



CROCE ROSSA ITALIANA
COMITATO LOCALE DI CODOGNO

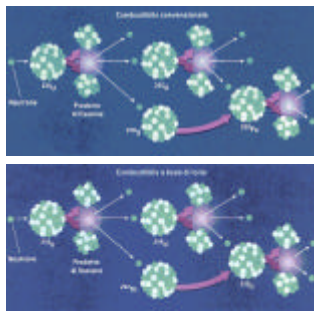
IL RISCHIO DA RADIAZIONI IONIZZANTI

PRESENTAZIONE PER LA C.R.I.
GIUSEPPE BOLZONI
GINA FUSARI

PROGRAMMA DELL'ESPOSIZIONE

- Radiazioni ionizzanti
- Centrali elettronucleari
- Rischio di incidente nucleare
- L'incidente di Chernobyl
- Effetti epidemiologici: DL 50/30
Danni biologici, embriologici, genetici.
Profilassi alla radiazione.
- Decommissioning delle centrali italiane
- Smaltimento delle scorie (legislazione).
- Interventi del pubblico

MATERIALE FISSILE

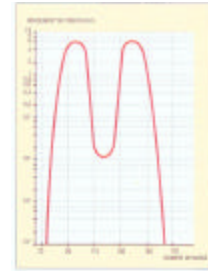


NUCLEI RADIOATTIVI

Combustibile: ^{235}U , ^{233}U , ^{239}Pu

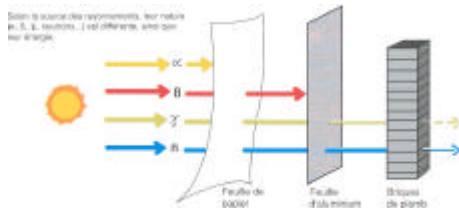
Prodotti di attivazione: ^{14}C , ^{54}Mn , ^{55}Fe

Prodotti di fissione
 ^3H
 ^{90}Kr
 ^{90}Sr ^{89}Sr
 ^{106}Ru
 ^{131}I
 ^{137}Cs ^{136}Cs
 ^{140}Ba
 ^{144}Ce



TIPI DI RADIAZIONE

- Particelle a: nuclei di elio ^4_2He
- Radiazione b: elettroni
- Radiazione g: fotoni di alta energia
- Neutroni



FONTE DELLE RADIAZIONI

NELL'INDUSTRIA:

Prodotti, sottoprodotti e scarti delle lavorazioni

NELLA SANITA' E RICERCA:

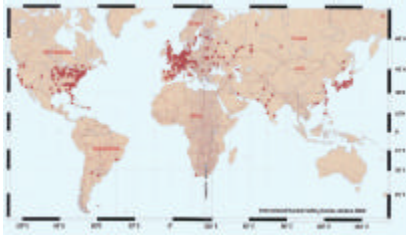
Farmaci, diagnostici e reagenti

PRODUZIONE DI ENERGIA:

Combustibile, prodotti di fissione, prodotti di attivazione, materiale contaminato

DISTRIBUZIONE DELLE CENTRALI

441 CENTRALI NUCLEARI IN FUNZIONE SULLA TERRA



SCHEMA DI CENTRALE ELETTRONUCLEARE



SOSTENITORI DEL NUCLEARE

RISERVE STIMATE

PER IL PETROLIO: 33 ANNI

PER IL METANO: 63 ANNI

PER L'URANIO: 150 ANNI

NESSUNA EMISSIONE DEI GAS AD EFFETTO SERRA: CO₂, ossidi di azoto, composti dello zolfo

(solo negli U.S.A. **NON** sono emessi in atmosfera 175 x 10⁶ t di C all'anno)

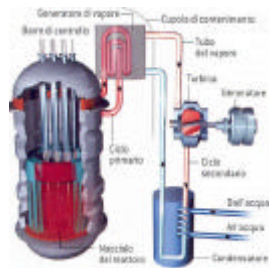
POSSIBILITA' DI COGENERAZIONE ENERGIA-IDROGENO

DETRATTORI DEL NUCLEARE

- ALTO COSTO DEGLI IMPIANTI
- RISCHI CONNESSI ALLA PROLIFERAZIONE NUCLEARE
- TIMORI PER POSSIBILI INCIDENTI CON EFFETTI AVVERSI SULL'AMBIENTE E LA SALUTE DELL'UOMO
- TRATTAMENTO (NON RISOLTO) DELLE SCORIE NUCLEARI

IL RISCHIO D' INCIDENTI

- Incidenti convenzionali:
 - Malfunzionamento di sensori di misura e organi di comando
 - Cedimenti strutturali delle tre barriere protettive
 - Perdite di liquido nel sistema di raffreddamento primario o secondario
- Attentato terroristico
- Incidente esterno (aereo, meteorite, ecc...)
- Errore umano

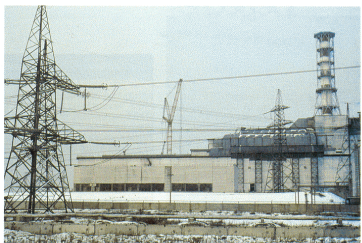


SCALA DEI RISCHI

- Gradi di incidente:
 - 0 = sotto scala
 - 1 = anomalia
 - 2 = guasto
 - 3 = guasto grave
 - 4 = incidente entro l'installazione
 - 5 = incidente esterno all'installazione
 - 6 = incidente grave
 - 7 = incidente molto grave

La centrale RBMK di Chernobyl

Fino al 24 aprile 1986



LA DINAMICA DEGLI EVENTI

Da nota del "POST ACCIDENT REVIEW MEETING" del 25-29 agosto 1986

25 aprile 1986

- Ore 1,00: riduzione della potenza del reattore 4 da 3200 a 700 MWt,
- Ore 13,05: la potenza è 1600 MWt, uno dei due turboalternatori viene isolato
- Ore 14,00: il sistema di refrigerazione di emergenza del nocciolo viene intenzionalmente isolato, il reattore 4 continua ad operare
- Ore 23,00: si inizia un'ulteriore discesa di potenza
- Ore 23,10: si esclude il sistema di regolazione automatica che determina uno sbilanciamento nel sistema di controllo globale

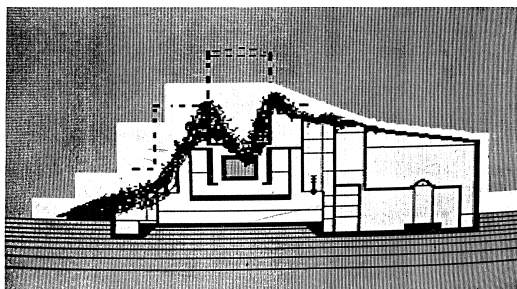
26 aprile 1986

- Ore 1,00: la potenza si stabilizza al livello di 200MWt, per portarla a 700 MWt si estraggono dal nocciolo le barre di controllo
- Ore 1,03: si azionano le pompe di circolazione (il nocciolo e le pompe sono attraversate da portate d'acqua eccedenti i limiti previsti)
- Ore 1,10: per evitare che entri in funzione il sistema di spegnimento automatico si isolano alcuni canali di spegnimento di emergenza, inoltre si estraggono tutte le barre di controllo dal nocciolo
- Ore 1 22'30": il PC avvisa che è necessario procedere all'immediato spegnimento del reattore. Avvertimento ignorato dagli operatori.
- Ore 1 23'04": viene chiusa la valvola di immissione del vapore alla turbina, il reattore dovrebbe spegnersi da solo, ma il sistema automatico viene escluso

MOMENTO DELL'INCIDENTE

- Ore 1 23' 04": il reattore opera alla potenza di 200 MWt, il calore non viene asportato efficacemente, la portata del refrigerante diminuisce nettamente, le pompe rallentano, si verifica un forte incremento della produzione di vapore nel nocciolo, la potenza del reattore cresce rapidamente
- Ore 1 23' 40" : gli operatori si rendono conto della pericolosità della situazione, tentano di azionare il pulsante AZ-5 per inserire le barre di controllo
- Ore 1 23'50": si avvertono una serie di forti urti e si constata che le barre di controllo si sono arrestate prima del fine-corsa
- Ore 1 24'00": la potenza termica del reattore diverge: si verificano in rapida successione due forti esplosioni (di vapore e di idrogeno) che scoperciano il nocciolo e demoliscono l'edificio reattore.

DOPO L'ESPLOSIONE



DISPERSIONE DEL FALL-OUT

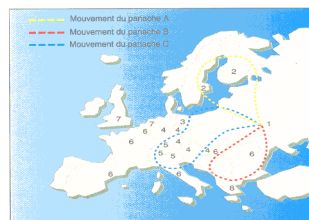


Figure 7: Description du mouvement des panaches radioactifs provenant de Tchernobyl (Le panache A a été émis le 26 avril, le panache B, les 27 et 28 avril et le panache C, les 29 et 30 avril; les chiffres indiquent la date de détection de l'arrivée de la fallout dans l'air du lieu: 1 correspond au 26 avril, 2 au 27 avril, 3 au 28 avril, 4 au 29, 5 au 30, 6 au 1^{er} mai, 7 au 2 mai et 8 au 3 mai).

COMPOSIZIONE DEL FALL-OUT

IN LOMBARDIA SI MISURARONO ALTI VALORI DI RADIOATTIVITA' AMBIENTALE A PARTIRE DAL 1° MAGGIO 1986

LA DOSE EFFICACE INDIVIDUALE MEDIA E' PARI A CIRCA 1,5 mSv DISTRIBUITI NEI 50 ANNI SUCCESSIVI ALL'INCIDENTE

LA DOSE EFFICACE CHE FA SCATTARE L'INTERVENTO PER L'EMERGENZA E' > 1 mSv/a

NUCLIDI	ATTIVITA' Bq	T _{1/2} giorni
¹³¹ I	2.6x10 ¹⁷	8.05
¹³² Te	4.8x10 ¹⁶	3.25
¹³⁴ Cs	1.9x10 ¹⁶	750
¹³⁷ Cs	3.8x10 ¹⁶	11000
¹⁰³ Ru	1.2x10 ¹⁷	39.5
¹⁰⁶ Ru	5.8x10 ¹⁶	368
¹⁴⁰ Ba	1.6x10 ¹⁷	12.8
⁹⁰ Sr	8.0x10 ¹⁵	10621

CATENA ALIMENTARE

Diffusione del fall-out



ASSORBIMENTO NELL'ORGANISMO

INGESTIONE E INALAZIONE NEI MAMMIFERI

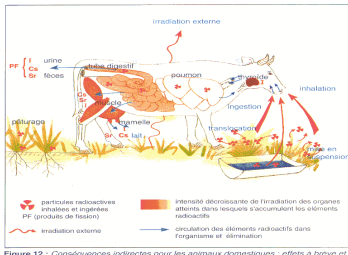
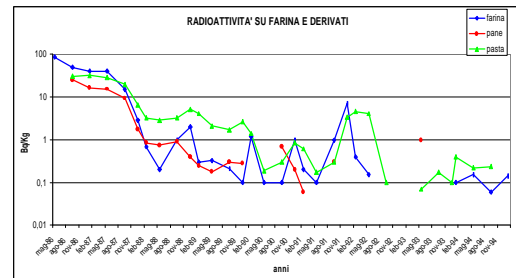
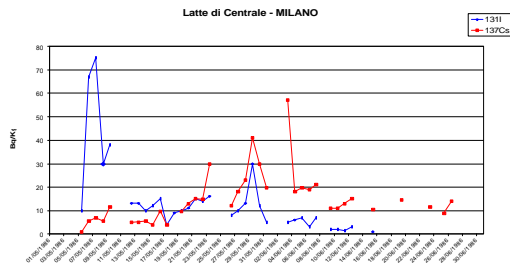


Figure 12 : Conséquences indirectes pour les animaux domestiques : effets à brève et moyenne échéances.

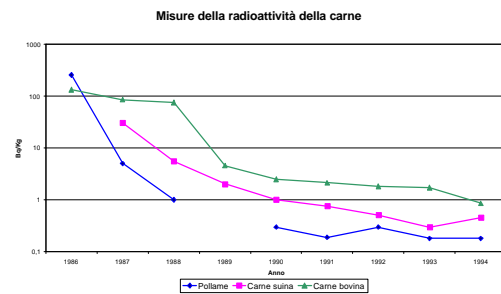
MISURE SU FARINA, PANE, PASTA



MISURE SUL LATTE



MISURE SULLA CARNE



EFFETTI SUGLI ESSERI VIVENTI

- EFFETTI STOCASTICI: tumori, leucemie, alterazioni genetiche
- EFFETTI NON STOCASTICI: alterazioni dei parametri ematici

DOSE LETALE $DL_{50/30}$ PER ALCUNE SPECIE ANIMALI (Gy)

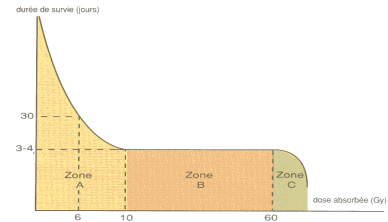
Suino	2,7	Pesci rossi	7,0
Uomo	3,0	Ratto	7,0
Cane	3,3	Coniglio	8,0
Scimmia	4,4	Pollo	10,0
Pecora	5,2	Tartaruga	15,0
Bovino adulto	5,4	Tritone	30,0
Topo	5,5	Lumaca	100,0
Asino	6,5	Ameba	10.000,0

LA CURVA DI SOPRAVVIVENZA

ZONA A: danni al sistema ematopoietico

ZONA B: danni alle mucose dell'apparato digerente

ZONA C: morte cefalica



SINDROME GASTROINTESTINALE

Le cellule delle cripte indifferenziate possiedono vivace attività mitotica e sono altamente radiosensibili



Con il progredire della fase degenerativa le cellule epiteliali si rigonfiano, si vacuolizzano e i nuclei diventano picnotici

RADIOSENSIBILITA' DEI TESSUTI

Organo o tessuto Cellule Sensibilità

Linfoghiandole milza timo Testicolo Ovaio Midollo osseo Intestino tenue	Linfociti Spermatogoni Cellule uovo - follicoli immaturi Eritroblasti, mielociti, mieloblasti, megacariociti, Cellule epiteliali	ELEVATA
Cute Annessi cutanei Occhio Vasi Osso in accrescimento	Cell. dello strato germinativo Cell. del follicolo pilifero, ghiandole sebacee sudoripare Epitelio del cristallino Endoteli Cell. cartilaginee, osteoblasti	MEDIA
Fegato Rene Polmone Sistema nervoso Muscolatura Connettivo Scheletro	Epatociti, endoteli alveolari Cellule nervose Cellule muscolari Cellule connettivali osteociti	SCARSA

DANNI EMBRIONALI

STADIO PRE-IMPIANTO: effetto "TUTTO O NULLA" sullo zigote e morula

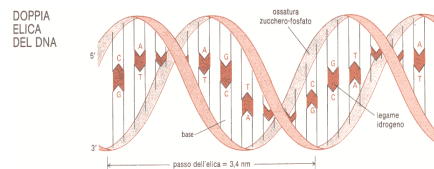
ORGANOGENESI: ritardo nella formazione dei tessuti (anoftalmia)
morte pre-natale o neonatale

EFFETTI TERATOGENI SUL FETO: malformazioni, microcefalia
ritardo dello sviluppo
modificazione del comportamento
possibile cancerogenicità

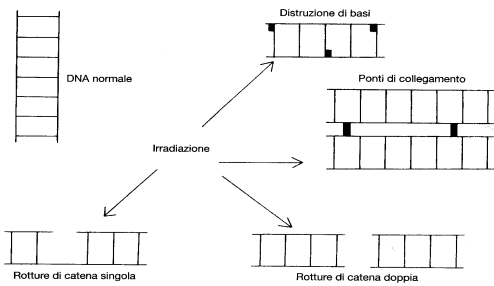
E' prudente ritenere che è improbabile che esista una dose soglia al di sotto della quale non si producono effetti.

DANNI GENETICI

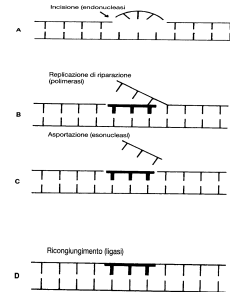
Gli effetti genetici non riguardano l'individuo irradiato, ma la sua prole non ancora concepita al momento dell'irradiazione



DANNI DA RADIAZIONI AL DNA



CAPACITA' DI RIPARAZIONE



PROFILASSI CONSIGLIATA

- Invito a stare in casa
- **Non** esporsi alla pioggia e **non** bere acqua piovana
- **Non** far giocare i bambini con la sabbia
- Evitare l'allattamento al seno dei neonati
- Precauzioni alla gravidanza
- Evitare il giardinaggio
- **Non** mangiare vegetali verdi freschi
- Controlli e restrizioni del latte
- Divieto di pascolo al bestiame
- Usare acqua **non** piovana per il bestiame
- Restrizioni al commercio di tiroidi animali
- **Non** recarsi in aree contaminate per turismo

DECOMMISSIONING

Operazioni necessarie per rimuovere ogni vincolo radiologico dal sito della centrale.

Finora fermati dall'esercizio 70 reattori commerciali di potenza, 250 piccoli reattori di ricerca e numerosi impianti di produzione del combustibile.

IAEA (International Atomic Energy Agency) distingue tre stadi temporali.

USNRC: smantellamento DECON	(unico stadio temporale)
conservazione SAFSTOR	(safe storage)
ENTOMBMENT	(piccoli impianti)

PROCEDURA

Caratterizzazione radiologica

Decontaminazione: rimozione della radioattività con metodi chimici e meccanici

Smontaggio e demolizione (eventuale trasporto)

Conservazione sicura

SALA TURBINA DI CAORSO



EX SALA TURBINA DI CAORSO



EX GENERATORI DI EMERGENZA



TIPI DI RIFIUTI E FINALITA'

Rifiuti di basso livello di radioattività: sono rilasciabili in un periodo che varia da pochi giorni a qualche decennio (^{60}Co)

Rifiuti di livello intermedio: impiegano alcuni secoli per scendere sotto il livello di rilascio

Rifiuti di alto livello: impiegano migliaia di anni per scendere al di sotto del livello di rilascio

Minimizzare quantità e volume, stabilizzare, concentrare, selezionare e confezionare i rifiuti

IN ITALIA

1987: IL REFERENDUM SANCISCE LA CHIUSURA DELLE CENTRALI NUCLEARI

1999: ESTRAZIONE DELLE BARRE DI URANIO DAL REATTORE DI CAORSO

2002: LA SOGIN INIZIA LA DEMOLIZIONE DEGLI EDIFICI NELLA ZONA NON CONTROLLATA

2002: INIZIA LA CARATTERIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE

2003: DISMISSIONE DELLE TUBATURE COIBENTATE CON FIBRE DI AMIANTO

IL NOCCIOLO DEL REATTORE



MODI, TEMPI, COSTI

- FASE AUTORIZZATIVA: termine previsto nel 2008.
- MODO: smantellamento accelerato.
- DURATA: dal 2009 al 2016 smantellamento delle isole nucleari, fino al 2020 ripristino dei siti a prato verde.
- COSTO: 2,6 miliardi di euro (in U.S.A. 300 milioni di dollari)
- SITO DI STOCCAGGIO: ?
- LIMITI DI SICUREZZA: stabiliti dai D.Lgs. 230/1995 e 241/2000

SMALTIMENTO DELLE SCORIE

- Nell'Unione Europea ci sono 145 centrali nucleari che necessitano di 2500 t di combustibile all'anno
Ogni europeo ha in carico 14 g all'anno di scorie radioattive da smaltire (oltre alle testate nucleari)

- In Italia ci sono 30.000 m³ di scorie e migliaia di fusti stoccati (Deposito di Saluggia)

Dove?

- NIMBY: not in my back yard
- NIMTO: not in my term of office
- BANANA: build absolutely nothing anywhere near anyone

LEGISLAZIONE ITALIANA

D. Lgs. 230/1995, modificato dal 187/2000 e dal 241/2000

"Attuazione delle direttive 89/618 Euratom, 90/641 Euratom, 92/3 Euratom e 96/29 Euratom in materia di radiazioni ionizzanti"

Regolamentate:

Le pratiche con materie radioattive

Le coltivazioni minerarie

Le condizioni di applicazione di particolari pratiche (somministrazione intenzionale di materie r.a., smaltimento nell'ambiente, riciclo e riutilizzo)

Classificazione dei lavoratori ai fini della radioprotezione

Classificazione e delimitazione delle aree di lavoro

La sorveglianza fisica della radioprotezione

La valutazione della dose efficace e delle dosi equivalenti

I limiti di dose efficace per i lavoratori e di dose equivalente per organi e tessuti biologici. Ecc....

SEGUE LEGISLAZIONE

- D.L. 314 del 14 novembre 2003 pubblicato sulla G.U. n. 268 del 18 novembre 2003, convertito in Legge n. 368 del 24 dicembre 2003 pubblicata su G.U. n. 6 del 9 gennaio 2004

"Disposizioni urgenti per la raccolta, lo smaltimento e lo stoccaggio, in condizioni di massima sicurezza, dei rifiuti radioattivi"

Identificazione del sito

Validazione geologica del sito

Identificare il soggetto gestore e stabilire i costi e le tariffe

Il D. L. stabilisce che il deposito deve entrare in funzione nel 2008

PROPRIETA' DEL SITO

- Impermeabilità alle radiazioni
- Deposito profondo in sito geologico specifico (strati di argilla o granito o salgemma)
- Rischio sismico e vulcanico nulli
- Rischio inondazioni e contaminazione falda acquifera nulli
- Accessibilità e sicurezza