

Unità didattica _____

Energie alternative: energia solare, eolica, geotermica, biomasse, RSU

Obiettivi:

- 1. Osservazione e analisi della realtà tecnologica.**
 - a. Saper descrivere il funzionamento della struttura Derrick per l'estrazione del petrolio.
 - b. Saper indicare l'impatto ambientale delle varie fonti energetiche.
- 2. Conoscenze tecniche e tecnologiche**
 - a. Saper elencare nel giusto ordine i prodotti che si ottengono dalla distillazione del petrolio
 - b. Saper distinguere i carboni con più alto potere calorifico da quelli con basso potere calorifico.
 - c. Saper elencare alcuni Paesi dai quali importiamo gas metano e saper descrivere le lavorazioni che su di esso vengono svolte.
 - d. Saper descrivere la produzione e l'uso di biogas e saper elencare le materie prime utilizzate.
 - e. Saper descrivere la fusione e la fissione nucleare.
 - f. Saper indicare l'isotopo dell'uranio che è radioattivo e quindi utilizzabile nelle centrali nucleari a fissione.
- 3. Comprensione ed uso di linguaggi specifici**
 - a. Saper costruire l'istogramma, aerogramma circolare e quadrato, il diagramma cartesiano.

Lo sviluppo tecnologico, l'aumento demografico, l'industrializzazione sempre in espansione (ora anche nei Paesi in via di sviluppo) portano inevitabilmente ad una richiesta sempre crescente di energia.

Ciò da un lato pone il problema dell'esaurimento delle fonti disponibili di energia (carbone, petrolio, gas naturali e uranio) e dall'altro quello dell'inquinamento dell'ambiente a causa delle scorie di combustione e delle scorie radioattive.

Tutti i sistemi di produzione di energia che bruciano combustibili producono calore di scarto, che viene scaricato sia nell'aria, con i gas di scarico, sia nell'acqua del ciclo di raffreddamento degli impianti e che poi è riversata (anche se tiepida) nei fiumi, nei laghi, nel mare, con effetti indesiderati sull'equilibrio della vita negli ecosistemi.

Letture

"Energie pulite, il punto "

di E. Troina in Scuola e Ambiente, agosto 2002

"Il clima sta cambiando e l'uomo, con le sue attività, ne è il principale responsabile". A fare questa affermazione è l'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) che è un organismo intergovernativo incaricato dalle Nazioni Unite di studiare le cause dei cambiamenti climatici, i loro potenziali effetti sul pianeta e di trovare soluzioni per cercare di contenere ciò. I risultati dell'ultimo studio prodotto dall'IPCC riportano che il riscaldamento del globo terrestre, prodotto dalle emissioni dei gas serra, causerà entro il 2010 un aumento della temperatura della Terra compreso tra il 1,4°C e i 5,8°C e ciò comporterà lo scioglimento dei ghiacciai, fenomeno peraltro già in atto, su vasta scala provocando un innalzamento del livello dei mari con conseguente sommersione di molte aree densamente popolate e l'inquinamento delle falde idriche costiere. Questo significa che dovremo cambiare velocemente rotta se vogliamo conseguire i risultati richiesti dal Protocollo di Kyoto in termini di riduzione di emissioni di gas responsabili dell' "effetto serra". Come l'IPCC fa giustamente notare, essendo i gas serra prodotti dall'eccessiva quantità di biossido di carbonio, prodotto da tutti i processi di combustione, unita all'emissione di altri gas, come i clorofluorocarburi (CFC: composti di cloro e fluoro usati nelle bombolette spray e nei circuiti di raffreddamento dei frigoriferi), una delle strade da percorrere per contrastarlo è il massiccio ricorso al risparmio energetico, al contenimento dei consumi, all'utilizzo di motori termici ad alto rendimento, alla razionalizzazione degli impianti industriali, alla realizzazione di edifici ben isolati termicamente, al riciclaggio dei rifiuti e al recupero delle materie prime, alla riduzione dell'impiego di clorofluorocarburi e all'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, le cosiddette "energie pulite", perché queste sono a più basso livello di emissioni.

...Ovviamente non basterà intensificare l'utilizzo delle energie rinnovabili se vogliamo salvare il nostro pianeta dalla "catastrofe climatica", ma, come sostengono scienziati illuminati, dovremo fare molto di più iniziando con **l'adottare uno stile di vita che rispetti i limiti posti dalla natura.**

Ma cosa sono le fonti energetiche rinnovabili?

Si potrebbe definirle come quelle fonti di energia naturale in grado di riprodursi in un tempo minore o uguale del loro consumo. Vediamone alcune.

Energia Solare

Il Sole è certamente la fonte rinnovabile alternativa più interessante in prospettiva futura, infatti il Sole emette una sbalorditiva quantità di energia raggiante: la potenza di irraggiamento dei raggi solari equivale mediamente a $1\text{KW}/\text{m}^2$ di superficie irradiata, che corrisponde a circa cinque volte le riserve di combustibili fossili e fissili tutt'oggi conosciute.

Lo sfruttamento dell'energia solare presenta però alcuni inconvenienti di ordine pratico:

- è estremamente diluita, per cui occorrono enormi spazi per poterla raccogliere;
- è una fonte di energia discontinua, sia per l'alternarsi del giorno e della notte e delle stagioni, sia per le condizioni atmosferiche;
- la sua intensità varia da luogo a luogo in funzione della latitudine.

A causa di questi inconvenienti fino a qualche decennio fa questo tipo di energia non suscitava l'interesse dei ricercatori; la crisi energetica del 1973 tuttavia ha notevolmente stimolato la ricerca tecnologica per la messa a punto di sistemi di utilizzazione di questo tipo di energia che avessero un rendimento apprezzabile.

L'energia solare è sfruttabile attraverso differenti sistemi, sia in modo diretto, per *via termica* (per il riscaldamento degli edifici); sia in modo indiretto, per *via fotovoltaica* (convertendola in energia elettrica), mentre è ancora in fase di studio la sua utilizzazione per *via chimica*.

I pannelli solari-termici

L'utilizzo per via termica, avviene mediante l'impiego di speciali collettori, i *pannelli solari*, che vengono utilizzati per lo più come riscaldatori d'acqua per uso domestico o per il riscaldamento di serre in agricoltura.

Sono costituiti da una lastra piatta di rame o di alluminio, con una superficie nera esposta al sole e la faccia posteriore isolata con lana di vetro; anteriormente il pannello è ricoperto con una lastra di vetro, che impedisce che il calore sfugga dalla lastra captante e permette di ottenere l'effetto serra.

Il collettore capta la radiazione solare e la trasferisce, sotto forma di energia termica, ad un fluido (detto *termovettore*), che circola in una serpentina all'interno del pannello. Il calore, a questo punto, viene ceduto dal termovettore al liquido che si deve riscaldare, in genere acqua.

Si tratta di un sistema assai intelligente per produrre acqua calda a basse temperature, inferiori ai 100°C , utile per riscaldare edifici e sostituire i boiler elettrici.

Le centrali solari eliostatiche

La conversione dell'energia solare in energia termica ad alta temperatura per la produzione di elettricità è utilizzata nelle *centrali solari a torre e specchi*. Queste centrali sono formate da un sistema di specchi che riflettono l'energia solare su una grande caldaia, posta in cima ad una torre, che contiene acqua o un altro fluido. Sulla caldaia si concentra quindi una grande quantità di energia termica ad elevatissime temperature.

Il vapore prodotto dal riscaldamento viene convogliato su turbine a vapore di grande potenza, che azionano i generatori elettrici della centrale: così si ottiene energia elettrica.

In Italia lo studio e lo sfruttamento di questa fonte di energia è molto avanzato: la prima centrale solare a torre e specchi del mondo, che sfrutta i pannelli solari, fu costruita oltre 20 anni fa a Sant'Ilario (Genova).

Nel 1980, è entrata in funzione ad Adrano (Catania) Eurelios, un impianto di energia solare in grado di produrre la potenza di 1 megawatt (MW).

Fotovoltaico

La conversione fotovoltaica dell'energia solare in energia elettrica costituisce sicuramente uno dei più promettenti sistemi per sopperire al crescente fabbisogno di energia elettrica della nostra società, questo soprattutto per i suoi innumerevoli vantaggi che potremmo riassumere in: l'uso di una fonte primaria praticamente gratuita e disponibile ovunque (il Sole); un efficiente sistema di conversione diretta dell'energia solare in energia elettrica, senza bisogno di fluidi intermedi e di turboalternatori: le celle fotovoltaiche.

Queste sono delle vere e proprie pile solari, costituite da materiali fotoeccitabili, i semiconduttori come l'arseniuro di gallio e, soprattutto il silicio, che hanno la proprietà di emettere elettroni quando vengono colpiti da radiazioni luminose (fotoni).

Questi generatori trovano applicazioni in particolare nella alimentazione dei ponti radio, di rifugi alpini e di boe marine. Le più eclatanti applicazioni di questo tipo di batterie solari si sono avute sui missili o sui satelliti artificiali, che traggono da esse energia per il funzionamento delle loro apparecchiature.

L'inconveniente di queste celle è il loro costo elevato ed il loro scarso rendimento. Recentemente però alcuni ricercatori dell'Università di Stantford, hanno messo a punto una nuova cellula solare che ha fatto registrare una resa del 30% circa.

L'alta reperibilità del silicio impiegato per la costruzione delle celle; l'assenza di emissioni in atmosfera; il modesto impatto ambientale; il basso livello di manutenzione e l'assenza di rumore, fanno di questa fonte alternativa una delle più promettenti.

Energia eolica

E' dalla notte dei tempi che l'uomo sfrutta l'energia prodotta dal vento: navi a vela, mulini a vento ne sono i classici esempi.

Il vento è provocato dal movimento (di solito orizzontale) di una enorme massa d'aria, causato dall'azione dei raggi del Sole e dalla rotazione terrestre: si sviluppa così una notevole quantità di energia, che, ai nostri giorni, viene sfruttata dalle turbine eoliche. Tali turbine, convertendo direttamente l'energia cinetica del vento in energia elettrica, senza ricorrere ad alcun combustibile, costituiscono un efficiente sistema di produzione di energia elettrica che offre notevoli vantaggi quali l'affidabilità, nessuna emissione in atmosfera, costo del KWh prodotto competitivo con le fonti non rinnovabili.

Affinché l'energia eolica possa avere una utilizzazione pratica, occorre che gli impianti siano installati in zone caratterizzate da venti regolari e di adeguata intensità, in genere coste, promontori, isole.

I congegni che utilizzano la "forza viva" del vento sono i *motori eolici o aeromotori*, che sono installati su una torre metallica o in muratura, sulla cui sommità è posto un albero orizzontale rotante (*mozzo*) che presenta due o quattro pale metalliche orientabili (*rotori*).

Sulle pale del rotore il vento scarica la propria energia cinetica, che viene poi trasformata in energia meccanica e quindi in lavoro utile.

Si tratta comunque di impianti che producono inquinamento acustico e possono arrecare danno alla fauna avicola, ed è per questo motivo che devono venire collocati sul territorio con molta attenzione e tenendo conto della distanza dai centri abitati e lontano dai corridoi migratori abitualmente percorsi dagli uccelli. L'impiego di centrali eoliche è particolarmente vantaggioso presso comunità isolate (ad esempio su piccole isole o in zone montuose), alle quali risulta troppo difficile e costoso far giungere energia elettrica attraverso i normali canali di alimentazione. In Sardegna, l'Enel, ha progettato la centrale "Alta Nurra" della potenza di 500 kW, composta da dieci aerogeneratori della potenza nominale di 50 kW ciascuno, per usi agricoli e piccoli insediamenti residenziali, lontani dai grandi centri.

Bioenergia

In tutti i vegetali, sul nostro pianeta, è immagazzinata una certa quantità di energia dovuta al processo della fotosintesi; infatti durante questo processo (che permette la crescita e lo sviluppo della pianta) viene accumulata energia solare sotto forma di energia chimica.

Questa energia è presente, oltre che nelle piante, anche nei rifiuti agricoli, nei liquami, nella legna da ardere: la maggior parte dell'energia disponibile sulla superficie terrestre è costituita dalla bioenergia, che proviene dunque dall'azione combinata dell'irraggiamento solare e dei processi biologici ad esso collegati, che captano e fissano l'energia sotto forma di legami chimici all'interno della massa organica.

Biomasse

Per biomassa si intende qualunque sostanza organica, di origine vegetale ed animale, da cui sia possibile ottenere energia attraverso processi di trasformazione.

Fonti di questa sostanza sono l'insieme delle sostanze organiche prodotte dall'attività degli esseri viventi e cioè i prodotti e i residui del settore agricolo-forestale, i sottoprodotti e i rifiuti dell'industria alimentare, le deiezioni animali.

Due sono i sistemi di trasformazione delle biomasse in energia:

- *trasformazioni termochimiche, o pirolisi*, che consistono nello scaldare le biomasse per decomporle ed ottenere materiale combustibile;
- *trasformazioni biochimiche*, che consistono nel decomporre le biomasse attraverso *fermentazioni* ad opera di batteri: per fermentazione anaerobica si ottiene anidride carbonica e metano (biogas) mentre per fermentazione alcolica di piante ad alto contenuto zuccherino si ottiene alcol etilico.

Notevoli quantità di biogas possono essere prodotte utilizzando i rifiuti organici provenienti sia dalle aziende agricole (scarti di produzione) sia dagli allevamenti di bestiame (deiezioni animali). Tali rifiuti vengono posti in appositi recipienti a tenuta d'aria chiamati *digestori* dove, per opera dei batteri anaerobici metanogeni, ha luogo la fermentazione. Il biogas così prodotto è una miscela gassosa costituita per il 27% da anidride carbonica (CO₂), da altri gas, come ossido di carbonio (CO), idrogeno solforato (H₂S), idrogeno (H₂), ecc, presenti in piccole quantità, e per il 70% da metano (CH₄) che può essere usato come combustibile. Si tratta di una composizione abbastanza simile a quella del "gas delle paludi", reso noto con questo nome da Alessandro Volta nel 1776.

Come residuo si ottengono anche ottimi fertilizzanti e liquami fangosi, utilizzati per la coltivazione intensiva di piante a rapido sviluppo e ad altissimo contenuto proteico, fra cui il giacinto d'acqua e la felce acquatica. Queste piante, oltre che per l'allevamento del bestiame, vengono utilizzate anche per la produzione di biogas col sistema prima descritto: dalla fermentazione di 1kg di biomassa secca di giacinto d'acqua si ottengono 262 litri di biogas.

La combustione negli impianti produce energia termica, elettrica o entrambe: *cogenerazione*. Come è stato realizzato in via sperimentale nella città di Brescia, grazie alla cogenerazione è possibile sfruttare il calore prodotto dalla combustione, altrimenti disperso, distribuendolo alle abitazioni di interi quartieri, attraverso una rete di tubature nelle quali scorra vapore o acqua calda (teleriscaldamento). Il sistema della cogenerazione permette la produzione combinata di energia elettrica e di calore utile con un rendimento complessivo di circa il 90%.

Energocolture

Si tratta di vegetali coltivati appositamente su grandi estensioni al fine di ricavare sostanze organiche che, al pari degli idrocarburi petroliferi, possono essere utilizzate come combustibili. Tra gli altri ricordo la jojoba, dai cui fusti sgorga una miscela (gasolio vegetale) che può essere bruciata nei motori diesel senza apportarvi modifiche.

Altre piante invece vengono coltivate per la produzione di etanolo, che è un ottimo carburante dall'elevato potere calorifico (7.100 kcal/kg) e con un numero di ottano molto elevato (99), che sta a indicare un potere antidetonante particolarmente alto. L'etanolo è perfettamente miscelabile con gli idrocarburi, e ciò consente di miscelarlo con le benzine.

Oltre alla barbabietola e alla canna da zucchero, altre piante vengono sempre più intensamente coltivate per la produzione di etanolo e tra queste c'è il sorgo zuccherino. Che da sostanze zuccherine si possa ottenere alcol etilico è noto da migliaia di anni: la fermentazione alcolica è infatti il processo che permette la produzione di bevande come il vino e la birra, ma l'idea di utilizzare alcol etilico come carburante alternativo o come miscela per i motori si diffuse in Inghilterra e negli USA negli anni Venti, ma, dalla fine della Seconda Guerra Mondiale ad oggi non se ne è più parlato, a causa della grande abbondanza del petrolio.

Lo sfruttamento delle biomasse è ancora a livello sperimentale in attesa di una buona messa a punto delle tecniche che permettono di impiegare in maniera economicamente valida queste formidabili risorse di energia. Notevoli sono i vantaggi che questo tipo di energia presenta:

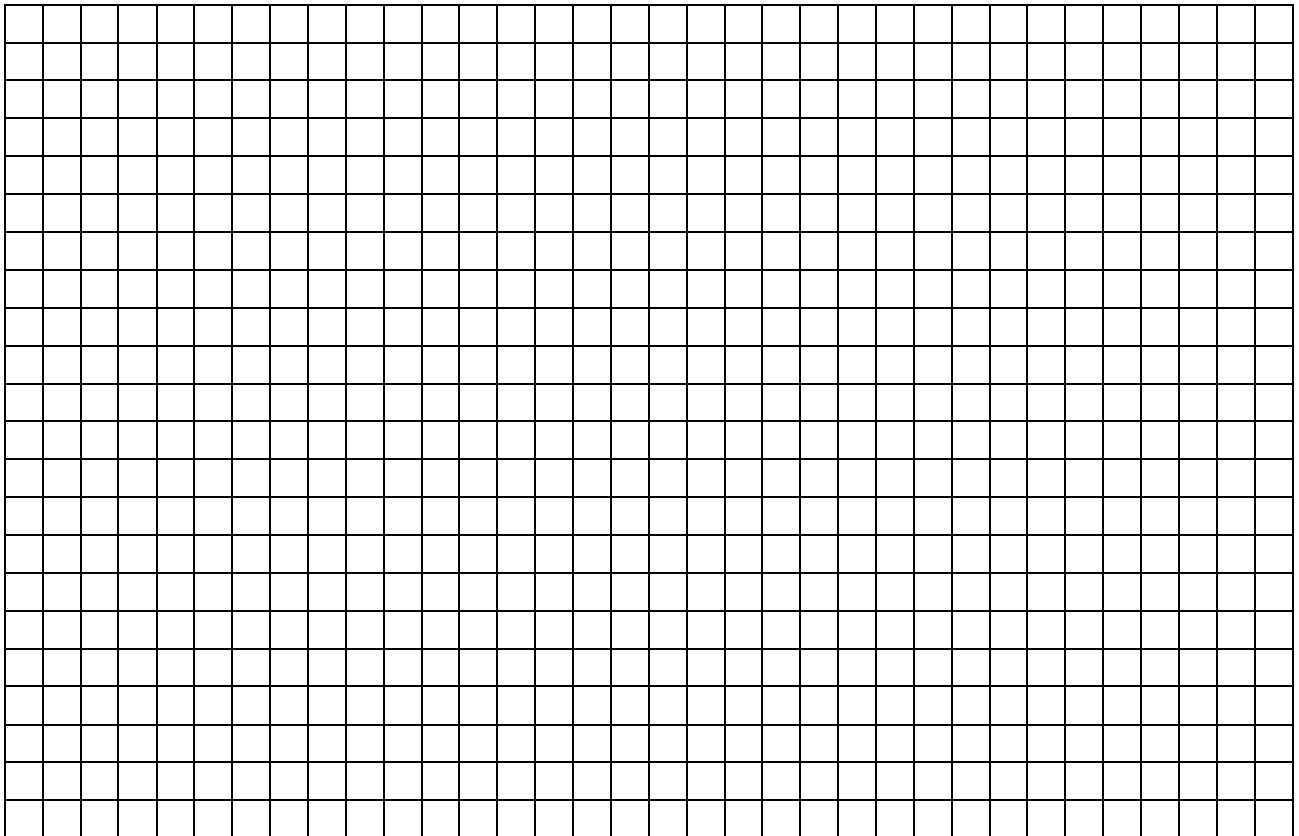
- è una energia rinnovabile nel tempo senza limiti di esaurimento;
- è decentrata, cioè suddivisa in miriadi di sorgenti sparse su tutta la superficie terrestre;
- può essere impiegata sul luogo stesso di produzione.

Per quanto permangano alcune difficoltà nello sfruttamento dell'alcol etilico, alcuni Paesi, come il Brasile, hanno sviluppato la tecnologia necessaria e in Europa si sta prendendo in seria considerazione l'ipotesi della fermentazione alcolica per la conversione del surplus agricolo. L'alcol così ottenuto potrebbe essere utilizzato per integrare la benzina.

Esercizio

La tabella che segue, evidenzia la produzione di alcol delle principali colture. Realizza un istogramma.

Tipo di coltura	Produttività (t/ha)	Produzione di alcol (l/ha)
Canna da zucchero (Brasile)	52,2	3630
Sorgo dolce (USA)	46,5	3554
Mais (USA)	5,7	2200
Manioca (Brasile)	11,9	2137
Sorgo da grani (USA)	3,5	1362
Frumento (USA)	2,1	773



Energia dai RSU (Rifiuti Solidi Urbani)

L'enorme produzione di rifiuti provocata dall'aumento demografico e da un ritmo di consumi sempre più galoppante è uno dei problemi più preoccupanti dell'impatto ambientale.

Ogni giorno consumiamo quantità ingenti di beni che, sia per la loro produzione sia per gli scarti connessi al loro uso, producono *rifiuti solidi urbani*.

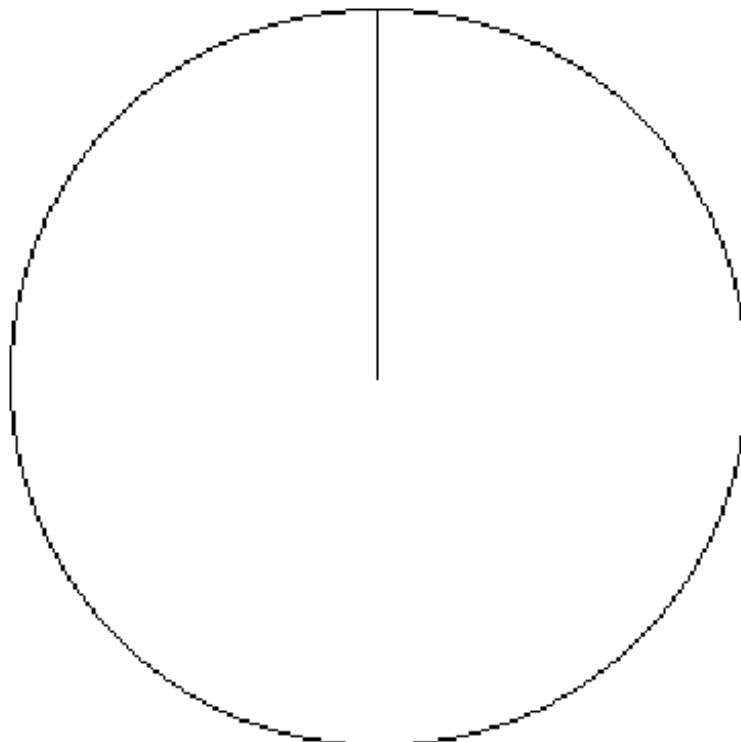
Un 1.500.000 di tonnellate di plastica, 1.200.000 tonnellate di vetro, 1.500.000.000 di lattine di alluminio, 55.000 tonnellate di farmaci scaduti e 300 g di pile pro-capite. Questi i consumi annui italiani di alcuni materiali oggetto di raccolta differenziata.

Pile, farmaci scaduti, contenitori di fitofarmaci, colori e vernici, bombolette spray e anche oli minerali sono i cosiddetti RUP (*rifiuti urbani pericolosi*), la cui raccolta differenziata è resa necessaria proprio per non contaminare terreni e falde acquifere con le sostanze velenose che contengono.

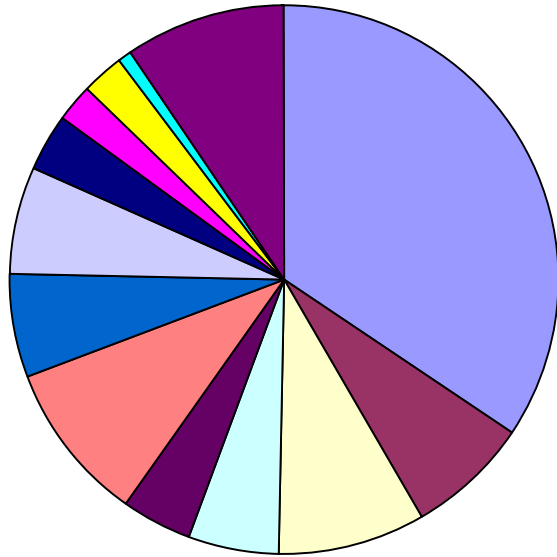
Esercizio:

Realizza un areogramma della composizione media percentuale dei rifiuti urbani in Italia

Organico	34,5%
Cartoni	7,2%
Giornali	8,5%
Imballaggi	5,3%
Metalli	4,1%
Vetro	9,6%
Plastica	6,2%
Materiale inerte	6,3%
Stracci	3,2%
Legno	2,4%
Pannolini	2,3%
Rifiuti urbani pericolosi	1%
Resto	9,4%



Composizione media rifiuti urbani in Italia



- Organico
- Cartoni
- Giornali
- Imballaggi
- Metalli
- Vetro
- Plastica
- Materiale inerte
- Stracci
- Legno
- Pannolini
- Rifiuti urbani pericolosi
- Resto

Fino a qualche anno fa gli RSU hanno rappresentato solo un problema estetico e di ingombro; oggi il loro smaltimento è uno dei più grossi problemi della società moderna sia per gli aspetti connessi all'igiene ambientale sia per quelli economici dipendenti dallo spreco di materie prime e dagli elevati costi impiantistici e gestionali.

La strategia per risolvere il "problema rifiuti" prevede diversi percorsi, tra i quali: limitare la produzione di rifiuti, limitare l'uso delle discariche ai soli rifiuti inorganici, utilizzare a scopo termico i rifiuti organici come combustibili, riciclare il più possibile i rifiuti.

Ridurre la produzione di rifiuti è un problema culturale che riguarda l'educazione sociale attraverso la scuola e i mass-media, mentre gli altri problemi riguardano gli "addetti ai lavori" tra i quali, in prima linea, i chimici.

Perché si possa fare una corretta politica del *riciclaggio* è necessario iniziare da una *raccolta differenziata dei rifiuti*, distinguendo innanzitutto tra rifiuti ordinari e rifiuti pericolosi.

I rifiuti ordinari devono a loro volta essere separati per tipi di materie prime impiegate, in maniera da consentire il riutilizzo immediato dei materiali con un conseguente risparmio energetico. Sono sempre più diffusi i contenitori per le raccolte del vetro, della plastica, delle lattine, della carta così come i contenitori speciali per farmaci scaduti, per pile esaurite, ecc.

Aumentare il riciclaggio consente, infatti, di sottrarre materiale al ciclo dei RSU diminuendo il volume di scarti da avviare alle discariche o negli inceneritori e di risparmiare materie prime. Molti materiali, inoltre, sono riciclabili dai RUP: con particolari processi si possono recuperare materiali preziosi come Zn, Hg, ossido di manganese, Cu, rendendo meno pericolosi i residui da smaltire.

I RSU, oltre a costituire una enorme sorgente di materie prime recuperate, costituiscono anche una notevole fonte di energie alternative. I rifiuti urbani, dopo essere stati separati da tutti i materiali non combustibili (vetro, metalli, ecc.) possono essere bruciati, opportunamente putrefatti e miscelati con piccole quantità di combustibili, in apposite caldaie che generano vapore d'acqua per alimentare tubi alternatori.

Un impianto di questo tipo è stato realizzato dalla Azienda Municipale per i servizi Ambientali (AMSA) di Milano ed è in grado di fornire 150.000 kWh di energia elettrica nelle 24 ore. L'impianto di incenerimento è costituito essenzialmente dai seguenti componenti: combustore, post-combustore, generatore di vapore, filtro elettrostatico, torre lavaggio fumi e camino.

L'incenerimento dei rifiuti viene effettuato in due forni, in grado di bruciare globalmente fino a 25 tonnellate/ora di rifiuti con potere calorifico inferiore a 1800 kcal/kg. Ogni forno è costituito da una struttura in mattoni refrattari e da una serie di griglie aventi gradini fissi e mobili con comandi centralizzati in sala unica di controllo.

Le scorie cadono dalle griglie di combustione in un pozzo, dal quale sono allontanate e spinte nelle apposite vasche di raccolta, tramite un flusso d'acqua. Il volume dei residui solidi della combustione, all'uscita del forno, è ridotto a circa 1/10 rispetto a quello dei rifiuti. Le scorie completamente sterili vengono allontanate e disposte in apposite discariche controllate.

I fumi sviluppati dalla combustione fluiscono dalla camera di combustione a quella di post-combustione molto lentamente, in maniera che alla temperatura di 1050 °C si abbia la completa termodistruzione dei composti organo-clorurati altamente inquinanti.

Idrogeno

Molti scienziati considerano l'idrogeno come l'energia del futuro perché è presente ovunque e se ricavato con processi fotochimici dall'acqua potrebbe essere assai economico ed assolutamente non inquinante: dalla sua combustione si libererebbe solo vapore acqueo. Tramite celle a combustibile può facilmente essere convertito in energia elettrica.

Energia geotermica

L'energia geotermica sfrutta l'energia accumulata nel vapore e nelle acque calde presenti in natura nelle aree vulcaniche e in quelle di recente orogenesi (processo di deformazione della crosta terrestre che porta al corrugamento e al sollevamento delle catene montuose, degli archi insulari, delle dorsali).

Un giacimento geotermico nasce infatti in certe zone della crosta terrestre riscaldate dalla presenza di magma. Le acque freatiche e meteoriche presenti in queste zone vengono riscaldate a temperature che vanno da 50-60°C fino ad alcune centinaia di gradi.

I fluidi a bassa temperatura vengono utilizzati esclusivamente per il riscaldamento degli edifici e delle serre che si trovano nelle vicinanze, mentre i vapori ad alta temperatura servono per produrre energia elettrica.

L'Italia, con i suoi soffioni boraciferi di Larderello in Toscana, occupa uno dei primi posti in campo mondiale per lo sfruttamento di questo tipo di risorsa energetica. I vapori prima di essere utilizzati vengono opportunamente depurati dell'acido borico in essi contenuto.

In una centrale geotermica il vapore compresso viene utilizzato per far ruotare una turbina collegata ad un alternatore.

A causa del progressivo esaurimento dei pozzi di vapore si sta sperimentando anche lo sfruttamento del calore dalle *rocce calde e secche* che si trovano nel sottosuolo.

A tal fine vengono scavati due pozzi: attraverso il primo viene immessa acqua fredda che, a contatto con la roccia calda, si trasforma in vapore surriscaldato; quest'ultimo, risalendo attraverso il secondo pozzo, fa ruotare una turbina collegata ad un alternatore.

Il geotermico si è però dimostrato insostenibile da un punto di vista ambientale: l'utilizzo di energia geotermica può provocare fenomeni di subsidenza, microsismicità ed inquinamento come è possibile riscontrare nell'area dell'Amiata.

"Approccio al problema energetico "

di Marco Casini, marzo 2000. I dati sui consumi sono stati rilevati da Rapporto sull'energia 1990, ed. ENI direzione relazioni esterne.

L'approccio al problema energetico da parte di una società altamente industrializzata si è modificato nel corso degli ultimi decenni. Se gli anni cinquanta e sessanta sono stati caratterizzati dalla disponibilità di energia a buon mercato, con gli anni settanta sono sorte preoccupazioni in tal senso, dopo gli shock del prezzo del petrolio. Gli anni ottanta hanno visto una riduzione delle tensioni politiche, allorquando i prezzi del petrolio sono nuovamente diminuiti in termini reali; nel corso degli anni novanta, la sfida tecnologica principale è stata rappresentata dai problemi di impatto ambientale.

Oggi, nuove tecnologie di estrazione rendono disponibili ingenti riserve di idrocarburi; il fabbisogno economico dei paesi produttori spinge questi ultimi ad immettere sul mercato grandi quantità di greggio, con il risultato di far abbassare il prezzo del petrolio dagli oltre 30\$ al barile dei primi anni ottanta a poco più di 10\$ di oggi. Questi fatti non solo stanno determinando l'abbandono della fonte nucleare anche da parte dei suoi più strenui sostenitori, ma anche una certa riluttanza ad investire in fonti rinnovabili; in ogni modo, è ormai chiaro che l'impiego dell'energia e i suoi effetti sull'ambiente sono ora così strettamente intrecciati, che essi devono venire considerati in modo unitario.

Fenomeni drammatici come l'uragano Mitch possono essere stati amplificati da gradienti termici innescati da una eccessiva concentrazione di anidride carbonica nell'atmosfera. Tale concentrazione è passata dalle 274 ppm del 1860 alle 403 ppm del 1997 (considerando anche l'equivalente apporto di altri gas immessi dall'uomo). In tale situazione i governi cercano di introdurre incentivi, quali la carbon tax, volti a incoraggiare l'uso di fonti integrative, il risparmio energetico e la riduzione degli sprechi. Ecco alcuni esempi:

Ricorrere alla cogenerazione, collegata ad un'intelligente collaborazione fra imprese produttrici-distributrici di energia elettrica da una parte e autoproduttori dall'altra, potrebbe costituire una svolta sostanziale, evitando di immettere nell'ambiente grandi quantità di calore non sfruttato.

Abbandonare il ricorso all'energia elettrica per riscaldare aria o acqua di pochi gradi centigradi a partire dalla temperatura ambiente eviterebbe inutili e costose conversioni di energia.

Favorire l'uso di sistemi di trasporto collettivi su scala metropolitana e di mezzi di trasporto più efficienti per le merci ridurrebbe i costi energetici per chilometro percorso rispetto alla situazione attuale. Si pensi che: nel 1990, in Italia, il 24.3% dei consumi finali di energia era assorbito dai trasporti, il 74% delle merci, dei circa 230 miliardi di t·km trasportate in un anno,

viaggiava su strada e il 70% dei 700 miliardi di passeggeri·km trasportati in un anno, viaggiava su auto private.

Nei tragitti urbani un'auto consuma circa 2300kJ/(km·uomo), un tram circa 200 kJ/(km·uomo), una metropolitana circa 100 kJ/(km·uomo).

Un treno ha mediamente la capacità di trasporto di 20 autotreni e di una chiatta da 1000 t. I rispettivi costi energetici in Wh/km sono: per un treno merci 110000, per 20 autotreni 195000 e per una chiatta 58000.

Queste ultime costituiscono solo limitate, ma ineludibili prospettive, in attesa di fonti veramente alternative di energia. Inoltre, se da un lato l'economia dei paesi industrializzati si va *dematerializzando* e va divenendo meno *energivora*, dall'altro è probabile che, entro qualche decennio, vaste aree del pianeta incrementeranno i loro consumi energetici (oggi si rilevano 0.09 tep/anno consumati da un abitante del Bangla Desh, contro gli 8 tep/anno di un nordamericano), e ciò farà sì che la questione energetica continuerà a porre sfide agli scienziati, ai tecnici, agli uomini politici e, certamente, ai consumatori.

1. Dopo aver letto con attenzione il testo, elenca le principali soluzioni adottate per dare risposta alla sfida tecnologica degli anni '90.
2. Analizzando i dati relativi ai mezzi di trasporto scrivi un breve testo argomentativo (non più di cento parole) a sostegno dell'uso dei mezzi di trasporto collettivi.
3. Che cosa significa *energivora*? Scrivi almeno altre quattro parole col suffisso -voro/a, dandone a fianco il significato.
4. Elenca 5 differenti tipi di impianti destinati a produrre energia elettrica senza incrementare la concentrazione di CO₂ nell'atmosfera.
5. Come riscaldare acqua a bassa temperatura? Elenca 4 metodi ordinandoli con il criterio del risparmio energetico.