

Made with AI

L'ODISSEA DEI RIFIUTI

Raccolta e riciclo, benefici veri
e promesse non mantenute



Angelo Gavezzotti
ex Dipartimento di
Chimica,
Università di Milano

24 ottobre 2026

**una precisazione
molto
importante...**



la raccolta

**è finanziata dalla Tari, una tassa
che il cittadino non può non pagare
quella porta a porta ha costi vertiginosi**

non è riciclo

**che dovrebbe compensare i costi, ma invece è
soggetto alla legge di mercato**

**i dati che vengono forniti riguardano
sempre la raccolta, mai il vero riciclo**

costi per il trattamento di rifiuti urbani (RU)

----- pro capite -----				
regione	abitanti milioni	prodotto, kg/anno	costo, euro/anno	cent./kg
Lombardia	10,0	485	157	32
Liguria	1,5	550	288	52
Italia	58,9	513	214	42

**costi neanche lontanamente coperti
dai proventi del riciclo**

prima parte:
i materiali plastici e polimeri

polimero: materiale formato dall'aggregazione chimica di monomeri in catene lunghe

polimeri naturali: amido pane, proteine muscoli, lana



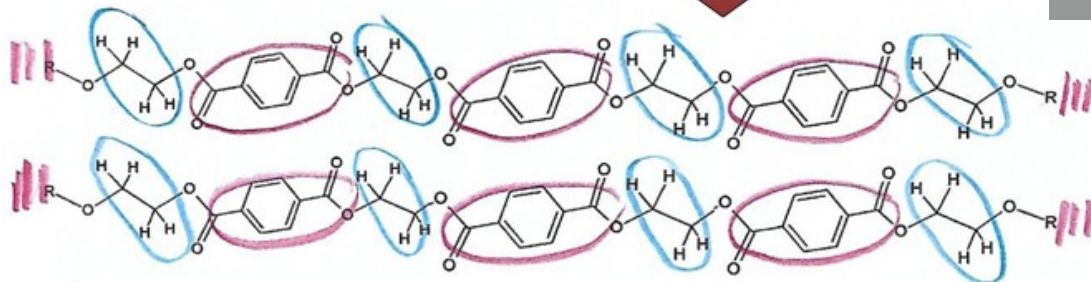
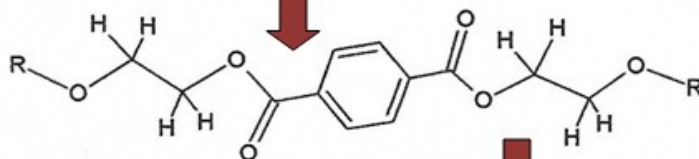
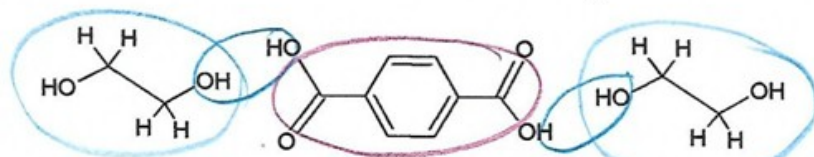
polimeri sintetici

**polietilene, polipropilene, PVC,
forse molte migliaia**

"plastica"



glicol etilenico acido tereftalico glicol etilenico

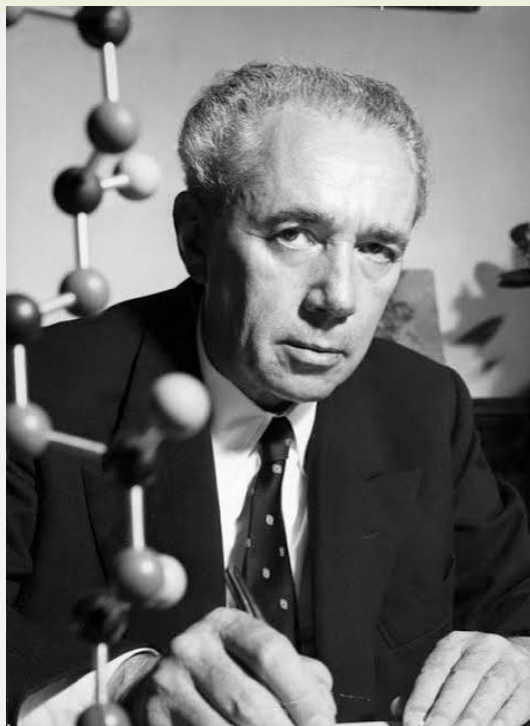


**polietilentereftalato,
PET**

**100 milioni
di tonnellate/anno
50 miliardi di dollari. Cina**

**catene con 100-200 monomeri
densità circa 1 grammo/centimetro cubo
vetro: silice, sali inorganici, densità 3,5 grammi/cc**

**una storia tutta italiana:
il polipropilene isotattico**



Giulio Natta, Nobel 1963

Gino Bramieri e mo' e mo'.. Moplen



**per una volta, genio italiano,
industria italiana, profitti italiani
poi venne Montedison,
massacrata da incapaci, avventurieri
e boiardi di Stato
oggi il Moplen è di BASF-Shell**



detersivo per lavatrice

100-150 g di plastica colorata non riciclabile

750 cc di acqua, 150 cc di tensioattivo

100 cc di additivi (forse fluidificanti, profumanti, ecc.)

**ma i produttori osteggiano l'acquisto
del detersivo con bottiglia propria**

tergivetro

950 cc di acqua, un cucchiaio di ammoniaca,

un cucchiaino di sapone liquido,

qualche goccia di profumo

100 g di plastica colorata non riciclabile

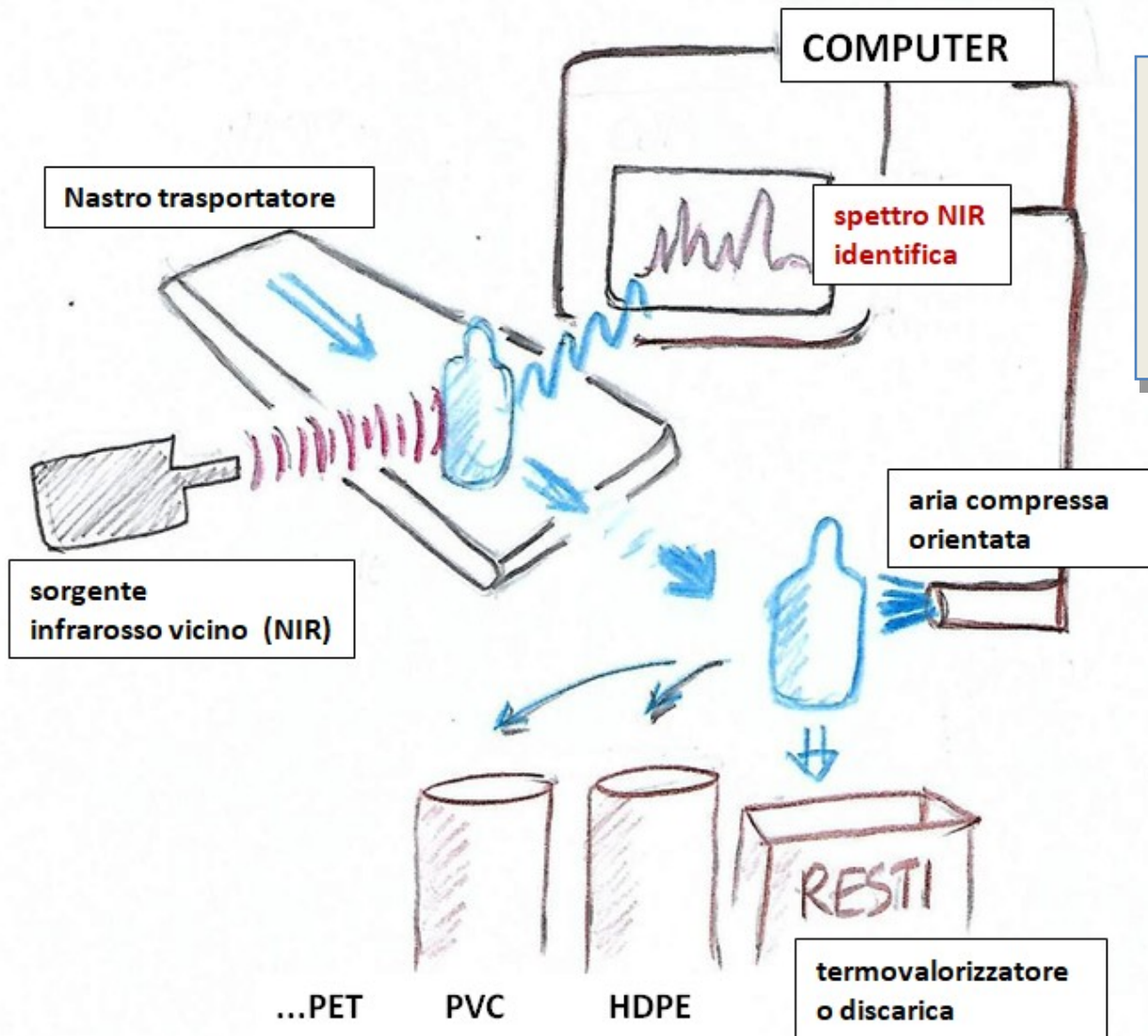


trattamento appropriato dei rifiuti di plastica

- a riciclo:** meccanico
- distruttivo:** pirolisi
o combustione

almeno nel mondo ideale

trattamento meccanico



Plastica, l'allarme di Corepla: «Magazzini pieni, il sistema del riciclo rischia lo stop»

Il presidente Quagliuolo: leader nella raccolta, ma la domanda è in calo

Il fatto



Giorgio Quagliuolo, presidente di Corepla. Con la chiusura dello Stretto di Hormuz e lo «shortage» di petrolio è tornato l'interesse per le materie prime seconde, ma per poco tempo». A questo fattore se ne aggiungono altri due: «Una cronica carenza

gna, che a fine luglio ha richiesto l'intervento del ministero per l'Ambiente e i consorzi, ma che riguarda potenzialmente anche Lazio, Campania, Emilia-Romagna, Sicilia e altri territori. Al Mase, pochi giorni fa, è andato in

scena un incontro nel quale è stata definita una roadmap in quattro fasi e 26 interventi per affrontare la crisi. Secondo Quagliuolo, le possibilità di intervento sono molte. «Per aumentare la raccolta, la qualità del materiale

Al lavoro
Una fase del riciclaggio della plastica gettata



Simona Fontana, direttrice generale del consorzio Conai da aprile 2024

stabile e strutturata: se il materiale non trova sbocchi, la catena si interrompe. Il collo di bottiglia non è a monte, ma a valle della filiera» spiega Simona Fontana, direttrice generale del Consorzio Nazionale Imballaggi (Conai).

Corriere della Sera, 6 settembre
la plastica vergine importata dall'Asia costa il 40% meno della plastica riciclata

Il Consorzio Nazionale Imballaggi (Conai) per la raccolta, il riciclo e il recupero degli imballaggi in plastica ed è un ente senza scopo di lucro

La raccolta differenziata, che riempie i magazzini di merce invenduta anche a fronte della discesa dei prezzi della plastica riciclata. Magazzini che non possono ospitare ulteriore materiale in quanto frenati da limiti di stoccaggio stabiliti per legge. Il rischio è che a monte si fermi la raccolta differenziata. Un pericolo che sta



il calo della domanda ha riempito i magazzini di merce invenduta...

Il riciclo bloccato (co

Cresce la raccolta differenziata in Italia ma non tutto viene davvero trasformato
Ciafani: «Troppi errori nella separazione»
Imballaggi in plastica perché costa meno e la produzione di rifiuti aumenta ancora

di Chiara Daina

L'Italia contro lo spreco

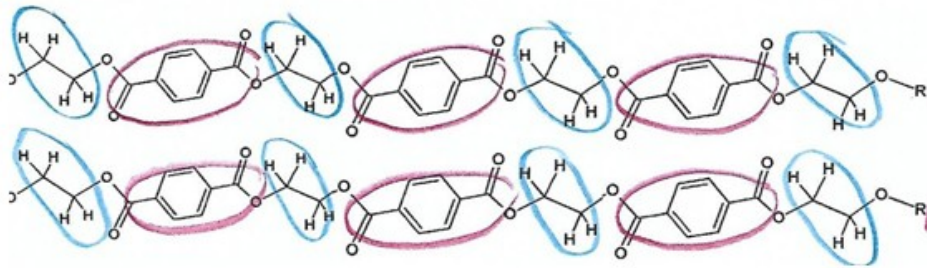
Tipologia di rifiuto Ripartizione in

Carta e cartone 24,6

Legno 6,8

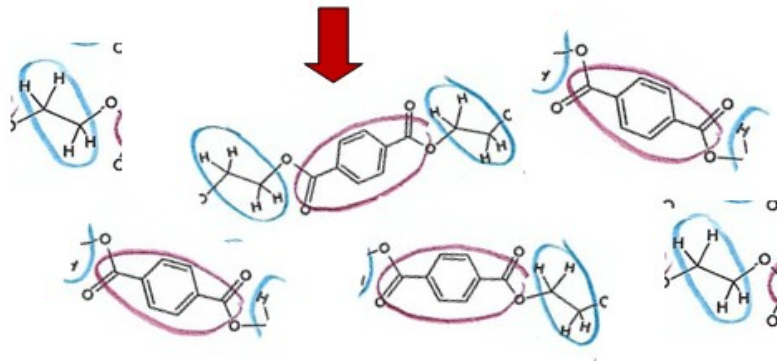
Corriere, 25.8

Per salvare il futuro del Pianeta e ridurre gli sprechi economici non basta produrne di meno e differenziarli ogni giorno negli appositi contenitori: bisogna effettivamente riciclarli. Ma la realtà dietro i numeri racconta una storia un po' diversa. Secondo l'ultima fotografia di Ispra, riferita al 2024, permane ancora un ampio divario tra la percentuale di raccolta differenziata, che ha raggiunto il record storico del 78 per cento, e quella di riciclo dei rifiuti, pari al 58 per cento. Appena la metà. Inque, dei materiali che separiamo nelle nostre case, nei ristoranti e negli uffici viene trasformata



PIROLISI

300-600°C, no ossigeno, catalizzatori



fase liquida (olio): alla raffinazione e **riciclo**
 fase gassosa (Syngas): idrogeno, metano,
 idrocarburi leggeri; **combustibile**
 frazione solida: carbonio **combustibile**

pirolisi
senza ossigeno,
niente CO₂
costoso (energia)

COMBUSTIONE NEI TERMOVALORIZZATORI

plastica + O₂  CO₂ + H₂O +

calore: – vapore, elettricità
– teleriscaldamento

trattamento dei fumi

- 1) T > 850°C ossidazione di diossine e dibenzofurani
- 2) elettrofiltro: campo elettrico, abbate il 99% delle ceneri grossolane
- 3) neutralizzazione: alcali per abbattere acido cloridrico (PVC)
- 4) carbone attivo: cattura metalli pesanti (da additivi)
- 5) filtri a tessuto: bloccano fisicamente polveri sottili
- 6) convertitore catalitico abbattimento degli ossidi di azoto

monitoraggio in tempo reale (ARPA) dei fumi prima dell'emissione

trattamento delle ceneri

25% in peso del materiale originale ceneri pesanti: edilizia
ceneri leggere: siti speciali



Vienna, inceneritore Spittelau
Design: Hundertwasser

Copenhagen,
TV Amager Bakke



ma...



Milano, Silla2

M. Ammendola e S. Parisi, "L'inganno dei termovalorizzatori", 2012:

*Fra tutti gli impianti e **sistemi ecodistruttivi** inventati dall'uomo, gli inceneritori di rifiuti...rappresentano il simbolo forse più perfetto di una "civiltà" **dominata dalla pulsione di morte...***

*...trasformare l'intero Pianeta in **una gigantesca camera a gas**, in un immane **forno crematorio...***

*... produrre: **diossine**, che ...
passano nel sangue e nella linfa, attraversano le barriere alveolare ed ematocerebrale e penetrano nelle sofisticate membrane che proteggono le nostre cellule."*



Gen. Jack D. Ripper, "Il Dottor Stranamore"

una risposta a alta priorità nella ricerca internet:

Alcuni tipi di plastica, come il PVC (policloruro di vinile), contengono **cloro**:
quando il PVC viene bruciato, il cloro si
combina con l'ossigeno per formare acido
cloridrico (HCl), un gas altamente corrosivo e
pericoloso.



aboliamo la plastica!

- senza plastica si fermano gli ospedali
- contenitori: le ceramiche costano dieci volte di più
il vetro è pericolosissimo (bambini, biberon...)
- un camion con 1000 bottiglie d'acqua :
vetro 300 kg, plastica 80 kg
- condutture e tubature in plastica, igiene
- infissi in PVC; meglio del legno a una frazione del costo
- isolanti nei circuiti elettrici
- imballaggi leggeri e duttili
- e così via

plastica, stime approssimative*:
riciclo, 40-50% (moolto ottimistica)
termovalorizzatori, 30-40%
discarica, 15-20%
ma...

***Sito che cerchi, numeri che trovi**

**problema n.1:
purtroppo la gestione dei rifiuti è un campo
largamente in balia attività illecite**



problema n.2:

**noi poniamo grande cura per cercare di riciclare
un paio di milioni di tonnellate/anno ma
i grandi produttori di rifiuti sono:**

India 1,5 miliardi abitanti

Nigeria 250 milioni

Indonesia 300 milioni

Cina 1,4 miliardi

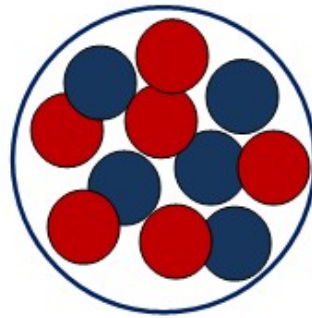
centinaia di migliaia di tonnellate all'anno

**è dannoso l'uso improprio
per non averla nel mare,
basterebbe non buttarcela**

**è inutile prendersela con la plastica:
chi inquina non è la plastica,
ma il genere umano**

seconda parte: i rifiuti nucleari

nucleo atomico: agglomerato di particelle



● protone

● neutrone

il numero dei protoni è il **numero atomico** (=numero elettroni)

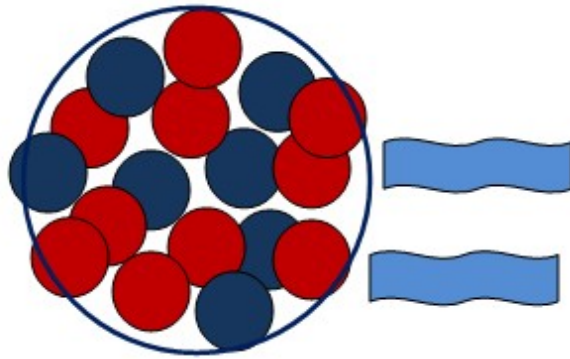
il numero dei protoni più i neutroni è il **peso atomico** (isotopi)

uranio235 92 protoni e $235 - 92 = 143$ neutroni 0,7%

uranio238 92 protoni e 146 neutroni 99%

in tutti i processi che trattiamo oggi
gli elettroni sono irrilevanti

decadimento **radioattivo** spontaneo: nuclei molto grossi



particelle (radiazioni)

alfa

beta

gamma ionizzanti, pericolo

scoperto da Henri Becquerel,
anche se poi se n'è impadronita madame Curie

decadimento radioattivo:
andamento esponenziale inverso
tempo di dimezzamento, $t(1/2)$
tempo nel quale la quantità di materiale si dimezza

differenze sorprendenti!

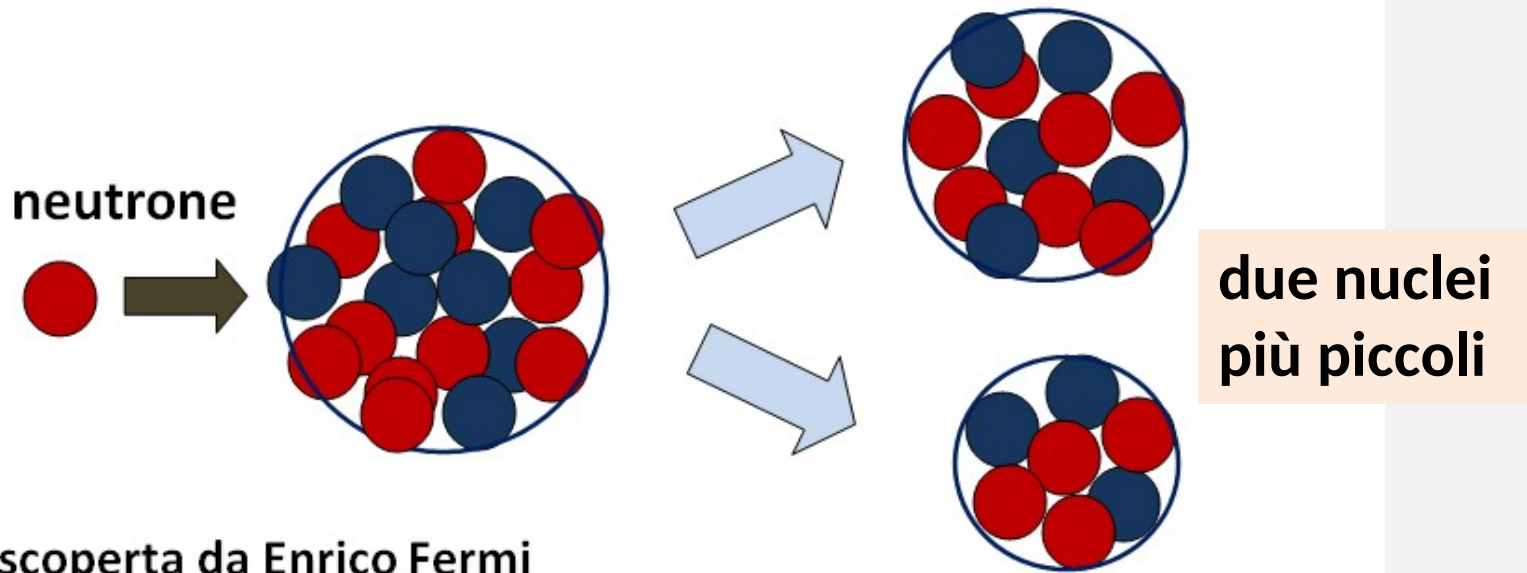
iodio 131 8 giorni

stronzio 90 29 anni

iodio 129 milioni di anni

In teoria, la scomparsa totale è a tempo infinito
per convenzione: scomparsa = $10 t(1/2)$

FISSIONE: rottura del nucleo



scoperta da Enrico Fermi
che però non se ne era accorto

poi Fermi costruì la prima pila nucleare (centrali) negli Stati Uniti

U238: non è fissile, U235 fissile va arricchito

4% centrale nucleare, 80% bomba nucleare

energia da difetto di massa $E = mc^2$ Einstein

le centrali nucleari: usano uranio per la fissione

pro:

- 1 kg di uranio (50 cm^3) può produrre l'energia per far bollire 900,000 tonnellate di acqua
- **non c'è emissione di anidride carbonica**

contro:

- costose e lunghe da costruire (investimento)
- problema del trattamento delle scorie radioattive
- pericolo incidenti
- **rifiuto a priori della popolazione interessata**

Primi rifiuti nucleari, a monte della centrale:

1) uranio impoverito

U(238) che avanza dopo l'arricchimento

alta densità, mezzo bicchiere = 1 chilo

testa delle mazze da golf, piani di coda degli aerei

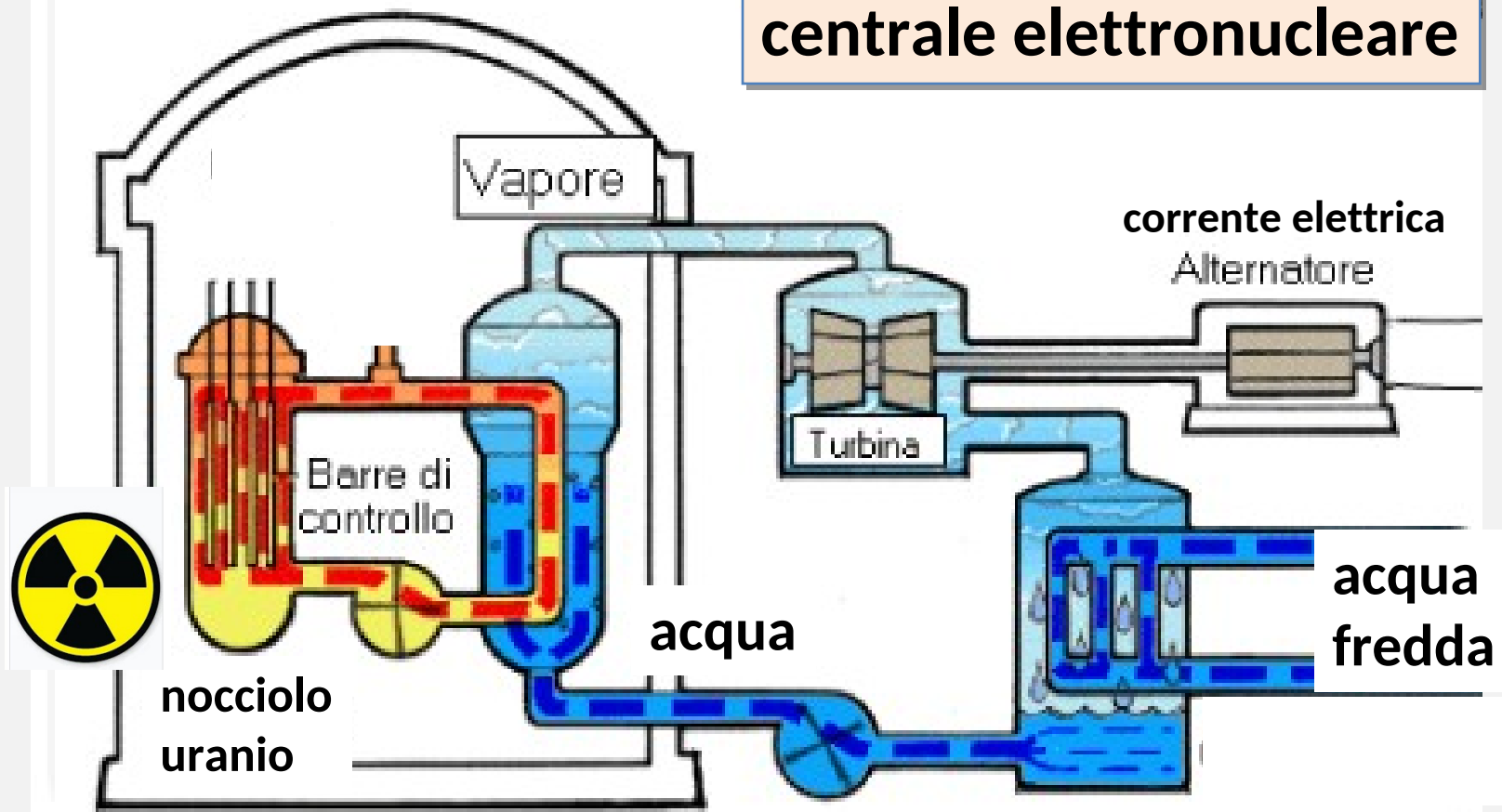
rende penetranti i proiettili di artiglieria

pericoloso se ingerito, scandalo prontamente soffocato

2) scorie dell'estrazione di uranio dal minerale

1 kg Uranio : 7 tonnellate di ganga

centrale elettronucleare



ex centrali nucleari italiane, 200-800 Megawatt

**Trino 1965-1987 era la più grande del mondo,
Latina 1963-1987, Garigliano 1964-1982,
Caorso 1978-1986,
Montalto di Castro, costata 10,000 miliardi
e mai entrata in funzione**

**Andreotti e De Mita ordinarono la chiusura totale
1990: decisione irrazionale sotto la spinta di Cernobyl**

Stato	centrali attive
USA	92
Francia	56
Cina	55
Russia	37
Giappone	33
India	22
Canada	19
Ucraina	15
Regno Unito	11
Spagna	7
Belgio	7
Svezia	6
Svizzera	4
Germania	3
Olanda	1

fatti:

- l'Italia è l'unico Paese industriale che non ha centrali nucleari;
- la Francia con 50 centrali paga l'energia elettrica la metà di noi;
- con 165 impianti nucleari in Europa di cui 27 entro 200 km dai nostri confini, **l'Italia è comunque un paese a rischio nucleare**

dati al 2022

Rifiuti nucleari pericolosi ("alta intensità")

1) prodotti **radioattivi** nel nocciolo della centrale

- iodio **131**, Xenon 135 volatili $t(1/2)$ pochi giorni
- Cesio 137, Stronzio 90 emivita circa 30 anni
- Tecnezio 99, Iodio **129** **milioni di anni**

2) prodotti transuranici di cattura neutronica
sono atomi più pesanti dell'uranio

- Plutonio, Americio, Curio centinaia di migliaia di anni

**trattamento dei rifiuti a alta intensità:
5% della massa, ma 95% della radioattività**

- raffreddamento in vasca 3-10 anni**
- stoccaggio in contenitori di acciaio e cemento**
- riciclo: consente di estrarre l'uranio residuo e riciclarlo
costoso e difficile, lo fa solo la Francia**



**ambiente
di centrale nucleare**

stoccaggio dei fusti



a conti fatti:

**gran parte dei rifiuti nucleari prodotti dalle centrali
sono ancora conservati in loco,**

in Italia: La SOGIN (1999)*

**Società Gestione Impianti Nucleari,
dopo trent'anni
ha combinato poco
o niente, e noi paghiamo
i loro stipendi con
una voce in bolletta**



**il Direttore di Sogin è un ex dirigente bancario
che di radioattività ne sa come di sanscrito (Corriere del 19/10 u.s.)**

la soluzione finale sarebbe:

DGP Deposito Geologico Profondo

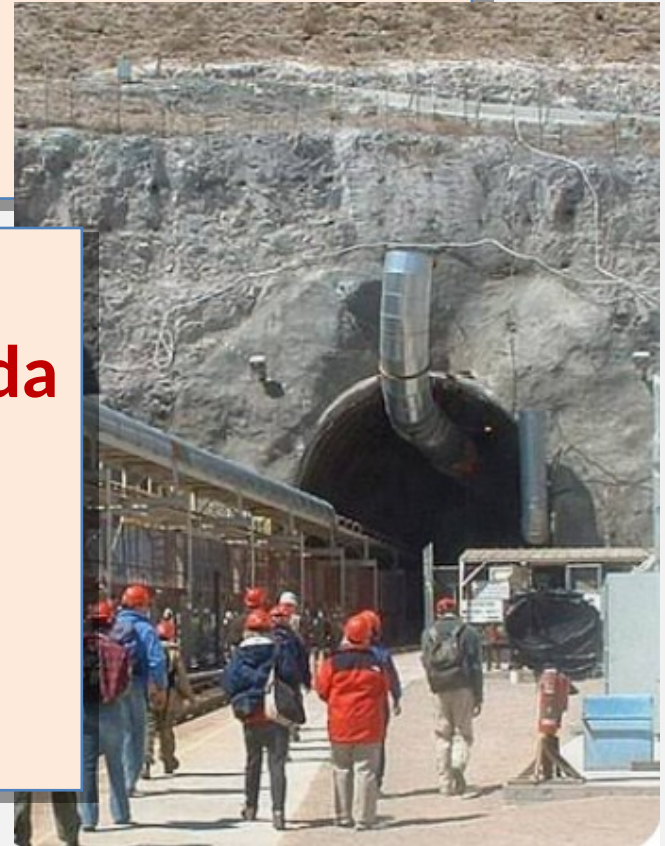
contenitori a alta tenuta a profondità di 600-1000 metri
in caverne di roccia;

al momento attuale ce n'è solo uno,
a Onkalo in Finlandia

una vicenda esemplare

DGP di Yucca Mountain, Nevada

dopo 15 miliardi spesi in progetti
e un decennio di battaglie legali
il progetto è stato accantonato
per l'opposizione locale



però...

un po' di prospettiva storica...

Isole Farallones, 48 km a ovest da San Francisco

anni 1960, Marina degli Stati Uniti:
buttati a mare 50,000 barili di rifiuti nucleari
profondità: appena 100 metri



oggi sono un santuario ecologico
per pesci e uccelli

bum!...



chi se ne ricorda?

tra il 1950 e il 1980 Francia, Stati Uniti, Cina...
hanno condotto centinaia (migliaia?) di test nucleari nell'atmosfera,
con contaminazione di intere popolazioni,
fallout di rifiuti nucleari per migliaia di chilometri....
... e quelli a lunga scadenza sono ancora lì...

**il nucleare è sporco,
ma la CO₂ ci sta soffocando**



**rinnovabili: i Data Center
con le palette a vento?**



**bruciare idrocarburi
per l'elettricità delle auto elettriche?**

è inutile insistere: la gente non si fida

**referendum 2011: Abrogazione delle norme
che consentivano a produzione di energia nucleare in Italia.
Affluenza: 54,79%, quorum abbondante, Voti "Sì": 94,05%**

il governo attuale "se ne frega" e le ripropone

- per confronto:

**estate 2026, proposta di termovalorizzatore in Val Bormida
18 sindaci su 18 hanno formato una catena umana**

una centrale nucleare nel mio Comune?
ha ha ha...!

il festival della chiacchiera

35 ECONOMIA |

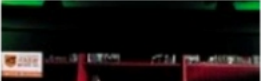


Andrea Bombardi (Rina)	Roberto Candela (Eoss)	Alberto Carone (Edison Next)	Ivo Roberto Cassetta (Milano Serravalle)	Andrea Maria Felici (Dee Mase)	Federica Minozzi (Iris Ceramica)	Carlo Napoleoni (Bcc Iccrea)	Sandro Pettinato (Unioncamere)	Marco Santucci (Jameel Motors Italia)	Maurizio Turci (Italmatch Chemicals)	Alberto Zorzan (Gruppo Atm)
---------------------------	---------------------------	---------------------------------	---	-----------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	--	---	--------------------------------

«Nucleare, serve un quadro europeo»

L'appello delle imprese al talk di Rcs Academy
La necessità di competenze sempre più qualificate

La transizione sostenibile è ormai una leva di competitività industriale e autonomia strategica per l'Europa. È quanto emerso dalla seconda



tolineato che «bisogna fare investimenti importanti per permettere alle aziende di rimanere sul mercato». Una sfida che riguarda soprattutto le

Alberto Carone di Edison Next ha definito «i circa 10 milioni di punti luce presenti attualmente in Italia, un'infrastruttura capillare attraverso

rischio:
spendere soldi importanti per qualcosa
che può essere travolto in pochi mesi
da un referendum improvvisato



Raccolta firme per la richiesta di...
Città di Nichelino



SÌ ALL'ITALIA
UNITA LIBERA GIUSTA



**Ringrazio Riccardo Mortara
per l'aiuto con l'intelligenza artificiale**

**la presentazione può essere scaricata da
www.angelogavezzotti.it**