinti affacciano su un unico canale mangiatoia, nelle cui vicinanze si trova la camera di mungitura. Gli animali vengono tenuti in recinti, dove oltre ad una zona paddocks, sono presenti stagnetti artificiali (non sempre) da utilizzare per il loro refrigerio.

Nella zootecnia moderna l'alimentazione costituisce un punto chiave nella gestione dell'allevamento, in quanto, da un lato, rappresenta il principale costo di produzione (oltre il 50%);

dall'altro condiziona in larga misura le performance produttive, la salute e la fertilità degli animali, nonché la qualità della materia prima (latte). Nel grafico di seguito proposto vengono schematicamente illustrati gli elementi principali che entrano nel ciclo di alimentazione delle bufale.

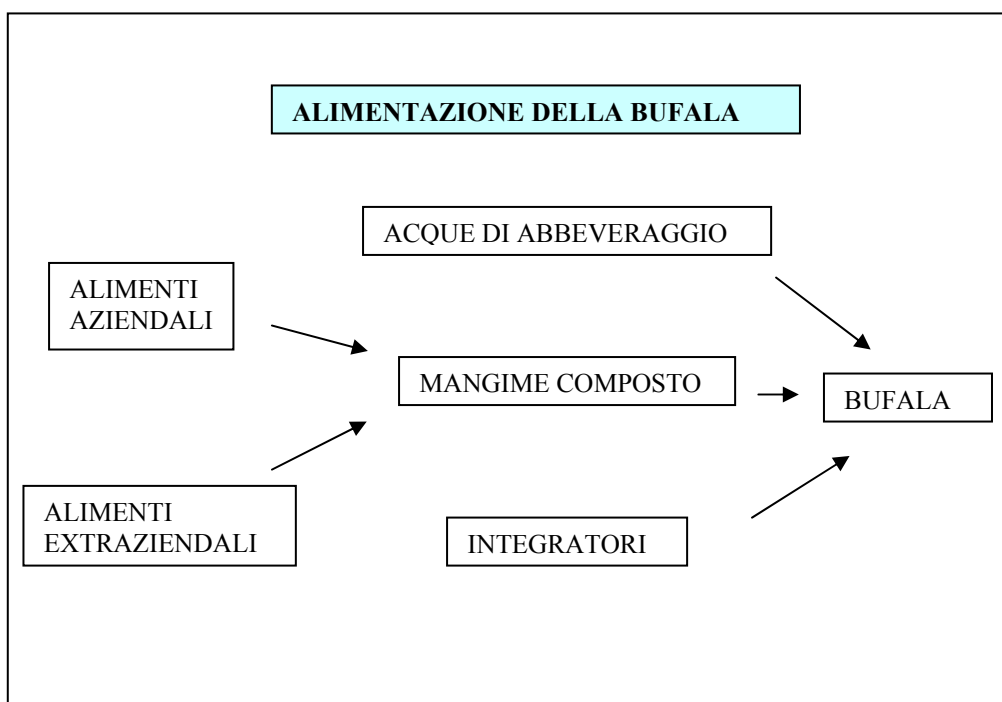


Figura 8. Alimentazione della bufala

La razione giornaliera di ogni animale è principalmente costituita da una miscela di insilato di mais (20-22 kg al giorno), fieno (4-6 kg) e mangime concentrato, quest'ultimo risulta dalla mescolatura tra orzo, loietto e soia (2-6 kg). Questa miscela viene generalmente arricchita con integratori quali: zeoliti, bentonite, calcio carbonato, sali minerali (calcio, fosforo, ecc.). Nella regione Campania si è soliti utilizzare per l'alimentazione degli animali anche scarti ortofrutticoli, quali: finocchi, cavolfiore, cavoli, rape, foglie e colletti di barbabietola, buccette e semi di pomodoro, residui dell'industria conserviera, oli di semi di oleaginose, ecc.

La crescita del mercato ha alimentato una richiesta maggiore di aree per le coltivazioni foraggere e quindi un ritorno allo sfruttamento delle aree collinari. Inoltre, la scarsità di foraggio per le mandrie è stata in parte risolta acquistando dall'esterno gli

alimenti necessari (dal Molise, dalla Puglia). In particolare nella zona di Caserta i foraggi insilati vengono prodotti in loco, il fieno proviene principalmente dalla Puglia, dal Molise, dall'Alto Beneventano e dall'Abruzzo, i mangimi infine da aziende localizzate prevalentemente in Umbria.

La mungitura è una fase cruciale del ciclo di produzione del latte, perché da questa dipende non solo la produttività delle aziende zootecniche, ma anche la qualità della materia prima (latte) utilizzata nel processo di trasformazione.

La produzione di latte da parte delle bufale avviene durante tutto l'anno, ma risulta più abbondante nei mesi autunnali ed invernali e diminuisce notevolmente in quelli estivi o comunque caratterizzati da temperature molto elevate. Questo andamento è connesso al ciclo di riproduzione della bufala, che trova le condizioni più favorevoli per la sua riproduzione nel semestre agosto-febbraio. Poiché il periodo medio di gravidanza è di 310 giorni, risulta che i parti si concentrano prevalentemente nel semestre giugno-dicembre, cosa che spiega l'aumento della disponibilità di latte nella stagione autunnale ed invernale.

Questo andamento della produzione determina tuttavia gravi problemi ai trasformatori in quanto la domanda di mozzarella di bufala mostra un andamento inverso rispetto la produzione di materia prima. Per ovviare a questo problema si è cercato negli ultimi anni di operare la destagionalizzazione dei parti, in modo da aumentare la produzione di latte nel periodo di maggiore richiesta.

Per ciò che concerne le tecniche di mungitura delle bufale, va sottolineato come queste abbiano subito una profonda evoluzione nel corso degli ultimi anni: mentre in passato tutte le aziende ricorrevano alla mungitura manuale, attualmente questa tecnica è stata quasi interamente abbandonata a vantaggio della mungitura meccanica. L'utilizzo dei macchinari è oramai diffuso in tutte le aziende zootecniche di più grandi dimensioni, mentre in quelle più piccole sopravvive in alcuni casi la mungitura manuale. La progressiva diffusione delle tecniche di mungitura meccanica ha fra l'altro favorito il ricorso alla cosiddetta "doppia mungitura"

utilizzata prevalentemente nella provincia di Salerno, mentre nell'area casertana continua ad essere maggiormente praticata la monomungitura.

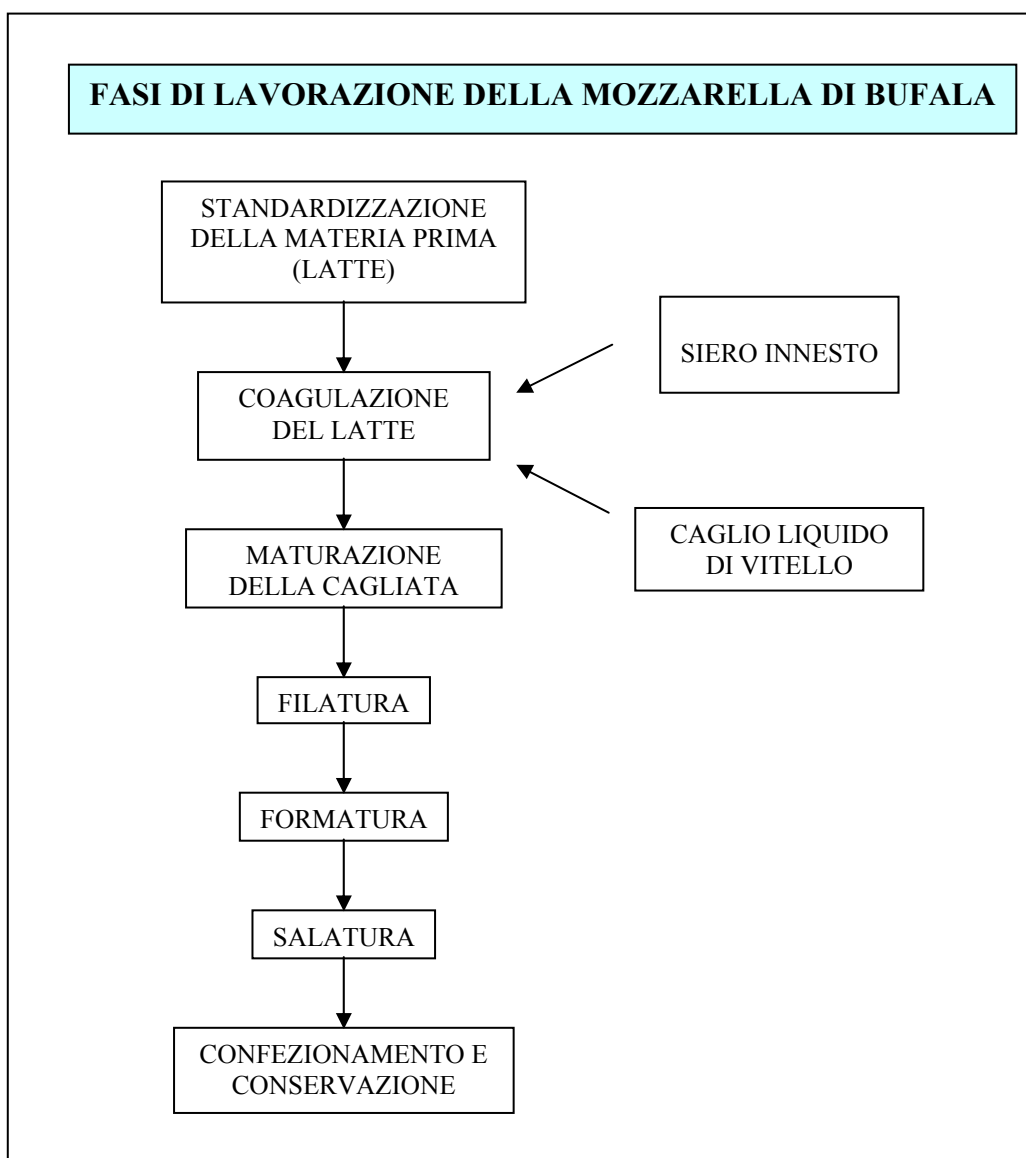


Figura 9. Fasi di lavorazione della mozzarella di bufala

Nello schema sopra riportato si illustrano le diverse fasi che entrano nel processo di lavorazione del latte finalizzato alla produzione della Mozzarella di Bufala Campana. Sono identificabili innanzi tutto due macro fasi. Nella prima si realizza la preparazione della cagliata e la successiva maturazione sotto siero fino a raggiungere una sufficiente acidità per essere sottoposta a filatura. Nella seconda, la cagliata acidificata viene filata affinché questa assuma la caratteristica struttura filamentosa del formaggio a

pasta filata. Formatura, salatura e confezionamento del formaggio completano il ciclo di lavorazione.

7.2 ANALISI DEGLI IMPATTI FINANZIARI ED ECONOMICI CONNESSI CON L'EMERGENZA DIOSSINA IN CAMPANIA

Nell'aprile del 2005 l'APAT portò a termine un'attività di ricerca svolta nell'ambito dell'incarico affidatole relativo al “ Supporto tecnico scientifico teso ad approfondire le possibili cause e impatti socio-economici e finanziari legati alla presenza di diossina in Campania”.

Lo studio ha guardato da più punti di vista le possibili conseguenze del fenomeno:

- ✓ dal punto di vista strettamente finanziario, sono state ricostruite le spese patrimoniali sostenute a vario titolo dalla Pubblica Amministrazione (Statale, Regionale, locale) e dai vari soggetti istituzionali per attività in qualunque modo connesse alla presenza di diossina in Campania;
- ✓ dal punto di vista produttivo, sono state considerate le conseguenze dei provvedimenti presi dalle varie Autorità Campane per la sicurezza collettiva (chiusura di alcune aziende delle province di Caserta, Napoli e Salerno; temporanea interruzione della loro produzione; distruzione dei capi e del latte contaminato); si tratta, quindi, degli impatti originati *direttamente* dalla presenza di diossina nel latte di alcuni capi di bestiame;
- ✓ dal punto di vista economico generale sono state infine valutate le possibili ricadute sul sistema regionale nel suo complesso indirettamente favorite dalla diffusione di notizie circa la presenza di diossina in alcuni allevamenti della regione.

In quest'ultimo caso si è guardato in particolare al fenomeno dal punto di vista della domanda nell'ipotesi che la notizia della

diffusione di diossina abbia originato un clima di sfiducia dei consumatori e – di conseguenza – una sensibile flessione della domanda di alcuni prodotti, e in particolare di Mozzarella di Bufala Campana (MBC). In termini economici, il danno è quantificabile attraverso le riduzioni di fatturato del settore della trasformazione del latte e di conseguenza attraverso gli effetti generati per questa via sul sistema economico locale. Si tratta di un danno che, pur non essendo stato determinato direttamente sul sistema produttivo dalla presenza di diossina (la MBC in commercio era del tutto regolare), ha comunque influenzato indirettamente il sistema produttivo attraverso l'influenza esercitata dall'evento sul comportamento dei consumatori.

Quest'ultima costituisce dunque una importante componente del *danno di immagine* generato dall'emergenza diossina in Campania. Per una valutazione più approfondita di questa tipologia di impatto, è stata realizzata anche un'indagine diretta *ad hoc*, finalizzata – tra l'altro – a ricostruire eventuali modifiche nella propensione al consumo di MBC in seguito alla diffusione delle notizie sulla presenza di diossina in alcuni allevamenti campani.

Si tenga presente che l'analisi di impatto non è stata svolta esclusivamente con riferimento al passato e sulla base delle fonti informative esistenti: attraverso la costruzione di opportune analisi di scenario, il lavoro si chiude infatti prefigurando anche alcune possibili evoluzioni future dell'emergenza diossina, ciascuna relativa a determinate ipotesi iniziali in termini di diffusione di diossina e di relativa “risposta” della popolazione.

È inoltre importante sottolineare come – fatta eccezione per le spese patrimoniali – la ricostruzione e la quantificazione economica degli impatti dell'emergenza diossina presentate *si fermano a dicembre 2003*. Nel momento in cui è stata redatta la Relazione, infatti, non si disponeva ancora di dati e informazioni sufficienti per valutare con precisione *se* l'emergenza abbia prodotto impatti anche nel 2004, *né di quale portata* essi fossero (ad esempio in termini di vendite di MBC); similmente, sono piuttosto scarse e imprecise le informazioni su sequestri di latte o capi di bestiame

avvenuti nel 2004 (anche se, in ogni caso, si tratta di numerosità assai più ridotte rispetto all'anno precedente).

In linea generale, tuttavia, alcune indicazioni (raccolte anche in seguito alla chiusura della Relazione) sembrano prefigurare un forte ridimensionamento del problema diossina nel corso degli anni successivi al 2003, sia in termini di sequestro di bestiame o latte, sia in termini di consumi di prodotti agroalimentari. Per contro, alla fine del 2004 sono state avviate nuove e più approfondite campagne di analisi sulle varie matrici ambientali campane, finalizzate alla verifica della presenza e della diffusione di diossina: i risultati di queste campagne, e le modalità di diffusione di questi risultati attraverso i media, giocheranno ovviamente un ruolo di primo piano nel definire la portata di una eventuale seconda fase dell'emergenza.

7.2.1 I danni patrimoniali

Com'è noto, la Legge 268/2003 recante “interventi urgenti a favore del comparto agricolo colpito da eccezionali avversità atmosferiche e dall'emergenza diossina nella Campania” dispone lo stanziamento complessivo di 28 milioni di euro per fronteggiare l'emergenza diossina, distribuite tra vari Soggetti Istituzionali (APAT, Regione Campania, AGEA). Al 30 aprile 2005, ovvero a circa due anni dall'avvio delle attività connesse all'emergenza diossina in Campania, le varie strutture pubbliche coinvolte dal problema risultano aver erogato (o impegnato) risorse finanziarie per circa 19,1 milioni di euro, pari al 68% circa dello stanziamento complessivo deliberato dal Governo centrale. Di seguito viene riportata una tabella in cui è illustrata la distribuzione delle risorse complessivamente destinate ai vari Uffici competenti, e quelle sinora effettivamente erogate o impegnate.

	Totale fondi assegnati (euro)	Fondi erogati o impegnati ad ottobre 2004 (euro)	Stato di attuazione finanziaria
	(A)	(B)	(B / A)
APAT	10.000.000	2.887.940	29%
ARPA Campania	1.300.000	1.500.000	115%
Regione Campania - Assessorato all'Ambiente - Settore Protezione Civile	2.100.000	1.900.000	90%
Regione Campania - Assessorato alla Sanità - Servizio Veterinario	14.600.000	12.060.345	92%
Regione Campania - Assessorato all'Agricoltura		1.364.510	
TOTALE PUBBLICA AMMINISTRAZIONE	28.000.000	19.058.391	68%

Tabella 10. Risorse finanziarie assegnate e utilizzate dagli Uffici Pubblici competenti in relazione all'emergenza diossina in Campania al 30 aprile 2005

Questa ricostruzione delle spese patrimoniali della PA non considera alcuni costi sostenuti da Uffici pubblici, che non è stato possibile contabilizzare. Si fa riferimento, in particolare:

- a) a casi di sviamento di funzione;
- b) ad alcune attività realizzate prima dell'avvio dello stato di emergenza;
- c) ad analisi, studi e attività di carattere generale (sostenute soprattutto dalle AA.SS.LL.) non formalmente considerate tra gli interventi per cui lo Stato ha stanziato risorse e dunque non rimborsabili, ma comunque chiaramente collegati all'emergenza diossina.

7.2.2 Il danno alle attività produttive direttamente coinvolte

L'approccio metodologico utilizzato per stimare i danni finanziari subiti dagli allevatori direttamente colpiti dall'emergenza diossina consiste nel ricostruire i guadagni che gli allevatori avrebbero potuto ricavare dagli animali eliminati e dal latte che è stato sequestrato e distrutto, qualora l'emergenza non si fosse verificata.

In particolare, si tratta di ricostruire, per ciascuna delle tre filiere qui considerate (bufalina, bovina e ovicaprina), il *reddito futuro atteso*:

- dai capi di bestiame eliminati, che ovviamente nel corso della loro vita avrebbero continuato a produrre latte e carne e a partorire nuovi capi (*vitelli* dai capi bovini, *annutoli* da quelli bufalini, *agnelli* dai capi ovini);
- dal latte inviato a termodistruzione, che avrebbe altrimenti potuto essere immesso sul mercato.

Il danno finanziario così ricostruito ammonta a **11,8 milioni di euro** circa, ripartito come illustrato nella tabella che segue:

Stima complessiva dei danni finanziari subiti dagli allevamenti campani direttamente colpiti dall'emergenza diossina (euro)

Allevamenti bufalini	1.429.405
Allevamenti bovini	8.702.780
Allevamenti ovicaprini	1.637.466
Totale	11.769.651

Fonte elaborazioni APAT su dati Regione Campania, ANAFI, AIA, ANASB, AssoNapa

Tabella 11. Stima dei danni finanziari degli allevamenti campani colpiti dall'emergenza diossina

La stima costituisce naturalmente il danno “lordo” subito dagli allevatori; quello “netto” si ricava scorporando da questa cifra il totale degli indennizzi percepiti, sui quali tuttavia non si disponeva di informazioni sufficientemente precise. In ogni caso il danno “lordo” costituisce chiaramente una misura più corretta del danno complessivamente subito dalla collettività (indipendentemente, quindi, dal soggetto su cui è ricaduto l'onere).

7.2.3. Il danno al settore della trasformazione

Per quanto riguarda il settore della trasformazione, i dati disponibili hanno consentito di stimare il danno relativo al solo comparto della vendita di Mozzarella di Bufala Campana. Tale danno è stato stimato sulla base delle vendite mancate, e dunque del fatturato perduto, legato alla diminuzione di domanda di MBC che il Consorzio di Tutela di MBC ha rilevato a partire dal mese di aprile 2003, in concomitanza con la diffusione delle notizie sul rintracciamento di diossina in alcuni allevamenti della regione.

La stima si riferisce al periodo compreso tra aprile e dicembre 2003, ed è stata effettuata in base alla differenza tra le vendite effettive di MBC e la stima delle vendite che si sarebbero presumibilmente realizzate se non si fosse presentata l'emergenza diossina.

Le stime salgono notevolmente se si considera anche il fatturato perduto relativo al mercato di MBC "sommerso", ovvero non denunciato al Consorzio di Tutela MBC, che il Consorzio stesso indica pari a circa il 30% del mercato complessivo.

7.2.4. Il danno di immagine

La ricostruzione del danno di immagine generato dall'emergenza diossina in Campania è stata realizzata attraverso un'indagine diretta finalizzata a valutare il livello di conoscenza del problema diossina in Campania da parte della popolazione italiana, nonché eventuali conseguenti variazioni di comportamento in termini di consumo o di giudizio sui prodotti agroalimentari campani. Dal punto di vista temporale, l'indagine si colloca tra la prima fase di informazione mediatica sulla presenza di diossina in alcuni allevamenti campani (marzo-aprile 2003), e la (probabile) diffusione dei risultati di una seconda e più ampia campagna di rilevazioni, attualmente in corso, i cui risultati sono al momento ancora ignoti. L'obiettivo principale dell'indagine consiste allora nel verificare se, in quali modi e in quale misura, una nuova

emergenza diossina potrebbe riflettersi sul sistema Campania, soprattutto in termini economici.

In termini sintetici, l'indagine mostra come la diffusione delle notizie sulla presenza di diossina abbia influenzato in misura significativa il comportamento di una fascia significativa di consumatori sull'intero territorio nazionale. In particolare, numerosi consumatori hanno dichiarato di aver ridotto la normale propensione al consumo sia nei confronti dei prodotti agroalimentari che nei confronti del territorio campano considerato nel suo complesso, senza che le autorità competenti abbiano mai posto vincoli, o generato allarmi significativi, o in qualche modo invitato i consumatori a modificare le proprie abitudini. Di fatto, i capi di bestiame e le scorte di latte con presenza di diossina superiore ai limiti normativi vennero tempestivamente eliminati o sequestrati dalle autorità competenti. Non esisteva pertanto alcun motivo per considerare a rischio i prodotti invece immessi nel mercato: è per questa ragione che la componente del danno a cui ci si riferisce in questo caso è stata definita come *danno di immagine*. Più in dettaglio, gli elementi principali emersi dall'analisi diretta possono essere individuati, in estrema sintesi, nei seguenti punti:

- il livello di conoscenza del problema diossina risulta elevato all'interno del territorio regionale campano (64% degli intervistati), e senz'altro rilevante anche nelle altre regioni italiane (47%);
- tali informazioni hanno indotto una quota rilevante di consumatori (62,7% in Campania, 61,1% nelle altre regioni italiane) a ridurre - temporaneamente o definitivamente - i propri acquisti/consumi di MBC, nonostante nessuna autorità abbia messo in dubbio la sicurezza della MBC messa in commercio;
- in caso di una nuova emergenza diossina, i consumatori varierebbero anche in misura maggiore le propensioni al consumo (+27% circa), stavolta non solo di MBC, ma

anche di altri prodotti agroindustriali campani (carne, latticini, ecc.);

- come conseguenza del danno di immagine subito dal sistema-Campania considerato nel suo complesso, infine, è possibile che un'eventuale nuova emergenza diossina possa provocare anche una riduzione non trascurabile di visite turistiche nella regione da parte di popolazione non campana: si consideri che il 24% degli intervistati non campani ha dichiarato che avrebbe ridotto le proprie visite turistiche in Campania in caso di nuove fasi di emergenza.

L'insieme di questi elementi mette in luce come l'impatto dell'emergenza diossina sia stato rilevante sinora e lo sarà probabilmente ancora di più in caso di nuove fasi critiche. Tale impatto non riguarderà solo il comparto della MBC (né il solo comparto della trasformazione agroindustriale), ma in generale l'intero sistema-Campania, soprattutto in termini di immagine. Si tratta inoltre di un problema di ampio raggio, i cui effetti vanno al di là dei soli confini regionali campani, e che la Campania non sembra dunque poter risolvere solo con i propri strumenti.

Il problema si sposta dunque sulla *gestione dell'emergenza*: come avviene la diffusione di informazioni, come è organizzata la campagna informativa che ne segue, quali informazioni si offrono (e come) per consentire una scelta senza rischi di prodotti, controllati e certificati. Un ruolo fondamentale, in questo processo, sarà evidentemente ricoperto dal sistema dell'informazione: è ovvio che le notizie su eventuali nuovi rilevamenti di diossina dovranno essere diffuse all'intera popolazione, ma altrettanto forte dovrà essere lo sforzo per informare i consumatori sui rischi *reali* connessi al consumo dei prodotti interessati dall'emergenza.

7.3 ANALISI DEI RISULTATI DEL CAMPIONAMENTO EFFETTUATO DALLA REGIONE CAMPANIA SULLA MATRICE LATTE NEGLI ANNI 2002-2003

I risultati delle analisi effettuate sui campioni di latte relative alla campagna di monitoraggio sulla matrice alimentare effettuata dalla Regione Campania tra il 2002 e il 2004 sono stati raccolti ed elaborati di nuovo per poterne trarre dei suggerimenti utili per la successiva programmazione degli interventi dell'APAT.

Sono stati riordinati in funzione della data di arrivo del campione e della provincia circa 600 risultati di campionamenti effettuati dalla Regione su allevamenti dislocati nelle cinque province campane e più precisamente così distribuiti:

- 417 campioni di latte nella provincia di Caserta di cui 263 di latte bufalino, 46 di latte bovino, 61 di latte ovino, 9 di latte di capra, 22 di latte ovi-caprino, 5 di mozzarella di bufala e 11 di latte non meglio specificato;
- 92 campioni di latte nella provincia di Napoli di cui 19 di latte di bufala, 24 di latte bovino, 34 di latte ovino, 5 di latte di capra, 1 di latte ovi-caprino, 1 di formaggio di pecora, 1 di mozzarella di bufala e 7 di latte non meglio specificato;
- 22 campioni di latte nella provincia di Salerno di cui 6 di latte bufalino, 9 di latte bovino, 5 di latte ovino e 2 di latte di capra;
- 29 campioni di latte nella provincia di Avellino di cui 2 di latte bufalino, 10 di latte bovino e 17 di latte ovino;
- 8 campioni di latte nella provincia di Benevento di cui 3 di latte bovino e 5 di latte ovino;
- 10 campioni di latte di cui 8 di latte bufalino e 2 di latte ovino di cui non si conosce la provenienza.

E' stato verificato che per ogni allevamento per cui il campione di latte fosse risultato positivo ad una prima analisi tale campione

risultasse negativo all'analisi ripetuta dopo 120 giorni così come previsto dal protocollo precauzionale (paragrafo 6.2.2) imposto dall'Assessorato alla Sanità durante il "Piano d'interventi per fronteggiare l'emergenza diossina".

Il protocollo, lo ricordiamo, prevedeva durante i 120 giorni il cambio di regime alimentare degli animali, il divieto di pascolo e di allevamento di animali da cortile e il sequestro e la termodistruzione del latte prodotto.

Dall'elaborazione dei dati è risultato che, trascorsi 120 giorni, per circa l'80% dei campioni risultati positivi alla prima analisi, la concentrazione di diossina è rientrata nei valori stabiliti dalla norma.

Visto che i risultati dell'ARPAC sul monitoraggio delle diossine nelle matrici ambientali (paragrafo 6.2.1) hanno mostrato "...un fenomeno di contaminazione diffusa paragonabile, in base ai dati di letteratura, a quello presente in altre zone soggette a pressione antropica..." risulta ragionevole pensare che la contaminazione riscontrata allora nella matrice alimentare latte possa essere dipesa dal regime alimentare degli animali.

Tale ipotesi tuttavia non può essere verificata poiché non fu fatta nessuna analisi sull'alimentazione degli animali.

Sarebbe stato dunque opportuno provvedere all'analisi dell'alimentazione degli animali per i quali le analisi sul loro prodotto (latte) erano risultate positive in un primo momento e poi negative dopo l'attuazione del protocollo per avvalorare la tesi che responsabile della contaminazione fosse il regime alimentare piuttosto che una contaminazione diffusa della matrice suolo.

Purtroppo queste verifiche allora non furono fatte pertanto sarà compito dell'APAT procedere con una programmazione degli interventi che tenga conto delle "lacune" passate.

7.4 LA GARA D'APPALTO PER LE ATTIVITA' DI INDAGINE SUI PRODOTTI DESTINATI AL PUBBLICO CONSUMO

Con la gara d'appalto per le attività di indagine sui prodotti destinati al pubblico consumo si sta portando avanti la seconda fase delle attività dell'APAT sul caso "Emergenza diossina nel territorio della Regione Campania".

La gara prevede il campionamento e l'analisi di foraggi naturali, foraggi e mangimi, suolo, latte e formaggi (mozzarelle) per la determinazione di PCDD/F, PCB totali e PCB dioxin like.

Lo schema del lavoro da svolgere prevede così come specificato nel testo della Gara:

- a. monitoraggio sistematico dei foraggi naturali utilizzati dagli allevamenti che ricadono nell'area campione in associazione ai suoli ed all'aria circostanti, individuando e prelevando, soprattutto, campioni di vegetali prodotti a tale scopo. Saranno individuati 50 stazioni di campionamento sui quali eseguire campioni di foraggio naturale, di suolo e di aria per complessivi 50 analisi per ciascuna matrice. I siti dovranno essere georeferenziati;
- b. monitoraggio dei foraggi utilizzati presso i fornitori/produttori e presso gli allevamenti per tipologia e per origine. Verranno individuati siti idonei e prelevati 50 campioni di foraggio;
- c. monitoraggio dei mangimi ed integratori alimentari presso gli allevamenti e presso i distributori. Verranno individuati siti idonei e prelevati 50 campioni di mangimi;
- d. monitoraggio del latte prodotto. Verranno individuati allevamenti e/o rivenditori sui quali verranno complessivamente prelevati 50 campioni di latte crudo prodotto. Saranno individuati allevamenti con produzione vaccina, bufalina ed ovina;
- e. monitoraggio di formaggi freschi (mozzarella) prodotte. Negli stessi allevamenti in cui verranno effettuati i

campionamenti di cui ai punti b, c e d, verranno prelevati campioni di formaggi (mozzarella) freschi per un totale di 50 campioni prelevati in altrettante aziende e sottoposti ad analisi; i dati verranno comparati con quelli ottenuti sul latte fresco, sui mangimi/integratori e sui foraggi raccolti nelle stesse aziende;

- f. su tutti i campioni verranno eseguite determinazioni di PCDD/PCDF, PCB_{dl} e PCB totali riferiti alla sostanza secca;
- g. i dati ed i risultati saranno organizzati in un data base;
- h. tutti i campioni dovranno essere congruenti e riferiti alla stessa area di provenienza.

Per ogni sito oggetto dei prelievi saranno raccolti i dati di produzione ed i dati anagrafici.

7.5 PROGRAMMAZIONE DEGLI INTERVENTI

Gli interventi per l'espletamento della Gara sono stati organizzati prevedendo come primo step il censimento dei caseifici presenti sul territorio campano e successivamente la scelta dei caseifici da campionare programmando un piano di campionamento.

7.5.1 Scelta dei caseifici da campionare

La scelta dei caseifici da campionare è stata fatta secondo le seguenti modalità:

- caseifici che lavorano oltre 9000 ql. di latte, quantità tale da farli considerare di grande capacità produttiva;
- caseifici che lavorano da 5000 a 9000 ql. di latte, quantità tale da farli considerare di media capacità produttiva;
- caseifici che lavorano fino a 5000 ql. di latte, quantità tale da farli considerare di piccola capacità produttiva. Sono stati inclusi caseifici che svolgono l'attività ai sensi della Legge 283/62 ex art. 2, che possono effettuare la vendita del prodotto solo al banco.

7.5.2 Piano di campionamento

Il piano di campionamento è stato organizzato prevedendo n. 3 prelievi giornalieri di mozzarella. Nel corso della prima settimana si effettueranno n. 15 prelievi.

L'invio dei campioni al laboratorio di analisi avverrà al termine della settimana di riferimento (tipicamente il venerdì). Laddove fosse possibile si potrà prevedere un invio infrasettimanale.

Durante la settimana successiva si avrà il riscontro dell'analisi effettuata.

Qualora il risultato delle analisi sui campioni prelevati fosse negativo (tutti i campioni esenti da contaminazione), si procederà a successivi n. 15 prelievi seguendo la procedura descritta precedentemente

Quando qualche campione risulterà contaminato, si attiverà l'ASL competente per territorio, alla quale si chiederà l'elenco degli allevamenti che forniscono lo stabilimento di produzione (caseificio) da cui proviene il campione positivo; si procederà quindi al prelievo di campioni di latte e successivamente a quello di alimenti nell'allevamento risultato positivi al campionamento.

Il programma operativo di campionamento seguente è stato elaborato a titolo di esempio metodologico per sole due campagne di prelievo di mozzarella. Sarà importante pertanto valutare le immancabili problematiche che potranno emergere in corso d'opera e intervenire allo scopo di rendere il più esaustiva possibile la campagna di monitoraggio al fine di avere una visione completa della situazione per una corretta programmazione degli interventi successivi.

CAPITOLO 8. CONCLUSIONI

La pericolosità delle diossine non solo come agente cancerogeno, ma anche come gruppo di composti in grado di alterare le funzioni vitali è una problematica ampiamente studiata a livello internazionale.

È quindi di fondamentale importanza effettuare ogni sforzo per ridurre la presenza di diossine e PCB nell'ambiente.

Si rende pertanto necessario individuare e ridurre le cause di contaminazione ed identificare la fonte del pericolo per poter gestire le eventuali situazioni di rischio che presuppongono un'attenzione particolare in considerazione del fatto che gli alimenti di origine animale sono la fonte primaria dell'esposizione umana alle diossine ed ai PCB.

Poiché l'alimentazione animale per buona parte oggi avviene mediante mangimi è importante monitorare l'alimentazione al fine di eliminare PCB in tutta la catena alimentare e definire misure rigorose che disciplinino la produzione di mangimi.

E' implicito inoltre ricordare la necessità di esercitare un controllo costante degli indici di contaminazione sul territorio.

La campagna di monitoraggio dei prodotti lattiero-caseari che avrà luogo in Campania, sarà rivolta alla determinazione del grado di contaminazione presente nel territorio campano per stabilire i rischi effettivi.

In questo modo si può intervenire tempestivamente per la messa in sicurezza dei siti e si attiva un circuito virtuoso che è in grado di garantire la tutela e la salvaguardia della salute.

Da ultimo è necessario rilevare che le stime di danno economico effettuate hanno, tra l'altro, dimostrato la sensibilità della filiera lattiero casearia all'impatto del diffondersi di notizie sul rinvenimento dei contaminanti nei prodotti (*danno di immagine*) ben al di là degli effettivi pericoli per l'ambiente e per la salute.

Questa emergenza, seppur circoscritta ad una singola regione, deve servirci per capire che l'uomo non è il padrone della natura ma parte della stessa pertanto deve pensare alla sua tutela e salvaguardia.

BIBLIOGRAFIA

- P. Schmid et al. – “Temporal and local trends of PCDD/F levels in cow’s milk in Switzerland” - CHEMOSPHERE 53 - 2003 (www.elsevier.com/locate/chemosphere)
- G. Broeker The European Dioxin Emission Inventory- Stage II – 31.12.2003 Stockholm Convention on Persistent Organic Pollution (POPs). Swiss National Implementation Plan. FOEN Aprile 2006
- P. Bergamo, H. Torjusen, G.S. Wyss, K. Brandt – Produzione e confezionamento di latte. Controllo qualità e sicurezza nelle filiere di produzione biologica.
- CNR ISA www.isa.cnr.it
- Research Institute of organic agriculture FIBL www.fibl.org
- University of Newcastle upon Tyne www.ncl.ac.org
- www.apat.it
- www.epa.gov
- [Nature's Chemicals and Synthetic Chemicals: Comparative Toxicology \[13\]](#)
- Dr. A. Di Guardo – “Analisi delle procedure di valutazione dell’esposizione ambientale associata alla presenza della diossina nella regione Campania” – Marzo 2006
- APAT, Servizio Interdipartimentale per le Emergenze Ambientali, Settore Studi e Valutazione - “Diossine Furani e PCB” – Febbraio 2006
- APAT, Servizio Interdipartimentale per le Emergenze Ambientali, Settore Studi e Valutazione, Prof. A. Ranieri, Dr. P. Liberatore – “Le conseguenze economiche finanziarie dell’emergenza diossina in Campania” – Febbraio 2006
- APAT, “Emergenza diossina nel territorio della regione Campania – Rapporto preliminare sulla matrice suolo” – Marzo 2005

- APAT, “Emergenza diossina nel territorio della regione Campania – Rapporto preliminare sulla matrice acqua” – Marzo 2005
- APAT, “Emergenza diossina nel territorio della regione Campania – Rapporto preliminare sulla matrice aria” – Marzo 2005
- APAT, “Emergenza diossina nel territorio della regione Campania – Rapporto preliminare sulla matrice sedimenti” – Marzo 2005
- Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs), Text and Annexes (published by the Interim Secretariat for the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, United Nations Environment Programme (UNEP) Chemicals, International Environment House, 11-13 chemin des Anémones, CH-1219 Châtelaine, Geneva, Switzerland)
- Dispatch on the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs-Convention), 16 Oct. 2002
- Cp. Decision INC-7/7: Development of interim guidance to assist countries in the preparation of national implementation plans and guidance for reviewing and updating national implementation plans (7th session, Geneva, 14 – 18 July 2003).
- Swiss focal point: Georg Karlaganis, Head of Substances, Soil and Biotechnology Division, FOEN, CH-3003 Bern
- Andreas Weber, Head of Chemicals Section within Substances, Soil and Biotechnology Division, FOEN, CH-3003 Bern
- Swiss National Profile Assessing the National Infrastructure for Management of Chemicals, Edition 2000 (distributed by the Federal Office for the Environment (formerly Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape), Documentation, CH-3003 Bern)

- Preparing a National Profile to Assess the National Infrastructure for Management of Chemicals, a Guidance Document (distributed by the United Nations Institute for Training and Research, UNITAR, which prepared it under the auspices of the Interorganisation Programme for the Sound Management of Chemicals, IOMC, a cooperative agreement among UNEP, ILO, FAO, WHO, UNIDO and OECD), 1996
- INTERNET package as edited by SECO: <http://www.cheminfo.ch>
- H. R. Buser and C. Rappe, Isomer-specific Separation of 2,3,7,8-substituted Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins by High Resolution Gas Chromatography/Mass Spectrometry, *Anal. Chem.* 56, 442 (1984)
- H. J. Bremmer, L. M. Troost, G. Kuipers, J. de Koning and A. A. Sein, Emissions of Dioxins in the Netherlands, 770 50 1018, 178 pp., National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM) - Bilthoven, Netherlands Organization for Applied Scientific Research (TNO) - Apeldoorn (1994)
- B. K. Gullett, P. M. Lemieux, C. K. Winterrowd and D. L. Winters, PCDD/F Emissions from Uncontrolled, Domestic Waste Burning, *Dioxin 2000*, Monterey, CA, 13.-17.08. Organohalogen Compounds 46, pp. 193-196. University of California, Davis, CA (2000)
- G. Knetsch, A. Basler and M. Büchen, The German Dioxin Database Application in Trend Monitoring of Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins and furans in the environment, *Dioxin 2000*, Monterey, CA, Organohalogen Compounds 46, pp. 31-34 (2000)
- D. Cleverly, The historical evidence of the human contribution to dioxin-like compounds present in the environment, *Dioxin 2000*, Monterey, CA, Organohalogen Compounds 46, pp. 27-30 (2000)

- P. Fürst, PCDD/s/PCDFs in human milk - still a matter of concern?, Dioxin 2000, Monterey, CA, Organohalogen *Compounds* **46**, pp. 111-114 (2000)
- ARPAG (1995) Air Pollution Abatement Review Group. Report on the abatement of Toxic Organic Micropollutants from stationary Sources 1995. AEA Technology, NETCEN library, Culham, Oxon., OX14 3DB, UK
- ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (<http://www.atsdr.cdc.gov>)
- Bacci E., Cerejeira M.J., Gacci C., Chemello G., Calamari D and M. Vighi (1990) Bioconcentration of organic chemical vapours in plant leaves. *Chemosphere* 21 (4-5): 525-535
- Bacci E. , M.J. Cerejeira, C. Gaggi, G. Chemello, D. Calamari and M. Vighi (1992). Chlorinated dioxins: volatilization from soils and bioconcentration in plant leaves. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 48, 401-408
- Barbieri M., Umlauf G., and H. Skejo-Andresen. Campionamento analitico della zona B di Seveso e Comuni limitrofi per la ricerca della 2,3,7,8-TCDD residua (V fase) e accordo aggiuntivo per la zona A. Rapporto finale, maggio 2000
- DETR, Compilation of EU Dioxin Exposure and Health Data. Task 3- Environmental Fate and Transport. European Commission DG Environment. UK Department of the Environment, Transport and the Regions (DETR). Ottobre, 1999
- European Commission, 1996. European workshop on the impact of endocrine disruptors on human health and wildlife. Wey Bridge, 24 Dec. 1996. Report EUR 17549 Environment and climate resource program DG XII European Commission

- Facchetti S. and A. Balasso (1986). Studies on the absorption of TCDD by some plants species. *Chemosphere* 15, 1387-1388
- Gaggi C. and E. Bacci (1985) Accumulation of chlorinated hydrocarbon vapours in pine needles. *Chemosphere* 14, 451-456
- Herxheimer, K., (1899) Chloracne. *Munchener Med. Wochenschr.*, 46: 278
- Hulster A. and H. Marschner (1993). Transfer of PCDD/F from contaminated soils to food and fodder crop plants. *Chemosphere* 27 (1-3): 439-446
- Hulster A. J.F. Muller and H. Marschner (1994). Soil-Plant transfer of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans to vegetables of the Cucumber Family (*Cucurbitaceae*). *Environ. Technol.* 28, 1110-1115
- HSDB Hazardous Substances Data Bank (on line). National Library of Medicine, Bethesda, MD. (www.toxnet.it)
- IARC. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Vol. 69, p. 33 (1997)
- International Chemical Safety Cards, novembre 2003. (www.cdc.gov/niosh/icsniti/niti1467.html)
- Environment: source, fate and decontamination. *Environ. Health Perspect* 5,23
- Lovett A., C.D. Foxall, C.S. Creseaser and D. Chew. (1997). PCB and PCDD/F congeners in locally grown fruit and vegetable samples in Wales and England. *Chemosphere* 34, 1421-1436
- Marklund S., Tyskilind M., Andersson R., Ljung K. and C Rapp. (1990). Environmental deposition of PCDDs and PCDFs as determined by the analyses of snow samples from the north part of Sweden. *Organohalogen Compounds* 1: 437-440

- Mc Crady J.K. (1994) Vapor-phase 2,3,7,8-TCDD sorption to plant foliage. A species comparison. *Chemosphere* 28 (1): 207-216
- McLachlan M.S., K. Welsch-Pausch and J. Tolls (1995). Field validation of a model of the uptake of gaseous SOC in *Lolium multiflorum*. *Environ. Sci. Technol.* 29, 1988-2004
- McLachlan M.S. (1996). Bioaccumulation of hydrophobic chemicals in agricultural food chains. *Environ. Sci. Technol.* 30: 252-259
- McLachlan M.S. (1997) A simple model to predict accumulation of PCDD/Fs in an agricultural food chain. *Chemosphere* 34 (5-7): 1263-1276
- Meneses M., M. Scuhmacher and J.L. Domingo (2002). A design of two simple models to predict PCDD/F concentrations in vegetation and soils. *Chemosphere* 46, 1393-1402
- Muller J.F., Hulster A., Papke O., Ball M. and H. Marschner (1993). Transfer pathways of PCDD/F to fruits. *Chemosphere* 27 (1-3): 195-201
- NATO/CCMS, 1988. International toxicity equivalency factors (I-TEF) method of risk assessment for complex mixtures of dioxin and related compounds, North Atlantic Treaty Organization, Committee on the Challenges of Modern Society, North Atlantic Treaty Organization, Brussels, Report no.176
- Ramondetta M. e A. Repossi, 1998. Seveso vent'anni dopo. Dall'incidente al Bosco delle Querce. Fondazione Lombardia per l'Ambiente. Dossier n. 32
- Rippen G. and H. Wesp. (1993). Kale update of PCDD/F, PCB and PAH under field conditions: importance of gaseous dry deposition. *Organohalogen Compounds* 12: 111-114
- Schroll R. and I. Scheurnet (1993) Uptake Pathways of OCDD from soil by carrots. *Chemosphere* 26: 1631-1640

- Simonich S.L. and Hites R.A. (1995) Organic pollutant accumulation in vegetation. Environ. Sci. Technol. 29, 2905-2914
- Strategia comunitaria sulle diossine, I furani e i bifenili policlorurati, Bruxelles 24.10.2001
- Travis C. and A.D. Arms (1988). Bioconcentration of organics in beef, milk and vegetation. Environ. Sci. Technol, 22, 271-274
- U.S. E.P.A. Environmental Protection Agency (1994) Health assessment document for 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) and related compounds. U.S. Environmental Protection Agency (EPA/600/BP-92/001a-c)
- Van den Berg M., Birnbaum L., Bosveld A.T.C., Brunström B., Cook P., Feeley M., Giesy J., Hanberg A., Hasegawa R., Kennedy S.W., Kubiak T., Larsen J.C., van Leeuwen F.X.R., Liem AKD, Nolt C, Peterson RE, Poellinger L, Safe S, Schrenk D, Tillitt D, Tysklind M, Wærn F, Younes M. and T Zacharewski (1998). Toxic equivalency factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for humans and wildlife. Environmental Health Perspectives 106, 775-792
- Webster T. and P. Connett (1990). The use of bioconcentration factors in estimating the 2,3,7,8-TCDD content of cow's milk. Chemosphere, 20, 779-786
- Welsch-Pausch K., McLachlan M.S. and G. Umlauf. (1993). An investigation of the deposition pathways of atmospheric PCDD/F to a standardized grass culture. Organohalogen Compound 12: 99-102
- Welsch-Pausch K., McLachlan M.S. and G. Umlauf. (1995). Determination of the principal pathways of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans to *Lolium multiflorum* (Welsh Ray Grass). Environ. Sci. Technol. 29: 1090-1098

- Alcock, R.E., Sweetman, A.J., Jones, K.C., 2001. A congenerspecific PCDD/F emissions inventory for the UK: do current estimates account for measured atmospheric burden? *Chemosphere* 43, 183–194
- APAT (2005) *Annuario dei dati ambientali*, edizione 2004, maggio 2005, ISBN 88-448-0147-7
- Douben, P.E.T.; Eduljee, G.H.; Dyke, P. (1995). A review of potential PCDD and PCDF emission sources in the UK. *Organohalogen Compounds* 24:131-136
- EPA, April 1998 The inventory of sources of dioxin in the United States
- Geueke, K.J., Gessner, A., Quass, U., Broker, G., Hiester, E., 1999. PCDD/F emissions from heavy duty vehicle diesel engines. *Chemosphere* 38 (12), 2791–2806
- Greenpeace, 1993. *Dioxin factories: a study of the creation and discharge of dioxins and other organochlorines from the production of PVC*. Amsterdam, The Netherlands: Greenpeace
- Stringer, R.L., Costner, P. & Johnston, P.A., 1995. PVC manufacture as a source of PCDD/Fs. *Dioxin '95, Organohalogen Compounds*, 24:119-123
- United Nations Environmental Programme, UNEP, 1999. *Dioxin and furan inventories-National and regional emission of PCDD/PCDF*
- US Environmental Protection Agency, USEPA, 1998, *The inventory of sources of dioxin in the United States*, EPA/600/P-98/002Aa
- US Environmental Protection Agency, USEPA, 2000. *Draft exposure and human health reassessment of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) and related compounds*, EPA/600/P-00/001Bb
- UE (2001) *The European Dioxin Emission Inventory Stage II Volume 1 Report* prepared for European Commission, Directorate General for Environment (DG ENV), Contract

No.: 96/771/3040/DEB/E1, Contract period: 01.01.1998 – 31.12. 2000, Release date: December 2000

- Ahlborg U.G., Becking G.C., Birnbaum L.S., Brouwer A., Derks H.J.G.M., Feeley M., Golor G., Hanberg A., Larsen J.C., Liem A.K.D., Safe S.H., Schlatter C., Waern F., Younes M., and E. Yrjanheikki, 1994. Toxic equivalency factors for dioxin-like PCBs. Report on a WHO-ECEH and IPCS Consultation, December 1993. Chemosphere, 28, 1049-1067
- European Commission, 2000. Opinion of the SCF on the Risk Assessment of dioxins and dioxin-like PCBs in food. Adopted on 22 November 2000
- Van den Berg M., Birnbaum L., Bosveld A.T.C., Brunström B., Cook P., Feeley M., Giesy J., Hanberg A., Hasegawa R., Kennedy S.W., Kubiak T., Larsen J.C., van Leeuwen F.X.R., Liem AKD, Nolt C, Peterson RE, Poellinger L, Safe S, Schrenk D, Tillitt D, Tysklind M, Wærn F, Younes M. and T Zacharewski (1998). Toxic equivalency factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for humans and wildlife. Environmental Health Perspectives 106, 775-792
- Amendola G.A. and Barna, D.R. DOW chemical wastewater characterization study. Tittabawasee river sediments and native fish, 1986. USEPA, Region 5, Environmental services division, Westlake, Ohio
- [Andrews J.S. Jr, Garret W.A., Patterson D.G. et al. \(1989\) 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin levels in adipose tissue of persons with no known exposure and in exposed persons. Chemosphere 18: 499-506.](#)
- [Ashe W.F., Suskind R.R. \(1950\) Reports on chloracne cases, Monsanto Chemical Co., Nitro, West Virginia, October 1949 and April 1950. Cincinnati, OH: Department of Environmental Health, College of Medicine, University of Cincinnati.](#)

- [Fondazione Lombardia per l'Ambiente, dossier n. 32: Severo vent'anni dopo. Dall'incidente al bosco delle querce. A cura di Miriam Ramondetta e Alessandra Repossi](#)
- Kimming J., Schultz K. (1957) Chlorinated aromatic cyclic ethers as the cause of so-called chloracne. *Naturwissenschaften* 44:337-338
- Kimming J., Schultz K. (1957) Occupational acne due to chlorinated aromatic cyclic esters. *Dermatologica* 1957; 115: 540-546
- Mocarelli P., Needham LL, Marocchi A et al (1991) Serum concentrations of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin and test results from selected residents of Seveso, Italy. *J.Toxicol.Environ.Health* 322:357-366
- Müller H.E. (1997) The Risks of Dioxin to Human Health. In *What Risk?*, by Roger Bate (ed), Butterworth-Heinemann 1997
- Needham L.L., Patterson D.G. Jr, Houk V.N. 1991. Levels of TCDD in selected human populations and their relevance to human risk assessment. Banbury Report 35: Biological basis for risk assessment of dioxins and related compounds. Cold Spring Harbor Press, 229-247
- Schechter A., Dai L.C., Pöpke O., Prange J., Constable J.D., Matsuda M., Thao V.D., Piskac A.L. (2001) Recent dioxin contamination from Agent Orange in residents of a Southern Vietnam city. *Journal of Occupational Medicine* 43:5, pp 435-443
- Canadian Environmental Quality Guidelines, Summary Table, Update 2002. (<http://www.ccme.ca/assets/pdf/e1062.pdf>)
- EPA, 2002. National Recommended Water Quality Criteria: 2002, EPA 822-R-02-047, Office of Water U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, Summer 2002

- EPA, 2004. Edition of the Drinking Water Standard and Health Advisories, EPA 822-R-04-005, Office of Water U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, Winter 2004
- International Chemical Safety Cards, novembre 2003. (<http://www.cdc.gov/niosh/ipcsnitl/nitl1467.html>)
- Strategia comunitaria sulle diossine, i furani e i bifenili policlorurati, Bruxelles 24.10.2001

Riferimenti normativi :

- Legge n°268/2003
- Regolamento CE n° 2375/2001
- Decreto Legislativo 27 aprile 2004, n. 133
- Direttiva 2000/76 CE
- Direttiva 89/369/CEE
- Direttiva 89/429/CEE
- Direttiva 94/67/CEE
- Direttiva 96/61 CE
- Direttiva 96/82/CE
- Direttiva 2000/60/CE
- Direttiva 98/83/CE
- Direttive comunitarie 91/271/CE
- Direttive comunitarie 91/626/CE
- Direttiva 85/467/CE
- Direttiva 96/59/CE
- Regolamento 466/2001/CE
- Regolamento 2375/2001 CE
- Direttiva 2002/69/CE
- Direttiva del Consiglio 1999/29/CE
- Regolamento 102/2001 CE
- Direttiva 2005/7/CE
- Regolamento CE 1881/2006
- Raccomandazione della Commissione 2006/88/CE
- D.Lgs. 10/5/2004 n.149
- Raccomandazione della Commissione 2002/201/CE