Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Friuli Venezia Giulia

# Rapporto sullo Stato dell'Ambiente

# Anno 2001

---

# Capitolo 3.8

# Radiazioni non ionizzanti e ionizzanti

## 3.8 RADIAZIONI NON IONIZZANTI E IONIZZANTI

### 3.8.1 Introduzione

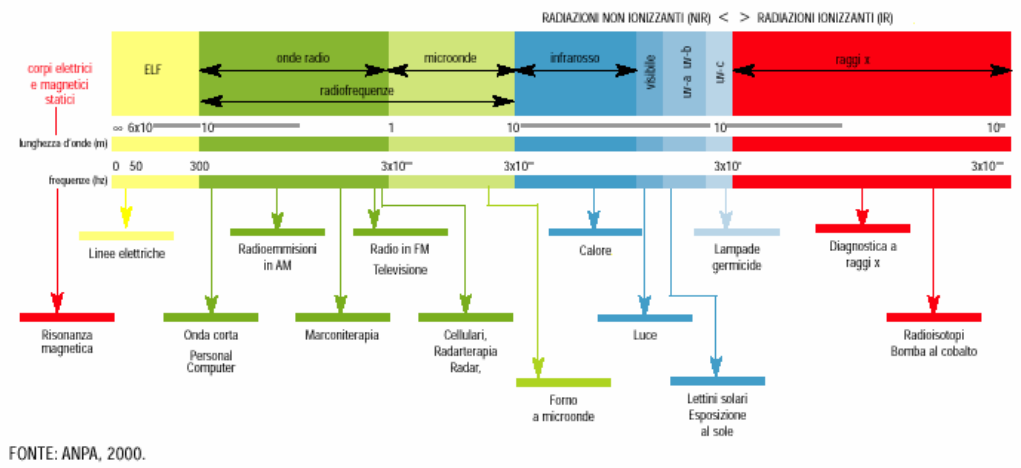
Il termine radiazioni è usato per identificare fenomeni fisici tra loro molto diversi per natura ed effetto. Le radiazioni ionizzanti si distinguono generalmente in radiazioni alfa ($\alpha$), beta ($\beta$), gamma ($\gamma$), X o di altro genere. Le radiazioni non ionizzanti sono sempre costituite da campi elettromagnetici variabili.

Le radiazioni elettromagnetiche interagiscono con la materia in modo assai vario in funzione della loro lunghezza d'onda e della loro intensità. In funzione della loro frequenza sono comunemente distinte in raggi $\gamma$, X, ultravioletti, luce visibile, infrarossi, microonde, onde radio, onde a frequenze estremamente basse (ELF) e campi statici. In *Figura 3.8.1a* è riportata una possibile rappresentazione dello spettro in funzione della frequenza.

Ad ogni tipo di radiazione è associata una quantità di energia che può essere trasferita alla materia attraversata: se questa è superiore ad un certo valore (quello minimo necessario a modificare la struttura elettronica dell'atomo strappando un elettrone) la radiazione è detta ionizzante. La radiazione ionizzante è potenzialmente più pericolosa di quella non ionizzante, sebbene ovviamente la pericolosità reale dipenda dall'intensità e dalla modalità dell'esposizione, dal tempo di esposizione e da numerosi altri fattori.

Per una sintesi delle varie forme d'onda dello spettro elettromagnetico si rimanda alla *Figura 3.8.1a.*

*Figura 3.8.1a* *Spettro Elettromagnetico e Relative Sorgenti*




FONTE: ANPA, 2000.

Le radiazioni non ionizzanti sono molto diffuse nel territorio, derivando esse sia dalla presenza di impianti di produzione, trasformazione e trasporto di energia elettrica che dalla presenza di antenne radiotelevisive o radiobase, ma per tali radiazioni non ha senso parlare di valor medio regionale perché presentano una distribuzione fortemente disomogenea, in quanto l'intensità

delle onde elettromagnetiche dipende dalla distanza dal corpo emittente, oltre che dalle specifiche caratteristiche tecniche del singolo impianto.

Le sorgenti di radiazioni ionizzanti possono essere sia molto localizzate (ad esempio sorgenti per uso medico ospedaliero) che diffuse (ad esempio ricadute al suolo di materiale radioattivo).

Nel seguito si farà quindi una debita distinzione tra grandezze per le quali è possibile parlare di valore medio regionale e grandezze per le quali ciò non ha un senso fisico. Per le prime gli indicatori saranno volti a determinare il valore medio regionale assunto dalla grandezza in studio; per le seconde sarà invece valutato il numero delle zone e la loro superficie all'interno delle quali potenzialmente il valore della grandezza può risultare non trascurabile.

### *3.8.2 Sottotematiche*

Dalle precedenti considerazioni deriva subito che una logica suddivisione in sottotematiche è la seguente:

- radiazioni non ionizzanti;
- radiazioni ionizzanti.

*Radiazioni Non Ionizzanti*

L'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici non ionizzanti può avvenire in molti modi: le principali fonti sono elettrodomestici, televisori e videoterminali, impianti per le telecomunicazioni (ripetitori radiotelevisivi, ponti radio, apparecchiature della telefonia cellulare) e rete di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica, tutte attrezzature molto diffuse e presenti nella vita quotidiana.

Il tema dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici è, allo stato attuale delle conoscenze, controverso e fonte di dibattuto e acceso confronto in riferimento alle potenzialità a loro attribuite di insorgenza di diverse patologie (forme tumorali e in particolare leucemie infantili).

Nonostante la mole di dati che la letteratura scientifica ha prodotto sull'argomento negli ultimi vent'anni, le evidenze sperimentali su tali effetti sono contrastanti.

In questa situazione incerta si è affermata l'adozione del principio di precauzione di cui all'art. 174, par. 2, del trattato istitutivo dell'Unione Europea, che riflette la necessità di intervenire nei confronti di un rischio potenzialmente grave senza attendere i risultati della ricerca scientifica.

Dal punto di vista del RSA rivestono particolare interesse i fattori d'esposizione a campi elettromagnetici legati a:

- reti elettriche (elettrodotti di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica);
- impianti radiotelevisivi e ponti radio;
- impianti per la telefonia cellulare.

*Radiazioni Ionizzanti*

Questa sottotematica affronta lo stato di qualità ambientale rispetto alla presenza di *fall out* radioattivo diffuso e di radionuclidi nelle varie matrici ambientali ed alimentari.

La radioattività consiste nell'emissione di particelle e di energia da parte di alcuni elementi instabili, detti radionuclidi, spontaneamente o in seguito ad attivazione.
Alcuni di questi elementi esistono in natura, altri possono essere prodotti artificialmente: l'insieme dei primi dà luogo alla radioattività naturale, l'insieme dei secondi a quella artificiale.

Il fondo naturale trae origine dalle radiazioni ionizzanti provenienti da sorgenti naturali, terrestri o cosmiche, e varia da zona a zona secondo la natura geologica dei terreni e la quota sul livello del mare. La maggior parte delle radiazioni assorbite dalla popolazione proviene da sorgenti naturali. Le attività estrattive, l'uso di combustibili fossili (in particolare il carbone), lo sfruttamento dell'energia geotermica e d'impianti termali possono esporre l'uomo ad una radioattività naturale significativamente maggiore di quella del fondo.

La radioattività artificiale deriva invece da attività umane, quali ad esempio esperimenti nucleari in atmosfera (che hanno un impatto globale sul pianeta), produzione di energia (scarichi e rifiuti d'impianti) o da attività che utilizzano radioisotopi per ricerca scientifica, per uso medico o industriale.
E' necessario distinguere tra immissioni di sostanze radioattive in ambiente che avvengono in maniera controllata e a livelli ritenuti accettabili, e immissioni che possono avvenire a seguito di incidenti e/o rilasci incontrollati.

### 3.8.3 *Indicatori PSR della Tematica Radiazioni non Ionizzanti e Ionizzanti*

| Sottotematica | N. indicatore | Indicatore | PSR |
|---|---|---|---|
| Radiazioni non ionizzanti | 8-1 | Lunghezza e tracciato degli elettrodotti | P |
| | 8-2 | Fonti puntuali di emissione | P |
| Radiazioni ionizzanti | 8-3 | Radioattività naturale | S |
| | 8-4 | Fonti di emissione di origine antropica | P |
| | 8-5 | Deposizione al suolo (Fall-out) di alcuni radionuclidi | S |
| | 8-6 | Concentrazioni di Cesio nel latte, cereali e derivati, miele e funghi | S |

#### 3.8.3.1 *Scheda dell'Indicatore 8-1: Lunghezza e Tracciato degli Elettrodotti*

| | |
|---|---|
| *Codice Indicatore* | *8-1* |
| **Tematica** | *Radiazioni non ionizzanti e ionizzanti* |
| **Sottotematica** | *Radiazioni non ionizzanti* |
| **Indicatore** | *Lunghezza e Tracciato degli Elettrodotti* |
| **Tipo** | *Pressione* |
| **Obiettivo** | *Valutare lo Sviluppo delle Linee Elettriche in Regione FVG* |
| **Riferimenti** | *L. 36/01 "Legge Quadro sulla Protezione dalle Esposizioni a Campi Elettrici, Magnetici ed Elettromagnetici"*<br>*DPCM 23/04/1992 "Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"*<br>*Decreto Interministeriale 16/01/1991 "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne"*<br>*Documento ISPESL - ISS "Sulla problematica della protezione dei lavoratori e della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici e a campi elettromagnetici a frequenze comprese tra 0 e 300 GHz", 29.01.98.*<br>*Norma CEI 211-6 "Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana"* |
| **Dati necessari** | *Lunghezza e tracciato degli elettrodotti (380 kV, 220 kV e 132 kV; singola e/o doppia terna), eventuali misure effettuate* |
| **Fonte** | *Ministero dell'Ambiente "Relazione sullo Stato dell'Ambiente 2001" www.minambiente.it*<br>*GRTN: Rete di Trasmissione Nazionale, www.grtn.it*<br>*Villalta R. "Attività e Progetti dell'ARPA FVG nel Settore" Atti del Convegno "Frequenze Industriali e radiofrequenze: fonti di inquinamento elettromagnetico nella provincia di Pordenone e nel territorio del FVG" 21-22/03/2001* |
| **Disponibilità** | **Ambito Spaziale:** *regionale*<br>**Aggiornamento:** *annuale*<br>**Periodo:** *1999* |

*Descrizione, Calcolo e Valutazione*

L'obiettivo dell'indicatore è stimare la superficie regionale potenzialmente interessata da campi elettromagnetici a frequenza industriale (50 Hz). La presenza di linee elettriche determina infatti fasce di territorio all'interno delle quali l'intensità dell'induzione magnetica può raggiungere valori significativi. L'ampiezza di tali fasce dipende dalla tipologia di linea analizzata e, ovviamente, dal valore limite al di sotto del quale il campo è ritenuto non significativo. Nel caso in cui il limite di significatività preso a riferimento sia molto basso (0,2 μT, si veda oltre), l'ampiezza della fascia di rispetto può variare da qualche decina di metri, per linee a 132 kV al massimo carico, a

oltre 140 metri per linee a 380 kV alla massima corrente prevista pari a 1500 A.

La rete elettrica è costituita dalle seguenti infrastrutture:

- la rete nazionale di trasmissione, che comprende la grande rete di interconnessione nazionale alla tensione di 380 kV, anche se sono tuttora attive linee più vecchie alla tensione di 220 kV. Tale rete collega le centrali di produzione alle stazioni di trasformazione collocate presso i centri di distribuzione;

- la rete di distribuzione primaria, che collega le stazioni della rete nazionale di trasmissione con le stazioni di distribuzione secondaria e le principali utenze industriali. La tensione di esercizio, nel nord Italia, varia da 132 kV a 60 kV;

- la rete di distribuzione secondaria, che collega la rete di distribuzione primaria alle singole utenze, attraverso vari livelli di trasformazione fino alle tensioni di normale utilizzo (380 - 220 V).

Tale gerarchizzazione della rete è una necessità legata sia alla quantità d'energia da trasportare e distribuire sia al fatto che le perdite per trasmissione dell'energia elettrica sono inversamente proporzionali alla tensione di trasmissione: maggiore è la tensione, minori sono tali perdite. Contenere le perdite è un importante obiettivo per ottenere un consistente risparmio energetico.
Dunque, maggiori sono le distanze cui trasmettere l'energia, maggiore deve essere la tensione di trasmissione per limitare le perdite.

Oggi le diverse reti sono gestite da più soggetti:

- la rete nazionale di trasmissione, gestita fino a poco tempo fa da ENEL, è attualmente a carico del Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale, ottenuta per scorporo da ENEL in seguito al *Decreto Bersani* (*DLgs 79/1999*) che ha liberalizzato il mercato elettrico nazionale;

- le reti di distribuzione sono gestite attualmente da ENEL Distribuzione e dalle municipalizzate (AEM). Tuttavia il panorama potrà modificarsi in un prossimo futuro per l'evoluzione della legislazione relativa al mercato libero dell'energia elettrica;

- infine sono presenti linee di proprietà di diversi soggetti (FS, ex autoproduttori di energia), che trasmettono l'energia dai propri impianti di produzione a propri stabilimenti o alla rete distributiva; nel caso delle FS dalla rete distributiva alle linee ed agli impianti ferroviari. Le tensioni di esercizio sono varie, comunque inferiori, o al massimo uguali, a 220 kV. Sono però prevedibili, in un prossimo futuro, linee di tali soggetti anche a 380 kV, in quanto la realizzazione di nuovi grandi impianti di produzione da parte di soggetti privati, come previsto dalla liberalizzazione del

mercato, potrà richiedere nuovi tratti di linee per il conferimento dell'energia prodotta alla rete nazionale di trasmissione.

La rete elettrica è dunque, già oggi, caratterizzata dalla presenza di numerosi soggetti gestori e tendenzialmente nel futuro tale numero potrà aumentare.

Nella *Tabella 3.8.3.1a* è riportata la lunghezza delle Linee Elettriche ENEL ad altissima tensione AAT (da 220kV a 380kV) e ad alta tensione AT (da 40kV a 150kV) in Regione Friuli Venezia Giulia in valore assoluto e normalizzate rispetto alla superficie regionale. Non sono considerate le linee a tensione inferiore, in quanto la loro fascia di rispetto (all'interno della quale il valore del campo rimane significativo) è di dimensioni inferiori.

*Tabella 3.8.3.1a* *Lunghezza delle Linee Elettriche ENEL Diversificate per Tensione in Valore Assoluto e Normalizzate alla Superficie Regionale*

| **Livello Territoriale** | **Lunghezza [km]** | | | **Lunghezza/Superficie km di Linea per 10 km² [km⁻¹]** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **380 KV** | **220 kV** | **AT** | **380 KV** | **220 kV** | **AT** |
| Regione FVG | 165 | 255 | 962 | 0,2 | 0,3 | 1,2 |
| Italia | 9.767 | 10.337 | 37.232 | 0,3 | 0,4 | 1,3 |
| *Note: Dati ENEL al 1999 e ISTAT per la Superficie Regionale al 1998* | | | | | | |
| Fonte: Ministero dell'Ambiente "*Relazione sullo Stato dell'Ambiente 2001*" www.minambiente.it | | | | | | |

Dall'analisi della *Tabella 3.8.3.1a* si può notare che lo sviluppo della rete elettrica ad altissima tensione e ad alta tensione in rapporto alla superficie regionale è inferiore alla media nazionale.

Anche la densità di popolazione (152 abitanti / km² al 31 / 12 / 2000) è inferiore alla media nazionale (192 ab / km² al 31 / 12 / 2000) e pertanto, pur evidenziando situazioni locali di criticità, mediamente si può affermare che questo indicatore di pressione non è particolarmente critico.

I dati sopra riportati non sono comprensivi di linee elettriche interrate, per le quali, mediante opportuni accorgimenti costruttivi, è possibile limitare la dimensione delle fasce di rispetto. E' opportuno comunque sottolineare che nelle immediate vicinanze di alcune linee interrate si possono riscontrare valori di induzione magnetica anche superiori a quelli riscontrabili sotto le linee aeree.

L'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Friuli Venezia Giulia, nel biennio 2000-2001, ha svolto un'attività di monitoraggio e controllo dei campi elettromagnetici nei pressi delle singole abitazioni o nuclei abitati posti nelle immediate vicinanze di alcune linee elettriche distribuite sul territorio regionale.
I risultati dell'indagine evidenziano che in nessun sito è stato rilevato il superamento dei limiti di esposizione di 5 kV / m per il campo elettrico e 100 µT per l'induzione magnetica (limiti per luoghi a lunga permanenza secondo il *DPCM 23/04/1992*), ma in oltre il 70% dei siti analizzati nell'anno 2000, si registra il superamento del valore di 0,2 µT per l'induzione magnetica, valore,

ad esempio, assunto come obiettivo di qualità dalla *Legge Regionale del Veneto n° 27/93* in vigore dal 01/01/00; nell'anno 2001 tale percentuale si attesta al 60%.

In futuro l'indicatore *Lunghezza e Tracciato degli Elettrodotti* potrà dare informazioni più complete se associato ad altri dati, ad esempio quelli contenuti nei piani di risanamento di cui all'*art. 9 della Legge 36 del 22.02.01*, oppure relativi alla densità di popolazione nelle fasce di rispetto degli elettrodotti.

*Riferimenti per la Valutazione*

Gli studi della comunità scientifica sono orientati alla ricerca di possibili effetti dei campi elettromagnetici sia acuti che cronici.

Gli effetti acuti dei campi magnetici, indotti dagli elettrodotti, sono attribuibili alla densità di corrente indotta nei tessuti degli organismi esposti al campo magnetico esterno. Ai livelli più bassi, ma comunque superiori a 10.000 μT[1], si tratta di interferenze nella percezione sensoriale a livello oculare (percezione di lampi luminosi e colorati, detti "fosfeni") o tattile (sensazione di pizzicore); a livelli più elevati le correnti indotte possono causare contrazioni muscolari, extrasistole cardiache, fibrillazione ventricolare, sensazione di calore.

La protezione dagli effetti acuti è garantita in Italia dal *DPCM 23.04.1992*: "*Limiti massimi d'esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno*". I limiti imposti, volti alla protezione da esposizione acuta della popolazione (e non degli operatori professionalmente esposti), sono, rispettivamente, di 5 kV/m e 100 μT, per luoghi a lunga permanenza, e di 10 kV/m e 1.000 μT per luoghi a breve permanenza.

Alle esposizioni croniche fa riferimento il documento congiunto ISPESL e Istituto Superiore Sanità "*Sulla problematica della protezione dei lavoratori e della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici e a campi elettromagnetici a frequenze comprese tra 0 e 300 GHz*", del 29/01/98.

L'analisi degli effetti cronici è stata condotta mediante studi epidemiologici, che tuttavia, come già anticipato, allo stato attuale delle ricerche non consentono di trarre conclusioni certe sulla soglia di pericolosità dei campi elettrico e magnetico. In linea generale i risultati possono essere così sintetizzati:

- nessuna evidenza epidemiologica di effetti a lungo termine per esposizioni croniche inferiori a 0,2 μT;

(1) [1] Il Tesla (T) è l'unità di misura dell'induzione magnetica.

- possibili effetti epidemiologici a lungo termine per esposizioni croniche superiori a 0,4-0,6 μT.

Gli effetti prevalenti sembrano essere riconducibili ad una maggiore incidenza di casi di leucemia nella popolazione d'età inferiore ai 14 anni.

Per quanto riguarda il campo elettrico, si sottolinea che, a differenza del campo magnetico, viene ridotto dall'effetto schermante dovuto agli eventuali oggetti che si interpongono tra la linea ed il punto di esposizione (alberi, pareti degli edifici, recinti, … ).

Il citato *DPCM del 23/04/1992* all'*art. 5*, fissa anche le distanze minime tra linee elettriche aeree e fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comporta tempi di permanenza prolungati, secondo il seguente schema:

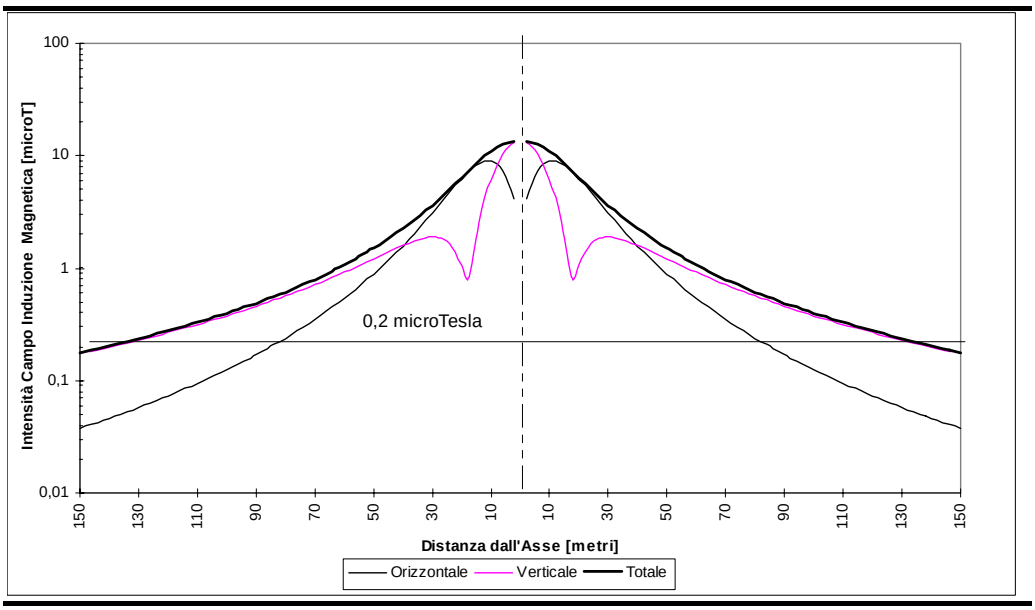
- linee a 132 kV 10 m;
- linee a 220 kV 18 m;
- linee a 380 kV 28 m.

Tali distanze consentirebbero di rispettare i limiti d'esposizione fissati dal Decreto stesso e quindi di evitare impatti di tipo "acuto" sulla popolazione esposta; tuttavia non garantiscono il rispetto dei limiti proposti per gli effetti di tipo cronico.

In riferimento ai limiti ed alle distanze di rispetto finora citate, si fa presente che la *Legge n.36 del 22 febbraio 2001* demanda ad un successivo decreto, non ancora emanato, la determinazione di nuovi limiti di esposizione, valori di attenzione, obiettivi di qualità, tecniche di misurazione e rilevamento del campo magnetico, parametri per la previsione di fasce di rispetto per gli elettrodotti.

In *Figura 3.8.3.1a* si riporta l'andamento dell'intensità dell'induzione magnetica al suolo per un elettrodotto a 380 kV al massimo carico, con i conduttori all'altezza minima consentita dal suolo nel caso di attraversamento di aree adibite ad attività ricreative, impianti sportivi, luoghi di incontro, piazzali di deposito e simili, pari a 12 m secondo *l'art. 2.1.05b DM 16/01/91*.

*Figura 3.8.3.1a* *Campo Induzione Magnetica al Suolo*




Come si può notare il valore di 0,2 µT è raggiunto per distanza superiori a 130-140 m dall'asse linea.

Si ricorda che la situazione descritta riguarda linee a 380 kV a pieno carico e dunque le distanze sopra indicate si riducono per elettrodotti a tensioni e carichi minori.

*Valutazione della Qualità del Dato*

L'elaborazione dell'indicatore è sostanzialmente priva di importanti difficoltà o incertezze di calcolo, grazie alla disponibilità del dato di base (lunghezza delle linee elettriche in regione).
L'indicatore è in grado di ben definire un livello medio del fattore di pressione, ma non riesce a individuare possibili situazioni locali di criticità (singole abitazioni o nuclei abitati posti nelle immediate vicinanze di linee elettriche).

### 3.8.3.2 *Scheda dell'Indicatore 8-2: Fonti Puntuali di Emissione*

| | |
|---|---|
| *Codice Indicatore* | *8-2* |
| **Tematica** | *Radiazioni non ionizzanti e ionizzanti* |
| **Sottotematica** | *Radiazioni non ionizzanti* |
| **Indicatore** | *Fonti puntuali di emissione* |
| **Tipo** | *Pressione* |
| **Obiettivo** | *Valutare la superficie regionale potenzialmente interessata da campi elettromagnetici ad alta frequenza.* |
| **Riferimenti** | *L. 36/01 "Legge Quadro sulla Protezione dalle Esposizioni a Campi Elettrici, Magnetici ed Elettromagnetici"*<br>*DM 381 del 10/09/1998 "Regolamento Recante Norme per la Determinazione dei Tetti di Radiofrequenza Compatibili con la Salute Umana"*<br>*LR 22/2/2000 "Disposizioni per la formazione del bilancio pluriennale ed annuale della Regione FVG" (Istituzione del Catasto Regionale delle Sorgenti Fisse degli Impianti Radioelettrici per telecomunicazioni e radiotelevisivi)*<br>*Documento ISPESL - ISS "Sulla problematica della protezione dei lavoratori e della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici e a campi elettromagnetici a frequenze comprese tra 0 e 300 GHz", 29.01.98*<br>*Norma CEI 211-7 "Guida per la misura e la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo 10 Hz – 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana"* |
| **Dati necessari** | *Numero e localizzazione (geografica e planimetrica) delle fonti puntuali di emissione (antenne radiotelevisive e telefoniche, per tipologia e potenza)* |
| **Fonte** | *Arpa Regione Friuli Venezia Giulia*<br>*www.regione.fvg.it*<br>*Atti del Convegno "Frequenze Industriali e Radiofrequenze: fonti di Inquinamento elettromagnetico nella Provincia di Pordenone e nel Territorio del Friuli Venezia Giulia" 21-22/03/2001* |
| **Disponibilità** | **Ambito Spaziale**: *regionale e provinciale*<br>**Aggiornamento**: *annuale*<br>**Periodo**: *2000* |

*Descrizione, Calcolo e Valutazione*

L'obiettivo dell'indicatore è stimare la superficie regionale potenzialmente interessata da campi elettromagnetici ad alta frequenza, legati alla presenza sul territorio di impianti radiotelevisivi e per telefonia mobile. La presenza di corpi emittenti determina infatti aree di forma irregolare, all'interno delle quali il campo elettromagnetico può raggiungere valori significativi. L'ampiezza di tali aree dipende dalla tipologia di antenna e, ovviamente, dal valore limite al di sotto del quale il campo è ritenuto non significativo. Per questa ragione non è possibile definire a priori l'estensione dell'area interessata da livelli di campo elettromagnetico superiore ad un dato valore. Comunque, ad una prima analisi, gli impianti dotati di maggiore potenza (impianti radiotelevisivi) definiscono aree di interesse, per i livelli di campo elettromagnetico, più vaste rispetto agli impianti che utilizzano potenze più ridotte (installazioni per la telefonia cellulare).

Gli impianti di diffusione radio e televisivi hanno potenze che variano da qualche Watt fino a qualche decina di kW. Il bacino di utenza può infatti essere costituito da un'area urbana, da un gruppo di comuni, da una provincia o da un'intera regione.

In Friuli Venezia Giulia i siti preposti agli impianti televisivi sono regolamentati dal *Piano Regionale per la Radiodiffusione Televisiva*, approvato con *Decreto 045/Pres del 19/02/2001* e pubblicato sul supplemento ordinario *n.5 del 19/03/2001 del Bollettino Ufficiale della Regione n.11 del 14/03/2001*.

Le stazioni radio base (stazioni fisse per telefonia cellulare) vengono installate per permettere il collegamento tra telefoni cellulari. Poiché una singola stazione radio base è in grado di sostenere un limitato numero di conversazioni in contemporanea, un numero maggiore di stazioni radio base permette un maggiore traffico telefonico.
A differenza di un impianto radiotelevisivo che ha il compito di diffondere il segnale ad un vasto bacino di utenza, una singola stazione radio base serve un'area di territorio tanto più limitata quanto più intenso è il traffico telefonico.
L'area servita da una stazione radio base risulta quindi variabile e determinata in primo luogo dalla stima effettuata sull'entità del traffico telefonico nella zona.

Nella *Tabella 3.8.3.2a* sono riportati il numero di siti per telefonia, radio e televisione ed il numero di antenne intese come sistema radiante individuato dalla direzione di massima emissione e dalla frequenza assegnata.

*Tabella 3.8.3.2a* *Siti e Antenne di Telefonia, Radio e Televisione Censiti in Regione FVG nell'Anno 2001*

| Tipologia | Telefonia (TIM, Omnitel, Blu, Wind) | Radio | Televisione |
|---|---|---|---|
| Siti | 562 | dnd | 176 |
| Antenne | 2417 | 439 | 670 |
| *Note: dnd Dato non disponibile* | | | |
| Fonte: ARPA Regione Friuli Venezia Giulia | | | |

Nella *Figura 3.8.3.2a* (riportata in fondo al Capitolo) e nella *Tabella 3.8.3.2b* si riportano i dati dettagliati per provincia delle stazioni televisive, come previste dal *Piano Regionale per la Radiodiffusione Televisiva.* Il numero identificativo dei siti è esplicitato nella *Tabella 3.8.3.2b.*

*Tabella 3.8.3.2b* *Siti per la Radiodiffusione Televisiva in Regione FVG*

| N. Identificativo | Denominazione del Sito | Comuni Interessati |
|---|---|---|
| | *Provincia di Udine (44 siti)* | |
| 29 | Forni di Sotto | Ampezzo |
| 28 | Colle Villut | Ampezzo |
| 11 | Lovea | Arta Terme |
| 44 | Madonna | Buia |
| 23 | Cesclans | Cavazzo Carnico |
| 24 | Somplago | Cavazzo Carnico |
| 17 | Buco del Cucco | Chiusaforte |
| 55 | Purgessimo | Cividale del Friuli, San Pietro al Natisone |
| 12 | Dogna | Dogna |
| 26 | Monte Colza | Enemonzo |
| 50 | Prati della Chiesa | Faedis |
| 1 | Forni Avoltri | Forni Avoltri |

| N. Identificativo | Denominazione del Sito | Comuni Interessati |
|---|---|---|
| 30 | Forni di Sopra | Forni di Sopra |
| 32 | Venzone | Gemona del Friuli |
| 53 | Grimacco | Grimacco |
| 54 | Topolò | Grimacco |
| 18 | Moggio Udinese | Moggio Udinese |
| 9 | Monte Rugela | Ovaro |
| 8 | Ovaro | Ovaro |
| 2 | Timau | Paluzza |
| 3 | Monte Tenchia | Paluzza, Cercivento |
| 4 | Rio Prabon | Paularo |
| 5 | Pontebba | Pontebba |
| 49 | Erbezzo | Pulfero |
| 48 | Stupizza | Pulfero |
| 19 | Monte Staulizze | Resia, Resiutta |
| 20 | Resiutta | Resiutta |
| 51 | Pulfero | San Pietro al Natisone |
| 7 | Lateis | Sauris |
| 6 | Sauris | Sauris |
| 52 | Savogna | Savogna |
| 27 | Ampezzo | Socchieve |
| 10 | Zoncolan | Sutrio, Ravascletto, Ovaro |
| 47 | Platischis | Taipana |
| 46 | Taipana | Taipana |
| 45 | Lusevera | Tarcento |
| 14 | Monte Prisnig | Tarvisio |
| 13 | Monte Santo di Lussari | Tarvisio |
| 15 | Cave del Predil | Tarvisio |
| 16 | Lago del Predil | Tarvisio |
| 22 | Tolmezzo Strabut | Tarvisio |
| 21 | Illegio | Tolmezzo |
| 31 | Avasinis | Trasaghis |
| 25 | Valnere | Villa Santina |
| | *Provincia di Gorizia (2 siti)* | |
| 56 | Gorizia Piuma | Gorizia |
| 57 | Boschini | Sagrado |
| | *Provincia di Trieste (4 siti)* | |
| 61 | Muggia Vecchia | Muggia |
| 59 | Monte Belvedere | Trieste |
| 58 | Trieste Bovedo | Trieste |
| 60 | Trieste Chiusa | Trieste |
| | *Provincia di Pordenone (11 siti)* | |
| 38 | Pordenone Castaldia | Aviano |
| 43 | Faviz | Castelnovo del Friuli |
| 36 | Cimolais | Cimolais |
| 35 | Passo Sant'Osvaldo | Cimolais |
| 37 | Claut Pinedo | Claut |
| 42 | Monte Pala | Clauzetto |
| 33 | Casso | Erto e Casso |
| 34 | Erto | Erto e Casso |
| 40 | Frisanco | Frisanco |
| 39 | Andreis | Maniago |
| 41 | Monte Chiarandeit | Meduno |

Fonte: Piano Regionale per la Radiodiffusione Televisiva

Come si vede dalla *Figura 3.8.3.2a* il Piano Regionale per la Radiodiffusione Televisiva prevede l'installazione di 27 siti con potenza maggiore di 200 W e 34 siti con potenza minore di 200 W. Nella parte sud della Regione non sono

previste stazioni perché la morfologia pianeggiante del territorio permette una buona copertura.

L'indicatore mostra quindi una forte non omogeneità all'interno del territorio, per cui un confronto con una situazione media nazionale è privo di significato. E' opportuno sottolineare che una maggiore densità di impianti radiotelevisivi in un'area, non corrisponde automaticamente ad un aumento dei livelli di campo elettromagnetico in quell'area, sebbene generalmente si riscontra che le aree potenzialmente critiche per i valori di campo elettromagnetico sono quelle caratterizzate da una maggiore concentrazione degli impianti di trasmissione.

Le modalità per l'installazione o la modifica di impianti fissi per la telefonia mobile sono regolamentate dalla *LR 13 del 03/07/2000*. Tale legge prevede, per ciascun impianto, che il Comune rilasci la concessione edilizia previa acquisizione di parere tecnico dell'ARPA e di parere sanitario dell'Azienda per i Servizi Sanitari territorialmente competente.
L'ARPA, per formulare il parere di propria competenza, valuta i livelli di campo elettromagnetico preesistenti nell'area interessata effettuando dettagliate misure di fondo, determina l'impatto introdotto dalla nuova stazione radio base tramite l'utilizzo di modelli matematici previsionali e misura l'intensità del campo elettromagnetico a seguito dell'avvenuta attivazione dell'impianto.

Negli ultimi mesi del 2000, su 57 pareri tecnici sull'installazione di nuove stazioni radio base, 2 sono risultati negativi per valutato superamento del limite di 6 V/m, di cui al *DM 381 del 10/09/1998*, in corrispondenza di edifici adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore.
Nell'anno 2001 su 146 pareri tecnici emessi 10 sono risultati negativi.

Oltre alla formulazione di pareri sull'installazione di stazioni radio base, l'ARPA si accerta dei limiti previsti dal citato *DM 381 del 10/09/1998* in tutto il territorio della regione Friuli Venezia Giulia mediante azioni di monitoraggio e controllo puntuale del campo elettromagnetico.
Dalle misure effettuate in banda larga nell'anno 2000 si è riscontrato il superamento dei limiti per 3 siti su 50 (*Tabella 3.8.3.2c*).

*Tabella 3.8.3.2c Risultati dell'Analisi di Campo Effettuati dall'ARPA nel 2000 sugli Impianti*

| Tipologia di Impianto | n° Impianti Analizzati | Campo di Frequenza | Limite | n° Supera-menti | n° Supera-menti del 50% del limite | n° Supera-menti del 75% del limite |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SRB | 38 | 900-1800 MHz | 6 V / m (*DM 381/98*) | 0 | 1 | 0 |
| Radio -TV | 7 | 88-108 MHz<br>174-223 MHz<br>470-862 MHz | 6 V / m (*DM 381/98*) | 2 | 2 | 2 |
| Onde Medie | 1 | 1400kHz | 6 V / m (*DM 381/98*) | 1 | 1 | 1 |
| Radar | 1 | 9 GHz | 61,4 V / m (*CEI ENV 50166-2*) | 0 | 0 | 0 |
| Microonde | 1 | 2,45 GHz | 61,4 V / m (*CEI ENV 50166-2*) | 0 | 0 | 0 |
| Radar Terapia | 1 | 2,45 GHz | 61,4 V / m (*CEI ENV 50166-2*) | 0 | 0 | 0 |
| Radioamatori | 1 | 50 MHz | 6 V / m (*DM 381/98*) | 0 | 0 | 0 |

Fonte: Villalta R. "*Attività e Progetti dell'ARPA FVG nel Settore*" Atti del Convegno "*Frequenze Industriali e radiofrequenze: fonti di inquinamento elettromagnetico nella provincia di Pordenone e nel territorio del FVG*" 21-22 / 03 / 2001

Nell'anno 2001 l'ARPA ha eseguito 47 interventi su impianti radioelettrici. L'esito di tali interventi non ha palesato superamenti, mentre sono stati riscontrati due superamenti nel corso delle misure di fondo in banda larga effettuate per l'emissione di pareri sull'installazione di stazioni radio base.

In futuro l'indicatore *Fonti Puntuali di Emissione* potrà dare informazioni più complete se associato ad altri dati, quali quelli previsti dal Catasto degli impianti radioelettrici di cui alla *Legge Regionale 22/02/00*, che prevede oltre alla caratterizzazione geografica e tecnica degli impianti anche quella dell'ambiente circostante.

*Riferimenti per la Valutazione*

La normativa che regola i limiti di esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici generati dagli impianti fissi (radiotelevisivi e delle telecomunicazioni), operanti nell'intervallo di frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz, è ad oggi il *DM 381 del 10/09/1998 "Regolamento Recante Norme per la Determinazione dei Tetti di Radiofrequenza Compatibili con la Salute Umana"*.

Secondo la normativa, in corrispondenza di edifici, adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore, non devono essere superati i seguenti valori, indipendentemente dalla frequenza, mediati su un'area equivalente alla sezione verticale del corpo umano e su qualsiasi intervallo di sei minuti:

- 6 V / m per il campo elettrico (valore efficace);

- 0,016 A / m per il campo magnetico (valore efficace);
- 0,010 W / $m^2$ per la densità di potenza dell'onda piana equivalente, per frequenze comprese tra 3 MHz e 300 GHz.

Nelle zone dove non sono rispettati tali limiti devono essere attuate azioni di risanamento a carico dei titolari degli impianti.

*Valutazione della Qualità del Dato*

L'elaborazione dell'indicatore è sostanzialmente priva di importanti difficoltà o incertezze di calcolo, grazie alla disponibilità del dato di base (numero di stazioni trasmittenti).
L'indicatore è in grado di ben definire un livello medio del fattore di pressione, ma non riesce a individuare possibili situazioni locali di criticità (singole abitazioni o nuclei abitati posti nelle immediate vicinanze di impianti radioelettrici).

### 3.8.3.3 *Scheda dell'Indicatore 8-3: Radioattività Naturale*

| | |
|---|---|
| *Codice Indicatore* | *8-3* |
| **Tematica** | *Radiazioni non ionizzanti e ionizzanti* |
| **Sottotematica** | *Radiazioni ionizzanti* |
| **Indicatore** | *Radioattività naturale* |
| **Tipo** | *Stato* |
| **Obiettivo** | *Valutare il fondo naturale di radiazione* |
| **Riferimenti** | *Raccomandazione Euratom 143/90 del 21/02/1990*<br>*Dlgs 230 del 17/03/1995 "Attuazione delle Direttive Euratom 80/836, 84/466, 89/618, 90/614 e 93/3 in materia di radiazioni ionizzanti"*<br>*Dlgs 241 del 26/05/2000 "Attuazione della Direttiva Euraton 96/29 in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti"*<br>*Dlgs 257 del 09/05/2001 "Disposizioni integrative e correttive del Dlgs 241 del 26/05/2000, recante attuazione della direttiva 96/29/Euratom in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti"* |
| **Dati necessari** | *Misure e monitoraggio fonti di emissione di origine naturale* |
| **Fonte** | *ARPA FVG, Relazione Preliminare Campagna Radon scuole di Pordenone*<br>*Azienda Ospedaliera Santa Maria della Misericordia di Udine "Attività del Centro di Riferimento Regionale per il Controllo della Radioattività ambientale (CRR)"*<br>*M. Vascotto, F. Cucchi, R. Giacomich, P. Giacomich "Radioattività Naturale sul Carso Triestino"*<br>*F. Cucchi, R. Giacomich, C. Coslovich, P. Giacomich, M. Vascotto "Il Radon nei Calcari e nelle Cavità del Carso Triestino. Stato delle Conoscenze", Bollettino della Società Adriatica di Scienza 1996*<br>*Franco Lucci e Sandro Sandri (ENEA) "Aspetti di protezione fisica dalle radiazioni ionizzanti"* |
| **Disponibilità** | **Ambito Spaziale**: *regionale*<br>**Aggiornamento**: *annuale*<br>**Periodo**: *1989 – 2000* |

*Descrizione, Calcolo e Valutazione*

Come già accennato nell'introduzione, la radioattività consiste nell'emissione di particelle e di energia da parte di alcuni elementi instabili, detti radionuclidi, spontaneamente o in seguito ad attivazione.
Alcuni di questi elementi esistono in natura, altri possono essere prodotti artificialmente: l'insieme dei primi dà luogo alla radioattività naturale, l'insieme dei secondi a quella artificiale.

Per una completa comprensione di ciò che segue occorre introdurre ora la definizione di alcune grandezze di base utilizzate in radioattività.

L'*attività* è il rapporto tra il numero di transizioni nucleari spontanee di una determinata quantità di radionuclide e l'intervallo di tempo. L'unità di misura utilizzata è il *bequerel* (Bq) che corrisponde ad una transizione per secondo.

Si definisce *dose assorbita* la quantità di energia assorbita per unità di massa. L' unità di misura usata per la dose assorbita è il gray (Gy) e corrisponde a 1 $Jkg^{-1}$. La *dose equivalente* è invece la dose assorbita media in un tessuto o un organo, ponderata in base al tipo ed alla qualità della radiazione. L'unità utilizzata per esprimere la dose equivalente è il sievert (Sv). Solo se il fattore di

ponderazione è uguale a uno si può affermare che un sievert corrisponde ad 1 J $kg^{-1}$. Si definisce infine *dose efficace* la somma ponderata delle dosi equivalenti nei diversi organi o tessuti interessati dall'esposizione alla radiazione.

Alla radioattività naturale è dedicato il presente indicatore. Tramite un successivo indicatore è esaminata la radioattività artificiale. La *Figura 3.8.3.3a* (riportata in fondo al Capitolo) fornisce una visione di sintesi dei vari aspetti.

L'ANPA e l'Istituto Superiore di Sanità hanno valutato l'esposizione media annuale della popolazione italiana al gas radon nelle abitazioni. I risultati dell'indagine sono stati pubblicati su "Health Physics" nel 1996 e riportano un valore di dose efficace media nazionale pari a 1,5 mSv, con una concentrazione di Radon variabilmente distribuita sul territorio nazionale. Nella *Figura 3.8.3.3b* (riportata in fondo al Capitolo) è riportata la mappa delle concentrazioni medie regionali ottenute in occasione di questa campagna.

Il *Centro di Riferimento Regionale per il Controllo della Radioattività Ambientale* (*CRR*) del Friuli Venezia Giulia, negli anni 1989-1999, ha poi condotto diverse analisi sulla radioattività naturale, riportate nella *Tabella 3.8.3.3a*.
Come si può notare da tale Tabella la concentrazione media di Radon nelle diverse campagne di misura è compresa tra 90 e 160 Bq / $m^3$.
Se escludiamo il dato particolare della campagna in cui è stata fatta una indagine intensiva in un solo comune, abbiamo che la percentuale di abitazioni la cui concentrazione di gas radon supera 400 Bq / $m^3$ è compresa tra il 4 e il 5 %. Ciò vuol dire che potenzialmente in Friuli Venezia Giulia sono presenti circa 19.000 abitazioni che superano il valore-soglia raccomandato dalla Unione Europea per l'adozione di azioni di rimedio per gli edifici esistenti.
Il valore medio per le misure nelle abitazioni è un valore medio annuale ottenuto con misure successive di due semestri ciascuna, mentre nelle scuole la misura è stata effettuata da gennaio a giugno. Questo fatto, associato alla variabilità stagionale di emissione del radon e alla possibile differenza di tipologia costruttiva, potrebbe spiegare il valor medio leggermente più alto ottenuto per le scuole rispetto alle abitazioni.

*Tabella 3.8.3.3a* *Risultato delle Indagini sul Radon del Centro di Riferimento Regionale Friulano – Azienda Ospedaliera "Santa Maria della Misericordia" di Udine, ARPA FVG Sezione di Fisica Ambientale*

| Tipologia di Indagine | Anni | N. Abitazioni o Scuole Esaminate | Numero di Comuni | Media [Bq/m³] | Percentuale di Abitazioni o Scuole con Concentrazione di Radon | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | >200 Bq/m³ | >400 Bq/m³ | >500 Bq/m³ |
| Indagine nazionale sull'esposizione alla radioattività nelle abitazioni | 1989 / 90 | 229 | 10 | 96 * | | 4 | |
| Integrazione dell'indagine nazionale in Regione FVG | 1991 / 94 | 645 | 18 | 127 | | 5 | |
| Indagine Estensiva per l'Individuazione di Abitazioni affette da Elevate Concentrazioni di Radon | 1996 / 98 | 475 | 1 | 138 | | 8 | |
| Indagine regionale sulla presenza del Radon nelle Acque Potabili e nei Pozzi Artesiani | 1997 / 98 | 150 fonti e 15 pozzi artesiani | 52 | 5,1** | | | |
| Indagine regionale sull'esposizione alla radioattività nelle scuole materne | 1992 / 93 | 166 | 101 | 156 | | 8 | |
| Misure di Concentrazione di Radon nelle Scuole della Provincia di Pordenone | 2000 / 01 | 290 | 50 | 116 | | 16 | 8 |
| Misure di Concentrazione di Radon nelle Scuole della Provincia di Trieste | 2001 | 253 | 6 | *** | | | |
| Misure di Concentrazione di Radon nelle Scuole della Provincia di Udine | 2001 | 124 | 33 | *** | | | |

*Note: * la media nazionale della concentrazione di radon è 75 Bq/m³*
*** Il valore della concentrazione di radon in acqua è espresso in bequerel per litro (Bq/l)*
**** Dati in elaborazione*

Fonte: Azienda Ospedaliera Santa Maria della Misericordia di Udine "*Attività del Centro di Riferimento Regionale per il Controllo della Radioattività ambientale (CRR)*", Dati ARPA Friuli Venezia Giulia

L'ARPA FVG ha inoltre in corso un'indagine per la determinazione della concentrazione di Radon in tutte le scuole della regione estendendo alle quattro province quello che è stato fatto per la provincia di Pordenone nel 2000 e di Trieste ed Udine nel 2001. Tale indagine si concluderà nel 2003 e permetterà di avere utili informazioni anche al fine di individuare le aree ad elevata probabilità di alte concentrazioni di attività di radon (Radon Prone Areas). I dati già disponibili sono inseriti in *Tabella 3.8.3.3a*.

Le grotte del territorio carsico hanno invece una concentrazione di Radon notevolmente superiore a quella delle abitazioni. La presenza del Radon nell'aria è dovuta all'emanazione del gas dalle rocce e dal suolo, nonché alla sua elevata capacità di diffusione. Ambienti caratterizzati da uno scarso ricambio d'aria e da una notevole superficie di emanazione come le cavità sotterranee, presentano le condizioni più favorevoli per un accumulo del gas.

Poiché alcune grotte sono luoghi frequentati dai turisti e dalle guide che accompagnano gli stessi, si riportano i risultati di un'indagine effettuata nella primavera del 1996 (*Tabella 3.8.3.3b*).

La grotta dell'Orso è quella che presenta l'ingresso più ampio fra le cavità analizzate, essa è pertanto anche quella che si distingue per una maggiore circolazione ed un ricambio d'aria più rapido.
Il valore elevato riscontrato, ad esempio, nella grotta delle Perle potrebbe essere conseguente alla combinazione di più fattori, quali una circolazione d'aria quasi inesistente ed un elevato potere di emanazione della roccia.

Tutti i valori sono da ritenersi in linea con la media delle misure di concentrazioni di Radon effettuate in cavità sotterranee.

*Tabella 3.8.3.3b* *Risultati della Campagna di Rilevamento del Radon nelle Grotte del Carso*

| Nome della Cavità | Membro Calcare | Quota Ingresso [metri s.l.m.] | Quota Fondo [metri s.l.m.] | Sviluppo [m] | Attività Media [Bq/m³] |
|---|---|---|---|---|---|
| Gr. di Visogliano | Zolla | 110 | 90 | 82 | 2.400 |
| Cav. Tripoli | Borgo Grotta Gigante | 175 | 150 | 112 | 500 |
| Gr. dell'Orso | Borgo Grotta Gigante | 205 | 165 | 175 | 700 |
| Gr. Ercole | Borgo Grotta Gigante | 230 | 140 | 290 | 2.000 |
| Gr. C. Doria | Borgo Grotta Gigante | 275 | 240 | 111 | 3.500 |
| Gr. del M.te Gurca | M.te Grisa | 350 | 330 | 282 | 5.700 |
| Cav. dei Ciclamini | Borgo Grotta Gigante | 325 | 315 | 59 | 2.300 |
| Gr. delle Perle | Borgo Grotta Gigante | 325 | 215 | 317 | 7.000 |
| Gr. di Trebiciano | Borgo Grotta Gigante | 341 | 12 | 920 | 2.000 |
| Gr. Skilan | M.te Grisa | 381 | 0 | 5.000 | 9.700 |
| Gr. Bac | Opicina | 403 | 390 | 130 | 5.800 |
| Gr. G. Savi | Opicina | 358 | 308 | 5.000 | 6.400 |

Fonte: M. Vascotto, F. Cucchi, R. Giacomich, P. Giacomich *"Radioattività Naturale sul Carso Triestino"*
F. Cucchi, R. Giacomich, C. Coslovich, P. Giacomich, M. Vascotto *"Il Radon nei Calcari e nelle Cavità del Carso Triestino. Stato delle Conoscenze"*, Bollettino della Società Adriatica di Scienza 1996

*Riferimenti per la Valutazione*

Le radiazioni ionizzanti di origine naturale o artificiale, trasferendo energia alle molecole, sono in grado di rompere o modificare legami biochimici di importanza fondamentale per le funzioni vitali delle cellule. Gli effetti possono essere di *tipo deterministico* (effetti certi che compaiono solamente per dosi superiori ad un determinato valore di soglia) o *stocastico* (effetti aventi probabilità di comparsa in relazione alla dose, senza avere un limite inferiore).

Gli effetti stocastici provocati dalle basse dosi sono associati ad una probabilità di danno sia all'individuo esposto (*danno somatico*) sia alla sua discendenza (*danno genetico*).

L'irradiazione può essere interna od esterna: nel caso della contaminazione interna i radionuclidi entrano nel corpo umano dall'ambiente esterno e raggiungono l'uomo per inalazione, per ingestione attraverso la catena alimentare o in seguito a lesioni della cute.

L'*irradiazione interna* è, in genere, più pericolosa perché difficile da rimuovere e perché interessa cellule e molecole che possono essere fondamentali dal punto di vista della vita. La protezione dall'irradiazione interna può essere

realizzata limitando l'incorporazione per inalazione ed ingestione; una volta che il materiale radioattivo è stato incorporato l'irradiazione perdura nel tempo, diminuendo con il decadimento radioattivo e con l'eliminazione biologica che è molto differente a seconda della sostanza radioattiva interessata.

*L'irradiazione esterna* è dovuta a radiazioni emesse da sostanze radioattive sospese nell'aria, depositate al suolo, sul corpo umano e/o su animali. L'organismo può essere protetto dall'irradiazione esterna evitando o riducendone l'esposizione mediante allontanamento dalla sorgente, limitazione del tempo di esposizione o schermatura.

In Italia, nel campo della protezione dalle radiazioni ionizzanti, la normativa di riferimento è costituita dal *D.Lgs 230 del 17/03/1995 "Attuazione delle Direttive Euratom 80/836, 84/466, 89/618, 90/614 e 93/3 in materia di radiazioni ionizzanti"* modificato dal *D.Lgs 241 del 26/05/2000* e dal *D.Lgs 257 del 09/05/2001*.
Tali dispositivi disciplinano tutte le attività che implicano la detenzione, l'immagazzinamento, la produzione, la manipolazione, il trattamento e l'eliminazione delle sostanze radioattive naturali o artificiali; quindi, oltre agli usi specifici dell'energia nucleare, riguarda anche le macchine radiogene utilizzate a fini medici ed industriali. Essi disciplinano inoltre i lavori in luoghi sotterranei, ove potenzialmente i lavoratori sono soggetti a significative dosi derivanti dalla radioattività naturale.

In base alle prescrizioni contenute in detta normativa l'*ANPA* ha il compito di coordinare le misure adottate in Italia, di promuovere l'installazione di stazioni di prelievo dei campioni e di misura, di trasmettere agli organismi competenti le informazioni relative ai rilevamenti effettuati.

Nella *Tabella 3.8.3.3c* sono raccolti i contributi medi, a livello mondiale, delle principali sorgenti naturali, in termini di dose.

*Tabella 3.8.3.3c* *Contributi Medi delle Principali Sorgenti Naturali a Livello Mondiale*

| Sorgente | Media Mondiale | Media in Zone Anomale |
|---|---|---|
| *Raggi cosmici:* | | |
| • al livello del mare | 270 µSv / anno | |
| • a tutte le quote diverse dal livello del mare | 380 µSv / anno | 2.000 µSv / anno |
| • viaggi aerei | 2 µSv / anno | 10 µSv / anno (USA) |
| *Radioisotopi naturali:* | | |
| Irradiazione esterna | 460 µSv / anno | 4.300 µSv / anno |
| Irradiazione interna (escluso radon) | 230 µSv / anno | 600 µSv / anno |
| Irradiazione interna da radon | 1,2 mSv / anno | 10 mSv / anno |
| **Totale da tutte le sorgenti** | **2,4 mSv/anno** | |

Fonte: Franco Lucci e Sandro Sandri (ENEA) *"Aspetti di protezione fisica dalle radiazioni ionizzanti"*

La dose media mondiale per diagnostica medica è invece pari a 300 µSv / anno e varia da circa 1.100 µSv / anno per i paesi industrializzati a circa 50 µSv / anno per i paesi sottosviluppati.

I principali limiti di dose per i lavoratori esposti e per la popolazione previsti dalla normativa vigente corrispondono sostanzialmente a quelli raccomandati dalla *Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni (ICRP)* e sono raccolti nella *Tabella 3.8.3.3d.*

*Tabella 3.8.3.3d* *Limiti di Dose per i Lavoratori Esposti e per la Popolazione*

| Grandezza | Limiti per i Lavoratori | Limiti per la Popolazione |
|---|---|---|
| | *Dose Efficace** | |
| Valore Globale | 20 mSv / anno | 1** mSv / anno |
| | *Dose Equivalente** | |
| Cristallino dell'Occhio | 150 mSv / anno | 15 mSv / anno |
| Pelle | 500 mSv / anno | 50 mSv / anno |
| Mani e Piedi | 500 mSv / anno | |

Nota: * la Dose Efficace è la somma delle dosi equivalenti nei diversi organi e tessuti, opportunamente ponderate; la dose Equivalente è la dose assorbita media in un tessuto, opportunamente ponderata (si confronti il *D.Lgs. 230/1995*).
** il limite equivalente di dose efficace per la popolazione esposta a radiazioni ionizzanti prodotte artificialmente previsto dalla ICRP è di 1 mSv / anno, il massimo previsto nell'arco della vita è di 70 mSv, mentre il massimo annuo è di 5 mSv; in ogni caso la media su 5 anni non può eccedere il limite di 1 mSv / anno. La normativa italiana è più restrittiva e prevede solo il limite di 1 mSv / anno.

Fonte: Franco Lucci e Sandro Sandri (ENEA) *"Aspetti di protezione fisica dalle radiazioni ionizzanti"*

Il problema dell'esposizione al Radon negli ambienti di lavoro e domestici è emerso negli anni '70-80.

Dal punto di vista della radioprotezione, gli obiettivi principali sono quelli di quantificare i fattori di rischio e valutare l'esposizione delle persone, al fine di definire una corretta gestione del problema.
L'*United Nations Scientific Commetee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR)* ha valutato, in base alle campagne di misura effettuate che

escludono l'Africa e l'America del Sud, una concentrazione media mondiale di *radon indoor* (inteso come radon negli ambienti chiusi) pari a 40 Bq / m$^3$.

L'Unione Europea, con la *Raccomandazione 143/90* sulla "*Tutela della Popolazione contro l'esposizione da radon in ambienti chiusi*", che prende spunto dalla *Raccomandazione n.39* dell'*ICRP*, fa distinzione tra edifici esistenti ed edifici da costruire.

Per i primi invita a stabilire un livello soglia pari a 20 mSv / anno, per gli altri un livello di progettazione pari a 10 mSv / anno. Tali livelli vengono fatti corrispondere nella raccomandazione rispettivamente ad una concentrazione di gas radon di 400 Bq / m$^3$ e 200 Bq / m$^3$.
L'ICRP 39, cui la raccomandazione si ispira, non fissa alcun livello di riferimento ma suggerisce che sia scelto dagli Stati Membri, nell'intervallo tra 500 e 1.000 Bq / m$^3$.

La prima applicazione italiana di questa raccomandazione è una circolare della Regione Lombardia del 1991 che, con la deroga ex articolo 8 del *DPR 303/56*, afferma che nei luoghi chiusi e sotterranei devono essere effettuati dei controlli sulla concentrazione di radon che non deve superare quella stabilita della *Raccomandazione CEE 90/143 del 21/02/1990*.

Nel 1994 la *Raccomandazione n.65* dell' *ICRP* abbandona la differenza tra edifici esistenti ed edifici da costruire ed invita le autorità preposte a fissare un *livello di azione* compreso tra 3 e 10 mSv / anno. Con i fattori di conversione convenzionali questi valori di dose efficace vengono fatti corrispondere dall' ICRP 65 a 200 e 600 Bq / m$^3$ di gas radon. Mentre per i luoghi di lavoro lo stesso ICRP 65 fissa i livelli di intervento per valori di concentrazione di *radon indoor* pari a 500 – 1.500 Bq / m$^3$.
L'Unione Europea non ha però variato i suoi livelli di riferimento.

Nel settembre 1995, al convegno internazionale *Healthy Buildings 95*, l'ANPA e l'Istituto Superiore di Sanità hanno proposto una riflessione sul problema radon proponendo, per l'Italia, due alternative:

- adottare un singolo livello per tutto il paese di 400 Bq / m$^3$;
- suggerire al livello nazionale un intervallo compreso tra 200 e 400 Bq / m$^3$, per permettere poi una scelta differenziata tra le varie regioni.

Per gli ambienti di lavoro infine è in vigore la *Direttiva Europea 96/29/EURATOM del 13/05/1996* che stabilisce le *Norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i pericoli derivanti dalle radiazioni ionizzanti*, mentre il *D.Lgs. 230/1995* prevedeva delle normative al fine di stabilire condizioni e modalità di applicazione del decreto stesso nelle zone soggette alle radiazioni del Radon e ai prodotti di decadimento.
Il *D.Lgs n. 241 del 26 maggio 2000*, che attua la *Raccomandazione 96/29/EURATOM* integra e sostituisce in parte il precedente *D.Lgs n. 230 del 17 aprile 1995*. L'allegato I-Bis del *D.Lgs n. 241* fissa, per gli ambienti di lavoro, il

valore di 500 Bq / $m^3$ come *"livello di azione"*. Lo stesso allegato stabilisce che tale livello deve essere calcolato come concentrazione di attività di Radon media in un anno e inoltre definisce il "Livello di azione" come il *"valore di concentrazione di attività di radon in aria […] il cui superamento richiede l'adozione di azioni di rimedio che riducano tale grandezza a livelli più bassi del valore fissato"*. Inoltre è la prima volta che compare nella legislazione italiana un coefficiente da usare per la conversione da Bq / $m^3$ a Sv per il calcolo della dose dovuta al Radon ($3 \times 10^{-9}$ Sv di dose efficace per unità di esposizione espressa in $Bqhm^{-3}$). Da ultimo si ricorda che, *all'art. 10-sexies*, il *D.Lgs. n. 241* prevede l'individuazione di aree ad elevata probabilità di alte concentrazioni di attività dovuta al radon. Tali aree dovranno essere definite dalle Regioni sulla base dei dati disponibili, di valutazioni tecnico-scientifiche e, qualora fosse necessario, effettuando apposite campagne di indagini nei rispettivi territori.

*Valutazione della Qualità del Dato*

L'elaborazione dell'indicatore presenta ancora notevoli difficoltà, sebbene le intense attività di monitoraggio degli ultimi anni abbiano permesso di incrementare notevolmente la disponibilità delle informazioni; si prevede che, con il proseguimento delle indagini già programmate, in pochi anni si possa raggiungere una esaustiva conoscenza del fenomeno.

### 3.8.3.4 *Scheda dell'Indicatore 8-4: Fonti di Emissione di Origine Antropica*

| | |
|---|---|
| *Codice Indicatore* | *8-4* |
| **Tematica** | *Radiazioni non ionizzanti e ionizzanti* |
| **Sottotematica** | *Radiazioni ionizzanti* |
| **Indicatore** | *Fonti di emissione di origine antropica* |
| **Tipo** | *Pressione* |
| **Obiettivo** | *Valutare la presenza di sorgenti di radiazione artificiale* |
| **Riferimenti** | *Raccomandazione Euratom 143/90 del 21/02/1990*<br>*Dlgs 230 del 17/03/1995 "Attuazione delle Direttive Euratom 80/836, 84/466, 89/618, 90/614 e 93/3 in materia di radiazioni ionizzanti"*<br>*Dlgs 241 del 26/05/2000 "Attuazione della Direttiva Euraton 96/29 in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti"*<br>*Dlgs 257 del 09/05/2001 "Disposizioni integrative e correttive del Dlgs 241 del 26/05/2000, recante attuazione della direttiva 96/29/Euratom in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti"* |
| **Dati necessari** | *Misure e monitoraggio fonti di emissione di origine antropica, rifiuti radioattivi per tipologia* |
| **Fonte** | *Azienda Ospedaliera Santa Maria della Misericordia di Udine "Attività del Centro di Riferimento Regionale per il Controllo della Radioattività ambientale (CRR)"*<br>*Bollettino della Società Adriatica di Scienza 1996*<br>*Franco Lucci e Sandro Sandri (ENEA) "Aspetti di protezione fisica dalle radiazioni ionizzanti"* |
| **Disponibilità** | **Ambito Spaziale**: *regionale*<br>**Aggiornamento**: *annuale*<br>**Periodo**: *1989 – 2000* |

*Descrizione, Calcolo e Valutazione*

Come accennato, le fonti artificiali di radiazioni possono derivare da esperimenti nucleari in atmosfera (che hanno un impatto globale sul pianeta), produzione di energia (scarichi e rifiuti d'impianti) e dall'uso di radioisotopi per ricerca scientifica, per uso medico ed industriale. In questa sede è importante analizzare i possibili rilasci derivanti da:

- impieghi sanitari delle radiazioni ionizzanti, nel campo della radiodiagnostica, della medicina nucleare e della radioterapia;
- utilizzi industriali di apparecchi radiogeni e sorgenti radioattive per controlli non distruttivi di tipo radiometrico su prodotti (per esempio tubazioni, recipienti ecc.);
- centri di ricerca;
- immissioni in ambiente di contaminanti radioattivi che possono avvenire a seguito di incidenti.

L'obiettivo è conoscere le attività e i siti che fanno uso e custodiscono materiale radioattivo, in quanto potenziali fonti di dispersione nell'ambiente di rifiuti radioattivi. Dalle analisi svolte si è evidenziato una sostanziale non

disponibilità di adeguati e sistematici dati necessari per il calcolo dell'indicatore.

*Valutazione della Qualità del Dato*

Le programmate attività dell'ARPA dovrebbero, in breve tempo, colmare questa lacuna di informazione. La principale operazione da svolgere è l'acquisizione di dati al momento già esistenti ma distribuiti presso enti e soggetti diversi. Data la relativa eterogeneità sia di sorgenti che di enti gestori delle stesse, e la numerosità delle varie sorgenti, un censimento completo è comunque un'operazione complessa sia a livello organizzativo che operativo.

### 3.8.3.5 *Scheda dell'Indicatore 8-5: Deposizione al Suolo (Fall-out) di Alcuni Radionuclidi*

| | |
|---|---|
| *Codice Indicatore* | *8-5* |
| **Tematica** | *Radiazioni non Ionizzanti e Ionizzanti* |
| **Sottotematica** | *Radiazioni Ionizzanti* |
| **Indicatore** | *Deposizione al suolo (Fall-out) di alcuni radionuclidi* |
| **Tipo** | *Stato* |
| **Obiettivo** | *Valutare le ricadute di radionuclidi artificiali al suolo* |
| **Riferimenti** | *Dlgs 230 del 17/03/1995 "Attuazione delle Direttive Euratom 80/836, 84/466, 89/618, 90/614 e 93/3 in materia di radiazioni ionizzanti"*<br>*Dlgs 241 del 26/05/2000 "Attuazione della Direttiva Euraton 96/29 in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti"*<br>*Dlgs 257 del 09/05/2001 "Disposizioni integrative e correttive del Dlgs 241 del 26/05/2000, recante attuazione della direttiva 96/29/Euratom in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti"* |
| **Dati necessari** | *Deposizione al suolo (Fall-out) di alcuni radionuclidi (cesio) per stazione* |
| **Fonte** | *Servizio di Fisica Sanitaria ASS di Udine "La contaminazione Radioattiva dopo l'incidente di Chernobyl" 1987*<br>*Rilevazioni ARPA Regione Friuli Venezia Giulia*<br>*ANPA "Reti Nazionali di sorveglianza della Radioattività Ambientale in Italia 1994-1997"*<br>*Giovani C. "Attività di Monitoraggio e di Ricerca nel FVG dopo l'Incidente di Chernobyl" – Atti del Convegno "10 Anni da Chernobyl: Ricerche in Radioecologia, Monitoraggio Ambientale e Radioprotezione" Trieste 4-6/03/1996* |
| **Disponibilità** | **Ambito Spaziale:** *regionale*<br>**Aggiornamento:** *annuale*<br>**Periodo:** *1987-2000* |

*Descrizione, Calcolo e Valutazione*

I valori di radioattività nelle deposizioni umide e secche al suolo (fall-out) permettono di valutare le ricadute di radionuclidi artificiali al suolo.

A seguito dell'incidente di Chernobyl del 26/04/1986 le ricadute radioattive hanno interessato in maniera irregolare i territori dei paesi europei, a causa delle diverse condizioni meteorologiche ed orografiche che la nube contaminata, proveniente dall'ex. Unione Sovietica, ha incontrato durante il tragitto. Nel periodo di passaggio della nube radioattiva sul territorio italiano (30/04/1986 – 09/05/1986), la Regione FVG è stata caratterizzata da intense precipitazioni atmosferiche che hanno comportato una più intensa ricaduta di materiale radioattivo in questa Regione rispetto ad altre regioni italiane.

Il Cesio-137 e lo Stronzio-90, in particolare, con tempi di dimezzamento radioattivo di circa 30 anni e caratterizzati da una significativa mobilità ambientale, costituiscono i principali indicatori delle ricadute radioattive al suolo dovute alle esplosioni nucleari in atmosfera ed all'incidente di Chernobyl.

Il *Servizio di Fisica Sanitaria – Unità Sanitaria Locale n.7 di Udine* nel 1987 (luglio - dicembre) ha rilevato le deposizioni al suolo del Cesio - 137 e di altri radionuclidi sia naturali che artificiali.

Per la raccolta della deposizione al suolo sono stati usati recipienti cilindrici in materiale plastico non rigido e non poroso, posti su un apposito sostegno sulla terrazza di un edificio dell'ospedale S. Maria della Misericordia di Udine e coperti con una rete metallica a maglie larghe per evitare l'ingresso di corpi estranei. La superficie coperta dai recipienti è di 2 $m^2$.

Alla fine di ogni mese l'acqua così raccolta è stata fatta evaporare ed il residuo solido, omogeneizzato e pesato, è stato misurato mediante spettrometria gamma.
I risultati della campagna sono riportati nella *Tabella 3.8.3.5a*.

*Tabella 3.8.3.5a* *Deposizione al Suolo del Cs - 134 e del Cs - 137 a Udine nell'Anno 1987*

| **Mese** | **Misure Mensile [Bq/m²]** | |
|---|---|---|
| | **Cs – 134** | **Cs - 137** |
| Luglio | 3,45 | 9,41 |
| Agosto | 10,10 | 30,29 |
| Settembre | 3,66 | 11,57 |
| Ottobre | 1,68 | 7,28 |
| Novembre | 0,68 | 2,52 |
| Dicembre | 0,45 | 1,41 |
| Valore Medio | 3,34 | 10,41 |
| Valore Min | 0,45 | 1,41 |
| Valore Max | 10,10 | 30,29 |

*Nota: L'errore statistico sulla misura del Cs - 134 è il 20%, sulla misura del Cs - 137 è del 6%*

Fonte: Servizio di Fisica Sanitaria ASS di Udine *"La contaminazione Radioattiva dopo l'incidente di Chernobyl"* 1987

Nell'estate 1987 è stata inoltre valutata la ricaduta di radionuclidi in ambiente montano, mediante analisi dei primi 10 cm di terreno in 38 stazioni di monitoraggio, come viene riportato in *Tabella 3.8.3.5b*. Numerosi studi di radioecologia hanno infatti messo in evidenza che ambienti non utilizzati a fini agricoli possono comunque avere un impatto sulla catena alimentare dell'uomo.
In particolare i boschi ed i pascoli di montagna, dove, a causa di eventi meteorici particolari, la deposizione al suolo di radioattività può essere più elevata, rappresentano una riserva di contaminanti per la selvaggina e gli animali al pascolo.

*Tabella 3.8.3.5b* *Valori Medi della Contaminazione Superficiale in Terreni di Prato Stabile di Montagna nel 1987*

| Comune | Località | Quota [m] | Pioggia* [mm] | Cs – 134 [Bq/m²] | Cs – 137 [Bq/m²] |
|---|---|---|---|---|---|
| Enemonzo | | 400 | 46 | 7.143 | 22.970 |
| Enemonzo | Pani | 970 | 46 | 5.650 | 21.470 |
| Enemonzo | Nastona | 850 | 46 | 7.871 | 24.408 |
| Enemonzo | Colza | 540 | 46 | 10.443 | 30.486 |
| Preone | | 455 | 46 | 7.988 | 27.500 |
| Prepotto | Castelmonte | 525 | 17 | 3.016 | 14.253 |
| Drenchia | Trusgne | 650 | 45 | 7.525 | 28.212 |
| Drenchia | Valico Solarie | 1.000 | 45 | 14.560 | 43.140 |
| Clodig | | 250 | 16 | 10.758 | 34.008 |
| Savogna | Monte Matajur | 1.250 | 44 | 5.636 | 25.779 |
| Pulfero | Motefosca | 800 | 26 | 3.960 | 16.799 |
| Lusevera | Passo Tanamea | 820 | 67 | 15.636 | 55.460 |
| Pontebba | | 640 | 52 | 6.656 | 25.532 |
| Tarvisio | Spaik | 940 | 33 | 6.830 | 25.329 |
| Chiusaforte | Montasio | 1.600 | 76 | 18.455 | 59.574 |
| Chiusaforte | Sella Nevea | 1.180 | 76 | 17.175 | 50.460 |
| Chiusaforte | Saletto | 600 | 76 | 16.843 | 55.282 |
| Ampezzo | Passo Pura | 1.425 | 37 | 5.662 | 23.432 |
| Ampezzo | Passo Rest | 1.050 | 37 | 4.832 | 20.719 |
| Prato Carnico | Pesariis | 1.300 | 25 | 4.248 | 16.396 |
| Prato Carnico | Avausa | 700 | 25 | 3.768 | 13.483 |
| Tolmezzo | | 370 | 39 | 12.156 | 45.018 |
| Sutrio | Zoncolan | 1.250 | 18 | 6.148 | 22.576 |
| Ravascletto | | 900 | 18 | 6.362 | 22.949 |
| Ligosullo | Valdajer | 1.350 | 48 | 4.553 | 21.395 |
| Paularo | | 650 | 48 | 3.232 | 15.866 |
| Tramonti di Sotto | Selva | 450 | 85 | 12.154 | 38.841 |
| Tramonti di Sopra | | 350 | 99 | 8.478 | 38.992 |
| Claut | | 590 | 59 | 7.547 | 28.402 |
| Barcis | | 450 | 44 | 8.183 | 26.740 |
| Aviano | Piancavallo | 1.270 | 41 | 11.870 | 37.793 |
| Resia | Sella Carnizza | 1.080 | 79 | 13.972 | 52.882 |
| Resia | Lischiazze | 590 | 79 | 11.786 | 51.118 |
| Resia | Campo Sportivo | 455 | 79 | 13.311 | 46.784 |
| Moggio Udinese | | 600 | 51 | 6.414 | 25.198 |
| Gemona | Monte Cuarnan | 480 | 44 | 5.811 | 23.736 |
| Gemona | | 250 | 44 | 6.250 | 24.374 |
| Tarcento | Ciseriis | 290 | 28 | 6.028 | 27.251 |
| Valore Medio | | - | - | 8.655 | 31.174 |
| Valore Min | | - | - | 3.016 | 13.483 |
| Valore Max | | - | - | 18.455 | 59.574 |

*Nota: *precipitazione totale relativa al periodo di passaggio della nube radioattiva di Chernobyl*

Fonte: Servizio di Fisica Sanitaria ASS di Udine "*La contaminazione Radioattiva dopo l'incidente di Chernobyl*" 1987

Su questi dati il *Servizio di Fisica Sanitaria – Unità Sanitaria n.7 di Udine* ha effettuato un'analisi multivariata per rilevare la correlazione con l'entità delle precipitazioni e con la quota delle singole stazioni. I risultati hanno indicato una correlazione estremamente significativa con la piovosità, mentre l'influenza della quota non appare significativa.

La *Figura 3.8.3.5a* riporta la distribuzione territoriale dell'inventario del Cs – 137 nei prati stabili, in Regione Friuli Venezia Giulia, nel 1987.

Negli anni successivi le misure sono state ripetute dal Centro di Riferimento Regionale per la Radioattività (CRR) di Udine in una ventina di siti e ora sono periodicamente effettuate dall'ARPA.

*Figura 3.8.3.5a* *Distribuzione Territoriale dell'Inventario del Cs-137 (kBq/m²) nei Prati Stabili della Regione FVG nel 1987*

Fonte: Giovani C. "*Attività di Monitoraggio e di Ricerca nel FVG dopo l'Incidente di Chernobyl*" – Atti del Convegno "*10 Anni da Chernobyl: Ricerche in Radioecologia, Monitoraggio Ambientale e Radioprotezione*", Trieste 4-6 marzo 1996

Nel documento "*Reti Nazionali di sorveglianza della Radioattività Ambientale in Italia 1994-1997*" edito dall'ANPA nel 1999 sono contenuti i dati della concentrazione di Cesio-137 nella deposizione secca e nel particolato atmosferico della stazione di Udine. L'andamento temporale della deposizione mensile è riportato nella *Figura 3.8.3.5b* , mentre i dati di deposizione mensile e annuale sono riportati nella *Tabella 3.8.3.5c*.

*Figura 3.8.3.5b* *Deposizione Mensile di Cs - 137 ad Udine negli Anni 1994-1997*

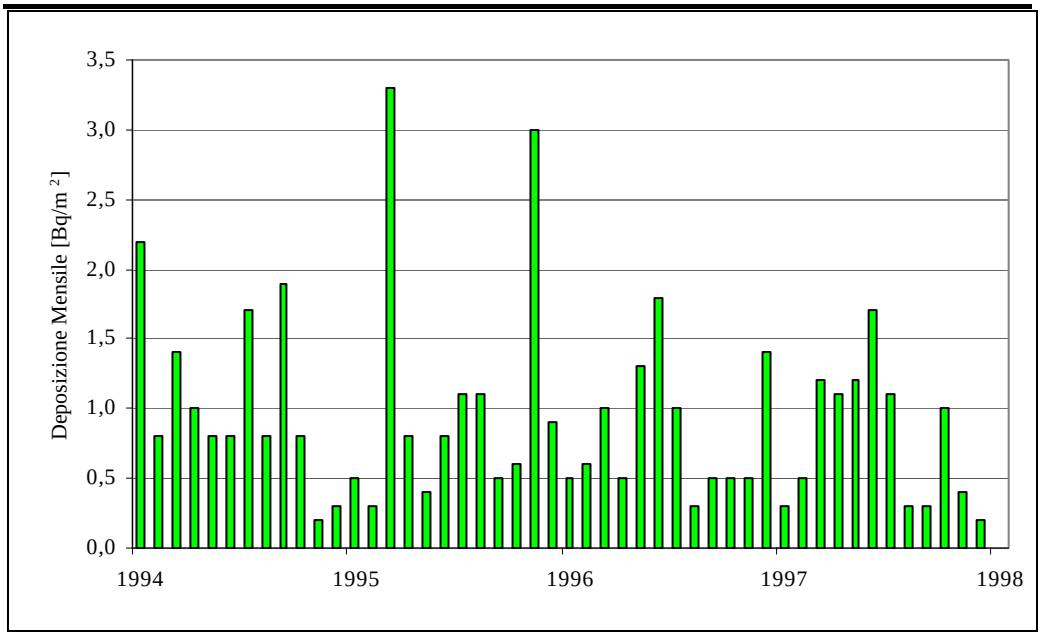



*Tabella 3.8.3.5c* *Deposizione di Cesio – 137 ad Udine negli Anni 1994 - 1997*

| Località di Prelievo | Anno | N. di Misure | Dati Mensili [Bq/m²] | | | | | | | | | | | | Deposizione Annua [Bq/m²] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | gen | feb | mar | apr | mag | giu | lug | ago | set | ott | nov | dic | |
| | | | | | | | *Cesio – 137* | | | | | | | | |
| Udine | 1994 | 12 | 2,2 | 0,8 | 1,4 | 1,0 | 0,8 | 0,8 | 1,7 | 0,8 | 1,9 | 0,8 | 0,2 | 0,3 | 12,7 |
| Udine | 1995 | 12 | 0,5 | 0,3 | 3,3 | 0,8 | 0,4 | 0,8 | 1,1 | 1,1 | 0,5 | 0,6 | 3,0 | 0,9 | 13,3 |
| Udine | 1996 | 12 | 0,5 | 0,6 | 1,0 | 0,5 | 1,3 | 1,8 | 1,0 | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1,4 | 9,9 |
| Udine | 1997 | 12 | 0,3 | 0,5 | 1,2 | 1,1 | 1,2 | 1,7 | 1,1 | 0,3 | 0,3 | 1,0 | 0,4 | 0,2 | 9,3 |

Fonte: ANPA "*Reti Nazionali di sorveglianza della Radioattività Ambientale in Italia 1994-1997*", www.sinanet.anpa.it

E' possibile notare un marcato andamento stagionale della concentrazione di Cesio-137 al suolo: nei periodi caratterizzati da abbondanti precipitazioni, nei mesi estivi in particolare, quando queste assumono un carattere temporalesco, la risospensione risulta essere elevata nonostante i contenitori per la raccolta siano posti a notevole distanza dal suolo. Non è possibile, tuttavia, stabilire una semplice correlazione con la piovosità.

Oltre al fall out, il CRR fino al 1999 e l'ARPA del FVG dal 2000 hanno raccolto presso la stazione di Udine il particolato atmosferico per la misura della radioattività dovuta sia a radionuclidi naturali (Berillio–7) che artificiali tra cui il Cesio –137.

Le misure sul particolato vengono fatte giornalmente e permettono di accorgersi prontamente di eventuali concentrazioni di radionuclidi artificiali anomale presenti in atmosfera dovute ad incidenti.

Nella *Tabella 3.8.3.5d* vengono riportati, a titolo di esempio, i dati relativi alla concentrazione media mensile di Berillio-7 di origine naturale presente nel particolato atmosferico raccolto nella stazione di Udine. I valori di Cesio-137 nel particolato sono invece sempre inferiori alla minima attività rilevabile.

*Tabella 3.8.3.5d* *Concentrazione Media Mensile di Be-7 nel Particolato Atmosferico ad Udine dal 1998 al 2000*

| Radionuclide | Anno | Concentrazione Media Mensile [mBq/m³] | | | | | | | | | | | | Media Annua |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | gen | feb | mar | Apr | mag | giu | lug | ago | set | ott | nov | Dic | [Bq/m³] |
| Berillio-7 | 1998 | M.d.A | M.d.A | M.d.A | M.d.A | M.d.A | M.d.A | 3,61 | 5,03 | 2,99 | 2,43 | 2,90 | 2,18 | 3.19 |
| Berillio-7 | 1999 | N.d. | 2,91 | 2,81 | 3,26 | 4,52 | 4,39 | 4,51 | 4,26 | 3,99 | 3,18 | 2,60 | 2,07 | 3.50 |
| Berillio-7 | 2000 | 2,73 | 2,56 | 2,63 | 3,50 | 9,56 | 4,61 | 4,28 | 9,93 | 2,74 | 2,41 | 2,21 | 1,66 | 4.07 |

*Nota: M.d.A. Minima attività rilevabile, N.d. dato non disponibile*

Fonte: Rilevazioni ARPA della Regione Friuli Venezia Giulia, CRR – Azienda Ospedaliera S.Maria della Misericordia Udine

I risultati delle misure sulla deposizione al suolo per il periodo gennaio 1998 - dicembre 2000 sono riportati nella *Tabella 3.8.3.5e*.

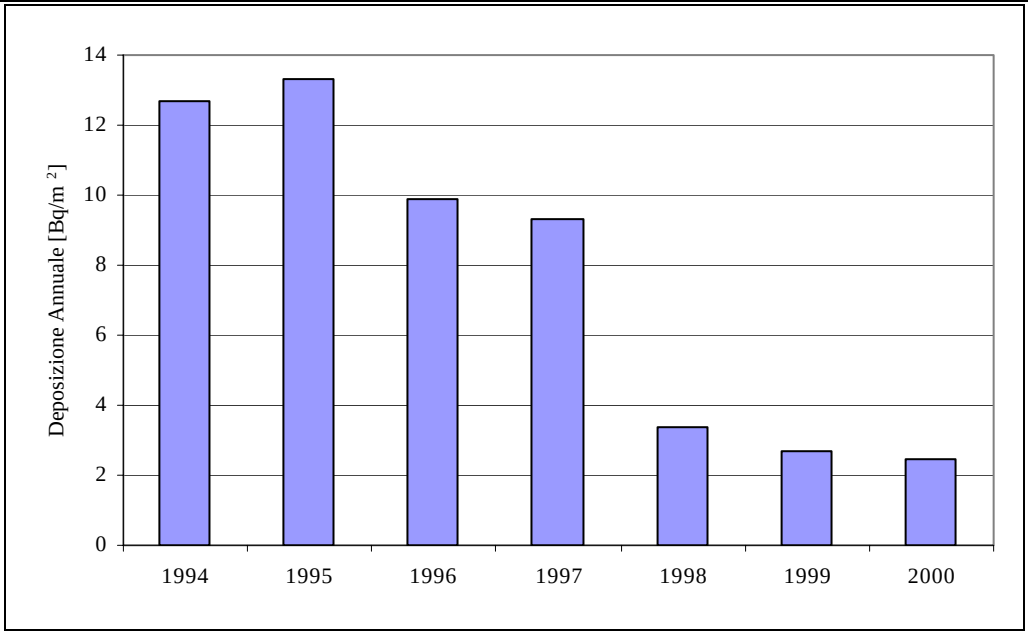
*Tabella 3.8.3.5e* *Deposizioni al Suolo Mensili di Cs-137 ad Udine dal 1998 al 2000*

| Radionuclide | Anno | Deposizione Mensile [Bq/m²] | | | | | | | | | | | | Dep. Annua |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | gen | feb | mar | apr | mag | giu | lug | ago | set | ott | nov | Dic | [Bq/m²] |
| Cesio – 137 | 1998 | 0,61 | 0,02 | 0,22 | 0,08 | 0,51 | 0,18 | 1,15 | 0,07 | 0,02 | 0,15 | 0,28 | 0,10 | 3,40 |
| Cesio – 137 | 1999 | 0,22 | 0,14 | 0,17 | 0,49 | 0,27 | 0,13 | 0,16 | 0,45 | 0,26 | 0,05 | 0,28 | 0,07 | 2,68 |
| Cesio – 137 | 2000 | 0,15 | 0,08 | 0,09 | 0,55 | 0,34 | 0,23 | 0,33 | 0,23 | 0,15 | 0,21 | 0,08 | 0,04 | 2,48 |

Fonte: Rilevazioni ARPA della Regione Friuli Venezia Giulia, CRR – Azienda Ospedaliera S.Maria della Misericordia Udine

La concentrazione del Cesio-137, al di là dell'andamento stagionale, è in continua diminuzione: ciò non può essere giustificato dal solo decadimento fisico e va quindi attribuito ad una lenta diminuzione generale della contaminazione superficiale di suoli, alberi, edifici, ecc.. Questa diminuzione è ben visibile nella *Figura 3.8.3.5c* che riportata l'andamento temporale delle deposizioni totali annue di Cesio ad Udine, per gli anni disponibili.

*Figura 3.8.3.5c* *Deposizione Annua di Cesio-137 ad Udine dal 1994 al 2000*



Da ultimo, nella *Tabella 3.8.3.5f* si riportano per un confronto i dati della deposizione media annuale, su media nazionale, al suolo di Cesio-137 tratti da un rapporto ISTAT sulla qualità dell'ambiente pubblicato nel 2000.

*Tabella 3.8.3.5f* *Deposizione Media al Suolo di Cs - 137 sul Territorio Nazionale negli Anni 1994-1997 in [Bq/m²]*

| Sostanza | Parametro | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 |
|---|---|---|---|---|---|
| Cesio – 137 | Media | 14,11 | 6,84 | 2,32 | 4,22 |
| | Minimo | 1,50 | 1,80 | 0,70 | 1,10 |
| | Massimo | 96,00 | 18,40 | 9,90 | 12,30 |

*Nota: elaborazione ERM su dati ISTAT*

Fonte: ISTAT "*Statistiche Ambientali*" 2000

*Riferimenti per la Valutazione*

Il *D.Lgs. 230 del 17/05/1995*, come modificato e integrato dal *D.Lgs. 241 del 26/05/2000* impone il monitoraggio della radioattività in alcune matrici rappresentative dei principali comparti ambientali ed in alcune componenti della dieta italiana. Il programma di monitoraggio proposto dall'ANPA, ente preposto al coordinamento tecnico delle Reti Nazionali di Sorveglianza della Radioattività Ambientale, prevede il campionamento delle matrici di cui sopra, come riportato nella *Tabella 3.8.3.5g*.

*Tabella 3.8.3.5g* *Programma di Monitoraggio Proposto dall'ANPA*

| Matrice | Frequenza di Prelievo | Frequenza delle Misure Radiometriche |
|---|---|---|
| Particolato atmosferico | Giornaliera | Mensile |
| Deposizioni umide e secche al suolo | Mensile | Mensile |
| Matrici dell'ambiente acquatico | Semestrale | Semestrale |
| Latte | Settimanale | Mensile |
| Carni | Mensile | Trimestrale |
| Cereali e derivati | Stagionale | Stagionale |
| Pasta | Trimestrale | Trimestrale |
| Vegetali | Stagionale | Stagionale |
| Frutta | Stagionale | Stagionale |

Fonte: ANPA "*Reti Nazionali di Sorveglianza della Radioattività Ambientale in Italia 1994-1997*", www.sinanet.anpa.it

I dati delle concentrazioni di radionuclidi (sia naturali che artificiali) presenti nelle varie matrici riportate in Tabella sono necessari per il calcolo della dose globale alla popolazione. Inoltre permettono di avere una conoscenza del valore "normale" da cui ci si potrebbe discostare nel caso di incidente.

*Valutazione della Qualità del Dato*

I dati di radioattività nelle deposizioni umide e secche al suolo permettono di valutare le ricadute di radionuclidi artificiali. Come risulta dalle analisi è evidente l'influenza dell'incidente di Chernobyl, negli anni ad esso successivi.

### 3.8.3.6 *Scheda dell'Indicatore 8-6: Concentrazioni di Cesio nel Latte, Cereali e Derivati, Miele e Funghi*

| | |
|---|---|
| *Codice Indicatore* | *8-6* |
| **Tematica** | *Radiazioni non ionizzanti e ionizzanti* |
| **Sottotematica** | *Radiazioni ionizzanti* |
| **Indicatore** | *Concentrazioni di Cesio nel latte, cereali e derivati, miele e funghi* |
| **Tipo** | *Stato* |
| **Obiettivo** | *Valutare la contaminazione da Cesio negli alimenti appartenenti alle principali diete* |
| **Riferimenti** | *Regolamento Euratom n.2218/89 del 10/07/1989*<br>*Regolamento Euratom n.3954/87 del 22/12/1987*<br>*Regolamento Euratom n. 944/89 del 12/04/1989*<br>*Regolamento CEE 1661/1999 del 27/07/1999, Modalità di Applicazione del Regolamento CEE 737/90*<br>*Regolamento CE 616/2000 del 20/03/2000 che modifica il regolamento CEE 737/90*<br>*Dlgs 230 del 17/03/1995 "Attuazione delle Direttive Euratom 80/836, 84/466, 89/618, 90/614 e 93/3 in materia di radiazioni ionizzanti"*<br>*Dlgs 241 del 26/05/2000 "Attuazione della Direttiva Euraton 96/29 in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti"*<br>*Dlgs 257 del 09/05/2001 "Disposizioni integrative e correttive del Dlgs 241 del 26/05/2000, recante attuazione della direttiva 96/29/Euratom in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti"* |
| **Dati necessari** | *Concentrazioni di Cesio 137 in latte, in cereali e derivati; evoluzione nel tempo* |
| **Fonte** | *Dati Raccolti dall'ARPA della Regione Friuli Venezia Giulia e dal C.R.R. - Azienda Ospedaliera "S. Maria della Misericordia" Udine*<br>*ANPA "Reti Nazionali di Sorveglianza della Radioattività Ambientale in Italia 1994-1997", www.sinanet.anpa.it*<br>*Barbattini R., Frilli F., Iob M., Giovani C., Padovani R. "Trasferimento del Cesio e del Potassio attraverso la "Catena Apistica" in Alcune Aree del Friuli. Nota Preliminare" Apicoltura 1991*<br>*Giovani C., Nardini, S. "I funghi e la radioattività: 10 anni di ricerche nel Friuli-Venezia Giulia" 1995* |
| **Disponibilità** | **Ambito Spaziale**: *regionale*<br>**Aggiornamento**: *annuale*<br>**Periodo**: *1997 - 2000* |

*Descrizione, Calcolo e Valutazione*

La concentrazione dei radionuclidi negli alimenti dà indicazioni sul quantitativo di radiazione che viene assorbita dall'uomo attraverso la catena alimentare. I radionuclidi, infatti, una volta depositati al suolo, possono seguire diverse vie di dispersione nell'ambiente, tra cui l'assorbimento da parte dell'apparato radicale delle piante. Tali piante possono quindi finire nella catena alimentare degli erbivori ed entrare poi in quella dell'uomo, attraverso il latte o la carne degli animali, oppure attraverso gli alimenti ottenuti con le farine.

L'ARPA della Regione Friuli Venezia Giulia, in continuità con l'attività svolta dal CRR, ha effettuato indagini su diverse matrici alimentari, rilevando la concentrazione di Cesio 137 nel latte, nei suoi derivati, nei cereali e nelle farine, così come richiesto dal *D.Lgs. 241 del 26/05/2000*. I risultati di tali

indagini (considerando solo i valori superiori alla minima attività rilevabile) sono riportati nella *Tabella 3.8.3.6a*.
Le medie, ottenute trascurando tutti i campioni (che sono la maggioranza) inferiori alla minima attività rilevabile, che mediamente risulta essere pari a 0,02 Bq/kg, risultano dunque essere particolarmente cautelative.

*Tabella 3.8.3.6a* *Misure di Cs-137 nel Latte, nei Latticini, nei Cereali e nei suoi Derivati in Regione FVG negli Anni 1993-2000*

| **Parametro** | **Anni** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **1993** | **1994** | **1995** | **1996** | **1997** | **1998** | **1999** | **2000** |
| | | | | *Latte [Bq/l]* | | | | |
| Valore min | 0,02 | 0,10 | 0,07 | 0,02 | 0,09 | 0,11 | 0,07 | 0,07 |
| Valore max | 22,8 | 54,8 | 11,7 | 1,63 | 3,19 | 10,50 | 9,87 | 1,39 |
| Valore medio | 2,84 | 8,21 | 1,20 | 0,33 | 0,66 | 1,44 | 1,44 | 0,43 |
| | | | | *Latticini [Bq/kg]* | | | | |
| Valore min | - | 0,72 | 0,16 | 0,10 | 0,36 | 0,08 | 0,05 | 0,07 |
| Valore max | - | 0,72 | 0,32 | 2,87 | 1,06 | 1,35 | 1,94 | 0,87 |
| Valore medio | - | 0,72 | 0,19 | 0,77 | 0,61 | 0,41 | 0,42 | 0,27 |
| | | | | *Orzo [Bq/kg]* | | | | |
| Valore min | - | - | - | - | - | 0,28 | - | 0,12 |
| Valore max | - | - | - | - | - | 0,28 | - | 0,12 |
| Valore medio | - | - | - | - | - | 0,28 | - | 0,12 |
| | | | | *Soia [Bq/kg]* | | | | |
| Valore min | - | - | - | - | - | 0,19 | 0,11 | - |
| Valore max | - | - | - | - | - | 0,19 | 0,20 | - |
| Valore medio | - | - | - | - | - | 0,19 | 0,16 | - |
| | | | | *Mais [Bq/kg]* | | | | |
| Valore min | 0,34 | - | 0,05 | 0,11 | - | - | 0,10 | 0,21 |
| Valore max | 0,51 | - | 0,05 | 0,11 | - | - | 0,12 | 0,21 |
| Valore medio | 0,42 | - | 0,05 | 0,11 | - | - | 0,11 | 0,21 |
| | | | | *Farina* [Bq/kg]* | | | | |
| Valore min | - | - | - | - | - | - | 0,24 | 0,11 |
| Valore max | - | - | - | - | - | - | 0,24 | 0,11 |
| Valore medio | - | - | - | - | - | - | 0,24 | 0,11 |
| | | | | *Pasta [Bq/kg]* | | | | |
| Valore min | 0,10 | - | - | 0,11 | - | - | - | 0,10 |
| Valore max | 0,14 | - | - | 0,11 | - | - | - | 0,10 |
| Valore medio | 0,12 | - | - | 0,11 | - | - | - | 0,10 |

Fonte: ARPA della Regione Friuli Venezia Giulia, C.R.R Azienda Ospedaliera "S. Maria della Misericordia" – Udine

Nella *Tabella 3.8.3.6b* sono riportati, per confronto, i valori medi del Cesio-137 in alcune matrici alimentari contenuti nella pubblicazione *"Reti Nazionali di sorveglianza della Radioattività Ambientale in Italia 1994-1997"* pubblicata dell'ANPA nel 1999.

*Tabella 3.8.3.6b* *Medie Nazionali di Cs-137 nel Latte, nei Latticini, nei Cereali e nei suoi Derivati negli Anni 1994-1997*

| Anno | Concentrazione [Bq/kg di prodotto secco] | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *Latte* | *Orzo* | *Soia* | *Mais* | *Farina** | *Pasta* |
| 1994 | 0,7 | 0,2 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 1995 | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 1996 | 0,3 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 1997 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |

*Nota: * il dato nazionale è inteso come farina di grano duro*

Fonte: ANPA Reti Nazionali di sorveglianza della Radioattività Ambientale in Italia 1994-1997

Misure più datate, risalenti al periodo post Chernobyl, sono disponibili per il miele. Su questa matrice alimentare sono state misurate le concentrazioni di Cesio-137 negli anni 1986, 1987 e 1990, effettuando misure su diversi tipi di produzione. Purtroppo non è possibile, data la scarsezza del dato, evidenziare trend annuali su lungo periodo. E' tuttavia importante evidenziare che tra i vari tipi di miele, quello caratterizzato da maggiore attività è risultato, dal 1987 in poi, quello di castagno.

Come meglio evidenziato nel seguito, tali valori sono estremamente modesti se paragonati con il valore ammesso dalla legislazione europea sugli alimenti, soprattutto in considerazione del ridotto consumo annuo pro capite.

Altre misure sono state condotte sui funghi, commestibili o meno, nel periodo 1986-1988, 1990-1995 e 1996–1998.

La prima campagna di indagine sui funghi ha interessato l'intero territorio regionale, per circa 40 stazioni. I campioni di funghi sono stati classificati in 4 gruppi ecologici (saprofiti, simbionti di conifere, simbionti di latifoglie e lignicoli), cui corrispondono diverse profondità del micelio. I risultati della campagna hanno dimostrato una forte correlazione tra la contaminazione dei funghi saprofiti e la piovosità dei primi 10 giorni del maggio 1986 e quindi della deposizione al suolo di radionuclidi.
Inoltre è evidente la migrazione del radiocesio nel suolo: la concentrazione nei funghi saprofiti (a micelio più superficiale) cala, mentre cresce quella nei funghi simbionti (a micelio più profondo).

La seconda campagna, inserita in un progetto di ricerca dell'Unione Europea, ha visto la collaborazione anche di studiosi tedeschi e belgi, per circa 30 stazioni distribuite sul territorio regionale. La *Tabella 3.8.3.6c* riporta il valore medio e la deviazione standard della concentrazione di Cesio – 137 riscontrata nei campioni di macromiceti simbionti raccolti nelle stesse 10 stazioni nei diversi campionamenti.

*Tabella 3.8.3.6c* *Concentrazione di Cesio-137 in Campioni di Macromiceti Simbionti*

| Anno | Concentrazione [Bq/kg di prodotto secco] | |
|---|---|---|
| | Media | Dev. Standard |
| 1990 | 31.100 | 38.500 |
| 1992 | 17.700 | 37.700 |
| 1994 | 8.900 | 27.700 |
| 1995 | 20.263 | 58.109 |

Fonte: Giovani C., Nardini, S. *"I funghi e la radioattività: 10 anni di ricerche nel Friuli-Venezia Giulia"*, 1995

La terza campagna di indagine ha previsto campionamenti su almeno 11 stazioni per ogni anno e per ogni stazione sono state prelevate tutte le specie presenti al momento del campionamento (da 1 sino a 27). I radionuclidi misurati sono il Cesio-137 ed il Cesio-134. Nella seguente *Tabella 3.8.3.6d* sono riportati i risultati ottenuti in alcune stazioni e per alcune specie, relativi al Cesio-137.
In particolare sono state selezionate le misure condotte, per ogni singola stazione, su una singola specie di fungo per almeno due anni. Poiché i dati della *Tabella 3.8.3.6d* non sono stati ancora analizzati con metodi statistici approfonditi, sono riportati solo i valori riferiti a singole specie e singole stazioni, quando disponibili per due o più anni.

*Tabella 3.8.3.6d* *Attività di Cesio-137 in Alcune Specie di Funghi Raccolti nel Territorio Regionale*

| Stazione | Specie | Concentrazione [Bq/kg] | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1996 | 1997 | 1998 |
| Valbruna | *Lactarius deterrimus* | 6.409 | 10.700 | 12.730 |
| Laghi di Fusine | *Lactarius deterrimus* | - | 8.690 | 8.051 |
| Stretti Val Raccolana | *Lactarius deterrimus* | - | 14.800 | 21.550 |
| Passo Pura | *Amanita muscaria* | 992 | 981 | 64,23 |
| Valdajer | *Trichloma vaccinum* | 2.402 | 821 | 1.109 |
| Castelmonte | *Hebeloma crustuliniforme* | - | 217 | 2.397 |
| Buia - Treppo | *Hypholoma fasciculare* | - | 332 | 547 |
| Pierabech | *Lactarius salmonicolor* | - | 189 | 421 |

*Riferimenti per la Valutazione*

La normativa nazionale di riferimento per il monitoraggio dei radionuclidi nel latte e nei prodotti alimentari è il *D.Lgs. 241 del 26/05/2000 "Attuazione della Direttiva Euratom 96/29 in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti"* che impone la raccolta e l'analisi dei dati di radioattività ambientale provenienti dalla Rete Nazionale di Sorveglianza della Radioattività Ambientale.
Le matrici su cui effettuare il campionamento vengono stabilite dall'ANPA (vedi *Tabella 3.8.3.5g* dell'indicatore precedente).
Sulla base di considerazioni effettuate sulla dieta media nazionale, sui consumi e sulle zone di produzione, vengono scelte le matrici da monitorare per ciascuna regione. L'ARPA FVG partecipa al piano nazionale fornendo all'ANPA i dati relativi al latte, ai latticini, alla soia, al formaggio e al fall-out.

La Direzione Regionale della Sanità del Friuli Venezia Giulia, in collaborazione con i Servizi di Prevenzione dell'Azienda Sanitaria e con l'ARPA FVG, ha predisposto un piano di campionamento delle matrici alimentari integrando il piano nazionale redatto dall'ANPA in accordo con il Ministero della Sanità. In tale piano sono stati aggiunti controlli su altri campioni alimentari, individuati con considerazioni sul consumo e sulla dieta locale a tutela della salute della popolazione residente sul suo territorio. A titolo di esempio nella *Tabella 3.8.3.6e* è riportato il piano di campionamenti per l'anno 2000.

*Tabella 3.8.3.6e* *Piano di Campionamento Matrici Alimentari FVG (2000)*

| **Aziende Campionatrici** | **Numero di Campioni** | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *Carne bovina* | *Carne suina* | *Carne Bianca* | *Latte bovino* | *Derivati del latte* | *Frutta di stagione* | *Verdura di stagione* | *Funghi eduli* | *Pesce marino* | *Uova* |
| A.S.S. n.1 Triestina | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | |
| A.S.S. n.2 Isontina | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | |
| A.S.S. n.3 Gemona | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | | |
| A.S.S. n.3 Tolmezzo | 1 | 1 | 1 | | 2 | 2 | 2 | 3 | | |
| A.S.S. n.4 Udine | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | | 1 |
| A.S.S. n.4 Cividale | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| A.S.S. n.4 S. Daniele | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| A.S.S. n.5 Bassa Friulana | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | |
| A.S.S. n.6 Friuli Occidentale | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | | |

Fonte: ARPA della Regione Friuli Venezia Giulia

La normativa comunitaria fissa livelli massimi ammissibili di radionuclidi negli alimenti solamente in due situazioni: nel caso che i prodotti vengano importati da paesi terzi alla comunità stessa e in concomitanza di una emergenza nucleare.
Il *Regolamento CE 616/2000 del 20/03/2000*, che modifica il *Regolamento CEE 737/90*, attualmente in vigore è relativo alle condizioni d'importazione di prodotti agricoli originari dei paesi terzi a seguito dell'incidente verificatosi nella centrale nucleare di Chernobyl.
Il *Regolamento Euratom n.2218/89* modifica il *Regolamento Euratom 3954/87* che fissa i livelli massimi ammissibili di radioattività per i prodotti alimentari e per gli alimenti per gli animali in caso di livelli anormali di radioattività a seguito di un incidente nucleare e in qualsiasi caso di emergenza radioattiva.
I livelli contenuti in tale regolamento sono applicabili una volta definita l'emergenza nucleare tramite appositi decreti e dopo aver emanato i regolamenti attuativi. I livelli contenuti nel *2218/89 Euratom* sono molto superiori alla media dei risultati delle misure in condizioni normali, ciò avviene poiché questi limiti sono da applicarsi solo in condizione di emergenza. Lo stesso *3954/87 Euratom* ricorda, però, *all'art. 3* che "tutte le esposizioni devono essere mantenute al più basso livello ragionevolmente ottenibile tenendo conto dell'aspetto della protezione della salute pubblica nonchè dei fattori economici e sociali".
Nella *Tabella 3.8.3.6f* sono riassunti i livelli massimi ammissibili contenuti nei vari documenti della Comunità Europea.

*Tabella 3.8.3.6f* *Livelli Massimi Ammissibili [Bq/kg] Contenuti nella Legislazione Europea*

| | *Regolamento Euratom n.2218/89 del 10/07/1989* | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Radionuclidi* | *Prodotti per l'infanzia* | *Latte e derivati* | *Altri alimenti** | *Alimenti Liquidi* |
| Cesio–137 + Cesio–134 | 400 | 1000 | 1250 | 1000 |
| | *Regolamento CE 616/2000 del 20/03/2000* | | | |
| | *Latte e prodotti per l'infanzia* | | *Altri Alimenti* | |
| Cesio–137 + Cesio–134 | 370 | | 600 | |

Nota: * esclusi i prodotti alimentari secondari contenuti nel *Regolamento Euratom 944/89* per cui tale livello va moltiplicato per 10

Per quanto riguarda i funghi infine si possono fare alcune considerazioni di radioprotezione (confronta Giovani C., Nardini, S., 1995). Considerando i valori medi delle specie di funghi di maggior consumo, riferiti al peso fresco, (*Tabella 3.8.3.6g*) e le stime di consumo, escludendo i funghi consumati saltuariamente, è possibile valutare la dose alla popolazione, per chilogrammo di prodotto fresco consumato (*Tabella 3.8.3.6h*).

*Tabella 3.8.3.6g* *Concentrazione di Cesio in Campioni di Funghi Eduli Raccolti nel 1986 e nel 1987 [Bq/kg di Prodotto Fresco]*

| **Specie** | **N. Campioni 1986** | **Cs-134+Cs-137 1986** | **N. Campioni 1987** | **Cs-134+Cs-137 1987** |
|---|---|---|---|---|
| Boletus edulis | 37 | 61 | 10 | 109 |
| Cantharellus lutescens | 10 | 4.295 | 6 | 1.023 |
| Armillariella mellea | 18 | 178 | 4 | 161 |
| Macrolepiota procera | 13 | 62 | 3 | 106 |
| **Stime di Consumo** | | | | |
| Armillariella mellea 60% | Boletus edulis 20% | Cantharellus lutescens 20% | | |

Fonte: Giovani C., Nardini S., *"I funghi e la radioattività: 10 anni di ricerche nel Friuli-Venezia Giulia"* - 1995

*Tabella 3.8.3.6h* *Dose Efficace per Adulti [µ Sv/kg di Prodotto Fresco]*

| **Specie** | **Dose Efficace** |
|---|---|
| Boletus edulis | 1 |
| Cantharellus lutescens | 70 |
| Armillariella mellea | 3 |
| Macrolepiota procera | 1 |

Fonte: Giovani C., Nardini S., *"I funghi e la radioattività: 10 anni di ricerche nel Friuli-Venezia Giulia"* - 1995

Poiché mediamente un adulto non consuma più di un chilogrammo di funghi all'anno la dose efficace di radiazione risulta trascurabile.

*Valutazione della Qualità del Dato*

I dati raccolti dall'ARPA della Regione FVG sulla presenza di Cesio–137 negli alimenti sono in molti casi inferiori alla minima attività rilevabile (MDA) dagli strumenti e pertanto le analisi statistiche effettuate, escludendo proprio tali dati, risultano essere più che cautelative. I dati inerenti latte, latticini e cereali

sono sufficientemente esaustivi e descrittivi del livello di contaminazione a livello regionale. Al momento non risultano disponibili dati recenti inerenti i funghi, per i quali sono comunque in atto campagne di misura di tipo estensivo.

### 3.8.4 *Conclusioni*

La tematica ha analizzato:

- le radiazioni non ionizzanti: rivestono particolare interesse i fattori d'esposizione a campi elettromagnetici legati a reti elettriche, impianti radiotelevisivi e impianti per la telefonia cellulare;

- le radiazioni ionizzanti: viene analizzato lo stato di qualità ambientale rispetto alla valutazione del fondo naturale di radioattività (radon), alla presenza di *fall out* radioattivo diffuso (e di radionuclidi nelle varie matrici ambientali ed alimentari) e di sorgenti connesse con la conservazione di materiale radioattivo presso siti produttivi, centri di cura e di ricerca.

Lo sviluppo della rete elettrica ad altissima tensione e ad alta tensione in rapporto alla superficie regionale è inferiore alla media nazionale e pertanto, pur evidenziando situazioni locali di criticità, mediamente non è particolarmente critico.

L'ARPA nel biennio 2000-2001 ha svolto un'attività di monitoraggio e controllo dei campi elettromagnetici nei pressi delle singole abitazioni o nuclei abitati posti nelle immediate vicinanze di alcune linee elettriche. I risultati delle indagini effettuate evidenziano che in nessun sito è stato rilevato il superamento dei limiti di esposizione indicati dalla normativa vigente, mentre si registra il superamento del valore di 0,2 µT (valore, ad esempio, assunto come obiettivo di qualità dalla *Legge Regionale del Veneto n° 27/93* in vigore dal 01.01.00) per l'induzione magnetica in oltre il 70% dei siti analizzati nel 2000.

L'ARPA ha effettuato nel 2000, oltre all'attività di emissione di pareri sull'installazione di impianti fissi di telefonia mobile, comprendente misure di fondo, simulazioni matematiche e misure di verifica, anche un'attività di controllo sulle stazioni radio base e sugli impianti radiotelevisivi esistenti, mediante misure in campo ed attraverso l'utilizzo di opportuni codici di calcolo.
Negli ultimi mesi del 2000, dopo l'entrata in vigore della *Legge Regionale n. 13 del 03/07/2000*, su 57 richieste di parere tecnico sull'installazione di nuove stazioni radio base, 2 sono risultate negative; inoltre le misure effettuate hanno evidenziato il superamento dei limiti per 3 siti su 50.
Nell'anno 2001 su 146 pareri tecnici emessi ne sono risultati negativi 10.

La Regione Friuli Venezia Giulia presenta una più elevata concentrazione media di Radon negli ambienti abitativi, rispetto ad altre regioni. Attualmente è in corso una campagna di rilevamento delle concentrazioni di radon in tutte le scuole, di ogni ordine e grado, della regione che permetterà di avere una mappa aggiornata e più dettagliata di tale distribuzione.

Le concentrazioni di radiocesio nei suoli risultano per alcune stazioni superiori alla media nazionale, a causa delle condizioni meteorologiche sfavorevoli durante il passaggio della nube radioattiva di Chernobyl. Le

concentrazioni di Cesio-137 nel fall-out hanno mostrato un andamento fortemente decrescente nel tempo e sono oggi in linea con i livelli medi nazionali.

Infine, la presenza di Cesio–137 negli alimenti è sempre al di sotto dei limiti previsti dalla normativa comunitaria.

### 3.8.5 *Bibliografia*

Le fonti di informazione consultate sono:


- ANPA, *Reti Nazionali di sorveglianza della Radioattività Ambientale in Italia 1994-1997;*
- Atti del Convegno *Frequenze Industriali e Radiofrequenze: fonti di Inquinamento elettromagnetico nella Provincia di Pordenone e nel Territorio del Friuli Venezia Giulia*, 21-22 / 03 / 2001;
- Azienda Ospedaliera Santa Maria della Misericordia di Udine, *Attività del Centro di Riferimento Regionale per il Controllo della Radioattività ambientale (CRR)*;
- Bevitori P., *Inquinamento elettromagnetico. Campi elettrici e magnetici a frequenza industriale (50-60 Hz) generati da elettrodotti ed apparecchi elettrici*, Maggioli Editore Rimini, Aprile 2000;
- Bevitori P., *Inquinamento elettromagnetico ad alta frequenza. Campi elettrici generati da sistemi fissi da telecomunicazione e dispositivi elettronici*, Maggioli Editore Rimini, Aprile 2000;
- Cucchi F., R. Giacomich, C. Coslovich, P. Giacomich, M. Vascotto, *Il Radon nei Calcari e nelle Cavità del Carso Triestino. Stato delle Conoscenze*", Bollettino della Società Adriatica di Scienza, 1996;
- Giovani C., *Attività di Monitoraggio e di Ricerca nel FVG dopo l'Incidente di Chernobyl*" (Atti del Convegno), *10 Anni da Chernobyl: Ricerche in Radioecologia, Monitoraggio Ambientale e Radioprotezione*, Trieste 4-6 / 03 / 1996;
- Giovani C., Nardini, S., *I funghi e la radioattività: 10 anni di ricerche nel Friuli-Venezia Giulia*, 1995;
- Giovani C., Nimis P.L., Bolognini G., Padovani R., Usco A., *Bryopytes as indicators of radiocesium deposition in northeastern Italy*, The Science of Total Environmental, 1994;
- Lucci F.e Sandri S. (ENEA), *Aspetti di protezione fisica dalle radiazioni ionizzanti;*
- Ministero dell'Ambiente, *Relazione sullo Stato dell'Ambiente 2001*;
- Servizio di Fisica Sanitaria ASS di Udine, *La contaminazione Radioattiva dopo l'incidente di Chernobyl*, 1987;
- Vascotto M., F. Cucchi, R. Giacomich, P. Giacomich, *Radioattività Naturale sul Carso Triestino.*


I siti internet consultati sono:


- www.sinanet.anpa.it (ANPA);
- www.grtn.it (Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale);
- www.minambiente.it (Ministero dell'Ambiente);
- www.regione.fvg.it (Regione Friuli Venezia Giulia).