



*Roberto Zoboli
CERIS-CNR, Istituto di Ricerca sull'Impresa
e lo Sviluppo
CNR-Milano
r.zoboli@ceris.cnr.it.*

POLITICHE AMBIENTALI, COSTI ECONOMICI ED INNOVAZIONE TECNOLOGICA

L'economia ambientale suggerisce che gli strumenti economici possono sia ridurre i costi delle politiche sia stimolare innovazione rispetto ad altri strumenti.

La questione dei costi e dell'innovazione indotta dagli strumenti economici assume particolare rilievo per le politiche del clima e del Protocollo di Kyoto. L'articolo discute tale questione con riferimento allo schema di emission trading europeo (EU ETS) che si avvia in Europa nel 2005.

Diversi concetti di costo (sociale, privato, esterno, costo-efficacia, costo-efficienza, rapporto costi-benefici, ecc.), e quindi diversi concetti di 'valore', sono al centro dell'economia dell'ambiente. Tradizionalmente, gli economisti vedono l'impatto ambientale delle attività economiche come un 'costo esterno' di un'attività economica su altre attività economiche o sulla società nel suo complesso. Molta parte degli effetti esterni può essere attribuita alle caratteristiche delle tecnologie.

Le politiche ambientali dovrebbero ridurre tali costi esterni utilizzando la regolazione

o altri strumenti che costringono le attività inquinanti ad 'internalizzare' i costi esterni, vale a dire a tenerne conto nelle decisioni di produzione. Le politiche ambientali implicherebbero quindi una riduzione delle attività inquinanti oppure, nella maggior parte dei casi reali, un cambiamento delle tecnologie tale da mantenere la produzione con minori impatti esterni.

Tuttavia, a partire da un dato stato iniziale delle legislazioni e delle tecnologie, la politica ambientale comporta costi, in genere 'costi privati', da parte delle imprese. I nuovi standard di emissione richiedono specifici investimenti che non si sarebbero fatti, sia per l'adozione di tecnologie

esistenti sia per la R&S 'ambientalmente orientata', oppure una nuova allocazione di lavoro e capitale che è diversa da quella altrimenti desiderata, oppure effetti depressivi sulla produttività. In altri termini, sorgono per le imprese dei 'costi di opportunità' in termini di allocazione delle proprie risorse.

Per questo motivo, da un punto di vista sociale, abbiamo bisogno sia di alta efficacia ambientale delle politiche sia di bassi costi economici nel raggiungere gli standard ambientali definiti dalle politiche stesse. È in tale doppia necessità che si dibattono costantemente i rapporti tra imprese e politiche ambientali. Due sono

le questioni centrali: è vero che le politiche ambientali impongono costi troppo alti alle attività economiche, in particolare industriali? Come attuare politiche ambientali che minimizzano i costi economici del raggiungimento di dati standard ambientali?

I costi economici imposti dalle politiche ambientali e l'innovazione indotta

Il problema dei costi economici ed industriali imposti dalle politiche ambientali è oggetto di moltissimi studi, ma oscilla ancora tra due visioni divergenti.

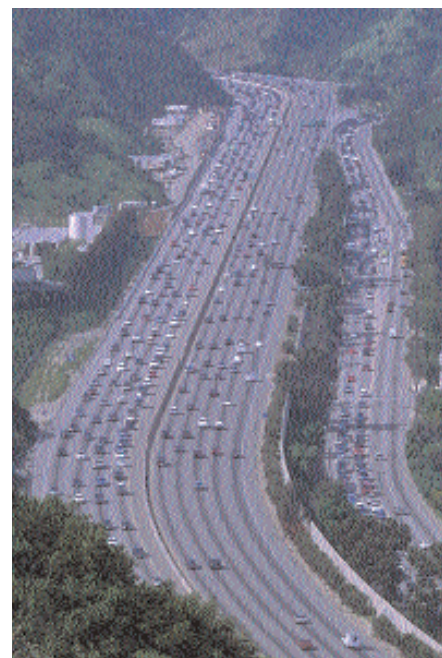
La prima visione, spesso sostenuta dall'industria, è che le politiche ambientali deprimono la competitività perché gli investimenti di adempimento alle regolazioni creano perdite di produttività (costi opportunità) oppure, a causa della non uniformità delle legislazioni ambientali in diversi Paesi, generano svantaggi competitivi per chi si pone sulla 'frontiera ambientale' [1].

La visione alternativa, che va sotto il

nome di 'ipotesi di Porter', ed ha un certo consenso in alcuni settori/attori industriali, è che le imprese che investono in 'modernizzazione ambientale' godono di vantaggi per i loro prodotti e tecnologie perché il procedere a senso unico delle politiche ambientali nei vari Paesi e la crescita della domanda 'verde' dei consumatori premia gli 'innovatori ambientali' [2].

Nonostante i moltissimi studi sui costi e benefici delle politiche ambientali condotti in molti Paesi, in particolare negli Stati Uniti, è ancora difficile definire una conclusione netta a favore di una o dell'altra posizione. Un punto chiave è quello dell'innovazione tecnologica 'indotta', cioè stimolata dalle politiche ambientali stesse, che può ridurre o compensare i costi o aumentare i benefici generati dalle politiche, ma che a sua volta ha un costo per le imprese. Inoltre, l'innovazione segue di solito dei percorsi poco prevedibili ed è difficile da misurare nei suoi aspetti economici.

L'esistenza di innovazione 'indotta' è del tutto ragionevole da un punto di vista economico. Un cambiamento del prezzo



relativo di un input rispetto agli altri, ad esempio dell'energia, per ragioni di mercato o a causa di una tassa ambientale, può indurre delle innovazioni tecnologiche ed organizzative rivolte a risparmiare i fattori produttivi divenuti costosi. La misurazione di tali effetti nella realtà è tuttavia

Tabella 1 - Aree di dissenso sui costi industriali e le innovazioni indotte dalle politiche ambientali

'Ipotesi di Porter'

- Molti casi di studio indicano che gli effetti compensativi dell'innovazione sui costi generati dalle regolazioni ambientali sono normali o frequenti
- L'innovazione in risposta alla regolazione riduce sostanzialmente o elimina o più che compensa i costi diretti imposti dalla regolazione stessa
- Gli studi tradizionali sui costi e sugli effetti di produttività delle regolazioni sono incapaci di cogliere gli effetti di innovazione indotta
- Effetti di innovazione compensativa dei costi possono emergere anche se le regolazioni ambientali sono mal impostate e mal amministrare

Visione della 'perdita di produttività'

- I casi di studio sono troppo selettivi e non possono portare a conclusioni generali
- Le imprese comunque affermano e sono convinte che la regolazione ambientale è costosa
- Innovazioni che riducono i costi possono avvenire, ma i costi opportunità derivanti dal deviare R&S e altre risorse verso l'ambiente rendono improbabile che le politiche siano di tipo win-win
- Gli studi sulla produttività suggeriscono che le innovazioni compensative indotte sono state molto modeste
- Una cattiva regolazione può impedire qualunque esito positivo di innovazione e quindi il bilanciamento dei costi imposti

Fonte: adattato da [3]

Tabella 2 - Un esempio di risparmi di costi di abbattimento da emission trading (cap and trade)

Senza scambio di permessi	Impresa A	Impresa B	Totale
Emissioni iniziali (ton)	100	100	200
Abbattimento richiesto da legislazione (ton)	1	1	2
Costo di abbattimento €	20	30	50
Con scambio di permessi	Impresa A	Impresa B	Totale
Abbattimento richiesto (ton)			2
Allocazione iniziale dei permessi da una tonnellata (= emissioni iniziali - abbattimento richiesto) tons	99	99	198
Costo di abbattimento di 1 tonnellata	20	30	
Prezzo di mercato di un permesso da una tonnellata			25
Abbattimento realizzato (ton)	2	0	
Costo di abbattimento €	40	0	
Ricavi da vendita di un permesso da una ton €	-25		
Costi per acquisto di un permesso da una ton €		25	
Costo netto di adempimento €	15	25	40
Risparmio di costi rispetto a 'senza scambio' €	5	5	10 (=50-40)

Nota: il risparmio totale di 10 è pari a 30-20, cioè la differenza tra i costi unitari di abbattimento delle due imprese.

molto difficile. Ad esempio: quanto grande deve essere il cambiamento del prezzo, diciamo del petrolio, per indurre innovazioni sostitutive o risparmio energetico? Quale è il tempo di risposta industriale?

Qual è il peso dell'innovazione non indotta dal shock di prezzo o dalla regolazione? Come rappresentare il processo di innovazione, dalle spese di R&S, alla diffusione della nuova tecnologia nel sistema econo-

mico? Per questo, il tentativo di endogenizzazione dei processi innovativi nei modelli economici, ad esempio quelli del cambiamento climatico, è oggetto di un ampio sforzo di ricerca negli ultimi anni [3-6].

Esistono quindi aree di consenso e di dissenso sui costi economici delle politiche ambientali e sul ruolo dell'innovazione indotta. I punti di consenso sono così riassumibili:

- l'evidenza storica suggerisce che una parte significativa, ma non la totalità, delle innovazioni per l'energia e dell'ambiente sono indotte dal cambiamento dei prezzi relativi e dalle regolazioni/legislazioni;
- è probabile, ma *ex ante* non certo, che la regolazione ambientale induca innovazioni che riducono i costi complessivi di adempimento della regolazione stessa;
- le regolazioni usano spesso strumenti, definiti di 'comando e controllo', che possono ostacolare o non stimolare l'innovazione, mentre gli strumenti economici (tasse, permessi negoziabili, incentivi,



Tabella 3 - Risparmi di costi stimati con e senza ET nello US Acid Rain Program (in milioni di \$ del 1995)

	Costi di abbattimento con ET	Costi di abbattimento senza ET	Risparmio totale con ET	Risparmio 'con ET' come percentuale rispetto a 'non-ET'
Media fase I, 1995-99	735	1.093	358	33%
Media fase II, 2000-07	1.400	3.682	2.282	62%
Somma su 13 anni	14.875	34.925	20.050	57%

Nota: I costi sono stimati assumendo ragionevole efficienza dei mercati sulla base dei prezzi dei permessi osservati e dei costi di abbattimento. La stima dei costi è per i primi otto anni della Fase II poiché questo è il periodo nel quale ci si attende la maggior parte dei risparmi associati al meccanismo di banking dei permessi. Fonte: [18].

accordi volontari industriali, ecc.) possono essere più efficaci;

- vantaggi per gli anticipatori dell'innovazione possono derivare da regolazioni nazionali stringenti che anticipano correttamente le tendenze delle politiche ambientali negli altri Paesi.

I punti di dissenso sono invece riassunti nella Tabella 1. L'ipotesi di Porter, che è di tipo win-win basata su argomentazioni 'evoluzioniste' o dinamiche, suggerisce in sintesi che il 'bilanciamento' dei costi dovuto ad innovazione è abbastanza comune in un numero adeguato di casi, che gli studi tradizionali sugli effetti di costi e competitività non possono cogliere gli effetti di innovazione, e che anche una politica ambientale mal congegnata può indurre effetti innovativi. L'altra visione, centrata sull'argomento della perdita di produttività, afferma che i casi di studio sono troppo parziali, le innovazioni indotte sono possibili ma non riducono i costi netti e l'effetto innovativo è debole.

Strumenti costo-efficaci di politica ambientale

Di fronte a tali divergenze, è chiara l'importanza del secondo quesito iniziale: come attuare politiche ambientali che

minimizzano i costi economici del raggiungimento di dati standard?

La 'configurazione ottimale' della politica ambientale è oggetto di una vasta letteratura economica, e mira all'individuazione di quali strumenti di politica siano in grado di raggiungere dati obiettivi ambientali al minimo costo economico, vale a dire con il minimo sacrificio di altri obiettivi di valore sociale, ad esempio reddito ed occupazione [7, 8]. Gli economisti affermano che sono gli strumenti economici (tasse, permessi negoziabili, ecc.), orientati ad assegnare un 'prezzo' agli effetti esterni, che hanno proprietà di minimizzazione dei costi rispetto ad altri strumenti, ed hanno inoltre effetti più forti sull'innovazione indotta*. Nonostante le critiche sollevate sia dall'industria sia dagli ambientalisti, con argomenti ovviamente molto diversi, gli strumenti economici si stanno diffondendo nelle politiche ambientali dei Paesi industriali.

Gli strumenti economici rispondono a principi elementari ma la loro implementazione pratica può essere molto complicata. Ciò è vero d'altro canto anche per le regolazioni tradizionali, dove un dettaglio di formulazione della legislazione può comportare enormi differenze pratiche, anche in

termini di costi per le imprese e gli altri attori coinvolti, inclusi benefici inattesi e indebiti per qualche settore/impresa [9].

Lo strumento economico che sta crescendo più rapidamente nell'attenzione applicativa è la creazione di mercati di permessi di emissione/inquinamento (emission trading - ET). L'adozione di tali strumenti nelle politiche internazionali per il clima, con il Protocollo di Kyoto e ora con il 'grande esperimento' dello schema europeo di ET, sancisce la fortuna di tali strumenti dopo una vasta esperienza applicativa negli Stati Uniti per l'inquinamento atmosferico.

La Tabella 2 illustra, con un semplice esempio, perché uno schema di ET (nello specifico un cap and trade) risponde a principi di costo-efficacia rispetto a standard di emissione uniformi, in presenza di differenze di costi di abbattimento tra le diverse imprese e di indifferenza della localizzazione geografica delle emissioni. Nell'esempio, senza commercio di permessi, il costo totale di compliance è la somma dei costi delle imprese per una quantità di abbattimento che è definita rigidamente dalla legislazione. La flessibilità offerta dallo scambio di permessi fa sì che le imprese con i minori costi unitari

* La ragione fondamentale è che tali strumenti, ad esempio una tassa per ogni tonnellata di emissioni, operano ancora dopo che l'impresa regolata ha raggiunto l'equivalente di uno standard fissato da una normativa.

Tabella 4 - Risparmi di costi attesi dall'ETS dell'Unione Europea

EU 25	Emissioni di riferimento 2010 MtCO ₂ eq	Emissioni obiettivo MtCO ₂ eq	Commercio permessi MtCO ₂ eq	Prezzo di un permesso €/tCO ₂ eq	Costi totali di abbattimento M€	Differenza di costi con e senza ETS M€
Senza ETS	5.303	4.664	-	-	6.830	0
ETS no linking	5.303	4.664	-	26,0	2.930	-3.900
ETS + linking illimitato	5.303	4.664	192	4,8	1.069	-5.761
ETS + linking max 6%	5.303	4.664	208	12,0	2.418	-4.412
ETS + linking max 3%	5.303	4.664	171	11,3	2.788	-4.042

Nota: 'Linking' si riferisce alla possibilità di utilizzare crediti di carbonio da progetti internazionali in JI e CDM nell'ambito dello schema europeo ('Direttiva Linking')
Fonte: adattato da [15].

abbattano più di quanto dovrebbero, fino alla quantità per cui i costi marginali di abbattimento sono inferiori al prezzo di mercato dei permessi; vendono quindi permessi alle imprese con alti costi di abbattimento, che compreranno permessi fino alla quantità in cui il prezzo di mercato è inferiore ai loro costi marginali di abbattimento. Il prezzo di mercato si collocherà nel range definito, nell'esempio, dai due costi marginali di abbattimento e rispetto ad esso vi è sempre una scelta 'make or buy'**. Ciò consente di ridurre sia i costi totali di un dato standard complessivo di abbattimento sia i costi di adempimento di ciascuna impresa.

Nella pratica, le proprietà di costo-efficacia degli schemi di ET sono suggerite da un'ampia evidenza relativa agli schemi statunitensi. La Tabella 3 riassume i risparmi di costi imputati all'adozione di ET nell'Acid Rain Program americano. È da notare che, semplici nei principi, gli

schemi di ET nella pratica sono di configurazione molto complessa e di ampi requisiti amministrativi.

L'esperienza americana è, di fatto, alla base dell'introduzione dei cosiddetti 'meccanismi flessibili' come parte fondamentale dell'architettura del Protocollo di Kyoto del 1997 nell'ambito delle politiche internazionali per i gas-serra. I meccanismi flessibili di Kyoto (emission trading, di tipo 'cap and trade', Joint implementation e Clean Development Mechanism, entrambi di tipo 'baseline and credits') sono chiaramente basati sui principi di costo-efficacia sostenuti dall'economia dell'ambiente e sono stati oggetto di un vasto dibattito negli ultimi anni [10]. Il loro ruolo rimane quello di risparmiare costi di raggiungimento di dati obiettivi ambientali, in particolare costi in termini di PIL per una politica 'sistemica' come quella del clima.

Lo stesso obiettivo di risparmio di costi è alla base dell'iniziativa di attuare dal 2005

uno schema di ET per la CO₂ nell'Unione Europea (EU ETS) (Tabella 4). L'EU ETS costituisce il più grande schema di ET mai realizzato per i gas serra (25 Paesi) ed è il primo blocco di un possibile ET mondiale che la recente ratifica russa del Protocollo di Kyoto rende più realistico [11-13].

La complessa architettura dell'EU ETS si basa sul processo definito dalla Direttiva 2003/87. È uno schema di *cap and trade* che riguarda solo la CO₂, prevede una fase sperimentale nel 2005-2007, coinvolge circa 12.000 imprese nella UE, prevalentemente nei settori di produzione dell'energia e alcuni settori manifatturieri, che corrispondono al 48% delle emissioni totali di CO₂. La distribuzione iniziale di quote è in grandfathering (gratuite) per il 95% nel 2005-2007. I Piani nazionali di allocazione dei 25 Paesi, elaborati nel 2004 e soggetti ad approvazione della Commissione, definiscono sia il cap tota-

** Nell'esempio: l'impresa A sarà disponibile ad abbattimenti in eccesso ad un prezzo di mercato appena superiore ai 20 €, suo costo di abbattimento; l'impresa B preferirà comprare permessi anziché abbattere se il prezzo di mercato è appena inferiore ai 30 €, suo costo di abbattimento. Lo schema vale per inquinanti, come la CO₂, il cui luogo di emissione è indifferente ai fini ambientali. Se sono importanti la localizzazione delle emissioni e delle deposizioni/concentrazioni, lo schema si complica ma non cambiano i principi.

le europeo sia la sua distribuzione tra settori e singole imprese in ogni Paese. Il meccanismo comprende complessi aspetti come la riserva per i nuovi entranti, le autorizzazioni, la validità temporale delle quote, le misurazioni delle emissioni effettive, le penalità. Un aspetto importante è quello che deriva dalla cosiddetta Direttiva Linking, recentemente approvata, che definisce l'equivalenza dei crediti di carbonio da 'meccanismi di progetto' internazionali (JI e CDM) e quote assegnate dai Piani nazionali.

Emission trading, costi e innovazione indotta

Non è nostro scopo entrare nel vasto e vivo dibattito determinato in Europa e in Italia dall'EU ETS. Ricordiamo solo alcune delle questioni maggiori [14-17]:

- un possibile eccesso di decentralizzazione del sistema agli Stati Membri, e quindi problemi di armonizzazione tra Paesi dell'Unione;
- una possibile sovra-allocazione delle quote da parte dei Paesi alle loro imprese, che genera un eccesso di offerta strutturale di quote e crediti sul mercato europeo;
- un conseguente prezzo iniziale molto basso per la CO₂ (10-20 €/tCO₂eq), determinato da sovra-allocazione e dal flusso di crediti da meccanismi di progetto (3-6 \$/tCO₂eq nei Carbon Funds della Banca Mondiale);



- un conseguente incentivo a comprare riduzioni di emissioni invece che realizzarle e, in caso estremo, imprese che a prezzi molto bassi dei permessi potrebbero avere convenienza ad aumentare invece che ridurre le emissioni;

- un possibile spostamento del carico di realizzazione degli obiettivi di Kyoto su altri settori e strumenti contemplati dalle strategie nazionali.

Dal punto di vista della nostra analisi, ed in particolare dell'innovazione indotta, la questione più rilevante è quella dei possibili effetti di bassi prezzi dei permessi nel breve periodo, anche se essi potranno essere

crescenti nel più lungo periodo.

Bassi prezzi dei permessi implicano che le imprese possono ottemperare ai loro impegni di abbattimento sostenendo bassi costi, comprando permessi o crediti di carbonio sul mercato piuttosto che realizzare costose riduzioni con l'adozione di cambiamenti impiantistici e nuove tecnologie 'di frontiera'. L'EU ETS può quindi essere una strumentazione costo-efficace. Tuttavia, gli stimoli innovativi sono deboli, almeno nel breve periodo. Con bassi prezzi dei permessi, gli effetti prevalenti possono essere quelli di diffusione di tecnologie esistenti nei normali cicli di rinnovo di

Environmental Policies, Economic Costs and Technological Innovation

ABSTRACT 

The debate on economic cost of environmental policy still oscillates between two diverging views. The first view is that environmental policy depresses competitiveness. The second view suggests that firms investing in environmental modernisation can gain advantages for their products and technologies. It is still difficult to draw neat conclusions. A key issue is the impact of innovation processes possibly stimulated by policies. Environmental economics suggest that 'economic instruments' can achieve given environmental objectives at the minimum cost and stimulate innovation better than other instruments. The issue of costs and induced innovation from economic instruments is critical for climate protection policy and the Kyoto Protocol. The article discusses this issue with reference to the emission trading scheme (ET ETS) being implemented in the EU from 2005.

impianti, e la diffusione di tecnologie nei PVS e Paesi in transizione per ottenere crediti di carbonio a basso costo con progetti JI e CDM.

La possibilità di un debole stimolo all'innovazione con un risultato costo-efficace dipende naturalmente dalle modalità di definizione dei 'cap' alle emissioni, cioè dei limiti totali e della loro distribuzione tra settori, e non dalla componente 'trade', cioè dalla possibilità di scambiare permessi, che conserva le sue proprietà di risparmio di costi e di stimolo all'innovazione. In altri termini, strumenti costo-effi-

caci come l'ET dovrebbero spingere ad adottare obiettivi ambientali più ambiziosi perché è minore il costo privato e sociale di loro raggiungimento, e poiché obiettivi ambiziosi possono indurre maggiore innovazione tecnologica, di per sé già un beneficio sociale.

Una questione specifica per le politiche del clima è quindi se, rispetto alla strategia europea in atto, non meriti attenzione il molto discusso approccio statunitense, certamente negativo su scala strategica globale, ma certamente interessante per i suoi aspetti di diretto perseguimento del-

l'innovazione attraverso significativi investimenti in R&S e tecnologie di frontiera.

Esso è inoltre interessante per i suoi obiettivi sull'intensità di emissione (rapporto emissioni/PIL) che, bassi nel caso americano, possono avere implicazioni innovative importanti quando fossero resi più ambiziosi.

Una questione più generale, secondo la schematizzazione qui adottata, è se l'Europa vuole seguire una visione in cui le politiche ambientali fanno perdere produttività e competitività oppure vuole seguire l'ipotesi di Porter.

Riferimenti

- [1] Analisi di impatto della regolazione ambientale, a cura di V. Biondi, R. Zoboli, 2003, Giuffrè, Milano.
- [2] M.E. Porter, C. van der Linde, *Journal of Economic Perspectives*, 1995, **9**, 97.
- [3] A.B. Jaffe, R.G. Newell, R.N. Stavins, *Technological Change and the Environment*, in *Handbook of Environmental Economics*, K-G. Mäler, J.R. Vincent (eds.), Elsevier, 2003, Volume 1.
- [4] R. Kemp, *Environmental Policy and Technical Change*, Edward Elgar, Cheltenham, 1997.
- [5] *Innovation, Resources and Economic Growth*, A. Quadrio Curzio, M. Fortis, R. Zoboli (Eds.), Springer-Verlag, 1994.
- [6] *Ambiente e dinamica globale. Scienza, tecnologia ed economia a confronto*, a cura di A. Quadrio Curzio, R. Zoboli, Il Mulino, 1995.
- [7] W. Baumol, W. Oates, *The Theory of Environmental Policy*, 2nd Ed., Cambridge University Press, 1988.
- [8] I. Musu, *Introduzione all'economia dell'ambiente*, Il Mulino, 2000.
- [9] R. Zoboli *et al.*, *Regulation and Innovation in the Area of End-of-Life Vehicles*, EUR 19598 EN, IPTS-JRC, Seville, 2000, at: www.jrc.es.
- [10] V. Biondi *et al.*, *Nuove prospettive del protocollo di Kyoto: meccanismi attuativi e impatto sulla competitività*, Ministero dell'Ambiente e Istituto per l'ambiente, Ipaservizi editore, Milano, 2002.
- [11] Commissione Europea, *Extended impact assessment on the directive on the European Parliament and of the Council amending Directive establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community, in respect of the Kyoto Protocol's project based mechanisms*, COM (2003)403 final, Brussels, 2003.
- [12] European Parliament, *Directive 2003/87/EC of the European Parliament establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community*, 13.10.2003, Brussels.
- [13] Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, *Piano nazionale di assegnazione*, Roma, 2004.
- [14] CEPS, *Completion of the EU Emissions Trading Scheme in the Emerging Global Climate Regime*, CEPS Task Force Report No. 49, March 2004, Brussels.
- [15] P. Criqui, A. Kitous, *Kyoto Protocol Implementation Technical Report: Impacts of Linking JI e CDM Credits to the European Emission Allowance Trading Scheme*, Prepared for Directorate General Environment, May 2003.
- [16] E. Croci *et al.*, *I sistemi dei permessi trasferibili: caratteristiche, regole di funzionamento e scale territoriali*, IEFÉ, Milano, 2004.
- [17] R. Zoboli, M. Mazzanti, S. Pontoglio, *Emission trading in Lombardia: studio per un'ipotesi di azione a scala regionale*, IReR, Milano, 2004.
- [18] D. Ellerman, P. Joskow, D. Harrison, *Emission Trading in the U.S. Experience, Lessons, and Considerations for Greenhouse Gases*, Prepared for the PEW Center on Global Climate Change, May, Arlington, VA, 2003.