

Involucri energetici

a cura di Filippo Angelucci e Gianmichele Panarelli

DiTAC - Dipartimento di Tecnologie per l'Ambiente Costruito
Università degli Studi "G. d'Annunzio" Chieti - Pescara

ARAEN - Agenzia Regione Abruzzo per l'Energia - Programma Comunitario SAVE

DITAC



Dipartimento di Tecnologie
per l'Ambiente Costruito



Regione Abruzzo



Agenzia Regione Abruzzo
per l'Energia

SALA editori
ISBN 88-85359-79-5

Gianmichele Panarelli

Il convegno internazionale organizzato dal DiTAC ha evidenziato la complessità dei fenomeni legati all'uso dell'energia.

La prefigurazione di possibili scenari futuri parte dal considerare i dati, ad oggi disponibili, relativi ai consumi, all'inquinamento, alla condizione di instabilità internazionale e soprattutto alle scelte politiche determinanti per l'incremento delle fonti alternative al petrolio. La sfida per un'utilizzazione più diffusa delle energie rinnovabili passa necessariamente attraverso l'incremento della ricerca e dell'innovazione tecnologica conseguente, e al tempo stesso presupposto, di strategie politiche appropriate.

Il convegno ha affrontato un approfondimento di carattere specialistico, architettonico nella fattispecie. L'osservazione dei fenomeni sopra citati applicati all'involucro, inteso come contenitore di attività umane, diviene pretesto d'intervento energetico alternativo e occasione di esercizio progettuale ad alto contenuto innovativo.

1. Le attuali tendenze

I consumi di energia a livello mondiale aumentano vertiginosamente e sono passati in 25 anni (dal 1973 al 1998) da 53 a 77 miliardi di megawatt/ora; cioè c'è stato oltre il 45 % di aumento.¹

Il petrolio da solo copre circa il 40% dei consumi e

con le nuove tecnologie possono essere individuati (ma non sempre utilizzati) nuovi giacimenti. Oltre il 50% delle riserve petrolifere mondiali sono sotto il mare, ma a profondità per ora irraggiungibili. Nei prossimi venti anni si prevede che il consumo di petrolio nel mondo aumenterà ancora di un 50% e mentre le multinazionali produttrici assicurano che esistono scorte per almeno altri 40 anni alcuni ottimisti sostengono che il progresso tecnologico sarà presto in grado di garantire l'accesso ad altri 42.000 bacini, assicurando così altri 260 anni di copertura. Intanto molti vecchi giacimenti cominciano ad esaurirsi ed il tempo a disposizione non è tanto quanto qualcuno sostiene.

Dei circa 25 miliardi di barili (un barile è pari a 139 Kg cioè 159 litri) di petrolio all'anno prodotti (dati 1999) più della metà si trovano in quattro paesi OPEC (Organizzazione dei Paesi Esportatori di Petrolio) che affacciano sul golfo Persico e sono Iraq, Iran, Kuwait e Arabia Saudita. Seguono con un distacco notevole l'America latina, prevalentemente Venezuela, e alcuni paesi dell'Africa.

La relazione diretta tra inquinamento causato da combustibili fossili e malattie letali è ampiamente documentata. I fenomeni di deterioramento ambientale (piogge acide, desertificazione, ritiro dei ghiacciai, riduzione dello strato di ozono, innalzamento del livello dei mari) sono evidenti ormai in tutta la loro

drammaticità. Una delle possibilità di inversione di rotta è appunto rappresentata dalla capacità di utilizzazione di energie rinnovabili, inesauribili e che nella maggior parte dei casi non producono inquinamento. Attualmente la quota di energia alternativa utilizzata nel mondo si aggira intorno al 14%, con notevoli distinguo in aree geografiche diverse.

Tra le attuali tendenze registriamo l'uso di *energia eolica* prodotta in *off-shore*, una modalità in grado di rispondere alle esigenze d'impatto sollevate da alcuni che contestano ai mulini giganteschi di deturpare il paesaggio e di dar fastidio ad uomini ed animali. L'idea è di porre i mulini in mare su fondali di circa 30 metri di profondità, e fuori dalla portata visiva di chi scruta l'orizzonte. Il problema consta nel fatto che mentre i mulini localizzati a terra producono energia elettrica con costi paragonabili a quelli dei combustibili fossili, i mulini in mare diventano una vera e propria sfida ingegneristica. Sono già allo studio impianti *off-shore* nel mari del nord Europa di 1400 Megawatt da realizzare entro il 2008.

Notevoli progressi sono stati fatti da quando nei primi anni del secolo scorso i primi mulini a vento per produrre energia elettrica erano studiati in America. Si pensi che si è passati dal poter produrre potenze di 225 kilowatt agli attuali 2 megawatt e sono allo studio mulini fino a 3 megawatt. Tutto ciò è reso possibile dal trasferimento tecnologico (prevalentemente dall'industria aeronautica) e dall'uso di materiali ultraleggeri, nonché da politiche di incentivazione statale come la Germania che produce oltre 8700 megawatt annui collocandosi al primo posto nella classifica mondiale.

Un discorso a parte merita l'*energia solare*. Presente nel quotidiano, ad esempio nelle calcolatrici ad energia solare, la tecnologia fotovoltaica presenta una flessibilità eccezionale, non utilizza alcun combustibile e può alimentare strumenti piccoli (come le calcolatrici appunto) e grandissimi come le centrali che possono rifornire di elettricità la rete elettrica sfruttando il sole:

fonte pulita, gratuita e relativamente inesauribile, tanto da farne l'energia pulita del futuro. Nella prima metà dell'Ottocento fu scoperto l'effetto fotovoltaico di alcuni materiali semiconduttori esposti ad una radiazione luminosa. Soltanto negli anni Cinquanta del secolo scorso furono perfezionati i primi dispositivi funzionanti ed è soltanto nel 1977 che sir. Nevill Mott ideò un tipo di silicio più economico che gli valse il premio Nobel. Negli anni Novanta la tecnologia ha fatto ulteriori passi in avanti sia con il silicio stesso sia per la sperimentazione di nuovi semiconduttori. Negli Stati Uniti si stanno sviluppando delle celle in film di silicone ma sono i Giapponesi i più avanti nell'uso di questa tecnologia. In Europa, invece, il paese con maggior produzione di energia elettrica da fotovoltaico è la Germania, dove chi fa ricorso a questa fonte energetica ha diritto a contributi dallo Stato. Per attivare l'effetto fotovoltaico c'è bisogno del sole, che a un certo punto del giorno tramonta, e che non è sempre in piena luce. L'energia così prodotta potrebbe essere immessa in rete e distribuita o accumulata in batterie (aumentando ulteriormente i costi). Tra i limiti a sfavore del fotovoltaico ricordiamo una capacità di ricavare solo il 20% dell'energia potenziale disponibile e i costi del materiale. Nonostante la ricerca abbia permesso negli ultimi venti anni di abbattere di dieci volte i costi dell'energia fotovoltaica questi restano ancora troppo alti e cioè circa nove volte più alti rispetto a quelli dell'energia ottenuta con fonti tradizionali. Nei conteggi in realtà non sono considerati i così detti costi evitati, legati all'uso di tecnologie pulite, che sono di difficile stima. Un recente studio europeo ha stimato in 0.80 euro l'incremento da attribuire al prezzo alla pompa per il risarcimento dei costi sociali sostenuti per malattie respiratorie causate dall'inquinamento di combustibili tradizionali (polveri sottili).

Allo stato attuale il fotovoltaico risulta molto conveniente nelle zone decentrate dove è assente una rete di distribuzione e in alcuni casi se previsto già in fase di



Architetti Jourda & Perraudin, Monte Cenis Academy - Germania

progettazione ed integrato nelle nuove costruzioni. L'Italia con la sua disposizione geografica risulta avvantaggiata ma i contributi sono pochi e il mercato stenta a decollare nonostante le recenti disposizioni legislative in favore di un reale libero mercato dell'energia e con gli aiuti per i "tetti fotovoltaici".

Altre fonti di energia naturale sono le così dette *energie geotermiche*. Nel sottosuolo si possono trovare acqua calda o vapore. L'Italia è stata la prima ad aprire un campo geotermico, in Toscana, che produce oltre 500 megawatt captando il vapore che attiva poi turbine e generatori tradizionali.

Altro capitolo è l'energia prodotta dalle *maree* o da *impianti idroelettrici*. I primi impianti che sfruttano il moto ondoso sono stati realizzati nel Mare del Nord. Si pensa inoltre di poter sfruttare le variazioni di pressione

nelle profondità marine o il moto delle maree. Per quest'ultimo si calcolano delle potenzialità pari a circa 16 miliardi di megawatt di cui soltanto il 2% risulta tecnicamente utilizzabile. Gli impianti idroelettrici, intesi in senso tradizionale sembrano destinati a scomparire (attualmente il contributo dell'energia prodotta dagli impianti idroelettrici, in Italia, è di circa il 20% del consumo totale) a causa dello sfruttamento intensivo dei corsi d'acqua e dell'alto impatto ambientale di queste strutture. Oggi si guarda a strutture più piccole, meno invadenti anche se con rendimenti più bassi. Grande interesse suscitano gli studi sull'*idrogeno*. La prima centrale da 220 kilowatt è stata inaugurata in California. A parità di energia prodotta le emissioni di anidride carbonica sono tre volte inferiori rispetto a quelle di una centrale alimentata a idrocarburi. Il problema ancora

irrisolto è che, per produrre l'idrogeno (cioè per isolarlo chimicamente) per alimentare le celle è necessario avviare processi di elettrolisi che richiedono una quantità di energia elettrica notevole, in pratica un circolo vizioso. Altro problema è rappresentato dallo stoccaggio dell'idrogeno che deve essere compresso come gas o come liquido. Un discorso a parte meriterebbe il *nucleare*, con le sue implicazioni sulla sicurezza. Notevoli sono stati i progressi in questo settore ma il nostro Paese si è espresso,

attraverso un referendum, qualche anno addietro contro le centrali nucleari. La sfida passa necessariamente attraverso l'incremento della ricerca e dell'innovazione.

2. L'innovazione tecnologica come risorsa alternativa

Lo sviluppo tecnologico, opportunamente sostenuto da politiche appropriate, potrebbe accelerare i fenomeni di produzione e l'uso di energie alternative. La crisi culturale che la società contemporanea attraversa si



T. Herzog, Casa a Regensburg - Germania

ripercuote sugli aspetti socio-economici generando la così detta crisi della scientificità, ossia la mancanza di collocazione della scienza nella cultura e nella vita sociale. Tutto ciò si manifesta sia attraverso una sfiducia da parte della società, e di conseguenza della politica, verso gli ambienti scientifici, sia attraverso una crisi interna alla comunità scientifica dove forte è il sospetto di essere arrivati ad una fine della scienza, ad un esaurimento delle scoperte essenziali. Varie le cause di tutto ciò: incapacità degli scienziati ad interfacciarsi con il grande pubblico, timore da parte dell'uomo comune verso la scienza, scadimento della quantità e della qualità dell'istruzione a ogni livello. In campo culturale la crisi si manifesta con una vera e propria "ribellione" alla convinzione che il progresso scientifico possa generare conoscenze, in ogni caso, utili alla società (basti pensare ai problemi sollevati dalle manipolazioni genetiche o dalla così detta globalizzazione). Fino al secolo scorso il rapporto scienza-società era consolidato sulla base di formazione culturale comune tra scienziati e studiosi di diverse discipline, base per un dialogo e una integrazione interdisciplinare. Ma già alla fine del primo conflitto il panorama mutava. Le conseguenze negative della guerra venivano attribuite all'approccio scientifico che regolava l'attività umana con una semplice serie di leggi: quella che Spengler, nel 1918, definisce irreligione scientifica. Dopo circa un decennio viene pubblicato un manifesto che mira a restituire alla scienza una posizione centrale nella cultura dell'epoca e, contemporaneamente, S. Freud pubblica *Il disagio della civiltà*, ove descrive la scienza e altre attività intellettuali, tentativi dell'uomo di dominio verso la sua natura aggressiva e distruttiva. L'ultimo atto di fiducia verso la scienza lo troviamo nel 1945 quando V. Bush scrive "Il progresso scientifico è un elemento essenziale per la sicurezza della nostra nazione, il miglioramento della nostra salute, per creare più lavoro, condizioni di vita migliori, e dare impulso al nostro progresso culturale". Da notare che al primo posto, in quegli anni come adesso,

vi era la sicurezza, probabilmente per giustificare l'uso della bomba atomica (terribile creatura della ricerca) e il forte impegno economico in armamenti. Negli anni '70 questo ottimismo sarà quasi sparito, fino ad arrivare ai nostri giorni in cui una vera e propria scuola di pensiero antiscientifica opera una delegittimazione della scienza quale autentica forza intellettuale in grado di dare unità e armonia universale. Questo movimento, che G. Holton definisce avanguardia postmoderna, sembra abbia un ampio seguito e si assiste ad una fioritura di produttori di cultura che attingono al passato non comprendendo il presente e ancor meno il futuro. La scienza postmoderna, seppure con un attacco frontale, ha messo a nudo i reali aspetti generativi della crisi delle comunità scientifiche. La scienza postmoderna, in contrapposizione alla moderna, è caratterizzata dall'essenzialità, libera da "qualsiasi dipendenza dal concetto di verità oggettiva". La corrente postmoderna, oltre a ridefinire i contenuti della scienza, denuncia la necessità di una nuova definizione dei luoghi istituzionali dove svolgere attività scientifica nonché il ridisegno del sistema delle ricompense "Perché spingono gli scienziati a diventare, spesso contro i loro migliori istinti, i sicari dei capitalisti e del potere militare".² L'obiettivo è la democratizzazione del sapere scientifico e l'abbattimento delle barriere artificiali che separano gli scienziati dal pubblico. Questo obiettivo può essere raggiunto, come denunciano i rappresentanti di tale corrente solo attraverso una riforma radicale del sistema educativo. Il contenuto e la metodologia della scienza postmoderna, come scrivono A. Sokal e J. Bricmont³ (1999), offrono un supporto intellettuale al progetto politico progressista di trasgredire le frontiere e frantumare le barriere per ottenere una scienza che realmente sia in grado di porsi al servizio delle esigenze di una società democratizzata del futuro rispettosa dei valori morali che essa stessa sostiene. La scienza di questi anni, come scrive John Horgan⁴ (1996), sembra vittima di un paradosso: "da un lato moltiplica i tentativi di raggiungere

il segreto della vita, la soluzione dell'enigma dell'Universo – ciò che Roger Penrose definisce La Risposta – dall'altro insinua sempre più spesso - attraverso autorevoli voci - il sospetto che la scienza stessa stia per esaurirsi, almeno per quanto riguarda le scoperte essenziali". Egli si chiede se è vero che ci sia una fine della scienza: sia per l'insolubilità dei problemi di cui ha tentato una risposta, sia perché ormai ha dato tutte le risposte necessarie all'uomo per il compimento di tutte le promesse. "I tempi attuali", continua Hogan, "sono difficili per la scienza pura intesa come attività che ha per fine ultimo la conoscenza della Verità". L'impresa scientifica è vincolata a troppi fattori esterni, quali ad esempio i finanziamenti, i condizionamenti sociali, politici ed economici destinati a rendere difficile la pratica scientifica, in particolare quella della scienza pura. La società è disposta a finanziare le scoperte scientifiche finché esse avranno la potenzialità di generare nuove tecnologie di grande efficacia, ma quando avrà esaurito il suo apporto dal punto di vista pratico la società cesserà di finanziarla. Un aspetto da considerare, inoltre, è la crescente sensibilità da parte della società alle conseguenze negative della scienza e della tecnologia, come l'inquinamento, la contaminazione nucleare e le armi di distruzione di massa. Conseguenze che hanno influenzato le scelte dei dirigenti politici, alcuni dei quali iniziano a manifestare un atteggiamento antiscientifico, anche se in passato furono spesso i principali sostenitori del progresso scientifico. La disillusione verso la scienza era inoltre stata preannunciata da Oswald Spengler all'inizio del secolo, il quale prevedeva che il declino della scienza e la rinascita dell'irrazionalità sarebbero iniziati alla fine di questo millennio, per poi risorgere secondo la sua teoria della ciclicità della scienza. Taluni sostengono, però, che il principale ostacolo alla resurrezione della scienza pura, sia proprio il suo passato successo. Le fasi della conoscenza e lo sviluppo della scienza possono essere suddivisi storicamente in cinque fasi.⁵ Il filosofo francese J. Guittou sostiene che il progresso morale e spirituale

non ha seguito di pari passo il progresso tecnologico, materiale e intellettuale (concetto di tecnologia del fare e del pensare). Conoscere, in generale, significa che il soggetto indagatore si pone in modo interlocutorio verso un ente o un evento e tende ad evidenziare il suo comportamento. L'impresa conoscitiva è costituita dal processo conoscitivo, attività che usa metodi, conoscenze acquisite e strumenti naturali e artificiali per formulare leggi ed enunciati. La scienza si presenta come un processo conoscitivo, prodotto da strumenti naturali (sistema nervoso centrale e periferico) ed artificiali (esperimenti, strumenti, apparati logici e metodologici, conoscenza già acquisita) e dall'attività di scienziati che se ne servono. In sostanza dopo la denuncia di Feyerabend⁶ sulla necessità di una scienza più umana che consideri molteplici aspetti e non solo quelli razionali, Donald A. Norman, partendo da percorsi diversi arriva alla analoga conclusione sulla necessità di dare alla scienza, attraverso le sue applicazioni, un volto umano. Si rende necessaria una "socializzazione delle tecnologie. La definizione di Tecnologia fornita dalla Enciclopedia del Novecento della Treccani recita: "La tecnologia è l'estensione delle capacità biologiche umane per mezzo di artefatti sia tangibili che non tangibili." A questa potremmo aggiungere che l'uomo, come afferma Popper,⁷ mira in realtà a trovare spiegazioni soddisfacenti e risposte ai propri problemi. Altro quesito di notevole interesse, spesso sollevato è in che modo le tecnologie influenzano la società, con nuovi modi di uso derivanti da variati modelli di vita. "Le tecniche determinano la società o la cultura?" Pierre Lévy nel suo libro *Cybercultura*⁸ afferma che una certa tecnica (o meglio soluzione tecnologica) viene prodotta all'interno di una determinata cultura e quindi una data società è condizionata dalle proprie tecniche. Condizionata e non determinata. Differenza sostanziale, illustrata attraverso l'esempio dell'invenzione della staffa, che ha permesso la messa a punto di un nuovo tipo di cavalleria pesante, a partire dalla quale si sono costituiti

immaginario cavalleresco e strutture politiche e sociali del feudalesimo. È chiaro però che la staffa, in quanto tale, non può essere stata la “causa del feudalesimo europeo”. La staffa condiziona effettivamente la cavalleria e, indirettamente, tutta la feudalità, ma non le determina.

In quest’ottica lo sforzo della comunità scientifica deve essere di riavvicinamento alla politica a dimostrazione della necessità di collaborazione e di scambio di informazioni per la risoluzione, seppur parziale, di alcune problematiche.

3. I programmi sperimentali

Le politiche europee per incrementare l’uso di energie alternative sono da alcuni anni attive, infatti scrivevo nel 1998⁹:

Seppure a piccoli passi, probabilmente troppo piccoli, le fonti di energia rinnovabile conquistano spazi nel panorama della politica energetica della Comunità europea. Nonostante esperienze positive nel settore dell’energia rinnovabile, risulta difficoltoso avviare processi reali di trasformazione nel campo delle fonti



G. Moos, Edifici residenziali, Salisburgo - Austria

alternative. Alcuni ostacoli di carattere regolamentare ed istituzionale e la difficoltà di reperire finanziamenti da investire (finanziamenti con tempi di rientro lunghi e con bassa redditività) hanno dovuto determinare delle scelte comunitarie con grandissime ambizioni ma con scarsa (fino ad ora) forza attuativa.

È stato pubblicato sulla Gazzetta ufficiale delle Comunità europee (C164/29 del 25 maggio) l'invito a presentare proposte di azioni per la promozione di fonti energetiche rinnovabili nella Comunità europea, denominato programma *Altener II*. Si tratta di un programma non tecnologico di promozione in linea con le indicazioni contenute nel Libro bianco sulle fonti energetiche rinnovabili del novembre 1997. Possono presentare proposte per azioni, misure e studi, le autorità locali e regionali, le organizzazioni, le persone, le imprese pubbliche e private. Le azioni si suddividono in:

“*Studi*” ed altre azioni per l'attuazione ed il completamento di misure adottate dalla Comunità finalizzate, prevalentemente, allo sviluppo di strategie nel settore delle fonti energetiche rinnovabili ed all'analisi delle condizioni giuridiche, socio-economiche ed amministrative in grado di favorire lo sfruttamento delle energie rinnovabili, nonché alla predisposizione di opportuni atti legislativi.

“*Azioni pilota*” le quali mirano alla realizzazione ed all'ampliamento di infrastrutture e strumenti per lo sviluppo di fonti energetiche rinnovabili sia a livello di pianificazione locale o regionale, sia a livello di progettazione e valutazione.

“*Misure di promozione e disseminazione*” che hanno l'obiettivo di sviluppare strutture di informazione, e di formazione con lo scopo di migliorare il coordinamento tra le iniziative comunitarie, nazionali, regionali e locali. Inoltre, obiettivo ambizioso ma strategico, si cercherà di realizzare un sistema centralizzato di raccolta, selezione e diffusione delle informazioni e del know-how sulle fonti energetiche rinnovabili.

“*Azioni mirate*” rivolte a progetti nei seguenti settori: sistemi solari fotovoltaici e termoelettrici; sistemi solari attivi e passivi degli edifici; energia eolica; energia geotermica; impianti idroelettrici di piccole dimensioni; energia delle maree, moto ondoso e altri tipi di energia oceanica; biomassa, comprese le coltivazioni energetiche, scarti agricoli; rifiuti urbani; biocarburanti liquidi; biogas. Queste azioni mirate dovrebbero favorire la penetrazione sul mercato delle fonti energetiche alternative per favorire ed accelerare gli investimenti, in particolare per le PMI, fornendo un sostegno finanziario in grado di ridurre le spese accessorie ed i costi dei servizi, superando così gli ostacoli non tecnici.

“*Azioni di sostegno e controllo*”. Sono destinate a controllare il piano d'azione della Comunità, sostenere iniziative già intraprese nel corso dell'attuazione del piano comunitario, valutare i progressi compiuti dalla Comunità e dagli Stati membri in materia di sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili.

Il contributo comunitario per le azioni e misure: *azioni pilota* e *misure di promozione* non potrà superare il 50% del costo totale del progetto. Per le azioni e le misure: *studi* ed *azioni di controllo* il contributo comunitario potrà essere del 100%, ma verrà data priorità alle proposte che richiedono un contributo minore.

Il budget a disposizione per i primi due anni (il programma è stato approvato dal Consiglio dei Ministri, in via transitoria, in attesa del I Programma Quadro sull'Energia) è di circa 22 MECU (44 miliardi di lire italiane circa).

Sono trascorsi oltre quattro anni dall'emanazione di quel bando e poco si sa circa le iniziative finanziate e le attività svolte. Probabilmente è proprio questo l'anello debole del circuito: la diffusione dell'informazione.

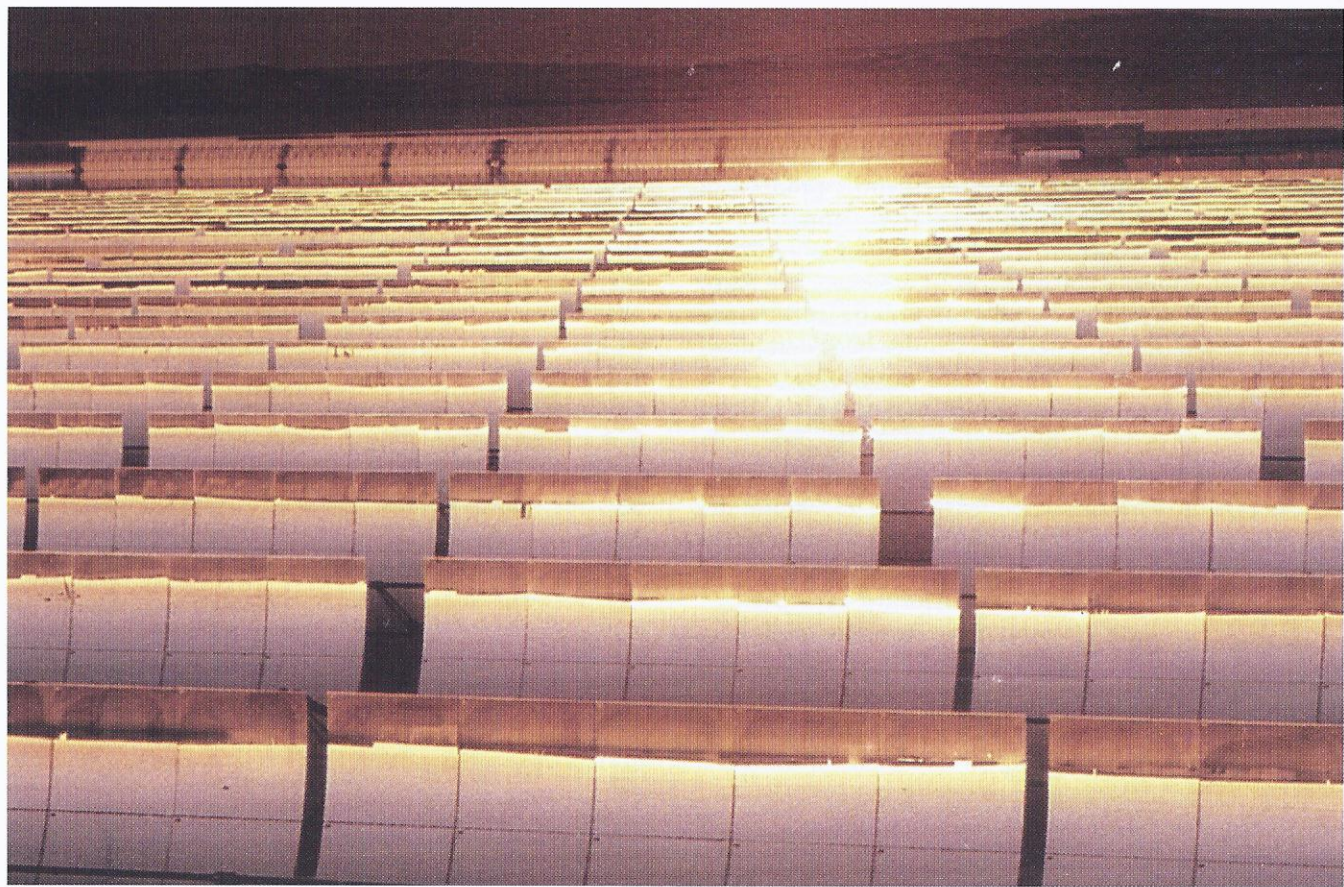
Formazione, diffusione dei dati e ricerca argomenti sui quali è necessaria una seria riflessione in particolar modo da parte della comunità scientifica e dell'Università.

Note

1. S. Kuhtz e M. Buonadonna in *Quark, Dossier speciale: il futuro dell'energia*, n.17, Luglio 2002.
2. Freire, Aronowitz, Giroux, in *Percorsi di ricerca*, G. Morabito, (a cura di), ITACA, Roma 2001.
3. A. Sokal, J. Bricmont, *Imposture intellettuali*, Garzanti, Milano 1999.
4. J. Horgan, *La fine della scienza*, Adelphi, Milano 1998.
5. F. Schalk, *Illuminismo Europeo*, in "I Propilei", Grande Storia Universale Mondadori, Vol. VII, 1968. Lo sviluppo della scienza nella storia può essere suddiviso in cinque fasi. La prima è la fase dei bisogni. È caratterizzata dal fatto che la conoscenza viene acquisita dalla ricerca del soddisfacimento dei bisogni, ma non è diretta solo a tale soddisfazione. Essa inizia così a definire i primi problemi ed a specificare le prime formulazioni astratte. La seconda fase è quella dei sensi. In essa i problemi, le domande ed i perché non erano legati più a bisogni specifici. Nascono così le teorie connesse a problemi di natura filosofica. Si fondano su dati ricavati dai cinque sensi umani. La terza fase è legata agli strumenti. È caratterizzata dal fatto che in questo periodo vi è un graduale abbandono delle osservazioni e sperimentazioni con i sensi biologici, ed un graduale e parallelo sviluppo della strumentazione che li estende e sostituisce diventando

una caratteristica fondamentale della scienza. La fase successiva vede la creazione di modelli con l'allontanamento dal mondo percepibile dai cinque sensi e da quello dei fenomeni e dal fatto che il discorso scientifico parli di enti che sono reali in quanto rilevabili dagli apparati scientifici e come tali non sono enti del mondo fenomenico. L'ultima fase è quella degli atomi. L'allontanamento dal mondo fenomenico e dal mondo percepibile dai sensi umani, e la realizzazione di oggetti costruiti dalla scienza, dalla produzione scientifica automatizzata e da un ampio mondo artificiale percepibile solo in parte dai sensi biologici. Il razionale e il non razionale sono state le due strade percorse dall'uomo per ottenere le risposte e quindi le certezze necessarie. I due percorsi molte volte hanno avuto punti di tangenza, o addirittura si sono uniti; ad esempio, nell'antico Egitto, i sacerdoti erano anche i custodi della scienza.

6. K. Feyerabend, *Dialogo sul metodo*, Economica Laterza, Bari 1995.
7. K. R. Popper, *Scienza e filosofia. Problemi e scopi della scienza*, Einaudi, Torino 1969.
8. P. Lévy, *Cybercultura. Gli usi sociali delle nuove tecnologie*, Feltrinelli, Milano 1999.
9. G. Panarelli, *Programma ALTENER II* in "Edilizia e Territorio", *Sole 24ore*, n. 23, 1998.



Impianto per la trasformazione dell'irraggiamento solare in energia