

II.3 DISTRIBUZIONE DELLA CONTAMINAZIONE IN ITALIA

II.3.1 Le stazioni di misura della contaminazione radioattiva

La distribuzione geografica dei laboratori che hanno effettuato le misure di contaminazione radioattiva nella fase iniziale successiva all'incidente di Chernobyl è indicata nelle Figg. 1 e 2, dove sono mostrati anche i punti di prelievo dei campioni (1). Ai laboratori della rete nazionale si sono dunque aggiunte stazioni di misura del Servizio Sanitario Nazionale e di altri enti. In questa prima fase le misure hanno riguardato varie matrici ambientali e alimentari monitorando gli emettitori γ e, in qualche caso, anche gli emettitori α e β .

La raccolta dei dati è stata curata dalla Divisione Sicurezza e Protezione (DISP) dell'ENEA, che ha costituito un archivio nazionale dei dati della contaminazione in Italia.

In una fase successiva, a partire dal mese di Luglio 1986, si è provveduto ad una riorganizzazione su due livelli della rete di misura, sulla base di uno schema elaborato dalla DISP in collaborazione con l'ISS.

Il primo, che comprende i Laboratori dell'"Osservatorio Nazionale" (Tabella 1), segue su scala nazionale l'evoluzione temporale della contaminazione nel limitato numero delle matrici alimentari più significative, aggiornandone la selezione in relazione all'importanza delle matrici stesse. I dati dell'Osservatorio sono resi pubblici attraverso i comunicati del Comitato di coordinamento degli interventi per la radioprotezione dei lavoratori e delle popolazioni (art.21 DPR 6/9/80). Il secondo livello, descritto nella Tabella 2, è incaricato di seguire la contaminazione in tutte le matrici alimentari rilevanti nella dieta italiana ed è configurato sulla base della distribuzione geografica della produzione.

Accanto a queste due strutture di rilevamento diversi laboratori di Enti di ricerca sono impegnati in misure di contaminazione ambientale anche con finalità di carattere scientifico, tendenti cioè ad una migliore comprensione dei processi dinamici dei radionuclidi nelle diverse matrici dell'ecosistema.

Si osserverà che la distribuzione geografica dei laboratori di misura non è uniforme su tutto il territorio italiano; in particolare, nell'Italia Meridionale ed Insulare vi è una evidente carenza di strutture capaci di assicurare



Fig. 1. - Dislocazione geografica dei Laboratori di misura.



Fig.2. - Dislocazione geografica delle località di campionamento.

Tabella 1. - Osservatorio nazionale per la sorveglianza della contaminazione radioattiva degli alimenti

ENEA	Saluggia	Piemonte
PMIP	Milano	Lombardia
Ospedale	Udine	Friuli
PMP	Piacenza	Emilia-Romagna
CRESAM	Pisa	Toscana
ENEA-PAS	Casaccia	Lazio
ENEL	Garigliano	Campania
ENEA	Trisaia	Basilicata
USL 35	Catania	Sicilia

un'adeguata copertura territoriale. La disuniformità nella distribuzione dei laboratori e, verosimilmente, nell'organizzazione dei rilevamenti, si rifletterà sulla qualità dell'informazione relativa alla contaminazione.

Limitatissimo appare il numero dei centri che assicurano anche il monitoraggio dello stronzio e/o dei transuranici, sì che i dati relativi a questi radionuclidi, in possesso di questo Istituto, sono, come si vedrà, inadeguati a fornire un quadro rappresentativo della contaminazione dovuta a questi elementi.

II.3.2 Valori della contaminazione in alcune matrici

I dati che sono presentati nelle figure di questo paragrafo appartengono a 3 gruppi distinti:

1. dati raccolti dalla DISP nel periodo 30 Aprile - 15 Luglio 1986, appartenenti all'archivio nazionale organizzato dalla DISP stessa (*) ed elaborati da questo laboratorio;
2. dati forniti dai centri dell'Osservatorio Nazionale, relativi al periodo 15 Luglio - 15 Ottobre 1986;
3. dati relativi a misure effettuate dal Laboratorio di Fisica dell'ISS su alcuni campioni di particolare significato radioprotezionistico (si vedano, in proposito, le considerazioni svolte nel capitolo II.6).

Per quanto riguarda il primo gruppo di dati, essi sono limitati al 15 Luglio non essendo disponibili alla fine del 1986 i dati successivi a causa

(*) Si coglie qui l'occasione per ringraziare i colleghi della DISP per la generosa collaborazione che ha permesso all'ISS, anche nella prima e difficile fase dell'emergenza, di disporre di un set di dati a carattere nazionale.

della riorganizzazione dell'archivio della DISP. I dati di questo gruppo riguardano la contaminazione dai diversi radionuclidi delle principali matrici di interesse alimentare (quali latte, vegetali, carni, formaggi, pesce, uova) oltre che quelli dell'aria, dell'acqua e del suolo.

Mancano, in questo intervallo temporale, naturalmente, i dati sui cereali e sulle carni suine, oltre che quelli sulla frutta. I dati forniti dalla DISP sono organizzati mediante l'IBM 4341 dell'ISS, con un software che permette la ricerca rapida di valori di contaminazione per data, matrice, radionuclide, regione. Il programma fornisce anche, per ogni interrogazione, il valore mediato sulle tre fasce geografiche, Italia Settentrionale, Centrale, Meridionale o sulla intera penisola.

La struttura dei dati di base è descritta nel rapporto (1) al quale si rinvia.

I dati del secondo gruppo contengono i valori di contaminazione relativi ai vegetali, al latte, alla carne bovina e al foraggio. Per quelli del terzo gruppo, si rinvia al capitolo II.6.

La presentazione della struttura della contaminazione radioattiva in Italia è resa difficile dall'enorme numero di parametri e di dati coinvolti. Si è quindi necessariamente obbligati a fornire uno scenario di massima ed a selezionare quei dati che si presume siano dominanti nella valutazione delle dosi alla popolazione. I criteri qui seguiti sono i seguenti:

a) i valori di contaminazione sono presentati come media sulle tre fasce territoriali sopra citate. Questo approccio - che riflette le scelte attuate nella fase dell'emergenza e che, ovviamente, rappresenta uno dei possibili modi di aggregazione dei dati - presenta il vantaggio di una maggiore significatività rispetto al carattere erratico di raggruppamenti su scale più limitate, ma inevitabilmente taglia fuori eventuali situazioni anomale. Situazioni con valori locali eccezionalmente elevati di contaminazione hanno caratterizzato molti paesi europei e l'Italia non ne è stata esente: si pensi, ad esempio, ad alcune zone della Lombardia e del Friuli-Venezia Giulia. Tali anomalie sono state correlate a fluttuazioni "locali" nei valori delle precipitazioni ed hanno fatto registrare livelli di contaminazione anche di uno - due ordini di grandezza superiori a quelli di zone limitrofe. In una valutazione a carattere nazionale si deve, tuttavia, tenere conto della limitata estensione territoriale delle zone a contaminazione anomala e delle implicazioni di tale contaminazione in termini di dosi attese, che appartengono sempre al range di valori per i quali si è in presenza solo di effetti di tipo stocastico;

b) tra i numerosi radionuclidi presenti nel rilascio di Chernobyl e che si

sono propagati in Europa si sono selezionati, nel presentare i dati di contaminazione, quelli che, per valori di attività e fattori di dose, sono destinati a dare il contributo maggiore nelle valutazioni dosimetriche. Questi parametri individuano nello iodio 131 e negli isotopi del cesio i contributi fondamentali nella generalità delle matrici, potendosi tuttavia avere, per alcune vie di esposizione, contributi importanti da altri isotopi quali il rutenio 103 e 106, il tellurio 132, il bario, il lantanio, etc.

Una valutazione a sé merita l'isotopo 90 dello stronzio. Nell'inventario del reattore di Chernobyl (cfr. il capitolo II.1) l'attività dello Sr-90 è paragonabile a quello del Cs-137, mentre la stima dei rilasci attribuisce allo Sr-90 una frazione di rilascio circa 3 volte inferiore. Le misure effettuate in diversi paesi europei (cfr., in proposito, il capitolo II.2) indicano un rapporto tra lo stronzio 90 ed il cesio 137 dell'ordine di 10^{-2} . I dati raccolti in Italia sembrano confermare questo rapporto: come si è già detto, tuttavia, essi sono del tutto insufficienti ad esprimere un giudizio attendibile su questo aspetto. Se il rapporto con il cesio 137 venisse definitivamente confermato, anche per il gruppo dei lattanti il contributo alla dose dello stronzio non sarebbe superiore a qualche per cento di quello del cesio;

c) anche la scelta delle matrici nella presentazione dei dati di contaminazione è stata fatta seguendo il criterio di individuare quelle che danno, per le diverse vie di esposizione, il contributo fondamentale. Oltre all'aria ed al suolo sono state prese in esame le matrici alimentari di maggior significato nella dieta dei gruppi di popolazione considerati. Ciò porta ad identificare cinque gruppi di alimenti ai quali attribuire il peso maggiore nel contributo alla dose da ingestione: latte, cereali, carne, vegetali e frutta. I dati relativi al latte derivano dall'archivio ENEA-DISP, direttamente dall'Osservatorio Nazionale e da misure del Laboratorio di Fisica dell'ISS. Per i cereali si rinvia ai dati presentati nel capitolo II.6. Le misure sulla carne bovina e sui vegetali fanno riferimento ai dati dell'ENEA-DISP e dell'Osservatorio. Nelle Figg. 3-9 sono presentate le attività specifiche per lo iodio 131 ed il cesio 137 nelle tre zone dell'Italia considerate per il periodo 30 Aprile - 15 Luglio 1986, nelle matrici seguenti:

aria
latte
vegetali
carne bovina

I dati provengono, come si è detto, dall'archivio nazionale dell'ENEA-DISP. In un numero limitatissimo di casi, quando si sono riscontrati isolati valori "anormali", dovuti presumibilmente ad un errato input del dato nell'archivio,

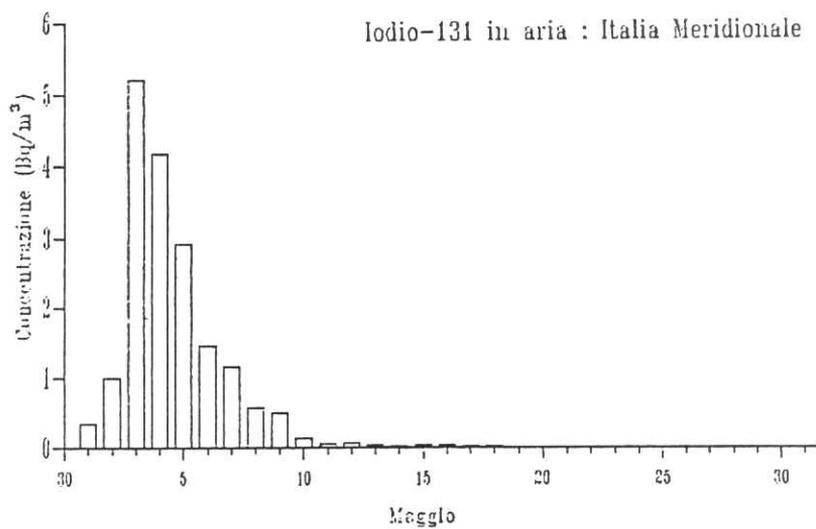
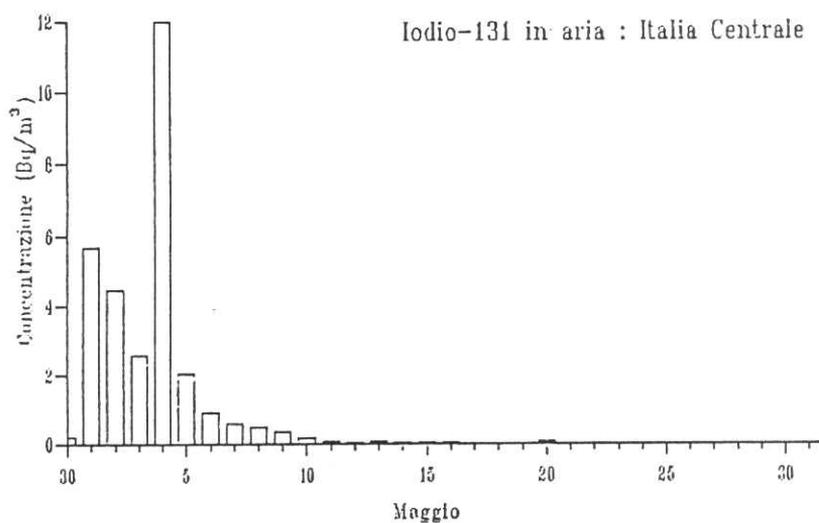
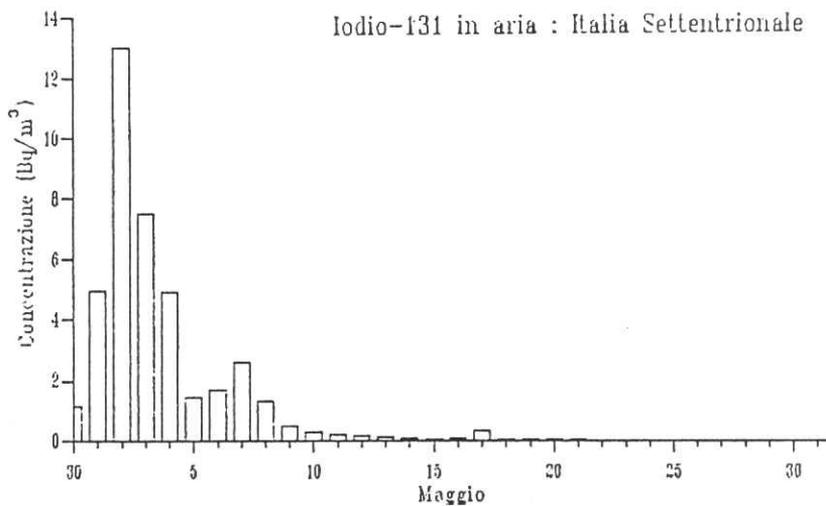


Fig. 3. - Concentrazione di I-131 in aria in Italia nel mese di Maggio 1986.

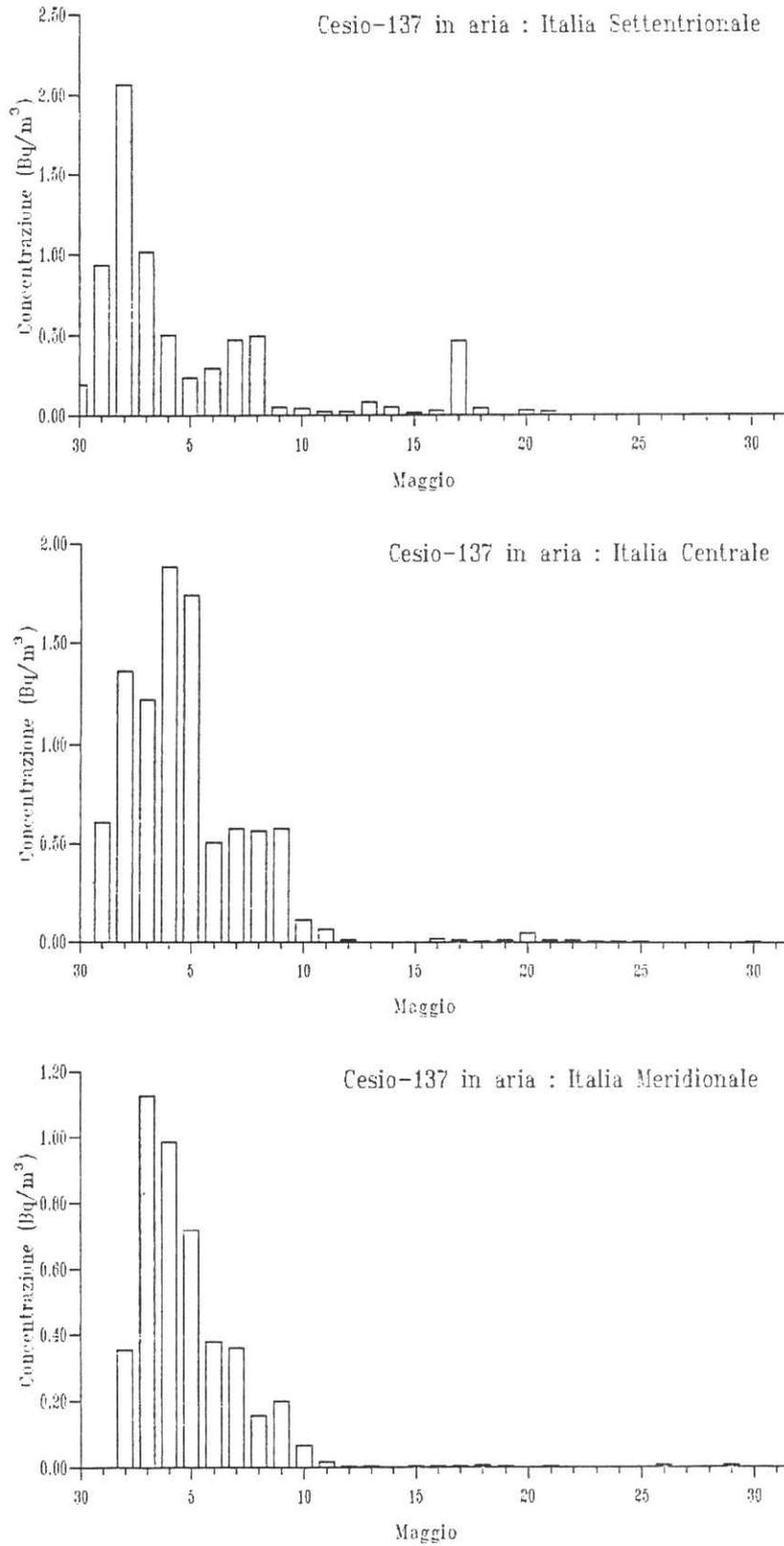


Fig. 4. - Concentrazione di Cs-137 in aria in Italia nel mese di Maggio 1986.

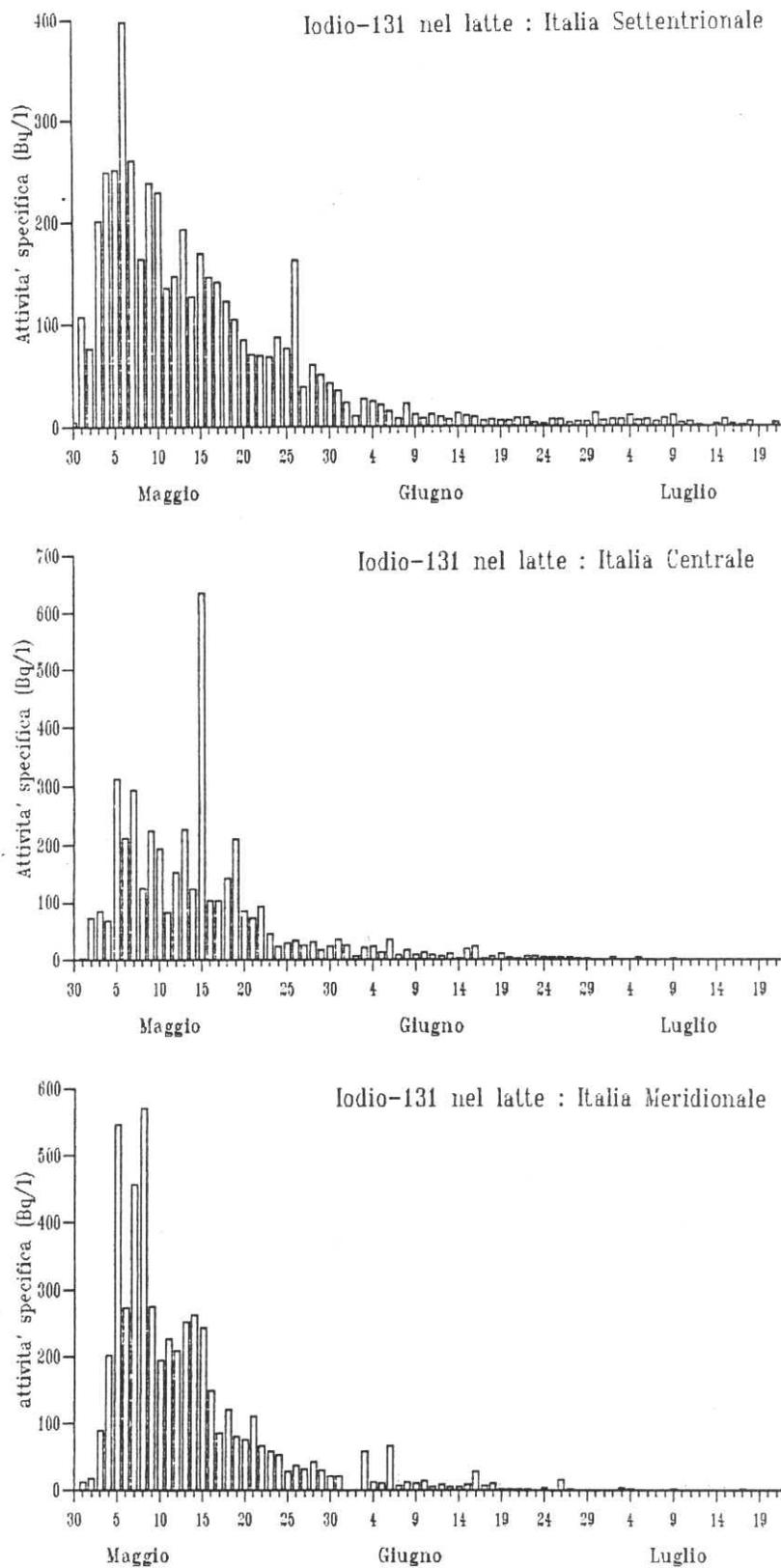


Fig. 5. - Attività specifica di I-131 nel latte in Italia nel periodo Maggio-Luglio 1986.

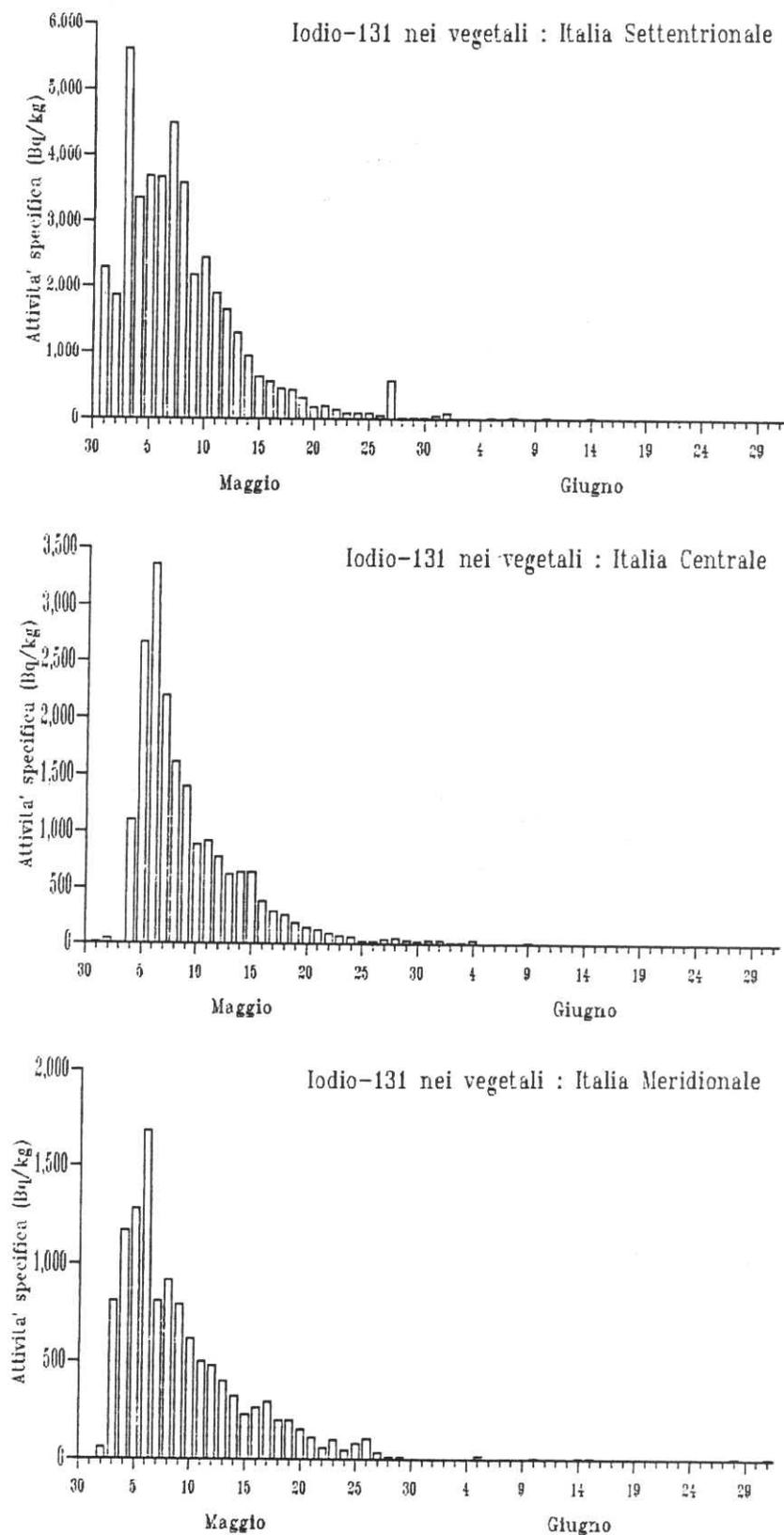


Fig. 7. - Attività specifica di I-131 nei vegetali in Italia nel periodo Maggio-Giugno 1986.

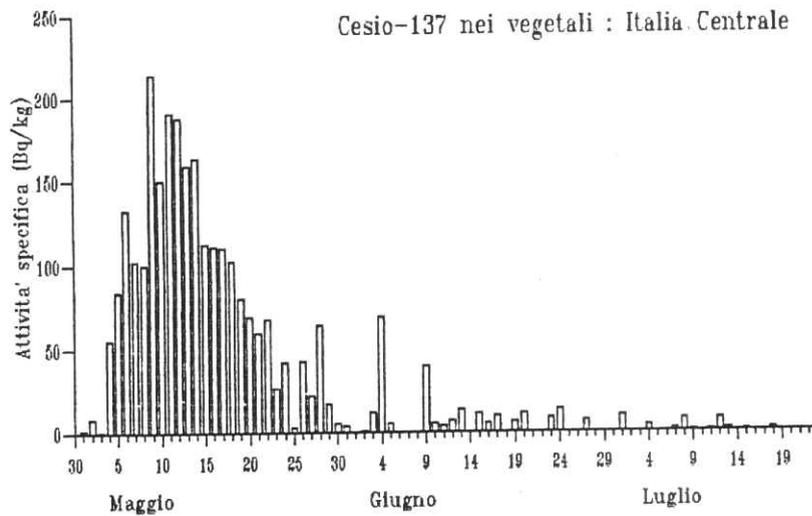
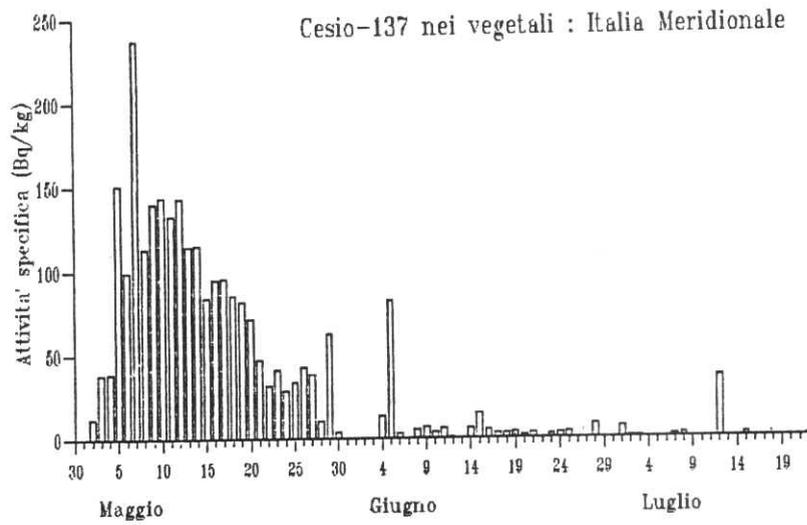
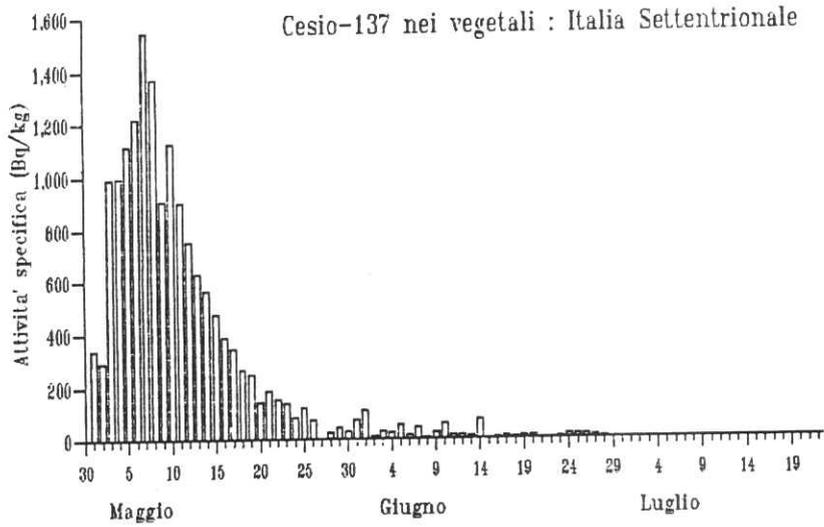


Fig. 8. - Attività specifica di Cs-137 nei vegetali in Italia nel periodo Maggio-Luglio 1986.

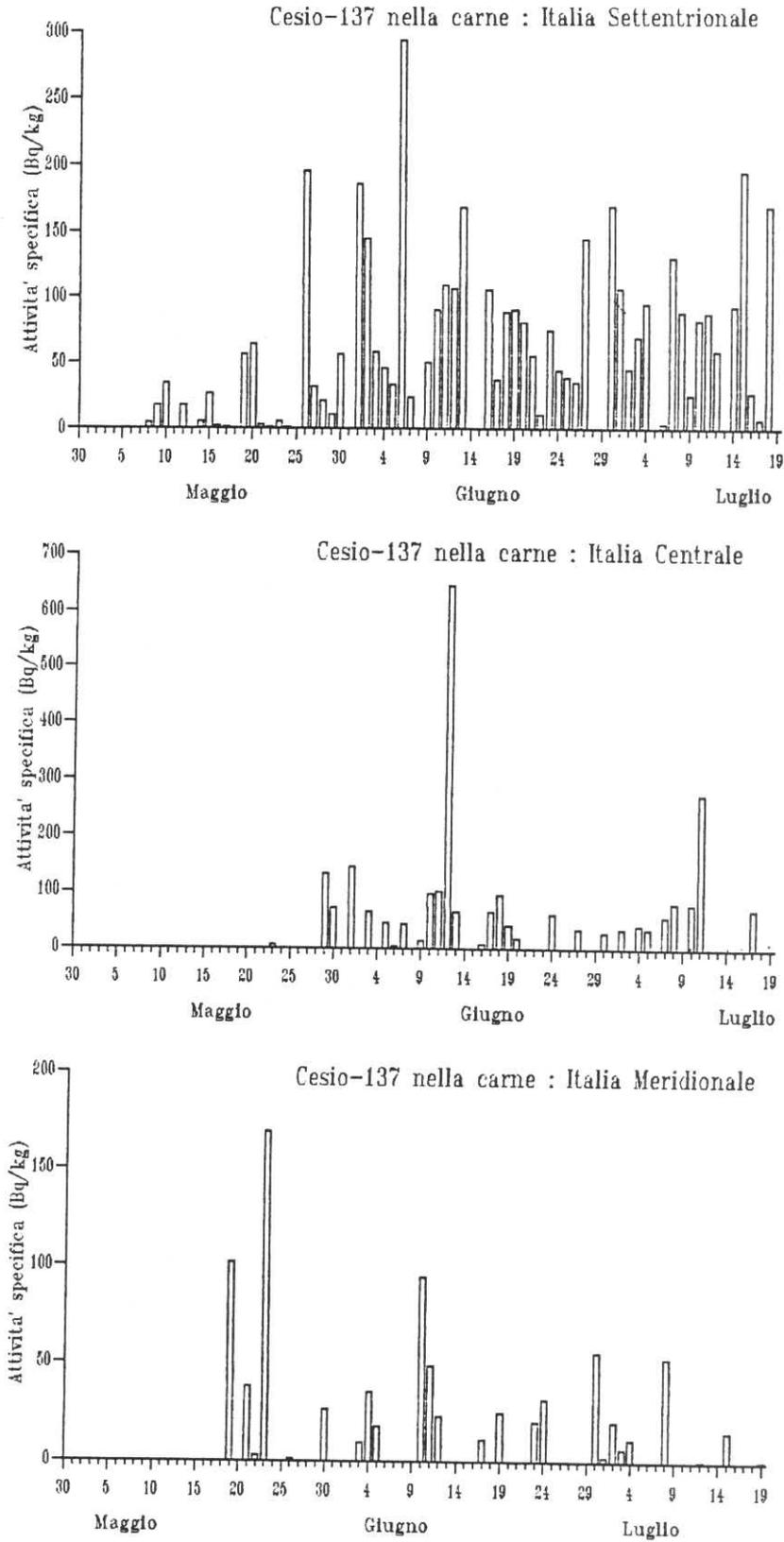


Fig. 9. - Attività specifica di Cs-137 nella carne in Italia nel periodo Maggio-Luglio 1986.

si è ritenuto di omettere tali valori nella presentazione grafica. Nell'elaborazione automatica dei dati, ai fini delle valutazioni dosimetriche, tali valori sono stati, invece, considerati.

Dall'esame delle figure sono possibili alcuni commenti:

- i dati relativi ad alcune matrici mostrano una notevole erraticità dovuta a diverse cause (campionamento non significativo, non omogeneo, metodi di campionatura non sempre standardizzati, disomogeneità nel trattamento dei dati);

- per tutte le matrici, ad eccezione del latte, i valori di contaminazione più alti si registrano nell'Italia Settentrionale;

- la contaminazione da iodio 131 nei vegetali ha superato, al Nord, i livelli di riferimento di emergenza per la popolazione nel suo insieme fissati dalla legislazione italiana e, al Centro, ha toccato valori non lontani da quei livelli.

Infine, pur essendo i valori di contaminazione in aria al Nord ed al Centro paragonabili, le contaminazioni al suolo (non riportate nelle figure) risultano nell'Italia Centrale significativamente minori; ciò è legato, in genere, alla maggiore piovosità che ha caratterizzato l'Italia Settentrionale nei primi giorni di Maggio; per il cesio 137, ad esempio, i valori medi nelle tre fasce sono eguali a circa 20 kBq/m^2 al Nord e circa 2 kBq/m^2 nelle altre zone.

Le Figg. 10-13 riportano i dati di alcuni Laboratori dell'Osservatorio Nazionale per il latte e la carne bovina relativi al cesio 137.

I valori del latte così rilevati sono abbastanza costanti e sono situati in generale nell'intervallo $20 \div 30 \text{ Bq/l}$.

Per quanto riguarda la carne bovina, come per i dati di Fig. 9, i valori sono fortemente fluttuanti a causa delle caratteristiche stesse del campionamento e sono, per i laboratori considerati, nel range tra 10 e 160 Bq/kg.

Alcuni valori di contaminazione nei cereali sono riportati e discussi nel capitolo II.6, per quanto attiene al grano ed alle farine. In Fig.14 si riportano, a titolo di esempio, alcuni valori misurati dal Laboratorio di Fisica in diversi campioni di pasta prodotti dalle principali ditte del settore. Se si tiene conto anche dei dati di altri laboratori si trovano valori di attività del cesio 137 nella pasta compresi tra 10 e 70 Bq/kg.

Infine i dati relativi alla contaminazione della frutta sono stati derivati dalle misure effettuate dal PMIP di Milano, dal PMP di Piacenza e dalla USSL n.40 del Piemonte. I valori riscontrati differiscono notevolmente secondo il tipo di frutta considerato.

Per poter effettuare una valutazione dosimetrica preliminare relativa alla esposizione nel primo anno dopo l'incidente si farà l'ipotesi che la contamina-

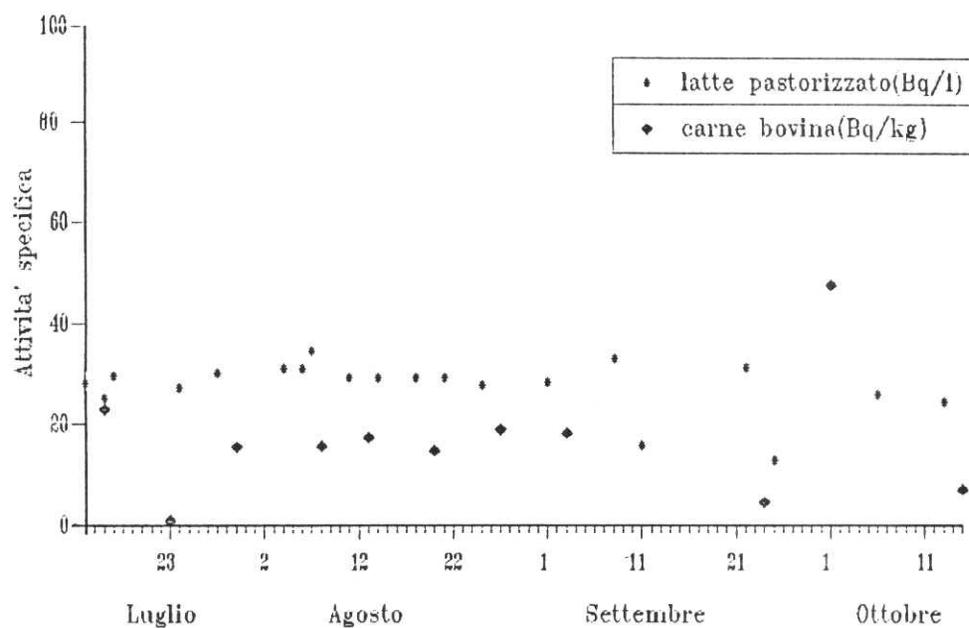


Fig. 10. - Attività specifica di Cs- 137 nel latte pastorizzato e nella carne bovina (Dati del PMIP di Milano).

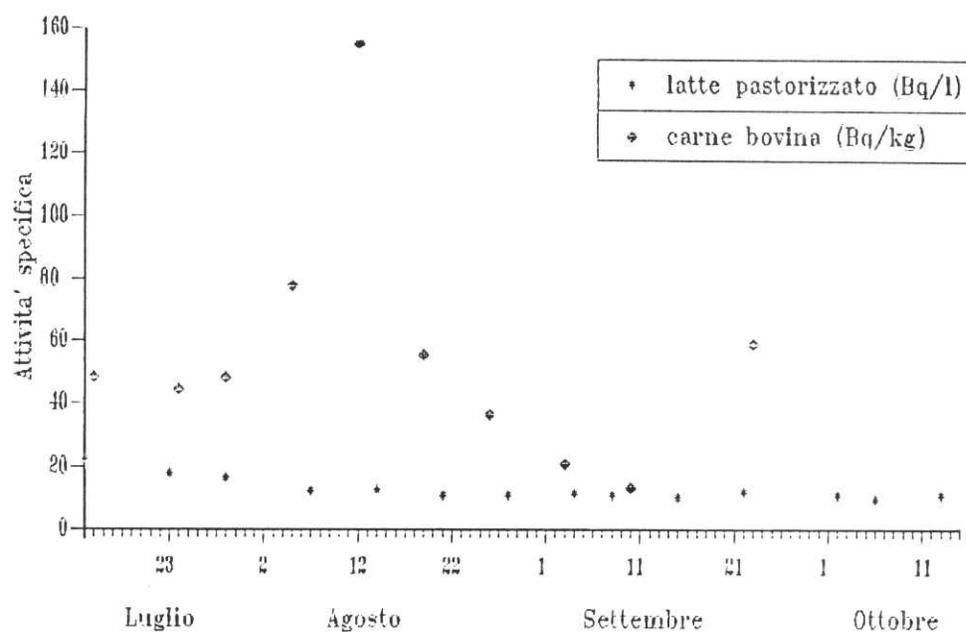


Fig. 11. - Attività specifica di Cs-137 nel latte pastorizzato e nella carne bovina (Dati del PMP di Piacenza).

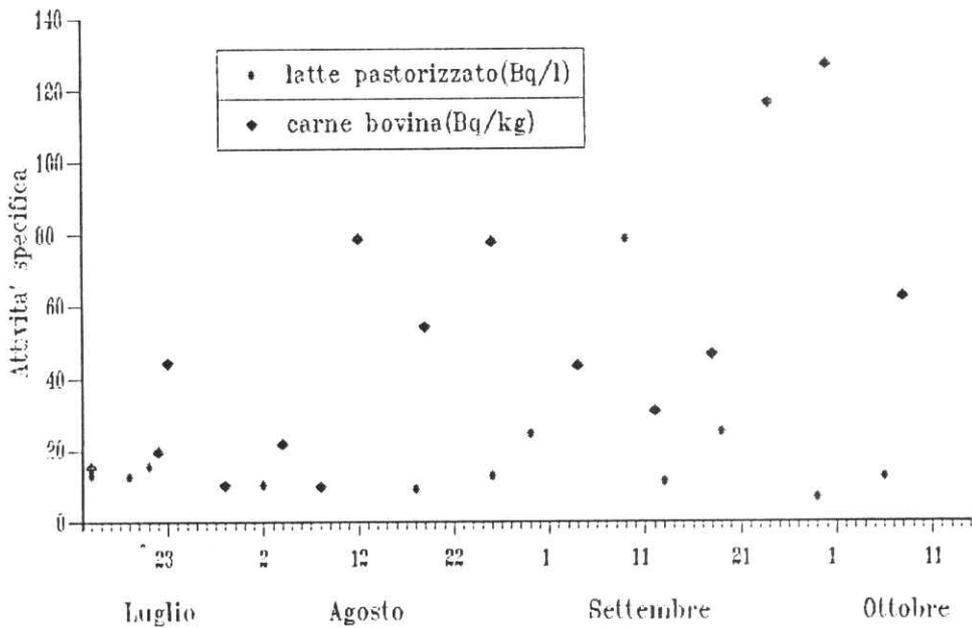


Fig. 12. - Attività specifica di Cs-137 nel latte pastorizzato e nella carne bovina (Dati dell'ENEA PAS Casaccia).

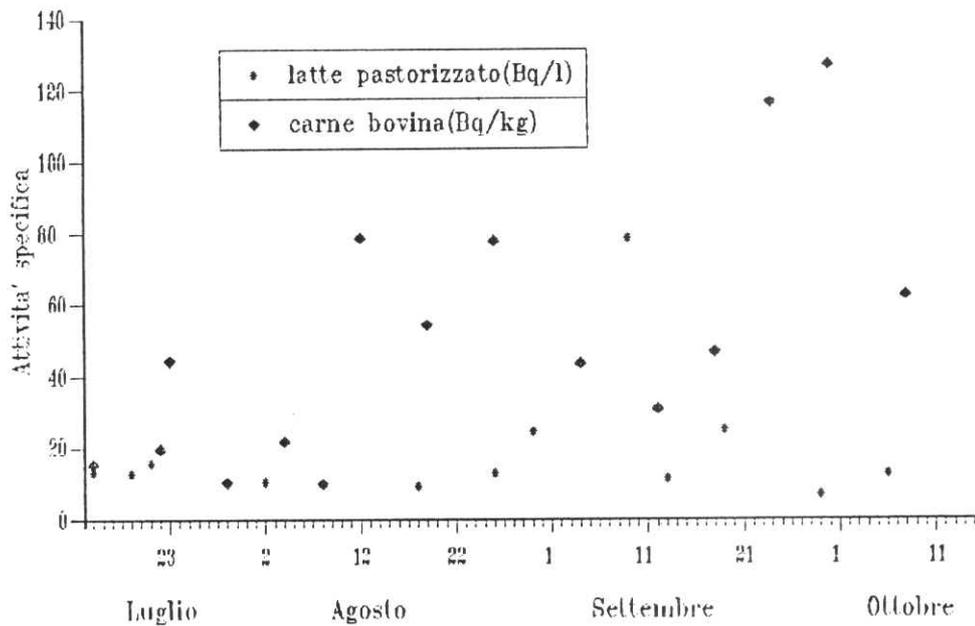


Fig. 13. - Attività specifica di Cs-137 nel latte pastorizzato e nella carne bovina (Dati dell'ENEA Trisaia).

zione dei principali alimenti (latte, carne, frutta) possa essere considerata costante ai valori medi indicati dalle Figg. 10-13 e dai dati locali prima citati.

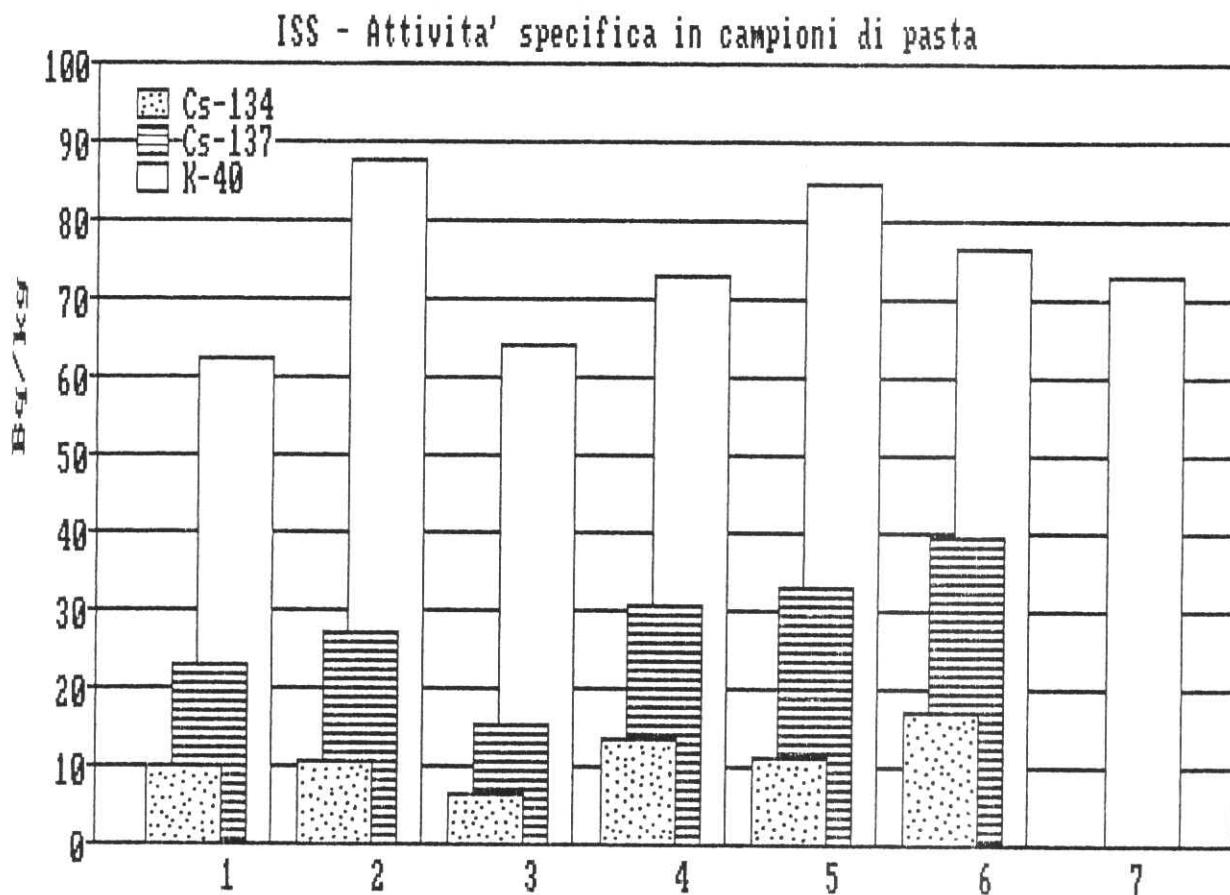


Fig. 14. - Attività specifica di Cs-134, Cs-137 e K-40 in alcuni campioni di pasta. Il campione numero 7 è stato prodotto nel 1985.

I valori di contaminazione, utilizzati per i relativi calcoli di dose da ingestione dal 15 Luglio 1986 al 30 Aprile 1987, sono riportati nella Tabella 3. Tali valori vanno intesi come valori di larga massima che rappresentano correttamente l'ordine di grandezza della contaminazione negli alimenti considerati, così come può essere desunta dai dati a nostra disposizione, derivanti sia dall'Osservatorio Nazionale che da alcuni laboratori del Servizio Sanitario Nazionale. Per alcuni alimenti i valori possono considerarsi adeguatamente cautelativi, mentre per la carne si tratta di valori realistici, tenendo conto anche del carattere dei dati in questa matrice.

Non si prende in considerazione il contributo dei vegetali a causa del trascurabile livello di contaminazione di questa matrice.

Tabella 3. - Attività specifica totale degli isotopi del cesio nei principali alimenti (Bq/kg o Bq/l) ipotizzata per il calcolo della dose da ingestione dal 15 Luglio 1986 al 30 Aprile 1987

Alimento	Attività specifica (Cs-134 + Cs-137)
Latte	50
Carne	100
Cereali	100
Frutta	100

Infine per il calcolo delle dosi di irraggiamento dal suolo si è fatto riferimento ai valori medi delle attività specifiche al suolo desunti dai dati dell'archivio della DISP.

II.3.3 Deposizione totale al suolo

Sulla base dei dati a disposizione è stata calcolata la deposizione totale al suolo di iodio 131 e di cesio 137 sul territorio italiano. Si trovano così i seguenti valori:

iodio 131 $\sim 10^{16}$ Bq

cesio 137 $\sim 2 \cdot 10^{15}$ Bq

Questa stima è, ovviamente, di larga massima e risulta essere in accordo con le valutazioni europee relative all'Italia (2). L'attività depositata in Italia corrisponderebbe dunque a circa il 3% del rilascio complessivo dello iodio e del cesio verificatosi nella centrale nucleare di Chernobyl, rivalutato secondo quanto indicato nel capitolo II.1.

BIBLIOGRAFIA

1. ENTE NAZIONALE PER L'ENERGIA NUCLEARE E LE ENERGIE ALTERNATIVE-DIREZIONE SICUREZZA NUCLEARE E PROTEZIONE SANITARIA. 1986 Incidente di Chernobyl. Conseguenze Radiologiche in Italia (DOC/DISP (86) 1).
2. ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT/NUCLEAR ENERGY AGENCY. 1986. Review of Emergency Responses and Derived Intervention Levels adopted by OECD Member Countries during the Chernobyl Accident (SAN/DOC (86) 23 in draft).