

Il sistema energetico

Introduzione

Con il termine "sistema energetico" si è soliti indicare l'insieme dei processi di produzione, trasformazione, trasporto e distribuzione di fonti di energia. I sistemi energetici sono normalmente estremamente complessi e richiedono competenze in tutti i campi della scienza per poter essere costruiti e gestiti. Infatti, tanto è semplice utilizzare l'energia che ci viene messa a disposizione in casa (premiare un pulsante e si accende una luce), quanto è difficile e complesso produrre quell'energia e portarla fin dentro le nostre case.

L'uomo e l'energia

Il sistema energetico

L'energia è ormai diventata una compagna inseparabile dell'uomo, che la utilizza in ogni momento della sua giornata e in tutte le sue attività. Per assicurarsi la possibilità di usufruire di questa risorsa in modo semplice, stabile e continuo, l'uomo ha dovuto applicarsi in studi e ricerche per molto tempo, e solo negli ultimi decenni del diciannovesimo secolo è riuscito, in molte nazioni ma non in tutte, a predisporre "sistemi energetici" che assicurano la qualità e le quantità di energia necessaria allo sviluppo.

Le difficoltà e la complessità in merito alla produzione e alla distribuzione dell'energia, nascono principalmente da tre fattori.

Distribuzione non omogenea delle fonti primarie

La produzione delle fonti di energia attualmente più utilizzate (i combustibili fossili) è concentrata nel sottosuolo di pochi Paesi, molto spesso distanti dai Paesi che la consumano. E' necessario quindi trovare e portare in superficie la fonte di energia e stabilire opportuni accordi tra Paesi produttori e consumatori di energia in modo da assicurare a questi ultimi una fornitura stabile e duratura delle fonti fossili. Infine, è necessario provvedere al trasporto fisico delle fonti di energia dai Paesi produttori a quelli consumatori.

Necessità di trasformare le fonti primarie per ricavarne energia

Non sempre le fonti di energia sono da noi utilizzabili come si trovano in natura (le fonti primarie). E' spesso necessario trasformarle al fine di renderne più facile e più efficiente l'impiego presso le utenze finali (si pensi all'energia elettrica ottenuta dalla combustione del carbone, oppure alla benzina ottenuta dalla raffinazione del petrolio greggio). Queste fonti di energia prodotte artificialmente dall'uomo sono dette fonti secondarie, e sono quelle da noi maggiormente conosciute poiché vengono utilizzate quotidianamente.

Anche i processi di trasformazione delle fonti primarie in fonti secondarie e l'organizzazione della loro distribuzione ai consumatori finali sono complessi, e richiedono molte persone e competenze per poter essere gestiti nel migliore dei modi.

La sicurezza

Il problema della gestione "nel migliore dei modi" introduce il terzo fattore di complessità: la sicurezza. Infatti, tutte le attività che compongono il sistema energetico devono essere svolte in condizioni di sicurezza per l'uomo e per l'ambiente. Se si perde il controllo delle fonti energetiche, infatti, si possono causare danni molto gravi alla salute dell'uomo e dell'ambiente (si pensi all'inquinamento del mare provocato da una petroliera in avaria oppure alle terribili conseguenze della perdita di materiale radioattivo da una centrale nucleare in caso di incidente). Per questo motivo l'uomo deve studiare e applicare continuamente tecnologie che rendano più sicure le operazioni nelle diverse fasi di produzione, trasporto, trasformazione e distribuzione di energia agli utenti finali. Molto è già stato fatto rispetto ai primi anni di utilizzo intensivo delle fonti di energia, ma molto si potrà ancora fare, utilizzando le nuove scoperte scientifiche.

Energia ieri e oggi

La storia dell'uomo è stata sempre caratterizzata dalla ricerca di nuove fonti d'energia: inizialmente per garantirsi la sopravvivenza, poi per migliorare il proprio tenore di vita. In origine l'energia era costituita dal lavoro muscolare, spesso fornito dagli schiavi e dagli animali da soma; successivamente venne sfruttata l'energia eolica (mulini a vento) e idraulica (ruote ad acqua e macchine simili).

Verso la fine dell'Ottocento, con lo sviluppo della civiltà industriale, il fabbisogno energetico fu soddisfatto grazie all'utilizzo intensivo del carbone. Sotto il profilo tecnologico costituì un notevole passo avanti l'aver capito che il calore, attraverso la produzione di vapore, poteva essere trasformato in energia meccanica. La prima applicazione di questa nuova fonte di energia fu la macchina a vapore inventata da Watt, che sostituì i tradizionali cavalli con dei più moderni "cavalli-vapore".

Nei primi decenni del Novecento, dopo un avvio promettente dell'energia idroelettrica, grandi giacimenti di petrolio vennero scoperti in Medio Oriente: la corsa all'"oro nero" era cominciata.

Negli anni '60, dopo mezzo secolo di dominio incontrastato del petrolio, il gas naturale si è dimostrato una valida alternativa, soprattutto per quanto riguarda gli impieghi domestici (cottura e riscaldamento), grazie al suo minore impatto ambientale.

All'inizio degli anni '70 in alcuni Paesi ha cominciato a farsi avanti l'energia nucleare, principalmente nell'ambito della produzione di elettricità. Lo sviluppo dell'energia nucleare, così come quello di altre fonti energetiche alternative, si spiega con i forti incrementi del prezzo del greggio provocati dalle "crisi petrolifere" verificatesi del '74 e del '79, e da quella del 1990, durante la Guerra del Golfo.

Il serbatoio delle fonti di energia attualmente disponibili è costituito da petrolio, gas naturale, carbone, energia idroelettrica ed energia nucleare in percentuali variabili da nazione a nazione. A queste fonti principali se ne aggiungono altre, anche se in quantità ancora poco significative, ma dotate della caratteristica di essere rinnovabili: l'energia geotermica, l'energia solare, l'energia eolica, l'energia da rifiuti, l'energia da biomasse.

L'Agenzia Internazionale dell'Energia (uno dei più importanti istituti di ricerca che si occupa di studi sull'energia) prevede che da qui al 2020 il consumo mondiale di energia del mondo aumenterà di circa il 65% rispetto ai livelli attuali. Quali fonti forniranno tutta questa energia all'uomo? La disponibilità di combustibili fossili sarà sempre più ridotta con il passare del tempo (a causa dell'esaurimento dei giacimenti) e per poter soddisfare la crescente domanda di energia, sarà necessario avvalersi di nuove fonti, in particolare di quelle rinnovabili e a minore impatto ambientale.

Una delle possibili alternative al petrolio è rappresentata dall'idrogeno. L'idrogeno è un elemento contenuto in molte sostanze (dall'acqua al metano) ed è disponibile sulla Terra in enormi quantità. Esso si può utilizzare, per esempio, nella cella a combustibile: un apparecchio in grado di attivare un processo elettrochimico che trasforma l'energia contenuta nell'idrogeno in elettricità e calore evitando la combustione, causa di numerose emissioni di inquinanti dell'aria. Le celle a combustibile possono essere impiegate in diversi settori: dai trasporti (autobus e automobili), all'edilizia (produzione d'acqua calda riscaldamento e condizionamento) e all'elettronica (cellulari e computer). Attualmente però le tecnologie a disposizione per la produzione, la conservazione, il trasporto e l'utilizzo dell'idrogeno devono essere ulteriormente testate e migliorate prima che tale risorsa possa essere usata su vasta scala.

Il bilancio energetico

Il bilancio energetico nazionale

L'importanza dell'energia nella società moderna ha portato l'uomo non solo a creare complessi "sistemi energetici", ma anche a porsi il problema di misurare quanta energia egli consuma ogni anno e di capire da quale fonte la ricava e da quale Paese la importa.

A questi problemi l'uomo ha risposto utilizzando apposite unità di misura dell'energia e uno schema di rappresentazione dei flussi di energia che entrano in un Paese e vengono utilizzati dai diversi settori di utenza nell'arco di un anno, il **Bilancio Energetico Nazionale**.

Come tutti i bilanci, anche il bilancio energetico raccoglie informazioni sulle entrate e sulle uscite, in questo caso di

energia. Quello nazionale è il bilancio energetico più famoso e utilizzato e consiste in una raccolta di informazioni su come viene prodotta l'energia e su come viene utilizzata in un Paese nell'arco di un anno.

Ecco, in sintesi, come va letto il **Bilancio Energetico Nazionale (BEN)**. Innanzitutto l'energia messa a disposizione dalle diverse fonti viene espressa con un'unità di misura comune che abbiamo già visto: la TEP. Questo consente di sommare tra loro e confrontare i dati relativi alle differenti fonti. La prima informazione contenuta nel BEN è la disponibilità di energia totale e suddivisa per fonti (chiamati anche **consumi primari di energia** o fonti primarie). Questi dati indicano quanta energia è messa a disposizione di un Paese o per essere consumata direttamente (ad esempio l'energia elettrica importata o prodotta dalle centrali idroelettriche), o per essere trasformata in prodotti derivati da mandare successivamente al mercato del consumo finale (ad esempio il petrolio, che va poi alle raffinerie per essere trasformato in benzina e gasolio), o, infine, per essere trasformata in energia elettrica (il carbone, il gas e il petrolio utilizzati dalle centrali termoelettriche per produrre elettricità).

L'energia fornita dalle fonti primarie può appartenere al Paese (**produzione nazionale**: ad esempio il gas estratto nei giacimenti della Val Padana o del Mare Adriatico) oppure essere importata (ad esempio il petrolio che l'Italia importa dal Medio Oriente o il gas che importa dalla Libia e dalla Russia).

E' importante ricordarsi che, in questa fase di definizione dei consumi primari di energia, la produzione nazionale di energia elettrica include solo quella da centrali idroelettriche, geotermiche, solari ed eoliche o da eventuali altre fonti rinnovabili, ma non include, come già detto, quella ottenuta bruciando combustibili fossili. Questa distinzione è stata introdotta per evitare che parte della disponibilità di energia venga conteggiata due volte, una volta come petrolio e una volta come energia elettrica prodotta dalla combustione di quel petrolio.

Dalla somma della produzione nazionale e delle importazioni delle diverse fonti va sottratta l'energia esportata e la variazione delle scorte. A questo punto si ottiene la disponibilità primaria di energia (detta anche consumo primario o consumo interno lordo).

Informazioni ricavabili dal BEN

Il Bilancio Energetico Nazionale viene preparato ogni anno. In questo modo è possibile confrontare i consumi di energia nei diversi anni analizzando la diversa provenienza delle fonti (se importata o di produzione nazionale), la diversa composizione (quali fonti energetiche si sono utilizzate) e l'andamento dei consumi nazionali (se crescono o diminuiscono).

Le informazioni che si possono trarre dal confronto dei consumi di energia nei diversi anni sono molto importanti. Ad esempio, confrontando il consumo primario di energia con i dati sulla produzione è possibile vedere se, nel corso degli anni, un Paese è riuscito a utilizzare meglio l'energia che ha a disposizione, impiegandone di meno per produrre di più. Ma si può anche verificare se le fonti energetiche rinnovabili, o quelle il cui utilizzo provoca minori emissioni di inquinanti nell'aria, hanno progressivamente sostituito le fonti energetiche maggiormente inquinanti. Un'altra utile indicazione è la dipendenza di un Paese dalle importazioni di energia. In paesi come l'Italia, ad esempio, le risorse energetiche del sottosuolo sono limitate ed è necessario importare dall'estero più dell'80% dell'energia primaria. Poiché dalla disponibilità di energia dipende gran parte del nostro sviluppo e benessere quotidiano, è necessario che i paesi come il nostro, fortemente dipendenti dall'estero per l'approvvigionamento di energia, mantengano buone e stabili relazioni con i paesi da cui la importano.

Usi finali di energia

Come impiega un Paese la disponibilità annuale di fonti energetiche primarie? Ce lo dice la seconda parte del BEN, che contiene i dati sugli **impieghi (o usi) finali di energia**.

Gli usi finali di energia sono rappresentati dai **consumi di energia delle famiglie e delle imprese** (escluse ovviamente le imprese che producono energia elettrica da destinare agli usi finali).

Per questo motivo, parte dell'energia disponibile come fonte primaria deve essere opportunamente trasformata prima di poter essere utilizzata. Abbiamo già visto che la trasformazione più importante è quella termoelettrica, ovvero combustibili fossili che si trasformano in energia elettrica.

Quindi, passando dai consumi primari ai consumi finali, cambia la composizione delle fonti di energia, poiché diminuiranno le quantità di combustibili fossili e aumentano quelle di energia elettrica.

Oltre alla composizione delle fonti energetiche, cambia anche la quantità di energia disponibile per gli usi finali. Infatti, le quantità destinabili effettivamente agli usi finali sono inferiori alla disponibilità di energia primaria, poiché i processi di trasformazione comportano dei consumi e delle perdite. Ad esempio, l'utilizzo dei combustibili fossili (carbone, petrolio, gas) per produrre energia elettrica porta ad una perdita (in media) di circa il 60% dell'energia contenuta inizialmente nel combustibile. Ciò significa che, se come disponibilità di fonti primarie ci sono 100 TEP di carbone che vengono utilizzate per produrre elettricità, per gli usi finali sono disponibili solo 40 TEP di energia elettrica. I rimanenti 60 TEP, sono andati persi nel processo di trasformazione elettrica e non possono più essere utilizzati nelle case e nelle industrie (impieghi finali).

A questo punto del Bilancio Energetico Nazionale, abbiamo le quantità di energia disponibili per gli impieghi finali, ovvero le quantità di energia consumate nei settori: Industria (le fabbriche), Trasporti (le automobili, gli autotreni, i treni, gli autobus), Civile (le case), Agricoltura e Bunkeraggi (i consumi di combustibili delle navi).

Ambiente e territorio

Impatti e tutela dell'aria

L'energia è elemento indispensabile per garantire il benessere e lo sviluppo del pianeta. Senza un regolare afflusso d'energia, città, industrie, trasporti e infrastrutture si fermerebbero. Peraltro, la crescita delle economie e dei consumi mondiali nel XX secolo si è finora basata principalmente sullo sfruttamento dei combustibili fossili: prima carbone, poi petrolio e gas naturale. Queste fonti energetiche non sono però rinnovabili, ma destinate in futuro ad esaurirsi. Inoltre queste fonti energetiche emettono sostanze inquinanti durante la combustione, anche se in quantità molto diverse a seconda del combustibile utilizzato.

Tra le più importanti sostanze si possono ricordare gli ossidi di carbonio (COx), gli ossidi di zolfo (SOx), gli ossidi di azoto (NOx), i composti organici volatili (COV) e i particolati solidi totali (PST).

Questi inquinanti possono provocare danni alla salute umana e all'ambiente se superano determinate concentrazioni nell'aria. Tra questi vi sono l'effetto serra, le piogge acide, l'inquinamento dell'aria causato dal traffico nelle città, tutti problemi gravi di cui molto discutono gli esperti e i mezzi di informazione ma a cui, molto spesso, non si è ancora riusciti a dare una soluzione.

La volontà di salvaguardare l'ambiente, le crisi petrolifere degli anni Settanta e Ottanta e l'attuale ascesa del prezzo del petrolio hanno indotto i governi di molti paesi industrializzati a incentivare sempre più lo sviluppo di fonti di energia alternative a quelle oggi dominanti. Nonostante questi incentivi e la rapidità del progresso scientifico e tecnologico, si prevede che queste fonti possano coprire quote significative dei consumi energetici solo fra molti anni.

Pertanto, nel breve e medio periodo, la maggior parte dell'energia necessaria all'uomo sarà probabilmente ancora fornita dalle fonti fossili tradizionali (soprattutto petrolio e gas naturale). E' necessario, comunque, che l'uomo impari a utilizzare in modo ancora più efficiente l'energia prodotta dai combustibili fossili (riducendo gli sprechi e aumentando il rendimento energetico dei diversi processi produttivi) e ricerchi e applichi tecnologie che consentano di ridurre le emissioni in aria di inquinanti provocate dalla loro combustione.

Le sfide delle rinnovabili

Nel 2013 le sei fonti di energia primaria utilizzate nel mondo sono state: petrolio (31,1%), carbone (28,9%), gas naturale (21,4%), energia nucleare (4,8%), biomasse (10%), idroelettrico (2,4%) e "nuove" rinnovabili (1,1%, coperto principalmente da solare ed eolico) (Fonte: IEA, Key World Energy Statistics 2015). Ciò che salta subito all'occhio guardando questi dati è che l'80% dell'energia che il mondo utilizza proviene dai combustibili fossili, fonti preziose ma non rinnovabili. Proprio per questa ragione diventa necessario sviluppare ed incrementare le energie rinnovabili, ma per farlo occorre superare alcune questioni spinose. Innanzitutto, occorre riuscire a produrre energia dalle fonti rinnovabili in modo economico e competitivo rispetto alle tradizionali fonti energetiche. In secondo luogo, affinché una fonte energetica

sia vantaggiosa, questa deve essere concentrata, immagazzinabile e trasportabile. L'energia deve essere in forma concentrata per riuscire a soddisfare grandi richieste di energia, deve essere immagazzinabile per poterla accumulare e trasportabile per poter soddisfare la domanda di energia in luoghi diversi da quelli in cui viene prodotta. Il successo dei combustibili fossili è dovuto proprio al fatto che soddisfano questi tre requisiti essenziali, mentre le fonti rinnovabili presentano ancora qualche limite che impedisce la loro diffusione su ampia scala.

Secondo gli obiettivi fissati dall'Unione Europea, le fonti rinnovabili dovranno soddisfare il 20% del fabbisogno energetico entro il 2020 e, nelle zone particolarmente favorevoli allo sfruttamento delle fonti rinnovabili, si potrebbe arrivare a percentuali ben più alte. Risulta evidente che, senza opportune strategie di gestione dell'energia, l'attuale rete elettrica non potrà supportare questi incrementi. Inoltre, non bisogna dimenticare che le fonti rinnovabili sono caratterizzate da elevata variabilità, per cui la sfida più grande è riuscire a soddisfare la domanda di energia nei momenti di punta sfruttando fonti di energia discontinue e intermittenti.