

**XII** Settimana

della Cultura Scientifica e Tecnologica

La scienza **per la consapevolezza ambientale**

Promossa

dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR)  
in collaborazione con il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)  
e l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)

### Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)

istituito il 18 novembre 1923, è uno dei principali enti di ricerca scientifici italiani. Con i suoi 108 istituti di ricerca, sparsi su tutto il territorio, e le sue 7377 unità di personale svolge attività di prioritario interesse per l'avanzamento della scienza e per il progresso del Paese. Tra i suoi compiti rientra anche la cooperazione internazionale, l'attività di formazione, attraverso l'assegnazione di borse di studio per l'Italia e l'estero, e quella di finanziamento a soggetti esterni (università, enti pubblici di ricerca, istituzioni private).

### Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)

conduce e promuove studi e ricerche sui fenomeni fisici della Terra e sulle loro applicazioni pratiche. Le attività di ricerca spaziano dal campo delle discipline delle scienze della terra, come la vulcanologia, la sismologia ed il magnetismo a quello della fisica dell'atmosfera, come la climatologia e lo studio della ionosfera. E' inoltre impegnato nel monitoraggio dell'attività sismica in Italia 24 ore su 24. L'INGV si avvale di sedi ed osservatori situati in tutto il territorio italiano.



Consiglio Nazionale  
delle Ricerche



Ministero dell'Istruzione  
dell'Università e della Ricerca



Istituto Nazionale  
di Geofisica e Vulcanologia

## XII Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologica

La scienza **per la consapevolezza ambientale**

# 10 domande su: Tecnologie *per il risparmio* energetico

Quanta energia viene consumata nel mondo?  
Come diminuire le emissioni inquinanti nell'ambiente?  
Che cosa sono le celle a combustibile?

# presentazione

Ideazione e progettazione: Ufficio stampa CNR

Testi a cura di: CNR (Istituto Tecnologie Avanzate per l'Energia "Nicola Giordano" di Messina e Istituto di Biometeorologia di Firenze), Antonio Navarra (INGV), Romeo Bassoli, Eva Benelli, Marina Bidetti, Tullia Costa, Barbara Paltrinieri, Andrea Pinchera, Nico Pitrelli, Giancarlo Sturloni (Zadig Roma)

Progetto grafico e disegni: Mitra Divshali

Immagini, figure e grafici: M.Dinucci "Il sistema globale 2000" Zanichelli editore, A. Navarra - A. Pinchera "Il Clima" Laterza editore, CNR (Istituto Tecnologie Avanzate per l'Energia "Nicola Giordano" di Messina e Istituto di Biometeorologia di Firenze), NASA (immagini del MISR - Multi angle Imaging SpectroRadiometer). La veduta area dell'isola di Pianosa: per gentile concessione dell'Archivio Fotografico Regione Toscana

Coordinamento: Barbara Paltrinieri, Zadig Roma

Progetto editoriale e realizzazione: Agenzia di giornalismo scientifico Zadig Roma

L'opinione pubblica ha spesso un atteggiamento ambivalente nei confronti della scienza: alla fiducia nella capacità dell'innovazione tecnologica di migliorare la condizione umana e lo stato di conservazione del pianeta fa in certe occasioni da contraltare un diffuso scetticismo, che sfocia talvolta in vera e propria diffidenza, sulle *reali* finalità che la ricerca scientifica persegue.

Eppure l'Italia può essere considerata come una delle migliori scuole di formazione per gli scienziati: vantiamo infatti in questo campo una nobile tradizione che ci ha permesso di raggiungere risultati di assoluta eccellenza e di offrire al mondo scoperte di enorme valore nonché un numero considerevole di premi Nobel.

Di fronte a questa situazione non ci stancheremo mai di incoraggiare tutte quelle iniziative che, come la Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologica promossa dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR), siano in grado di favorire un dialogo più intenso tra società civile e mondo della ricerca e di alimentare nell'opinione pubblica una maggiore consapevolezza del valore dei nostri scienziati e degli sforzi che fanno per migliorare il livello di vita dell'umanità.

Il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) e l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, (INGV) dedicano peraltro già grande attenzione all'attività di comunicazione, perché considerano un dovere far conoscere quanto di buono viene fatto in Italia con le risorse statali. Ma il tema di questa XII Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologica – vale a dire “La scienza per la consapevolezza ambientale” – è così importante e delicato che non si può mai dire di fare abbastanza. Per questo abbiamo promosso tutta una serie di iniziative – che vanno dai convegni alle visite guidate nei laboratori, dai materiali illustrativi ai giochi formativi destinati ai ragazzi – che si propongono di avvicinare il pubblico ad argomenti di grande rilevanza quali biodiversità, climatologia, fonti energetiche alternative e terremoti e vulcani.

L'augurio è che, anche grazie a questa Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologica del MIUR, possa svilupparsi tra i giovani e, più in generale, nella nostra società una forte sensibilità per la questione della salvaguardia dell'ambiente, intesa come valore irrinunciabile.

*Prof. Lucio Bianco, Presidente CNR*

*Prof. Enzo Boschi, Presidente INGV*

# Tecnologie per il risparmio Energetico

## 1 Quali sono le attuali fonti di energia?

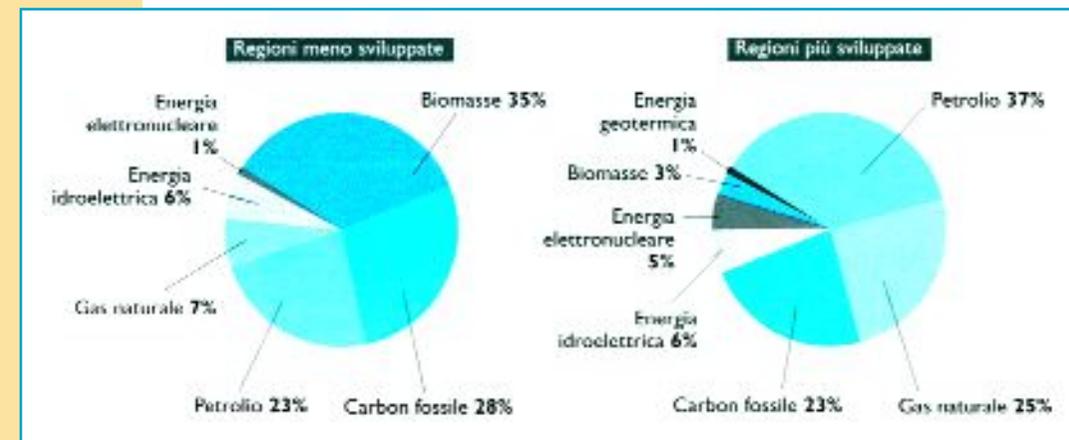
L'energia di cui oggi disponiamo viene prodotta essenzialmente bruciando i combustibili fossili: petrolio, carbone e gas naturali soddisfano oltre l'80% del fabbisogno energetico mondiale.

Nel 2000, in Italia, è stata consumata tanta energia quanta se ne potrebbe ricavare da 185 milioni di tonnellate di petrolio. Questo fabbisogno energetico è stato soddisfatto per il 49% dai prodotti petroliferi, per il 31% dal gas naturale e per il 7% dai combustibili solidi come il carbone. Si è così confermata l'anomala situazione in cui si trova il nostro Paese rispetto all'Europa e al resto del mondo, costretto a un maggior consumo di petrolio e gas naturali per compensare il modesto ricorso al carbone e la totale assenza del nucleare.

Tutti i combustibili fossili, da cui dipende la nostra sussistenza energetica, derivano da un lento processo di decomposizione di sostanze organiche avvenuto nel corso di milioni di anni. Si tratta quindi di fonti d'energia non rinnovabili, destinate presto o tardi a esaurirsi.

Negli ultimi anni si è registrato però un maggior utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili (chiamate così perché sono virtualmente inesauribili): solare, eolica, idroelettrica, geotermica e biomasse (principalmente legname e rifiuti organici). Complessivamente, nel 1996 hanno coperto il 7,4% del fabbisogno energetico nazionale, una percentuale che l'Italia si è impegnata a raddoppiare entro il 2010.

Esiste anche un altro combustibile: l'idrogeno. Ricavabile da fonti rinnovabili, da fonti non rinnovabili, o come prodotto di scarto in alcuni processi industriali, può essere visto come un combustibile "pulito" e sembrerebbe destinato a sostituire il petrolio, sebbene finora, a causa dei costi proibitivi, ha trovato applicazioni solo nell'industria aerospaziale.



Consumi energetici

Fonte: M. Dinucci, "Il sistema globale 2000", Zanichelli editore

## 2 Quanta energia viene consumata nel mondo?

L'anno scorso, nel mondo, sono state bruciate più di 3,8 miliardi di tonnellate di petrolio, destinate a soddisfare circa il 39% della fame energetica del pianeta.

Da sempre, la domanda globale di energia è in costante aumento e attualmente il ritmo di crescita è pari a circa il 2% l'anno. L'aumento avviene sia sotto la spinta dei paesi industrializzati, che tendono a consumare sempre più energia, sia in conseguenza dell'aumento della popolazione nei paesi in via di sviluppo.

Fra i paesi industrializzati, il maggior incremento si è registrato nel Nord America: Stati Uniti e Canada, (che da soli consumano il 28% delle risorse energetiche mondiali) hanno visto aumentare la propria domanda del 2,6%.

Gli statunitensi sono decisamente in testa: vantano il maggior consumo di petrolio (19,5 milioni di barili al giorno, seguiti dal Giappone, con 5,6 milioni di barili), di benzina (quasi 1700 litri pro capite all'anno) e di elettricità (nel solo 1999, 12 mila kW/h a testa, contro nemmeno i 5 mila di un cittadino italiano).

Sebbene di misura, gli Stati Uniti sono stati superati dalla Cina nel

# Tecnologie per il risparmio Energetico

consumo di carbone (circa un miliardo di tonnellate per paese all'anno). Secondo il Dipartimento dell'Energia statunitense, il ricorso al carbone crescerà ancora nei prossimi anni, soprattutto nei paesi in via di sviluppo, con grave danno per l'ambiente visto che il carbone è il più inquinante fra i combustibili fossili.

Ma come viene impiegata tutta questa energia? In Italia, così come nel resto del mondo, se la spartiscono piuttosto equamente il settore dell'industria, quello dei trasporti e quello civile (terziario e residenziale). Tuttavia, il settore dei trasporti è l'unico a dipendere esclusivamente dai prodotti petroliferi e risulta pertanto il più inquinante.



Durata riserve petrolifere.

Fonte: M. Dinucci,  
"Il sistema globale 2000",  
Zanichelli editore

## 3 Perché è importante limitare i consumi di energia?

Nonostante la continua innovazione tecnologica consenta un utilizzo più razionale delle risorse, i consumi energetici globali continuano a crescere. Tuttavia, l'energia a nostra disposizione non è illimitata. Le riserve di petrolio potrebbero esaurirsi nei prossimi cinquant'anni e già nel 2030 la domanda sarà superiore all'offerta. Entro la fine del secolo finiremo anche le scorte di uranio e di gas naturale. Solo il carbone sarà disponibile almeno per altri 200 anni.

Accanto all'insaziabile fame di energia dei paesi industrializzati, iniziano a pesare le richieste provenienti da quelli emergenti. In Cina,

per esempio, nei prossimi anni si assisterà a uno straordinario sviluppo economico accompagnato da un inevitabile incremento dei consumi energetici. Già oggi la Cina, che per soddisfare il 73% del suo fabbisogno di energia si affida al carbone, di gran lunga il combustibile più inquinante, è seconda solo agli Stati Uniti nelle emissioni dei cosiddetti gas serra, cioè dei gas responsabili del riscaldamento del Pianeta. Cresce quindi la preoccupazione per le ricadute dannose sul clima e sull'ambiente, minacciati da un uso indiscriminato dei combustibili fossili.

Dopo la crisi energetica del 1973, i programmi di ricerca sono stati indirizzati verso due obiettivi fondamentali: il primo, con ricadute a breve e medio termine, è lo sviluppo di nuove tecnologie per un utilizzo più efficiente e meno inquinante delle fonti energetiche tradizionali. Il secondo, a lungo termine, riguarda la promozione delle energie rinnovabili (solare, eolico, idroelettrico). L'impatto sull'ambiente di queste fonti energetiche è infatti nettamente inferiore a quello dei combustibili fossili: le emissioni di gas serra come la CO<sub>2</sub>, per esempio, sono molto contenute o totalmente assenti.

I recenti accordi internazionali, ratificati nel protocollo di Kyoto, sono il risultato del convincimento che senza una riduzione dei consumi energetici e del loro impatto ambientale non sarà possibile perseguire uno sviluppo sostenibile, capace di coniugare le esigenze dei singoli paesi con la tutela dell'ambiente.



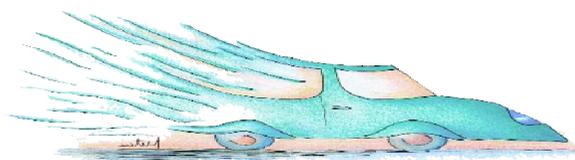
## 4 Che cosa si può fare per diminuire le emissioni inquinanti nell'ambiente?

Per limitare gli sprechi di energia e preservare l'ambiente occorre intervenire principalmente sul settore dei trasporti: qui si concentra, infatti, il 66% delle emissioni inquinanti. Sembra quindi necessario sviluppare e favorire la diffusione di sistemi di propulsione più efficienti e meno inquinanti dei tradizionali motori a combustione. La ricerca in questo campo ha già ottenuto qualche risultato, se non risolutivo, in grado almeno di indicare percorsi possibili.

L'auto elettrica, per esempio, è da tempo realtà: silenziosa, e non inquinante per l'ambiente cittadino, sembrava la soluzione ideale per le città. Purtroppo, i costi elevati e il mancato sviluppo di batterie in grado di assicurare autonomia e prestazioni soddisfacenti ne hanno limitato la diffusione. Oggi l'industria punta soprattutto su veicoli ibridi, con un doppio motore: elettrico e a benzina. Le batterie vengono ricaricate dal motore a benzina ed entrano in funzione in città, permettendo di ridurre l'inquinamento urbano.

Il diesel ecologico, invece, si affida agli oli vegetali estratti dal girasole o dalla colza. Il nuovo combustibile si chiama biodiesel e ha lo stesso rendimento del gasolio ma è più rispettoso dell'ambiente. L'emissione di zolfo viene ridotta del 95%, le polveri sottili (vere responsabili dell'inquinamento urbano dell'aria) vengono dimezzate, mentre le emissioni di carburante incombusto e monossido di carbonio ridotte di un terzo. Purtroppo, la produzione europea è ancora scarsa (non supera le 7 mila tonnellate all'anno) e, con l'eccezione della Germania, manca una rete di distribuzione ai privati.

Tuttavia, secondo gli esperti il carburante del futuro, che promette di liberarci dall'inquinamento derivante dall'uso del petrolio, si chiama idrogeno. Può essere ricavato dall'acqua e bruciando produce nuovamente acqua. Un prodotto di scarto così pulito che si può persino bere.



## Che cos'è l'auto ad aria compressa?

Si chiama Eolo, apparentemente è una comune automobile a pistoni ma dal tubo di scappamento esce soltanto aria. Perché questa rivoluzionaria quattroruote a emissioni zero si muove sotto la spinta di un potente getto d'aria compressa.

Il principio di funzionamento è semplice: l'aria, a una pressione di 300 atmosfere, viene fatta espandere all'interno dei pistoni, generando una spinta meccanica che aziona i quattro cilindri da 800 cc e fa girare il motore. Un "pieno" d'aria, contenuto nelle bombole montate sotto il telaio, consente un'autonomia di 200 km. La ricarica richiede circa quattro ore e si fa collegando il compressore di bordo a una normale presa elettrica. Tuttavia, i costruttori sperano di riuscire a organizzare una vera e propria rete di distribuzione dell'aria compressa: in questo caso la ricarica porterà via solo alcuni minuti, come succede oggi con la benzina. Eolo è destinata al traffico cittadino e sarà disponibile sul mercato europeo entro la fine dell'anno, a un prezzo compreso fra 8.500 e 11.500 Euro.

## 5 Che cos'è l'auto a idrogeno?

Sostituire la benzina con l'idrogeno è la sfida del nuovo millennio in campo automobilistico. L'idrogeno è uno degli elementi più abbondanti in natura e bruciando non produce né anidride carbonica né idrocarburi cancerogeni, con grande beneficio per l'ambiente e la salute umana.

Alcune case automobilistiche hanno già realizzato un prototipo a doppia alimentazione, benzina e idrogeno, in grado di sostenere una velocità di oltre 200 chilometri all'ora e un'autonomia di 300 chilometri.

La produzione in serie necessita tuttavia la soluzione di alcuni problemi tecnici. A temperatura ambiente l'idrogeno è un gas e occupa uno spazio dieci volte superiore alla benzina. Sembra pertanto inevitabile ricorrere al meno ingombrante ma più costoso idrogeno liquido, che però deve essere mantenuto a temperature di 253 °C

# Tecnologie

## per il risparmio Energetico

sotto zero. Un'alternativa ancora in via di sperimentazione è l'utilizzo di serbatoi contenenti sostanze speciali (idruri metallici o nanotubi di carbonio), capaci di assorbire grandi quantità di idrogeno e permettere il suo impiego a temperatura ambiente. In ogni caso, è evidente che occorrerà costruire una rete di distribuzione *ad hoc*, tecnologicamente molto più complessa di quella tradizionale.

Purtroppo, se l'idrogeno viene utilizzato per alimentare un normale motore a scoppio, non è possibile evitare la formazione degli ossidi di azoto, che contribuiscono all'effetto serra e sono tra i principali responsabili delle piogge acide.

Quindi l'auto a idrogeno su cui si punta realmente è un'auto a propulsione elettrica, all'interno della quale l'idrogeno viene efficacemente trasformato in energia elettrica senza emettere inquinanti nell'atmosfera.

La vera automobile a "emissione zero" sembra oggi legata allo sviluppo di una tecnologia rivoluzionaria, le celle a combustibile, che sfruttano la combinazione dell'idrogeno con l'ossigeno per produrre energia elettrica, acqua e calore.

### 6 Che cosa sono le celle a combustibile?

Una cella a combustibile (in inglese *fuel cell*) è un generatore di energia elettrica alimentato da un gas combustibile, tipicamente l'idrogeno ( $H_2$ ). L'elettricità viene prodotta sfruttando il processo chimico di combinazione dell'idrogeno con l'ossigeno presente nell'aria, per ottenere acqua.

Come una normale cella voltaica (le comuni batterie), la cella a combustibile è composta essenzialmente da due elettrodi, uno carico negativamente (anodo) e uno carico positivamente (catodo), ricoperti da una sottile polvere di platino che ha la funzione di favorire la dissociazione dell'idrogeno in protoni ( $H^+$ ) ed elettroni e la formazione di acqua. Gli elettrodi sono separati da un elettrolita, liquido o solido, che fa passare gli ioni ma non gli elettroni. Gli elettroni sono così costretti a fluire lungo un circuito esterno che va dal-

l'anodo al catodo, in questo modo si produce energia sotto forma di corrente elettrica. La reazione spontanea di formazione dell'acqua, libera energia sotto forma di calore (cioè è esotermica), invece quella "guidata" che avviene nelle celle a combustibile libera energia sotto forma di corrente elettrica e calore insieme.

Le celle a combustibile hanno impatto ambientale nullo, in quanto l'unico prodotto di scarto è vapore acqueo. Inoltre, poiché il carburante è trasformato direttamente in elettricità, senza combustione, la dispersione di calore è minima. Questo si traduce in un elevato rendimento (attualmente pari al 40-60%, contro il 20% di un motore tradizionale). Purtroppo, le celle a combustibile sono ancora troppo costose e ingombranti per poter competere con i motori a combustione. E se fossero prodotte in serie, occorrerebbe ridurre la quantità di platino utilizzata come catalizzatore per evitare che la dipendenza dal petrolio si trasformi in dipendenza dal platino.

#### Cella a combustibile: indietro nel tempo di 150 anni

L'invenzione della cella a combustibile risale al 1839 e si deve a un inglese, Sir William Grove, giudice e professore di chimica. Fu lui a intuire che si può generare corrente elettrica dalla reazione tra idrogeno e ossigeno. Tuttavia, la "batteria voltaica a gas" (così Grove chiamò la sua invenzione) non trovò applicazioni immediate, e venne oscurata da altre grandi scoperte dell'epoca.

I ricercatori tornarono ad interessarsi delle celle a combustibile solo quando, negli anni '60 del '900, l'industria aerospaziale si mise a caccia di una fonte energetica di semplice funzionamento, affidabile e non inquinante. Ma le celle costavano molto, così le applicazioni rimasero confinate in questo settore fino agli anni '70, quando la crisi petrolifera sollevò il problema della disponibilità delle risorse energetiche e la dipendenza dell'Occidente nei confronti dei paesi produttori di petrolio. È stata dunque l'esigenza di disporre di fonti energetiche alternative e tecnologie di conversione dell'energia ad alto rendimento (a cui si è recentemente affiancata la necessità di ridurre l'impatto ambientale) a dare nuova linfa allo sviluppo delle celle a combustibile.



# Tecnologie per il risparmio Energetico

## 7 Potrei usare una cella a combustibile per andare sulla Luna?

Sì, anzi è già stato fatto. Le prime applicazioni pratiche delle celle a combustibile risalgono proprio agli anni '60, quando la corsa alla Luna impose alla Nasa, l'ente spaziale americano, di risolvere problemi tecnici legati al fabbisogno energetico delle missioni aerospaziali. Oggi come allora, le celle a combustibile costituiscono il mezzo più affidabile per generare in modo autonomo l'energia elettrica richiesta dai vari sistemi di bordo: comunicazioni, dispositivi di guida, strumenti di controllo, climatizzazione degli ambienti e illuminazione, produzione di acqua potabile.

Ironia della sorte, giornali e televisioni si occuparono diffusamente delle celle a combustibile solo in occasione del fallimento della missione Apollo 13 quando, erroneamente, si disse che l'avaria di una cella aveva compromesso la missione e messo in pericolo la vita degli astronauti. In realtà fu soltanto il danneggiamento accidentale dei serbatoi di ossigeno che alimentavano le celle a causare il ritorno anticipato della navicella.

Oggi, grazie all'idrogeno e all'ossigeno contenuti in serbatoi criogenici si riesce a generare una potenza costante di 12 kW, che per brevi periodi può raggiungere i 16 kW. Ogni generatore contiene 96

celle alcaline che forniscono una tensione in uscita di 28 Volt con un'efficienza superiore al 70%. L'utilizzo in parallelo di più generatori permette di soddisfare ogni esigenza nelle varie fasi della missione, compreso l'atterraggio: persino i bulloni esplosivi del paracadute vengono attivati con l'energia fornita dalle celle a combustibile.



## E se mettessi una cella a combustibile nel telefonino?

Una delle applicazioni più interessanti delle celle a combustibile sta per entrare nel mercato dei dispositivi elettronici portatili. I ricercatori, infatti, stanno perfezionando celle a combustibile di piccole dimensioni capaci di alimentare un telefonino per oltre un mese o fornire un'autonomia di almeno 20 ore a un computer portatile. Saranno disponibili tra quattro o cinque anni. Per ricaricarle si useranno cartucce simili a quelle delle penne stilografiche, pratiche per controllare il livello del liquido combustibile (metanolo) che le alimenta.

La struttura di queste nuove celle miniaturizzate (spesse meno di 3 millimetri) permetterà di eliminare pompe d'aria, scambiatori di calore e altri elementi complessi che in passato avevano precluso l'impiego delle celle a combustibile nei dispositivi elettronici portatili. Le mini-celle forniranno 30 volte più energia delle normali batterie al litio, saranno anche meno costose (circa la metà delle attuali pile per telefonino) e sensibilmente più leggere.

## 8 E' possibile sfruttare le celle a combustibile come centrali per la produzione di energia?

Si sta sperimentando. In particolare in Giappone, Europa e Stati Uniti si sta provando ad usare la tecnologia delle celle a combustibile per la produzione di energia elettrica in grandi centrali. Nel mondo sono attivi oltre 150 impianti di dimostrazione, che arrivano fino a 11 MW di potenza. Quasi il 75% di questi si trova in Giappone, dove le attività di ricerca sono in corso da molti anni, più del 15% è collocato nel Nord America, il 9% in Europa. Uno degli impianti più imponenti si trova proprio in Italia: è la centrale da 1 MW di Milano, che rappresenta il primo impianto dimostrativo di grande potenza realizzato in Europa. L'esperienza che ne deriverà potrà essere utilizzata sia per i grandi impianti di energia elettrica (dell'ordine di qualche decina di MW), sia per i più piccoli generatori da qualche centinaio di kW. L'impianto italiano è alimentato con gas naturale (metano compresso) da cui si ricava una miscela ricca di idrogeno che viene inviato alle celle combustibili.

# Tecnologie per il risparmio Energetico

## Da dove viene l'idrogeno che uso nelle celle?

Per motivi economici, oggi l'idrogeno viene ricavato principalmente dagli idrocarburi (metano, metanolo e benzina). Il processo di estrazione è chiamato *reforming* e purtroppo libera anidride carbonica, il gas che maggiormente contribuisce all'effetto serra. La speranza è che in futuro l'idrogeno possa essere ottenuto in modo pulito, per esempio estraendolo da alcuni rifiuti o, meglio ancora, per elettrolisi dall'acqua. L'energia per farlo si ricaverà da fonti rinnovabili: sole, vento, acqua. In Canada l'idea è di sfruttare l'enorme disponibilità di energia idroelettrica dei fiumi. L'idrogeno sarebbe poi trasportato tramite navi container per gas liquefatti, all'interno di enormi contenitori simili a dei thermos (come si fa oggi per il metano).

Ma questo prezioso elemento si trova praticamente ovunque e le idee per estrarlo nei modi più curiosi si moltiplicano. Per esempio, all'Università di Yale, i ricercatori statunitensi stanno cercando di riprodurre il processo di sintesi clorofilliana per estrarre ossigeno dall'acqua e liberare l'idrogeno in essa contenuto. In Turchia si pensa invece di ricavarlo essiccando i gusci delle nocciole, di cui il paese è il più grande produttore al mondo.

## 9 Il risparmio energetico può iniziare fra le mura domestiche?

Ridurre gli sprechi di energia e contribuire a preservare le risorse ambientali del pianeta è un obiettivo alla portata di tutti. Basti pensare che senza alcuna rinuncia ma semplicemente grazie a un utilizzo più razionale delle tecnologie, ogni famiglia italiana potrebbe tagliare del 40% le spese per il riscaldamento domestico, che, dopo il traffico, è la principale causa di inquinamento urbano. Un altro 10% potrebbe essere risparmiato acquistando elettrodomestici a basso consumo (i modelli più recenti sono corredati di una "etichetta ener-



getica" che ne illustra le caratteristiche, permettendo una scelta consapevole). Gli elettrodomestici, insieme all'illuminazione, rappresentano il 23% del consumo complessivo di energia elettrica. Questo significa che è possibile aiutare l'ambiente anche sostituendo le poco efficienti lampade a incandescenza con lampade alogene o a fluorescenza (sono più costose, ma durano più a lungo e consumano meno). Un risparmio ancora più significativo si può ottenere migliorando l'isolamento termico degli edifici, a partire dal tetto, dalle finestre e dalle pareti esterne, specialmente se esposte a Nord. Il riscaldamento degli ambienti, infatti, incide per circa il 68% sulla bolletta energetica domestica.

Purtroppo, la quasi totalità dell'energia impiegata nel settore civile (residenziale e terziario), pari a circa il 30% del consumo energetico nazionale, viene prodotta a partire dai combustibili fossili. L'auspicio è che fonti energetiche pulite possano entrare al più presto nelle nostre case. L'Italia sembra voler scommettere sull'energia solare, da cui si può ottenere elettricità grazie ai cosiddetti impianti fotovoltaici, una tecnologia pulita ma ancora poco efficiente (attualmente il rendimento non supera il 15%). L'obiettivo è quello di abbassare ulteriormente i costi e riuscire a coprire, entro il 2020, il 5% del fabbisogno nazionale di elettricità con l'energia ricavabile dal Sole.

## Nel futuro c'è una casa a idrogeno

Entro qualche anno, le celle a combustibile entreranno anche nelle nostre case. Le abitazioni del futuro utilizzeranno celle a combustibile ecologiche e silenziose in grado di lavorare a temperature di 60-80°C e generare da 4 a 100 kW di potenza elettrica. Potranno essere impiegati differenti modelli alimentati con gas naturale, propano o metanolo, la cui efficienza elettrica raggiungerà il 40%. Il calore generato in eccesso dalla cella combustibile potrà essere immagazzinato e usato per produrre acqua calda e riscaldare o raffreddare (con le pompe di calore ad assorbimento) gli ambienti. In questo modo il rendimento globale potrà superare l'80%. La produzione di energia *in loco* consentirà inoltre di eliminare molti problemi come la dispersione nelle linee di trasmissione o le interruzioni di servizio dovute a guasti, assicurando una copertura energetica anche in aree difficilmente raggiungibili dalla rete di distribuzione elettrica.

# Tecnologie per il risparmio Energetico

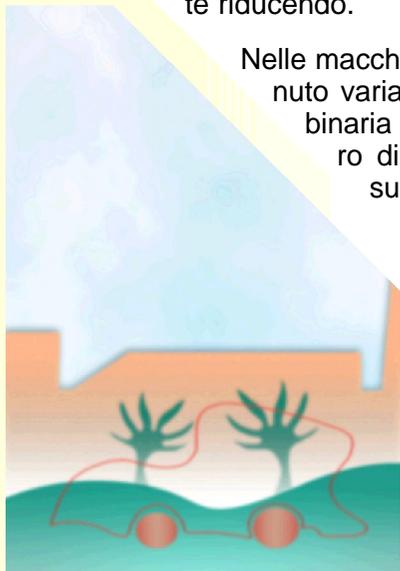
## 10 Che cos'è una pompa di calore?

La pompa di calore è un dispositivo in grado di trasferire calore da un ambiente più freddo a un ambiente più caldo. Applicazioni familiari della pompa di calore sono il frigorifero e il condizionatore d'aria.

Queste macchine sfruttano la compressione di un fluido speciale (chiamato fluido frigorifero) che, passando dallo stato liquido allo stato di vapore, sottrae calore all'ambiente. Grazie alla relativa economicità, le macchine a compressione di fluido hanno monopolizzato il mercato. Tuttavia, l'utilizzo di un compressore ha notevoli svantaggi: richiede molta energia ed è fonte di vibrazioni, rumori e guasti dovuti all'usura. Inoltre, questi sistemi non sono affatto ecologici: i famigerati clorofluorocarburi, utilizzati come fluidi frigoriferi, sono implicati nei processi di distruzione dello strato di ozono e dell'effetto serra. In virtù del protocollo di Montreal del 1987, tuttavia, entro il 2010 il loro impiego sarà definitivamente vietato.

Tra le varie soluzioni alternative attualmente in fase di studio, le cosiddette macchine ad assorbimento sono le più promettenti perché, al contrario dei tradizionali sistemi a compressione, usano refrigeranti ecologici. Inoltre, questi dispositivi utilizzano il calore come fonte d'energia e quindi possono ridurre il consumo di energia elettrica sfruttando, per esempio, calore di scarto o il calore del sole. Rispetto agli impianti a compressione di fluido, il rendimento è più basso ma il divario fra le due tecnologie si sta rapidamente riducendo.

Nelle macchine ad assorbimento l'effetto frigorifero è ottenuto variando il grado di assorbimento di una miscela binaria (acqua e ammoniaca, oppure acqua e bromuro di litio). Questa tecnologia, apprezzata per la sua silenziosità, ha trovato impiego nei refrigeratori degli hotel e dei campeggi. Le attività di ricerca in questo settore prevedono anche lo sviluppo di macchine ad assorbimento che sfruttano invece la capacità di alcuni solidi di fissare sulla loro superficie molecole d'acqua e potrebbero presto trovare applicazione negli impianti di condizionamento degli autoveicoli.



## GLI OSSA R I O

**Anidride carbonica (CO<sub>2</sub>):** gas prodotto in gran quantità dai processi di combustione dei combustibili fossili e considerato il principale responsabile dell'effetto serra.

**Biomassa:** fonte energetica di origine biologica non fossile (rifiuti organici, foglie e legname).

**Catalizzatore:** sostanza in grado di aumentare la velocità di una reazione chimica senza prendervi parte.

**Clorofluorocarburi (Cfc):** composti del cloro e del fluoro ritenuti responsabili della distruzione dello strato di ozono.

**Effetto serra:** fenomeno naturale grazie al quale parte della radiazione terrestre viene trattenuta dall'atmosfera impedendo un'eccessiva dispersione di calore. Negli ultimi anni l'effetto serra si è intensificato a causa dell'emissione antropica di gas serra nell'atmosfera, determinando un aumento della temperatura globale.

**Elettrolisi:** processo di trasformazione dell'energia elettrica in energia chimica.

**Energia:** grandezza fisica definita come la capacità di produrre lavoro. Non può essere creata né distrutta, può solo essere trasformata da una forma all'altra.

**Gas serra:** gas responsabili dell'effetto serra. Sono gas serra l'anidride carbonica, il metano, gli ossidi di azoto, i clorofluorocarburi e il vapore acqueo.

**Impianti fotovoltaici:** dispositivi costituiti da materiali semiconduttori in grado di trasformare l'energia solare in energia elettrica.

**Ozono (O<sub>3</sub>):** gas che nella stratosfera forma il cosiddetto strato di ozono, schermando le radiazioni solari più dannose e consentendo la vita sulla Terra.

**Rendimento:** misura dell'efficienza di una macchina. Si esprime attraverso il rapporto percentuale fra l'energia ottenuta in forma utile e quella spesa per il suo funzionamento.

**Watt:** unità di misura della potenza. Un chilowatt (kW) equivale a mille watt, un megawatt (MW) a un milione di watt.

### In libreria

Mario Palazzetti e Maurizio Pallante, "L'uso razionale dell'energia", Bollati Boringhieri (1997)

Richard Hatton, "Energia", Editoriale scienza (1994)

A cura di Marcello Garozzo, "Energie pulite", Le Scienze Quaderni (1997)

Guido Viale, "Tutti in taxi. Demonologia dell'automobile", Feltrinelli editore, 1996

Manlio Dinucci, "Il sistema globale 2000", Zanichelli editore, 1998

### In rete:

<http://www.enea.it>

Sito ufficiale dell'Enea, con link e informazioni sulle varie fonti di energia. E' inoltre possibile scaricare il "Rapporto energia e ambiente 2001".

<http://www.fuellcells.org>

Tutto quello che c'è da sapere sulle celle a combustibile (in inglese).

<http://www.blulaboratori.org>

Il portale italiano sulle celle a combustibile.