

## UNITÀ F ENERGIA

### Le fonti di energia

L'energia è alla base della vita, del movimento e di tutte le attività dell'uomo.

#### ■ Preistoria e Antichità

**Calorie e padronanza del fuoco** Quando l'*Homo sapiens* fece la propria comparsa sulla Terra le uniche fonti d'energia che utilizzava erano il **Sole** e il **cibo** (piante raccolte e animali cacciati), da cui ricavava forza muscolare e temperatura corporea costante. In seguito scoprì come accendere e mantenere acceso il **fuoco**. La padronanza del fuoco permise di cuocere i cibi, riscaldarsi e tenere lontani gli animali feroci. Il fuoco sarebbe poi servito anche per fondere i metalli e per realizzare oggetti in terracotta.

**La forza muscolare degli animali** Con la nascita dell'agricoltura e dell'allevamento, i nostri lontani progenitori iniziarono a servirsi della **forza muscolare degli animali per i lavori agricoli e per muovere i primi mezzi di trasporto**. Per esempio alcuni intarsi dello stendardo sumero di Ur (circa 2600-2400 a.C.) raffigurano carri da guerra tirati da onagri, cioè asini selvatici.

**La forza-lavoro degli schiavi** Uno degli effetti delle tante guerre combattute nell'Antichità fu la nascita della schiavitù. Sfruttando la **forza muscolare degli schiavi**, e le innovazioni tecnologiche dell'epoca, furono costruite le piramidi egizie, i templi greci, gli acquedotti romani. Gli schiavi erano usati anche per muovere le pesanti navi romane a tre ordini (file) di remi, per scavare miniere ecc.

**L'energia luminosa** Fin da tempi remoti **l'uomo ha ottenuto la luce bruciando materiali diversi**. Per esempio nell'antica Roma veniva bruciato **olio** (di oliva, ma presumibilmente anche di noce, di sesamo ecc.) posto nelle lucerne. Inoltre lo scrittore latino Apuleio parla in una sua opera di candele di cera o di sego (grasso animale) usate per l'illuminazione.

**L'energia solare** Secondo la tradizione uno dei primi ad **aver intuito le «potenzialità» dell'energia solare fu il siracusano Archimede**. Si narra infatti che, nel III secolo avanti Cristo, il grande matematico e ingegnere abbia

incendiato a distanza le navi romane che stavano assediando la sua città. Facendo infatti convergere i raggi solari in un unico punto con specchi parabolici avrebbe ottenuto temperature così elevate da far bruciare il legno delle navi.

#### ■ Dal Medioevo all'Ottocento

**Uno sfruttamento migliore della forza animale** Tra il IX e il X secolo furono introdotte alcune innovazioni che permisero uno sfruttamento più razionale dell'**energia animale**. Infatti il collare da spalla per i cavalli e il giogo frontale per i buoi aumentarono la forza di tiro degli animali.

**I mulini ad acqua** I **mulini ad acqua** erano già stati realizzati dai Romani alcuni decenni prima di Cristo, ma nel Medioevo furono «riscoperti» e si diffusero in tutta l'**Europa occidentale**. Nel censimento del 1086 in Inghilterra erano elencati oltre 5000 mulini idraulici. Queste macchine furono le «protagoniste» delle attività produttive medievali: servivano per macinare i cereali e fornivano l'energia per la follatura dei panni (procedimento che rende i tessuti compatti), per azionare le pompe nelle miniere, per comprimere i mantici e muovere i magli (grossi martelli per lavorare il ferro) nelle fucine ecc.

**La forza del vento: mulini e imbarcazioni** Nelle **pianure ventose della costa atlantica (Normandia, Paesi Bassi, Gran Bretagna)** si diffuse invece il **mulino a vento**, precedentemente introdotto dagli Arabi in Spagna e Grecia. In Olanda dal XV secolo i mulini a vento sono stati usati soprattutto per prosciugare i terreni sollevando l'**acqua**. Un altro «settore» in cui da sempre è stata sfruttata la forza del vento è quello della navigazione, fluviale e marittima. Vele quadrate e triangolari erano per esempio installate sulle caravelle che scoprirono il Nuovo Mondo. La **forza del vento sarebbe stata decisiva anche nell'era del vapore**. Basti pensare che la *SS Savannah*, la prima nave a vapore ad attraversare l'Atlantico nel 1819, era fornita anche di vele che usò per ben l'80% del proprio viaggio inaugurale.

### I combustibili fossili

La storia dei combustibili fossili inizia intorno alla metà del **Settecento**, quando il **carbone diventa il «motore»** e il protagonista **della Rivoluzione industriale**. Circa **due secoli** dopo **si afferma** invece il **petrolio** che è tuttora la **principale fonte energetica mondiale**, pur essendo una risorsa esauribile e inquinante.

#### ■ Settecento e Ottocento

**Vapore e miniere di carbone** Nel **Settecento fu messa a punto la macchina a vapore e cominciò lo sfruttamento** su vasta scala del **carbon fossile** come fonte di energia. Per estrarre quantità sempre maggiori di questa roccia combustibile occorreva scavare miniere sem-

pre più profonde, spesso invase dall'acqua proveniente dalle falde sotterranee. Per eliminare l'acqua dalle gallerie venivano impiegati argani mossi soprattutto dalla forza animale. Si passò in seguito a pompe azionate dal vapore.

**Il carbone per l'industria nascente** Progressivamente il carbone diventò la principale fonte di energia. Nel mondo dal 1700 al 1850 la produzione di carbone aumentò di ben sette volte per poi continuare a crescere. Veniva utilizzato nelle macchine a vapore fisse delle fabbriche, ma anche in quelle mobili di locomotive e navi. Come fonte di calore era impiegato negli impianti siderurgici, nella produzione di laterizi e di vetro, nel riscaldamento domestico. Il fumo nero che usciva da camini e ciminiere inizialmente era associato all'idea del progresso, ma dopo qualche tempo diventò sinonimo di inquinamento. Infatti il termine «smog» (dall'inglese *smoke*, «fumo», e *fog*, «nebbia») nacque a Londra, una delle città protagoniste della Rivoluzione industriale.

**Il gas illuminante (o di città)** Riscaldando il carbon fossile ad alte temperature e in assenza di aria si otteneva il gas illuminante (o di città), chiamato così perché usato soprattutto per l'illuminazione pubblica dei centri urbani. Il gas veniva prodotto nell'Officina del gas e stoccato (cioè «conservato») nel gasometro, un edificio costituito da una grande vasca cilindrica in muratura circondata da una struttura in metallo. Grazie a una rete di tubazioni, arrivava poi fino ai lampioni cittadini e nelle case. Il primo impianto di illuminazione di questo tipo fu installato a Londra a inizio Ottocento.

**Il petrolio illuminante** Il petrolio era già conosciuto nell'Antichità. I Greci, dopo averlo raccolto da piccole pozze sul terreno, lo usavano per impermeabilizzare lo scafo delle navi. Ma nella storia era già stato usato per vari scopi: come medicamento, per la mummificazione (antico Egitto), per fare luce, come «arma» (era anche un componente del «fuoco greco», una mistura con cui i Bizantini impregnavano le frecce per incendiarle). A metà Ottocento il petrolio veniva ancora prelevato

da affioramenti superficiali imbevendo stracci. Poi era sottoposto al processo di distillazione per separare le parti liquide da quelle gassose. In questo modo veniva ottenuto il petrolio illuminante (cioè il kerosene), usato per alimentare le lampade di case, strade e fabbriche al posto del più costoso gas di città.

**La nascita dell'industria petrolifera** L'industria petrolifera nacque nell'agosto del 1859 quando l'americano Drake fece eseguire a Titusville (Pennsylvania, Stati Uniti) la prima perforazione del terreno con una trivella, trovando un giacimento di petrolio a oltre venti metri di profondità. Alla fine del 1859 erano stati già perforati altri tre pozzi e l'anno dopo i pozzi erano ormai oltre 70. La corsa al cosiddetto «oro nero» continuò e nel 1870 l'industriale americano Rockefeller fondò la Standard Oil, una grande compagnia che si occupava della raffinazione, del trasporto e del commercio del greggio. La prima centrale termoelettrica La prima centrale elettrica del mondo fu costruita a New York nel 1882. Era un impianto termoelettrico, cioè il vapore necessario ad azionare la dinamo per produrre l'elettricità veniva ottenuto dalla combustione del carbone.

## ■ Il Novecento

**Le «sette sorelle»** Dopo la seconda guerra mondiale il controllo del mercato del petrolio fu assunto dalle cosiddette «sette sorelle», cioè dalle sette principali compagnie petrolifere che gestivano la produzione del greggio e il suo prezzo di vendita.

**Il «gas flaring»** La produzione di petrolio fu incrementata dalla messa a punto dei nuovi mezzi di trasporto, tanto che verso il 1950 aveva uguagliato quella del carbone, per poi superarla. Il gas naturale era invece considerato un prodotto di scarto dei pozzi di petrolio e veniva bruciato appena arrivava in superficie: era cioè praticato il gas flaring (dall'inglese *to flare*, «bruciare con fiamma irregolare»), una pratica che, oltre a essere un grande spreco di risorse, produce enormi quantità di gas inquinanti.

## Le fonti rinnovabili

Le fonti energetiche rinnovabili (Sole, acqua, vento ecc.) sono state utilizzate dall'uomo fin da tempi lontani. Ma è soltanto a partire dall'Ottocento che, grazie allo sviluppo tecnologico, è iniziato il loro sfruttamento su vasta scala.

### ■ L'Ottocento

**Energia dall'acqua: le prime centrali idroelettriche** Nel 1880 l'ingegnere americano Pelton mise a punto una turbina idraulica che ancora oggi porta il suo nome. Due anni dopo divenne operativa la prima centra-

le idroelettrica degli Stati Uniti, costruita sul fiume Fox nei pressi della città di Appleton. Negli anni seguenti questo tipo di centrale si diffuse anche in Europa e nel 1886 fu costruita la prima centrale in Italia, a Tivoli. A differenza delle centrali termoelettriche, che potevano essere costruite ovunque e in tempi relativamente brevi, queste centrali richiedevano la costruzione di dighe, costose opere sul territorio. L'Italia, con i bacini artificiali realizzati nelle regioni alpine e appenniniche, è stata un paese all'avanguardia nello sfruttamento del «carbone bianco» (così era chiamata l'energia idrica).

**Energia dal Sole: i primi «passi» del solare termico** I sistemi solari termici catturano il calore (dal greco *thermós*, «calore») dei raggi del Sole e lo utilizzano per scaldare un fluido. L'antenato dell'odierno pannello solare termico per riscaldare l'acqua sanitaria (per uso domestico) fu brevettato dall'americano Kemp nel 1891. Già dal 1900 venne commercializzato, ma bisogna aspettare la metà del Novecento per vederlo raggiungere una discreta diffusione. Un altro «ricercatore solare» fu il francese Mouchot che presentò all'Esposizione Universale di Parigi del 1878 un motore a vapore solare. Un grande specchio parabolico orientabile concentrava i raggi del Sole su una caldaia che, facendo bollire l'acqua, produceva vapore per far girare il motore.

**Energia dal vento: i primi aerogeneratori** L'energia eolica è basata sullo sfruttamento del vento (infatti il termine *eolico* deriva da Eolo, il dio dei venti nell'antica Grecia). Oggi questa fonte energetica rinnovabile viene sfruttata per mezzo degli aerogeneratori, i moderni mulini a vento. In Europa i primi aerogeneratori furono realizzati nel 1887 in Francia e Scozia.

### ■ Il Novecento

**Energia dalla Terra: Larderello e la geotermia** Il primo uso della geotermia per produrre elettricità risale agli inizi del Novecento. In precedenza, e fino da tempi molto antichi, il calore della Terra era infatti utilizzato solo per scopi «termali». Già i Romani utilizzavano le sorgenti termali (come quelle del Golfo di Napoli) per il loro effetto benefico sull'organismo. Costruirono poi stabilimenti termali in molte regioni del loro impero

(nelle odierne Gran Bretagna, Spagna, Ungheria ecc.). Nel 1904 il francese de Larderel riuscì a far accendere cinque lampadine elettriche azionando un generatore tramite vapore geotermico. Dimostrò così di poter sfruttare questo vapore usato fino ad allora solo per produrre acido bórico, anche per produrre elettricità. Nel 1913 a Larderello, località toscana che ha preso il nome dal «padre» della geotermia, fu costruito il primo impianto geotermoelettrico del mondo.

**Energia dal Sole: il fotovoltaico** Negli anni Cinquanta i laboratori Bell, partendo dalle ricerche effettuate circa un secolo prima dal francese Becquerel, realizzarono la prima cella fotovoltaica in silicio. Questa cella era in grado di generare elettricità direttamente dai raggi del Sole. Inizialmente le celle fotovoltaiche sono state usate per applicazioni spaziali, in special modo sui satelliti. Poi sono state utilizzate anche in ambito «terrestre» giungendo agli attuali pannelli fotovoltaici che vengono installati sui tetti di case e palazzi per produrre energia elettrica.

**Energia dai fiumi: le grandi centrali idroelettriche** Le imponenti centrali idroelettriche costruite nel Novecento testimoniano l'importanza economica di questa risorsa. A partire dagli anni Trenta, il corso del Volga (il fiume più lungo d'Europa) è stato sbarrato con dighe lunghe oltre un kilometro, originando cinque laghi lunghissimi che si alimentano in sequenza. Nel 1970 è stata invece completata in Egitto la grande diga di Assuan. Lunga quasi 4 km, sbarrò il fiume Nilo creando il Lago Nasser (lungo circa 500 km).

## L'energia nucleare

L'utilizzo dell'energia nucleare a scopi pacifici ha suscitato un forte entusiasmo negli anni Sessanta, seguito nel tempo da perplessità e paure. Ai progetti di futuristiche centrali di nuova generazione, di veloce costruzione e dai costi contenuti, si contrappone una realtà ben diversa. Le nuove centrali in costruzione diventano opere infinite ed economicamente in perdita, mentre incidenti nucleari devastanti, come quello avvenuto a Fukushima, mettono in pericolo il pianeta e tutti gli esseri viventi che lo popolano.

### ■ Tra Ottocento e Novecento

**La radioattività: Becquerel e i Curie** Verso la fine dell'Ottocento il fisico francese Becquerel scoprì per caso che i sali di uranio emettevano radiazioni, erano cioè radioattivi. Agli studi delle sostanze radioattive si dedicarono in seguito anche i coniugi Curie che scoprirono altri due elementi radioattivi: il polonio e il radio.

**Einstein:  $E = mc^2$**  Nel 1905 lo scienziato tedesco Einstein formulò la teoria espressa dall'equivalenza  $E = mc^2$ . Secondo questa teoria è possibile ottenere e-

normi quantità di energia facendo sparire una piccola quantità di materia. Infatti  $E$  è la quantità di energia liberata,  $m$  la massa della materia scomparsa e  $c^2$  una costante pari alla velocità della luce elevata al quadrato. Poiché la costante è grandissima, è sufficiente la scomparsa di una piccola quantità di materia per ottenere un'enorme quantità di energia.

### ■ Il Novecento

**Fermi e la pila atomica** La scoperta della radioattività e la teoria di Einstein furono i presupposti dei successivi sviluppi dell'energia nucleare. Nel 1942, a Chicago, il fisico italiano Fermi effettuò per la prima volta una reazione nucleare controllata.

**Il nucleare per la guerra** Il successo ottenuto aprì la strada all'uso del nucleare per scopi militari, cioè alla messa a punto di un'arma devastante da utilizzare durante la seconda guerra mondiale allora in corso: la bomba atomica. Così, nel 1945, aerei americani lanciarono due ordigni nucleari sulle città giapponesi di Hiroshima e Nagasaki. Il bombardamento mise fi-

ne alla guerra, ma provocò un numero spaventoso di vittime, sia nell'immediato (80 000 morti soltanto a Hiroshima) sia a distanza di anni per i tumori provocati dalle radiazioni.

**L'uso civile del nucleare** Nel dopoguerra il nucleare cominciò a essere utilizzato in ambito civile per la produzione di energia elettrica. Nel 1954 il presidente americano Eisenhower dava infatti inizio al progetto *Atoms for Peace* («Atomi per la pace»). L'anno seguente entrava in funzione il reattore Borax III, che forniva energia a una piccola città dell'Idaho (Stati Uniti). Nel 1957 fu invece costituita l'*International Atomic Energy Agency* (Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica) o IAEA, un'organizzazione che promuove l'uso pacifico del nucleare.

### ■ Tra presente e futuro?

**Incidenti... «famosi»** Il dibattito sull'opportunità o meno di ricorrere alle centrali nucleari ha diviso per decenni l'opinione pubblica. Ma i rischi di questa tecnologia appaiono chiari a tutti solo davanti agli incidenti nucleari più devastanti, come quello di **Three Mile Island** (Stati Uniti) del 1979 o quello avvenuto a **Chernobyl**, nell'attuale Ucraina, nel 1986, quando si formò una nube tossica che contaminò larga parte dell'Europa. Oppure in occasione di quello verificatosi nella centrale giapponese di **Fukushima** nel marzo

**2011**. Causato da un terremoto e dal successivo tsunami, ha generato un'enorme fuoriuscita di materiale radioattivo che ha contaminato tutto l'ambiente circostante, acque dell'oceano comprese, con conseguenze future difficilmente prevedibili.

**La centrale di Olkiluoto** Nel 2005 sono iniziati i lavori per costruire il terzo reattore nucleare nell'isola finlandese di Olkiluoto, sulla costa del Mar Baltico. L'impianto avrebbe dovuto essere terminato nel 2009, ma le cose sono andate diversamente e la parola fine dovrebbe essere pronunciata solo nel 2018. Il reattore in costruzione è un EPR (*European Pressurized Reactor*, Reattore nucleare Europeo ad acqua Pressurizzata), ed è il primo reattore di «terza generazione» a essere realizzato. In realtà questo impianto desta preoccupazione non solo per il ritardo di costruzione (servirà circa il triplo del tempo preventivato, circostanza che ha fatto lievitare almeno di quattro volte i costi), ma anche per le migliaia di difformità (cioè differenze) rilevate dall'ente nucleare finlandese tra quanto indicato sul progetto originale e quanto è stato effettivamente realizzato. Inoltre ci sono stati problemi sia in fase di costruzione sia nella validazione degli impianti di sicurezza, alcuni dei quali sono stati fatti riprogettare ex novo.

## UNITÀ G MACCHINE

### Gli oggetti meccanici

Fin da tempi remoti l'uomo ha realizzato oggetti meccanici di vario tipo, da semplici strumenti manuali ad apparecchi più complessi.

#### ■ L'Antichità

**Lo shaduf in Egitto** Nell'antico Egitto fu realizzato un dispositivo per sollevare l'acqua dei fiumi: lo *shaduf*. È simile a un'altalena a bracci ma ha i due bracci di lunghezza diversa. All'estremità più lunga c'è una fune, a cui è legato un secchio, e dalla parte opposta (più corta) è legato un contrappeso (una pietra o un blocco di argilla). Tirando verso il basso la fune, il contenitore si riempie d'acqua per poi venir tirato su dal contrappeso. **L'antica Roma: dal compasso alla gru** I Romani misero a punto sia grandi macchine per i cantieri edili sia strumenti di precisione come il compasso. Per esempio sul bassorilievo della tomba di una famiglia di costruttori si vede una gru calcatoria, che serviva per sollevare carichi pesanti. La gru aveva una grande ruota in cui gli schiavi camminavano facendola ruotare e avvolgendo così le corde che sollevavano il carico.

#### ■ Il XV secolo

**Il torchio tipografico** Il torchio nacque per la pigiatura dell'uva, ma intorno alla metà del XV secolo Gutenberg lo modificò rendendolo adatto per la stampa. Il torchio, basato su una leva che muoveva una vite senza fine, faceva abbassare o alzare la *platina*, un piano fisso di metallo. Quando la platina si abbassava premeva su un telaio (*timpano*) dove era fissato il foglio di carta; il foglio aderiva così ai *caratteri mobili* (blocchetti di metallo con le lettere dell'alfabeto) inchiostrati.

#### ■ XVII e XVIII secolo

**La pompa da vuoto** Intorno alla metà del XVII secolo O. von Guericke realizzò la prima pompa da vuoto per eliminare l'aria da recipienti a tenuta, cioè chiusi ermeticamente. Era formata da un cilindro, detto *siringa*, in cui scorrevano dischi di cuoio sovrapposti che servivano da pistone. Aveva anche un rubinetto. Aprendo il rubinetto e tirando il pistone verso l'esterno, l'aria riempiva la siringa. Chiudendo il rubinetto e spingendo il pistone verso l'interno, l'aria era espulsa dal cilindro attraverso