

Il rebus delle fonti energetiche

Ettore Ruberti

ENEA - Unità Biotecnologie, Agroindustria e Protezione della Salute. Centro Ricerche Ambiente Marino S. Teresa
Casella postale 224 – 19100 Pozzuolo di Lerici (La Spezia)

Introduzione

Questo articolo si propone di fare brevemente il punto sulla criticissima situazione energetica italiana e sulle prospettive realistiche che in merito si possono ipotizzare tenendo conto anche della situazione internazionale.

Purtroppo il nostro Paese non soltanto è uscito dal comparto nucleare, ma di fatto ha anche rinunciato ad operare scelte coerenti, serie e strategiche in tutto il settore energetico per via della generale inerzia decisionale dei politici e della mancata sensibilizzazione dell'opinione pubblica.

L'Italia è l'unico Paese dell'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE) che non ha un piano energetico nazionale e dipende per l'84% del suo fabbisogno dall'importazione. Al netto da tasse ed imposte, gli Italiani pagano l'energia elettrica il doppio dei francesi, il triplo degli svedesi ed il sessanta per cento più della media europea.

L'abbandono del nucleare

La catastrofe di Chernobyl del 1986 provocò, ovviamente nel pubblico non specializzato e non solo del nostro Paese, una reazione di rifiuto verso la produzione energetica mediante la fissione dell'atomo. Mentre però negli altri Paesi si cercò di diffondere un'informazione corretta e la comunità scientifica si dimostrò compatta e seria nei confronti della classe politica, in Italia ciò non avvenne ed i politici, in seguito agli esiti scontati di un *referendum* popolare, impostarono una

nuova politica energetica dirottandola verso una diffusione massiccia del gas naturale. Venne così imposta una moratoria di cinque anni, che poi sono diventati venti, nell'utilizzo delle quattro centrali nucleari di cui disponevamo: quelle di Trino Vercellese in Piemonte, di Caorso in Emilia, di Latina nel Lazio (Fig. 1) e di Sessa Aurunca sul Garigliano in Campania. Per quanto riguarda il *referendum*, d'altra parte, va sottolineato che esso non metteva in questione la produzione energetica tramite fissione nucleare (la quale non poteva essere oggetto di quesito referendario), ma proponeva tre quesiti piuttosto nebulosi e di difficile comprensione anche per gli addetti ai lavori. Tali quesiti, in effetti, riguardavano:

1. l'abrogazione delle norme che consentivano al Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica (CIPE) di decidere sulla localizzazione delle centrali nel caso non lo avessero fatto le Regioni nei tempi previsti;

2. l'abrogazione dei compensi ai Comuni che accettavano i grandi insediamenti energetici nucleari o a carbone;

3. l'abrogazione della norma che consentiva



Fig. 1 - La centrale nucleare di Latina (per gentile concessione di Sogin Spa).

all'ENEL di partecipare ad accordi internazionali per la costruzione e la gestione di centrali nucleari all'estero.

Questo nonostante la prima Conferenza Nazionale sull'Energia avesse raccomandato il contrario e nonostante l'allora Presidente del Consiglio Craxi avesse rassicurato la Comunità Europea sul non abbandono della produzione elettrica per mezzo dell'energia nucleare da parte dell'Italia.

L'abbandono della produzione energetica per mezzo della fissione nucleare e la conseguente dispersione di un pregevole capitale tecnico-scientifico, industriale ed umano non hanno comportato la rinuncia all'utilizzo di energia prodotta con il nucleare: semplicemente, hanno fatto sì che anche questa diventasse un prodotto di importazione. Attualmente, infatti, circa il 17,8 % dell'energia elettrica consumata in Italia è prodotta (all'estero) con il nucleare.

Si potrebbe obiettare che la moratoria, così com'è stata decisa, può essere abrogata. Una decisione in tal senso, comunque, dovrebbe necessariamente comportare un profondo ripensamento della politica energetica nazionale.

Al contrario di quanto frequentemente "favoleggiato" in Italia, la produzione di energia elettrica in Europa vede il nucleare da fissione al primo posto, con un 35 % del totale, seguito dal carbone. Nel nostro Paese, invece, al primo posto è il gas naturale, che copre oltre il 50% del totale, seguito dagli olii combustibili.

Ma partiamo dall'inizio. L'Italia è un paese povero di risorse energetiche e di materie prime, altamente popolato e con un livello di vita della

popolazione abbastanza elevato, quindi con un consumo energetico significativo. La produzione energetica nazionale è ottenuta per la grande maggioranza da petrolio e derivati e dal gas naturale, combustibili in gran parte importati. Importiamo anche una quota significativa di energia elettrica, prodotta oltralpe con impianti nucleari. Si parla moltissimo dello sviluppo e della diffusione delle energie alternative, ma anche queste stentano a decollare. Escludendo i Paesi di nuova acquisizione, tra i 15 che fino allo scorso anno costituivano la Comunità Europea, siamo gli ultimi per installato. A titolo di esempio, giova ricordare che per ogni metro quadro di pannello solare (sia fotovoltaico che termico) installato nel nostro Paese, in Norvegia e in Germania ve ne sono 30.

L'esperimento-incidente di Chernobyl

Vediamo ora di riassumere in breve che cosa è realmente accaduto a Chernobyl e di chiarire le principali differenze fra quella tipologia di impianto e quelle che caratterizzano gli impianti occidentali.

Figlio della scelta di una tecnologia nata per fini militari in quanto adatta a produrre plutonio per testate nucleari, il reattore protagonista del drammatico incidente di Chernobyl era del tipo RBMK, acronimo dal russo *Reaktor Bolshoi Moshchnosti Kanalny* che significa "reattore di grande potenza a canali" (Fig.2). Questo tipo di reattore era impiegato solo all'interno dell'Unione

Sovietica (e nel 1968 l'Ucraina ne faceva ancora parte), mentre nei Paesi satelliti dell'URSS venivano utilizzati impianti di tipo VVER (*Vodo-Vodyanoy Energetichesky Reaktor*) a bassa potenza, simili a quelli occidentali ad acqua pressurizzata.

Il reattore RBMK 1000, a tubi in pressione, moderato a grafite e refrigerato ad acqua leggera bollente, ha

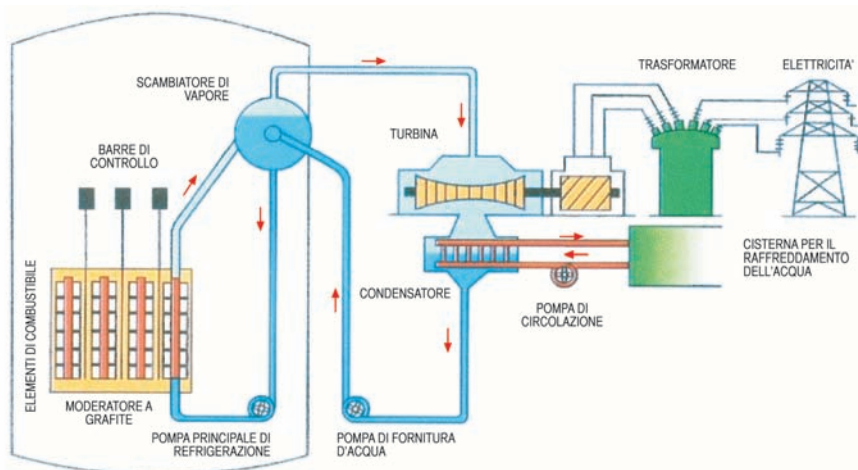


Fig. 2 - Schema strutturale di una centrale nucleare del tipo RBMK.

una potenza termica complessiva di 3200 MW termici che permettono di produrre 1000 MW elettrici. Il disaccoppiamento delle funzioni di moderatore, affidate alla grafite, da quelle del refrigerante, affidate all'acqua leggera (che, contenendo idrogeno, funge da assorbitore di neutroni) può generare instabilità intrinseca, nel senso che alla mancanza d'acqua si accoppia un aumento della reattività del sistema. I reattori di tipo occidentale BWR (ad acqua bollente: *Boiled Water Reactor*) (Fig. 3) e PWR (ad acqua pressurizzata: *Pressured Water Reactor*) (Fig. 4) affidano invece all'acqua entrambe le funzioni (moderazione e raffreddamento), tanto che in mancanza d'acqua la reazione nucleare si arresta.

L'erogatore di energia nucleare – o “nocciolo” – del reattore RBMK è costituito da un grande cilindro in blocchi di grafite che ha un diametro di 12 metri ed un'altezza di 7 metri. Nella matrice in grafite sono disposti, secondo un reticolo regolare, i canali per l'inserimento delle barre di controllo ed i canali di potenza, tubi in lega di zirconio nei quali sono contenuti gli elementi di combustibile. Negli elementi di combustibile, costituiti da fasci di barrette cilindriche in lega di zirconio contenenti pastiglie (*pellets*) di biossido di

uranio arricchito al 2%, ha luogo la reazione di fissione a catena dell'uranio con produzione di neutroni veloci e di calore.

L'acqua, spinta dalle pompe di circolazione, scorre nei canali di potenza dal basso verso l'alto alla pressione di circa 70 kg/cm^2 , affluendo nel nocciolo alla temperatura di 270°C . Uscendo dal medesimo, l'acqua è inviata a quattro grandi separatori di vapore, dai quali la frazione liquida ritorna a fluire nei canali di potenza mediante le pompe di circolazione, mentre il vapore è convogliato ad azionare due gruppi turbina-alternatore da 500 MWe ciascuno. Il vapore esausto scaricato dalle turbine viene condensato e l'acqua risultante, preriscaldata, è rinviata al separatore di vapore tramite le pompe di alimento.

Quando il reattore è a regime la grafite ha una temperatura media di 600°C e punte di 700°C , valori inspiegabilmente elevati in quanto superiori alla soglia di reazione aria-carbonio e prossimi alla soglia di reazione acqua-carbonio. Le caratteristiche costruttive di questo tipo di reattore rendono possibile il ricambio degli elementi combustibili con il reattore in funzione, attraverso una gigantesca macchina di carico e scarico alta 35 metri ubicata nella *hall* superiore del reattore.

Tale *hall* è coperta da una struttura a capriata, che ovviamente non può essere considerata un sistema di contenimento. Al contrario, le centrali occidentali dispongono di un edificio di contenimento formato da strati di cemento al boro ed acciaio ed in condizione di resistere anche alla caduta di un aereo o ad un terremoto.

L'incidente avvenuto nella notte fra il 25 ed il 26 aprile 1986 all'unità 4 della centrale nucleare di Chernobyl avvenne nel corso di un pazzesco esperimento (gli specialisti parlano infatti di “esperimento di Chernobyl”) volto a verificare la possibilità di alimentare i sistemi di sicurezza durante il rallentamento del turbogeneratore successivo al distacco dalla rete. Tale prova fu affidata ad un tecnico non specializzato. Inoltre, durante la fase sia preparatoria che esecutiva dell'esperimento furono com-

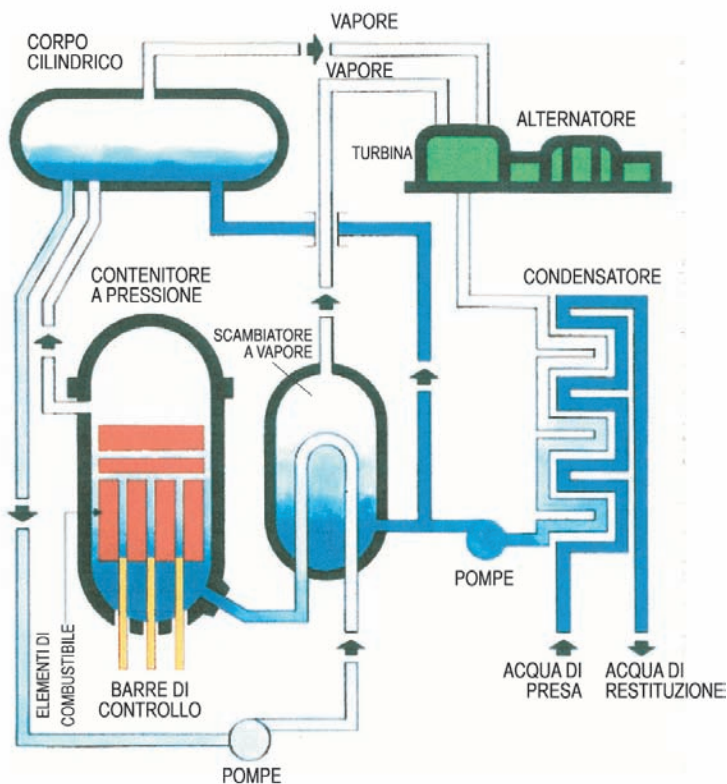


Fig. 3 - Schema strutturale di una centrale nucleare del tipo BWR.

messi numerosi errori di manovra e gravi violazioni a precise norme procedurali. Va comunque chiarito che, malgrado gli errori di manovra e la volontà di terminare l'esperimento siano stati le cause iniziali del disastro, lo svilupparsi in maniera incontrollabile e le gravissime conseguenze di questo furono dovute alle caratteristiche di instabilità intrinseca a questa tipologia di reattore – particolarmente a bassa potenza – determinata da un elevato coefficiente positivo di reattività e dalla mancanza di un edificio di contenimento.

Il reattore era stato portato ad una situazione di massima instabilità in quanto le barre di controllo non erano nella loro posizione prescritta (cioè 6-8 barre inserite contro il numero minimo di 30 previsto); d'altra parte, in tutto il circuito di raffreddamento si erano determinate condizioni prossime alla saturazione.

L'improvviso arresto di quattro pompe di circolazione nel momento di attuazione dell'esperimento determinò una produzione di vapore molto rapida e, conseguentemente, un fulmineo aumento di potenza del reattore dovuto alla sua instabilità intrinseca (coefficiente di vuoto positivo).

La produzione di vapore in alcune zone del nocciolo causò l'introduzione di una forte quantità di reattività positiva, tale da portare il reattore "pronto critico" alla rottura di alcuni canali di raffreddamento ed a far sbalzare di posizione la piastra-schermo superiore. Quest'ultimo evento, in seguito documentato dalle fotografie scattate dagli elicotteri, impedì alle barre di controllo di inserirsi e, tranciando tutti i canali di potenza, generò una nuova iniezione di reattività. In seguito a questa serie di esplosioni si verificarono distruzioni delle strutture circostanti il reattore, l'espulsione di blocchi di grafite e di pezzi di combustibile, l'innescò di una serie di incendi nell'area degli edifici di centrale e l'incendio della grafite del reattore esplosò. La combustione della grafite (ne bruciò il 10%) produsse una colonna di fumo che si elevò fino a 1200 metri di

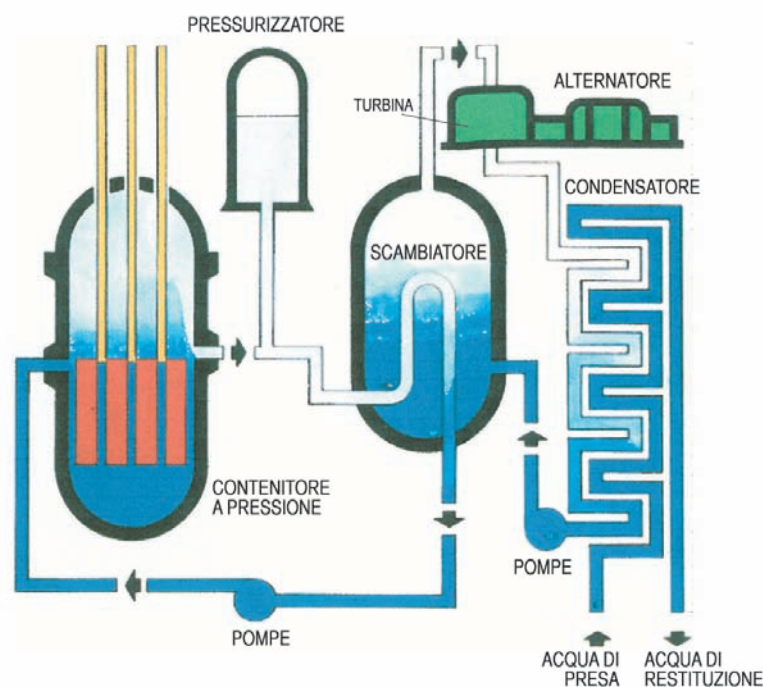


Fig. 4 - Schema strutturale di una centrale nucleare del tipo PWR.

quota, dove i venti, sempre presenti a quelle altezze, contribuirono a disperdere la radioattività sull'Europa.

Le centrali nucleari occidentali

Le centrali nucleari occidentali e quelle russe di origine non militare dispongono principalmente di tre barriere per la radioattività: la prima linea di difesa è costituita dalle stesse barrette di combustibile, incamiciate in una lega di zinco (*zincalloy*), che trattengono i prodotti di fissione radioattivi prodotti nelle pastiglie (*pellets*) di ossido di uranio; la seconda barriera consiste nel recipiente in pressione (*wessel*) e del circuito primario, che rappresenta il sistema di raffreddamento del reattore; la terza barriera è formata dal sistema di contenimento, un edificio alto 60 metri in cemento armato al boro e lastre d'acciaio con pareti spesse 120 centimetri.

L'unico incidente di fusione del nocciolo di un reattore nucleare occidentale verificatosi il 28 marzo 1979 a Three Mile Island in Pennsylvania, frutto di una serie di errori umani talmente plateali da far pensare quasi ad un sabotaggio, ha provocato danni solo all'interno del reattore, con l'emissione all'esterno di quantità risibili di radioattività.

A fronte del quadro che abbiamo delineato, pos-

siamo concludere che l'opzione nucleare andrebbe certamente riconsiderata, ovviamente nel contesto dell'elaborazione di un Piano Energetico Nazionale che ci consenta di affrancarci, per lo meno parzialmente, sia dall'utilizzo massivo dei combustibili fossili, sia dalla nostra drammatica dipendenza dall'estero e dall'instabilità dei mercati.

Secondo gli specialisti del settore, delle quattro centrali di cui disponiamo, quelle di Trino e di Caorso potrebbero essere riattivate in 12-15 mesi, con un costo equivalente a solo una modesta percentuale della spesa necessaria a smantellarle.

Il trattamento delle scorie radioattive

Alcune considerazioni vanno dedicate alla gestione dei rifiuti radioattivi. Mentre in Giappone e nei Paesi occidentali lo stoccaggio di questi rifiuti viene effettuato in previsione di una loro definitiva sepoltura in siti geologici stabili, in Italia esso risulta distribuito in 146 siti provvisori.

Sull'argomento è opportuno ricordare che non tutti i rifiuti radioattivi sono dovuti alla produzione energetica, ma provengono anche da ospedali ed industrie; la gestione degli stessi, pertanto, costituisce una necessità per tutte le nazioni moderne e non soltanto per quelle dotate di centrali nucleari. Il discorso è molto diverso, evidentemente, per quanto concerne i rifiuti radioattivi dovuti agli armamenti nucleari; ma questo problema non ci riguarda in quanto non facciamo parte dei Paesi dotati di armamenti di quel genere.

Attualmente il sistema giudicato migliore per la gestione di questa specifica tipologia di rifiuti è rappresentato da siti geologicamente stabili nei quali confinarli, previa loro vetrificazione ed inserimento in appositi contenitori di acciaio a doppia parete rivestiti di rame. In passato alcune nazioni come la Gran Bretagna utilizzavano il sistema di disperdere i contenitori in mare, sistema simile a quello utilizzato per anni dalla Svizzera che li gettava nel Lago Maggiore. Attualmente, invece, è allo studio un sistema, sviluppato dal Prof. Carlo Rubbia ed in fase di sperimentazione presso il Centro di Ricerca ENEA Casaccia, che dovrebbe consentire di abbassare la radioattività di questi materiali, ricavandone al contempo

energia, tramite loro "bombardamento" con particelle cariche. In parole povere, è come connettere un acceleratore con un impianto nucleare per la produzione energetica.

Ma torniamo a discutere la problematica italiana attuale. Con esclusione di Italia e Grecia, tutti i Paesi occidentali hanno già scelto da tempo – e stanno preparandosi a renderlo operativo – un loro sito geologico nazionale. D'altra parte le normative internazionali impediscono di esportare tali rifiuti in Paesi terzi se non per un loro ritrattamento, come peraltro fa anche l'Italia mandandoli a Sellafield in Gran Bretagna.

In Italia un gruppo di Ricercatori dell'ENEA, sulla base di una serie approfondita di studi svolti dal 1976 al 1989, aveva indicato ben 217 siti adatti a questo scopo. Per affrontare questa spinosa situazione, nel 1999 il Ministro dell'Industria Bersani del Governo D'Alema costituì un'apposita società – la Sogin – per lo più formata da specialisti provenienti dall'ENEA. Quattro anni dopo, con la criticità raggiunta anche nel nostro Paese dal pericolo terroristico (e la conseguente preoccupazione di un possibile attentato in uno dei depositi sparsi sul territorio), l'allora Presidente del Consiglio dei Ministri Berlusconi nominò come Commissario Straordinario di Governo il Gen. Carlo Jean. Successivamente, la Commissione Ambiente della Camera votò all'unanimità una risoluzione in cui si chiedeva al Governo di individuare il sito nazionale; e poiché la procedura prevedeva il passaggio alla Conferenza Stato-Regioni, il Gen. Jean inviò alle Regioni un documento di avanzamento. Un mese dopo i Presidenti delle Regioni restituirono il documento dichiarandosi disposti a prenderlo in considerazione unicamente nell'ambito di un confronto di discussione a tutto campo con il Governo. A questo punto il Governo diede mandato alla Sogin di andare avanti; e questa, basandosi sui lavori di ricerca prodotti negli anni precedenti, indicò il sito al Governo. Quest'ultimo, ai primi di novembre dello stesso anno (2003), indisse una riunione dei Ministri competenti, i quali, considerato che lo studio presentato era pienamente convincente sul piano tecnico-scientifico, decisero all'unanimità di emanare il Decreto Legge per metterlo in atto. Tale Decreto

fu scritto in maniera da assicurare le massime garanzie, ma purtroppo senza prevedere un'adeguata informazione dell'opinione pubblica. Fu scelto il sito di Scanzano Jonico, in quanto dall'alto verso il basso, esso è caratterizzato da 300 metri di argilla seguiti da 300 metri di salgemma e da altri 300 metri di argilla, per cui i fusti sarebbero stati confinati a 900 metri di profondità sotto questi depositi. La zona dove era ubicato il sito inoltre non presentava rischi di natura idrogeologica. Si è parlato invece di rischio sismico. Quello che non è stato detto è che, dopo il verificarsi del terremoto in Molise (che determinò numerosi danni, compreso il crollo di un'intera scuola uccidendovi i bambini che la frequentavano), le autorità si sono spaventate ed hanno preteso che tutto il territorio nazionale venisse inserito nella classificazione sismica, sia pure nella terza fascia. Ma valutiamo cosa potrebbe succedere nel caso altamente improbabile che si verificasse un sisma: l'argilla ed il salgemma sono materiali autosigillanti, quindi il peggio che possa succedere è che a 900 metri di profondità tutto si autosigilli e nessuno possa più accedervi. Comunque, in seguito alla sollevazione popolare che rifiutava un deposito nazionale a Scanzano Jonico, il Governo di allora ritirò il Decreto e dichiarò di prendersi un anno di tempo per ulteriori studi.

A questo punto due rimangono le strade praticabili: una di scegliere un nuovo sito nazionale; l'altra di aggirare le norme internazionali e conferire i rifiuti radioattivi ad un Paese terzo compiacente. Probabilmente quest'ultima corrisponde alla strada intrapresa, considerando che l'Italia ha già chiesto ed ottenuto a Bruxelles una deroga all'esportazione, sia pure con la clausola di non scegliere un Paese in via di sviluppo (si è parlato del Canada e della Russia).

I gassificatori

Valutiamo ora le altre scelte, o non scelte, energetiche.

Dopo 23 anni in cui non sono più state costruite centrali elettriche di potenza, se escludiamo gli impianti che utilizzano le cosiddette "fonti alternative" (le quali più correttamente, come faceva

notare il Prof. Felice Ippolito, andrebbero chiamate "fonti integrative"), il precedente Governo ha emanato un Decreto Legge "sblocca centrali" che ha permesso di mettere in cantiere centrali a ciclo combinato funzionanti a gas naturale. Oggi, pertanto, noi dipendiamo dal gas naturale per circa la metà del fabbisogno energetico.

Partendo da questi presupposti e stante la criticità attuale dei rifornimenti tramite gasdotti, l'attuale Governo ha ritenuto opportuno inserire nel suo programma la costruzione di un certo numero di rigassificatori (si è parlato di dieci) allo scopo di importare gas liquefatto per rigassificarlo *in loco*. Purtroppo, alcuni partiti partecipanti alla coalizione di Governo hanno posto un certo numero di veti che hanno allontanato nel tempo la questione. A prescindere da questa contingenza, andrebbe preso in considerazione lo scenario energetico a medio termine, acquisendo la consapevolezza che i rigassificatori costituiscono una scelta vincente nel breve periodo, ma finiscono per renderci comunque dipendenti da una fonte energetica, il gas naturale, che per la maggior parte è di importazione. E ciò senza considerare i limiti imposti dal protocollo di Kyoto. Essi, quindi, andrebbero affiancati ad altre tipologie di impianti, in quanto non è pensabile che la programmazione energetica si basi solo sulla situazione contingente e non tenga conto della situazione internazionale.

Il risparmio energetico e le fonti di energia alternative

A parole, gli Italiani sono tutti rispettosi dell'ambiente, attenti ai consumi e pronti a fare sacrifici per il bene comune. In realtà, purtroppo, essi rivelano in genere scarso senso civico o cercano addirittura di trarre indebiti vantaggi da iniziative volte a migliorare la situazione ambientale ed energetica. Due settori in cui quanto sopra asserito sembra emergere in maniera vistosa sono quelli del risparmio energetico (più correttamente efficienza energetica) e dell'impiego delle energie alternative. A ciò può essere aggiunto il rifiuto di qualsivoglia impianto nei pressi dei luoghi dove ciascuno vive.

Questo comportamento ha fatto sì che il nostro

Paese sia sceso all'ultimo posto, fra i 25 Paesi dell'Unione Europea, per installato nei settori del solare termico e fotovoltaico, riveli un'efficienza energetica media degli edifici estremamente bassa, inquina più degli altri Paesi dell'Unione nel produrre energia e conferisca in discarica la stragrande maggioranza dei rifiuti solidi urbani (se escludiamo la Campania che li "esporta" in Germania).

Per risparmio energetico si intende il miglioramento dell'efficienza energetica, sia in maniera passiva (come ad esempio coibentando gli edifici), sia in maniera attiva (utilizzando prodotti ad alto rendimento). Nel caso della coibentazione, in alcune nazioni come la Germania e gli USA è addirittura vietato vendere o affittare abitazioni che non siano adeguatamente isolate. In Italia, nelle province autonome di Trento e Bolzano non si può ottenere l'abitabilità di nuove costruzioni se l'efficienza energetica di queste ultime è inferiore a sette (il massimo è dieci), mentre in molte regioni non è prevista alcuna forma di isolamento. Per quanto concerne gli elettrodomestici, il mercato internazionale ha portato a privilegiare quelli ad alto rendimento, mentre nel caso di lampadine, caldaie, ecc. tutto è lasciato alla buona volontà dei singoli, che spesso non si soffermano neanche a considerare il risparmio sulle bollette che possono conseguire.

Per quanto concerne gli impianti solari termici e fotovoltaici, come ha fatto notare argutamente Leonardo Libero, direttore del periodico "Energia dal Sole", a cominciare dalla Legge 9 del 1991 sono sempre state incentivate le energie rinnovabili e assimilate. Fra le assimilate il legislatore ha compreso anche gli scarti di raffineria ed i rifiuti non biodegradabili di prodotti di derivazione petrolifera (gomme, plastiche, ecc.): il che ha portato lo Stato ad acquistare, a prezzi maggiorati, i rifiuti dei petrolieri. Questo fatto è ufficialmente riconosciuto dal 6 novembre 2003, ossia da quando è stato denunciato dalla Decima Commissione della Camera presieduta dall'On. Bruno Tabacchi, il quale l'ha definita "una tassa occulta in favore dei petrolieri" e ne ha stimato la dimensione in 30.000 milioni di euro.

Ma vediamo di valutare la convenienza economica dell'energia solare. Tralasciamo i grandi impianti, il cui costo, la cui efficienza ed il cui

ammortamento non possono essere valutati e/o decisi dai singoli e dei quali discuteremo più avanti. Parliamo quindi di impianti domestici. Nel caso del solare termico, in pratica di pannelli destinati a scaldare l'acqua sanitaria e quella per il riscaldamento (con quest'ultima coadiuvata in alcuni casi, a seconda delle regioni, da una caldaia), il costo di un impianto in assenza di incentivi viene ammortizzato nell'arco di circa cinque anni. Calcolando la durata di un impianto in 35 anni ed una normale manutenzione, certamente si tratta di un investimento positivo. Diverso è il caso per gli impianti fotovoltaici, più costosi e meno efficienti, che sempre in assenza di incentivi e considerandone la durata e la manutenzione, risultano ammortizzabili in una decina di anni. Va anche considerato che quest'altra tipologia di impianto deve essere collegata alla rete elettrica, per cui vi è un bilancio fra quanto immesso in rete e quanto prelevato; comunque sia, in generale a fine anno per l'utente questo bilancio risulta essere positivo.

Nel caso degli impianti ad energie alternative, consideriamo in questo contesto unicamente le energie "nuove", escludendo cioè l'idroelettrico (anche se si potrebbero validamente incentivare il micro-idroelettrico), il geotermico e le biomasse in quanto già discretamente diffusi nel nostro Paese. Ultimamente sono stati costruiti anche alcuni impianti eolici, ma, come evidenziato anche dall'esperienza tedesca, con costi ed impatto ambientale molto minore potrebbe essere riconsiderata l'opzione nucleare. Va sottolineato che la produzione energetica con fonti integrative andrebbe comunque incentivata, ma non come alternativa al nucleare.

Concludiamo queste brevi considerazioni facendo notare che il costo, la disponibilità e l'inquinamento prodotti dal petrolio e derivati e dal gas naturale ci imporranno in ogni caso scelte energetiche diverse che, postponendo, diverranno sempre più dolorose.

Professore di Biologia generale e molecolare all'Università Ambrosiana, Ettore Ruberti fa parte, per conto dell'ENEA, del Forum Italiano dell'Idrogeno.