

IMPATTO AMBIENTALE CAUSATO DALLA LIBERALIZZAZIONE DEL MERCATO DELL'ENERGIA ELETTRICA IN ITALIA

IV. Produzione di energia ed impatti ambientali

di Marco CALDIROLI e Luigi MARA

Le note che seguono affrontano le problematiche degli impatti ambientali considerando lo scenario relativo alla produzione di energia elettrica prevista dal governo fondato su un crescente, inarrestabile, fabbisogno di energia elettrica da soddisfare mediante la realizzazione di nuove centrali di grandi dimensioni a ciclo combinato a gas naturale e a carbone.

Il primo tema riguarda le emissioni dei "gas serra" (1).

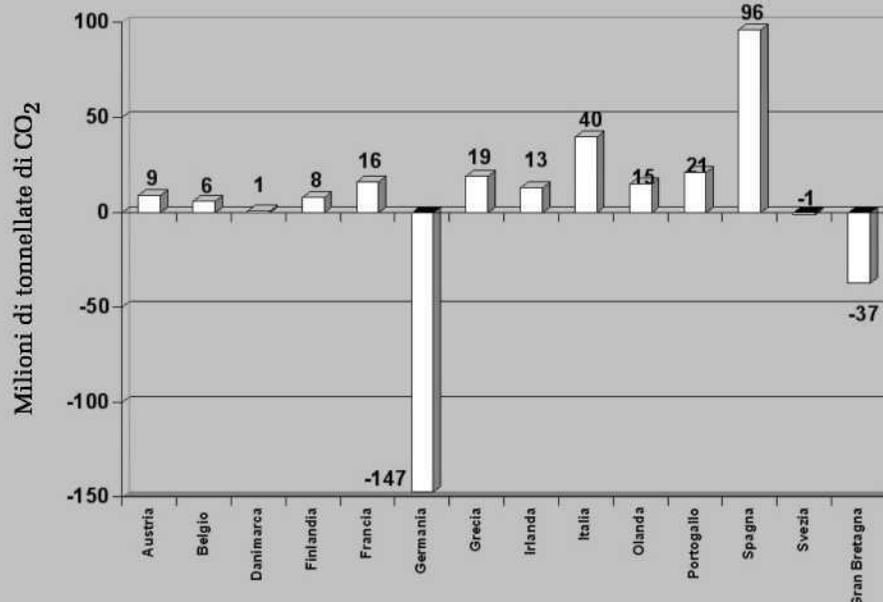
PRODUZIONE DI ENERGIA ED EMISSIONI DI GAS AD "EFFETTO SERRA"

Nella Figura 1 che segue si presentano,

per i paesi europei, le differenze tra il 1990 e il 2002 dei valori delle emissioni di Anidride carbonica equivalente (CO₂) per il comparto di produzione dell'energia.

In particolare, nella Figura 2 si mostrano le variazioni percentuali delle emissioni di CO₂ nei principali macrosettori energetici italiani nel periodo 1990-2002, mentre nella Tabella 1 si presentano le emissioni dei gas serra (espressi in milioni di tonnellate di CO₂ equivalenti/anno) rispettivamente nel 1990 e nel 2000 (si ricorda che l'Italia si è impegnata a ridurre del 6,5 % le proprie emissioni rispetto a quelle del 1990) a confronto

Figura 1. Emissioni di CO₂ dal sistema energetico nei Paesi Europei. Differenze tra le emissioni del 1990 e quelle del 2002 (poste a valore zero le emissioni relative al 1990)



Fonte : Elaborazioni ENEA su dati Agenzia Europea dell'Ambiente, 2004; in Enea, Rapporto Energia Ambiente 2004, p. 241.

con l'obiettivo fissato per il 2010 dal Protocollo di Kyoto e con quanto previsto per lo stesso anno dalla delibera n. 123 del 19.12.2002 del CIPE.

Come si rileva dalla Figura 1 gli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra fissati dal Protocollo di Kyoto (rispetto a quelli dell'anno 1990) sono di là da venire, anzi le emissioni sono aumentate rispetto al momento della sottoscrizione del protocollo da parte dell'Italia.

Si ricorda che, a differenza dell'Italia, alcuni paesi (Germania, Francia, Gran Bretagna), malauguratamente, fanno ancora ricorso alle centrali nucleari. Si sottolinea che l'energia nucleare non è stata riconosciuta dalla Unione Europea come una *tecnologia pulita* da contabilizzare in tema di emissioni; ci mancherebbe altro! (Purtroppo, in modo aberrante, secondo il protocollo di Kyoto la produzione dell'energia elettronucleare viene considerata una *"forma neutra"*, questo costituisce per i paesi nucleari un - nefasto - incentivo a mantenere tale produzione, anche da parte di paesi come la Germania che hanno deciso, seppur gradualmente, di abbandonarla).

Se venisse riconosciuto strumentalmente all'Italia un *premio* (una forma di riequilibrio contabile delle emissioni) per il mancato utilizzo di tale tecnologia (per esempio, considerando la media mondiale 2001 del ricorso al nucleare, pari al 17%) il nostro paese - limitatamente alla produzione di energia elettrica - potrebbe contabilizzare una riduzione di emissioni pari a 21 milioni di tonnellate di CO₂ equivalenti l'anno; contabilizzazione che, per fortuna, non è consentita.

Come è facilmente comprensibile si tratta di artifici contabili che sfuocano l'obiettivo e lo spirito originario dell'accordo di Kyoto : ridurre drasticamente le emissioni di gas serra nell'ambiente e, più in generale, aggiungiamo noi, ogni forma di inquinamento e, in primis, quello di origine nucleare.

Non va infatti taciuto che nel nostro paese, in molti, troppi, a partire dal capo del governo, stanno tentando di riproporre la costruzione di centrali elettronucleari attraverso una campagna strumentale tendente ad accreditare presso la pubblica opinione che l'energia elettrica in Italia ha un costo

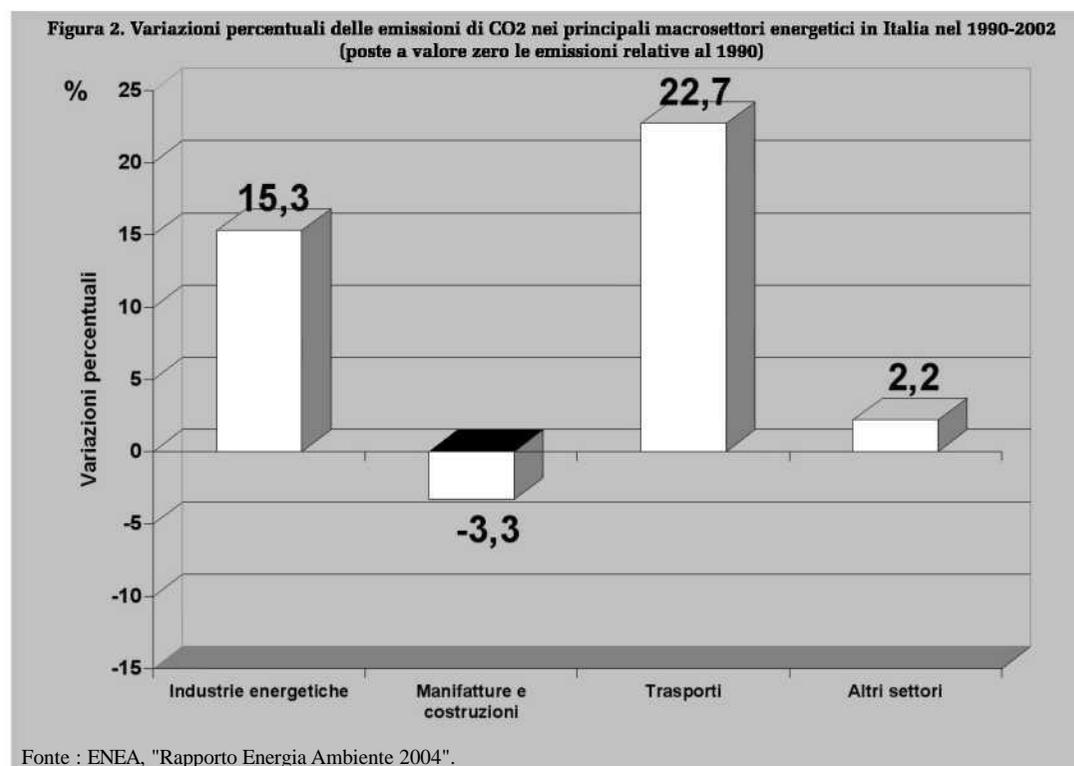


Tabella 1. Emissioni di gas serra (milioni di tonnellate di CO2 equivalente) e scenari di riferimento futuri

	Emissioni al 1990	Emissioni al 2000	Emissioni al 2002	Emissioni al 2010 con attuazione del protocollo di Kyoto (*)	Scenario tendenziale al2010(**)	Delibera CIPE 123/2002 scenario di riferimento al 2008-2012(**) (Milioni di tonnellate)
	(Milioni di tonnellate)	(Milioni di tonnellate)	(Milioni di tonnellate)	(Milioni di tonnellate)	(Milioni di tonnellate)	(Milioni di tonnellate)
Usi energetici	424.9	452.3	444.3	397.3	484.1	444.5
Impianti termoelettrici	124,9	140,0	135,1	116,8	150,1	124,2
Raffinazione e altro	22,5	21,0	14,4	21,0	20,3	20,3
Industria	85,5	77,9	82,1	79,9	80,2	80,2
Trasporti	103,5	124,7	129,3	96,8	142,2	134,7
Civile (incluso terziario e pubblica amministrazione)	70,2	72,1	72,3	65,6	74,1	68,0
Agricoltura	9,0	9,0	9,2	8,4	9,6	9,6
Altro (militari, fughe di emissioni, trasporto gas)	9,3	7,8	1,9	8,7	7,6	7,6
Usi non energetici	96.1	94.6	109.5	89.8	95.6	95.6
Industria	35,9	33,9		33,6	30,4	30,4
Agricoltura	43,3	42,6		40,4	41,5	41,0
Smaltimento rifiuti	13,7	14,2		12,8	7,5	7,5
Altro (HFC, PFC, SF6, solventi)	3,1	3,8		2,9	16,7	16,7
Crediti da JI(***)e CDM(****)						-12
TOTALE	521.0	546.9	553.8	487.1	579.7	528.1

(*) Emissioni al 1990 ridotte del 6,5 % per ogni singola fonte.

(**) Deliberazione n° 123 del 19/12/2002 *Revisione delle linee guida per le politiche e misure nazionali di riduzione delle emissioni dei gas serra* (legge n. 120/2002) del Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale Italiana n° 68 del 22/03/2003.

(***) Joint Implementation, è una previsione del Protocollo di Kyoto che indica i meccanismi di "scambio" delle emissioni tra paesi: mediante accordi tra singoli paesi è possibile che un paese industriale attivi interventi in un paese terzo per la riduzione delle emissioni; riduzione che poi verrà contabilizzata per il paese industriale. In questo scambio, il paese industriale riduce il suo costo unitario per tonnellata di emissione di gas serra. Insomma, si tratta di un marchingegno perverso che consente all'industria di non disinquinare i propri impianti.

(****) Clean Development Mechanism, in questo caso si tratta di veri e propri finanziamenti tra un paese industriale e uno o più paesi terzi, finalizzati a interventi per la riduzione delle emissioni presso questi ultimi; riduzione che viene artificiosamente contabilizzata dal paese industriale nel proprio bilancio delle emissioni. Anche in questo caso il vantaggio del paese industriale è quello di ridurre (contabilmente) le emissioni ad un minor costo rispetto a quello derivante dagli interventi realizzati in "casa propria".

Tabella 2. Azioni italiane per la riduzione delle emissioni di gas serra. Confronto tra gli obiettivi delle delibere Cipe, rispettivamente n. 137/1998 e n. 123/2002

Azioni Delibera CIPE 137/1998	Riduzione MtCO ₂ 2008-2012	Azioni Delibera CIPE n. 123/2002 misure già individuate dallo scenario di riferimento	Riduzione MtCO ₂ 2008-2012
Aumento di efficienza del parco elettrico	20-23	Espansione cicli combinati per 3.200 MWe Espansione capacità import per 2.300 MWe	8,9 10,6
Produzione di energia da fonti rinnovabili	18-20	Ulteriore crescita fonti rinnovabili per 2.800 MWe	6,5
Riduzione dei consumi energetici nel settore dei trasporti	18-21	Interventi nel settore dei trasporti	7,5
Riduzione dei consumi energetici nei settori industriale/abitativo/terziario	24-29	Interventi nel settore civile (decreti efficienza usi finali)	6,3
Riduzione delle emissioni nei settori non energetici	15-19		
Assorbimento delle emissioni di CO ₂ dalle foreste	(0,7)	Crediti di carbonio da JI e CDM	(12)
TOTALE	95-112	TOTALE	51,8
<p><i>NB. I Clean Development Mechanism e Joint Implementation (v. note Tabella 1) sono stati introdotti dalla Settima Conferenza delle Parti alla Convenzione Quadro sui cambiamenti climatici (COP 7), tenuta a Marrakech dal 29 ottobre al 9 novembre 2001</i></p>		Ulteriori misure di riduzione delle emissioni, opzioni definite nella delibera CIPE n.123/2002	
		Misure del mercato interno (industria, trasporti, civile)	30,5 - 44,3
		Clean Development Mechanism e Joint Implementation (v. note tabella 1)	20,5 - 48,0

superiore del 20 % rispetto ad altri paesi europei ove sono installate centrali nucleari.

Fermo che le cittadine e i cittadini italiani hanno sancito, attraverso referendum, la fuoriuscita dell'Italia dal nucleare, va detto a chiare lettere che NON è vero che il kWh nucleare ha costi inferiori, anzi. In proposito, diviene indispensabile promuovere una campagna di controinformazione contro il nucleare e le fandonie dei suoi sacerdoti.

LE DELIBERE CIPE

Va segnalato che la delibera CIPE n.123/2002 modifica in peggio le precedenti delibere dello stesso Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica, quella del 25.02.1994 e la n. 137 del 19.11.1998 (modificando anche il sistema di programmazione; infatti, la delibera del 1998 fissava degli obiettivi quantitativi di riduzione delle emissioni per i diversi comparti entrando poi nella individuazione delle misure attuative, mentre la delibera del 2002 determina uno scenario di "emissioni autorizzate" sul quale poi vengono presentati gli interventi necessari per far *quadrare* il valore di queste ultime sul target di riduzione previsto dal Protocollo di Kyoto).

In particolare, le ultime due delibere hanno una differente impostazione e differenti obiettivi, dovuti anche alle modifiche degli accordi internazionali sottoscritti a completamento del Protocollo di Kyoto (e recepiti dall'Italia con la Legge n. 120/2002), per il raggiungimento dei valori prefissati di riduzione dei gas serra nei paesi industrializzati. In particolare, sono stati previsti:

- progetti e azioni di Joint Implementation (accordi tra singoli paesi per progetti specifici);
- progetti e azioni di Clean Development Mechanism (finanziamenti a paesi terzi per progetti di riduzione dei "gasserra");

-meccanismi di mercato delle Emission Trading (attraverso una vera e propria borsa delle emissioni, "*del-l'aria calda*"), ove le imprese più "*virtuose*" che hanno attuato interventi di riduzione dei gas in "*eccesso*" rispetto agli obiettivi prefissati, mettono sul "*mercato*" tale riduzione quantitativa affinché essa possa venire acquistata alla "*Borsa*" delle emissioni inquinanti dalle imprese che non intendono investire nel risanamento dei propri impianti (2).

In altri termini, la scelta del Governo italiano è quella di ricorrere ai "*mec-canismi*" sopraddetti per almeno il 50% dell'obiettivo prefissato di riduzione (66,3 Mt CO₂ sul totale di 132,7 Mt di CO₂).

È una scelta governativa certamente coerente con lo stesso titolo della delibera ("*Piano nazionale per la riduzione dei livelli di emissione dei gas serra e l'aumento dell'oro assorbimento, al fine di raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni al minor costo*"), ove il "*minor costo*" assume priorità a scapito della salubrità ambientale nel nostro paese.

Si tratta di una scelta che sconta il fallimento (l'abbandono) delle politiche di riduzione delle emissioni definite nella precedente delibera, che cerca di *indorare la pillola* di un programma che invece di ridurre le emissioni in realtà le aumenta;

il CIPE mostra la differenza tra uno scenario *tendenziale* (senza alcuna politica di riduzione, nonostante gli impegni internazionali sottoscritti) e quello di *riferimento*, cercando così di contrabbandare un inesistente programma virtuoso.

Ricordiamo che il contributo del settore energetico italiano alle emissioni europee dei gas con effetto serra è stato, fra il 1990 e il 2000, del 13,5% (stima 2001) rispetto al 12,7 % del 1990. L'Italia è al terzo posto fra gli inquinatori, dopo la Germania e la Gran Bretagna. Assieme a Spagna, Francia e Grecia, l'Italia presenta i maggiori

aumenti delle emissioni dei gas serra in termini assoluti. Ciò fa concludere che *"La Spagna e l'Italia, che nel complesso contribuiscono per quasi il 24 % al totale europeo, sono i Paesi più critici per il raggiungimento degli obiettivi europei. In questi due Paesi è più urgente attuare politiche capaci di diminuire la crescita delle emissioni dal settore energetico"* (Enea, Rapporto Energia Ambiente 2004, p. 241). La necessità di una inversione di tendenza nel settore della produzione energetica - e nel settore dei trasporti - è ancora più evidente valutando gli aumenti delle emissioni di CO₂ dei principali settori energetici avvenuti e programmati dal 1990 (v. Tabella 2).

La riduzione delle emissioni dal settore energetico come può essere raggiunta a fronte dell'incremento massiccio del ricorso a centrali termoelettriche (a gas naturale, ma anche a carbone)? Ferma la necessità di valutare le situazioni caso per caso, anche in relazione alle caratteristiche ambientali e territoriali, la riduzione delle emissioni può essere ottenuta attraverso molteplici interventi: l'innovazione tecnologica, l'aumento dei rendimenti di conversione combustibile combusto/energia elettrica prodotta; l'installazione di efficaci sistemi di abbattimento, recupero e riutilizzo della CO₂, nonché con l'abbattimento e la trasformazione chimica degli inquinanti e con l'installazione di bruciatori di nuova generazione a ridotte emissioni. Interventi da realizzare attraverso la riconversione delle centrali esistenti (da olio combustibile, gasolio, altri combustibili fossili, a gas naturale), da realizzare in sostituzione di quelle obsolete e inquinanti da smantellare in sicurezza.

Inoltre, non sarà mai sottolineato a sufficienza che una riduzione strategica delle emissioni inquinanti (e dei costi energetici) passa attraverso un programma di rilevante sviluppo di tutte le fonti energetiche rinnovabili e, in primis, di quella solare.

Purtroppo, oggi il dibattito su questo tema langue, ma da qui bisogna partire per costruire alternative energetiche credibili.

Infatti, questi autori, così come Medicina Democratica, chiedono da sempre massicci investimenti nella ricerca e per l'applicazione industriale delle fonti energetiche rinnovabili, in primis l'energia solare, eolica e geotermica; nonché investimenti adeguati per garantire la sicurezza degli invasi idrici esistenti, l'ammodernamento dei relativi impianti idroelettrici finalizzato ad ottimizzare l'uso plurimo delle acque, riducendo gli sprechi, aumentando la resa produttiva dei singoli impianti e quella più generale del comparto idroelettrico, tutto questo nel rigoroso rispetto delle necessità alimentari, della pesca e dell'agricoltura di un dato territorio (uso plurimo corretto delle acque).

Il Ministro dell'Ambiente pensa di poter *quadrare* il cerchio, così come il CIPE, con il Piano per *la "riduzione delle emissioni al minor costo"* cui si è accennato ove si ipotizzano emissioni di CO₂ dalle centrali termoelettriche di 124 milioni di tonnellate/anno, ovvero lo stesso livello del 1990 (cfr. Tabella 1); si tratta di una riduzione pari a 16 milioni di tonnellate/anno rispetto alla stima del 2000. In altri termini, il governo tace colpevolmente sull'aumento delle emissioni conseguente agli elevati incrementi della produzione di energia elettrica da combustibili fossili e afferma: *"Stimando l'entrata in servizio entro il 2006 di circa 14.000 MW da cicli combinati a gas, tra nuovi impianti e trasformazioni (...), il minor contributo alle emissioni rispetto ad impianti a combustibili fossili liquidi e solidi è:*
=> 20 milioni di ton/anno di CO₂;
=> 20.000 ton/anno di NO_x;
=> 46.000 ton/anno di SO₂;
=> 5.500 ton/annodipolveritotali."(3). Vediamo se queste stime sono fondate (si ricorda che esse sono riferite a una parte del *"pacchetto"* nuove centrali

nonché ad interventi sulle centrali esistenti).

Partendo dalle emissioni di Anidride carbonica (v. Tabella 1 - "usi energetici"), la delibera CIPE si basa su una stima (al 1990) di emissioni pari a 424,9 Mt con uno scenario tendenziale al 2010 (4) di 484,1 Mt, ovvero un'emissione maggiore di ben 86,8 Mt rispetto all'obiettivo del protocollo di Kyoto.

Analogamente, lo scenario di riferimento (5) per il settore energetico al 2008-2012, prevede emissioni pari a 444,5 Mt di CO₂, e cioè una quantità maggiore di 47,2 Mt di CO₂ rispetto all'obiettivo del protocollo di Kyoto.

La delibera del CIPE n. 123/2002 per il settore energetico, indica - per lo scenario di riferimento - misure dirette per i diversi usi energetici tese a ridurre tra i 32,5 e i 47,8 Mt di CO₂ all'anno entro il 2012, anno di riferimento del protocollo di Kyoto.

La Tabella 2 mostra le differenze fra gli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO₂ rispettivamente previsti dalla delibera CIPE n°137/1998 e n°123/2002. Come si può rilevare da questa tabella la riduzione delle emissioni di CO₂ prevista nella delibera del 1998 era di circa il doppio rispetto a quanto previsto dallo stesso CIPE nel 2002. Nel mentre, non va taciuto che le emissioni globali di CO₂ in Italia sono aumentate. Alla faccia del protocollo di Kyoto. Limitandoci ancora alle emissioni di Anidride carbonica, le stime più recenti (ENEA, Rapporto Energia e Ambiente, 2004) evidenziano una revisione in peggio (a meno di due anni dalla delibera CIPE n. 123/2002) delle previsioni per il comparto energetico :

- una revisione al rialzo dei consumi di energia elettrica rispetto a quanto era previsto nella suddetta delibera CIPE del 2002, con un incremento del trend del 3% annuo anziché il 2% (6);
- una revisione al ribasso dei valori di riferimento (di partenza) al 1990, per

effetto di un "ricalcolo" delle emissioni dei gas serra;

- un "aumento della domanda (a cui) dovrà corrispondere necessariamente un aumento della produzione di energia elettrica" (cfr. Enea, Rapporto Energia e Ambiente 2004, p. 249);

- un incremento delle emissioni del comparto energetico (al netto della voce "altro", riportata come valore aggregato "Raffinazione e altro" nella Tabella 1.) rispetto a quanto era stato previsto sia nello scenario tendenziale (506,8 Mt di CO₂ contro 476,1 Mt CO₂) che in quello di riferimento (469,2 Mt di CO₂ contro 436,3 Mt di CO₂), elevando così il valore da colmare per ridurre le emissioni secondo il Protocollo di Kyoto (per lo scenario tendenziale si passa da 86,8 Mt a 130,3 Mt di CO₂, mentre per lo scenario di riferimento, da 47,2 a 92,7 Mt CO₂) questo, ovviamente, richiede ulteriori interventi per la riduzione dei gas serra. Infatti, le misure di riduzione già ipotizzate per il comparto energetico colmerebbero solo parzialmente tale incremento delle emissioni (tra 22,5 e 38,1 Mt); purtroppo, "l'aumento del gap potrà essere colmato prevalentemente mediante il ricorso ai meccanismi flessibili previsti dal Protocollo di Kyoto" (8).

L'adesione dell'ENEA ad una tale prospettiva è sconcertante, essa si basa sul ricorso ad aberranti meccanismi da utilizzarsi per i "Paesi in via di sviluppo" come una presunta e pelosa "occasione di rilancio dell'industria italiana"; questo non può nascondere che " non sono affrontate le cause dell'alto livello di emissioni nazionali di CO₂, in particolare nel settore trasporti e in quello della produzione elettrica. In quest'ultimo comparto non si va molto oltre la previsione di cicli combinati a gas, un moderato sviluppo delle fonti rinnovabili ed una riproposizione del carbone tecnologicamente non ben definita ai fini di una sufficiente accettabilità ambien-

tale. Anche l'impegno per politiche di risparmio di energia risulta limitato e tutto affidato al meccanismo dei certificati di efficienza energetica, che per il momento risultano in ritardo", con il risultato complessivo che "il settore degli usi energetici e, nello specifico, la produzione elettrica, presentano emissioni di CO₂ al 2010-2012 poco promettenti, in relazione ai contributi che dovrebbero fornire per il raggiungimento dell'obiettivo complessivo nazionale di abbattimento delle emissioni di CO₂". (Enea, Rapporto Energia e Ambiente 2004, pp. 251-252).

La Tabella 3 illustra le emissioni di CO₂ derivanti rispettivamente dagli usi energetici e dal settore termoelettrico; le stime e le revisioni riferite al livello delle emissioni del 1990 e all'obiettivo al 2010 risultante dall'applicazione del Protocollo di Kyoto; nonché le previsioni della delibera CIPE 123/2002 e la revisione delle stesse con le relative differenze (gap) rispetto agli obiettivi di Kyoto.

Lo scenario prossimo a quello peggiore (quello di riferimento è simile a quello *tendenziale* al 2010, senza importanti interventi normativi/tecnologici), come previsione (non certo ineluttabile) delle scelte governative trova conferma nelle indicazioni del "Piano Nazionale di allocazione dei crediti di emissione".

Si tratta di un programma derivante dalla direttiva UE 87/2003 che introduce in alcuni settori industriali (9), tramite piani nazionali, un meccanismo di assegnazione di permessi di emissione per il singolo impianto. Inizialmente vengono assegnati delle quantità annue di emissioni consentite (sulla base di valutazioni e calcoli basati sui fattori di emissione del singolo settore, del livello tecnologico attuale e "dei progressi già realizzati o da realizzare per rispettare i contributi degli Stati membri agli impegni assunti dalla Comunità ai sensi della decisione 93/389/Cee") da cui, per gli anni successivi, è possibile deter-

minare gli scostamenti (incrementi e riduzioni) e le relative possibilità di vendita delle quote delle emissioni (sempre che le riduzioni siano maggiori di quelle dovute) o l'obbligo di acquistarne quote (se non si è voluto investire sul proprio impianto per ridurre le emissioni).

Questo Piano nazionale (respinto dalla Commissione UE, ora in fase di rielaborazione) ha posto come obiettivo per il settore della produzione di energia elettrica (quindi assegnando quote corrispondenti per i singoli impianti) una emissione di 150,1 Mt di CO₂ al 2010, a fronte di una emissione, secondo il Protocollo di Kyoto, per gli impianti termoelettrici italiani, di 116,8 Mt di CO₂ e in presenza attualmente (2002) di un valore di emissione pari a 135,1 Mt di CO₂ (cfr. Tabella 1).

La differenza tra la previsione al 2010 del Piano nazionale e l'obiettivo risultante dal Protocollo di Kyoto nel settore di produzione di energia termoelettrica (come pure per gli altri settori interessati dalla direttiva sulla assegnazione delle quote di emissione) costituirà il *debito* da colmare con l'utilizzo dei diversi meccanismi flessibili e di mercato fuori dall'Italia, al di là degli scambi tra impianti nazionali.

Questo scenario comporta un inevitabile incremento delle emissioni di gas ad effetto serra sia rispetto all'obiettivo di riduzione sottoscritto dall'Italia che in termini assoluti rispetto alla situazione attuale.

Limitandoci sempre al settore della produzione di energia elettrica, anche ove venisse rispettato contabilmente l'obiettivo di Kyoto mediante gli anzidetti aberranti meccanismi flessibili (leggi vendita e acquisto di quote alla "Borsa dell'inquinamento"), questo porterà in Italia a un incremento delle emissioni di gas serra e di altri contaminanti (questi ultimi, senza una proporzionalità diretta), in particolare dei composti tossici che si liberano dai

processi di combustione dei combustibili fossili (compresi quelli derivanti dall'incenerimento dei rifiuti e delle biomasse, anche se la CO₂ emessa da queste ultime fonti non viene artificialmente conteggiata, un tema sul quale ritorneremo sulla Rivista).

Si tratta di un incremento dell'inquinamento non facilmente valutabile in quanto le variabili sono molte e dipendono, in particolare, dal rapporto tra le diverse fonti primarie utilizzate (gas, prodotti petroliferi, carbone, etc) nella produzione di energia termoelettrica nonché dalle tecnologie applicate (tipi di impianti, rendimenti di trasformazione, sistemi di abbattimento delle emissioni etc.); inoltre, dallo sviluppo tangibile delle fonti rinnovabili, e per limitarci all'impatto sull'atmosfera e sulla qualità dell'aria, dalle restrizioni normative stabilite per i singoli inquinanti.

Vediamo nel dettaglio questi ultimi aspetti.

LA PRODUZIONE ITALIANA DI ENERGIA ELETTRICA E LE RELATIVE EMISSIONI DI INQUINANTI

La produzione di energia elettrica (in particolare da combustibili fossili) determina l'emissione di Anidride carbonica e altri inquinanti con analoghe caratteristiche, contaminanti "globali" ad effetto serra correlato, nonché inquinanti con impatti ambientali locali e/o transfrontalieri (10).

Per questo motivo sono diverse le direttive europee finalizzate al controllo delle emissioni dagli impianti industriali alle centrali termoelettriche, e per la riduzione delle emissioni complessive nei singoli stati europei (11). Nella Tabella 4 che segue si presentano le stime dei valori delle emissioni per gli anni 1980, 1990 e 2002 nonché gli obiettivi fissati dalla direttiva comunitaria 2001/81 entro il 2010, ove si evidenzia l'apporto delle emissioni inquinanti nell'atmosfera

Tabella 3. Emissioni di CO₂ derivanti dagli usi energetici e dal settore termoelettrico, stime e revisioni riferite al 1990 e al 2010 secondo la Delibera CIPE 123/2002 (valori espressi in milioni di tonnellate anno di Anidride Carbonica equivalente)

	1990 (Mt)	2010 (Obiettivo Kyoto) (Mt)	Del. 123/02 tendenziale al2010 (Mt)	Del. 123/02 riferimento al2010 (Mt)	Aumento (gap) emissioni rispetto a Kyoto (Mt)
<i>Emissioni CO₂ dagli usi energetici</i>					
CIPE-Delibera 123/2002	416	389	476,5	437	48
Revisione al 2004	409	382	515,0	473	91
<i>Emissioni CO₂ dal settore termoelettrico</i>					
CIPE Delibera 123/2002	125	117	150,0	124	7
Revisione al 2004	118	110	160,0	162	52

Fonte: Enea, *Rapporto Ambiente Energia*, 2004, p. 252.

derivanti dalla produzione di energia.

Sulla base degli scenari utilizzati per la formulazione del "Programma nazionale per la progressiva riduzione delle emissioni annue di biossido di zolfo, ossidi di azoto, composti organici volatili ed ammoniacca" (2003), è stata stimata l'emissione di ognuno di questi inquinanti con le proiezioni al 2010, per ogni settore in relazione alla strategia di controllo (normativa e tecnologica) (12).

In sintesi, si prevedono per il 2010, i seguenti risultati (cfr. Tabella 4):

Biossido di zolfo: rispetto dell'obiettivo della direttiva 81/2001, derivante dalla riduzione del contenuto di Zolfo nei combustibili e dal loro minor uso nelle centrali termoelettriche e, di converso, un maggiore consumo di gas naturale;

Ossidi di azoto: una riduzione delle emissioni insufficiente per il rispetto della direttiva 81/2001 (si prevede di raggiungere tale obiettivo nel 2015) a causa, principalmente, dell'elevato apporto (circa il 50 % del totale delle emissioni) del settore trasporti. Nel campo della produzione dell'energia elettrica gli effetti combinati delle normative più restrittive e della estensione dell'utilizzo di gas naturale (anche con cicli combinati a maggiore rendimento) sono alla base della riduzione delle emissioni realizzate negli ultimi anni (condizione che peggiorerà a fronte della prevista costruzione di un gran numero di centrali termoelettriche ancorché alimentate a gas naturale).

Composti organici volatili (non metanici): il rispetto della direttiva 81/2001 deriva principalmente dalle nuove

Tabella 4. Emissioni italiane derivanti da tutti i comparti produttivi compresa la produzione di energia elettrica : Biossido di zolfo, Ossidi di azoto, Composti organici volatili, Ammoniaca (anni 1980,1990, 2002, nonché scenari previsti al 2010 secondo il programma nazionale)

Inquinante	Stima emissioni Italia 1980 (migliaia di tonn) (*)	Stima emissioni Italia 1990 (migliaia di tonn) (**)	Stima emissioni Italia 2002 (migliaia di tonn) (**)	Stima emissioni Italia 2002, contributo dalla produzione di energia elettrica (migliaia di tonn) (**)	Obiettivo per l'Italia al 2010, Direttiva 2001/81 (migliaia di tonn)	Scenario previsto al 2010 (migliaia di tonn) (***)	Stime del contributo al 2010 delle emissioni dalla produzione di energia elettrica (migliaia di tonn) (***)
Biossido di zolfo	3.440	1.774	665	374	475	469	112
Ossidi di azoto	1.586	1.929	1.267	137	990	1.056	138
Composti Organici Volatili	2.204	2.038	1.635	7	1.159	1.117	7
Ammoniaca	441	429	442	0,1	419	433	n.d.

n.d. = dato non disponibile.

(*)Fonte: APAT *Annuario dei dati ambientali*, 2003.

(**) Fonte : ENEA, *Rapporto Energia e Ambiente 2004.I dati*, pp. 266-270.

(***) Fonte : Ministero dell'Ambiente, ENEA, APAT; *Programma nazionale per la progressiva riduzione delle emissioni nazionali annue di biossido di zolfo, ossidi di azoto, composti organici volatili ed ammoniacca*", giugno 2003.

normative per il settore dei trasporti e per l'uso dei solventi;

Ammoniaca : non si prevede di garantire il rispetto della suddetta direttiva; si ricorda che questa emissione viene attribuita soprattutto alle attività agricole (allevamento e utilizzo di fertilizzanti chimici). Peraltro una riduzione del 50% dell'uso dell'Urea e di altri fertilizzanti azotati (a favore di pratiche agronomiche meno intensive) garantirebbe il raggiungimento dell'obiettivo. Inoltre, appare sottostimato il contributo delle emissioni *fuggitive* di Ammoniaca e/o suoi composti derivante dalle attività energetiche; infatti, tale contributo è rilevante e deriva dal forte incremento registrato negli ultimi anni nell'utilizzo di Urea/Ammoniaca nei sistemi "DeNox" per l'abbattimento non catalitico degli Ossidi di azoto nelle centrali termoelettriche e negli inceneritori per rifiuti.

Di seguito si affronta il tema dei contaminanti non oggetto di direttive o di accordi internazionali specificatamente finalizzati alla riduzione delle emissioni complessive (13), con particolare riferimento alle emissioni, dirette e indirette, derivanti dalla produzione di energia elettrica (tenendo anche conto dell'esperienza maturata da questi autori nella valutazione degli studi di impatto ambientale relativi alle nuove centrali termoelettriche nonché a quelle di grosse dimensioni a ciclo combinato a gas naturale).

LE POLVERI EMESSE DALLE CENTRALI TERMOELETTRICHE E DA ALTRE FONTI

Uno dei più insidiosi contaminanti emessi è rappresentato dalle "polveri" (Particolato Totale Sospeso, PM10, PM2.5 o di dimensioni inferiori) che causano elevati impatti sanitari. In riferimento alla produzione di energia elettrica, recentemente si è discusso ampiamente di un tema poco considerato, quello delle *emissioni delle polveri indirette o secondarie*; infatti, la normativa definisce i limiti delle

emissioni al camino (la concentrazione degli inquinanti originati dalla combustione di una fonte fossile), mentre non vengono considerati o lo sono in modo inidoneo, la formazione delle particelle (polveri) secondarie derivanti da altri inquinanti emessi, così come gli effetti di risospensione delle polveri fini connessi con le caratteristiche orografiche e meteorologiche di un dato territorio ove è ubicato l'impianto.

In termini di emissioni primarie delle polveri (PM10), le stime finora svolte (e quelle in fase di elaborazione per determinarne l'evoluzione futura) (14) evidenziano il ruolo principale derivante dai trasporti (28,7%), seguito dalle attività industriali (25,3%) e da quelle domestiche (riscaldamento; 15,4%), mentre il settore elettrico sarebbe ritenuto responsabile "solo" di un contributo del 4% (cfr. Tabella 5). Le emissioni primarie, come anzidetto sono misurate nel punto di emissione (camino o tubo di scappamento che sia), e i valori delle concentrazioni delle polveri nell'aria così come le relative distribuzioni dimensionali delle loro particelle non tengono conto della formazione delle polveri fini secondarie. La composizione chimica del particolato varia molto a seconda della sorgente di produzione. In generale si può dire che esso contiene una parte organica (per esempio idrocarburi di varia origine) ed una parte inorganica (per esempio nitrati e solfati di metalli leggeri e pesanti). Al riguardo, si sottolinea che la combustione del gas naturale comporta - seppur in quantità minori rispetto a quella del carbone e dell'olio combustibile - l'emissione in atmosfera di metalli pesanti (principalmente Zinco, Bario, Vanadio, Nichel, Cadmio, Piombo, Mercurio). (Cfr. note 15 e 16). A seconda della sua origine il particolato si può suddividere in tre categorie:

a) *particolato primario filtrabile*, che viene emesso in fase solida direttamente dalla sorgente;

b) *particolato primario condensabile*, che viene emesso in fase gassosa ad alta temperatura che condensa a seguito del raffreddamento entro pochi secondi dall'emissione dalla sorgente (17);

c) *particolato secondario*, che si forma in atmosfera attraverso reazioni e processi complessi, principalmente di natura fotochimica, a partire dalle emissioni gassose di Biossido di zolfo (SO₂), Ossidi di azoto (NO_x), Ammoniaca (NH₃), composti organici (18).

Dal punto di vista chimico, i principali componenti del particolato sono nitrati, solfati e Cloruri di ammonio e sodio, Carbonio organico, polveri minerali e biogeniche di varia composizione, acqua. Nell'atmosfera il particolato viene rimosso per sedimentazione o precipitazione. Il tempo medio di permanenza in atmosfera varia a seconda delle dimensioni: si va da alcune ore per il particolato

ultra grossolano fino a giorni o settimane o ancor più per il particolato fine ed ultrafine. Quest'ultima forma di particolato può essere trasportata per migliaia di chilometri e la sua presenza viene rilevata come fondo anche in stazioni di misura collocate in aree remote. Infatti, la natura transfrontaliera dell'inquinamento da polveri fini è ormai nota. Dal punto di vista dimensionale, generalmente la definizione di particolato contempla quattro categorie a seconda dell'intervallo del diametro aerodinamico delle particelle (d_a), e precisamente: *ultrafine* ($d_a < 0,1 \mu m$); *fine* ($0,1 \mu m < d_a < 2,5 \mu m$); *grossolano* ($2,5 \mu m < d_a < 10,0 \mu m$); *ultragrossolano* ($> 10,0 \mu m$).

L'INQUINAMENTO DA OZONO

L'Ozono troposferico è il più tipico contaminante indiretto, che si forma a seguito di intensa radiazione solare associata all'emissione degli Ossidi di azoto e di composti organici volatili

Tabella 5. Stima delle emissioni primarie delle polveri (PM10) dai diversi settori nel 1990 e nel 2001

<i>Macrosettori</i>	<i>1990 Migliaia di tonn</i>	<i>2001 Migliaia di tonn</i>
Centrali termoelettriche e industria della trasformazione dei combustibili	46,0	17,2
Combustione domestica	18,1	27,5
Combustione industriale	37,0	23,6
Processi industriali	31,9	25,4
Trasporti stradali	69,5	58,8
Altre sorgenti mobili	28,0	24,3
Combustione incontrollata di residui agricoli in campo	10,5	13,5
Incendi forestali	14,0	4,8
Totali	255,0	195,1

Fonte : APAT, Annuario dei dati ambientali, 2003, p. 326.

Tabella 6. Stime degli attuali consumi energetici (bilancio energetico nazionale 2003); lo scenario prefigurato nel Programma nazionale per la riduzione delle emissioni (basato sulla delibera CIPE 123/2002); lo scenario finalizzato alla massima riduzione delle emissioni adottando le tecnologie appropriate

Settori economici	Bilancio energetico nazionale al 2003 (*)	Scenario energetico al 2010 utilizzato nel Programma di riduzione delle emissioni (**)	Scenario energetico al 2010 utilizzato nel Programma nazionale di riduzione delle emissioni; decisione politica dati all'agosto 2004 (***)	Scenario energetico al 2020 utilizzato nel Programma nazionale di riduzione delle emissioni; decisione politica dati all'agosto 2004 (***)	Scenario energetico al 2010; decisione politica per una riduzione massima fattibile delle emissioni dati al novembre 2004 (****)	Scenario energetico al 2020; decisione politica per una riduzione massima fattibile delle emissioni dati al novembre 2004 (****)
	Mtep	Mteşn	Mtep	Mtep	Mtep	Mtep
Produzione e conversione combustibili	18,1	13,0	9,7	11,3	8,5	7,9
Combustione nell'industria	39,6	36,2	40,1	45,3	44,4	47,5
Combustione civile (residenziale, commerciale, terziario) e in agricoltura	46,9	47,3	48,0	51,0	43,3	41,0
Trasporti	43,8	47,3	51,5	57,9	50,0	48,9
Uso non energetico dei combustibili e buncheraggi	7,2	10,2	9,5	10,1	11,6	12,6
Impianti di produzione di energia elettrica (valore netto) (****)	25,9	32,4	37,4	37,8	16,8	18,4
Import di energia elettrica	11,3	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale utilizzo fonti primarie di energia	192,8	189,9	196,2	213,4	174,6	176,3
Impiego di energia fossile primaria e sua trasformazione in energia elettrica (*****)	47,5	59,0	58,6	63,6	37,8	44,6

Fonti: (*) ENEA, *Rapporto Energia Ambiente 2004, I dati*, p. 102. Dati provvisori. Le prime valutazioni relative al 2004 danno valori pressochè stazionari (cfr. Autorità per l'energia elettrica e il gas, *Rapporto 2004*).

[**] Ministero dell'Ambiente, ENEA, APAT; *"Programma nazionale per la progressiva riduzione delle emissioni nazionali annue di biossido di zolfo, ossidi di azoto, composti organici volatili ed ammoniaca"*, giugno 2003; Allegato 5 (qui i valori appaiono indicati in multipli di Joule ovvero in PJ, nella colonna i valori sono stati trasformati in Mtep secondo il fattore di conversione della metrologia ufficiale vigente pari a 41,868 Mtep per PJ).

(***) Elaborazioni di questi autori utilizzando il database disponibile in linea sul sito dello IASA (<http://www.iasa.ac.at/web-apps/tap/RainsWeb/RainsServlet1>, scenario "NAT_Aug04").

(****) Elaborazioni di questi autori utilizzando il database disponibile in linea sul sito dello IASA, scenario DCM_MFR_Nov04.

(*****) Si tratta della quota di energia elettrica resa disponibile complessivamente dalla trasformazione di fonti primarie, fossili e non, escluso le importazioni di elettricità.

(*****) Questo valore indica la quantità totale di combustibili fossili e biomasse (rifiuti compresi) utilizzata per la produzione della corrispondente quantità di energia elettrica annua. E' pertanto esclusa l'energia elettrica prodotta con le fonti rinnovabili "vere" (idrica, eolica, solare, geotermica) e quella importata.

derivanti dai processi di combustione, soprattutto nella produzione di energia termoelettrica. L'inquinamento da Ozono che, nei mesi estivi, rappresenta frequentemente un rischio per la salute, generalmente si manifesta a distanza, anche elevata, rispetto alle fonti che danno luogo alle emissioni dei suoi precursori (es. in Lombardia le zone maggiormente colpite sono le valli alpine anziché le zone industriali e urbanizzate della pianura); questo contaminante causa anche forti impatti negativi sulle produzioni agricole e forestali.

Purtroppo, in molti studi relativi all'impatto ambientale di centrali termoelettriche questa problematica non viene considerata (con la motivazione strumentale che non si tratta di un inquinante primario emesso dal camino) o messa cinicamente a margine: l'impatto maggiore non colpisce chi risiede nelle vicinanze della fonte di emissione dei precursori dell'Ozono, ma popolazioni ignare che risiedono in zone remote.

Secondo gli scenari ipotizzati per i quattro gruppi di inquinanti (cfr. Tabella 4.) considerati nella direttiva

Tabella 7. Produzione di energia elettrica : confronto dei dati riferiti al 2000 e al 2004, con le proiezioni al 2010 e al 2020 degli scenari rispettivamente della Delibera CIPE 132/2002 e della massima riduzione fattibile

Anno di riferimento	Fonti rinnovabili	Solidi	Gas naturale	Petrolio	Conversioni in energia elettrica (eccetto fonti rinnovabili)	Import energia elettrica
	Mtep	Mtep	Mtep	Mtep	Mtep	Mtep
2000 - Energia elettrica (*)	11,3	7,2	18,8	19,4	45,4	9,8
2004 - Energia elettrica, dati provvisori (**)	12,1	11,4	25,2	10,1	46,7	10,5
2010 - Scenario di riferimento (***)	8,5	8,7	38,5	11,8	59,0	3,5
2010 - Aggiornamento, agosto 2004 (Rains)(****)	10,1	11,2	35,9	11,5	58,6	n.d.
2020 - Aggiornamento agosto 2004 (Rains)(****)	11,4	12,3	46,5	4,7	63,5	n.d.
2010 - Massimo livello di riduzione fattibile (Rains)	8,7	6,5	30,1	1,2	37,8	n.d.
2020 - Massimo livello di riduzione fattibile (Rains)(****)	10,4	8,8	35,4	0,3	44,6	n.d.

Legenda: Fonti Rinnovabili : idroelettrico, geotermico, eolico.

Fonti non rinnovabili: - Solidi : Carbone (antracite, lignite), coke, biomasse, rifiuti; - Gas naturale; Petrolio (oli combustibili leggeri, medi, pesanti, gasolio, orimulsion).

(*) ENEA, *Rapporto Energia Ambiente 2004, I dati*, pp. 101-102.

(**) Autorita per l'energia elettrica e il gas, *Rapporto 2004*, Sezione 1, p. 66.

(***) *Programma nazionale per la progressiva riduzione delle emissioni nazionali annue di biossido di zolfo, ossidi di azoto, composti organici volatili ed ammoniacca*, allegato 5.

(****) Elaborazioni di questi autori utilizzando il database disponibile in linea nel sito dello IASA

(<http://www.iiasa.ac.at/web-apps/tap/RainsWeb/RainsServlet1>, scenario "NAT_Aug04").

(*****)Elaborazioni di questi autori utilizzando il database disponibile nel sito dello IASA, scenario "DCM_MFR_Nov04".

n.d.= Dato non disponibile.

europea 2001/81, va detto che i dati di letteratura non sempre sono coerenti. Sul punto, si segnala che gli scenari proposti derivano dal lavoro di diversi centri studi europei che si cimentano in questa difficile arte.

Si ricorda che tra i centri che effettuano in modo costante un monitoraggio delle emissioni nei diversi settori e delle scelte dei singoli stati europei, vi é l'International Institute for Applied System Analysis (IIASA, www.iiasa.ac.at), che utilizza come input i dati elaborati dai sistemi del

censimento ufficiale delle emissioni europee (Registro Europeo delle Emissioni Inquinanti, EPER, www.eper.cec.eu.int nell'ambito del progetto COoRdination Information AIR, entrambi della Agenzia Europea dell'Ambiente).

Il *Programma nazionale per la progressiva riduzione delle emissioni nazionali annue di Biossido di zolfo, Ossidi di azoto, composti organici volatili ed Ammoniaca* è stato elaborato sulla base del modello Regional Air Pollution Information and Simulation

Tabella 8. Scenari previsti secondo il modello RAINS, con proiezioni all'anno 2020

<i>Scenario "naturale" rispettando la legislazione vigente nel 2004</i>	<i>Scenario delle riduzioni di CO2 ottenibili con l'adozione della tecnologia disponibile nel 2004</i>
<i>Generalità e principali caratteristiche</i>	
Obiettivo : riduzione delle emissioni di CO2 secondo il protocollo di Kyoto, riduzione pari all' 8 % per l'insieme dei paesi della Unione Europea e del 6,5 % per l'Italia rispetto ai livelli di emissione del 1990	Obiettivo : riduzione delle emissioni di CO2 pari al 20 % per l'insieme dei paesi dell'Unione Europea, rispetto ai livelli di emissione del 1990
Aumento di circa l'11 % delle necessità energetiche complessive (tutti i settori), rispetto ai consumi attuali (2003)	Riduzione dei consumi energetici globali (in tutti i settori), rispetto a quelli attuali (2003) di circa il 20 %
<i>Nel settore della produzione di energia elettrica</i>	
Nessun significativo incremento e sviluppo delle fonti rinnovabili	Stasi o leggera riduzione della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili
Incremento dell'utilizzo di combustibili per la produzione di energia elettrica	Stazionarietà (rispetto al 2003) nell'utilizzo di combustibili per la produzione di energia elettrica
Incremento nell'utilizzo di combustibili solidi (soprattutto carbone)	Riduzione nell'utilizzo di combustibili solidi (con contestuale ampia sostituzione del carbone con biomasse)
Forte incremento (quasi il raddoppio) dell'utilizzo di gas naturale	Incremento (+ 40 % rispetto al 2004) dell'utilizzo del gas naturale
Riduzione (di circa la metà) nell'utilizzo di prodotti petroliferi (olii, etc)	Azzeramento quasi totale nell'utilizzo dei prodotti petroliferi
Aumento dell'efficienza ovvero del rendimento degli impianti per la produzione di energia termoelettrica (anche per cogenerazione).	Aumento dell'efficienza, cioè aumento del rendimento degli impianti di produzione di energia elettrica attraverso un maggiore ricorso alla cogenerazione rispetto allo scenario della "legislazione vigente" nel 2004.

(RAINS) da parte del Centro studi IIASA e ufficialmente utilizzato dalla Commissione dell'Unione Europea per elaborare scenari relativi alle emissioni, determinando i diversi livelli di adozione delle molteplici tecnologie e i relativi costi.

Il modello RAINS considera anche l'impatto ambientale delle polveri (distinte in particolato totale, PM10 e PM 2,5) che, peraltro, non rientra nel programma nazionale di riduzione delle emissioni, con tutto quello che ne consegue in termini di gravi danni per la salute pubblica.

Per questo, una prima valutazione può

essere fatta confrontando i diversi scenari energetici utilizzati per il programma nazionale con le sue proiezioni al 2010 e al 2020, con le politiche di controllo delle emissioni, nonché lo scenario individuato dal Centro studi IIASA attraverso una strategia finalizzata alla massima riduzione delle emissioni adottando le tecnologie appropriate (v. Tabella 6).

FONTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

Di seguito si focalizzano le implicazioni dei diversi scenari in relazione all'impiego delle diverse fonti prima-

Tabella 9. Utilizzo di gas naturale nella produzione di energia elettrica e termica, confronto tra la situazione attuale (2003) e le proiezioni degli scenari al 2010 e al 2020

<i>Scenario considerato</i>	<i>Produzione di energia elettrica e termica con impianti termoelettrici</i>	<i>Utilizzo di gas naturale in impianti per la produzione di energia elettrica</i>	<i>Utilizzo di vapore in cogenerazione all'esterno di impianti di produzione di energia elettrica</i>
	<i>Mtep</i>	<i>Mtep</i>	<i>Mtep</i>
Anno 2003 - dati provvisori (*)	44,5	21,8	n.d.
Anno 2010 (scenario di riferimento (**))	31,2	38,5	3,9
Anno 2010 (aggiornamento secondo Rains agosto 2004) (***)	27,3	35,9	3,9
Anno 2020 (aggiornamento secondo Rains agosto 2004) (***)	32,7	45,7	4,6
Anno 2010 (livello massimo di riduzione fattibile) (****)	23,7	30,1	6,1
Anno 2020 (livello massimo di riduzione fattibile) (****)	27,9	35,4	8,7

n.d. = Dato non disponibile.

(*) ENEA, *Rapporto Energia Ambiente 2004, I dati*, p. 102.

(**) Autorità per l'energia elettrica e il gas, *Rapporto 2004*, Sezione 1, p. 66.

(***) Elaborazioni degli autori dei dati rilevabili dal database disponibile in linea nel sito dello IIASA (<http://www.iiasa.ac.at/web-apps/tap/RainsWeb/RainsServlet1>, scenario "NAT_Aug04").

(****) Elaborazioni degli autori dei dati rilevabili dal database disponibile in linea nel sito dello IIASA, scenario DCM_MFR_Nov04.

rie per la produzione di energia termoelettrica.

Nella Tabella 7 si presentano le fonti primarie rinnovabili (solare, idroelettrico, geotermoelettrico ed eolico) e quelle non rinnovabili (carbone, biomasse e rifiuti, gas naturale, olii combustibili e altri prodotti petroliferi, orimulsion), evidenziando per queste ultime il loro elevato impatto in termini di inquinamento atmosferico, nonché la loro resa come conversione in energia elettrica (cfr. colonna 6 della Tabella 7.).

PROIEZIONI AL 2020 DEGLI SCENARI RELATIVI ALLE RIDUZIONI DEI GAS SERRA, RISPETTANDO LA LEGISLAZIONE VIGENTE NEL 2004 E ADOTTANDO LA TECNOLOGIA DISPONIBILE ALLA STESSA DATA

Sulla base delle fonti primarie impiegate nel tempo per produrre energia elettrica secondo le diverse previsioni del modello RAINS, nella Tabella 8 si presentano, al 2020, gli scenari ipotizzati delle riduzioni delle emissioni di gas serra secondo la legislazione vigente nel 2004 e l'adozione delle tecnologie disponibili nello stesso anno.

In sintesi, lo scenario della massima riduzione tecnicamente ottenibile include delle opzioni finalizzate principalmente (in tutti i settori) alla riduzione dei consumi energetici e, in seconda battuta, ad una revisione delle fonti primarie utilizzate nella produzione di energia elettrica, sostituendo quelle a maggiore impatto (carbone, prodotti petroliferi) con il gas naturale, nonché aumentando i rendimenti degli impianti di produzione di energia termoelettrica (quest'ultimo obiettivo è presente in entrambi gli scenari considerati nella Tabella 8).

Va sottolineato che anche l'anzidetto scenario *alternativo* non prevede alcun incremento dell'impiego delle fonti rinnovabili anzi ne prevede la sua riduzione (cfr. Tabella 8).

Per quanto concerne le fonti rinno-

vabili, la pubblicistica governativa ipotizza in modo strumentale un loro maggiore ricorso; quello che essa non dice è che tale maggiore ricorso sarebbe determinato dall'aumento dell'impiego di biomasse e rifiuti nella produzione di energia termoelettrica, con i relativi nefasti impatti ambientale e sanitario.

L'IMPIEGO ATTUALE E FUTURO (STIME AL 2010 E AL 2020) DEL GAS NATURALE (METANO) PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

Nella Tabella 9 si illustra l'andamento della produzione di energia elettrica e termica attraverso l'utilizzo del gas come combustibile.

la Tabella 9 evidenzia un'altro fatto, la differenza tra la tendenza in atto (scenario riferito alla legislazione vigente nel 2004) e quello relativo al massimo impiego della tecnologia disponibile sempre nel 2004, in particolare: a) un maggiore ricorso agli impianti di cogenerazione (produzione combinata di energia elettrica e termica) con una effettiva utilizzabilità dell'energia termica, contrariamente a quanto avviene attualmente per molti progetti relativi a queste centrali termoelettriche, dove per le elevate capacità produttive la quasi totalità dell'energia termica derivante dalla produzione di elettricità va dispersa, dato che trasportare calore oltre una certa distanza (10-20 km) diventa non praticabile. Inoltre, un impianto di cogenerazione di elevate capacità produttive, stante gli attuali assetti urbani, industriali, agricoli e del territorio, difficilmente riesce a collocare quote significative della sua produzione di energia termica nel territorio ove esso è ubicato. Infatti, al di là della nota eccezione della città di Brescia, tali progetti di cogenerazione non contemplan mai progetti credibili per la realizzazione di reti di teleriscaldamento con usi finali diversificati (domestici, industriali, agricoli, commerciali). Come è noto, per realizzare tutto questo sono

necessari ingenti investimenti che sia il proponente che gli enti locali non sono in grado o non vogliono mettere in campo;

b) l'utilizzo di gas naturale per la produzione di energia (elettrica e termica) secondo lo scenario *alternativo* (ovvero l'impiego della tecnologia disponibile nel 2004) arriva dopo 10 anni al medesimo livello di emissioni

dei "gas serra" rispetto a quello riferito allo scenario, "a legislazione vigente" (2004). Questa apparente contraddizione è spiegabile con il fatto che nel primo caso il gas naturale è quasi completamente impiegato come sostituto di altre fonti fossili (olio combustibile e carbone) di maggiore impatto ambientale, mentre nel secondo caso (come risulta dalla poggia di centrali

Tabella 10. Stime al 2002 e proiezioni al 2010 e al 2020 delle quantità emesse annualmente dei principali contaminanti da tutti i settori di attività

<i>Inquinante</i>	<i>Stima emissioni Italia 2002, da tutti i settori (*)</i>	<i>Emissioni da tutti i settori. Valore obiettivo per l'Italia al 2010, da attuazione della Direttiva 2001/81 (**)</i>	<i>Emissioni da tutti i settori. Scenario energetico al 2010 utilizzato nel Programma di riduzione delle emissioni in Italia; aggiornamento all'agosto 2004 (***)</i>	<i>Emissioni da tutti i settori. Scenario energetico al 2020 utilizzato nel Programma di riduzione delle emissioni in Italia; aggiornamento all'agosto 2004 (***)</i>	<i>Emissioni da tutti i settori. Scenario energetico al 2010 in Italia; livello di decisione politica con riduzione massima fattibile delle emissioni (****)</i>	<i>Emissioni da tutti i settori. Scenario energetico al 2020 in Italia; livello di decisione politica con riduzione massima fattibile delle emissioni (*****)</i>
	<i>(migliaia di tonn)</i>	<i>(migliaia di tonn)</i>	<i>(migliaia di tonn)</i>	<i>(migliaia di tonn)</i>	<i>(migliaia di tonn)</i>	<i>(migliaia di tonn)</i>
Biossido di zolfo	665,0	475,0	418,9	345,7	113,7	102,0
Ossidi di azoto	1.267,0	990,0	1.031,2	754,8	698,3	338,1
Composti Organici Volatili	1.635,0	1.159,0	1.011,6	769,6	784,1	541,7
Ammoniacca	442,0	419,0	423,1	422,0	263,6	246,4
Polveri totali	n.d.	n.p.	383,8	381,4	238,3	209,3
Polveri PM10 (*****)	195,0	n.p.	219,6	200,5	124,7	95,1
Polveri PM2,5	n.d.	n.p.	165,1	142,6	89,9	61,7

n.d. = non determinate; n.p. = non previsto.

(*) Fonte : ENEA, Rapporto Energia e Ambiente 2004.I dati, pp. 266-270.

(**) Fonte : Ministero dell'Ambiente, ENEA, APAT; "Programma nazionale per la progressiva riduzione delle emissioni nazionali annue di biossido di zolfo, ossidi di azoto, composti organici volatili ed ammoniacca", giugno 2003.

(***) Elaborazioni degli autori dei dati rilevabili dal database disponibile in linea nel sito dello IIASA (<http://www.iiasa.ac.at/web-apps/tap/RainsWeb/RainsServlet1>, scenario "NAT_Aug04").

(****) Elaborazioni degli autori dei dati rilevabili dal database disponibile in linea nel sito dello IIASA, scenario "DCM_MFR_Nov04".

(*****) Valore riferito al 2001. Fonte : APAT, Annuario dei dati ambientali, 2003, p. 236.

previste e indicate in un'altra parte di questo dossier) è quasi esclusivamente aggiuntivo all'utilizzo delle altre fonti fossili. Sempre in questo scenario che rappresenta l'indirizzo attuale, una parziale sostituzione dell'impiego dei combustibili derivanti dal petrolio attuata attraverso (un ritorno) l'impiego del carbone nella produzione di energia elettrica.

Fatte queste precisazioni sulla composizione e sulla quantificazione degli impieghi dei diversi combustibili secondo gli scenari energetici descritti, nelle Tabelle 10 e 11 si presentano rispettivamente le principali emissio-

ni relative agli anni 2002, 2010 e 2020 per i due scenari anzidetti ovvero le emissioni da tutti i settori di attività economica e da quello della produzione di energia elettrica da fonti non rinnovabili.

Per i contaminanti considerati e limitandoci alle emissioni dirette (al camino), lo scenario vigente (cfr. Tabella 10) dovrebbe rispettare gli obiettivi fissati dall'Unione Europea; si precisa che questo scenario è fondato principalmente su interventi di carattere "end of pipe" ovvero sulla cattura degli inquinanti prima della loro emissione e, solo in parte, su iniziative

Tabella 11. Stime al 2002 e proiezioni al 2010 e al 2020 delle quantità emesse annualmente dei principali contaminanti dagli impianti di produzione di energia elettrica

<i>Inquinante</i>	<i>Stima emissioni Italia 2002, contribute derivante dalla produzione di energia elettrica (*)</i>	<i>Stima emissioni da produzione di energia elettrica. Scenario energetico al 2010 utilizzato nel Programma di riduzione delle emissioni all'agosto 2004 (**)</i>	<i>Stima emissioni da produzione di energia elettrica. Scenario energetico al 2020 utilizzato nel Programma di riduzione delle emissioni all'agosto 2004 (**)</i>	<i>Stima emissioni da produzione di energia elettrica. Scenario energetico al 2010; livello di decisione politica con riduzione massima fattibile delle emissioni (***)</i>	<i>Stima emissioni da produzione di energia elettrica. Scenario energetico al 2020; livello di decisione politica con riduzione massima fattibile delle emissioni (***)</i>
	<i>(migliaia di tonn)</i>	<i>(migliaia di tonn)</i>	<i>(migliaia di tonn)</i>	<i>(migliaia di tonn)</i>	<i>(migliaia di tonn)</i>
Biossido di zolfo	374,0	127,9	45,8	13,4	12,9
Ossidi di azoto	137,0	123,4	89,9	24,5	33,2
Composti Organici Volatili	7,0	7,8	4,6	4,0	9,6
Ammoniaca	0,1	2,0	2,0	4,0	4,2
Polveri totali	n.d.	8,6	5,9	1,0	0,7
Polveri PM10 (***)	17,2	7,2	4,9	0,7	0,7
Polveri PM2.5	n.d.	4,9	3,2	0,6	0,7

n.d. = Dato non disponibile.

(*)Fonte: ENEA, *Rapporto Energia e Ambiente 2004. I dati*. Industrie energetiche, industrie manifatturiere e delle costruzioni, trasporti, altri settori, emissioni da produzione, trasporto e stoccaggio carburanti.

(**) Elaborazioni di questi autori utilizzando i dati rilevabili dal database disponibile in linea nel sito dello IASA (<http://www.uasa.ac.at/web-apps/tap/RainsWeb/RainsServlet1>, scenario "NAT_Aug04").

(***)Elaborazioni di questi autori utilizzando i dati rilevabili dal database disponibile in linea nel sito dello IASA, scenario "DCM_MFR_Nov04".

(****) Valore riferito al 2001. Fonte : APAT, *Annuario dei dati ambientali*, 2003, p. 236.

Tabella 12. Sintesi delle valutazioni sostenute dai proponenti dei progetti delle centrali termoelettriche a gas naturale a ciclo combinato e osservazioni di questi autori

<p><i>Indicazioni del Ministero dell'Ambiente e del CNR (*) comunemente presenti nei progetti e negli studi di impatto ambientale predisposti per la costruzione delle centrali termoelettriche a gas a ciclo combinato</i></p>	<p><i>Osservazioni e valutazioni di questi autori riferite a una centrale da 780 MWe con funzionamento, a pieno regime, di 6.000 ore/anno (**)</i></p>
<p>Assenza di emissioni di Ossidi di zolfo .</p>	<p>Gli attuali standard (Snam) relativi al gas naturale consentono la presenza di Zolfo totale fino a 150 mg/Smc. Tenendo conto che le concentrazioni sono inferiori, data la taglia degli impianti, questo comporta un'emissione tra le 9 e le 12 t/anno di Ossidi zolfo.</p>
<p>Assenza di emissioni di particolato .</p>	<p>Per quanto concerne le emissioni dirette di polveri totali (dovute alla presenza di inerti nel gas), secondo le stime della letteratura tecnico scientifica (ANPA) esse sono pari a circa 12 t/anno.</p>
<p>Le emissioni di Monossido di carbonio (CO) sono rilevanti, ma non tali da influenzare la qualità dell'aria.</p>	<p>Queste emissioni possono superare le 650 t/anno (i limiti di qualità dell'aria sono troppo elevati); comunque il problema maggiore è rappresentato dalle elevate emissioni negli impianti con bruciatori "DLN", come quelli proposti in Italia. Infatti, in tali bruciatori per ridurre le emissioni degli Ossidi di azoto viene ridotta la temperatura di combustione e variato il rapporto combustibile/aria, questo determina un aumento delle emissioni di CO e di molti altri inquinanti.</p>
<p>Emissioni degli Ossidi di azoto (in particolare del monossido, NO):</p> <ul style="list-style-type: none"> - conformità delle concentrazioni di queste emissioni dagli impianti a turbogas (< 50 mg/Nmc) e rispetto della normativa europea; - emissioni specifiche (per kWh prodotto) ridotte del 45 % rispetto agli impianti termoelettrici tradizionali; - adeguatezza dei sistemi di riduzione (turbine con bruciatori "Low NOx Burners"- DLN), con elevate emissioni di particolato nel caso di adozione di sistemi catalitici (SCR) per l'abbattimento degli Ossidi di azoto. 	<p>Per un impianto delle dimensioni come quelle sopra indicate le emissioni di Ossidi di azoto variano tra 1.150 e 1.500 t/anno. In relazione alle caratteristiche della fonte dell'emissione (altezza camino, portata, velocità, temperatura) e della situazione meteorologica locale si possono determinare importanti ricadute al suolo degli inquinanti con i conseguenti impatti sanitari. In alcuni periodi dell'anno si possono avere anche concentrazioni al suolo di 50 microgrammi/mc (1/4 del livello di attenzione). Inoltre, con un funzionamento degli impianti ridotto (al di sotto del 60 % della potenza installata), le emissioni degli Ossidi di azoto possono passare da una concentrazione oraria media di 50 mg/Nmc a ben 200 mg/Nmc con i relativi impatti ambientale e sanitario. Si rammenta che l'esposizione, anche per tempi brevi, ad elevate concentrazioni di questi contaminanti possono causare conseguenze sanitarie, in particolare nei bambini, negli anziani e nelle persone con problemi di salute.</p> <p>Va anche considerato che le elevatissime emissioni termiche (il 45 % almeno rispetto al combustibile combusto) possono causare modificazioni meteorologiche locali tali da causare una magnificazione (peggioramento) della tossi-nocività degli inquinanti emessi, sia da fonti diffuse (es. traffico, riscaldamento residenziale o industriale) o puntuali (altri punti di emissione, per esempio, le centrali Enipower realizzate all'interno di poli chimici).</p>
<p>L'incremento delle polveri fini (particolato) secondarie sarebbe "compatibile" con l'esercizio di nuovi impianti; l'incremento - secondo il ministero - sarebbe trascurabile.</p>	<p>Gli Ossidi di azoto, sono fra i principali precursori delle polveri fini secondarie, che si formano nell'atmosfera attraverso reazioni e processi complessi principalmente di natura fotochimica. Da una centrale termoelettrica da 780MWe si stimano emissioni di polveri (PM10, PM2.5 e di dimensioni ancora inferiori) al camino di circa 27 tonnellate/anno e di ulteriori 68 ton/anno di polveri fini secondarie; con gravi impatti sotto il profilo sanitario.</p>

(Segue)

Riduzione parziale delle emissioni degli Ossidi di azoto attraverso la loro ossidazione ad Acido nitrico. Queste emissioni contribuiscono alla formazione di Ozono in determinate condizioni meteo (soprattutto nei mesi estivi), inquinamento quest'ultimo che si manifesta a distanza rispetto alla fonte di emissione dei precursori.	Oltre alle problematiche delle piogge acide e della formazione dell'Ozono (impatti indiretti quasi mai affrontati nei progetti o, nel caso dell'Ozono, liquidato con la cinica affermazione che questo inquinamento si manifesterà lontano dall'impianto che emette i suoi precursori), non sono mai considerate le emissioni di sostanze organiche (derivanti dalla combustione a bassa temperatura o con difetto di aria per ridurre le emissioni di Ossidi di azoto); si tratta degli idrocarburi non metanici tra cui sostanze ad elevato impatto ambientale e sanitario come la Formaldeide (sostanza con proprietà cancerogene). Secondo i ricercatori Armaroli e Po, un impianto delle dimensioni indicate, può emettere ben 42 tonn/anno di Formaldeide (20).
Consumo ridotto dell'area ove viene installata la centrale termoelettrica (3,5 - 7 ettari) rispetto alle diverse decine di ettari necessari per quelle tradizionali con indicazione di realizzarle nelle aree industriali dismesse o in uso.	I consumi e le opportunità connesse con la vicinanza alle aree industriali sarebbero più appropriati con impianti di limitate dimensioni, che risponderebbero meglio alle esigenze locali (di calore, elettricità e raffrescamento) e favorirebbero la realizzazione di sistemi di trigenerazione, con rendimenti ancora più elevati della cogenerazione.
Impatto paesaggistico (visivo "non trascurabile e non sempre mitigabile").	E' l'impatto che viene riconosciuto sulla carta nella maggior parte dei progetti, per affermare subito dopo che verrà ridotto con soluzioni architettoniche e/o cromatiche. Si sottolinea che non viene mai considerato l'impatto luminoso (anche per gli animali) tenuto conto che si tratta di impianti che funzionano a ciclo continuo.
Bassi consumi d'acqua per il raffreddamento dei fluidi di processo e delle apparecchiature dell'impianto.	I consumi sono molto elevati nel caso di sistemi di raffreddamento ad umido (che sono quelli ottimali per questi impianti), in tal caso possono essere necessari (per un impianto della dimensione indicata) circa 900 mc/ora di acqua di reintegro, equivalente al consumo medio giornaliero di 60.000 abitanti in una metropoli italiana del Nord. Nel caso di sistemi ibridi (ad acqua e ad aria) vi è il paradosso che - se nell'arco di un anno i consumi d'acqua vengono ridotti - gli stessi si concentrano nel periodo estivo e quindi possono confliggere con le esigenze locali (es. uso alimentare e domestico e di acque sotterranee, acque superficiali per usi agricoli per la pesca). Nel caso dei sistemi di raffreddamento ad aria, si riducono i rendimenti energetici, e si causa un rilevante inquinamento da rumore emesso dagli impianti, inoltre serve una maggiore dimensione degli edifici dedicati a questa fase del ciclo. Ancora, nei progetti viene scarsamente considerato l'inquinamento causato attraverso il rilascio degli scarichi idrici con elevati contenuti salini, con presenza di tracce di biocidi e con elevate temperature dannose per le condizioni biotiche del corpo recettore.

(*) v. *Relazione Tecnica consegnata dal Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio nell'ambito della indagine conoscitiva sull'impatto ambientale delle raffinerie e delle centrali elettriche*, in Atti della 13^a Commissione Ambiente, Territorio, Beni Ambientali del Senato della Repubblica, 17.03.2004, pp. 121 - 140.

(**) Si fa riferimento a numerose osservazioni presentate dagli autori in procedure autorizzative di impianti a ciclo combinato a gas naturale, nonché, per quanto concerne le emissioni dirette e indirette in atmosfera, anche aquantoscaturito dal dibattito svolto sulla rivista *La Chimica e l'Industria* (20).

preventive (ad esempio la riduzione dello Zolfo nei combustibili).

Viceversa lo scenario che prevede il massimo utilizzo delle tecnologie disponibili, con l'obiettivo della massima riduzione delle emissioni dei gas serra, dovrebbe comportare lo sposta-

mento degli interventi a livello preventivo sulle emissioni e solo a completamento il ricorso alla tecnologia per l'abbattimento degli inquinanti. Al riguardo, va segnalato che la maggiore quota di emissioni di Ammoniaca è correlabile con la maggiore adoizio-

ne dei sistemi di abbattimento degli Ossidi di azoto dai grandi impianti termoelettrici; questo incremento "viene compensato" dalla riduzione delle polveri pericolose (PM10 e PM2.5) rispetto al precedente scenario ipotizzato, sempre che si rispetti la legislazione vigente (2004).

ALCUNI ASPETTI RELATIVI ALL'IMPATTO AMBIENTALE DELLE NUOVE CENTRALI A CICLO COMBINATO A GAS NATURALE E

A CARBONE

Gli impatti ambientali derivanti dalle diverse scelte politiche e tecnologiche per la produzione di energia elettrica sono sinteticamente illustrate di seguito.

L'utilizzo del gas naturale nelle centrali a ciclo combinato rappresenta una scelta a minore impatto ambientale per le caratteristiche del gas naturale (bassa presenza di Zolfo e di particolato) e per i maggiori rendimenti realizzabili con tali centrali rispetto a

Tabella 13. Contaminanti e fattori di emissione di una centrale a gas naturale a ciclo combinato, rispettivamente secondo ANPA (2000) e i ricercatori Armaroli e Po (2003), a confronto con i fattori di emissione di una centrale a olio combustibile BTZ

<i>Contaminante emesso</i>	<i>Fattori di emissione secondo ANPA (mg/kWh di energia prodotta) da una centrale a gas naturale (*)</i>	<i>Fattori di emissione (mg/kWh di energia prodotta) secondo Armaroli e Po da una centrale a gas naturale (**)</i>	<i>Fattori di emissione (mg/kWh di energia prodotta) da una centrale a olio BTZ</i>
Biossido di carbonio CO ₂ (fossile)	325.179	370.449	1.407.836
COV non metanici	25,18	10,1	58,6
Metano (CH ₄)	25,18	43,89	22,0
Protossido di azoto (N ₂ O)	14,39	n.d.	
Monossido di carbonio (CO)	146,76	(*****) 26,98	57,0
Ossidi di azoto NO _x (****)	244,60	(*****) 95,07	3.803,3
Ossidi di zolfo (SO _x)	2,52	1,93	5.305,0
Idrocarburi reattivi	n.d.	10,06	2,4
Polveri	2,52		n.d.
PM10 (filtrabile)	n.d.	62,09	394,2
PM10 (condensabile)	n.d.		84,5
Metalli pesanti totali	n.d.	n.d.	9,3
Formaldeide	n.d.	8,99	n.d.
Ammoniaca (*****)	n.d.	20,98	n.d.

n.d. = dato non disponibile.

Fonti:

(*) ANPA, "I-LCA, Banca dati italiana a supporto della valutazione del ciclo di vita", versione 2, Ottobre 2000. Questo studio riguarda una centrale a ciclo combinato da 450 MWe, con un rendimento del 55 % e un funzionamento di 6.000 ore/anno.

(**) Fattori di emissione calcolati sulla base dei valori presentati nell'articolo di N. Armaroli, C. Po, "Emissioni da centrali termoelettriche a gas naturale. La letteratura corrente e l'esperienza statunitense", La Chimica e l'Industria, maggio 2003 (tabella 2, p. 47). I riferimenti riguardano una centrale a ciclo combinato a gas naturale da 780 MW.

(***) D. Fraternali, O. Olivetti Selmi, "Le emissioni di polveri e altri inquinanti da centrali turbogas a ciclo combinato alimentate a gas naturale. Analisi comparata con le emissioni di impianti termoelettrici a olio combustibile di piccola taglia", La Chimica e l'Industria, novembre 2003; i dati sono riferiti a una centrale a olio combustibile da 78 MW.

(****) Concentrazioni di Ossidi di azoto nelle emissioni pari a 50 mg/Nmc.

(*****) Emissione derivante dall'applicazione della tecnologia per l'abbattimento degli Ossidi di azoto di tipo catalitico (SCR o quella più recente SCONOX) con l'impiego dell'Ammoniaca. Con questa tecnologia si riducono le emissioni degli Ossidi di azoto al di sotto dei limiti vigenti in Italia e in Europa (a 1/5 circa della concentrazione permessa) così come pure quelle del Monossido di carbonio (CO, a un terzo del limite di legge); indirettamente si ottiene anche una forte riduzione delle emissioni di composti organici e delle polveri fini (PM10 e PM2.5), mentre queste tecnologie causano emissioni fuggitive di Ammoniaca e incrementi nelle emissioni del particolato totale.

quelle tradizionali: la produzione di un kWh elettrico con gas naturale in una nuova centrale a ciclo combinato comporta una emissione inferiore rispetto alla stessa energia prodotta da una vecchia centrale a olio combustibile o a carbone.

Questo fatto non contestabile non può essere usato strumentalmente per giustificare l'accettazione di una "pioggia" di nuove centrali di dimensioni elevate (400 MWe e multipli). A tacere del fatto che per questi impianti mancano studi corretti di impatto ambientale. Inoltre, la dimensione e il surplus produttivo delle centrali costituisce certamente un fattore di grave alterazione del mercato che distorce e vanifica una corretta politica dei consumi energetici; come è noto i fautori di tale mercato drogato dell'energia hanno interesse al continuo aumento dei consumi e questo, ovviamente, impedisce di realizzare una rigorosa politica incentrata sulla riduzione e il risparmio energetico. Il caso della Francia caratterizzato dal surplus produttivo derivante dalla scelta nucleare e dagli usi impropri dell'energia elettrica (es. utilizzata ampiamente per il riscaldamento degli ambienti) sta lì a mostrarci le conseguenze (19).

Nella Tabella 12 si richiama sinteticamente quanto proposto attraverso la pubblicistica governativa e i relativi riflessi in termini di impatto ambientale. Va sottolineato che la discussione sulla entità e le caratteristiche delle emissioni (dirette e indirette) non è accademica, essa emerge, oltre che dall'entità degli impatti ambientali e sanitari relativi a un singolo progetto, anche dalla preoccupazione manifestata dal Ministro delle Attività Produttive.

Il Ministro Marzano, con una nota del 18 novembre 2003 inviata ai Ministri dell'Istruzione, dell'Ambiente e della Salute, accusa chi denuncia la sottovalutazione degli impatti ambientali di queste centrali, come degli untori che diffondono un allarme ingiustificato che "rischia di determinare ulte-

riori difficoltà nell'attuazione della legge n. 55/02 (la cosiddetta "sblocca-centrali", ndr) e nella realizzazione di nuovi impianti, in quanto sta determinando mobilitazioni a livello locale che rallenteranno e condizioneranno inevitabilmente le determinazioni delle Amministrazioni territoriali; inoltre, la presunta 'carenza' delle valutazioni di impatto ambientale sul tema delle polveri sottili (non solo su questo ! ndr) può costituire possibile motivo di ricorso anche nei confronti delle autorizzazioni già rilasciate".

Questa nota si conclude invitando gli altri ministri a prendere posizione "con azioni di informazione sul piano scientifico che servano a fare chiarezza sulla reale portata del fenomeno e sulle tecnologie per contrastarlo (affinché possa servire a prevenire un clima di agitazione diffusa". Paradossalmente tali accuse andrebbero rivolte anche a organismi come l'ANPA (ora APAT) che, ben prima dei contestati articoli dei ricercatori Armaroli e Po, pubblicati su *La Chimica e l'Industria*, evidenziava quanto riportato nella Tabella 13.

L'IMPATTO AMBIENTALE DELLE CENTRALI TERMOELETTRICHE A CARBONE

Come è ben focalizzato dai fattori di emissione degli inquinanti riportati nella Tabella 13 non vanno assolutamente sottovalutati gli impatti ambientale e sanitario insiti nella produzione di energia elettrica da impianti a gas naturale a ciclo combinato.

Non va poi taciuto che l'attuale politica governativa, generalmente, autorizza la costruzione di centrali termoelettriche a gas naturale non in sostituzione ma in aggiunta a quelle esistenti ad olio combustibile e a carbone. In altri termini, siamo in presenza di una politica governativa incapace di realizzare la riduzione dei consumi energetici, in primis attraverso l'eliminazione degli sprechi e la valorizzazione dei risparmi energetici. Che dire poi dell'iniziativa dell'ENEL

Tabella 14. Fattori di emissione dei principali macroinquinanti per kwh di energia elettrica prodotta nelle centrali alimentate a carbone, a olio combustibile e a gas naturale

Tipo di centrale	Anidride carbonica emessa da combustione (grammi/kwh)	Ossidi di zolfo (mg/kwh)	Polveri totali (mg/kwh)	Ossidi di azoto (mg/kwh)
Centrale ultracritica a carbone (rendimento 45%)	780 (*) 753 (**)	250 (*)	65,0 (*)	420 (*)
Centrale a olio combustibile (rendimento 39%)	710 (*) 642 (**)	620 (repowering) 250 (imp. nuovo) (*)	25,0 (•)	400 (*)
Centrale a gas a ciclo combinato (rendimento 55%)	380 (*) 325 (Progetti esaminati)	2,5 (**)	2,5 (**)	280 (*) 244 (Progetti esaminati)

Fonti:

(*) Istituto Sviluppo Sostenibile Italia (ISSI) : "La generazione di elettricità : valutazioni sulle nuove tecnologie di utilizzo del carbone", G. Onufrio, presentato al Convegno organizzato da CNEL, ENEA e ISSI, "La sostenibilità del ciclo tecnologico del carbone nella generazione elettrica", Roma 2.04.2003. Si veda anche il più recente studio del medesimo Istituto "Il Protocollo di Kyoto in Italia. Le politiche e le misure sul cambiamento climatico", novembre 2004.

(**) ANPA: "I-LCA Banca dati italiana a supporto della valutazione del ciclo di vita", ottobre 2000. Si tratta di una banca dati finalizzata "a fornire dati di inventario a supporto della valutazione del ciclo di vita che siano rappresentativi dei processi produttivi e di servizio effettuati nel sistema Paese Italia".

Tabella 15. Flussi di materiali e di acqua per la produzione di 1 kWh, rispettivamente da una moderna centrale a carbone, da centrali termoelettriche a olio combustibile e a gas naturale

Tipo di centrale	Materiali necessari (kg/kwh)	Acqua necessaria (kg/kwh)
Centrale ultracritica a carbone (rendimento 45%) (*)	0,663	0,447
Olio combustibile (rendimento 39%)	0,066	0,004
Gas a ciclo combinato (rendimento 55%)	0,029	0,004

Fonte : Istituto Sviluppo Sostenibile Italia (ISSI) : "La generazione di elettricità : valutazioni sulle nuove tecnologie di utilizzo del carbone", 2003, su dati EEA (European Environmental Agency), 1998.

(*) Impianti che funzionano con temperature del vapor acqueo più elevate rispetto alle centrali termoelettriche tradizionali

Tabella 16. L'esternalizzazione dei costi derivanti dall'impiego di carbone, olio combustibile e gas naturale nelle centrali termoelettriche (Valori riferiti al 2000 in centesimi di euro per kWh prodotto)

Fonti	Ossidi di zolfo	Ossidi di azoto	Polveri	Anidride Carbonica	Totale	Totali secondo ENEL
Carbone	0,3	0,4	0,1	1,5	2,3	5,9
Olio	0,3	0,3	0,1	1,3	2,0	6,2
Gas	0(*)	0,2	0(*)	0,7	0,9	4,9

Nota: per la CO₂ è stato assunto un costo di 20 Euro/tonn. (*) Si tratta di una sottostima.

Fonte: Istituto Sviluppo Sostenibile Italia (ISSI): "La generazione di elettricità: valutazioni sulle nuove tecnologie di utilizzo del carbone", 2003.

chiamata "carbone pulito"? Essa rappresenta un insulto all'intelligenza collettiva e la lotta della popolazione di Civitavecchia che si batte contro tale trasformazione dell'attuale centrale che funziona a olio combustibile

Tabella 17. Principali inquinanti presenti nelle emissioni di una centrale a carbone

Inquinante	Centrale a carbone con rendimento al 45 % (mg/kWh)
Acido cloridrico (HCl)	131,76
Acido fluoridrico (HF)	38,06
Alcani	2,93
Alcheni	2,93
Alluminio (Al)	17,57
Anidride carbonica	753 grammi
Benzo[a]pirene (C ₂₀ H ₁₂)	16,1 nanogrammi
Boro (B)	2,93
Bromo (Br)	2,93
Cadmio (Cd)	0,0027
Calcio (Ca)	2,93
COV non metanici	76,13
Cromo (Cr)	0,052
Etilbenzene	2,92
Ferro (Fe)	8,78
Magnesio (Mg)	5,85
Mercurio (Hg)	0,09
Metano (CH ₄)	8,78
Monossido di carbonio (CO)	40,99
PAH policiclici aromatici	0,008
Piombo (Pb)	0,061
Polveri	128,83
Potassio (K)	2,93
Silicio (Si)	26,35
Sostanze radioattive	5,56 Bq
TCDD equivalenti (diossine / furani)	0,041 nanogrammi
Xilene	8,78

Fonte: ANPA : "I-LCA Banca dati italiana a supporto della valutazione del ciclo di vita", ottobre 2000.

sta lì a ricordarcelo (il progetto prevede il passaggio da una centrale - Torrevaldiga Nord - da 2.640 MWe alimentata ad olio combustibile a una centrale alimentata a carbone da 1.980 MWe, spacciando questa iniziativa come finalizzata a ridurre l'attuale impatto ambientale) (21). A titolo di esempio, per non appesantire oltre il testo, nella Tabella 14 si presentano i fattori di emissione di centrali termoelettriche, rispettivamente a carbone, a olio combustibile e a gas.

Le centrali a carbone sono caratterizzate, oltre che da elevate emissioni dirette all'atmosfera (per limitarci a queste), anche da elevati fabbisogni di materiali e di acqua di raffreddamento come si mostra nella Tabella 15. Inoltre, nella Tabella 16 si riportano le stime relative alla esternalizzazione dei costi derivanti dalle emissioni. In altri termini, l'esternalizzazione altro non rappresenta che lo scarico sulla collettività dei costi socio-sanitari e ambientali.

Alla faccia del principio, chi inquina paga! Da ultimo, non si può sottovalutare il fatto che una centrale termoelettrica a carbone emette sostanze pericolose in termini quantitativi più elevati rispetto alle centrali a olio combustibile. Nella Tabella 17 si elencano i principali inquinanti emessi da una centrale termoelettrica a carbone con le relative quantità per kWh prodotto.

GLOSSARIO DEL DOSSIER

I multipli delle unità di misura:

- k (kilo) = mille (10^3)
- M (Mega) = milione (10^6)
- G (Giga) = miliardo (10^9)
- T (Tera) = mille miliardi (10^{12})
- P (Peta) = milione di miliardi (10^{15})

Le principali unità di misura :

- caloria (cal) : è la quantità di calore necessaria per innalzare di un grado centigrado (da 14,5 a 15,5 °C) la temperatura di un grammo di acqua alla pressione atmosferica al livello del mare;
- 1 caloria = 4,187 Joule (J);

- 1 Joule = 0,000278 watt
- watt (W) = 1 J/s
- 1 kW = 1.000 Watt
- 1 kWh = 1 Kilowattora
- 1 kWh = $3,6 * 10^6$ J
- MWh = Megawattora = 0,860 Gcal
- MW = Megawatt = 1.000 kW
- 1 tep (tonnellata di petrolio equivalente) = 10 Gcal (Gigacalorie)
= 41,868 GJ (Gigajoule)
= 11.628 kWh
= 11,628 MWh
- 1 GJ = 0,239 Gcal = 0,278 MWh
- 1 Gcal = 4,187 GJ = 1,163 MWh
- 1 MWh = 3,600 GJ = 0,860 Gcal
- 1 tec (tonnellata equivalente di carbone) = 29,307 GJ = 7,000 Gcal = 8,141 MWh
- 1 migliaio di metri cubi equivalenti di gas naturale = 34,541 GJ = 8,250 Gcal = 9,595 MWh
- 1 tep = 1,429 tec = 1,212 (migliaia di metri cubi equivalenti di gas)
- 1 tec = 0,700 tep = 0,840 (migliaia di metri cubi equivalenti di gas)
- 1 migliaio di metri cubi equivalenti di gas naturale = 0,825 tep = 1,190 tec

ALCUNE CONSIDERAZIONI FINALI

Questo dossier offre uno spaccato dei problemi energetici che gravano sul paese in relazione agli impegni assunti dall'Italia in tema di riduzione delle emissioni dei "gas serra" con la sottoscrizione del Protocollo di Kyoto.

Come è stato illustrato su queste pagine, vi sono diversi scenari energetici possibili con le relative emissioni inquinanti nell'ambiente.

In particolare, si sono esaminate le caotiche e inaccettabili - per la salute e l'ambiente - scelte governative che fanno strame degli impegni assunti dall'Italia con la firma del Protocollo di Kyoto.

Infatti, la politica energetica italiana si caratterizza da molti anni per l'assenza di una rigorosa programmazione che abbia al suo centro:

- l'eliminazione degli sprechi;
- la riduzione dei consumi attraverso

so la promozione di incisive azioni di risparmio energetico in tutti i settori (dall'industria ai trasporti, dal commercio alle molteplici attività del terziario, dall'architettura degli edifici pubblici e privati, alle abitazioni civili);

- adeguati investimenti a sostegno della ricerca e dei progetti a ciò finalizzati, nonché per lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili, con specifiche politiche di sostegno per la loro applicazione industriale e civile attraverso la realizzazione di impianti dedicati a energia solare, eolica, geotermica, idroelettrica, il tutto nel rigoroso rispetto dell'ambiente, del paesaggio e dei diritti delle popolazioni locali.

Il comportamento dei pubblici poteri non è solo negativo per l'assenza di tale programmazione, ma, se possibile, è aggravato dal fatto che l'attuale politica energetica italiana si caratterizza per il triplice incremento: dei consumi energetici, delle relative emissioni inquinanti e, segnatamente, quelle dei "gas serra", dei costi dell'energia elettrica (e non solo di essa!). In altri termini, tale sciagurata politica energetica è il frutto delle spinte belluine del Mercato alle quali il governo ciecamente si è affidato nella vana speranza di dare soluzione ai problemi e ai bisogni energetici del paese. In questo desolante panorama, il capo del governo e i suoi sodali, come se nulla fosse, cercano di riproporre la scelta elettronucleare, infischandosene della volontà di milioni di cittadine e cittadini che nel 1987 hanno respinto nettamente tale scelta attraverso un apposito referendum.

Anche attraverso queste pagine, pur nella modestia delle nostre forze, lanciamo un allarme affinché la nefasta e, per fortuna, solo ipotizzata scelta elettronucleare venga definitivamente casata dall'agenda dei lavori del paese.

Per questo, confidiamo che la nostra preoccupazione venga fatta propria

dai Movimenti e dalle Associazioni ambientaliste, dal Movimento pacifista, dai Social Forum e dalle forze culturali, sociali e politiche democratiche e che la stessa si traduca in concrete iniziative di controinformazione e di mobilitazione per sconfiggere tale ipotesi sciagurata che il governo sta perseguendo subdolamente nel silenzio assordante di molti, troppi (il recente acquisto da parte dell'ENEL di una centrale elettronucleare in Slovacchia sta lì a ricordarcelo).

A chi si ostina a negare o a ignorare i gravi e planetari fenomeni causati dalle emissioni inquinanti dei "gas serra" (e più in generale di ogni forma di inquinamento ambientale) ricordiamo brevemente alcuni fatti.

Le variazioni climatiche non costituiscono un evento come i tanti del degrado, dato che l'atmosfera della Terra sta cambiando e la questione è cruciale perché l'equilibrio climatico è tanto fragile quanto unico.

Infatti, sono in discussione, assieme al nostro futuro, le nozioni di progresso e sviluppo.

La principale potenza militare ed economica del pianeta, gli USA, guida la schiera (non folta ma potente) dei negazionisti del riscaldamento del Pianeta causato dalle emissioni dei "gas serra"; infatti, l'amministrazione Bush oltre a non aver ratificato il Protocollo di Kyoto ha pure tacitato i suoi scienziati. Per esempio, l'Epa (l'Agenzia di Protezione dell'Ambiente) statunitense ha rimosso la sezione "Variazioni climatiche" dai propri rapporti annuali e discute se valga la pena di occuparsi degli inquinanti ambientali a effetto serra, in assenza della volontà politica a considerare e ad affrontare con rigore la problematica.

Eppure, la visione scientifica sul clima non è contraddittoria, i dubbi persistono solo sulle possibili conseguenze del riscaldamento sull'ambiente e sulla società, non sulla sua origine - la combustione dei carburanti fossili - né sulla sua portata. Se le

cose appaiono diversamente è perché alcuni approfittano della complessità del fenomeno per negarlo, denunciando incongruenze nelle previsioni del passato e nei modelli finora elaborati per rappresentare le trasformazioni in atto. Questo, però, è un atteggiamento artificioso: gli effetti delle variazioni climatiche non si manifestano in modo uniforme e continuo. Non va poi taciuto che i meccanismi dell'effetto serra legati ad alcuni gas atmosferici naturali (Anidride carbonica, Metano, Protossido di azoto) si iniziò a comprenderli fin dal XIX secolo. Infatti, Pascal Ascot in *Storia del clima* (22), riporta le parole del chimico svedese Svante August Arrhenius (1858-1927): "Ho potuto calcolare che se l'Acido carbonico (si legga CO₂, ndr) scomparisse completamente nella nostra atmosfera, della quale occupa solo i tre decimillesimi in volume, la temperatura del suolo diminuirebbe di 21 gradi". I primi segnali di allarme rispetto al riscaldamento della Terra risalgono invece a metà del secolo scorso, nel 1957 due ricercatori americani scrissero: "Gli umani stanno portando avanti un esperimento di geofisica su larga scala (...) restituendo all'atmosfera e agli oceani il carbonio organico che era stato concentrato e conservato nelle rocce sedimentarie per periodi di centinaia di milioni di anni" (23). Comunque sia, come è noto, i fatti sono più duri delle parole, infatti il ghiaccio dell'Artico si sta sciogliendo assieme ai non più perenni nevai alpini, mentre sul Kilimanjaro quasi non c'è più neve; gli uragani sono sempre più frequenti e violenti, come le inondazioni; sul fiume Colorado, razionato dagli sbarramenti, si estinguono le specie fluviali; le rondini ora svernano in Europa e tutti gli esseri viventi, animali e vegetali, vedono i loro habitat spostarsi verso i poli di sei chilometri ogni dieci anni.

Non vedere i segni di questa deriva può essere facile per chi, in assenza di acqua, può procurarsi champagne,

o Coca Cola; oppure per chi usa il climatizzatore in auto, mentre d'inverno va ai tropici e d'estate sulla neve.

Queste persone hanno molteplici e contestuali possibilità: stare più al caldo o al freddo che continuano ad essere, almeno per ora, soprattutto una questione di scelte. Viceversa, per quanti vedono inondarsi i campi e le case in Sud America o nel Sud-est asiatico — fuori stagione s'intende, perchè alle piene ci sono "abituati" -, per quelli che debbono fare i conti con la malaria in Africa dove non c'era prima e per quelli senza condizionatore, magari anziani e soli durante l'estate a Madrid, Parigi, Roma e Atene, chiudere gli occhi è più difficile e potrebbe rivelarsi non un semplice eufemismo.

Si deve anche sottolineare che il tema del riscaldamento della Terra, originato dall'effetto serra, ha assunto una rilevanza internazionale pari solo a quella raggiunta (nel passato) dalla questione "nucleare". Infatti, alcune stime europee parlano di 30.000 persone morte in più per la calura anomala manifestatasi nell'estate 2003 e di 250.000 morti l'anno in Europa (5% del totale) per le patologie causate dall'inquinamento atmosferico.

Ciononostante, come nulla fosse, la

stragrande maggioranza della popolazione, pericolosamente assuefatta, sembra non accorgersene, non reagisce e non se ne preoccupa.

Per esempio, nelle metropoli proliferano i fuoristrada, veri monumenti allo spreco, usati quasi sempre per spostare una sola persona; a fronte di questo dissennato aumento dei consumi energetici i governanti (verrebbe da dire sgobernanti) non trovano di meglio che proporre la costruzione di altre centrali termoelettriche, paventando anche il ricorso alle centrali elettronucleari.

Per questo non è più rinviabile l'apertura di un rigoroso dibattito sulle problematiche oggetto di questo dossier (e non solo di esse).

Si tratta di una necessaria premessa per contribuire a dar vita a un vasto e articolato movimento che sappia al contempo elaborare proposte e conseguire obiettivi (per la riduzione dei consumi energetici e quindi dell'inquinamento attraverso l'eliminazione degli sprechi, il risparmio energetico e lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili) nel più rigoroso rispetto dell'ambiente, della salute pubblica e dei diritti umani.

Il dibattito è (ri)aperto.

NOTE

1. Ovvero le sei sostanze emesse considerate come le maggiori responsabili dei cambiamenti climatici dalla Convenzione Quadro delle Nazioni Unite del 1992 e dai seguenti atti e impegni internazionali tra cui quello più conosciuto è il "Protocollo di Kyoto" del 1997, che entra in vigore il 16 febbraio 2005. Le sostanze considerate sono : l'Anidride carbonica (CO₂), il Metano (CH₄), il Protossido di azoto (N₂O), gli Idrofluorocarburi (HFC), i Perfluorocarburi (PFC) e l'esafluoruro di zolfo (SF₆). Per il testo del Protocollo di Kyoto e degli impegni dei singoli stati europei si rimanda alla Decisione del Consiglio del 25.04.2002 (n. 2002/358) riguardante l'approvazione, a nome della Comunità europea, del protocollo di

Kyoto allegato alla convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici e l'adempimento congiunto dei relativi impegni.

2. Si tratta di un meccanismo con effetti perversi, attivato negli USA negli anni '80 che, ora, è migrato a livello planetario, con i conseguenti impatti ambientali, sanitari, sociali ed umani. La globalizzazione del "mercato" degli inquinanti! In altri termini, come nulla fosse, una società con installati i suoi impianti in una data località può continuare ad inquinare con le proprie emissioni, purché acquisti in "Borsa" una pari quota di riduzione delle emissioni da un'altra società. Alla faccia del diritto inalienabile alla salute e all'ambiente salubre di ogni persona e di ogni Comunità locale. Inoltre l'Italia

è in forte ritardo rispetto ai tempi previsti dalla direttiva che istituisce il sistema dello "scambio di quote di emissioni dei gas ad effetto serra nella comunità" (direttiva 2003/87) in quanto solo con la Legge n. 316 del 30.12.2004 sono stati approvati i primi adempimenti richiesti dalla Unione Europea. Si tratta delle norme per autorizzare (assegnare) quote di emissione ai singoli impianti sulla base dei diversi processi e delle tecnologie adottati, per definire i successivi obblighi in termini di riduzione delle emissioni, il tutto sulla base del "piano nazionale di assegnazione delle quote di emissione" inviato dall'Italia alla Commissione Europea nel luglio 2004 e immediatamente contestato da quest'ultima.

3. Vedi *Relazione Tecnica consegnata dal Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio nell'ambito della indagine conoscitiva sull'impatto ambientale delle raffinerie e delle centrali elettriche*, in Atti della 13^a Commissione Ambiente, Territorio, Beni Ambientali del Senato della Repubblica, 17.03.2004, p. 130.

4. Per scenario tendenziale il CIPE intende una stima basata sulle politiche e le misure attualmente in vigore e del trend delle emissioni sulla base dei dati storici dal 1990 al 2000, con una crescita del PIL del 2 % l'anno fino al 2010.

5. Per scenario di riferimento il CIPE intende una stima basata sulle politiche e le misure attualmente in vigore nonché degli effetti attesi da misure già individuate ma non ancora attuate, con una analoga previsione di crescita del PIL del 2 % l'anno fino al 2010.

6. Va segnalato che, secondo i dati provvisori 2004 forniti dal GRTN, la crescita complessiva dei consumi di energia elettrica è stata pari allo 0,4 % rispetto al 2003, "principalmente dovuta alla decelerazione dei consumi nel terziario e nell'industria e in parte alle minori temperature estive rispetto al 2003" (GRTN, *Dati provvisori di esercizio del sistema elettrico 2004*", p. 3); inoltre, sempre nel 2004, si è ridotto del 10,4 % il fabbisogno di import di energia elettrica rispetto al 2003.

7. Un aspetto che non viene considerato

nella contabilizzazione delle emissioni "serra" è che queste sono accompagnate (sicuramente nella combustione dei combustibili fossili) da emissioni di altri contaminanti, spesso con impatto sanitario importante. Per esempio, considerare la combustione dei rifiuti e delle biomasse come fonti "rinnovabili" per ridurre contabilmente le emissioni di Anidride carbonica è strumentale e mira ad occultare le elevate emissioni di molti contaminanti e, in particolare, dei microinquinanti (organici e inorganici) con elevata tossicità, cumulabilità ambientale, bassa degradabilità, che determinano importanti quanto indesiderati impatti sanitari per le popolazioni esposte.

8. Anche sotto il profilo economico questa scelta è aberrante, per la sua indeterminatezza insita nel cosiddetto "mercato delle emissioni" ; inoltre, essa appare miope anche sotto il profilo economico. Non sarà mai sottolineato a sufficienza che ridurre gli impatti ambientali ovvero l'inquinamento significa, oltre che dare una risposta positiva in termini di salute pubblica, dare un tangibile contributo alla qualificazione delle attività produttive con la relativa riduzione globale dei consumi e dei costi energetici per unità di prodotto. A tacere del fatto che oggi (2004) il valore di acquisto di una quota di emissione pari a una tonnellata di CO₂ è di 9 euro, ma dal 2008-2012 si arriverà a 30-35 euro. Superfluo dire che il valore delle quote di emissione mediante meccanismi flessibili tra stati industrializzati e paesi in via di industrializzazione (Joint Implementation e Clean Development Mechanism) si aggirerà intorno ai 5 euro a tonnellata di CO₂. In altri termini, attraverso questo perverso meccanismo i paesi industrializzati continueranno irresponsabilmente ad inquinare e a riscaldare il Pianeta con i conseguenti impatti ambientali e sanitari e non solo.

9. I settori interessati sono: le attività energetiche (oltre la potenza di 20 MW, esclusi gli inceneritori per rifiuti), le raffinerie, i forni a coke, la produzione e trasformazione dei metalli ferrosi, quella di prodotti a partire da minerali (cemento, vetro, ceramica), l'industria cartaria. Le emissioni di questi settori industriali in Europa forniscono un contributo pari

al 40% delle emissioni di gas con effetto serra. Oltre alla citata direttiva 87/2003 del 13.10.2003 che "istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nella Comunità e che modifica la direttiva 96/61 /CE del Consiglio" sono state emanate delle linee guida applicative nonché (Decisione della Commissione UE del 29.01.2004) le modalità di monitoraggio delle azioni dei singoli stati.

10. Stime dell'EMEP (organismo dell'Unione Europea che censisce le emissioni dei singoli stati) indicano, al 2000, che il 53 % degli Ossidi di zolfo, il 55 % degli Ossidi di azoto e il 17 % dell'Ammoniaca emessi in Italia ricadono oltre i nostri confini; viceversa, il 72 % dello Zolfo, il 79 % degli Ossidi di azoto e il 59 % dell'Ammoniaca che ricadono sul nostro territorio proviene da altri paesi.

11. La direttiva 2001/81/CE obbliga gli stati membri a definire dei programmi nazionali di riduzione delle emissioni di Biossido di zolfo, Ossidi di azoto, Composti Organici Volatili (COV), ed Ammoniaca in relazione al raggiungimento e mantenimento di livelli di emissione inferiori ai tetti fissati nella direttiva. Analoghi obiettivi quantitativi, per l'Italia, sono previsti dal "Protocollo di Goteborg" sottoscritto nel 1999 nell'ambito della Convenzione UNECE sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero. La direttiva 2001/81 è stata recepita in Italia con il Dlgs n. 171 del 21.05.2004.

12. Gli scenari delle emissioni sono elaborati secondo le previsioni di evoluzione (delibera CIPE 123/2002) dei diversi settori economici nonché dell'impiego delle diverse fonti di energia primaria e secondaria, ottenuti con il modello RAINS che, a partire dai dati macroeconomici, tiene conto di un fattore di emissione (in Italia sulla base del censimento delle emissioni CORINAIR) che viene associato ad ogni settore per unità di attività e, a sua volta, corretto da fattori relativi all'efficienza di rimozione ottenibile attraverso l'applicazione della tecnologia disponibile e alla sua effettiva applicazione per settore economico. Tra questi scenari viene utilizzato quello energetico denominato MARKAL (v. ENEA, "Scenari energetici

per l'Italia da un modello di equilibrio generale (MARKAL-MACRO)", 2003).

13. La emanazione di norme inerenti sulla qualità dell'aria (cfr., da ultimo, la direttiva 30/1999 e 2000/69, recepite con il DM 60/2002), di quelle dirette alla introduzione di tecnologie a minore emissione (Direttiva sulla riduzione e prevenzione integrata dell'inquinamento, n. 61/1996 recepita solo parzialmente con il DLgs 372/1999), così come delle norme sulle caratteristiche dei combustibili e le loro modalità di uso (la norma vigente è il DPCM 8.03.2002) costituiscono - o dovrebbero costituire - norme idonee a ridurre le emissioni ancorché senza specifici "target" in funzione delle diverse fonti emissive. Si rammenta che, allo stato, la normativa italiana sulla qualità dell'aria riguarda i seguenti inquinanti: il Biossido di zolfo, il Biossido di azoto, gli Ossidi di azoto, le polveri fini (come particolato totale, PM10, PM2.5), il Piombo, il Benzene, il Monossido di carbonio. Una recente direttiva (107/2004) ha finalmente posto l'attenzione anche sull'Arsenico, il Cadmio, il Mercurio, il Nickel e gli Idrocarburi Policiclici Aromatici nell'aria ambiente.

14. Ovviamente la questione è assai più complessa, per esempio anche l'attuale status fiscale del gasolio per autotrazione ha favorito lo spostamento su gomma delle merci, con i relativi impatti ambientali derivanti dalle emissioni dei mezzi pesanti.

È pacifico che risultati importanti in tema di miglioramento della qualità dell'aria sono stati raggiunti quando sono state introdotte limitazioni drastiche nella composizione dei combustibili (es. Zolfo) o divieti totali (es. Piombo, anche se in questo caso il passaggio alla cosiddetta Benzina verde ha aumentato le emissioni di Benzene).

15. Draft Reference Document on Best Available Techniques for Large Combustion Plants, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), The European Commission, marzo 2001, p. 299.

16. W.R. Stockwell et al. Atmos. Environ., 2000, 34, 4711.

17. L. A. Corio, J. Sherwell, J. Air Waste Manage. 2000, 50, 207.

18. M.E. Jenkin, K. C. Klemitschaw. Atmos Environ., 2000, 34, 2499.

19. Ricordiamo che i picchi di consumo di energia elettrica, di cui si è parlato nel presente dossier, si sono verificati in corrispondenza di eventi meteorologici estremi (caldo-freddo) connessi con la necessità di condizionare ambienti chiusi. Questo evidenzia una politica edilizia inadeguata in tema di coibentazione e risparmio energetico nella realizzazione degli edifici.

Si tratta della mancata attuazione di una importante norma, il titolo secondo della Legge 10/1991, che prevede(va), tra l'altro, la *certificazione energetica degli edifici* previo *"Entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge ... "la emanazione di "norme per la certificazione energetica degli edifici"; norme che non sono state ancora emanate e di cui portano la responsabilità tutti i governi che si sono succeduti fino ad oggi (se ne è ricominciato a discutere solo recentemente). Il tema, peraltro, è stato riproposto, a livello europeo, dalla Direttiva 2002/91 del 16.12.2002 "sul rendimento energetico in edilizia".*

20. Si vedano gli articoli di N. Armaroli, C. Po *"Emissioni da centrali termoelettriche a gas naturale. La letteratura cor-*

rente e l'esperienza statunitense", La Chimica e l'Industria, maggio 2003 e il successivo articolo del novembre 2003: *"Centrali termoelettriche a gas naturale. Produzione di particolato primario e secondario"*. Inoltre, si vedano sulla stessa rivista le *"risposte"* di D. Fraternali, O. Olivetti Selmi: *"Le emissioni di polveri e altri inquinanti da centrali turbogas a ciclo combinato alimentate a gas naturale. Analisi comparata con le emissioni di impianti termoelettrici a olio combustibile di piccola taglia"*, La Chimica e l'Industria, novembre 2003, e, S. Zanelli *"Impatto ambientale di centrali termoelettriche. Risposta a una proposta fuorviante"*, La Chimica e l'Industria, dicembre 2003.

21. Peraltro l'ENEL è in buona compagnia visto l'appoggio (in nome di uno strumentale quanto infondato terzomondismo) che tale scelta ha avuto negli Amici della Terra in Italia; cfr. *Rapporto degli Amici della Terra. La transizione energetica : il ruolo del carbone, 2002.*

22. Pascali Ascot, *Storia del clima, dal Big Bang alle catastrofi climatiche*, Editore Donzelli, 2004.

23. R. Revelle, H.E. Suess, *Carbon Dioxide Exchange between the Atmosphere and Ocean and the Question of an Increase in Atmospheric CO₂ during the Past Decades*, "Tellus", n. 9, 1957.