

Energia e processi di produzione

Prof. Vincenzo De Felice

Energia e processi di produzione

1

Tutti noi abbiamo la chiara consapevolezza che il riscaldamento, l'illuminazione e i trasporti consumano energia ma sono tuttavia indispensabili alla qualità della nostra vita.



2

Immagazzinamento di CO₂

- i) immagazzinamento in depositi geologici attraverso la reazione tra CO₂ (che è un gas) e l'ossido di magnesio (che è un solido) per formare carbonato di magnesio (che è un solido);***

- ii) la seconda possibilità prevede l'immagazzinamento in bacini sotterranei in forma liquida per le alte pressioni***

3

Fonti principali di energia:

- **il *petrolio*** presente nel nostro continente o importato da altre parti del mondo (circa 40 anni);
- ***gas naturale*** (circa 60 anni);
- ***carbone*** (più abbondante ma con un maggiore impatto ambientale);
- ***l'energia nucleare*** – fissione e fusione nucleare (...)

L'IMPORTANZA DEL PETROLIO NELLA SOCIETÀ MODERNA



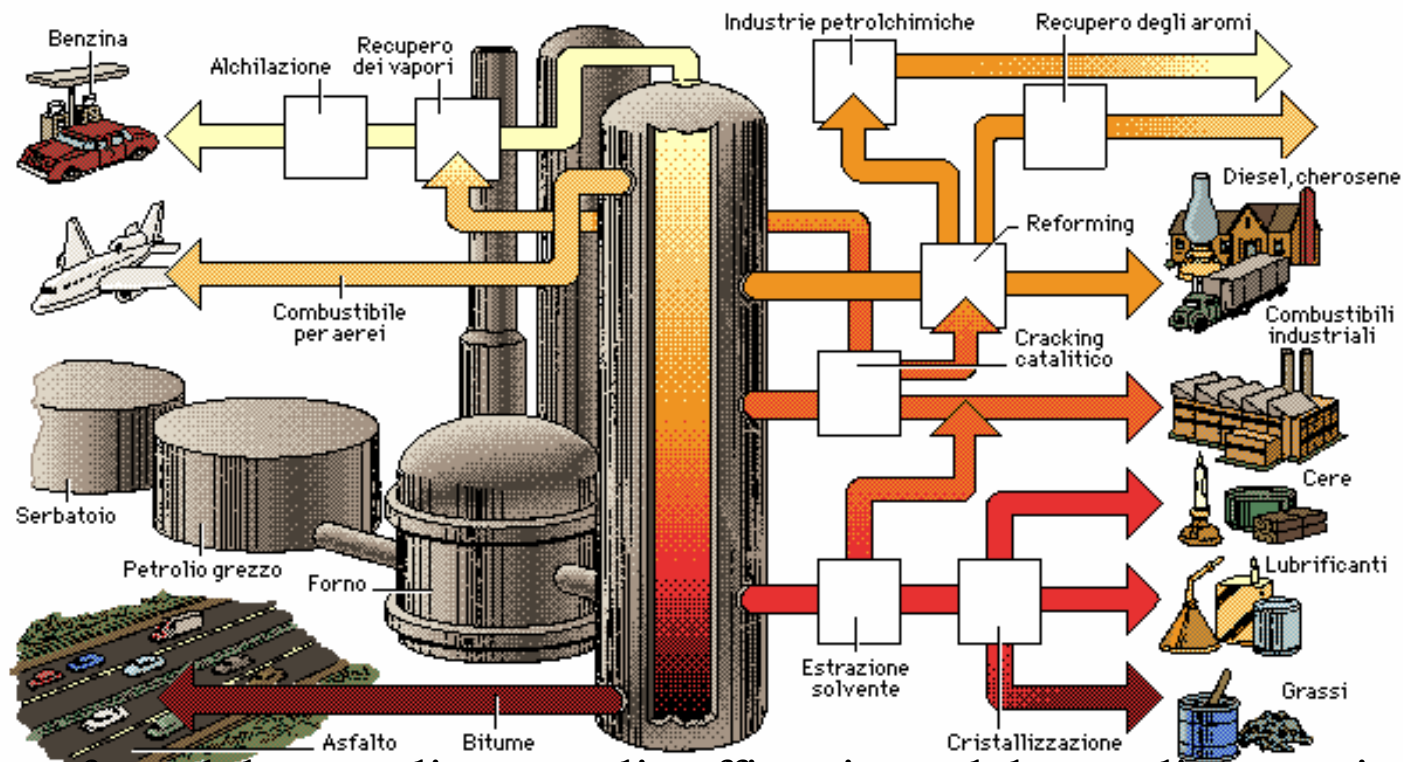
Piattaforma petrolifera



"Marea nera"



Incendio di pozzi petroliferi



La prima fase del procedimento di raffinazione del petrolio greggio è la separazione delle componenti di diverso peso molecolare attraverso una colonna di distillazione in cui si sfrutta la diversa temperatura di ebollizione.

Il gas naturale

Il gas naturale si conferma come la fonte a crescita più rapida nei consumi energetici mondiali.

Il consumo di energia da gas ha superato quello dal carbone nel 1999 (23% del consumo totale e si prevede che arriverà al 28% entro il 2020).

Distribuzione dei giacimenti

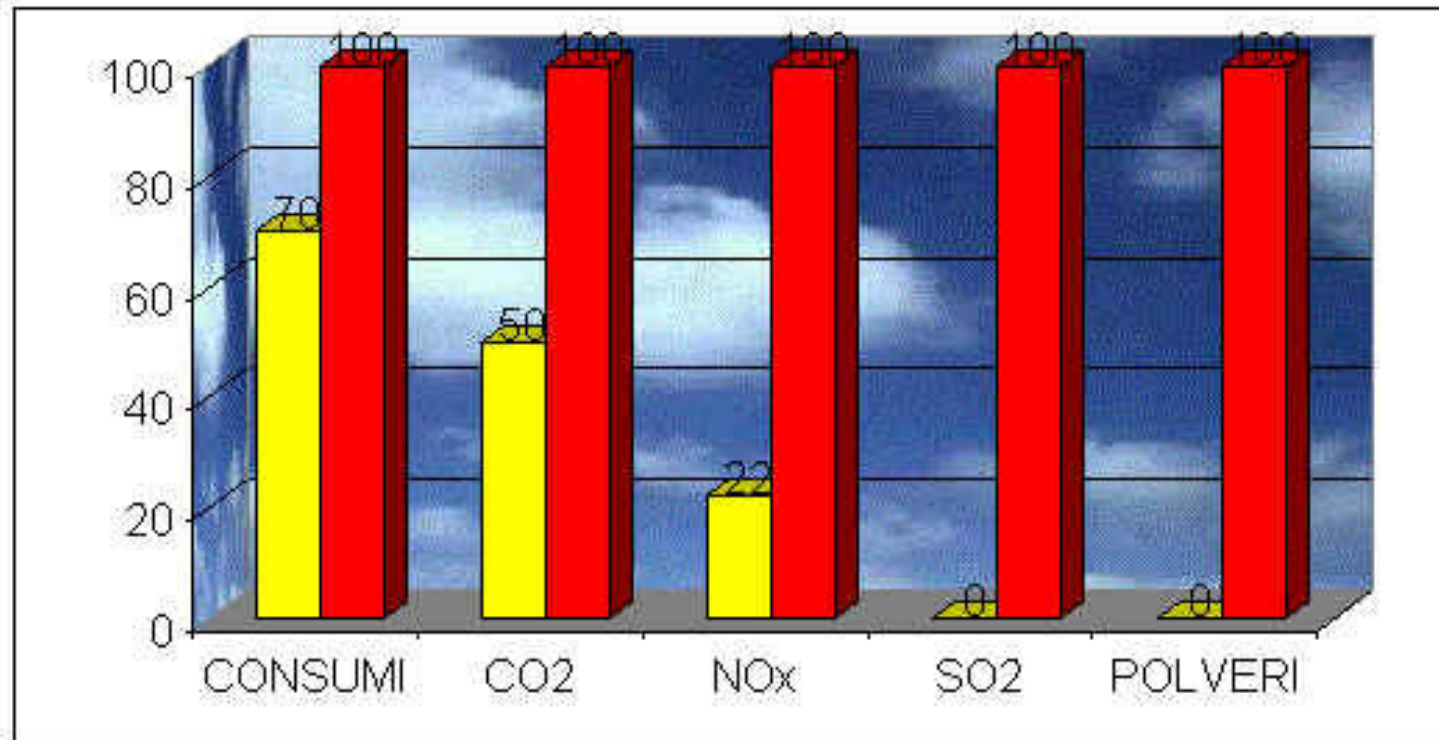
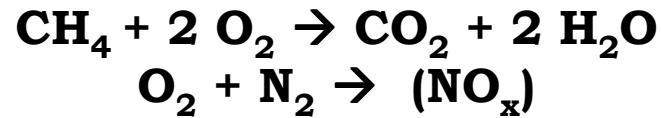
Si trovano per la maggior parte (circa il 70 % delle riserve totali) distribuiti nei Paesi del Medio Oriente e nei Paesi dell'ex Unione Sovietica.

COMPOSIZIONE DEL GAS NATURALE

Località	Metano CH₄	Etano C₂H₆	Propano C₃H₈	Butano C₄H₁₀	C₅₊	H₂S	CO₂
Italia(Ravenna)	99,5	0,1	0,4	0,2			0,9
Gran Bretagna	92,6	3,6	0,9	0,4	0,3		
Norvegia	90,9	5,9	1,1	1,1	1,1		1,5
Arabia Saudita	59,3	17,0	7,9	2,6	1,1	1,6	10,1
Iraq(Kirkouk)	55,7	21,9	6,5	3,9	1,2	7,3	3,0
Iran	76,1	11,1	6,1	2,2	1,1	0,3	3,1
ExUnione Sov.	85,3	5,8	5,3	2,1	0,2		0,4
Usa-Can	88,7	7,0	1,9	0,3			0,6
Messico	46,0	0,6	0,6	0,6	0,6	2,2	48,8

7

COMBUSTIONE DEL METANO

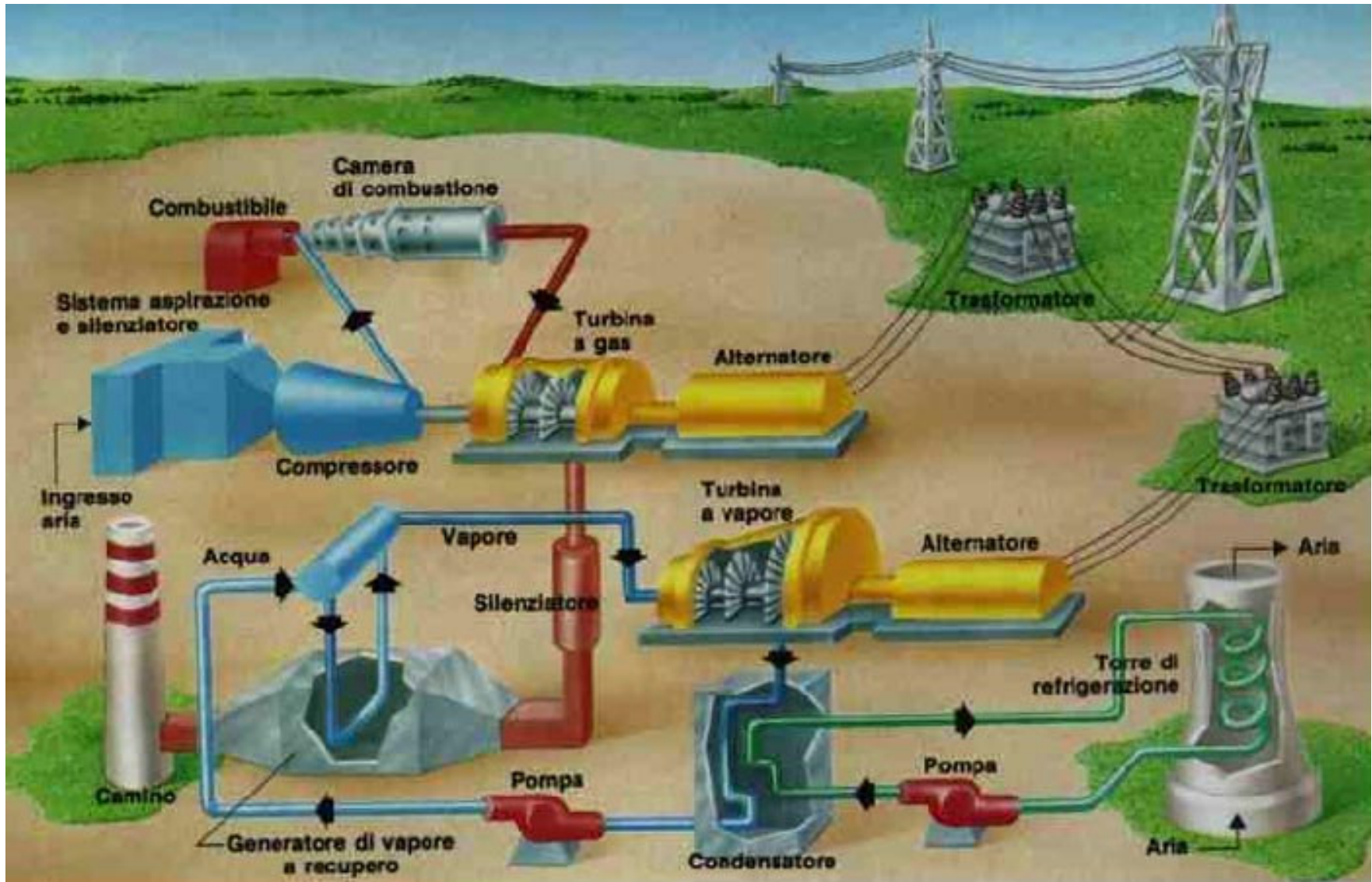


Consumi ed emissioni

- **di una centrale a ciclo combinato a gas (in giallo)**
- **di una centrale ad olio combustibile della stessa potenza (in rosso).**

8

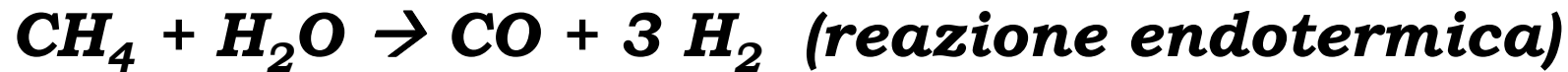
Nella figura è illustrato il principio di funzionamento della centrale a ciclo combinato.



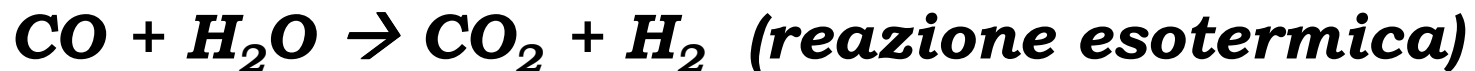
9

“Steam reforming” ($T \approx 800 \text{ }^\circ\text{C}$; $P \approx 2,5 \text{ MPa}$)

- **Prima fase:** decomposizione del metano in idrogeno e monossido di carbonio.



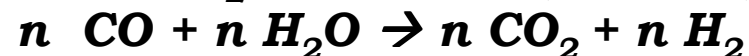
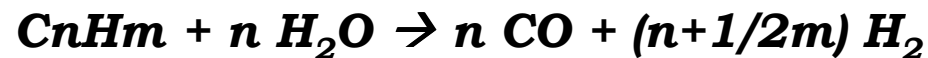
- **Seconda fase:** il monossido di carbonio e l'acqua si trasformano in biossido di carbonio ed idrogeno:



La reazione complessiva è: $\text{CH}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2$

Attualmente il processo SMR non è economicamente conveniente ma la miscela gassosa prodotta potrebbe essere utilizzata nelle celle a combustibile.

Per idrocarburi più pesanti:



CARBONE

A partire dal carbone si hanno le seguenti reazioni: **$C + H_2O \rightarrow CO + H_2$**

Con altro vapore a 500 °C e un catalizzatore a base di ossidi di ferro si può ottenere idrogeno anche dall'ossido di carbonio:



La reazione globale è:



- Processo Fischer-Tropsch

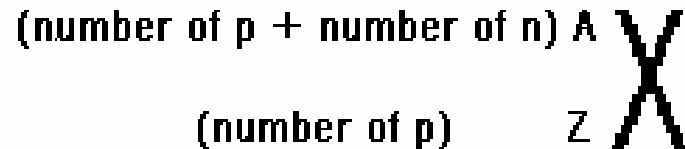
**$CO + H_2$ (+cat.) \rightarrow miscela utilizzabile come
"benzina"**

L'Energia nucleare è una forma di energia immagazzinata nel nucleo dell'atomo, nei legami che tengono uniti protoni e neutroni

-Protoni, il cui numero è indicato dal numero atomico Z ;

-Neutroni, il cui numero è ottenuto dalla differenza tra il numero di massa e quello atomico $A-Z$;

-La somma di neutroni e protoni è indicato dal numero di massa A ;

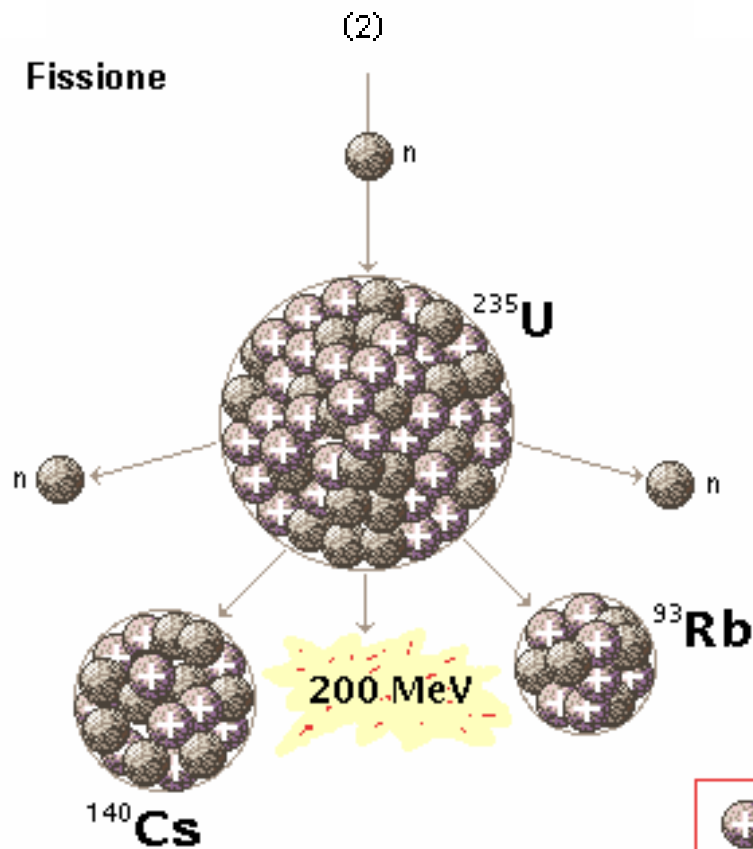
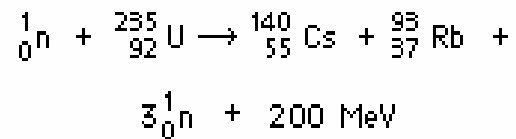


Nelle reazioni nucleari, parte di questa energia viene liberata all'esterno.

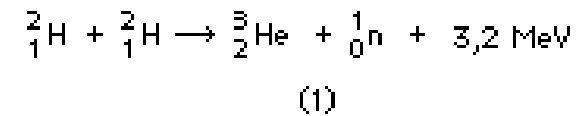
Ad esempio l'espressione ^{235}U , rappresenta l'isotopo dell'uranio di numero di massa 235 (per l'uranio -U- il numero atomico Z vale 92).

Isotopi: due atomi con lo stesso numero atomico, che individua l'elemento chimico, se hanno però un diverso numero di massa e quindi un diverso numero di neutroni, si dicono isotopi.

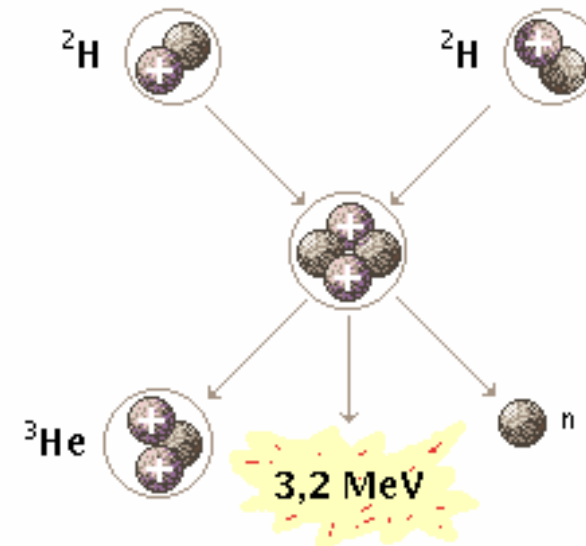
FISSIONE NUCLEARE



FUSIONE NUCLEARE



Fusione



Nei reattori nucleari a fissione vengono indotte, sostenute e controllate reazioni a catena di fissione dell'uranio 235

Vantaggi

La quantità di energia è di gran lunga maggiore di quella che si ottiene da qualunque reazione chimica (e quindi anche dalla combustione), cioè dalle trasformazioni che coinvolgono solo la parte più esterna dell'atomo.

Nella combustione del petrolio, ad esempio, 1 kg di combustibile produce una quantità di calore che corrisponde a circa 1,6 kilowattora; in una tipica reazione nucleare di fissione, invece, la stessa quantità di uranio 235 sviluppa calore equivalente a 18,7 milioni di kilowattora (circa 11 milioni di volte).

Il costo di produzione dell'energia nucleare viene stimato essere in assoluto il più basso di tutte le fonti di energia, rinnovabili e non rinnovabili.

Svantaggi dell'energia nucleare

- elevato livello di radioattività in tutte le fasi del processo produttivo, dalla reazione di fissione vera e propria fino allo smaltimento delle scorie radioattive (anche se si calcola che i rifiuti generati dalla combustione del carbone ammonterebbero a una quantità in peso 200.000 volte superiore);***
- inoltre, per quanto molto piccolo, e per quanto i sistemi di sicurezza e controllo siano sempre più affidabili, rimane sempre il rischio di gravi incidenti (Černobyl del 26 aprile 1986).***

15

Risorse naturali rinnovabili:

- sfruttamento delle correnti d'aria (vento) e dell'acqua;***
- trasformazione diretta delle radiazioni solare;***
- altre fonti minori: utilizzazione di biomassa e CDR (combustibili da rifiuti)***

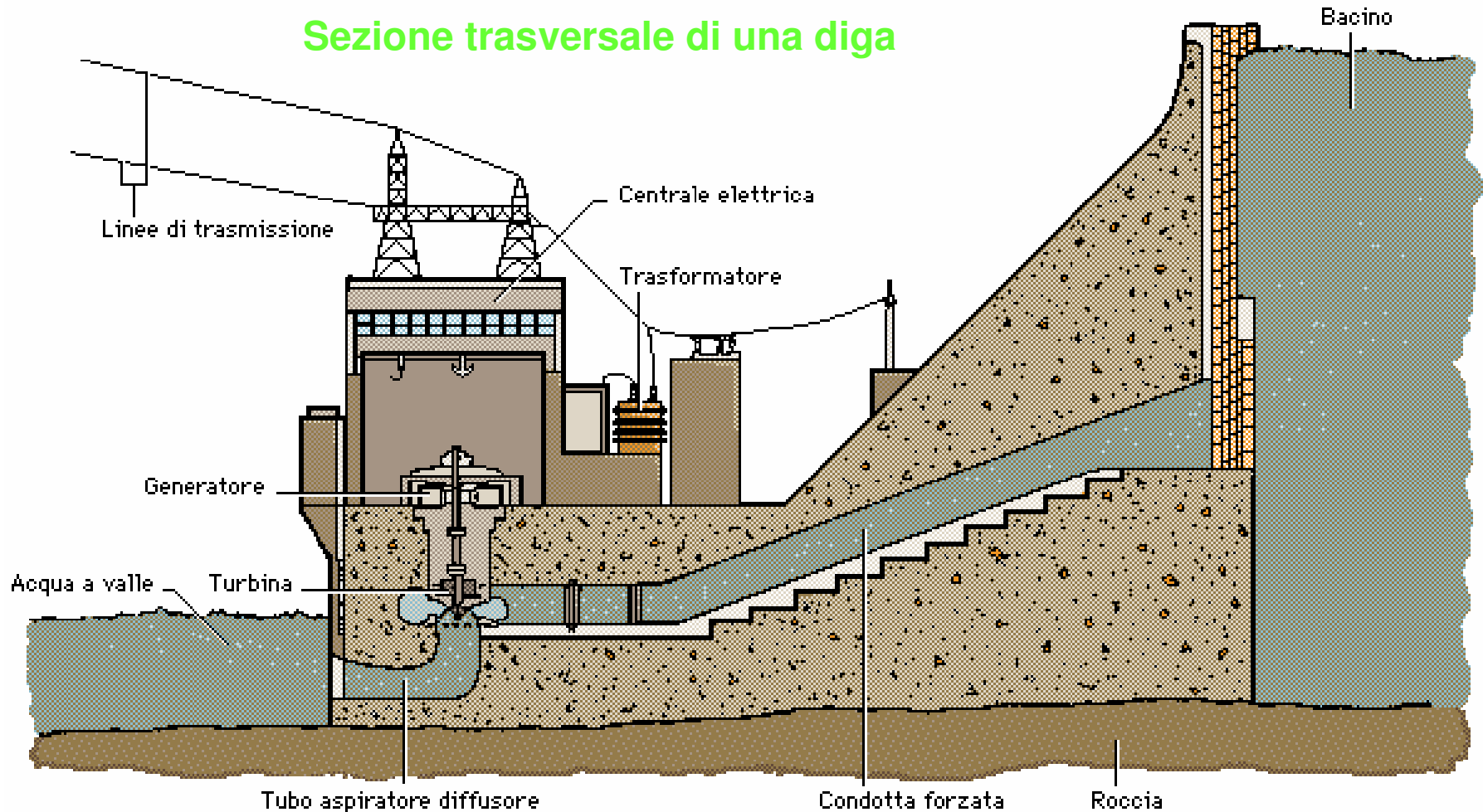
Energia eolica: Energia dalla forza esercitata dal vento sulle pale di un'elica, montata su un albero rotante.

L'energia eolica è una fra le più antiche forme di energia: i persiani utilizzavano turbine eoliche ad asse verticale già nel VII secolo per irrigare i terreni coltivati e macinare il grano. (I mulini a vento si sono diffusi in Europa durante il XIV secolo, innanzitutto nei Paesi Bassi)

Si sta esaminando la possibilità di sfruttare le correnti marine che, oltre ad essere più potenti, hanno anche il vantaggio di essere più stabili. L'acqua che si muove alla stessa velocità dell'aria produce energia mille volte maggiore.

Nello stesso ambito possiamo ricordare l'Energia idraulica sfruttata nelle centrali idroelettriche. Forma di energia ottenuta mediante la caduta d'acqua attraverso un dislivello.

Sezione trasversale di una diga

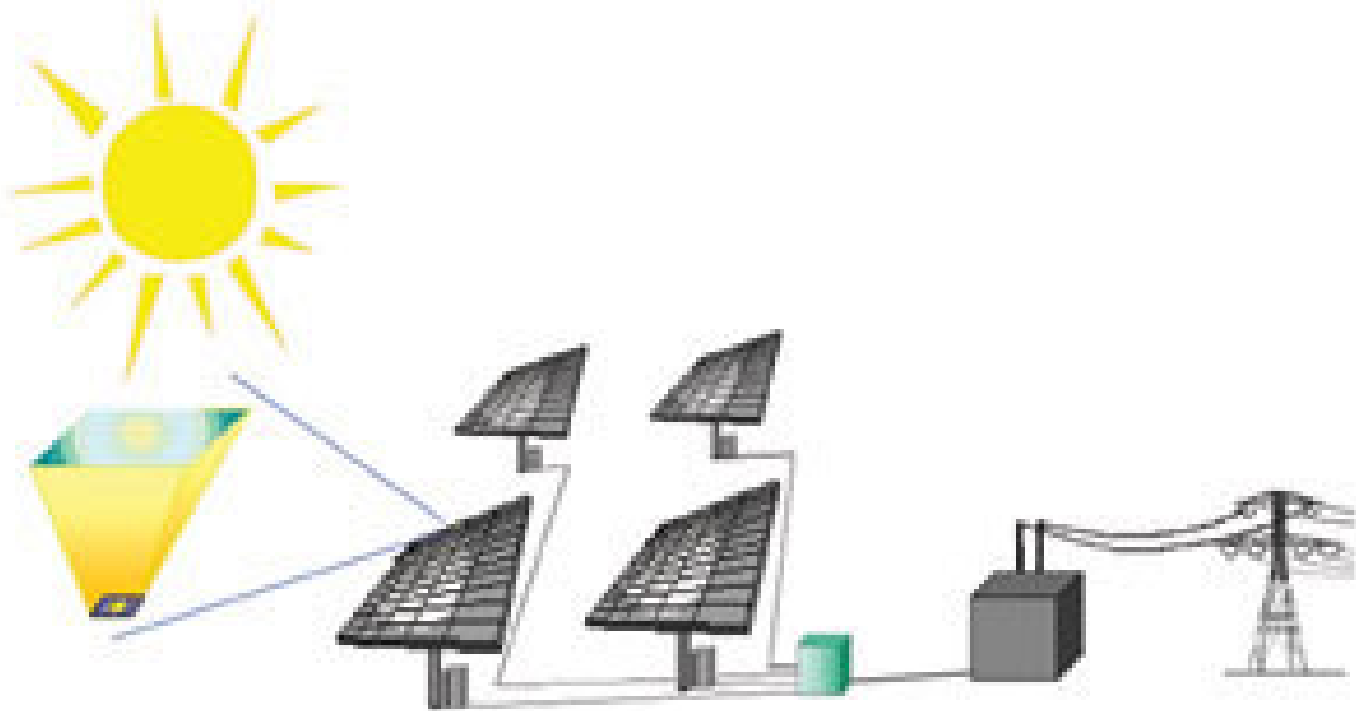


La diga è uno sbarramento posto lungo un corso d'acqua in modo da creare una riserva utilizzabile per la produzione di energia elettrica. In una centrale idroelettrica l'acqua proveniente da una condotta forzata aziona una turbina; quest'ultima trasforma l'energia potenziale e cinetica del flusso in energia meccanica che alimenta i generatori di corrente.

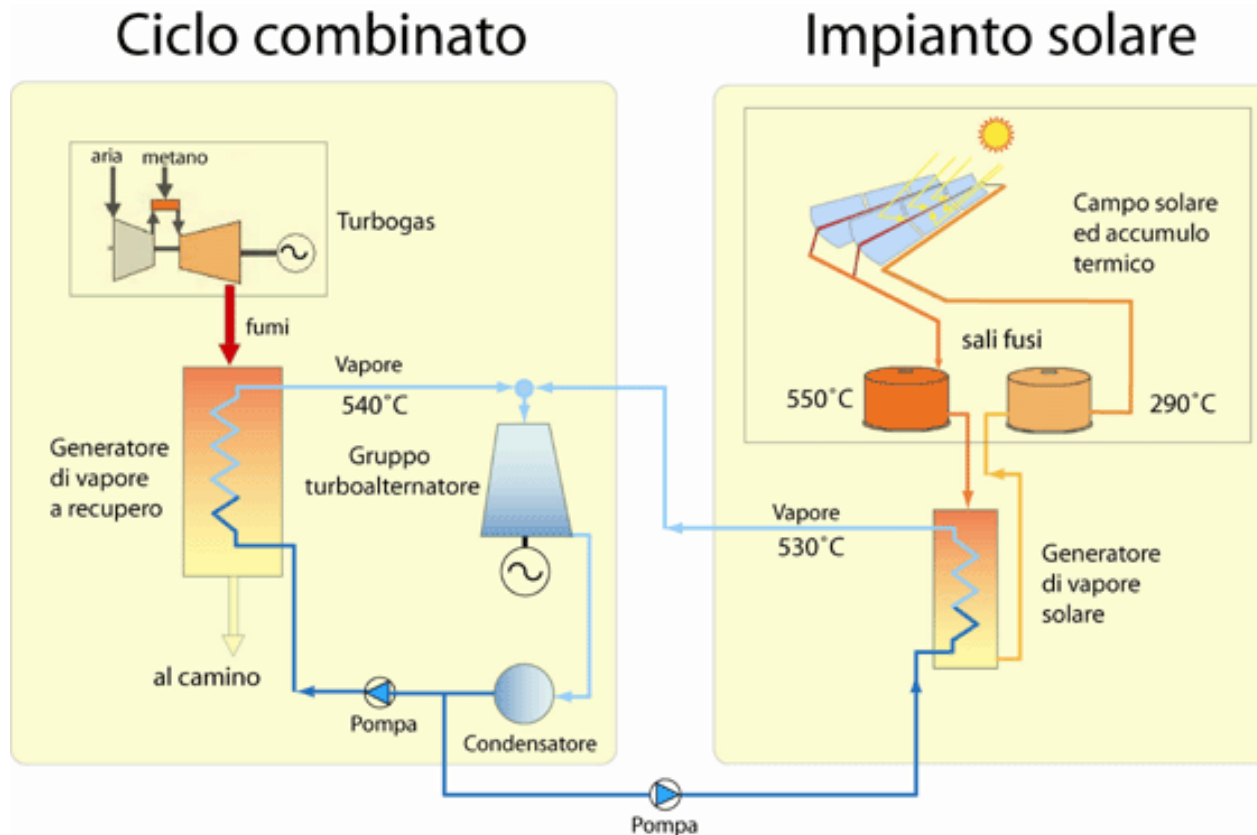
Energia solare

Il sole ci inonda di energia ma la cattura, la trasformazione e la distribuzione di questa energia “gratuita” è una vera sfida . E’ attualmente in fase di studio il fotovoltaico a concentrazione e la sua maggiore potenzialità rispetto al fotovoltaico convenzionale (piano), per la competitività economica con le altre fonti di energia.

“è come se le celle fossero investite non dalla radiazione proveniente da un unico sole ma da 100. 200 o più soli”



Progetto "Archimede": l'integrazione tra due sistemi



Archimede utilizzerà una tecnologia ad alto rendimento che produrrà energia elettrica dal sole sempre, anche di notte e quando il cielo è coperto, grazie a una miscela di sali in grado di conservare a lungo il calore raccolto durante il giorno.

Le fonti di combustibili non fossili

Biomassa: materia organica costituente gli organismi viventi, sia animali che vegetali, prodotta attraverso la fotosintesi clorofilliana; l'impiego di tale materia prima a fini energetici è attualmente molto sostenuto, sia perché le biomasse rappresentano una fonte energetica rinnovabile, sia perché le biomasse nel bilancio complessivo non danno luogo ad "emissioni di anidride carbonica" dal momento che la quantità emessa, durante la combustione del materiale, è la medesima di quella assorbita durante la crescita

Studi in corso:

- **sviluppare processi e tecnologie per la produzione di biocarburanti liquidi;**
- **sviluppare processi e tecnologie per la produzione di idrogeno mediante reforming catalitico di oli di pirolisi;**
- **sviluppare, mettere a punto e caratterizzare un processo di gassificazione a vapore di biomasse per la produzione di syngas ad alto contenuto di idrogeno per la generazione di energia elettrica mediante celle a combustibile;**

GASSIFICAZIONE

Il processo di gassificazione consiste nella parziale ossidazione a 900-1000 °C, non catalitica, che ha l'obiettivo finale di produrre un combustibile gassoso, formato principalmente da idrogeno, ossido di carbonio e da idrocarburi leggeri come il metano.

Il materiale di partenza da trattare, "biomassa", può essere recuperato anche da adeguata selezione dei RSU

La *digestione anaerobica* è un processo di conversione di tipo biochimico, avviene in assenza di ossigeno e consiste nella demolizione, ad opera di micro-organismi, di sostanze organiche che produce un gas (biogas) costituito per il 50÷70% da metano e per la restante parte soprattutto da CO₂.

Il biogas così prodotto può essere utilizzato come combustibile per produrre calore o per produrre energia elettrica.

Per i trasporti

è essenziale andare verso forme di energia con elevato contenuto energetico per unità di peso e che presentino scarsi rischi, una agevole distribuzione, facile rifornimento ed utilizzazione.

*Al momento questa energia è fornita da combustibili liquidi, e lo sarà ancora almeno per il prossimo futuro e specialmente per quelli che sono i trasporti pesanti ed a lunga distanza, mentre per il traffico locale ed il traffico leggero in genere **il veicolo elettrico sarà sicuramente la scelta del futuro.***

25

L'idrogeno costituisce un vettore energetico utilizzabile già oggi sia per il trasporto di energia che per la generazione di elettricità o calore con ridotte emissioni locali.



Il grosso serbatoio dello “Space Shuttle” è diviso in due sezioni separate che contengono idrogeno ed ossigeno liquido. La grande quantità di energia viene prodotta dalla reazione:



Per la produzione di idrogeno:

- **l'elettrolisi** dell'acqua è il processo di produzione più utilizzato e più vecchio. La maggior parte degli impianti sono stati costruiti in prossimità di centrali idroelettriche dove è possibile utilizzare elettricità a basso costo. Dalla reazione si ottiene anche ossigeno puro ma i costi sono comunque elevati perché si utilizza energia elettrica:



Altri processi:

- **processo termodinamico** ($T = 2500-5000^\circ\text{C}$)

- **processo termochimico** ($T = 800-1500^\circ\text{C}$)

- **processi di generazione dell'idrogeno da sistemi biologici**, (alghe e batteri) che usano generalmente la luce solare.

27

Schema di impianto per la *produzione di idrogeno* costituito da un *impianto solare a concentrazione* che sviluppa l'energia necessaria per un impianto per la *decomposizione dell'acqua mediante processi chimici*.

