

A12



Università degli Studi di Genova
Cattedra Jean Monnet in EU Environmental Law



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

The content of this publication reflects only the Authors' views and the European Commission is not responsible for any use that may be made of information contained herein.

Cambiamenti climatici e trasporti

Un approccio interdisciplinare

a cura di

Francesco Munari

Contributi di

Paolo Beria

Anna Donati

Marco Ferrazzani

Jérôme Massiani

Andrew Murphy

Marco Ponti

Francesco Ramella

Lorenzo Schiano di Pepe

Mario Zambrini





Aracne editrice

www.aracneeditrice.it
info@aracneeditrice.it

Copyright © MMXVII
Gioacchino Onorati editore S.r.l. – unipersonale

www.gioacchinoonoratieditore.it
info@gioacchinoonoratieditore.it

via Vittorio Veneto, 20
00020 Canterano (RM)
(06) 45551463

ISBN 978-88-255-0563-4

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,
di riproduzione e di adattamento anche parziale,
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: agosto 2017

Indice

- 7 Prefazione
 Francesco Munari

- 9 Il peso del settore dei trasporti sui cambiamenti climatici e le
 prospettive di contenimento delle emissioni
 Mario Zambrini

- 35 Trasporti e ambiente. Il principio *polluters pay* in una ricerca
 IMF
 Marco Ponti

- 39 I metodi di valutazione dei costi ambientali del trasporto
 all'interno delle analisi costi-benefici
 Paolo Beria

- 49 Riduzione delle emissioni. Il ruolo dell'innovazione tecnolo-
 gica e delle politiche di riequilibrio modale
 Francesco Ramella

- 69 La mobilità urbana alla prova dei cambiamenti climatici
 Anna Donati

- 73 La politica spaziale europea quale strumento di tutela am-
 bientale
 Marco Ferrazzani

- 85 Cambiamenti climatici e traffico marittimo. Cooperazione o
 conflitto tra regimi giuridici?
 Lorenzo Schiano di Pepe

Appendice 1

- 101 Innovazione tecnologica e paradossi della regolazione

Appendice 2

- 125 Aviation and climate

- 141 Gli autori

Prefazione

Genova, agosto 2017

FRANCESCO MUNARI

Con la firma dell'Accordo di Parigi adottato nel dicembre 2015, si è aperta sul clima una riflessione ampia, legata alla necessità di ulteriormente rafforzare il sistema normativo, economico, sociale e politico per cercare di raggiungere gli obiettivi ivi stabiliti con riferimento alla riduzione delle emissioni nell'atmosfera. I trasporti contribuiscono in misura importante delle emissioni di gas a effetto serra nell'atmosfera. Com'è noto, da tempo l'UE si è dotata di regole proprie, certamente coerenti, ma invero più ambiziose ed efficaci, rispetto a quelle previste nell'Accordo di Parigi. Ma è altrettanto noto che spetta poi agli Stati membri individuare le politiche attraverso le quali contribuire al raggiungimento degli obiettivi europei e internazionali in questo campo. È dunque in questa prospettiva che si rende necessario, e doveroso, tentare un'analisi delle diverse iniziative intraprese a tal fine, con specifico riferimento al settore dei trasporti.

In quest'ottica, all'interno della cattedra *Jean Monnet* in *EU Environmental Law*, conferita al sottoscritto quale docente dell'Università di Genova, e con la collaborazione della Società Italiana di Politica dei Trasporti (SIPOTRA), si è organizzato il Convegno "Trasporti e Cambiamenti Climatici", tenutosi a Genova il 6 maggio 2016, del quale la presente pubblicazione raccoglie i principali contributi. In coerenza con gli obiettivi della cattedra, il Convegno ha avuto un'impostazione multidisciplinare. Così, sul piano economico, si sono analizzati gli aspetti relativi all'ottimizzazione dei costi ambientali, all'impatto ambientale del cambio modale e il suo rapporto con il miglioramento tecnologico, all'efficacia, in termini di costi/benefici ambientali, secondo diversi livelli di efficienza, di altri strumenti quali il cd. *road*

pricing e la pedonalizzazione urbana. Peraltro, come confermato dai più recenti documenti della Commissione, l'analisi economica non può esaurire le discussioni relative all'impatto del trasporto sulle esigenze di sviluppo sostenibile. Così, accanto agli aspetti economici, si è tenuto conto anche del rapporto tra le diverse soluzioni di trasporto e la tutela di altre esigenze sociali, quali la mobilità e la coesione sociale, nonché il godimento dei diritti fondamentali dell'individuo. Uno spazio specifico è stato dedicato alle misure già adottate dal Governo italiano in questa prospettiva. Inoltre, si è analizzato il legame tra il miglioramento dell'efficienza ambientale del trasporto e il miglioramento della mobilità dei traffici, ad esempio attraverso l'utilizzo delle tecnologie satellitari, rese disponibili anche grazie ai programmi realizzati dall'Agenzia Spaziale Europea. La parte conclusiva della giornata di studi si è concentrata su tematiche specifiche, con particolare riferimento al settore del trasporto marittimo e aereo alla prova dei cambiamenti climatici: il regime giuridico della riduzione delle emissioni nei porti, nell'aviazione civile, nel settore della logistica nel suo complesso, con uno sguardo anche allo sviluppo delle cd. nuove vie del commercio internazionale. Non si è invece potuto prendere in considerazione il tema da un punto di vista "rovesciato", ossia quello dell'impatto dei cambiamenti climatici sui trasporti, che resta estremamente rilevante per la vita dei cittadini. Basti pensare, al riguardo, ai danni alle infrastrutture e ai sistemi di trasporto derivanti dai sempre più frequenti fenomeni atmosferici estremi. Ma questi argomenti devono e auspicabilmente potranno essere ulteriormente studiati per coprire l'insieme delle problematiche legate al rapporto tra cambiamento climatico e trasporti.

Il volume si compone di una parte contenente alcune relazioni scritte e di un'Appendice contenente alcuni contributi sotto forma di presentazione. La video-riproduzione di tutti gli interventi al Convegno e ulteriori materiali rilevanti sono reperibili sul sito internet della Cattedra *Jean Monnet* in *EU Environmental Law* dell'Università degli Studi di Genova: <http://www.jmc-env.unige.it>.

Il peso del settore dei trasporti sui cambiamenti climatici e le prospettive di contenimento delle emissioni*

Gli scenari internazionali ed europei

MARIO ZAMBRINI**

1. Segnali contrastanti

Nei primi mesi del 2016 l'economia e la finanza mondiali danno ripetuti segnali di fibrillazione a causa del prezzo del petrolio troppo basso. Averlo ipotizzato nel 1973, ma anche solamente dieci o cinque anni fa, avrebbe esposto chiunque al pubblico ludibrio. Difficile dunque azzardare interpretazioni, e leggere dietro questa crisi "deflazionistica" l'avverarsi della celebre profezia dello sceicco Ahmed Zaki Yamani («L'età della pietra non finì perché finirono le pietre, l'età del petrolio non finirà perché finirà il petrolio»), o solamente una temporanea controtendenza determinata da driver geopolitici planetari del tutto slegati dalla reale consistenza di riserve e dall'equilibrio fra domanda e offerta.

Da un punto di vista strettamente "ambientalista" ci sarebbe solo di che rallegrarsi per un mercato che apprezza il petrolio ormai meno dell'acqua (e parallelamente di che preoccuparsi per l'acqua, la cui scarsità potrebbe aprire scenari immensamente più catastrofici di quelli, tutto sommato agibili, di un'economia planetaria decarbonizzata). Tanto più che la fine del 2015 e l'inizio del 2016 sono stati caratterizzati da diffuse e persistenti situazioni critiche di inquinamen-

* Il presente contributo è reperibile anche sul sito della Società Italiana di Politica dei Trasporti, <http://www.sipotra.it/wp-content/uploads/2016/04/MARIO-ZAMBRINI-relazione.pdf>.

** Mario Zambrini, Ambiente Italia.

to atmosferico in gran parte delle città e delle aree metropolitane italiane (quelle situate in pianura padana, ma anche molte nel centro sud); se la “concausa” di questa crisi ambientale è da ricondurre alle anomale condizioni atmosferiche (ormai gli “anni più caldi da quando sono iniziate le misurazioni” si succedono l’uno all’altro con regolarità inquietante, e questo è sicuramente un elemento di sinergia negativa fra inquinamento atmosferico e cambiamento climatico), il principale responsabile dell’inquinamento urbano resta il traffico motorizzato.

2. Gli obiettivi di Parigi, gli sforzi necessari a conseguirli

Intanto il mondo sta iniziando a fare i conti con la necessità di svincolare l’economia dal consumo di fonti energetiche fossili: l’esito della COP21 nel dicembre 2015 a Parigi e la firma dell’accordo raggiunto da parte di 175 paesi a New York lo scorso 22 aprile costituiscono un significativo, anche se non risolutivo, riconoscimento dell’urgenza di una svolta epocale (secondo molti commentatori, sarebbe anzi evidente il nesso causa–effetto fra il raggiungimento dell’accordo e la dinamica negativa dei prezzi petroliferi). Gli obiettivi concordati a Parigi — se declinati in termini coerenti — richiederanno infatti politiche e linee d’azione impegnative, che dovranno essere implementate tempestivamente: «Questo Accordo . . . mira a rafforzare la risposta globale alla minaccia del cambiamento climatico nel contesto dello sviluppo sostenibile e degli sforzi di sradicare la povertà incluso attraverso:

- a) il mantenimento dell’incremento della temperatura media globale molto sotto i 2 gradi centigradi al di sopra dei livelli pre-industriali e di perseguire sforzi per limitare l’incremento della temperatura media globale a 1,5 gradi centigradi al di sopra dei livelli pre-industriali riconoscendo che questo ridurrebbe significativamente i rischi e gli impatti del cambiamento climatico;
- b) l’incremento della capacità di adattamento agli impatti avversi del cambiamento climatico, di irrobustire la resilienza climatica e lo sviluppo a basse emissioni di gas climalteranti in una maniera che non minacci la produzione di cibo;

- c) l'adeguatezza dei flussi finanziari rispetto a percorsi verso uno sviluppo a basse emissioni e resiliente¹».

A Parigi si è dunque preso atto delle conclusioni cui era già giunta la comunità scientifica internazionale, per quanto concerne l'insufficiente livello di sicurezza garantito dalla soglia dei 2°C, laddove un aumento della temperatura media di questa entità determinerebbe comunque un elevato impatto in termini di eventi meteorologici estremi²: «... at 2°C of warming, aggregated risks of climate change for unique and threatened systems from extreme weather events and from distribution of impacts will become high. Additionally, such risks from global aggregated impacts and large – scale

1. COP 21, Accordo di Parigi, Art. 2. Traduzione italiana non ufficiale.

2. UN *Framework Convention on Climate Change* 4 may 2015, Report on the structured expert dialogue on the 2013–2015 review : «On the global average temperature, the IPCC reported an increase of 0.85°C since 1880, a good approximation for pre-industrial levels, and WMO reported that 14 of the last 15 years were the warmest on record, with 2014 being the hottest. More than 90 per cent of the energy accumulated in the climate system between 1971 and 2010 has been absorbed by the oceans, leading to their warming. In terms of projections, for all representative concentration pathway (RCP) scenarios of the IPCC, the global average temperature change is likely exceed 1.5°C by 2100 relative to pre-industrial levels except for scenario RCP2.6. For RCP4.5, warming is more likely than not to exceed 2 °C and will continue beyond 2100. The other RCP scenarios, which are closer to a “business as usual” development, share these characteristics except that they are likely to exceed a warming of 2°C by 2100. Additionally, the IPCC reported that temperature changes will exhibit both inter-annual and decadal variability and regional differences. For example, regarding temperature extremes, heatwaves are expected to occur with higher frequency and duration. (...) In terms of reducing global GHG emissions in order to limit global warming, the IPCC showed that the cumulative amount of total anthropogenic CO₂ the world can emit is limited. There is an approximately linear relationship between cumulative total anthropogenic CO₂ emissions and the global average temperature rise. Therefore, limiting global warming implies a maximum amount of cumulative CO₂ emissions. This means that halting the global average temperature rise at any level will require net zero global CO₂ emissions at some point in the future. (...) Limiting global warming to below 2°C in the long term implies a limit for cumulative CO₂ emissions, which can be estimated from the corresponding category of least-cost mitigation pathway scenarios. This limit also implies, in the near term, a constraint for changes in annual GHG emissions by 2050 relative to 2010. (...) In terms of GHG emission pathways, a scenario analysis shows that the 2°C limit requires a large global emission reduction in the short to medium term, and near - zero or negative global emissions in the second half of the twenty- first century (40 – 70 per cent reduction in GHGs globally from 2010 levels by 2050 and near — or below — zero global GHG emission levels in 2100 in order to likely limit global warming to below 2°C)».

singular events will become moderate compared with their current levels»³.

Occorre fare il possibile per limitare l'aumento della temperatura media globale a 1,5 gradi centigradi, dunque. Nondimeno, i piani di riduzione che i partecipanti alla conferenza di Parigi hanno inoltrato prima dell'inizio della discussione (*Intended Nationally Determined Contributions*, INDC) comporterebbero allo stato attuale un aumento del riscaldamento globale di $+2,7 - 3,7$ °C; poco meno del doppio dell'obiettivo assunto a Parigi⁴.

Un'ulteriore riduzione di 1,2 °C dell'incremento massimo ammesso per la temperatura mondiale non sarà peraltro semplice da raggiungere. Per adottare misure coerenti con 1,5 °C di aumento della massima della temperatura, l'Europa dovrebbe infatti conseguire entro il 2030 un taglio delle proprie emissioni di almeno 62% rispetto ai livelli 1990 (60% in meno del valore 2005), mentre l'impegno attualmente assunto si limita al 40%⁵. Al 2030 mancano solamente 14 anni, e senza uno sforzo generale che coordini e finalizzi le politiche economiche e settoriali (energia, agricoltura, industria, edilizia, territorio e naturalmente — *last but not least* — trasporti) a tutti i livelli di governo (europeo, nazionale, regionale) al target assunto a Parigi, difficilmente il risultato potrà essere conseguito.

3. Le emissioni di CO₂ a livello mondiale

Nel 2014 l'impiego di combustibili fossili ha comportato l'emissione in atmosfera 35,9 Gt di CO₂, il 60% circa in più di quanto emesso nel 1990. Nel 1990 Europa e USA emettevano il 42,5% del totale, mentre

3. UN *Framework Convention on Climate Change*, Report on the structured expert dialogue (<http://www.wri.org/blog/2015/11/insider-why-are-indc-studies-reaching-different-temperature-estimates>).

4. World Resources Institute INSIDER: Why Are INDC Studies Reaching Different Temperature Estimates?

5. Vedi *Climate Interactive, New Analysis: How Could Nations Reach Paris Agreement Goal?* Secondo la medesima fonte, gli Stati Uniti, che attualmente sono impegnati per un taglio delle emissioni del 26% rispetto al livello 2005 entro il 2025, dovrebbero invece portare l'obiettivo al 60% (2030 rispetto a 2005), così come gli altri paesi sviluppati. (<https://www.climateinteractive.org/programs/scoreboard/early-ambition/>).

Cina e India contribuivano per il 14%. Nel 2014 le percentuali sono, rispettivamente, 25% e 34% circa⁶.

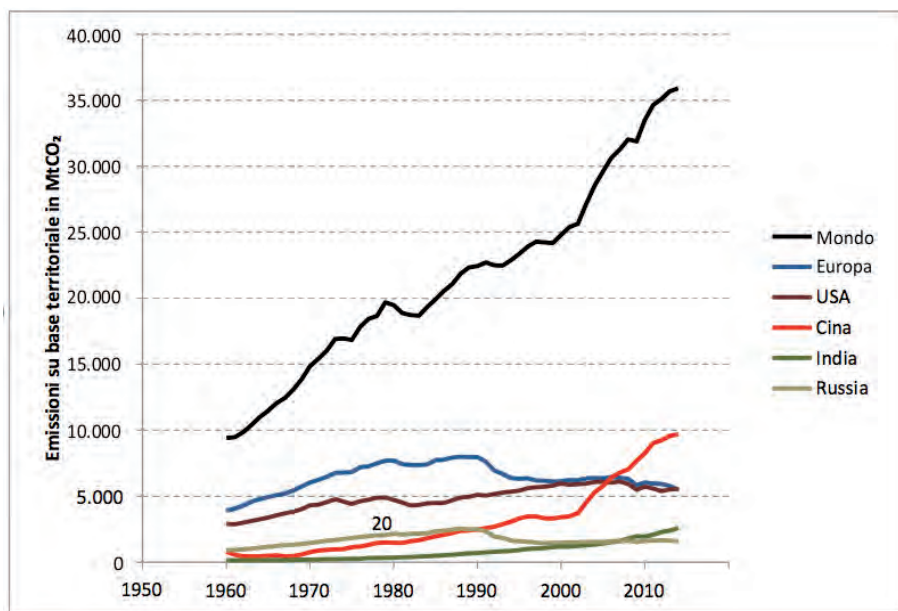


Figura 1. Emissioni antropogeniche di CO₂ 1960–2014 su base territoriale (Global Carbon Atlas).

È in proposito opportuno considerare il fatto che le stime sulle emissioni globali di CO₂ possono essere elaborate e presentate sulla base di una prospettiva territoriale (come quelle riportate nel grafico precedente), ovvero di produzione o ancora di consumo⁷, e l’assunzione di una o dell’altra prospettiva porta a risultati differenti quanto a distribuzione delle “responsabilità” (come differenti sono le valutazioni che si possono derivare sulla base di dati procapite, o rapportati

6. Fonte dei dati: *Global Carbon Atlas* (<http://www.globalcarbonatlas.org/?q=en/content/welcome-carbon-atlas>).

7. La prospettiva territoriale considera le emissioni rilasciate in atmosfera dall’area compreso entro un determinato confine geografico e/o politico – amministrativo; la prospettiva della produzione considera le emissioni attribuibili ai soggetti economici che hanno sede — ovvero interessi economici — all’interno di un determinato ambito territoriale, ovvero le società “residenti” in un determinato paese, indipendentemente dalla localizzazione geografica delle attività produttive; la prospettiva del consumo considera infine le emissioni attribuibili al consumo nazionale di beni e servizi di un determinato paese, indipendentemente dalla localizzazione geografica dei siti produttivi.

al reddito nazionale). Si consideri ad esempio il fatto che parte delle riduzioni dichiarate dalle economie mature negli ultimi anni è attribuibile al trasferimento dei siti produttivi nelle economie emergenti, ma che il consumo dei beni prodotti in quelle economie (e dunque la “responsabilità” in ordine alle emissioni generate) ritorna in buona parte indietro, e deve dunque essere attribuito in quota parte ai consumatori finali, e non già ai produttori di beni destinati alla esportazione. Secondo l’Agenzia Europea dell’Ambiente⁸, ad esempio, mentre su base territoriale si stimano emissioni globali di CO₂ in crescita da 23 a 34 miliardi di tonnellate nel periodo 1990–2011 (e come abbiamo visto il contributo percentuale attribuibile all’Unione Europea⁹ nel medesimo periodo scende dal 20 al 11% circa), una stima fatta sulla base della prospettiva della produzione nel periodo 1995–2009 si contabilizzano emissioni in crescita da 22 a 29 miliardi di tonnellate, e un contributo percentuale UE27 in riduzione da 19 a 14%; adottando infine la prospettiva del consumo, il contributo percentuale UE27 risulta significativamente più elevato, pur mantenendo la tendenza alla riduzione, dal 25 al 17% del totale.

4. Il contributo del settore dei trasporti

Secondo l’ultimo report dell’Agenzia Internazionale per l’Energia e della Unione Internazionale delle Ferrovie¹⁰, che restituisce elaborazioni su dati 2012, a livello mondiale il 23,1% delle emissioni di CO₂ da combustione di carburanti è attribuibile al settore dei trasporti (73,2% al trasporto stradale, 10,4% alla navigazione, 10,5% al trasporto aereo e

8. European Environmental Agency, *European Union CO₂ emissions: different accounting perspectives*, EEA TR 20/2013.

9. I dati statistici relativi alle emissioni dell’Unione Europea sono riferiti all’Unione di 27 stati membri dal 2007 al 2013, e successivamente all’Unione di 28 stati membri dal 1 luglio 2013 (con l’aggiunta della Croazia, le cui emissioni stimate di GHG rappresentano lo 0,6% circa del totale stimato 2012 – cfr. European Commission, Directorate- General for Mobility and Transport, *Transport in Figures 2015*, http://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/pocketbook-2015_en.htm; la pubblicazione richiamata nella nota precedente faceva dunque riferimento alla situazione antecedente l’entrata della Croazia nell’Unione.

10. International Energy Agency, International Union of Railways, *Railway Handbook 2015 Energy Consumption and CO Emissions*, 2015.

3,6% al trasporto ferroviario)¹¹. La medesima fonte quantifica a livello europeo (EU 27) il dato relativo al settore dei trasporti intorno al 30,4% (71,1% trasporto su strada, 13,9% navigazione, 12,7% trasporto aereo e 1,5% trasporto ferroviario)¹². Negli Stati Uniti il settore dei trasporti pesa per il 34,4% sulle emissioni da combustione di carburanti, in Giappone per il 20,6%, in Russia per il 17,5%, in India 12,7% e in Cina per il 9,6%. Il compendio statistico sui Trasporti pubblicato annualmente dalla Commissione Europea¹³ quantifica in complessive 4544 Mt di CO₂ eq. le emissioni di gas climalteranti (*Greenhouse Gas*, GHG) rilasciate dai 28 stati membri nel 2012, di cui 1173 Mt attribuibili al settore dei trasporti (26% circa). Nelle figure che seguono si rappresentano rispettivamente l'andamento delle emissioni di GHG stimate in Italia e UE (indici in base 1990=100) totali e relative al settore dei trasporti, e l'andamento dal 1990 al 2012 della percentuale di emissioni attribuibili al settore dei trasporti sul totale delle emissioni sempre a livello UE e in Italia. Per quanto riguarda in particolare la tendenza delle emissioni (Fig. 1), si osserva innanzitutto che, mentre il dato nazionale relativo alle emissioni complessive presenta un andamento decisamente divergente da quello medio europeo fino al 2004-2005, il dato relativo alle emissioni dei trasporti presenta una tendenza sostanzialmente omogenea a quella della media europea, per poi caratterizzarsi per una contrazione più marcata a partire dal 2008.

La percentuale di emissioni da trasporti sul totale (fig. 2) vede un dato medio europeo inizialmente più contenuto rispetto a quello nazionale e un progressivo allineamento dei due dati, che trova conferma nella successiva figura 2, che oltre a restituire la notevole variabilità del dato fra i paesi UE evidenzia la corrispondenza fra dato italiano e media europea.

Per quanto riguarda, infine, la ripartizione percentuale delle emissioni di GHG da trasporti fra i diversi modi, il rapporto TERM 2015

11. Le percentuali sono in leggera crescita rispetto ai dati riportati nella edizione precedente del rapporto, relativi al 2011, che attribuivano al settore una percentuale pari al 22,7% (72,6% trasporto stradale, 11% navigazione, 10,6% trasporto aereo, 3,3% al trasporto ferroviario).

12. Le percentuali della precedente edizione erano rispettivamente pari a 31% (dato totale), 70,9% (strada), 14,4% (navigazione), 12,6% (aereo) e 1,5% (ferrovia).

13. European Commission, *EU Transport in Figures*, Statistical Pocketbook 2014.

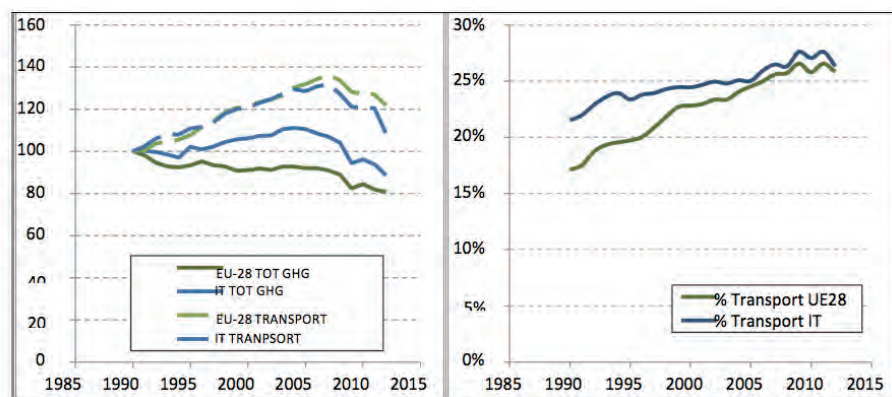


Figura 2. Emissioni di gas serra (GHG) totali e settoriali (trasporti, include bunkeraggi internazionali) nell'UE e in Italia, Indici su base 1990=100. Fonte: ns. elab. su dati CE Statistical Pocketbook 2014.

dell'Agenzia Europea¹⁴ riporta — relativamente al 2013 — i seguenti valori rappresentati nella figura 3.

Al netto delle emissioni indirettamente attribuibili al trasporto ferroviario (che sono contabilizzate nella fase di produzione di energia elettrica), al trasporto passeggeri su strada è dunque attribuibile il 44% delle emissioni totali, al trasporto merci su strada il 28%, mentre a aereo e navigazione sono rispettivamente riconducibili il 13,0 e il 13,4% delle emissioni del settore. Una più articolata attribuzione delle emissioni di GHG da trasporti sulla base dei principali segmenti di mobilità è invece contenuta nell'edizione 2013 del rapporto TERM¹⁵, che con riferimento ai dati 2010 attribuiva al trasporto passeggeri il 58% del totale di settore (urbano 16%, interurbano 31%, intercontinentale 11%) e al trasporto merci il 42% (urbano 9%, interurbano 23%, intercontinentale 10%). Nel complesso, dunque, la mobilità urbana conterebbe per il 25% delle emissioni di GHG da trasporti, quella interurbana per il 54%, quella intercontinentale per il 22%).

Maggiormente spostato sul trasporto su strada il peso delle emissioni settoriali registrate in Italia (dato 2012), la cui ripartizione percen-

14. European Environment Agency, *Evaluating 15 years of transport and environmental policy integration, TERM 2015: transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe*, EEA Report 7/2015.

15. European Environment Agency, *A closer look at urban transport, TERM 2013: transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe*, EEA Report 11/2013.

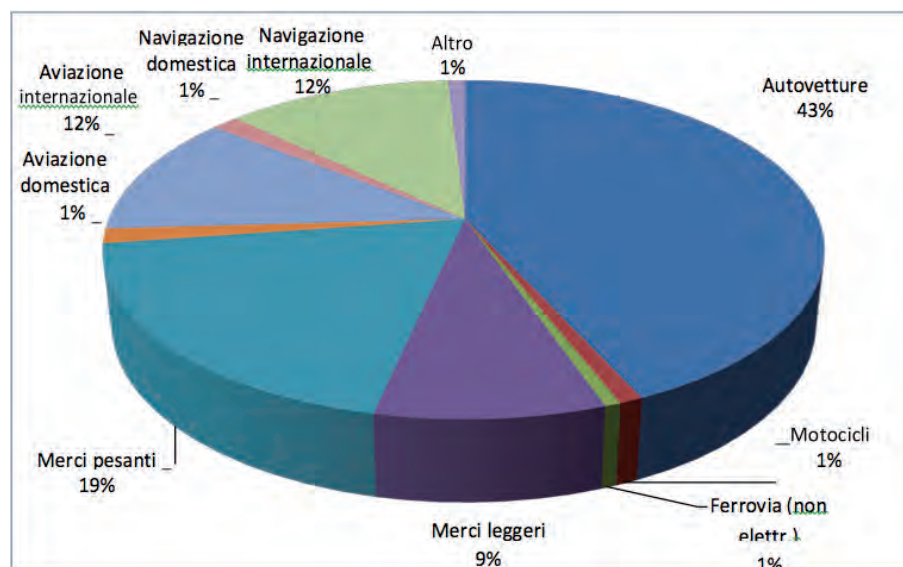


Figura 3. Percentuali di emissioni di gas serra attribuibili al settore dei trasporti sulle emissioni totali, Italia e UE28. Fonte: ns. elab. su dati CE Statistical Pocketbook 2014.

tuale fra modi di trasporto è rappresentata nella figura 5. Nel nostro paese l'aviazione civile contribuisce con il 9,6% alle emissioni di GHG, il trasporto su strada con l'81%, il trasporto ferroviario con lo 0,04%, la navigazione con l'8,8%.

5. Il trend delle emissioni climalteranti in UE e in Italia

L'edizione 2015 del rapporto dell'Agenzia Europea per l'Ambiente sull'impatto del settore dei trasporti sull'ambiente¹⁶ presenta, come tutti gli anni, una sintetica valutazione della performance del sistema dei trasporti europeo in relazione all'obiettivo di riduzione delle emissioni di GHG che l'Unione Europea quantifica in una riduzione del 60% delle emissioni del settore (incluso il trasporto aereo internazionale, esclusi i bunkeraggi marittimi) contabilizzate nel 1990 entro il 2050,

16. European Environment Agency, *Evaluating 15 years of transport and environmental policy integration*, TERM 2015: transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe, EEA Report 7/2015.

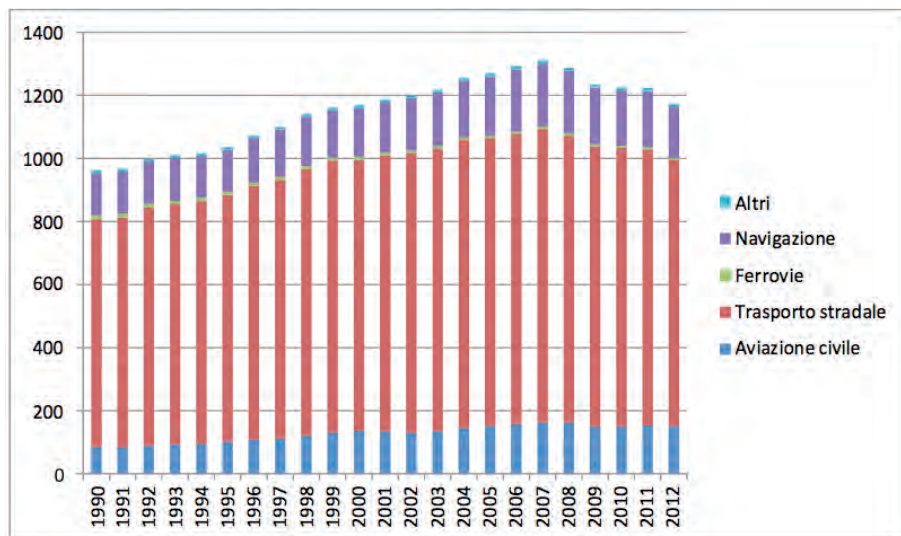


Figura 4. Ripartizione percentuale delle emissioni di GHG Settore Trasporti (Anno 2013) Fonte: EEA TERM Report 2015.

con un target intermedio fissato al 2030 entro il quale le emissioni del settore dovranno essere del 20% inferiori a quelle contabilizzate nel 2008¹⁷.

Dal 1990 al 2013, secondo il rapporto TERM, le emissioni di GHG si sono ridotte in tutti i principali settori economici della UE ad eccezione del settore dei trasporti, le cui emissioni nel periodo sono aumentate del 19,4% (13% se si escludono le emissioni derivanti dalla navigazione aerea internazionale). A partire dal 2007 si registra una costante riduzione delle emissioni anche nel settore dei trasporti sebbene le prime stime elaborate dall'Agenzia relativamente al 2014 evidenzino un leggero incremento (il primo dopo 7 anni). Nonostante il trend decrescente (non casualmente avviato nel 2008, contestualmente alla crisi economica globale), le emissioni del settore dei trasporti sono tuttora del superiori ai livelli 1990; per raggiungere l'obiettivo indicato dal Libro Bianco 2011 le emissioni del settore dovrebbero dunque ridursi del 67% entro il 2050.

17. Libro bianco della Commissione Europea COM (2011) 144 DEF, 28 marzo 2011: «... è necessaria una riduzione di almeno il 60% di tali emissioni — entro il 2050 — rispetto ai livelli del 1990 (corrispondente ad una riduzione delle emissioni di circa il 70% rispetto al 2008). Per il 2030 l'obiettivo del settore dei trasporti è una riduzione delle emissioni di gas serra del 20% rispetto ai livelli del 2008».

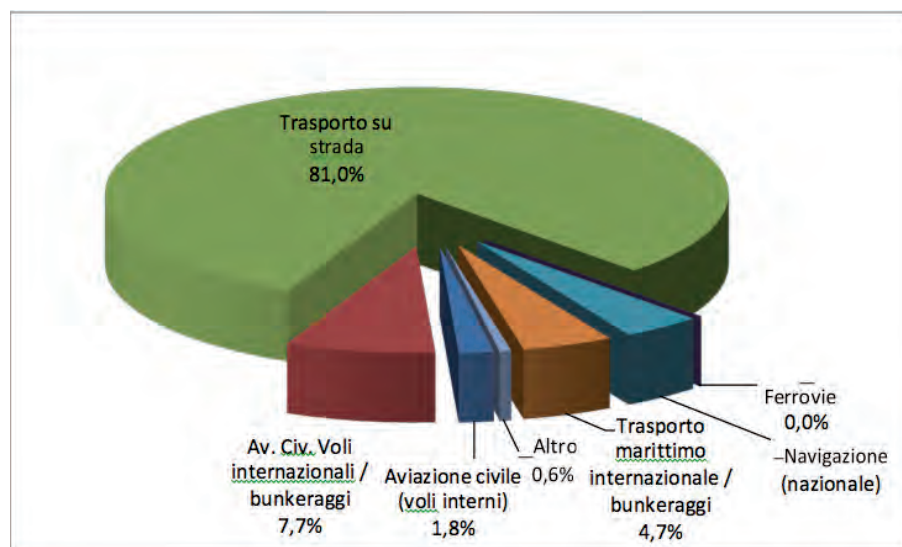


Figura 5. Emissioni di GHG da Trasporti per modo di trasporto (inclusi i bunkeraggi internazionali), dati in Mt equivalenti di CO₂; Fonte: Commissione Europea, Statistical Pocketbook 2015.

Per quanto riguarda, in particolare, la situazione italiana, i dati elaborati dall'Istituto Superiore per la Ricerca e la Protezione Ambientale (ISPRA)¹⁸ ed annualmente trasmessi alla Commissione Europea rendono conto della drastica riduzione delle emissioni di gas climalteranti intervenuta negli ultimi anni, ed in particolare a partire dal 2007, anno nel quale l'indicatore ha raggiunto il livello massimo; per contro, il dato riferito all'ultimo anno disponibile (2014) evidenzia una inversione di tendenza con un dato nuovamente in crescita dopo sette anni di riduzione.

Si noti in particolare la drastica riduzione intervenuta fra 2011 e 2012, quando le emissioni risultano essersi ridotte di oltre il 10% (parallelamente alla riduzione della domanda complessiva di trasporto passeggeri del 10% e di quella di trasporto merci dell'8% evidenziate dai dati riportati nel Conto Nazionale dei Trasporti e delle Infrastrutture 2012-2013). È dunque il calo della domanda riconducibile alla congiuntura economica negativa degli ultimi anni ad aver determinato — almeno in parte — la riduzione delle emissioni.

18. Istituto Superiore per la Ricerca e la Protezione Ambientale, *Italian Greenhouse Gas Inventory 1990–2014, National Inventory Report 2016, Serie Rapporti 239/2016*.

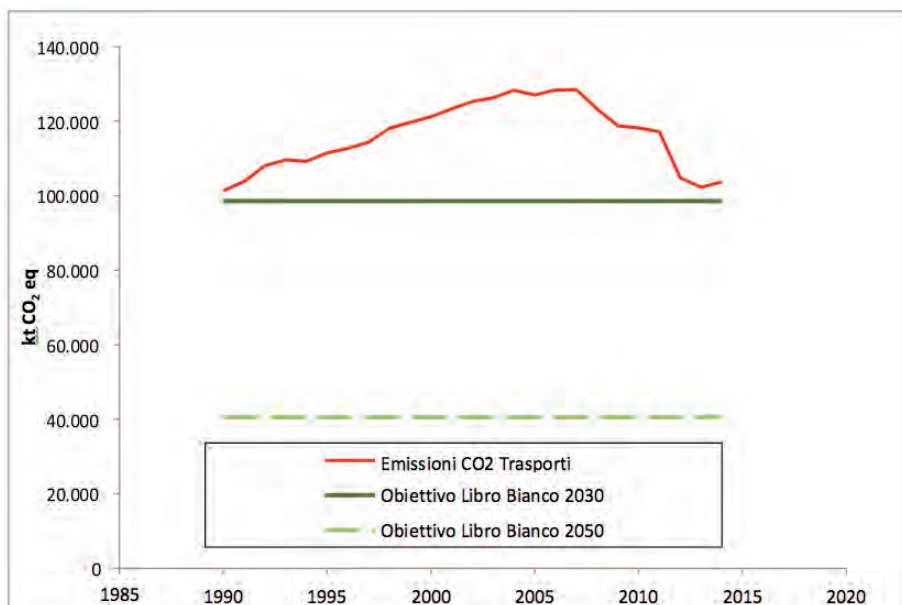


Figura 6. Ripartizione percentuale delle emissioni nazionali italiane di GHG da Trasporti per modo di trasporto (incl.bunker, dato 2012); Fonte: Commissione Europea, Statistical Pocketbook 2015.

Le emissioni del settore trasporti stimate al 2014 sono di circa il 2% superiori al dato 1990, e del 16% inferiori al dato 2008; l'obiettivo intermedio (-20% del dato 2008 entro il 2030) potrebbe dunque essere raggiungibile; nondimeno, l'inversione di tendenza rilevata nell'ultimo anno — che trova conferma nelle stime relative al dato europeo — sembra sottendere una ripresa della domanda ed un conseguente incremento delle emissioni del settore, che più generalmente presentano una tendenza alla riduzione assai meno evidente di quella che caratterizza il dato complessivo relativo alle emissioni di CO₂ da combustione (Figura 7).

Solo la lettura dei dati relativi ai prossimi anni potrà confermare verso quale scenario ci stiamo muovendo, ovvero se le emissioni del settore continueranno a ridursi fino raggiungendo prima il target 2030 e successivamente quello 2050, ovvero se invertiranno stabilmente la tendenza e ricominceranno a crescere, come già accaduto dopo il 1990. Se così sarà, ovvero se l'inversione di tendenza rilevata nell'ultimo anno documentato dalle statistiche nazionali ed europee si

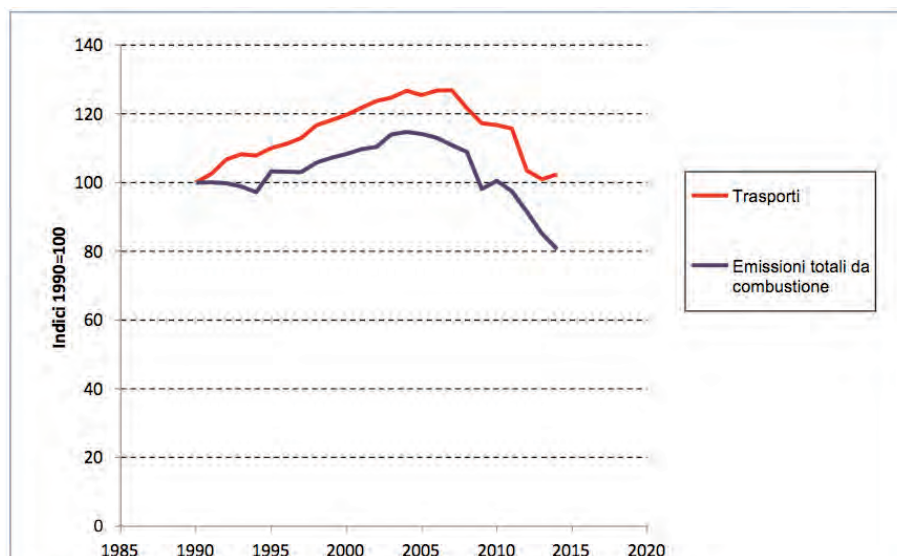


Figura 7. Emissioni di gas serra (kt CO₂ eq) dal settore dei trasporti in Italia 1990–2014 escl. bunkeraggi internazionali (ns. elaborazione su dati ISPRA 2016).

consoliderà al seguito di quella ripresa che tutti attendono da anni, il fatto di aver “quasi” raggiunto l’obiettivo intermedio del Libro Bianco per inerzia, ovvero senza aver messo realmente mano all’assetto della mobilità urbana ed extraurbana (uno dei parametri comparativi indicati dalla Commissione in relazione a tale obiettivo prevedeva il dimezzamento entro il 2030 delle autovetture alimentate a carburante tradizionale nelle aree urbane, e la loro totale sostituzione entro il 2050)¹⁹ rappresenterà una occasione mancata, e renderà ancor più difficile il conseguimento del target di riduzione 2050 (rispetto al quale il dato 2014 si colloca a +156% circa), per raggiungere il quale non si potrà semplicemente attendere un ulteriore crollo della domanda,

19. Tra i “parametri comparativi” che il *Libro bianco della Commissione Europea* indica per conseguire gli obiettivi di riduzione 2030 e 2050 sono in particolare evidenziati: 1) Dimezzare entro il 2030 nei trasporti urbani l’uso delle autovetture «alimentate con carburanti tradizionali» ed eliminarlo del tutto entro il 2050; conseguire nelle principali città un sistema di logistica urbana a zero emissioni di CO₂ entro il 2030 (ciò permetterebbe di ridurre inoltre in modo sostanziale le emissioni nocive); 2) Nel settore dell’aviazione utilizzare entro il 2050 il 40% di carburanti a basso tenore di carbonio; sempre entro il 2050, ridurre nell’Unione europea del 40% (e, se praticabile, del 50%) le emissioni di CO₂ provocate dagli oli combustibili utilizzati nel trasporto marittimo.

ma si dovranno conseguire risultati concreti e misurabili per quanto concerne la riduzione delle emissioni — sia unitarie che complessive — per mezzo di politiche mirate.

6. Prestazioni dichiarate e risultati effettivi: il gap aumenta

L'incidente occorso alla Volkswagen la scorsa estate, e ancor più la decisione della Commissione Europea (poi avallata dal Parlamento Europeo) di introdurre per diversi anni fattori quanto meno generosi di tolleranza nella verifica del rispetto dei limiti di emissione "su strada" costituiscono una evidente e disarmante ammissione di colpa parte dell'industria automobilistica (e di inanità da parte delle istituzioni europee), ed offrono una ulteriore conferma circa il fatto che il motore endotermico è un apparato intrinsecamente inquinante, e le tecnologie introdotte per il controllo delle emissioni hanno evidentemente bisogno di qualche "trucco" (o di maggiore permissività) per poter

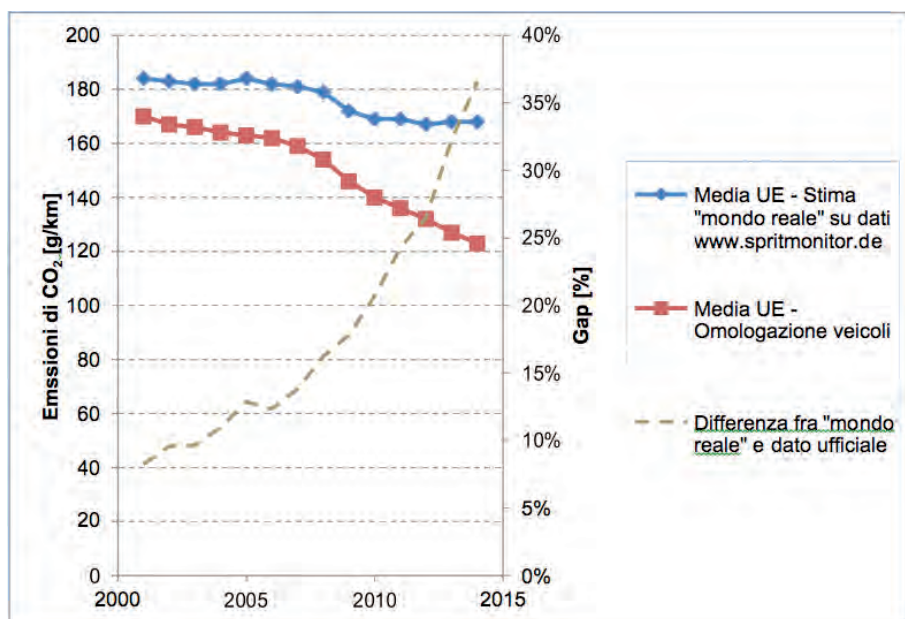


Figura 8. Emissioni di gas serra (Indici su base 1990=100); Italia 1990-2014, Dato nazionale (emissioni totali da combustione) e dato relativo al settore dei trasporti escl. bunkeraggi internazionali (ns. elaborazione su dati ISPRA 2016).

garantire il rispetto di limiti apparentemente sempre più stringenti. Insomma, alla radice del problema inquinamento urbano (e di quello — strettamente connesso — cambiamento climatico) c'è sempre e solo un modello di sviluppo incentrato sul consumo di risorse fossili. E parliamo, in questo caso, di emissioni di inquinanti atmosferici (ossidi di azoto, particolato, ecc.) soggetti a controllo regolare nel corso della vita del veicolo, a differenza di quanto accade per i consumi energetici e le emissioni di CO₂, dichiarati in sede di omologazione del modello. La limitata (per non dire mancata) corrispondenza fra dati “di targa” (quelli dichiarati dai produttori) relativi a consumo di carburante ed emissioni di CO₂ ed effettive performance dei veicoli su strada è peraltro nota da tempo, ed è stata ripetutamente evidenziata in sede internazionale.

È vero che l'Unione Europea si è data — con una qualche fatica nel trovare un compromesso fra le industrie automobilistiche degli stati membri — un programma di limitazione delle emissioni di CO₂ da parte di veicoli a motore, ed è vero che quegli obiettivi, secondo i report prodotti dalla Commissione sono stati raggiunti (con riferimento allo step 2015) e superati²⁰. Ma è anche vero che le modalità di misura e controllo sono tali da rendere quegli obiettivi poco rappresentativi del reale peso del traffico sulle emissioni globali. I rapporti periodicamente pubblicati da ICCT (*The International Council of Clean Transportation*)²¹ evidenziano una differenza fra prestazioni dichiarate dai costruttori (e validate in sede di omologazione) e consumi / emissioni “reali” che cresce costantemente; un gap quantificato analizzando i dati relativi ad almeno 600.000 autovetture, raccolti ed elaborati con metodi differenti da vari soggetti presenti in diversi paesi europei, che evidenziano però una tendenza omogenea e perfettamente com-

20. Il target UE relativo alle emissioni di CO₂ delle autovetture è stato fissato in 130 g CO₂/km entro il 2015, e 95 g CO₂/km dal 2021 (Emissioni medie di CO₂ delle autovetture nuove vendute in UE, Regolamento CE 443/2009). Per i furgoni, il Regolamento CE 510/2011 fissa i target di emissione in 175 g CO₂/km entro il 2017 e 147 entro il 2020. Secondo la Commissione Europea: «The average emissions level of a new car sold in 2014 was 123.4 g CO₂/km (provisional data), well below the 2015 target. Since monitoring started under current legislation in 2010, emissions have decreased by 17 g CO₂/km (12%)» (http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars/index_en.htm).

21. White Paper «From laboratory to road. A 2015 update of Official and “Real-World” Fuel Consumption and CO₂ Values for Passenger Cars in Europe, Settembre 2015; European Vehicle Market Statistics, Pocketbook 2014. <http://www.theicct.org/>.

parabile. Fra 2001 e 2014, il differenziale fra consumi/emissioni “di targa” e dati rilevati è cresciuto costantemente, dal 8% al 40% (36% se si considerano solamente i dati comunicati dagli utenti su portali web specializzati, 45% se si considerano i dati elaborati relativamente alle flotte aziendali). La tendenza all’incremento del gap è individuabili all’interno di tutti i cluster di dati analizzati, sia che si considerino le case costruttrici o le tipologie e dimensioni delle autovetture; anche gli stili di guida — pur determinando una traslazione delle curve verso l’alto nel caso di guida “sportiva” (e verso il basso per la guida “economica”) — presentano una tendenza del tutto comparabile quanto ad incremento del gap fra 2001 e 2014. Le implicazioni sono ovviamente significative e riguardano, oltre agli utenti automobilisti (che secondo il rapporto ICCT in media si fanno carico di maggiori costi per 450 euro/anno dovuti ai maggiori consumi), la società nel suo complesso, che riconosce incentivi e detrazioni fiscali a determinate categorie di autoveicolo sulla base di performance dichiarate ma non corrispondenti alla realtà; il report stima ad esempio una perdita per minori introiti fiscali di 3,4 miliardi di euro / anno nei soli Paesi Bassi, mentre il minor introito stimato in Germania relativamente alle sole tasse di proprietà è quantificato in 290 milioni di euro/anno.

Ma è ovviamente sul piano dell’efficacia delle politiche di contrasto al cambiamento climatico che si focalizzano gli effetti più macroscopici della situazione, laddove ad esempio le riduzioni stimate (e dichiarate) di emissioni climalteranti da parte del traffico automobilistico devono essere ridimensionate, dal 27% atteso sulla base dei dati dichiarati, ad un più modesto 8% (sulla base dei dati comunicati dagli utenti al portale spritmotor.de).

Sia ICCT nel documento citato che Transport & Environment nel suo position paper²² evidenziano diversi fattori che concorrono a spiegare il crescente divario fra emissioni dichiarate (e omologate) ed emissioni reali, a cominciare dal ciclo standard di prova europeo, ormai poco rappresentativo delle reali condizioni di guida (pur essendo tuttora denominato *New European Driving Cycle* il ciclo è stato disegnato nel 1979 e successivamente adeguato negli anni ’80 e ’90).

22. Cfr. Transport & Environment, *Manipulation of fuel economy tests results by carmakers: further evidence, costs and solutions*, November 2014, http://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/201420Mind20the20Gap_T26E20Briefing_FINAL.pdf

I test di prova sono a loro volta obsoleti e datati, e negli ultimi decenni i costruttori hanno progressivamente affinato le soluzioni tecnologiche specificamente funzionali alla riduzione delle emissioni nell'ambito del (solo) test, dando origine alla nozione di *cycle beating* (elusione di prescrizioni sulle emissioni); i prototipi presentati dai produttori ai test di omologazione vengono dunque preparati ad hoc, e non sono rappresentativi della successiva produzione in serie, non essendo oltretutto previsti successivi "test di conformità" della produzione al prototipo omologato. I produttori di autovetture pagano inoltre direttamente i servizi di verifica e approvazione che supervisionano i test, che spesso vengono effettuati nei propri laboratori; gli enti che supervisionano i test di verifica e approvazione operano in regime di concorrenza, il che rende ovviamente problematica la garanzia di terzietà e indipendenza che sarebbe richiesta per verifiche così rilevanti. Inoltre, durante i test tutti gli apparati accessori che concorrono — anche significativamente — a determinare il consumo reale su strada (ad es. i climatizzatori, i sistemi audio e navigazione, ecc.) rimangono inattivi, e infine il test nella sua attuale configurazione tende a sovrastimare il contributo di alcuni recenti accorgimenti tecnologici, come ad esempio lo spegnimento e la riaccensione automatica del motore a veicolo fermo. È dunque particolarmente urgente l'adozione di un ciclo di prova maggiormente rappresentativo di quello attualmente in uso, ma soprattutto di procedure di verifica che consentano di rilevare la conformità della produzione ai prototipi omologati.

Più in generale, occorre concentrare sforzi e volontà politiche su una strategia di riduzione delle emissioni climalteranti dal settore dei trasporti realmente efficace ed incisiva. Le tendenze rilevate dalle fonti statistiche nazionali ed europee restituiscono infatti una situazione nella quale un certo peso (non esattamente quantificato, ma comunque significativo) assumono da un lato gli effetti della congiuntura economica mondiale, e dall'altro la possibile sopravvalutazione dei nuovi standard, nella misura in cui questi vengano certificati solamente su prototipi e in condizioni operative che evidentemente non sono propriamente rappresentativi della realtà.

7. Strategie di riduzione

La chiave di volta di una strategia realmente efficace di contrasto al cambiamento climatico passa deve essere innanzitutto ricercata in una profonda innovazione dei modelli di governance che finora hanno determinato le scelte strategiche e programmatiche del settore dei trasporti, a livello europeo come a livello nazionale, regionale e locale. La necessità di una efficace programmazione strategica che sia in grado di integrare e coordinare gli strumenti di politica in una logica intersettoriale e funzionale ad obiettivi chiari e verificabili, oltre che coerenti con gli obiettivi sovraordinati (quali quelli indicati dalla COP21 e sottoscritti lo scorso 22 aprile), è — o dovrebbe essere — evidente. Una efficace politica di contrasto (e adattamento) al cambiamento climatico dovrà essere necessariamente messa nelle condizioni di interagire con tutti i settori economici e sociali che hanno rilevanza

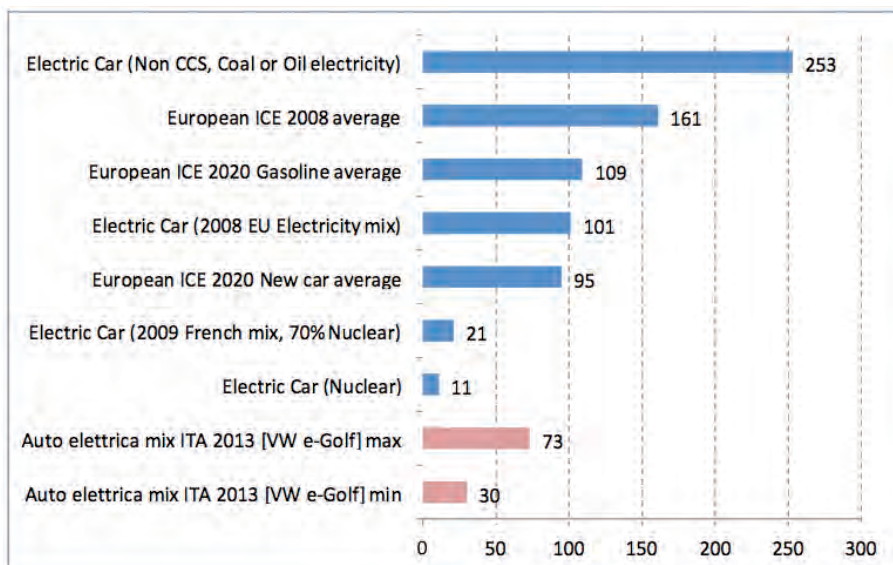


Figura 9. Emissioni unitarie attese sulla base dell'anno di omologazione vs. dati rilevati dagli utenti e comunicati al sito spritmonitor.de; (Fonte: ICCT, From laboratory to road. A 2015 update of Official and "Real-World").

sotto il profilo del loro impatto sulle emissioni di GHG²³. Le strategie di riduzione delle emissioni di gas serra dal settore dei trasporti sono riconducibili a tre approcci complementari: “evitare”, “spostare”, “migliorare”²⁴. Evitare la mobilità, ovvero ridurre la domanda agendo sulla domanda, spostare la domanda sulle modalità maggiormente efficienti e meno inquinanti (trasporti pubblici, mobilità ciclopedonale), migliorare le prestazioni dei mezzi di trasporto in termini di efficienza energetica ed emissioni unitarie. Quanto agli strumenti da mettere in campo nello sviluppare tali approcci, nella logica di integrazione che necessariamente dovrà accompagnare il percorso verso uno scenario compatibile con gli obiettivi di contenimento del cambiamento climatico condivisi dalla COP21, questi comprendono la pianificazione strategica e la programmazione dei servizi, la pianificazione urbanistica, gli strumenti di regolazione, gli strumenti economici, l’informazione, l’innovazione tecnologica.

Contenere le emissioni richiede, nel breve come nel medio e lungo termine, la promozione di strategie articolate, in grado di influire sui diversi parametri che concorrono, ciascuno per la sua quota parte, ad orientare le tendenze globali. Le emissioni complessive di CO₂ rilasciate in un anno dalla mobilità passeggeri, ad esempio, sono funzione dei coefficienti unitari di emissione (grammi di CO₂ / km percorso dai diversi modi) e delle percorrenze (km percorsi da ogni utente nelle diverse modalità) queste ultime espresse in passeggeri*chilometro (Pax*km).

Ridurre le emissioni del settore significa dunque intervenire sulle emissioni unitari (g/Pax*km) e/o sulle percorrenze (Pax*km).

La riduzione delle emissioni unitarie della mobilità passeggeri è a sua volta perseguibile attraverso diverse linee di azione:

- riducendo la quota di domanda soddisfatta da mezzi motorizzati, ovvero incrementando la mobilità ciclopedonale;

23. Cfr. ad esempio Kes McCormick, Stefan Anderberg and Lena Neij, *Sustainable Urban Transformation and the Green Urban Economy*, Lund University Publications, 2012: «For achieving ambitious targets for sustainable cities, there is a need to analyse and practice different strategies including effective strategic planning and integration of policy instruments. Such efforts should be interconnected across sectors and be adapted for specific urban and national policy conditions to ensure empowerment, engagement and collaboration of relevant stakeholders».

24. European Environmental Agency, *Towards a resource-efficient transport system. TERM 2009: indicators tracking transport and environment in the European Union*. EEA Report, No 2/2010.

- redistribuendo la domanda tra i diversi modi di trasporto, orientandola su quelli potenzialmente più efficienti sotto il profilo energetico e delle emissioni di CO₂;
- incentivando un uso maggiormente efficiente dei mezzi di trasporto sia pubblici che privati: dal momento che le emissioni sono caratteristiche dei mezzi (e si esprimono ad esempio in g/veic*km), aumentando il coefficiente di occupazione dei mezzi (ovvero aumentando i pax trasportati / veicolo) si ottiene una riduzione dei grammi emessi / pax*km;
- Incrementando l'efficienza delle tecnologie impiegate per i mezzi di trasporto. Anche in questo caso, le opzioni sono diverse ed articolate, e comprendono (da quelle di più lungo termine a quelle di breve termine) :
 - L'adozione di tecnologie alternative e a ridotte emissioni (es. idrogeno e celle a combustibile, motori elettrici, ecc.);
 - L'incremento di efficienza delle tecnologie attualmente in uso (ad es. la riduzione delle emissioni da parte dei motori endotermici a ciclo otto o diesel;
 - L'orientamento della domanda di veicoli verso i modelli maggiormente efficienti fra quelli attualmente disponibili.

8. Il contributo dell'auto elettrica

Per quanto riguarda le emissioni unitarie (di CO₂, ma anche di inquinanti atmosferici) prospettive interessanti dovrebbero venire dalla progressiva penetrazione della motorizzazione elettrica, sia sul lato autovetture private che sul lato trasporto pubblico: la tecnologia è sicuramente matura, i costi destinati a ridursi non appena esaurita la fase pionieristica e la produzione ancora quasi artigianale, l'affidabilità e l'autonomia delle batterie sono in crescita. Ovviamente la rilevanza degli effetti — soprattutto in termini di emissioni climateranti: sotto il profilo della qualità dell'aria nelle aree urbane e della silenziosità il primato elettrico non è in discussione — deve essere valutata tenendo adeguatamente conto delle modalità di produzione dell'energia elettrica.

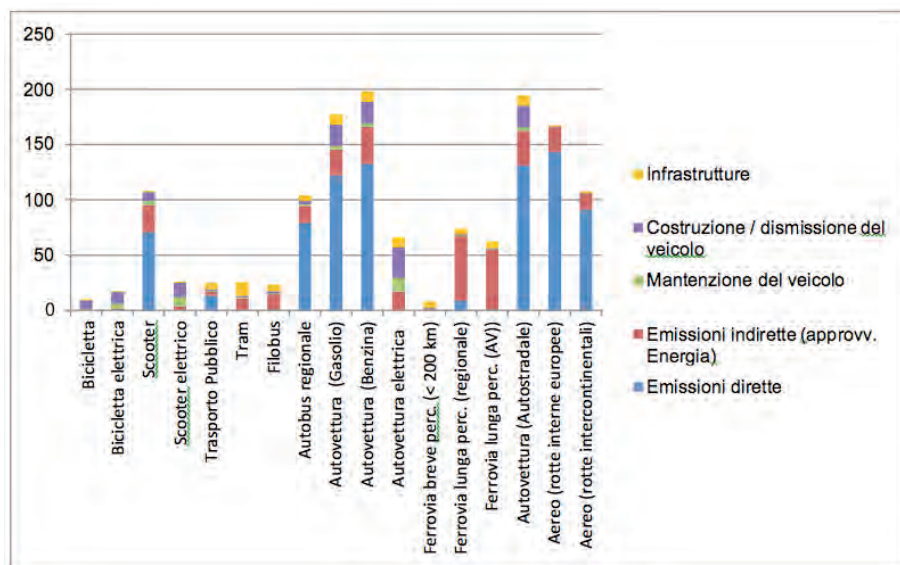


Figura 10. Emissioni unitarie di CO₂ [g/km] di autovetture elettriche (a fronte di diversi scenari di produzione dell'energia elettrica) e con motore endotermico (media motori a combustione interna EU 2008; i dati relativi all'auto elettrica con mix Italia 2013 sono ripresi da ESTA 2016, tutti gli altri da OECD 2009 (vedi nota 26).

La figura successiva, tratta da una pubblicazione OECD del 2009 riporta alcuni dati comparativi²⁵.

Veicolo elettrico non significa peraltro esclusivamente veicolo silenzioso e non inquinante; è possibile (e sotto diversi profili auspicabile) ipotizzare che la progressiva elettrificazione delle motorizzazioni sarà accompagnata da una profonda revisione dei criteri di design e di dimensionamento dei mezzi in funzione di diverse esigenze, ovvero

25. Fonte dei dati: OECD International Transport Forum, *Reducing Transport GHG Emissions, Opportunities and Costs*, 2009, per tutti i casi riportati ad eccezione dei dati relativi all'auto elettrica con mix di produzione Italia 2013, che sono ripresi da ESTA – Economia e sostenibilità, *Effetti del caso Volkswagen, Verso un nuovo paradigma di mobilità sostenibile*, 2016. Il dato relativo allo scenario di produzione UE 2008 rende conto di un mix di produzione di energia elettrica ancora sbilanciato sulle fonti fossili (e sul nucleare laddove presente); non sono dunque considerati i rilevanti apporti che le fonti rinnovabili hanno iniziato a fornire negli ultimi anni in molti paesi dell'Unione (Italia inclusa, come si vede dai dati relativi all'auto elettrica con mix ITA 2013); si consideri inoltre il fatto che i parametri di confronto relativi ai motori a combustione interna sono quelli ufficiali discussi nel precedente paragrafo.

dei diversi servizi che ogni veicolo sarà chiamato a svolgere in diverse situazioni. Oltre all'efficienza energetica, alla riduzione delle emissioni e alla silenziosità, dovrebbero essere le stesse modalità di impiego dei mezzi a cambiare radicalmente; la stessa linea di demarcazione fra le nozioni di mezzo pubblico e mezzo privato potrebbe sfrangiarsi progressivamente nei prossimi anni (grazie anche alla comparsa di auto senza conducente), e il modello di motorizzazione "privata" potrebbe evolvere dalla proprietà del mezzo all'accesso al servizio: il veicolo elettrico è intrinsecamente vocato alla *sharing mobility*.

Da una progressiva penetrazione della motorizzazione elettrica nel mercato automotive sembra dunque lecito attendersi diversi benefici:

- per quanto riguarda il cambiamento climatico, le emissioni unitarie tenderanno a ridursi man mano che aumenterà la quota di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili; si consideri inoltre il potenziale apporto alla gestione della rete elettrica costituito da un parco auto elettrico di dimensioni crescenti, le cui batterie, quando i veicoli sono fermi, possono rappresentare un consistente apporto alla capacità di accumulo e regolazione di una rete sempre più alimentata da fonti energetiche diffuse e discontinue;
- per quanto riguarda l'inquinamento atmosferico, oltre all'evidente vantaggio dell'assenza di emissioni allo scarico del veicolo, vanno considerate le minori emissioni di particolato da attrito garantite dalla sostituzione di trasmissione e frenatura meccanica con apparati elettromagnetici;
- per quanto riguarda il consumo di materie prime, oltre al minor peso delle componenti meccaniche e degli attriti (con conseguente aumento della vita utile delle componenti) è il modello di *sharing mobility* a far prospettare i maggiori vantaggi, laddove il fornitore del servizio è cointeressato alla durabilità ed allo stato di manutenzione del mezzo assai più di quanto non lo sia il "mero" venditore.

9. Adottare la prospettiva Life Cycle Assessment

Una strategia integrata di riduzione delle emissioni deve avere ad oggetto la mobilità ma non solo; nel momento in cui l'obiettivo di un contenimento delle emissioni antropogeniche di GHG diventa strategico e prioritario, è opportuno adottare prospettive di valutazione che consentano di valutare comparativamente l'efficacia e l'efficienza delle diverse ipotesi non limitandosi alla mera contabilità delle emissioni "allo scarico", ma tenendo in debito conto l'intero ciclo di vita di mezzi e servizi di trasporto. La valutazione comparativa delle prestazioni dei diversi modi, mezzi e scenari di trasporto, sia di merci che di persone, consente di evidenziare chiaramente opzioni tecnologiche e modelli di mobilità caratterizzati da differenti performance ambientali ed energetiche, relativamente sia al trasporto di persone che al trasporto merci. Ma il consumo "finale" di energia, o le emissioni "allo scappamento" del veicolo, sono solamente una parte del problema (in genere — anche se non sempre la parte principale). Occorre quindi, per quanto possibile, tenere conto anche di consumi e di emissioni indirette, ovvero associati a tutta la filiera (dalla produzione del veicolo, alla sua manutenzione, al suo approvvigionamento di energia, al suo funzionamento, alla sua manutenzione, fino a comprendere la quota parte di consumi/emissioni attribuibili alle infrastrutture (strade, ferrovie, ecc.).

La considerazione dell'intero ciclo di vita può inoltre essere estesa oltre il perimetro del settore dei trasporti, laddove questi costituiscano, ad esempio, uno dei fattori della produzione, così da elaborare bilanci comparativi di impatto (sul clima e/o su altre componenti ambientali) che mettano a confronto diverse opzioni di produzione, trasporto, conservazione e distribuzione su scala globale, con esiti non sempre scontati, come nella comparazione — effettuata dalla Lincoln University della Nuova Zelanda nel 2006 — fra emissioni dell'intera filiera (produzione, trasporto, conservazione) di alcuni prodotti agricoli in Nuova Zelanda e Regno Unito²⁶.

26. CAROLINE SAUNDERS, ANDREW BARBER, GREG TAYLOR, *Food Miles – Comparative Energy/Emissions Performance of New Zealand's Agriculture Industry*, Agribusiness and Economics Research Unit (AERU) Lincoln University, Research Report 285. <https://www.lincoln.ac.nz/research-and-innovation/research-reports/>

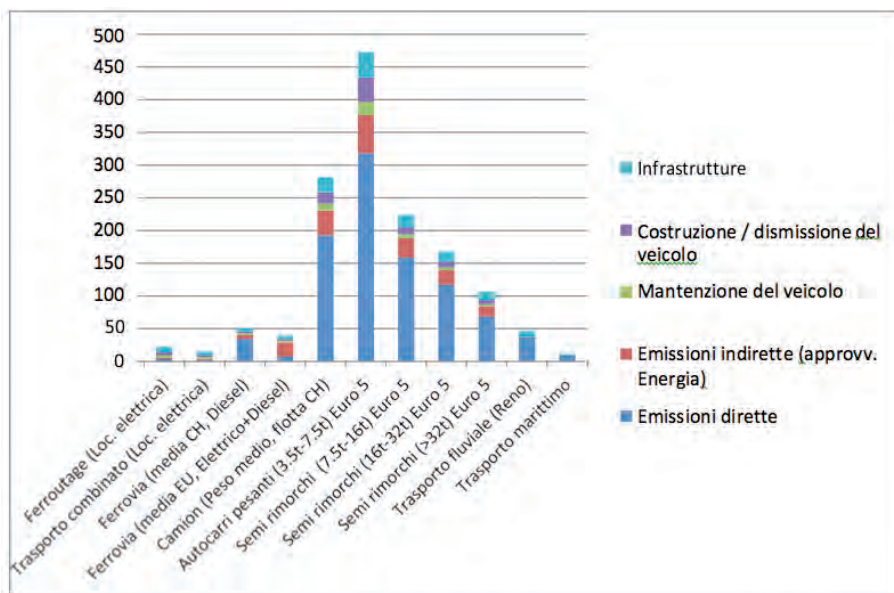


Figura 11. Emissioni unitarie di CO₂ [g/pax*km] di diversi modi / mezzi di trasporto passeggeri, associate a diverse fasi del ciclo di vita del mezzo. Dati riferiti alla Confederazione Elvetica e/o a paesi europei confinanti. Fonte: ns. elaborazione su dati Mobitool (<http://www.mobitool.ch/>), 2010.

Gli approcci metodologici al Life Cycle Assessment sono noti e consolidati²⁷, e diverse norme internazionali definiscono i requisiti di una LCA. Gli indicatori per mezzo dei quali comparare – sempre secondo un approccio LCA – scenari alternativi di mobilità non si limitano, peraltro, alle emissioni di gas climalteranti²⁸, ma possono comprendere diversi altri tematismi rilevanti ai fini di una valutazione comparativa di impatto sull'ambiente e sulle risorse. L'approccio metodologico alla *carbon footprint* può dunque essere esteso ad altri

//researcharchive.lincoln.ac.nz/handle/10182/125.

27. Cfr. norme UNI EN ISO 14040 Gestione Ambientale, Valutazione del ciclo di vita. Principi e quadro di riferimento; UNI EN ISO 14044 Gestione Ambientale, Valutazione del ciclo di vita. Requisiti e linee guida.

28. Cfr. norma UNI ISO 14064 Gas ad effetto serra. Parte 1 Specifiche e guida, al livello dell'organizzazione, per la quantificazione e rendicontazione delle emissioni di gas a effetto serra e della loro rimozione; Parte 2 Specifiche e guida, a livello di progetto, per la quantificazione, il monitoraggio e la rendicontazione delle riduzioni delle emissioni di gas ad effetto serra o dell'aumento della loro rimozione.

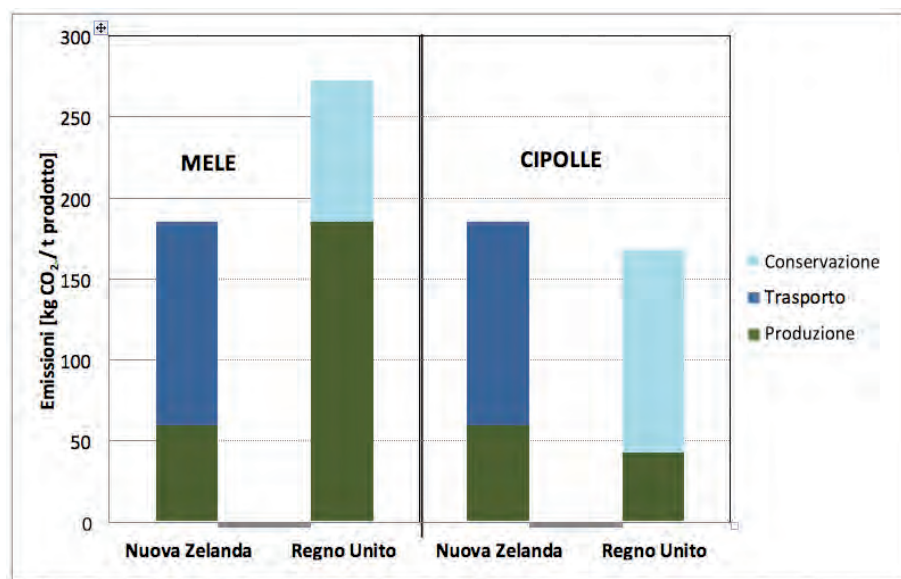


Figura 12. Emissioni unitarie di CO₂ [kg/t di prodotto] associate alla produzione, trasporto e conservazione di mele e cipolle in Nuova Zelanda e Regno Unito. Fonte: Saunders, Barber, Taylor (2006).

indicatori, e portare alla determinazione di una *environmental footprint* composita, che rende conto anche di consumi idrici e di risorse fisiche, oltre che di emissioni inquinanti e altri parametri rilevanti ai fini di una compiuta analisi ambientale²⁹.

29. Cfr. in particolare il contributo metodologico proposto dalla Commissione Europea: 2013/179/UE: Raccomandazione della Commissione, del 9 aprile 2013, relativa all'uso di metodologie comuni per misurare e comunicare le prestazioni ambientali nel corso del ciclo di vita dei prodotti e delle organizzazioni. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L124, 4 maggio 2013.

Trasporti e ambiente

Il principio *polluters pay* in una ricerca IMF

MARCO PONTI*

Getting Energy Prices Right (IMF, Washington DC, 2014), la ricerca recentemente resa pubblica dal Fondo Monetario, appare di straordinaria vastità. Concerne infatti 156 paesi del mondo, e si ripropone di definire e valutare politiche fiscali per le quattro fonti principali di energia di origine fossile (carbone, gas naturale, benzina, diesel), tali da “internalizzare i costi esterni” che generano. E ciò tenendo conto di quanto le politiche fiscali nazionali già non “internalizzino” tali costi. Inoltre si spinge successivamente fino a valutare l’ordine di grandezza dei benefici socioeconomici e fiscali che la fissazione di una imposizione corretta genererebbe. Il volume, di quasi 200 pagine, è stato onorato da una prefazione di Christine Lagarde.

L’analisi si concentra soprattutto sul settore dei trasporti, per due motivi: la complessità del settore e la presenza di numerose altre esternalità, che in una ottica di internalizzazione non possono certo essere ignorate.

Le esternalità considerate per il settore dei trasporti appaiono nel complesso esaustive: infatti, accanto agli effetti climalteranti ed ai danni alle persone proprie di tutte le emissioni gassose in atmosfera, vengono valutati statisticamente i costi sociali degli incidenti ed i fenomeni di congestione.

Sulla valutazione di questi ultimi tuttavia non si possono non esprimere tre dubbi metodologici rilevanti. Il primo concerne la definizione di assenza di congestione (flusso veicolare libero) assunto come riferimento: in realtà la teoria dimostra che un flusso libero non è efficiente, perché evidenzia la sottoutilizzazione dell’infrastruttura.

* Marco Ponti, Politecnico di Milano.

Il flusso che massimizza il surplus sociale è intermedio tra il flusso libero e quello congestionato. Nel caso della città di Parigi il rapporto fra costo “economico” della congestione e quello del “tempo perso” è stato stimato pari a 1/15 (Prud’Homme, 2001).

Il secondo dubbio è l’assimilazione della congestione ad altre esternalità: anche qui la teoria, sviluppata dal premio Nobel Buchanan, include la congestione stradale tra le “esternalità di club”, in cui i soggetti danneggiati coincidono con i soggetti che generano il danno, al contrario delle esternalità da emissioni. Il terzo dubbio è la nota inefficienza dell’uso delle accise sui carburanti nell’internalizzare la congestione: considerata l’estrema variabilità nel tempo e nello spazio del fenomeno è di gran lunga preferibile ricorrere a strumenti del tipo *congestion charge*. Analoga considerazione può essere svolta con riferimento al tema della incidentalità.

Ma qui non c’è spazio per una trattazione più esaustiva di questi punti; c’è solo da osservare che essi collocano tendenzialmente i risultati dello studio IMF *on the safe side*, nel senso di non sottostimare le esternalità del settore dei trasporti, piuttosto il contrario.

La base dati di riferimento dello studio, data la fonte, è ovviamente assai ampia: tutte le maggiori organizzazioni internazionali hanno contribuito, la Banca Mondiale e l’OECD in primo luogo, ma anche la Commissione Europea e organismi sanitari di varia natura, e poi moltissimi studi e ricerche di singoli paesi. Da un così ricco campione poi si è potuto estrarre una casistica “per analogia”, che è stata estesa con buoni livelli di confidenza a paesi più poveri di dati diretti.

Confrontando i costi sociali delle emissioni con le politiche fiscali dei diversi paesi, è stato prodotto un *ranking* di paesi più o meno “virtuosi”. Come era logico aspettarsi, il paese meno virtuoso (considerando sia la quantità di emissioni che il livello di internalizzazione) è risultato gli Stati Uniti.

Ma è emerso altresì che molti importanti paesi in via di sviluppo non solo non tassano l’uso dei combustibili fossili, ma li sussidiano esplicitamente, ponendoli in commercio a prezzi nettamente inferiori di quelli che spunterebbero sui mercati internazionali (“colpevoli” sono in particolare risultati l’Egitto, l’Indonesia ed il Venezuela).

Per quanto concerne in particolare i trasporti, l’Europa, dato l’elevato livello di pressione fiscale sui carburanti, risulta essere particolarmente virtuosa. In generale, tale pressione risulta molto superiore ai

costi esterni complessivi, includendovi quindi incidenti e congestione stradale.

L'Italia si colloca ovviamente tra i paesi "virtuosi", cioè con un prelievo per nei trasporti stradali mediamente superiore alle esternalità come prima definite (assai più per la benzina e meno per il gasolio). In uno studio più analitico per il caso italiano era in già effetti emerso che per alcuni settori del trasporto stradale verosimilmente il prelievo fiscale superava le esternalità generate. I numeri relativi sono eloquenti: tassa per litro necessaria per internalizzare tutti i costi esterni, benzina € 0,42, diesel € 0,59. Tassa attuale: benzina € 0,85, diesel € 0,68. Sono dati calcolati per il 2010, per ovvie ragioni di disponibilità omogenea di dati a livello mondiale, ma verosimilmente la pressione fiscale delle accise in questi ultimi anni si è accentuata.

Per concludere: a confronto con altri settori inquinanti i trasporti sono quelli che in Italia internalizzano di più i costi esterni mentre ve ne sono altri come l'agricoltura che sono fortemente sussidiati.

Certo, sarebbe imprudente e semplicistico concludere che ridurre le accise sui carburanti sia per i paesi "virtuosi" una politica da perseguire, tuttavia la questione meriterebbe di essere sollevata almeno a livello di ricerca sia perché al di sopra di certe soglie di prelievo le entrate complessive non aumentano o addirittura calano, sia per i caratteri di regressività del prelievo: il "diritto alla mobilità" su quattro ruote non sembra finora avere attirato la stessa attenzione di quello, minoritario, soddisfatto dai mezzi collettivi. Ma anche il notevolissimo "surplus fiscale" che questo settore genera potrebbe contribuire a rendere l'approccio ai problemi della mobilità meno ideologico.

I metodi di valutazione dei costi ambientali del trasporto all'interno delle analisi costi-benefici*

PAOLO BERIA**

1. Esternalità ambientali nei trasporti

I problemi ambientali legati ai trasporti sono ben noti: inquinamento atmosferico, inquinamento legato alla produzione e demolizione di veicoli ed infrastrutture, rumore, effetti vari sul paesaggio, cambiamento climatico, ecc. Inoltre, si generano inefficienze e perdite di benessere per l'uso eccessivo di risorse scarse (spazio urbano, combustibili fossili, ecc.), congestione ed incidentalità.

In termini socio-economici i problemi ambientali sono considerati costi esterni, cioè costi generati ad altri, ma non pagati e quindi non percepiti da chi li genera. Il consumo è quindi superiore a quello che si avrebbe se il costo sociale fosse interamente percepito dall'inquinatore e quindi inefficiente. La rappresentazione economica classica del problema è fornita nella Figura 1. Come si vede, il costo percepito dello spostamento è inferiore al costo sociale dello stesso, perché il costo sociale contiene anche le esternalità non percepite. Scorrendo la curva di domanda, si può determinare il numero di spostamenti, che risulta nella realtà più alto di quello che si avrebbe in corrispondenza del costo sociale. Vi è dunque un sovraconsumo, cioè si viaggia più del livello efficiente, generando perdite di surplus collettive.

È interessante notare come tutta l'area blu del diagramma corrisponda al costo sociale dell'inquinamento. Essa, però, è suddivisibile

* Sintesi del contributo presentato al Convegno Sipotrà, Università degli Studi di Genova, 6 maggio 2016.

** DASTU, Politecnico di Milano, paolo.beria@polimi.it.

in due parti, di significato economico completamente diverso. Il trapezio a sinistra sta sotto la curva di domanda, quindi quel costo sociale verrebbe prodotto anche se il costo fosse interamente percepito. In altre parole, è un costo ambientale efficiente, al pari di qualunque altro costo.

La parte a destra delle esternalità totali, che corrisponde al sovraconsumo, è “inefficiente” perché non verrebbe prodotta nel caso in cui il consumatore percepisse interamente il costo sociale generato.

2. Esternalità e valutazione economica

Grazie a questa formulazione classica i problemi ambientali, visti come costi esterni, possono entrare in maniera rigorosa e formalizzata nelle valutazioni socio-economiche, attraverso il calcolo della perdita di surplus collettivo dovuta alla loro esistenza a causa delle scelte di trasporto. In pratica, la stima dei costi esterni è la norma nelle Analisi Costi benefici da vari decenni e può contare su una consolidata letteratura di valori parametrici per le esternalità principali: principali inquinanti atmosferici, CO_2 e altri gas climalteranti, incidentalità, rumore, congestione, consumo delle infrastrutture. A

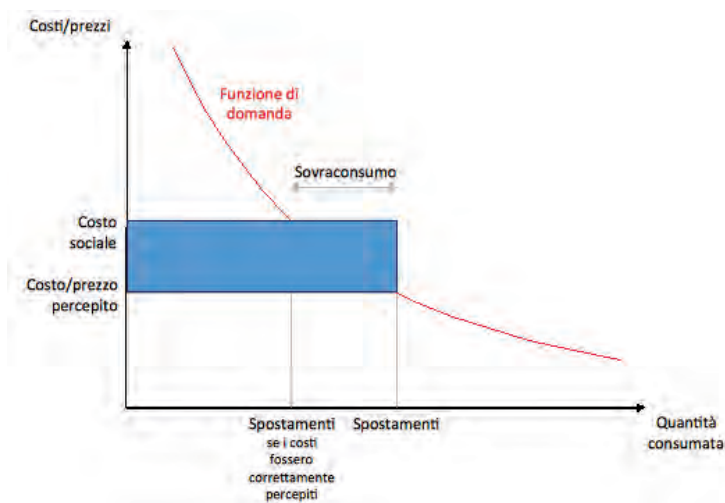


Figura 1. Rappresentazione economica classica del problema del costo esterno di trasporto.

Tabella 1

<i>SCENARIO 2024, contesti urbani</i>	<i>[€/cent/km]</i>
Inquinamento atmosferico	1,15
Cambiamento climatico	2,59
Incidenti, sicurezza	0,65
Rumore	0,88
Consumo infrastrutture	0,63
Effetti up&downstream	1,22
Costi non percepiti auto	8,00
Totale	15,12

puro titolo di esempio, due recenti linee guida per la valutazione dei progetti (Regione Lombardia, 2015 e MIT, 2016) riportano valori indicativi per i calcoli ed entrambe fanno riferimento alla più recente valutazione della Commissione Europea (Korzhenevych *et al.*, 2014). La tabella seguente riporta, a titolo di esempio, una stima dei costi esterni per il trasporto in auto, espressa in €/cent/km, in contesti urbani.

È importante sottolineare come i costi esterni associati ad 1 km percorso in auto dipendano anche in maniera sostanziale da numerosi fattori:

- a) Motorizzazione e, di conseguenza, mix di motorizzazioni nella flotta media. Veicoli più obsoleti inquinano di più, dunque nel tempo il costo ambientale medio è calato con la progressiva sostituzione dei mezzi con mezzi più recenti.
- b) Contesto di emissione. Il contesto di emissione influenza in maniera duplice l'impatto, sia esso inquinamento, rumore, sicurezza. Innanzitutto, in contesti più abitati (tipicamente le città) il danno è maggiore perché maggiori sono i recettori. Inoltre, in contesti edificati è probabile che vi sia meno circolazione dell'aria e dunque che le concentrazioni di inquinanti aumentino.
- c) Ciclo di guida. Una marcia regolare, come si ha in autostrada, è a parità di tutto il resto meno inquinante rispetto ad una marcia caratterizzata da stop&go.

La differenze sono tali che, passando da auto vecchie in contesti urbani ad auto recenti in contesti rurali senza congestione, il danno per km sia di vari ordini di grandezza inferiore.

Per il trattamento di problemi specifici, è in crescita anche la letteratura su esternalità di natura più limitata, ma rilevanti in alcuni casi specifici. Ad esempio l'affollamento sul TPL o gli effetti positivi netti sulla salute dell'uso di modi attivi (bici, piedi), importanti rispettivamente in valutazioni su investimenti nel TPL in ambiti urbani e nella valutazione di progetti di pedonalizzazione o ciclabilità.

Come tutte le stime economiche, anche quelle dei costi esterni sono passibili di imprecisioni e semplificazioni e dunque il loro utilizzo più appropriato è in termini comparativi, cioè nella valutazione di opzioni alternative in cui quello ambientale è uno degli aspetti presenti. Ad esempio, nella valutazione tra due tracciati stradali, uno più sinuoso e potenzialmente pericoloso rispetto a uno più sicuro, ma più costoso.

È innegabile che la valutazione economica di certe esternalità comporti assunzioni di valore piuttosto forti. Un esempio è quello della valutazione di un investimento sulla rete stradale che riduce l'incidentalità statistica, ma lo fa a discapito di valori paesaggistici. Il "numero" che si introduce nell'analisi per valutare il costo sociale di un incidente e il costo sociale di un albero obbligano a dare un peso relativo all'uno rispetto all'altro. Ma il decisore dovrebbe essere consapevole del fatto che anche una non-decisione, cioè il non fare nulla e mantenere lo *satus quo* solo perché non si vuole misurare un *trade-off*, è una decisione e quindi sussume l'assunzione di un valore. Questo suggerisce che una esplicita, per quanto passibile di miglioramento, stima del costo sociale dell'esternalità che si va a risolvere è sempre da preferire ad una non-stima.

Ma quanto valgono, generalmente, i valori ambientali (solitamente benefici), rispetto agli altri valori in gioco? Per rispondere si può far riferimento a quanto contenuto nel Piano Urbano della Mobilità Sostenibile del Comune di Milano (Comune di Milano, 2015). Esso ha valutato circa 50 azioni di natura del tutto diversa, dai prolungamenti di metropolitane esistenti a politiche di pricing alla riorganizzazione di servizi ferroviari. È possibile comparare tra loro i risultati perché tutte le valutazioni, comprese quelle ambientali, utilizzano la medesima metodologia e i medesimi input. In questo senso, esso è utile per avere

Tabella 2

Tipo di intervento	Valore dei costi esterni* su		Peso CO ₂ sul totale dei costi esterni
	totale dei benefici utenti	investimento	
prolungamenti metropolitane	11%	20%	35%
nuova metropolitana	7%	5%	35%
prolungamenti tranviari	5%	6%	37%
<i>road pricing</i>	41%	n.a.	42%
velocizzazione reti	3%	42%	36%
servizi ferroviari urbani e stazioni	13%	93%	37%

* Nella valutazione del PUMS, la riduzione della congestione era compresa tra i benefici degli utenti e non tra i costi esterni.

un'indicazione di massima su quanto valgano le esternalità rispetto, tipicamente, al costo diretto per gli utenti, sebbene limitato ad un contesto sostanzialmente urbano.

Come mostra la tabella, che riporta il valore medio dei costi esterni sul totale dei benefici (o costi, in alcuni casi) degli utenti, i costi esterni rappresentano una quota minoritaria dell'effetto dell'opera. Per progetti come prolungamenti di metropolitana in area urbana, che tipicamente portano ad un cambio modale piuttosto efficace per l'ultimo tratto, i benefici da riduzione dei costi esterni (esclusa la congestione) valgono in media l'11% dei benefici complessivi o il 20% dei costi di investimento. All'estremo opposto, per gli interventi sulla rete di superficie, siano essi velocizzazioni o prolungamenti, i benefici ambientali valgono meno del 5% dei benefici totali. Questo perché l'effetto di queste politiche è limitatamente il cambio modale, quanto piuttosto un miglioramento delle condizioni di viaggio degli utenti già sul trasporto pubblico locale. Solo per misure come il *road pricing*¹, dove evidentemente si va ad agire direttamente sui costi del trasporto privato, spostando viaggi dalla gomma al TPL o evitandoli del tutto, i benefici esterni pesano per quasi la metà degli effetti totali. Inoltre, è interessante notare come, in tutti i casi, gli effetti del riscaldamento globale pesino al più la metà degli effetti complessivi, sebbene su di essi si concentri buona parte del dibattito in merito alla riduzione delle esternalità.

1. Si trattava dell'estensione di Area C alla cerchia della città novecentesca rispetto alle mura spagnole di oggi.

Questi numeri mostrano chiaramente come si tratti quindi di effetti che è importante quantificare ed esplicitare, ma che difficilmente sono risolutivi per investimenti o politiche già per loro natura efficienti. In altre parole, gli effetti ambientali ed esterni in generale, sono difficilmente in grado di mutare il risultato di un'ABC. Dunque, in casi tipici come quelli dell'esempio l'utilità dell'opera è da ricercarsi in altri ambiti, in particolare la riduzione dei costi privati di trasporto, siano essi su modi pubblici o privati.

Come si è già avuto modo di richiamare, in questo esempio la congestione non è presente, o meglio, è inclusa nel denominatore del rapporto, cioè nella variazione di surplus degli utenti. In generale, la congestione risulta essere spesso l'effetto principale tra quelli esterni, dove il problema esiste come negli ambiti urbani più complessi, mentre è spesso nulla o quasi per la maggior parte delle reti extraurbane.

3. Internalizzazione ed analisi costi-benefici

Come noto, la quantificazione economica delle esternalità è strettamente correlata con il tema della loro internalizzazione, oltre che con l'utilizzo di tale stima all'interno di una valutazione costi-benefici.

Il principio dell'internalizzazione prevede che, attraverso opportune tariffe, si faccia percepire al consumatore l'intero costo sociale del suo consumo. Nel caso dei trasporti significa aumentare i costi operativi dell'auto fino a coprire i costi sociali dovuti ad inquinamento, congestione ed incidentalità, in modo, da una parte, di eliminare la quota di consumo inefficiente (vedi paragrafo 1) e dall'altra di raccogliere risorse per compensare i danneggiati o ridurre gli impatti.

Una qualche forma di internalizzazione esiste comunemente nelle accise sui carburanti, anche se è evidente che esse non sono state definite per coprire i costi sociali, ma per massimizzare la raccolta fiscale. Quindi, sebbene le accise non siano tariffe internalizzanti, dal punto di vista del consumo si comportano come tali: riducono il consumo e generano un trasferimento verso lo stato. Il problema, anche se questo non è il tema del presente contributo, è che le accise sono strutturalmente inadeguate ad una buona internalizzazione. Questo non solo perché non è garantito il reinvestimento, né perché l'am-

montare della tassa non è nei fatti ben calibrato con il danno (nessuno le ha calcolate esplicitamente), ma perché non può essere in nessun caso ben calibrato con il danno (Beria *et al.*, 2012). Infatti, solo alcune delle esternalità sono correlate alla percorrenza chilometrica e quindi hanno una indiretta attinenza con il consumo di carburante. Altre, come congestione ed incidentalità, che spesso sono le più rilevanti in termini quantitativi, non sono in nessun modo correlabili direttamente al consumo di carburante e dunque non vi sarà una accisa capace, per tutti i consumatori, di internalizzare appropriatamente.

Al di là dell'avere ben costruito o meno una politica internalizzante, è interessante mostrare come internalizzazione e analisi costi-benefici siano collegate e, dunque, non si dovrebbe fare un'ABC ignorando il livello di internalizzazione dei costi esterni perché esso influenza il risultato.

Si immagini di valutare un generico progetto che riduce i tempi di viaggio con TPL, spostando utenti dall'auto al TPL. Le esternalità risparmiate dal progetto grazie al cambio modale entrano nell'ABC come beneficio. Tuttavia la quota internalizzata è compresa, con segno opposto, anche nei costi privati degli individui che effettuano le scelte di trasporto. L'ABC sarà composta da un beneficio per gli utenti esistenti, un beneficio degli utenti che cambiano modo, un beneficio dovuto alla riduzione delle esternalità e da un costo dovuto al minor gettito fiscale generato dalla quota di utenti che cambia modo. Tale costo non è però un vero costo, ma una correzione di un trasferimento, poiché quel gettito fiscale è parte, con segno opposto, dei costi pagati dagli utenti. La questione fondamentale è dunque capire come sono legati i benefici da costo esterno evitato e le correzioni per le accise non più pagate. La tabella seguente fornisce un esempio in tal senso.

Il primo caso è quello in cui l'esternalità è perfettamente internalizzata (*fuel tax* = CX). In questo caso i comportamenti degli utenti saranno già efficienti, ma l'eliminazione della parte di esternalità "efficiente" sarà comunque un beneficio. Si ha dunque un mancato trasferimento di 101 € (indicato come "correzione *fuel tax*"), a cui però corrisponde un mancato costo di pari importo "nascosto" nel ΔS degli utenti, che quelle tasse le smettono di pagare. Poiché, come si diceva, in questo caso particolare l'esternalità è perfettamente internalizzata, si avrà anche un beneficio da riduzione dei costi esterni pari esattamente a 101 €.

Se la tassazione è maggiore del costo esterno (cioè è eccessivamente internalizzato), come nella seconda colonna, il beneficio complessi-

Tabella 3

	<i>Caso 1</i>	<i>Caso 2</i>	<i>Caso 3</i>	
Passeggeri totali	1500	1500	1500	pax
VoT	10	10	10	eur/h
VOC	0,3	0,35	0,2	eur/km
fuel tax	0,1	0,15	0	eur/km
costi esterni	0,1	0,1	0,1	eur/km
cambio modale auto → TPL	145	150	130	pax
ΔS esistenti	416,7	466,1	326,6	€
ΔS spostati	60,6	62,7	54,3	€
Δ costi esterni	101,8	105,3	91,3	€
correzione tariffe	145,4	150,5	130,4	€
correzione <i>fuel tax</i>	-101,8	-158,0	0,0	€
VAN	622,76	626,62	602,61	€
% CX su benefici diretti	19,5%	20,2%	17,9%	

vo che si ottiene è maggiore. Lo stesso fenomeno, con segno opposto, si vede anche nel caso di sotto-internalizzazione (terza colonna). La spiegazione di questo fenomeno, non del tutto intuitivo, è che in un contesto di costi (genericamente) più internalizzati, ho:

- già in partenza più persone sul TPL che beneficiano dell'intervento di miglioramento del TPL stesso (il rettangolo del surplus è maggiore perché maggiore la sua base);
- più viaggiatori che cambiano modo perché più vicine alla soglia di convenienza del TPL a causa dei maggiori costi percepiti (il triangolo del surplus — la regola del mezzo — è anch'esso maggiore perché maggiore la sua base).

Questo risultato porta ad un'indicazione di policy interessante, cioè che più è alta la quota di internalizzazione, più è conveniente investire in politiche (come il TPL) che riducono i costi esterni.

Riferimenti bibliografici

- BERIA P., GRIMALDI R., PONTI M., *Comparison of social and perceived marginal costs of road transport in Italy*, «Economics and Policy of Energy and the Environment», No. 2/2012: 85–112.
- COMUNE DI MILANO, *Piano Urbano della Mobilità Sostenibile Milano – Documento di Piano*, Comune di Milano, 2015.
- KORZHENEVYCH A., DEHNEN N., BRÖCKER J., HOLTkamp M., MEIER H., GIBSON G., COX V., *Update of the handbook on external costs of transport*, European Commission DG MOVE, 2014.
- MIT (2016), *Linee guida per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche nei settori di competenza del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti*, D.Lgs. 228/2011.
- Regione Lombardia, *Linee Guida per la redazione di Studi di Fattibilità, Interventi Infrastrutturali*, Regione Lombardia, 2015.

Riduzione delle emissioni

Il ruolo dell'innovazione tecnologica
e delle politiche di riequilibrio modale

FRANCESCO RAMELLA*

1. Introduzione

Negli ultimi due decenni la sostenibilità ambientale è divenuta un fattore cardine delle politiche della mobilità ed è assai diffusa tra i decisori politici la convinzione che il trasporto ferroviario e, più in generale, i trasporti collettivi possano ricoprire un ruolo centrale ai fini della riduzione dei consumi energetici e delle esternalità ambientali correlate alla mobilità privata¹.

Le evidenze empiriche disponibili mostrano però come una migliore dotazione infrastrutturale ed un più elevato livello quantitativo e qualitativo dell'offerta di servizi di trasporto collettivo e/o la fornitura degli stessi a prezzi inferiori ai costi di produzione non possano modificare, se non in misura marginale, l'impatto ambientale complessivo della mobilità (Ponti *et al.*, 2013) ed in particolare quello dell'inquinamento atmosferico e le emissioni di CO₂ (cambiamenti climatici) ossia le due problematiche che destano maggiore preoccupazione. In entrambi i casi, il fattore di gran lunga più rilevante ai fini della sostenibilità è stato e sarà rappresentato dall'evoluzione tecnologica

* Università di Torino e S.I.P.O.TRA, francesco.ramella@gmail.com

1. A titolo di esempio, tra le molte possibili, si riportano due dichiarazioni del Ministro dell'ambiente e del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti italiani: «La mobilità sostenibile, deve diventare un obiettivo nazionale all'interno della strategia dei cambiamenti climatici. La soluzione è chiara: dobbiamo portare più gente dal mezzo privato al mezzo pubblico» (G. L. GALLETTI, 19 settembre 2015); «Il trasporto pubblico locale è l'unica vera soluzione strutturale per risolvere il tema dell'inquinamento... Dobbiamo vincere questa sfida a tutti i costi» (G. DELRIO, 4 maggio 2016).

dei veicoli e non dalla variazione delle quote di mobilità soddisfatte dai diversi modi di trasporto.

I benefici ambientali possono giustificare “al margine” l’adozione di politiche e la realizzazione di infrastrutture di per sé economicamente fattibili ma non possono essere il *driver* delle scelte. Non vi sono obiettivi “strategici” realisticamente perseguibili che possano far metter tra parentesi una attenta analisi dei costi e dei benefici.

Inoltre, in considerazione dell’attuale livello di internalizzazione dei costi esterni ambientali in Italia ed in Europa, il sussidio dei trasporti collettivi in una prospettiva ambientale non è equo né efficiente: in particolare, per quanto concerne la riduzione delle emissioni di CO₂, politiche di “riequilibrio modale” hanno costi marginali di gran lunga superiori a quelli di interventi in altri ambiti e non sono quindi auspicabili in un’ottica di massimizzazione della riduzione delle emissioni a parità di risorse destinate a tale obiettivo.

2. Il riequilibrio modale

L’obiettivo del riequilibrio modale è stato il cardine della politica europea dei trasporti a partire quanto meno dal 2001 quando fu redatto il “Libro bianco” (*Commission of the European Communities, 2001*) nel quale venivano illustrate più di sessanta misure volte a modificare la ripartizione modale fra modi di trasporto in particolare grazie al rilancio delle ferrovie. Nel decennio successivo la quota modale del trasporto su ferro e dei trasporti collettivi è rimasta sostanzialmente immutata (1) e non si riscontrano differenze significative fra i maggiori Paesi europei.

L’introduzione negli ultimi tre decenni dei servizi sulle linee ad alta velocità ha determinato un significativo spostamento di domanda dal trasporto aereo alla ferrovia in particolare per quanto riguarda gli spostamenti sulle percorrenze medio lunghe (600 – 800 km) ma l’impatto sulla evoluzione complessiva della domanda in ambito europeo, la cui forte crescita è correlata all’aumento dei viaggi di media percorrenza, risulta essere anch’essa assai modesta (Clewol *et. al*, 2014). La “attrattività” della ferrovia rispetto al vettore aereo sembra peraltro essere destinata a ridursi in futuro poiché le linee AV realizzate

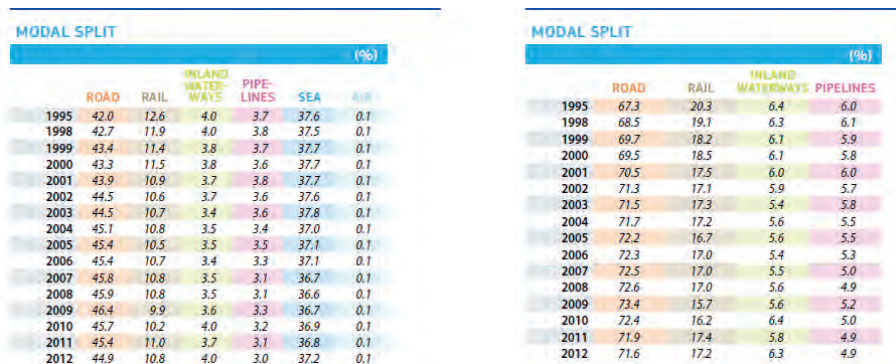


Figura 1. Ripartizione modale per la domanda di trasporto passeggeri e merci nella UE28. Fonte: European Commission, 2014.

finora coprono già le relazioni OD ove più elevati erano i flussi aerei acquisibili.

In una prospettiva di lungo periodo, è significativo rilevare come anche nel caso della Svizzera, Paese che probabilmente più di ogni altro ha investito sul trasporto ferroviario e collettivo e che dispone di una rete e di servizi di standard molto elevato, l'evoluzione della domanda di trasporto e della ripartizione modale siano state simili a quelle degli altri Paesi europei.

La quota modale della ferrovia ha conosciuto un rapido declino dal 1950 fino al 1985 passando da oltre il 50% al 13% della mobilità delle persone per poi stabilizzarsi su tale livello nel ventennio seguente e risalire al 17% nell'ultimo decennio. Il trasporto individuale su strada deteneva nel 2010 una quota della mobilità complessiva delle persone, espressa in termini di passeggeri-km pari al 76,3% a fronte di una media UE27 pari al 75,3%. In valore assoluto la percorrenza pro capite in auto in Svizzera risulta di pari a 11.800 km contro una media di 9.460 nella UE27 (10.300 km della UE15).

Il flusso di merci (tonnellate-km) trasportate su ferrovia nel 2010 in Svizzera (esclusi i traffici di transito) è paragonabile a quello di venti anni prima; nello stesso periodo, la strada è cresciuta del 30% e rappresenta attualmente il 74% del totale, valore di poco superiore a quello medio europeo pari al 71,8%² (Fig. 1).

2. Rimane largamente maggioritaria ma con tendenza verso la diminuzione la quota della ferrovia sul traffico di transito: prima dell'apertura del traforo stradale del Gottardo (1981), la ferrovia deteneva il quasi monopolio dei traffici di transito (97% delle tonnellate

Tabella 1. Evoluzione della domanda di trasporto passeggeri e merci (nazionale) e in Svizzera dal 1950 al 2010.

Anno	Ferrovia		Passeggeri [milioni di viaggiatori–km]						Auto	
			Autobus		Aereo					
1950	7.703	52%	660	4%	35	0%	6.400	43%		
2010	20.592	17%	3.276	3%	4.321	4%	90.600	76%		

Anno	Ferrovia		Merci [milioni di tonnellate–km]				Strada	
			Impianti fissi		Navigazione			
1950	1.624	63%	0	0%	56	1%	903	35%
2010	4.683	25%	218	1%	141	1%	14.005	74%

Fonte: nostra elaborazione su dati Litra, 2012.

3. Benefici ambientali (e non) per la collettività vs. sussidi

Si può altresì osservare che i maggiori benefici ambientali (e non) attualmente ascrivibili all'esistenza del trasporto collettivo locale sarebbero conseguiti ugualmente in assenza di sussidi: autobus e tram e treni con un elevato numero di utenti a bordo risultano infatti profittevoli (o comunque richiedono livelli di sussidio che rappresentano una quota minoritaria dei costi di produzione), pur in presenza di livelli di efficienza modesti. È interessante al riguardo esaminare la distribuzione cumulata dell'utenza in una grande area urbana. In 2 si riportano i dati relativi alla città di Firenze un decennio orsono. Ebbene, il 78% delle linee copre il 35% dei passeggeri trasportati. Assumendo una copertura media dei costi pari al 30%, è possibile in prima approssimazione affermare che, per circa un quinto dell'offerta, i ricavi da traffico sono dello stesso ordine di grandezza delle risorse spese per la produzione del servizio mentre, per il restante 80% dei servizi, gli introiti che derivano dalla vendita dei titoli di viaggio si attestano intorno al 10% della spesa sostenuta.

trasportate). Nei due decenni successivi la gomma è cresciuta fino al 24% dei traffici. Nel nuovo secolo, nonostante l'introduzione della Tassa sul Traffico Pesante Commisurata alle Prestazioni (Ttpcp) che comporta un esborso medio aggiuntivo per l'attraversamento della Svizzera di circa 250 euro, equivalente a un aggravio del costo del trasporto dell'ordine del 60%, e la previsione di generosi sussidi alla ferrovia (145 euro per spedizione o 2.080 euro a treno per un totale di 152 milioni di euro all'anno), la quota modale della strada è ulteriormente salita al 28,5% (RAMELLA, 2012).

Un rilevante divario fra offerta complessiva di servizi ed utenza si registra anche in due fra le maggiori aree metropolitane del nostro Paese: a Milano il rapporto fra passeggeri-km trasportati e posti-km offerti è pari a 0,12 (Comune di Milano, 2015a), a Torino tale parametro si attestava nel 2010 a 0,19. È verosimile che la situazione sia analoga negli altri centri urbani.

Tale divario è in parte fisiologico, stanti la forte variabilità nel tempo e nella direzione degli spostamenti e le “indivisibilità” proprie del tpl ma sembra anche indicare che, in alcune aree e fasce orarie, vi sia anche un “patologico” sovradimensionamento dell’offerta; nell’anno 2013, a seguito di una riduzione dei trasferimenti della Regione, nella città di Torino si è proceduto ad un taglio dei servizi intorno al 10%; ciò nondimeno il numero di passeggeri trasportati è rimasto pressoché invariato, intorno ai 200 milioni all’anno (Ponti *et al.*, 2014).

Con riferimento al settore ferroviario, si rileva inoltre come in Gran Bretagna, l’utenza dei servizi ferroviari, che dal 1952 al 1992 è oscillata tra i 30 ed i 35 miliardi di passeggeri-km, è pressoché raddoppiata nel periodo successivo alla riforma (a fronte di un aumento intorno al 40% in Francia e Germania ed una sostanziale invarianza in Italia) pur

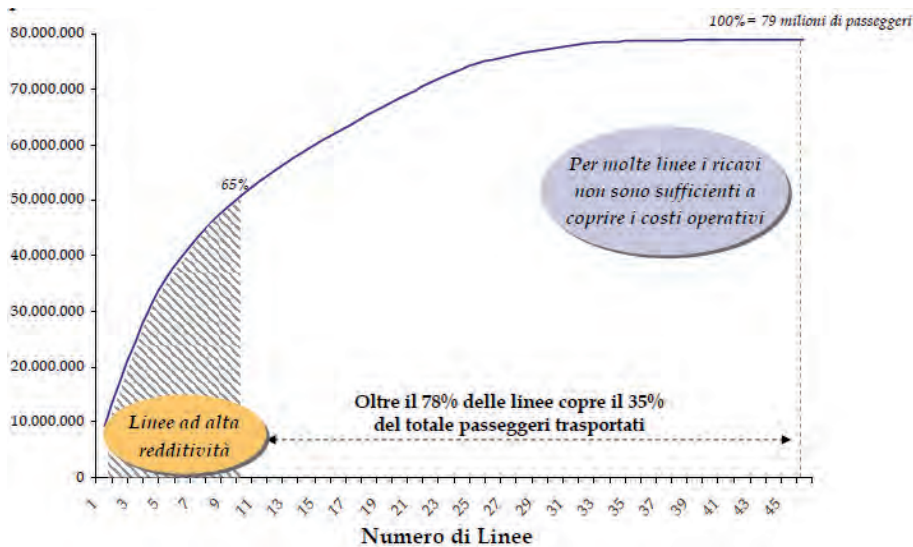


Figura 2. Curva dei passeggeri cumulati per linea ATAF – Anno 2003.
Fonte: ATAF–Earchimede, 2004.

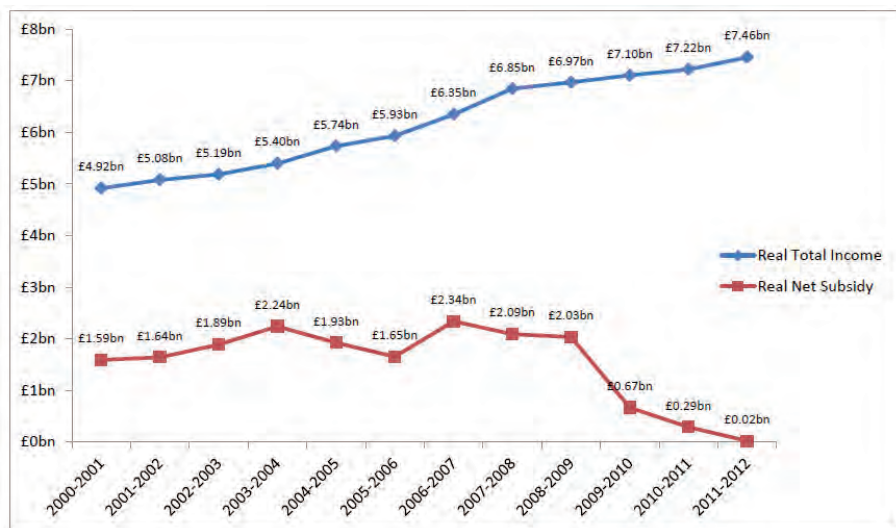


Figura 3. Evoluzione di introiti complessivi e dei sussidi delle imprese di trasporto ferroviario passeggeri in Gran Bretagna dal 2000/01 al 2011/12 a prezzi costanti.

in presenza di una progressiva riduzione dei sussidi per l'esercizio dei servizi che sono stati azzerati nel 2011/12³ (Fig. 3).

4. Evoluzione tecnologica e riequilibrio modale

4.1. Inquinanti atmosferici locali

In un orizzonte temporale pluridecennale l'elemento determinante ai fini dell'evoluzione delle emissioni di inquinanti atmosferici locali è stato (e sarà) rappresentato dall'evoluzione tecnologica dei veicoli. Nel periodo compreso tra il 1970 ed il 2015 le emissioni unitarie delle auto sono state radicalmente abbattute: ad esempio, la quantità di ossidi di azoto e di polveri emessa da un'auto alimentata a gasolio è diminuita di oltre il 98% per un'auto che rispetti gli standard vigenti (Fig. 4). L'evoluzione complessiva risulta essere solo leggermente meno favorevole anche qualora si considerino gli scostamenti tra emissioni "teoriche"

3. Rimangono invece molto elevati i trasferimenti a Network Rail, gestore della rete, che sono cresciuti dagli 1,14 miliardi di sterline nel 2001/02 ai 3,81 miliardi nel 2011/12 con un massimo di 4,24 miliardi nel 2008/09.

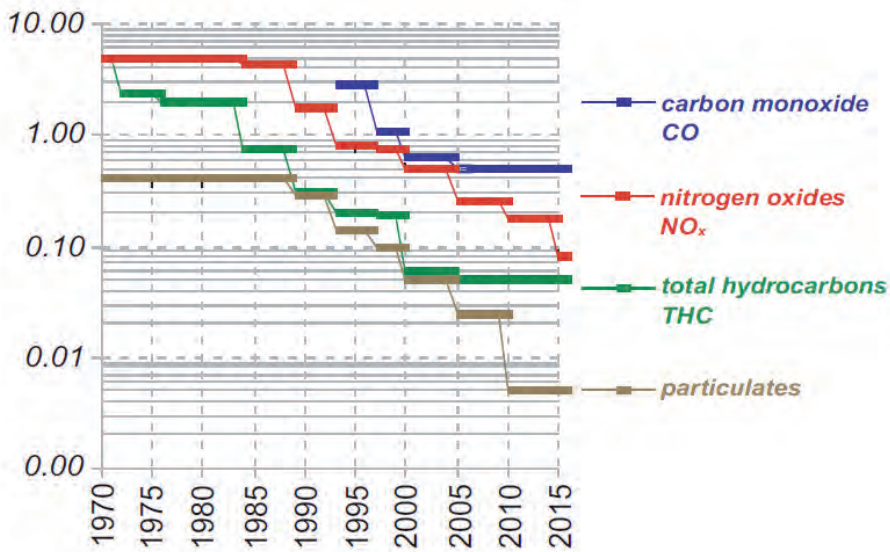


Figura 4. Emissioni unitarie di un'auto alimentata a gasolio [g/km].
Fonte: *Unione Routière de France*, 2008.

ed in condizioni di guida reali. Una recente ricerca dell'*International Council for Clean Transportation* (2014) volta a verificare le emissioni di un campione dei veicoli in condizioni di guida reali, è pervenuta alla conclusione che, in media, le emissioni di uno tra gli inquinanti presi in esame, gli ossidi di azoto (NO_x), sono più alte di sette volte rispetto a quanto previsto dallo standard EURO VI ossia "solo" dell'87% inferiori rispetto a quelle di un'auto commercializzata due decenni fa. Approssimativamente, nel loro insieme, le auto analizzate si comportano come veicoli "EURO III", sei (su quindici testati) sono a standard EURO IV ed una è conforme ad EURO VI: già oggi è quindi disponibile una tecnologia in grado di soddisfare gli standard vigenti.

Tale evoluzione, abbinata a quella analoga che ha interessato gli altri settori, ha determinato, pur in presenza di una significativa crescita della mobilità, una rilevante riduzione delle emissioni totali ed un netto miglioramento della qualità dell'aria nei Paesi a reddito più elevato. In 2 e 3 si riportano i dati relativi all'evoluzione delle emissioni e della concentrazione in atmosfera dei principali inquinanti negli Stati Uniti (dove, come noto, i trasporti collettivi

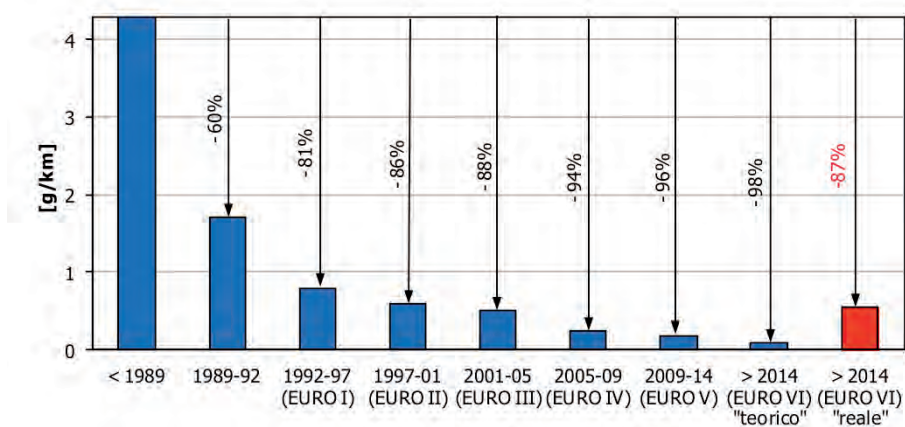


Figura 5. Emissioni di NOx unitarie di un'auto alimentata a gasolio [g/km].
Fonte: nostra elaborazione su dati *Unione Routière de France*, 2008 e *International Council for Clean Transportation*, 2014.

soddisfano una quota di domanda di mobilità inferiore rispetto a quella europea)⁴.

Tali tendenze sono destinate a proseguire nel futuro con l'ulteriore rinnovo del parco veicolare e con la possibile crescita della quota di veicoli alimentati con carburanti a ridottissimo impatto ambientale, ibridi od elettrici. Il peso delle politiche di cambio modale sarà molto modesto come si può evincere, ad esempio, dalla analisi del Piano urbano della mobilità sostenibile della mobilità sostenibile del Comune di Milano (2015a).

Nel documento vengono messi a confronto lo "stato di fatto" attuale, lo "scenario di riferimento" (ossia come si evolverebbe la situazione in assenza di provvedimenti) e lo "scenario di progetto".

Nello scenario di riferimento le emissioni si ridurrebbero rispetto allo stato di fatto di una percentuale compresa tra il 21% nel caso del PM10 e il 72% per l'Ec-Bc (carbonio elementare – black carbon). Come evidenziato dagli estensori del Piano: "il contributo più rilevante

4. Con riferimento alla realtà europea, si cita il caso di Milano dove, tra il 1990 e il 2010: il biossido di zolfo è passato da 38 a 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (-92%); il biossido di azoto è diminuito da 115 a 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (-52%); l'ossido di carbonio è stato abbattuto da 3,9 a 1,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (-74%). Ancor più significativa è l'evoluzione nel lungo periodo della concentrazione delle polveri: a Milano oggi la concentrazione media di PM10 è intorno ai 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; quaranta anni fa le polveri totali (di cui il PM10 rappresenta l'80-85%) erano pari a circa 175 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Percent Change in Emissions			
	1980 vs 2013	1990 vs 2013	2000 vs 2013
Carbon Monoxide (CO)	-67	-59	-42
Lead (Pb)	-99	-80	-50
Nitrogen Oxides (NO _x)	-52	-48	-41
Volatile Organic Compounds (VOC)	-53	-39	-18
Direct PM ₁₀	-50	-20	-17
Direct PM _{2.5}	---	-24	-32
Sulfur Dioxide (SO ₂)	-81	-78	-69
Notes:			
1. --- Trend data not available			
2. Direct PM10 emissions for 1980 are based on data since 1985			
3. Negative numbers indicate reductions in emissions			
4. Percent change in emissions based on thousand tons units			

Figura 6. Evoluzione delle emissioni di inquinanti atmosferici negli Stati Uniti dal 1980 al 2014.

alla riduzione delle emissioni è attribuibile al progresso tecnologico nella progettazione dei veicoli a motore per il rispetto delle direttive europee in materia di emissioni da veicoli a motore e al progressivo ricambio nel parco veicolare circolante”. A valle, vi è un marginale contributo delle azioni che puntano a modificare la ripartizione modale degli spostamenti. Nel caso del PM_{2.5}, la differenza di emissioni tra lo scenario tendenziale e quello di progetto risulta pari a 17 tonnellate all’anno, che rappresentano meno dell’1% di quelle totali della provincia di Milano pari nel 2012 a 2.117 tonnellate. Come evidente, la ricaduta in termini di miglioramento della qualità dell’aria della riduzione di emissioni risulta difficilmente percepibile.

4.2. Anidride carbonica

Sono invece rapidamente cresciute le emissioni totali di anidride carbonica del settore dei trasporti: dai 2,7 miliardi di t del 1970 si è passati ai 7,1 miliardi nel 2010. La quota di emissioni attribuibile al trasporto su strada è aumentata dal 59 al 72% (fig. 9).

Tabella 2. Emissioni atmosferiche dovute ai trasporti (Milano + 40 comuni di prima fascia) [t/anno].

	Stato di fatto	Scenario tendenziale	Scenario di progetto	π (progetto vs. tendenziale)
PM ₁₀	667	525	493	-32
PM _{2.5}	461	307	290	-17
NO ₂	2113	586	551	-35
EC-BC	164	45	42	-3

Fonte: nostra elaborazione su Comune di Milano 2015a.

Percent Change in Air Quality			
	1980 vs 2014	1990 vs 2014	2000 vs 2014
Carbon Monoxide (CO)	-85	-77	-60
Ozone (O ₃) (8-hr)	-33	-23	-18
Lead (Pb)	-98	-97	-87
Nitrogen Dioxide (NO ₂) (annual)	-60	-52	-43
Nitrogen Dioxide (NO ₂) (1-hour)	-57	-45	-29
PM ₁₀ (24-hr)	---	-36	-30
PM _{2.5} (annual)	---	---	-35
PM _{2.5} (24-hr)	---	---	-36
Sulfur Dioxide (SO ₂) (1-hour)	-80	-76	-62
Notes:			
1. --- Trend data not available			
2. Negative numbers indicate improvements in air quality			

Figura 7. Evoluzione della qualità dell'aria negli Stati Uniti dal 1980 al 2014.

Fonte: EPA, 2015.

Nel 2010 la quota di emissioni di gas serra del settore dei trasporti era pari al 14,3% del totale.

Il trend evolutivo nei prossimi decenni in ambito europeo sarà prevalentemente influenzato dall'evoluzione tecnologica dei veicoli e non dalla modifica della ripartizione modale: tra il 2001 ed il 2013 le emissioni medie teoriche dei veicoli immatricolati in Europa (EU15) sono diminuite del 27%, da 172,2 a 126,1 g/km (Fig. 4). In considerazione degli scostamenti tra emissioni in condizioni di prova e quelle

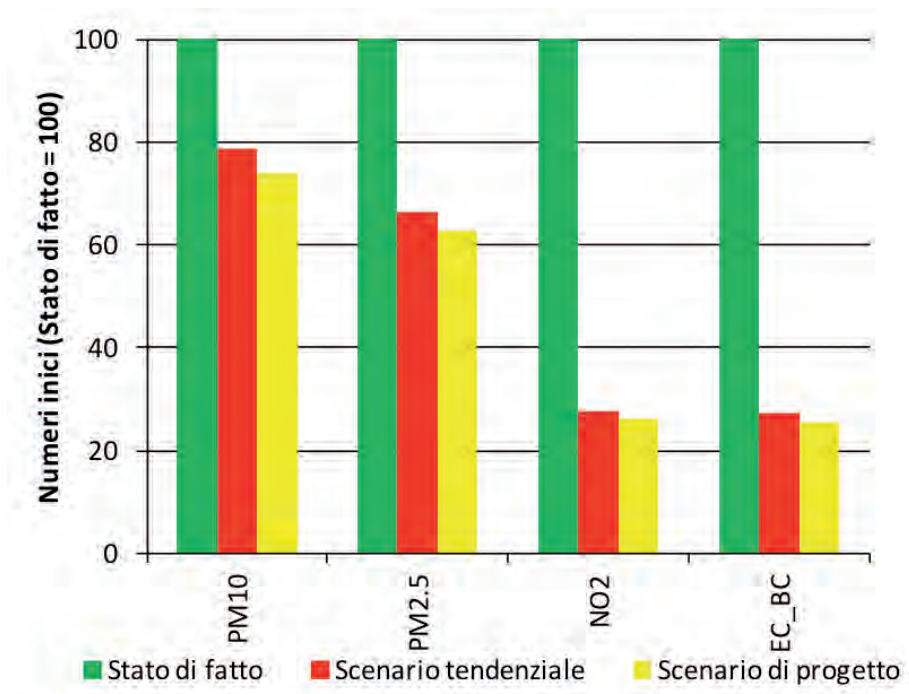


Figura 8. Emissioni atmosferiche dovute ai trasporti (Milano + 40 comuni di prima fascia) [t/anno].

Fonte: nostra elaborazione su Comune di Milano 2015a.

reali, è stato stimato che la riduzione reale sia stata pari all'8%, da 184 g/km a 168 g/km (International Council on Clean Transportation Europe, 2015). A partire dal 2020 in avanti l'Unione Europea ha fissato un obiettivo di 95 g/km come livello medio di emissioni per il nuovo parco auto.

Due esemplificazioni possono aiutare a comprendere meglio la limitata rilevanza del cambio modale.

Il Piano urbano della mobilità sostenibile del Comune di Milano (2015a) stima una riduzione delle emissioni di CO₂ pari a 174mila t; ipotizzando di replicare per venti volte le misure previste da tale piano, a scala nazionale si avrebbe una ricaduta pari a circa lo 0,7% delle emissioni totali in Italia.

Nel 2012 in Italia sono state trasportate su ferrovia poco meno di 20 miliardi di t-km (come nel 1990). Ipotizziamo che nei prossimi vent'anni la ferrovia riesca ad acquisire dalla strada un quantitativo

di merci dello stesso ordine di grandezza (con una crescita, dovuta al solo riequilibrio modale, pari al 3,5% annuo).

Assumendo un carico medio di 10 t per veicolo pesante, tale evoluzione corrisponderebbe ad una riduzione del trasporto merci su strada pari a 2 miliardi di veicoli-km. Le emissioni di un autoarticolato sono oggi di poco inferiori ai 900 g/km. La riduzione complessiva delle emissioni conseguita grazie al cambio modale sarebbe quindi intorno alle 1,8 milioni di t (al lordo delle emissioni ferroviarie aggiuntive) ossia lo 0,37% delle attuali emissioni di gas serra in Italia si attestano intorno ai 490 milioni di t di CO₂ equivalenti.

Si evidenzia altresì come, a scala mondiale, l'evoluzione delle emissioni di CO₂ del settore dei trasporti sarà in larga misura determinata dalla crescita dei livelli di motorizzazione dei Paesi in via di sviluppo mentre il peso dell'Europa è destinato progressivamente a ridursi.

Tra il 2005 ed il 2013, il numero di veicoli stradali (auto e mezzi commerciali) venduti in un anno è passato da 66 milioni a 88 milioni

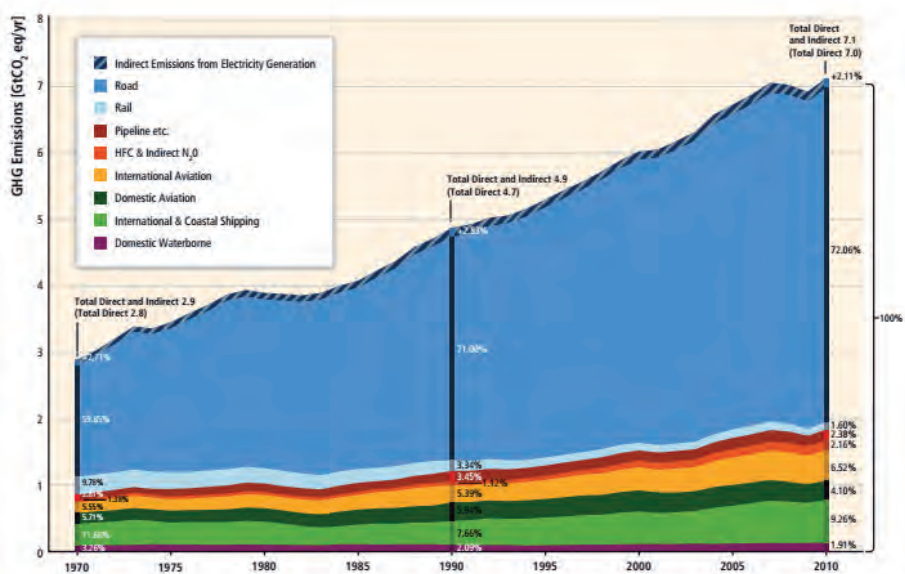


Figure 8.1 | Direct GHG emissions of the transport sector (shown here by transport mode) rose 250% from 2.8 Gt CO₂eq worldwide in 1970 to 7.0 Gt CO₂eq in 2010 (IEA, 2012a; JRC/PBL, 2013; see Annex II.8).

Figura 9. Evoluzione delle emissioni di CO₂ nel settore dei trasporti dal 1971 al 2010. Fonte: Sims *et al.*, 2014.

(+34%), ed il parco circolante mondiale è cresciuto da 892 milioni ad 1,18 miliardi di veicoli (+31%).

Con riferimento alla totalità delle emissioni a livello mondiale, l'Europa — che era responsabile del 19% delle emissioni mondiali nel 1990 — è scesa al 10% nel 2013 e, secondo le previsioni dell'IEA (*International Energy Agency*), nel 2030 al nostro continente sarà attribuibile solo il 7% della CO₂ emessa.

5. Chi inquina, paga

Il sussidio di un modo di trasporto che determina esternalità più contenute è giustificato solo se la tassazione che grava sul/i modo/i a maggiore impatto non internalizza le esternalità generate. Ora, in Italia ed in Europa, tale condizione nel caso della mobilità su gomma non sembra, in media, essere verificata. In base ai risultati di un recente studio del Fondo Monetario Internazionale (2014) in Italia il prelievo necessario per internalizzare tutti i costi esterni (compresi quelli relativi a congestione ed incidentalità) sarebbe pari a 0,42 €/l nel caso della benzina ed a 0,59

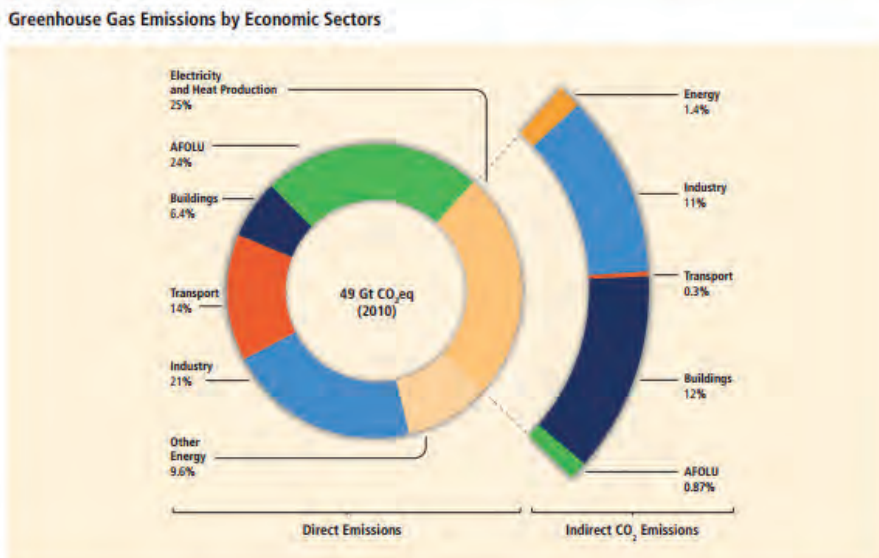


Figura 10. Ripartizione delle emissioni di gas serra nel mondo per settore – anno 2010. Fonte: IPCC, 2014.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
EU-27								158.7	153.6	145.7	140.3	135.7	132.2	126.7
EU-15	172.2	169.7	167.2	165.5	163.7	162.6	161.5	158.8	153.3	145.2	139.9	135.1	131.6	126.1
EU-12								157.8	156.8	154.2	148.2	144.1	140.9	135.8

Figura 11. Emissioni medie di CO₂ [g/km] delle auto immatricolate nell'Unione Europea dal 2000 al 2013.

Fonte: EEA, 2014.

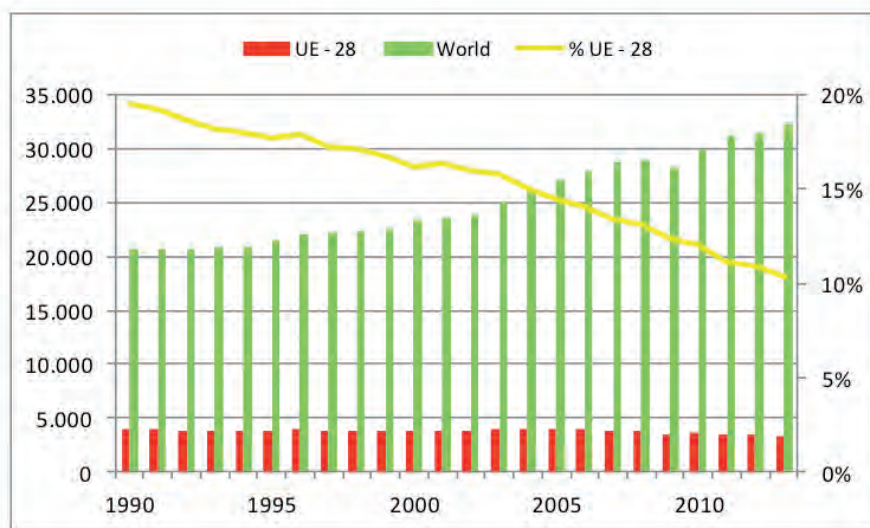


Figura 12. Emissioni di CO₂ nel Mondo ed in Europa dal 1990 al 2013.

Fonte: OECD/IEA, 2015.

€/l per il gasolio; quello reale, comprensivo di accisa ed iva applicata sulla stessa si attesta attualmente rispettivamente a € 0,88 ed € 0,75.

In particolare, nel caso dell'auto le esternalità ambientali assommano in ogni condizione di uso dei veicoli ad una (in molti ambiti, piccola) quota parte del prelievo fiscale; nel caso dei veicoli pesanti tale condizione non è verificata in ambito metropolitano; viceversa in ambito autostradale — ossia laddove il cambio modale potrebbe essere in alcuni casi fattibile — il carico fiscale risulta essere per un autoarticolato a standard Euro III pari a cinque volte le esternalità.

Una riforma volta ad internalizzare tutti i costi esterni dei trasporti dovrebbe condurre ad una riduzione del prelievo fiscale sui carburanti ed un accrescimento puntuale dei pedaggi (Proost, 2008).

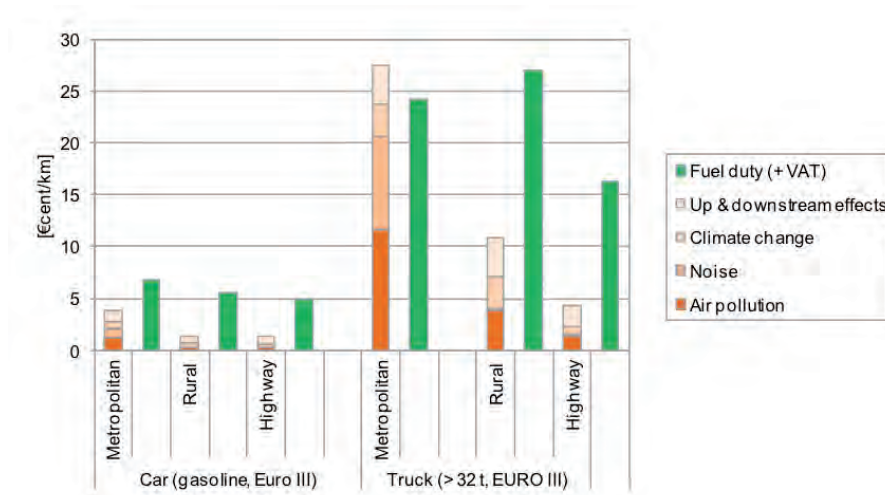


Figura 13. Costi esterni ambientali vs. prelievo fiscale.

Fonte: nostra elaborazione su dati Beria *et al.* 2012.

6. Il costo opportunità

Si evidenzia altresì come nel caso specifico della anidride carbonica, la quantità di emissioni provocata dalla combustione di un litro di benzina è pari a circa 2,35 kg. Lo stesso litro di benzina in Italia è soggetto a circa 90 centesimi di tasse specifiche. Come dato di fatto, per ogni litro di benzina “salvato” nel caso di cambio modale, il tesoro perde un introito equivalente con il quale potrebbe oggi teoricamente acquistare all’interno del sistema europeo di scambio di quote di CO₂ (EU-ETS⁵) una riduzione di CO₂ pari a circa 110 kg⁶ (ed a 25 kg in corrispondenza

5. Il Sistema europeo di scambio di quote di emissione (*European Union Emissions Trading Scheme* – EU ETS) è il principale strumento adottato dall’Unione europea, in attuazione del Protocollo di Kyoto, per ridurre le emissioni di gas a effetto serra nei settori energivori, ovvero i settori industriali caratterizzati da maggiori emissioni. Il Sistema è stato istituito dalla Direttiva 2003/87/CE e successive modificazioni (Direttiva ETS) e trasporta in Europa, per gli impianti industriali, per il settore della produzione di energia elettrica e termica e per gli operatori aerei, il meccanismo di *cap&trade* introdotto a livello internazionale dal Protocollo di Kyoto. L’EU ETS è un sistema *cap&trade* perché fissa un tetto massimo (“cap”) al livello totale delle emissioni consentite a tutti i soggetti vincolati dal sistema, ma consente ai partecipanti di acquistare e vendere sul mercato (*trade*) diritti di emissione di CO₂ (*quote*) secondo le loro necessità, all’interno del limite stabilito.

6. A ottobre 2015 le quote di emissione sono scambiate a circa 8 € per tonnellata di CO₂.

della quotazione massima – 30 € per tonnellata di CO₂ registrata nel 2008). L'intero comparto della mobilità su gomma potrebbe quindi oggi essere reso *carbon neutral* se lo Stato decidesse di destinare a tal fine una quota modesta degli introiti fiscali del settore (se questo non accade si dovrebbe presumere che l'impiego alternativo delle risorse acquisite comporti benefici superiori a quelli attesi dalla riduzione delle emissioni).

Una stima del costo di riduzione delle emissioni di CO₂ tramite politiche di riequilibrio modale può essere desunto dalla valutazione socio-economica degli scenari del Piano urbano della mobilità sostenibile del Comune di Milano. Il costo annuo per la finanza pubblica è previsto pari a 190 milioni € (Comune di Milano, 2015b) che equivalgono a circa 1.000 € per t di CO₂ non emessa.

Una recente analisi (Enkvist et al., 2010) giunge alla conclusione che l'adozione entro il 2030 di misure di riduzione delle emissioni aventi costi unitari inferiori ad 80 €/t CO₂ (di cui l'85% inferiori a 40 €/t CO₂) sarebbe coerente con uno scenario di evoluzione delle emissioni che determinerebbe il raggiungimento di una concentrazione massima di CO₂ in atmosfera pari a 510 ppm corrispondenti ad una crescita massima della temperatura rispetto al periodo pre-industriale di 2°C.

7. Conclusioni

Contrariamente a quella che appare essere l'opinione largamente maggioritaria tra i decisori politici, strategie di riequilibrio modale volte a ridurre la quota di domanda soddisfatta dal trasporto individuale a favore di quelli collettivi non possono che avere modeste ricadute in termini di riduzione delle emissioni di inquinanti atmosferici e di gas a effetto serra. L'evoluzione nel medio-lungo periodo di tali emissioni è stata e sarà strettamente correlata all'evoluzione tecnologica dei veicoli. In Italia ed in Europa, in considerazione dell'attuale livello di internalizzazione dei costi esterni generati dal trasporto su gomma, politiche di sussidio dei trasporti collettivi non sono giustificate sotto il profilo ambientale. Con riferimento specifico alle emissioni di CO₂, il più elevato costo marginale di abbattimento nel settore dei trasporti è la ragione per cui: «una nazione industrializzata che voglia ridurre le sue emissioni di gas serra al minimo costo, dovrebbe farlo in set-

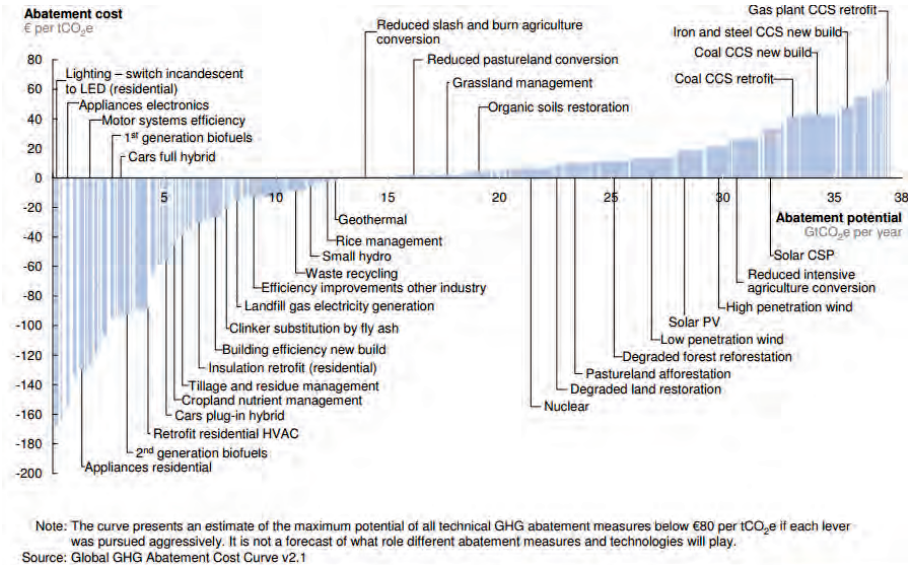


Figura 14. Costi esterni ambientali vs. prelievo fiscale.

Fonte: Enkvist et al., 2010.

tori diversi anche nel caso si prefigga ambiziosi target di riduzione (30–50%). La riduzione delle emissioni nel settore dei trasporti non è quasi mai una opzione efficiente»(Proost, 2008). Inoltre:

Un paese interessato alla riduzione delle emissioni di CO₂ nel mondo può raggiungere una più ampia riduzione totale spostando l'obiettivo dalla riduzione di attività da conseguire con un aumento della pressione fiscale o con restrizioni all'uso dell'auto ai miglioramenti tecnologici. La ragione è che i miglioramenti tecnologici si riversano su tutta la mobilità nel mondo, mentre la riduzione di attività è per definizione locale (Proost e Eliasson, 2015).

Riferimenti bibliografici

ATAF / EARCHIMEDE, 2004. *Piano Industriale 2005–2007 di ATAF SpA*, Firenze.

BERIA P., GRIMALDI R., PONTI M., *Comparison of social and perceived marginal costs of road transport in Italy*, «Economics and Policy of Energy and the Environment», Special Issue “Transport economics and the environment”, 2, 85–112, 2012.

- CLEWLOW R., SUSSMAN J., BALAKRISHNAN H., *The impact of high-speed rail and low-cost carriers on European air passenger traffic*, «Transport Policy» 33, 136–143, 2014.
- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, *European transport policy for 2010: Time to decide*, White paper, Brussels, 6–7, 2001.
- COMUNE DI MILANO, *Piano urbano della mobilità sostenibile – Documento di piano*, 2015a.
- COMUNE DI MILANO, *Piano urbano della mobilità sostenibile – Documento di piano –Allegato I – Analisi costi-benefici socioeconomica e finanziaria*, 2015b.
- EEA, *Monitoring CO₂ emissions from passenger cars and vans in 2013*, 15, Technical report No. 19/2014, 2014.
- ENKVIST, PER-ANDERS, DINKEL J., LIN C., *Impact of the financial crisis on carbon economics: Version 2.1 of the global greenhouse gas abatement cost curve*, McKinsey & Company, 2010.
- EPA, 2015, *Air quality trends*.
- EUROPEAN COMMISSION, *EU Transport in figures*, Brussels, 2014.
- INTERNATIONAL COUNCIL ON CLEAN TRANSPORTATION EUROPE, *Real-world exhaust emissions from modern diesel cars*, Berlin, 2014.
- INTERNATIONAL COUNCIL ON CLEAN TRANSPORTATION EUROPE, *From laboratory to road, A 2015 update of official and “real-world” fuel consumption and CO₂ values for passenger cars in Europe*, Berlin, 2015.
- IMF, *Getting Energy Prices Right*, Washington DC, 2014.
- IPCC, *Summary for Policymakers*, In: *Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [EDENHOFER, O., R. PICHES-MADRUGA, Y. SOKONA, E. FARAHANI, S. KADNER, K. SEYBOTH, A. ADLER, I. BAUM, S. BRUNNER, P. EICKEMEIER, B. KRIEMANN, J. SAVOLAINEN, S. SCHLÖMER, C. VON STECHOW, T. ZWICKEL AND J.C. MINX (EDS.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2014.
- LITRA, *Les transports en chiffres*, Edition 2012, 2012.
- OECD/IEA, *CO₂ Emissions from Fuel Combustion*, 2015.
- PONTI M., BOITANI A., RAMELLA F., *The European transport policy: Its main issues*. Case Studies on «Transport Policy» I, 53-62, 2013.

- PONTI M., RAMELLA F., *Per il trasporto locale si può spendere meno*, lavoce.info, 10 ottobre 2014.
- PROOST S., *Full Account of the Costs and Benefits of Reducing CO₂ Emissions in Transport*, Discussion Paper No. 3, OECD–ITF Join Transport Research Center, 2008.
- PROOST S., ELIASSON J., *Is sustainable transport policy sustainable?*, «Transport Policy» 37, 92–100, 2014.
- RAMELLA F., *Treni e strade: se la Svizzera non è un modello*, lavoce.info, 12 dicembre 2012.
- SIMS R., R. SCHAEFFER, F. CREUTZIG, X. CRUZ–NÚÑEZ, M. D’AGOSTO, D. DIMITRIU, M.J. FIGUEROA MEZA, L. FULTON, S. KOBAYASHI, O. LAH, A. MCKINNON, P. NEWMAN, M. OUYANG, J.J. SCHAUER, D. SPERLING, AND G. TIWARI, Transport. In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [EDENHOFER O., R. PICHSMADRUGA, Y. SOKONA, E. FARAHANI, S. KADNER, K. SEYBOTH, A. ADLER, I. BAUM, S. BRUNNER, P. EICKEMEIER, B. KRIEMANN, J. SAVOLAINEN, S. SCHLÖMER, C. VON STECHOW, T. ZWICKEL AND J.C. MINX (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2014.
- UNIONE ROUTIÈRE DE FRANCE, *Faits et chiffres*, URF, Paris, 32, 2008.

La mobilità urbana alla prova dei cambiamenti climatici*

ANNA DONATI**

Il peso delle emissioni di CO₂ in Italia ed in Europa è rilevante pari rispettivamente al 26% ed al 25% del totale. Per questo l'Unione Europea ha indicato rilevanti obiettivi per "Decarbonizzare i trasporti: avoid, shift, improve" ed è atteso per l'estate 2016 un pacchetto di ulteriori misure.

Secondo la UE l'obiettivo nei trasporti al 2030 è una riduzione delle emissioni di gas serra del 30% rispetto al 2005. Al 2050 l'obiettivo è - 60% rispetto al 1990. Obiettivi che saranno da aggiornare dopo l'Accordo di Parigi COP 21, che implica obiettivi più sfidanti e tempi più rapidi di riduzione. Per Il Libro Bianco nei Trasporti 2011 in ambito urbano serve:

- Dimezzare entro il 2030 l'uso delle autovetture nelle città "alimentate con carburanti tradizionali". Eliminarle completamente entro il 2050.
- Logistica urbana per le merci a zero emissioni di CO₂ entro il 2030.

Il peso della mobilità urbana è rilevante: secondo la Fondazione Sviluppo Sostenibile le emissioni di CO₂ per gli spostamenti dei passeggeri viene prodotta per il 70% per distanze inferiori a 50 km. Quindi una strategia efficace deve intervenire nelle città ed aree metropolitane: per risparmiare traffico, sostenere il riequilibrio modale, migliorare le tecnologie dei veicoli.

* Convegno "Trasporti e cambiamenti climatici", SIPoTrà e Cattedra Jean Monnet «EU Environmental Law», 6 maggio 2016.

** Anna Donati, Gruppo mobilità sostenibile Kyoto Club.

Le automobili hanno ridotto in modo significativo i consumi unitari e le emissioni inquinanti, ma l'uso esteso rende ancora problematica la qualità dell'aria nelle città come indicano i superamenti dei limiti persistenti in Italia. Secondo Ispra circa il 50% di emissioni inquinanti deriva dal traffico veicolare.

In Italia abbiamo un parco veicolare vecchio e quindi le emissioni sono più elevate. Circa il 50% dei veicoli è euro 1, 2, 3. Va poi sottolineato che la riduzione delle emissioni (caso Volkswagen) è soggetta a controlli di laboratorio e la differenza rispetto alla strada è significativa (vedi la ricerca di T&E che documenta di un 31% di scarto).

Anche per il trasporto pubblico gli autobus sono vetusti con una media di 11 anni contro i 7 anni della media europea. Il 30% degli autobus è euro 2 ed il 29% è euro 3. Le risorse per il TPL sono state ridotte da 6.2 mld a 4.8 mld dal 2010 al 2015 di contributi.

Ci sono anche buone notizie come la realizzazione di 55 km di nuove reti tramviarie negli ultimi 15 anni ma resta una spread di -68% rispetto al resto dell'Europa. Analogo ragionamento è l'estensione delle reti metropolitane realizzate in alcune città italiane, ma resta un deficit a confronto dell'Europa di -58%.

Sono stati realizzati anche investimenti e Servizi Ferroviari metropolitani, ma rispetto a quanto programmato siamo al 40% di realizzato. Qui c'è una domanda da servire significativa a causa dell'ampliamento delle città, dei nuovi quartieri e delle percorrenze che sono aumentate, ma i servizi di trasporto collettivo scarseggiano.

La vera novità degli ultimi anni è la *sharing mobility*, con il passaggio fondamentale dal possesso del veicolo al servizio: un cambio dovuto sia alla rivoluzione digitale ma anche una diversa cultura della condivisione che si sta affermando in particolare nei giovani.

A Milano e Roma in due anni vi sono 450.000 iscritti ai servizi di car sharing. "Blablacar" è la piattaforma di car pooling più utilizzata per i passaggi da città a città. In crescita il *carpooling* aziendale come JoJob che coinvolge 50.000 lavoratori e 43 aziende. Oltre al *bikesharing* l'ultima novità è lo *scooter sharing*.

Queste forme di condivisione dei veicoli e dei servizi vanno incentivate e sostenute. Sono in sperimentazione nuove forme di servizi come il car pooling urbano, innovazioni del servizio taxi, il noleggio auto davvero easy proposto dalle tradizionali aziende di noleggio.

Anche l'auto del futuro è oggetto di forti ricerche ed investimenti (anche da colossi come Apple e Google) per arrivare all'auto senza guidatore, connessa e sicura. Ci sono segnali promettenti in questa direzione, dove l'aspettativa è di avere un'auto elettrica, senza guidatore, sicura, ad energia rinnovabile, da utilizzare in *sharing*. Ma è un percorso né semplice e né immediato e quindi serve ragionare sui carburanti a basse emissioni di transizione.

In Italia a parte gli incentivi per i punti di ricarica, manca un piano strategico e di lungo periodo per lo sviluppo del veicolo elettrico (tipo Norvegia). Anche per il segmento del trasporto per la logistica delle merci vanno progettati veicoli elettrici ed innovativi da utilizzare in città.

In Italia l'uso della bicicletta dovrebbe essere promosso ed incoraggiato rispetto al misero 3% di uso quotidiano odierno: basti pensare che bel il 46% di chi si sposta non fa più di 5 km e qui camminare e muoversi in bicicletta sono una ottima soluzione per lo spostamento. Ma la città nel complesso va resa sicura, con piste ciclabili, zone a 30 km, con servizi di *bike sharing*, *bike to work* e *bike to school*, con percorsi, spazi ciclopedonali ed interventi di moderazione del traffico per riqualificare la città. La bicicletta a pedalata assistita è una efficacia soluzione per città con dislivelli, spostamenti di anziani, trasporto bambini e merci leggere.

Nel campo della logistica urbana delle merci, uno studio europeo ha stimato il peso del traffico commerciale in città tra l'8% ed il 15% e come emissioni pesa per il 20-30% (dipende dalle condizioni e dalla struttura commerciale ed urbana di ogni città).

L'obiettivo è migliorare l'efficienza del sistema, ridurre i carichi a vuoto. Vanno elaborati ed attuati Piani di Logistica Urbana Sostenibile con misure per riorganizzare la domanda ed utilizzare veicoli a basse emissioni. In Italia vi sono scarse esperienze: solo città come Vicenza, Lucca, Parma, Padova, Torino (e poche altre) hanno attuato politiche ed azioni concrete.

Di recente è arrivata nelle città la logistica a pedali, che per le consegne di ridotte dimensioni (tipiche dell'e-commerce) è una soluzione appropriata. Anche nel sistema delle consegne a casa vi sono delle innovazioni e delle novità, come IoRitiro (presso bar e punti vendita), e la *Packstation*, presso stazioni della rete ferroviaria e metropolitana.

Il futuro sarà dedicato alla elaborazione ed attuazione dei PUMS, Piani Urbani per la Mobilità Sostenibile di urbana e periurbana, secondo le linee guida europee, le cui parole chiave sono:

- Partecipazione, accessibilità e riqualificazione urbana.
- Investimenti per le reti tramviarie, metropolitane, nodi ferroviari, veicoli per il trasporto collettivo.
- Gestione integrata dei servizi pubblici e privati nelle città metropolitane, inclusa la mobilità condivisa che deve essere prevista tra i servizi da incentivare e misurare.
- Mobilità ciclopedonale.
- Intermodalità e nodi di scambio.
- Integrare mobilità ed pianificazione urbanistica per ridurre le percorrenze, per riqualificare gli spazi e garantire accessibilità.
- Adottare nuove tecnologie, sistemi produttivi e servizi per “risparmiare traffico”. *Smart working*.

Azioni e provvedimenti in corso per incentivare la mobilità sostenibile:

- Riforma del Trasporto Pubblico Locale e per la regolamentazione dei PUMS (Dlgs Madia Delrio). Scarsa propensione a gare e concorrenza.
- Riforma del Codice della Strada. Approvata alla Camera in discussione al Senato.
- Risorse del Collegato ambientale e DDL Stabilità 2016 per la mobilità ciclistica. Nuova legge di riforma in discussione alla Camera.
- Nel DDL Concorrenza (Senato) ci sono emendamenti per regolare UBER. Avviata di recente la discussione sul pdl sharing economy (camera).
- Risorse (scarse) per l’acquisto di autobus nel triennio.
- Investimenti nodi ferroviari urbani: 1308 mln nel Contratto di Programma 2012–2016 dello Stato con RFI.
- Risorse per le linee metropolitane di Torino, Milano, Napoli, Roma. Il tram a Firenze (mancano le altre città). Il nuovo Allegato al DEF 2016 «Strategie per le infrastrutture di trasporto e per la logistica» si pone obiettivi di sostenibilità e mette in agenda la mobilità urbana.
- Incentivi ai punti di ricarica elettrici. Manca un piano strategico di sviluppo dei veicoli elettrici.

La politica spaziale europea quale strumento di tutela ambientale*

MARCO FERRAZZANI**

1. Il cambiamento climatico visto dallo spazio

Il cambiamento climatico è una delle problematiche ambientali più importanti del nostro tempo e, la grande sfida è proprio quella di ottenere una conoscenza dettagliata di tutte le complesse variabili coinvolte.

L'importanza di questo fenomeno è riconosciuta da enti del calibro del Pannello inter-governamentale sul Cambiamento Climatico e dalla Convenzione Quadro sul Cambiamento climatico delle Nazioni Unite.

Il nostro clima sta cambiando a causa di una moltitudine di fattori che influenzano largamente la Terra. La mancanza di stazioni di misurazione in molte aree remote del pianeta, in particolare nella vaste ampie zone degli oceani, sta a significare che l'utilizzo dei satelliti è il solo modo per collezionare dati sulle "Variabili Climatiche Essenziali" – ECV.

Utilizzando tecniche di osservazione della Terra dallo spazio, si possono monitorare i cambiamenti ambientali globali in un modo altrimenti impossibile con l'utilizzo di altre tecniche.

L'osservazione fornisce informazioni uniche nel loro genere che ben supportano la comprensione e la gestione del cambiamento climatico. Lo spazio fornisce i dati in modo regolare, uniforme ed a copertura globale, inoltre effettua una valutazione affidabile degli andamenti, in dati intervalli di tempo, su variabili specifiche.

* Genova, 6 maggio 2016.

** Marco Ferrazzani, Consigliere giuridico Agenzia Spaziale Europea.

Osserva poi regioni remote, a volte sottostimate dai network convenzionali.

L'osservazione della Terra non ha solo rivoluzionato il modo in cui percepiamo il pianeta, ma ha anche dato consapevolezza dell'effettivo impatto che l'uomo ha sull'ambiente circostante. Le attuali missioni dei satelliti sono state ideate per creare un archivio di dati essenziali sul lungo periodo funzionali per una pianificazione di una politica locale ed internazionale.

In che modo le diverse missioni spaziali, gli strumenti ed dati raccolti possono essere utilizzati per studiare i cambiamenti subiti dall'atmosfera, dagli oceani e dai ghiacciai?

Per dare una risposta adeguata all'esigenza di ricevere dallo spazio dati qualitativi sul clima, l'Agenzia Spazia Europea (ESA), ha ideato un'iniziativa sul Cambiamento Climatico.



Figura 1. Desertificazione in Brasile

L'obiettivo è quello di sfruttare a pieno il potenziale degli archivi di osservazione globale di lungo periodo della Terra, che l'ESA, insieme agli Stati Membri, ha contribuito a consolidare nell'arco degli ultimi 30 anni fornendo un significativo e tempestivo contributo ai dati ECV richiesti dal UNFCCC.

L'obiettivo è di fornire un pacchetto di dati satellitari, stabili e di lungo periodo, basati sui dati ricavati dal ECV per i ricercatori in campo climatico. L'ECV saranno ricavati da un moltitudine di dati satellitari, attraverso una collaborazione internazionale, ed includeranno informazioni specifiche sugli errori ed incertezze dei pacchetti di dati.

La costruzione di una politica ambientale dipende da una tempestiva ed accurata informazione riguardo lo stato del nostro pianeta ed i pronostici sul suo futuro. Combinando i dati ottenuti dallo studio del pianeta, sia a livello terrestre, che dallo spazio attraverso l'uso dei satelliti, si potrà fornire una ricca serie di dati relativi alle superfici terrestri, agli oceani ed all'atmosfera. Le informazioni ottenute offrono una visione del panorama ambientale più ampia e dettagliata rispetto ai dati ottenuti con il solo studio a livello del suolo, inoltre forniscono un'opportunità unica di valutare l'impatto ed i cambiamenti derivanti delle politiche ambientali attraverso una serie di consistenti raffronti di aree geografiche in periodi di tempo determinati, per esempio, nel valutare la qualità dell'aria, mappare

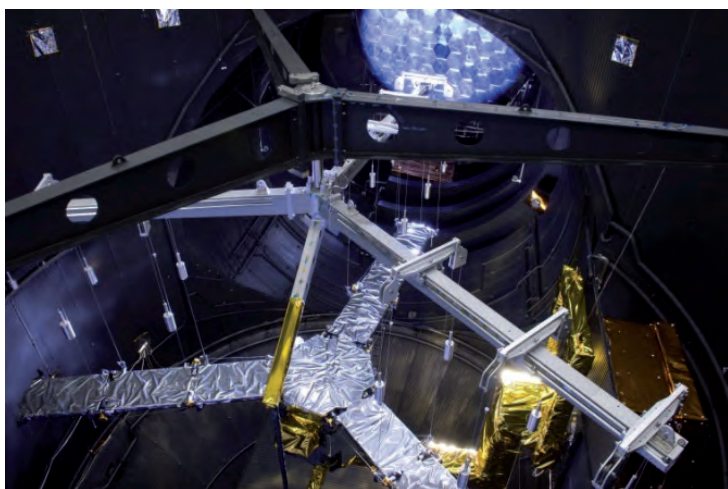


Figura 2. Satellite Smos

gli habitat delle specie marine o prevedere la crescita urbana delle città europee.

Al giorno d'oggi molti paesi hanno sviluppato dei programmi di osservazione della terra. Il programma di osservazione europeo, conosciuto con il nome di Copernicus (in precedenza Monitoraggio Globale per l'ambiente e la sicurezza – GMES), è un'iniziativa portata avanti dall'Unione Europea con il supporto dell'ESA.

Attualmente il programma Copernicus è alle prime fasi di attuazione, fornirà dati ai fini di informare a livello europeo, nazionale e locale la produzione di leggi ambientali e supporterà il monitoraggio ambientale, stime di politiche ambientali, modelli, previsioni meteorologiche e report. L'intenzione del programma è di fornire un contributo chiave alle iniziative più importanti dell'UE, inclusa quella delle Risorse Efficienti Europee (*Resource Efficient Europe*), il progetto si focalizza sull'assicurare le risorse europee in termini di risorse na-

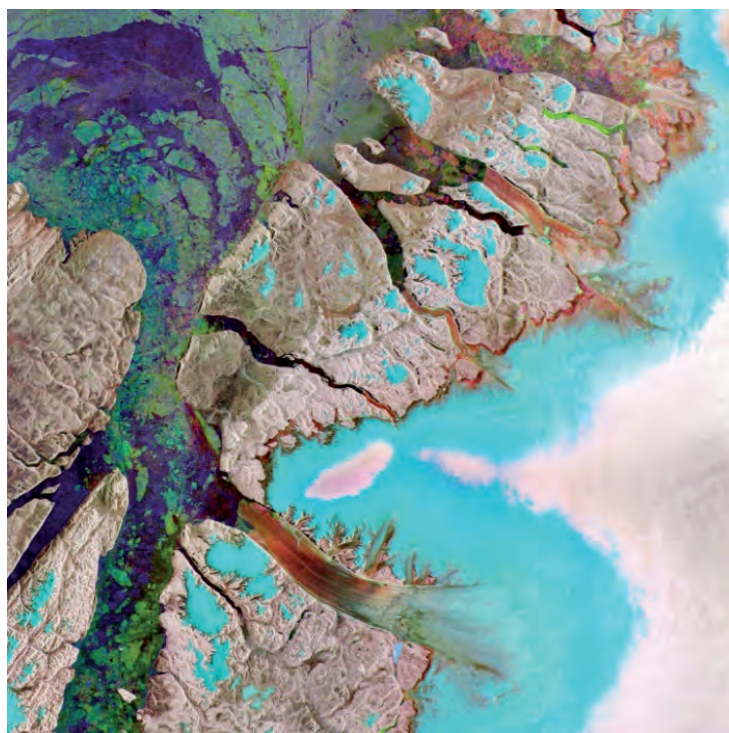


Figura 3. Monitoraggio dello scioglimento dei ghiacci

turali, come cibo, terreni, acqua, biomasse, ecosistema, carburanti e materie grezze.

La priorità dei progetti europei, sia in termini di informazione sulle risorse efficienti europee che nella nuova iniziativa dell'UE sulla Programmazione Ambientale 2020, è quella di costruire una base di nozioni comuni sulle problematiche ambientali.

2. L'osservazione della terra in Europa

Le origini del programma Copernicus possono essere scandite facendo riferimento ad una serie di incontri della Commissione Europea e dei rappresentanti europei del settore industriale spaziale, avvenuti a Baverno in Italia nel 1998. Il risultato fu il cosiddetto Manifesto di Baverno, nel quale si fissa «un' impegno di lungo periodo ai fini di sviluppare una serie di servizi di monitoraggio ambientale dallo spazio» in Europa (Bracher, 2004).

Nel 2007, Il consiglio Spaziale — ESA e membri della Commissione Europea — adottarono una risoluzione sulle Politiche Spaziali Europee, invitando la Commissione a suggerire proposte riguardo il finanziamento e il piano funzionale di quello che all'ora era il GMES (quarto Consiglio Spaziale Europeo, 2007).

Prima del Manifesto di Baverno, fu riconosciuto che non sarebbe emerso un valido risultato dalla sola osservazione spaziale, il monitoraggio dallo spazio sarebbe dovuto essere affiancato ad uno

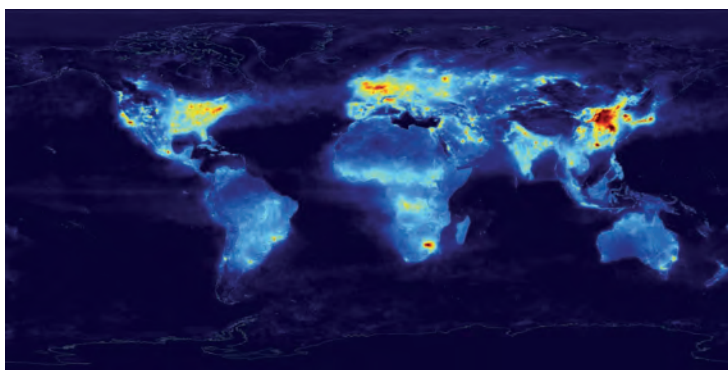


Figura 4. Monitoraggio globale dell'inquinamento atmosferico

studio, supportato da dati collezionati sulla superficie terrestre (dati *in situ*). Nello stesso modo in cui i meteorologi combinano dati provenienti dai satelliti e le osservazioni *in situ*, per le loro previsioni sul clima, così modo Copernicus integra dati forniti dai satelliti con quelli ricavati *in situ* per fornire un'analisi utile relativa ad una vasta gamma di dati ambientali.

In questo progetto di collezione e rielaborazione dei dati sono coinvolti agenti del settore sia pubblico che privato, i dati grezzi provenienti dallo spazio diventano poi utili mappature oppure applicazioni focalizzate su determinate informazioni fornite come servizi GMES. L'accesso ai dati per Copernicus è una vera e propria sfida che si basa su un numero di network scientifici finanziati da progetti di ricerca, i quali implicano rischi per una sostenibilità di lungo periodo. Un'altra sfida è la consistenza dei dati raccolti *in situ*, i quali sono spesso raccolti sui base nazionale o locale, strettamente collegati al lavoro della Direttiva INSPIRE e sull'iniziativa SEIS, in aggiunta al settore di sviluppo di conoscenze di base (ad esempio, il Sistema di monitoraggio delle acque in Europa-WISE; BISE per la biodiversità, oppure altri sui terreni).

2.1. Osservazione dei terreni e dei cambiamenti nel tempo

La maggior parte della popolazione europea vive in città. Pertanto, avere delle informazioni ad alta definizione e più accurate degli ambienti urbani, se fatto in maniera appropriata, potrebbe avere un impatto positivo sulla qualità della vita dei cittadini europei, ad esempio, contribuendo allo sviluppo sostenibile degli ambienti urbani attraverso un'ottimizzazione del sistema di trasporti oppure migliorando l'accesso agli spazi verdi, ed ulteriori applicazioni.

I dati provenienti dai satelliti possono essere utilizzati per monitorare le distese urbane nelle aree periferiche inclusi i terreni agricoli; oppure per rifinire le statistiche demografiche e produrre input per pianificazioni.

2.2. Osservazione terrestre degli oceani

L'accesso in tempo reale ai dati relativi allo stato dei nostri oceani — inclusi i dati sulle temperature locali, correnti, salinità, livello delle acque e dei ghiacci — è cruciale per molte attività umane, come ad

esempio rispondere alla fuoriuscita del petrolio, proteggere le risorse marine e la sicurezza in mare.

Il servizio di monitoraggio marittimo offerto da Copernicus sta correntemente operando con il progetto MyOcean2 FP7, con l'intenzione di spostare tutta l'operazione del servizio monitoraggio oceani nel 2014.

La Direttiva indica un piano per raggiungere un Buon Stato Ambientale (*Good Environmental State* – GES) degli oceani nel 2020, come appunto hanno suggerito gli indicatori attuali GES, i quali sono correntemente in via di sviluppo.

Infatti, oltre a fornire input iniziali ai fini della valutazione dello stato delle acque in Europa, lo studio dei dati da terra può essere utilizzata anche per monitorare i cambiamenti che stanno avvenendo ed i progressi che si fanno in direzione degli obiettivi ambientali prefissati.

Il monitoraggio degli ambienti marini, include specifiche applicazioni come il nascere di alghe tossiche, perdite di petrolio, tendenza al cambiamento verso un clima tropicale del continente europeo, assottigliamento dei ghiacciai e condizioni che determinano gli habitat di specie marine. CleanSeaNet è un servizio offerto da Copernicus e messo in atto dall'Agenzia Europea di Sicurezza in Mare (EMSA), la quale utilizza immagini di satellite per scovare e monitorare perdite di petrolio, ed allerte circa rovesciamenti sulle coste. È anche possibile

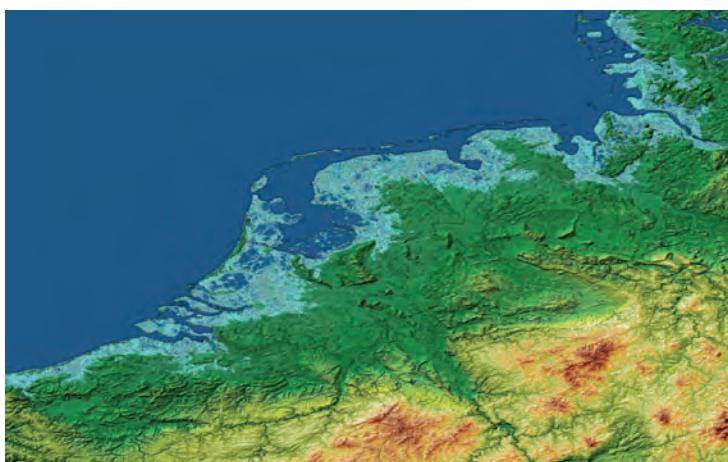


Figura 5. Monitoraggio globale sul cambiamento del livello delle acque

collegare le perdite di petrolio a singole navi, integrando i dati via satellite con i rapporti del traffico marino.

L'osservazione della terra può anche essere utilizzata per fornire informazioni rispetto alle politiche ed attività relative al settore della pesca, in modo tale organizzare in maniera sostenibile le attività di pesca intensiva, ed identificare delle aree adeguate alla pesca d'allevamento. La missione Copernicus, ad esempio, fornisce i mezzi per assicurare una futura fornitura di dati in Europa, con un potenziale di mappatura degli habitat di altre specie economicamente importanti, come le sardine o lo sgombero (Druon, 2010).

2.3. Osservazione dell'atmosfera terrestre

I sensori dei satelliti sono capaci di captare elementi chimici presenti nell'atmosfera terrestre, fornendo dati che potranno essere combinati con le osservazioni avvenute da postazioni terrestri, monitorando e modellando le informazioni ottenute in modo tale da ricavarne dati accurati sulla qualità dell'aria, con importanti implicazioni per la salute umana. Con l'attuale progetto di Monitoraggio della Composizione Climatica ed Atmosferica (MACC) FP7, la parte relativa alle componenti atmosferiche del progetto Copernicus sarà pienamente operativa nel 2014. In ogni caso, le applicazioni, come la previsione della qualità dell'aria locale, stanno già emergendo. airText per Londra e ObsAIRve forniscono agli abbonati informazioni circa la qualità dell'aria attraverso messaggi di testo, applicazioni e avvisi tramite social media.

L'avvento di sistemi di monitoraggio spaziale sulla qualità dell'aria hanno aiutato a migliorare le aree di copertura, le quali erano piuttosto scarse in passato. Ad esempio, l'osservazione della terra potrebbe essere usata per migliorare le stime sulla concentrazione di un determinato materiale. La maggior parte degli europei che vivono in città è esposta a polveri sottili presenti nell'aria. Una ricerca effettuata tra il 2008 e il 2011 sulla qualità dell'aria in 25 città europee ha scoperto che il superamento delle linee guida fornite dall'Organizzazione Mondiale della Salute sulle polveri sottili (PM 2.5) causa 19.000 morti all'anno e costa agli stati membri 31 miliardi di euro in spese sanitarie (Apheknom, 2011). Un progetto pilota che coinvolge Europa ed Stati Uniti sull'osservazione via satellite del nord Italia fa comprendere che l'osservazione via satellite in combinazione con il monitoraggio e la

simulazione di condizione atmosferiche fatte *in situ*, può migliorare le politiche che riguardano la creazione di leggi sulla qualità dell'aria in Europa circa la problematica delle polveri sottili (Di Nicolantonio *et al*, 2010). La creazione del nuovo satellite *Sentinels* che verrà lanciato all'interno del programma Copernicus, promette una più completa e affidabile stima della qualità dell'aria.

3. Efficienza delle Risorse

Lo sfruttamento delle risorse, inclusi materiali grezzi, combustibili, acqua, biomasse ed ecosistema, finanche l'aria pulita, sta aumentando. L'utilizzo delle risorse in maniera efficiente è diventata ormai una priorità, cristallizzata dalla Commissione Europea nel programma strategico Europa 2020, ulteriormente definito nel piano d'azione UE Efficienza delle Risorse, adottato nel 2012. Inoltre, considerando la dimensione globale delle problematiche ambientali chiave, come il cambiamento climatico, la biodiversità, lo sfruttamento dei terreni, la deforestazione, l'UE ha bisogno di confrontarsi a livello internazionale anche riguardo all'efficienza delle risorse. L'osservazione della terra



Figura 6. Satellite per il monitoraggio globale terrestre

può aiutare a creare una maggiore informazione relativa allo sfruttamento delle risorse in modo tale da costruire una base di conoscenze a sostegno dell'iniziativa principale per utilizzo efficiente delle risorse stesse. Può inoltre fornire informazioni strategiche e neutrali a livello globale, incluse analisi di andamenti di lungo periodo ricavate da serie di dati spaziali.

L'osservazione via satellite può inoltre essere utilizzata per aggiungere cruciali informazioni circa, ad esempio, una completa valutazione di potenziali location per centrali eoliche in alto mare oppure impianti di energia solare, in tal modo da fornire un contributo sostanziale per l'ottimizzazione della produzione di energie rinnovabili. Nel caso dell'energia eolica, per esempio, i satelliti sono capaci di misurare le onde oceaniche come anche di studiare gli habitat del fondo marino in acque basse, spesso occupate da turbine (Fellous and Bequignon, 2010). L'analisi delle acque interne, anche se più difficile comparata con quella degli oceani, è comunque possibile ed inoltre la sua importanza sta crescendo nelle aree dove c'è una maggiore scarsità d'acqua dovuta alla forte densità abitativa ed ad un clima secco.

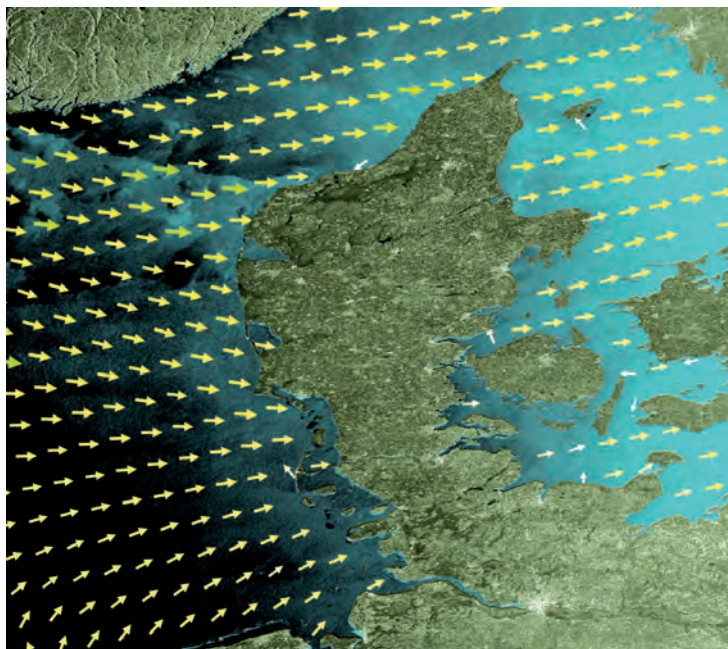


Figura 7. Monitoraggio globale delle risorse energetiche

La planimetria del 2012 redatta dalla Commissione Europea per la salvaguardia delle risorse idriche in Europa evidenzia il valore dell'osservazione via satellite nel fornire una base scientifica utile in relazione allo sviluppo di politiche per le acque profonde. Più in generale, l'osservazione su larga scala, e la grande risoluzione fornita dai satelliti, possono migliorare la conoscenza scientifica che abbiamo del funzionamento dell'ecosistema e della sua biodiversità all'interno di numerosi tipi differenti di ecosistemi e di habitat e perciò fornire informazioni riguardo il modo in cui utilizziamo e salvaguardiamo le risorse che questi ecosistemi ci forniscono.

4. Conclusioni

Lo studio della Terra dallo spazio è capace di fornire informazioni sull'ambiente in maniera più continua e consistente, rispetto allo studio operato solo a livello terrestre, il quale è spesso periodico e frammentario.

In ogni caso, i soli dati via satellite non sono sufficienti ed il vero valore dello studio della terra risiede nel combinare questo tipo di osservazione con il monitoraggio e la simulazione *in situ*, in modo tale da fornire immagini, report e previsioni migliori.

In Europa, l'osservazione della Terra ha già prodotto una serie di dati i quali hanno trovato svariate applicazioni, come eseguire la mappatura delle distese urbane, tracciare le perdite di petrolio nel mare e misurare la concentrazione nociva di polveri sottili nell'aria, con implicazioni per lo sviluppo sostenibile, la conservazione marina e la salute umana.

Lo studio della Terra è in grado di fornire informazioni utili ai fini della creazione di adeguate politiche ambientali a livello locale, regionale e pan-Europeo. Le potenziali limitazioni sono riferite alla mancanza di una consapevolezza rispetto alle risorse di dati disponibili, a quelle non disponibili a causa della presenza di nubi, la mancanza di informazioni riguardo la qualità dei dati, la competenza necessaria per interpretare le informazioni e i costi (in particolare rispetto a dati di alta risoluzione).

Il finanziamento per sostenere il programma Copernicus tra il 2014 ed il 2020 è stimato intorno ai 6 miliardi di euro, nei quali sono inclusi sia le componenti spaziali che quelle *in situ* (Commissione Europea, 2011). Si stima però che i benefici sociali derivanti dal programma Co-

pernicious supereranno da quattro a venti volte i costi sostenuti (Space-Tec pArtners, 2012). Quando il programma diverrà completamente operativo, l'Europa potrà giovare di benefici a lungo termine relativi al miglioramento del monitoraggio e delle previsioni ambientali.

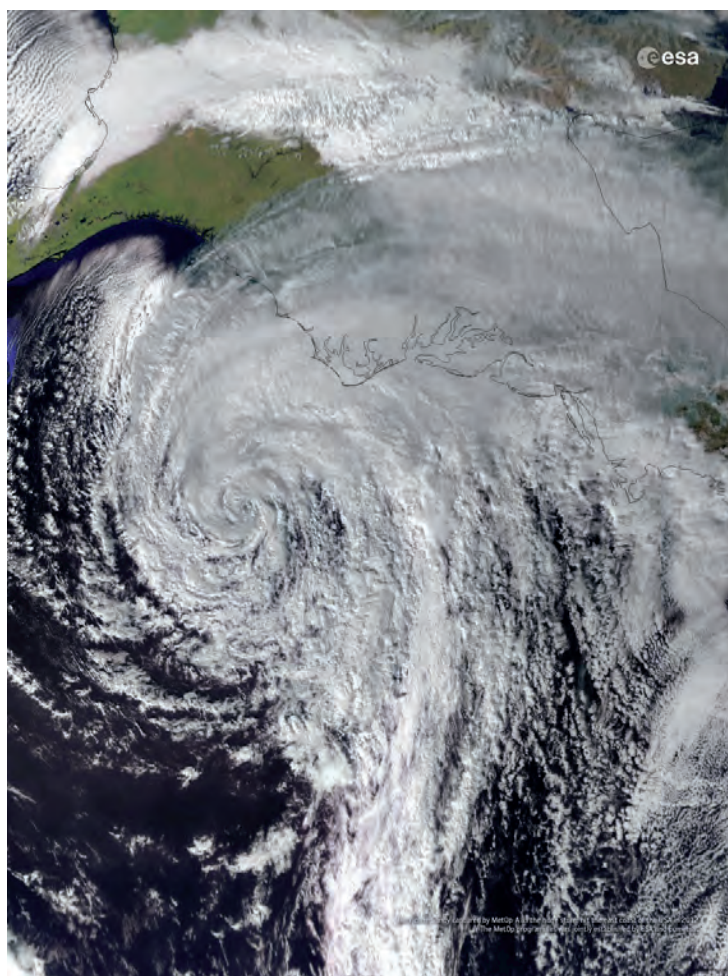


Figura 8. Osservazione meteo di un uragano

Cambiamenti climatici e traffico marittimo

Cooperazione o conflitto tra regimi giuridici?

LORENZO SCHIANO DI PEPE*

I. Introduzione

Il traffico marittimo internazionale contribuisce significativamente al cambiamento climatico globale. Ciò si spiega, come ben noto, con il fatto che il *bunker oil*, nel processo di combustione che caratterizza il consumo di carburante, produce una serie di sostanze inquinanti, inclusa in particolare l'anidride carbonica (CO₂). Secondo un rapporto pubblicato nel 2015 dall'*International Maritime Organization* (IMO), l'apporto del traffico marittimo internazionale corrispondeva nel 2012 a circa il 2,2% del totale complessivo delle emissioni di CO₂ introdotte nell'atmosfera¹. Inoltre, nel periodo tra il 2007 e il 2012, in media, il traffico marittimo aveva costituito il 3,1% circa del totale complessivo delle emissioni di CO₂².

Il medesimo documento, al quale si rinvia per ogni più ampia valutazione, illustra anche come nei decenni a venire le emissioni "marittime" di CO₂ siano destinate ad aumentare in misura importante e che, in assenza di sostanziali correttivi, se ne potrà registrare un

* Lorenzo Schiano di Pepe, Professore ordinario di diritto dell'Unione europea nell'Università degli Studi di Genova, Jean Monnet Chair, International and European Law of the Sea, 2017-2020.

1. *Third IMO GHG Study 2014*; International Maritime Organization (IMO) London, UK, April 2015; Smith, T. W. P.; Jalkanen, J. P.; Anderson, B. A.; Corbett, J. J.; Faber, J.; Hanayama, S.; O'Keefe, E.; Parker, S.; Johansson, L.; Aldous, L.; Raucci, C.; Traut, M.; Ettinger, S.; Nelissen, D.; Lee, D. S.; Ng, S.; Agrawal, A.; Winebrake, J. J.; Hoen, M.; Chesworth, S.; Pandey, A., p. 1.

2. *Ibidem*.

incremento misurabile tra il 50% e il 250% da qui al 2050, nonostante una serie di rilevanti progressi sul piano dell'efficienza energetica³.

Sulla base di queste premesse, e considerati i limiti di spazio imposti dalla particolare occasione della pubblicazione di questo contributo, nelle pagine seguenti si tenterà di sviluppare il tema del rapporto tra cambiamenti climatici e traffico marittimo internazionale nella prospettiva della presenza, in materia, di un complesso quadro normativo riconducibile, sul piano del diritto internazionale, a due diversi sistemi giuridici: da un lato, l'insieme di regole relativo all'utilizzo del mare e delle sue risorse (cd. diritto del mare), inclusa la protezione dell'ambiente marino dall'inquinamento, di cui la Convenzione delle Nazioni Unite sul Diritto del Mare del 1982 (CNUDM) rappresenta la massima espressione; dall'altro lato, il cd. diritto del clima, facente fondamentalmente capo alla Convenzione Quadro sul Cambiamento Climatico del 1992 (CQCC) e alla molteplicità di accordi ed atti che a valle di essa sono stati adottati nel corso degli anni.

Una complessità aggiuntiva, come si vedrà, è data dalla presenza, in materia, di un ulteriore livello normativo, costituito dal diritto dell'Unione europea, il cui contenuto non sempre risulta pienamente coerente con i pertinenti strumenti di diritto internazionale, in ragione del carattere particolarmente avanzato e in genere più ... ambizioso del diritto ambientale dell'UE in questo così come del resto in altri comparti.

2. Quadro normativo rilevante (sintesi)

Non è ovviamente questa la sede per una ricostruzione dettagliata delle linee evolutive che hanno interessato il diritto internazionale del clima dalle sue origini ad oggi. Va tuttavia brevemente ricordato che la CQCC consisteva, al momento della sua adozione, in una serie di principi e obbligazioni di carattere procedurale, secondo lo schema tipico della convenzione "quadro", in assenza tuttavia di un insieme di disposizioni di contenuto sostanziale e a carattere vincolante e precisi termini temporali per la loro attuazione. Nonostante ciò, si trattava di un accordo internazionale dall'obiettivo program-

3. Ivi, p. 4.

matico molto chiaro: stabilizzare i gas ad effetto serra nell'atmosfera ad un livello tale da prevenire un'interferenza pericolosa di origine umana con il sistema climatico⁴.

Solo cinque anni dopo, con l'adozione del Protocollo di Kyoto (PK) del 1997, si pervenne ad un trattato internazionale contenente l'assegnazione di impegni giuridicamente vincolanti (comportanti la riduzione o l'aumento controllato di sei diversi tipi di gas ad effetto serra) per un certo numero di Paesi industrializzati⁵.

In breve, si stabilì che gli Stati industrializzati, parti contraenti del PK ed elencati nel suo Allegato B, avrebbero rilasciato nell'atmosfera, nel periodo di tempo di riferimento tra il 2008 e il 2012, una quantità di gas ad effetto serra predeterminata (ridotta o limitatamente aumentata), espressa sotto forma di percentuale delle emissioni rilasciate da ciascuno di tali Stati nel corso dell'anno 1990. In tal modo, si rendeva possibile il raggiungimento di un obiettivo complessivo consistente nella riduzione a livello globale del 5% di emissioni di gas ad effetto serra (rispetto a quanto emesso nel 1990) tramite un complesso di impegni differenziati sottoscritti dagli Stati industrializzati partecipanti, a partire dalle riduzioni concordate per Unione europea (−8%), Stati Uniti d'America (−7%) e Canada (−6%) fino agli aumenti controllati di Norvegia (+1%), Australia (+8%) ed Islanda (+10%).

È importante sottolineare, nell'ottica del presente contributo, che l'articolo 2(2) del PK escludeva il traffico marittimo dalle attività da esso prese in considerazione. Ed infatti, le parti contraenti incluse nell'Allegato I alla CQCC erano soggette all'obbligo (*shall*) di *pursue limitation or reduction of emissions of greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol from ... marine bunker fuels, working through the ... International Maritime Organization*.

Molto è stato scritto sul limitato successo del PK e sulle possibili ragioni di ciò, inclusa la sua "ritardata" entrata in vigore (nel 2005) e la mancata ratifica da parte di alcuni Stati elencati nell'Allegato B, "chiave" sia sotto il profilo politico sia in quanto grandi emettitori, come ad esempio gli Stati Uniti d'America. In ogni caso, il PK era sin dall'inizio

4. Art. 2.

5. Cfr., ad esempio, C. BREIDENICH, D. MAGRAW, A. ROWLEY, J.W. RUBIN, *The Kyoto Protocol to the United Nations Framework on Climate Change*, in « American Journal of International Law », 1998, p. 315. Più in generale su questi temi si veda, F. Munari, L. Schiano di pepe, *Tutela transnazionale dell'ambiente*, Urbino, 2012, p. 251 ss.

stato concepito come uno strumento dall'ambito di applicazione temporale circoscritto. Ciò spiega perché la necessità di adottare un nuovo strumento internazionale fu oggetto di discussione sin dal 2009 e, in particolare, da quando, alla Conferenza di Copenhagen di quell'anno, gli Stati parte della CQCC furono in grado di raggiungere solo un accordo "politico", e dunque privo di valore giuridico, su come far seguito al PK allo scopo di perseguire gli obiettivi della CQCC⁶.

Uno sviluppo solo potenzialmente determinante intervenne a Doha tre anni dopo la Conferenza di Copenhagen, con la sottoscrizione di un accordo contenente una serie di modifiche al PK, incluso lo stabilimento di un nuovo periodo di impegni, della durata di otto anni a decorrere dal 2014, una nuova lista di gas ad effetto serra e l'aggiornamento e il rafforzamento dei preesistenti obiettivi di riduzione. Il cd. Accordo di Doha, tuttavia, non raggiunse il numero di ratifiche richiesto per la sua entrata in vigore.

3. L'Accordo di Parigi del 2015

L'Accordo di Parigi del 2015 (AP), che rappresenta l'ultimo passaggio in termini di governo internazionale del clima, si presta a valutazioni contrastanti, attesi i numerosi compromessi di cui costituisce l'espressione. Alcuni recenti sviluppi, e segnatamente la decisione degli Stati Uniti d'America di denunciare l'AP⁷, non hanno fatto altro che aumentare le perplessità rispetto alle effettive possibilità di successo di questo strumento.

L'AP, come noto, stato adottato in occasione di una riunione della Conferenza delle parti contraenti della CQCC tenuta tra la fine di novembre e l'inizio di dicembre 2015 e si configura come uno strumento giuridicamente vincolante (a condizione, ovviamente, della sua entrata in vigore sul piano internazionale, avvenuta il 4 novembre

6. Cfr., ad esempio, D. BODANSKY, *The Copenhagen Climate Change Conference: A Postmortem*, in « American Journal of International Law », 2010, p. 230.

7. In tema M. GERVASI, *Prime riflessioni sulla dichiarazione statunitense di denuncia dell'Accordo di Parigi sul cambiamento climatico*, in SIDIBlog, 15 giugno 2017, disponibile all'indirizzo <http://www.sidiblog.org/2017/06/15/prime-riflessioni-sulla-dichiarazione-statunitense-di-denuncia-dellaccordo-di-parigi-sul-cambiamento-climatico/> (visitato da ultimo il 26 agosto 2017).

2016), un risultato che non poteva darsi per scontato nel corso del negoziato che ha portato alla sua adozione.

Tuttavia, in linea di discontinuità con il PK, l'AP non prevede alcun obbligo prefissato di riduzione o aumento controllato delle emissioni di gas ad effetto serra nell'atmosfera, neppure per i Paesi industrializzati. Al contrario, viene (solamente) stabilito un impegno a lungo termine volto a mantenere l'aumento della temperatura media globale *well below 2 ° C above pre-industrial levels* e a porre in essere *efforts to limit the temperature increase to 1,5 ° C above pre-industrial levels, recognizing that this would significantly reduce the risks and impacts of climate change*⁸.

Tenuto conto di quanto precede, è chiaro che un ruolo determinante nell'effettiva attuazione degli obiettivi dell'AP è destinato ad essere svolto dai contributi determinati a livello nazionale dai singoli Stati⁹.

Premesso che i relativi piani dovranno essere predisposti dalle parti contraenti ogni cinque anni, particolare importanza assume (in un'ottica, per così dire, di ... continuo progresso della normativa ambientale) il requisito secondo cui i contributi determinati a livello nazionale da ciascuno Stato dovranno *represent a progression beyond the Party's then current nationally determined contribution and reflect its highest possible ambition, reflecting its common but differentiated responsibilities and respective capabilities, in the light of different national circumstances*¹⁰.

Resta da vedere in che misura ciò assicurerà un reale aumento nel livello d'impegno progressivamente assunto dai singoli Stati piuttosto che un incentivo, almeno per alcuni Stati, ad agire conservativamente nelle prime fasi di attuazione dell'AP.

Se è vero che l'assenza d'impegni precisi è coerente con lo stile di molte previsioni già proprie del diritto internazionale del clima precedente al PK, ci si sarebbe forse potuto attendere, all'esito dei negoziati di Parigi, un meccanismo di monitoraggio più stringente (accompagnato, magari, da una serie di requisiti procedurali) allo scopo di permettere una tempestiva verifica dell'effettiva attuazione degli obiettivi globali di cui sopra. Ciononostante le uniche due chiare indicazioni temporali riguardano il 2018, quando l'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) fornirà un *special report ... on the impacts of*

8. Art.2(1)(a).

9. Art.2(2).

10. Art.4(3).

*global warming of 1.5° C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways*¹¹, e al 2023, quando la Conferenza delle parti contraenti della CQCC *shall undertake its first global stocktake*. Ciò significa che solo in quel momento — e non prima — si prenderà atto *of the implementation of [the] Agreement* e dei suoi *long-term goals*. Quanto all'effetto di questo passaggio, esso pare peraltro essere — in larga parte — meramente informativo, essendo volto innanzitutto a *updating and enhancing, in a nationally determined manner, [the parties'] actions and support in accordance with the relevant provision of [the] Agreement, as well as ... enhancing international cooperation for climate action*¹². Al di là delle considerazioni di carattere generale che precedono, nonostante le posizioni delle associazioni non governative ambientaliste¹³ e di specifici settori dell'industria¹⁴, il traffico marittimo non è stato espressamente incluso nell'AP (lo stesso dicasi del traffico aereo) né nell'AP si rinviene un'esclusione esplicita del settore del traffico marittimo o un riferimento al lavoro e alla competenza dell'IMO.

4. Il ruolo dell'*International Maritime Organization*

Tra gli obblighi che la CNUDM impone agli Stati contraenti spicca notoriamente quello *to protect and preserve the marine environment*¹⁵. Una diversa disposizione precisa poi che detti Stati *shall take, individually or jointly as appropriate, all measures consistent with [the] Convention that are necessary to prevent, reduce and control pollution of the marine environment from any source*¹⁶, così includendo almeno in via di principio l'inquinamento atmosferico e l'immissione nell'atmosfera dei gas ad effetto serra.

11. Documento FCCC/CP/2015/L.9/Rev.I, par. 21.

12. Art.14.

13. A livello di stampa generalista, si veda *Shipping Dropped from Paris Climate Deal*, <http://worldmaritimenews.com/archives/178438/shipping-dropped-from-paris-climate-deal/>, da ultimo visitato in data 26 agosto 2017.

14. Si veda ancora: *Maersk "disappointed" in Shipping's Exclusion from Paris Climate Deal*, <http://gcaptain.com/maersk-disappointed-by-shippings-omission-from-paris-climate-deal/>, da ultimo visitato in data 26 agosto 2017.

15. Art.192.

16. Art.194(1).

La CNUDM contiene, peraltro, una serie di disposizioni che rilevano dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico. Si può fare riferimento agli articoli 212 e 222, rispettivamente riguardanti la legislazione prescrittiva e quella applicativa. In base all'articolo 212, in particolare, *States shall adopt laws and regulations to prevent, reduce and control pollution of the marine environment from or through the atmosphere, applicable to the air space under their sovereignty and to vessels flying their flag or vessels or aircraft of their registry*. Nel portare avanti tale azione normativa, agli Stati è richiesto di tenere nel debito conto *internationally agreed rules, standards and recommended practices and procedures and the safety of air navigation*¹⁷.

Un ruolo centrale in materia è attribuito alle "organizzazioni internazionali competenti" e alle conferenze diplomatiche per mezzo delle quali gli Stati s'impegnano a stabilire *global and regional rules, standards and recommended practices and procedures to prevent, reduce and control such pollution*¹⁸.

Poiché l'IMO è universalmente considerata l'organizzazione internazionale alla quale questa, così come altre disposizioni della CNUDM, fanno riferimento nel trattare dell'inquinamento provocato dalle navi, incluso quello atmosferico¹⁹ si può concludere che, pure in presenza del silenzio sul punto che caratterizza l'AP, l'IMO è in realtà titolare di un mandato "pieno" ad occuparsi del tema dell'inquinamento atmosferico provocato dalle navi, poiché a quanto previsto dalla CNUDM si aggiungono specifiche indicazioni rinvenibili nel PK, con particolare riferimento all'art. 2(2), come già si è detto, il tutto ovviamente da leggersi in combinazione con la Convenzione istitutiva dell'IMO²⁰.

L'IMO ha iniziato a lavorare su possibili standard in materia di gas ad effetto serra dopo l'adozione della CQCC e più o meno si-

17. Art.212(1).

18. Art.212(3).

19. T. TREVES, *La participation de l'organisation internationale compétente aux décisions de l'État côtier dans le nouveau droit de la mer*, in *Le droit international à l'heure de sa codification, Études en l'honneur de Roberto Ago*, Milano, 1987, vol. II, p. 473. Si veda anche, più recentemente, C. PISANI, *Fair at Sea: The Design of a Future Legal Instrument on Marine Bunker Fuels Emission within the Climate Change Regime*, in « *Ocean Development and International Law* », 2002, p. 57.

20. Per un'analisi dettagliata di alcune delle principali implicazioni di questa molteplicità di fonti normative cfr. Y. SHI, *Greenhouse Gas Emissions from International Shipping: The Response from China's Shipping Industry to the Regulatory Initiatives of the International Maritime Organization*, in « *International Journal of Marine and Coastal Law* », 2015, p. 77.

multaneamente la sottoscrizione del PK, ma solo nel 2011 sono stati adottati alcuni emendamenti alla Convenzione MARPOL sotto forma di un nuovo Capitolo 4 del suo Allegato VI, contenenti *Regulations on Energy Efficiency for Ships*. Gli emendamenti sono entrati in vigore il 1° gennaio 2013 con l'obiettivo di ottimizzare l'efficienza energetica delle navi e ridurre le emissioni provocate dal combustibile attraverso l'utilizzo di standard tecnici e misure operative, senza che ciò richieda necessariamente alle navi di essere equipaggiate con nuove tecnologie o di rispettare nuovi design, e in ogni caso senza introdurre obiettivi di riduzione delle emissioni.

Tale obiettivo viene perseguito tramite l'introduzione di due strumenti obbligatori di carattere operativo, l'*Energy Efficiency Design Index* (EEDI) e lo *Ship Energy Efficiency Management Plan* (SEEMP), il primo rivolto alle nuove navi di stazza lorda pari o superiore a 400 tonnellate allo scopo di misurare la quantità di CO₂ emessa da ciascuna nave per unità di trasporto, il secondo applicabile a tutte le navi nell'intento di migliorarne l'efficienza energetica²¹.

5. La posizione assunta dall'Unione europea

Nella comunicazione del 2012 dal titolo *Blue Growth: Opportunities for Marine and Maritime Sustainable Growth*, la Commissione europea faceva riferimento al fatto che *the need to reduce greenhouse gas emissions has not only driven the deployment of offshore renewable energy installations, but has also provided a further impetus for energy savings and an additional reason to favour seaborne transport over land transport due to its lower emissions per tonne-kilometre*²².

Ci troviamo dunque di fronte ad una situazione tale per cui il trasporto marittimo, da un lato, tenderà a occupare una posizione sempre più rilevante negli anni a venire benché, dall'altro lato, manchi ancora un quadro normativo definito applicabile alle emissioni provocate dal traffico da tale modalità di trasporto generato.

21. Per un esame dettagliato di questi profili si rinvia al recente contributo di F. SALERNO, *L'inquinamento atmosferico da navi*, in « Il diritto marittimo », 2016, p. 694.

22. European Commission, *Blue Growth: Opportunities for marine and maritime sustainable growth*, COM (2012) 494 final, 13 September 2012.

Al momento dell'adozione della Direttiva 2009/29/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 aprile 2009, che modifica la direttiva 2003/87/CE al fine di perfezionare ed estendere il sistema comunitario per lo scambio di quote di emissione di gas a effetto serra²³, venne precisato molto chiaramente, al considerando n. 3, che in caso di mancata approvazione, da parte degli Stati membri, di un accordo internazionale che includesse le emissioni del trasporto marittimo internazionale nei suoi obiettivi di riduzione nel quadro IMO (o della mancata approvazione di un siffatto accordo nel quadro dell'UNFCCC entro il 31 dicembre 2011), era opportuno che la Commissione formulasse una proposta volta ad includere le emissioni del trasporto marittimo internazionale, sulla base di modalità uniformi, nell'obiettivo comunitario di riduzione in vista dell'entrata in vigore dell'atto proposto entro il 2013²⁴.

È in questo scenario che, in assenza di un accordo in ambito IMO o CQCC, è stato adottato il Regolamento (UE) 2015/757 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 29 aprile 2015, concernente il monitoraggio, la comunicazione e la verifica delle emissioni di anidride carbonica generate dal trasporto marittimo e che modifica la direttiva 2009/16/CE²⁵.

Di tale Regolamento destano interesse alcuni specifici componenti²⁶.

Si tratta, innanzitutto, di uno strumento dall'ambito di applicazione particolarmente ampio. Vi rientrano, infatti, tutte le navi di stazza lorda superiore a 5000 tonnellate, ad eccezione delle navi da guerra e di pochi altri casi e situazioni (macchinari navali ausiliari, pescherecci, imbarcazioni in legno di costruzione rudimentale, navi

23. GUUE, 5 giugno 2009, L 140, p. 63.

24. K. KULOVESI, *Addressing Sectoral Emissions outside the United Nations Framework Convention on Climate Change: What Roles for Multilateralism, Minilateralism and Unilateralism?*, in «Review of European Community and International Environmental Law», 2012, p. 193. Sul settore del traffico aereo, recentemente, B. MARTINEZ ROMERA, H. VAN ASSELT, *The International Regulation of Aviation Emissions: Putting Differential Treatment into Practice*, in «Journal of Environmental Law», 2015, p. 259.

25. GUUE, 19 maggio 2015, L 123, p. 55.

26. Secondo l'International Chamber of Shipping, *[t]here is a real danger that the EU initiative will be seen by non-EU states as an attempt to present them with a fait accompli which includes controversial elements, such as the publication of individual ship efficiency data, which had previously been rejected by the majority of IMO governments during a meeting of the MEPC in October 2014* (see <http://www.maritime-executive.com/article/ics-prepare-for-global-sulphur-cap-in-2020>, da ultimo visitato in data 26 agosto 2017).

senza mezzi di propulsione meccanica e navi di Stato usate per scopi non commerciali).

Le navi sono soggette alla disciplina di cui al regolamento sulla base delle tratte coperte e, in particolare, durante le tratte effettuate dal loro ultimo porto di scalo verso un porto di scalo sotto la giurisdizione di uno Stato membro e da un porto di scalo sotto la giurisdizione di uno Stato membro al successivo porto di scalo, così come all'interno dei porti sotto la giurisdizione di un unico Stato membro.

Peraltro, in linea con quanto indicato al considerando n. 20, sono prese in considerazione solo le emissioni di CO₂, trattandosi del «gas a effetto serra più importante emesso dal trasporto marittimo», pur nella consapevolezza che «considerata la rapida evoluzione delle conoscenze scientifiche degli effetti sul clima globale delle emissioni diverse dal CO₂ generate dal trasporto marittimo, è opportuno condurre periodicamente, nel contesto del presente regolamento, una valutazione aggiornata di tali effetti»²⁷.

In secondo luogo, si può notare come il legislatore abbia optato, nell'ambito del Regolamento, per una soluzione normativa consistente in un meccanismo di *monitoring and reporting*. Non c'è però, a dire il vero, un unico metodo "imposto" a livello europeo, potendosi contare non meno di quattro diverse alternative (inclusi la bolla di consegna del carburante e i rilevamenti periodici del carburante presente nei serbatoi, il monitoraggio a bordo degli oli combustibili in serbatoio, i flussometri per i processi di combustione interessati e le misurazioni dirette delle emissioni di CO₂) al fine di permettere alle flotte di beneficiare di strumenti e dati già disponibili a bordo delle navi. È interessante rilevare come, nonostante non vi sia alcun obbligo di riduzione delle emissioni incorporato nel Regolamento, è molto chiaramente evidenziato il sistema di monitoraggio da quest'ultimo fatto proprio costituisce il «primo passo di un approccio graduale per includere le emissioni dei trasporti marittimi nell'impegno dell'Unione in termini di riduzione dei gas a effetto serra, accanto alle emissioni generate da altri settori che già contribuiscono a tale impegno»²⁸.

In terzo luogo, e conclusivamente su questo punto, è opportuno evidenziare la tempistica individuata dal Regolamento. Nonostante,

27. Considerando n. 4.

28. Considerando n. 10.

infatti, la sua entrata in vigore sia prevista già dal 1° luglio 2015, i primi piani di monitoraggio dei soggetti interessati dovranno essere sottoposti ai verificatori accreditati solo il 31 agosto 2017 mentre le effettive attività di monitoraggio non inizieranno prima del 1° gennaio 2018: da tale data infatti «le società, in base al piano di monitoraggio valutato ai sensi dell'articolo 13, paragrafo 1, monitorano su base annua le emissioni di CO₂ per ogni nave e per tratta, applicando il metodo più appropriato per la determinazione delle emissioni di CO₂ fra quelli di cui alla parte B dell'allegato I e calcolando le emissioni di CO₂ conformemente alla parte A dell'allegato»²⁹. Dal 2019, poi, il 28 aprile di ogni anno, «le società presentano alla Commissione e alle autorità degli Stati di bandiera in questione, una relazione sulle emissioni di CO₂ e altre informazioni pertinenti che riguardano l'intero periodo di riferimento per ogni nave sotto la loro responsabilità; ... relazione ... riconosciuta conforme da un verificatore a norma dell'articolo 13, vale a dire dopo lo svolgimento di un procedimento di verifica inteso a valutare la conformità del piano di monitoraggio con i requisiti stabiliti agli articoli 6 e 7»³⁰.

6. I più recenti sviluppi in sede IMO e UE. Considerazioni conclusive

La particolare tempistica appena richiamata potrebbe essere dovuta, non soltanto alle difficoltà di carattere tecnico che sono tipiche di questo settore, ma anche al tentativo di favorire (o quantomeno preparare il terreno per raggiungere) risultati significativi in termini di elaborazione di un più adeguato quadro normativo sul piano internazionale.

Assume particolare rilievo in questa prospettiva l'articolo 22(3) del Regolamento, che richiede alla Commissione di riesaminarne il dettato «qualora sia stipulato un accordo internazionale su un sistema globale di monitoraggio, comunicazione e verifica delle emissioni di gas a effetto serra o sulle misure globali volte a ridurre le emissioni di gas a effetto serra generate dal trasporto marittimo» e ciò anche anche

29. Art. 8.

30. Art. 13(1).

al fine, se del caso di proporre le modifiche al Regolamento necessarie «per garantire l'adeguamento a tale accordo internazionale».

Dopo tutto, in un documento predisposto nel novembre 2015 (e dunque prima dell'adozione del Regolamento) per la Commissione del Parlamento europeo "Ambiente, sanità pubblica e sicurezza alimentare" si osservava come *[e]stablishing reduction targets for [the aviation and maritime] sectors would provide clear signals for all actors in these sectors and thus contribute to improving investment perspectives in both sectors with their long investment cycles*³¹. Lo studio proseguiva sottolineando che *potential targets range from a somewhat reduced increase of future emissions over a stabilization at 2020 levels to a full decarbonisation of those sectors by 2050 derived from a global carbon budget approach* e concludeva che *it is important to establish targets for international aviation and maritime transport which clearly indicate that emissions cannot grow unlimited and unregulated*³².

I più recenti sviluppi in ambito IMO a questo specifico riguardo si sono avuti in occasione della 71^a sessione del *Marine Environmental Protection Committee* (MEPC), anche per merito dei progressi nel frattempo intervenuti grazie ad un primo incontro dell'*Intersessional Working Group on Reduction of GHG Emissions from Ships*, del quale sono già stati previsti due ulteriori *rounds* nell'ottobre 2017 e nell'aprile 2018, con l'intento di finalizzare una bozza della strategia iniziale dell'IMO sulla riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra dalle navi in coincidenza con la 72^a sessione del MEPC³³.

Sulla base delle informazioni disponibili, non si può negare che l'IMO si stia effettivamente muovendo verso l'adozione di una soluzione "globale" al problema dell'inquinamento atmosferico prodotto dalle navi e, in particolare, dell'impatto del traffico marittimo internazionale sui cambiamenti climatici. Comprensibilmente, ciò sta avvenendo facendo leva sulle capacità "tecniche" dell'IMO e sul tentativo di aggi-

31. European Parliament's Directorate-General for Internal Policies, Policy Department A – Economic and Scientific Policy, *Emission Reduction Targets for International Aviation and Shipping*, 2015 (disponibile all'indirizzo [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/569964/IPOL_STU\(2015\)569964_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/569964/IPOL_STU(2015)569964_EN.pdf), da ultimo visitato in data 26 agosto 2017).

32. GUUE 2009, L 8, p. 3.

33. Si vedano in proposito gli aggiornamenti resi disponibili sul sito dell'IMO all'indirizzo <http://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/MEPC/Pages/MEPC-71.aspx>, da ultimo visitato in data 26 agosto 2017.

rare, per quanto possibile, gli ostacoli di carattere più eminentemente politico che tale percorso presenta.

Pare tuttavia che si sia deciso di intraprendere il detto percorso (si ribadisce, tutt'altro che semplice) con una certa (forse eccessiva) "timidezza". Si pensi, a titolo di esempio, che l'obiettivo attualmente fissato dal MEPC consiste nell'adozione di una strategia "iniziale" dell'IMO e che il reale impatto che tale strategia determinerà, una volta adottata, non è allo stato facilmente misurabile e ciò non solo con riferimento alla forma giuridica che essa assumerà ma anche al suo stesso contenuto. Alcuni segnali, infatti, portano a ritenere che essa potrebbe rivelarsi una mera piattaforma sulla base della quale intraprendere ulteriori e (questa volta più) stringenti misure. Tra i contenuti preannunciati di tale *draft initial IMO Strategy*, ad esempio, è stata segnalata una *list of candidate short-, mid- and long-term further measures with possible timelines and their impacts on States*.

Tale approccio potrebbe apparire non particolarmente produttivo di risultati nell'ottica della tempistica immaginata dalla UE al fine di attivare la revisione del Regolamento 757 secondo quanto previsto dall'articolo 22(3). E tuttavia, se si abbandona il piano strettamente normativo e si affronta il tema dal punto di vista della collaborazione inter-istituzionale (tra IMO e UE e viceversa) non si può fare sottovalutare il fatto che un importante contributo economico della Commissione europea (CE), a seguito di un accordo raggiunto con l'IMO alla fine del 2015, renderà possibile la realizzazione di un progetto dell'IMO stessa volto a creare un cd. *global network of Maritime Technology Cooperation Centres* (MTCCs), da costituire in numero di cinque in diversi Paesi in via di sviluppo di aree del pianeta (Africa, America latina, Asia, Caraibi, Pacifico) in cui esistono concentrazioni particolarmente importanti di cd. *Least Developing Countries* e di *Small Island Developing States*³⁴.

Il finanziamento (di 10 milioni di Euro), che sarà finalizzato all'assistenza dei Paesi beneficiari nel loro tentativo di limitare e ridurre le emissioni di gas ad effetto serra in ambito marittimo attraverso forme di assistenza tecnica e *capacity building*, si inserisce a pieno titolo nella strategia dell'IMO volta ad incrementare l'efficienza energetica

34. Per ulteriori informazioni cfr. <http://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/Pages/01-2016-MTCC-.aspx>, da ultimo visitato in data 26 agosto 2017.

delle navi attraverso l'utilizzo di strumenti quali l'EEDI e il SEEMP e si segnala, pertanto, come un virtuoso esempio di convergenza di politiche a livello globale e regionale.

Sempre in questo senso, si può pure ricordare la recente introduzione di una modifica di natura tecnica al Regolamento 757 da parte del Regolamento delegato (UE) 2016/2071 della Commissione, del 22 settembre 2016³⁵, al fine di tenere conto, tra l'altro, proprio dei contenuti della Risoluzione IMO sugli orientamenti per il metodo di calcolo dell'indice di efficienza energetica in materia di progettazione raggiunto dalle navi di nuova costruzione (cd. EEDI)³⁶.

La velocità con le quali le politiche dell'UE e dell'IMO si stanno sviluppando in questi anni nel settore dell'inquinamento atmosferico provocato dalle navi e in particolare in materia di lotta al cambiamento climatico determinato dal traffico marittimo rende impossibile trarre delle conclusioni che non siano di carattere molto generale. Ciò che pertanto si può osservare sulla base della concisa ricostruzione sin qui effettuata è che, da un lato, pare prezioso ed irrinunciabile il ruolo che l'UE sta svolgendo quale pungolo verso l'adozione di standard sempre più elevati di tutela ambientale sul piano globale. Dall'altro lato, tuttavia, è fondamentale che con tale ruolo l'UE sappia combinare una linea di partenariato e di cooperazione, soprattutto sul piano del trasferimento tecnologico e della costruzione di capacità tecniche e tecnologiche nei Paesi in via di sviluppo.

35. GUUE, 26 novembre 2016, L 320, p. 1.

36. MEPC 245 (66) 2014.

APPENDICE I

Innovazione tecnologica e paradossi della regolazione: perché i Veicoli Elettrici potrebbero aumentare le emissioni di CO₂



Jérôme
MASSIANI

Genova 6
maggio 2016

EV claims

- EV will develop
- If "everyone" says EV will have a large diffusion, how could it be wrong ?
- EV diffusion is good for society
- «EV are Zero Emissions on the road...
- ... but emit in the plant»
- «Emissions can be estimated on energy mix»
- «Emissions during car manufacturing can be neglected as a first approximation»
- «EV can be used to even the energy requirement peak...
- ... through intelligent charging schemes...
- ... or Vehicle to grid «
- «EV can become beneficial to society if fed by renewable»



EV claims

- *EV will develop*
- *EV diffusion is good for society*
- *If "everyone" says EV will have a large diffusion, how could it be wrong ?*
- **«EV are Zero Emissions on the road...**
- **... but emit in the plant»**
- *«Emissions can be estimated on energy mix»*
- *«Emissions during car manufacturing are not so fundamental»*
- *«EV can be used to even the energy requirement peak...*
- *... through intelligent charging schemes...*
- *... or Vehicle to grid «*
- *«EV can become beneficial to society if fed by renewable*



Emissions in power plants ?

- Electrification =>
 - Shift of non capped sector to capped sector
 - Cap disconnected from the evolution of energy needs
 - Social cost but not in terms of emissions

EV claims

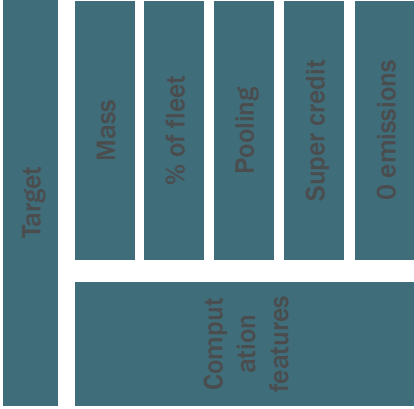
- *EV will develop*
- *EV diffusion is good for society*
- *If "everyone" says EV will have a large diffusion, how could it be wrong ?*
- **«EV are Zero Emissions on the road...**
- *... but emit in the plant»*
- *«Emissions can be estimated on energy mix»*
- *«Emissions during car manufacturing are not so fundamental»*
- *«EV can be used to even the energy requirement peak...*
- *... through intelligent charging schemes...*
- *... or Vehicle to grid «*
- *«EV can become beneficial to society if fed by renewable»*



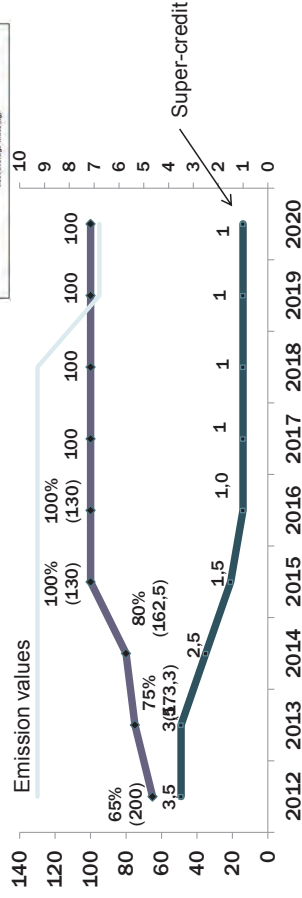
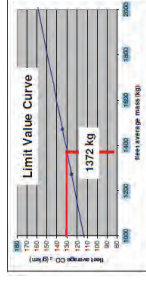
Regulation 443 and on the road emissions

- Regulation EU 443 principles
- Optimal emissions
 - Without regulations
 - With regulations
- Effect of EV diffusions on fleet emissions with regulation

Regulation 443



- From 2015: 130 g/km
- From 2020: 95 g/km (tentative)



Penalty

Exemptions

➤ Niche manufacturer

CO2 outcomes : an apparent success

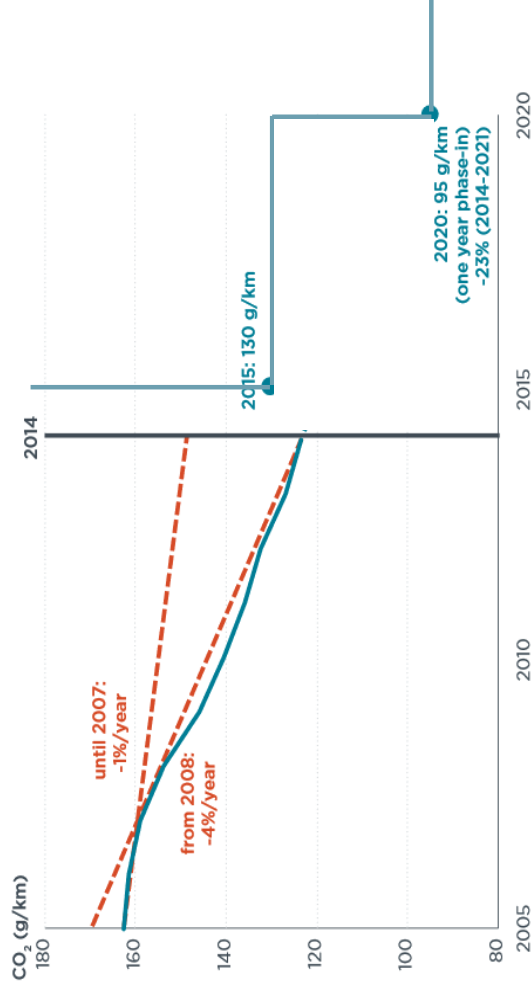


Figure 1: Historical development and future targets for CO₂ emission levels of new passenger cars in the EU. Effects of phase-in, super-credits and eco-innovations not shown here.

Fonte: figure 1 in (ICCT International Council of Clean Transportation 2015)



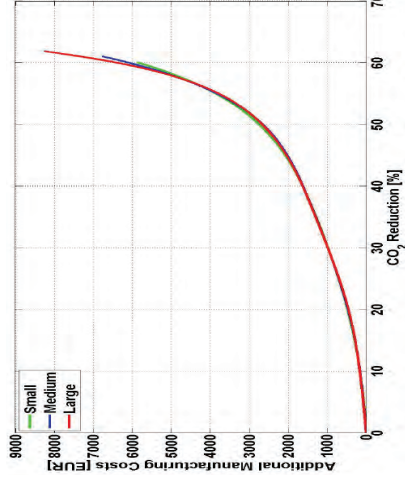
- Regulation EU 443: principles

- **Optimal emissions**

- Without regulations
- With regulations
- Effect of EV diffusions on fleet emissions

Effect of EV introduction

- Profit maximizing
 - Production costs
 - Wtp for more efficient car



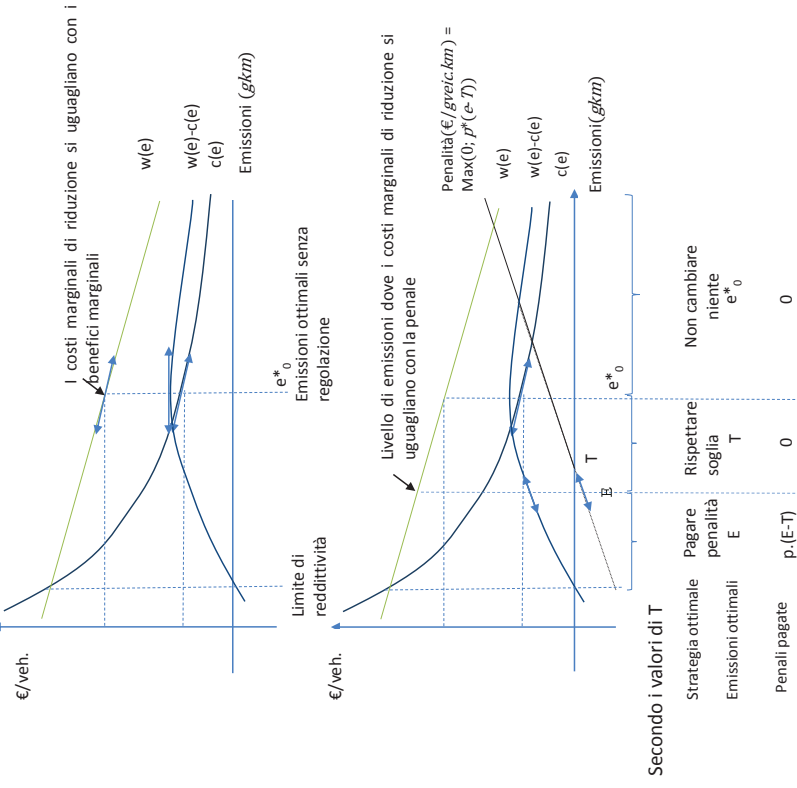


- Regulation EU 443: principles

- **Optimal emissions**

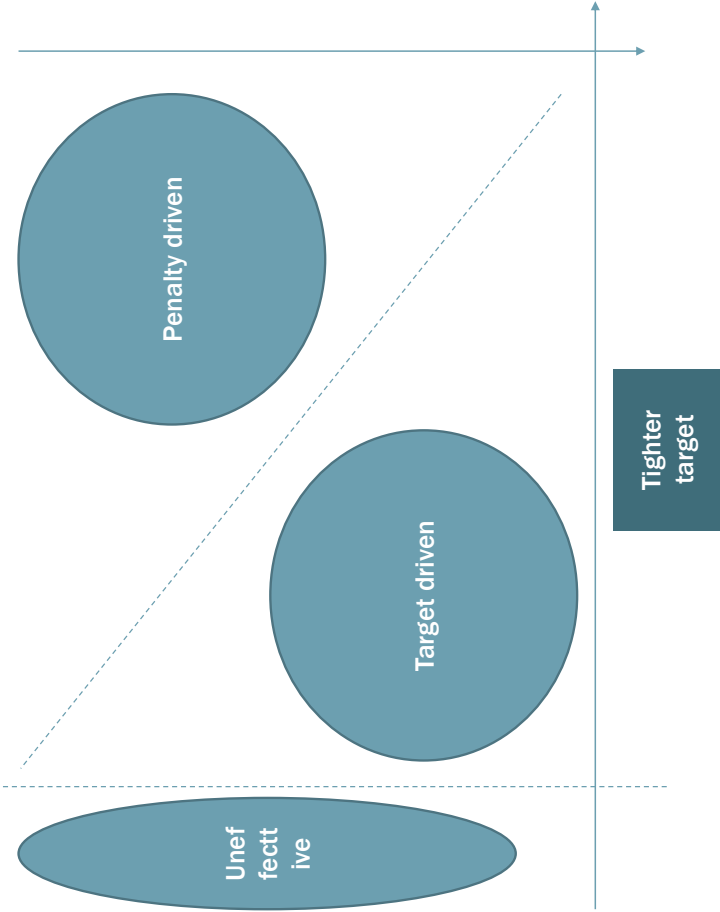
- Without regulations
- With regulations
- Effect of EV diffusions on fleet emissions

"Zero emissions" on the road ? The effect of regulation 443

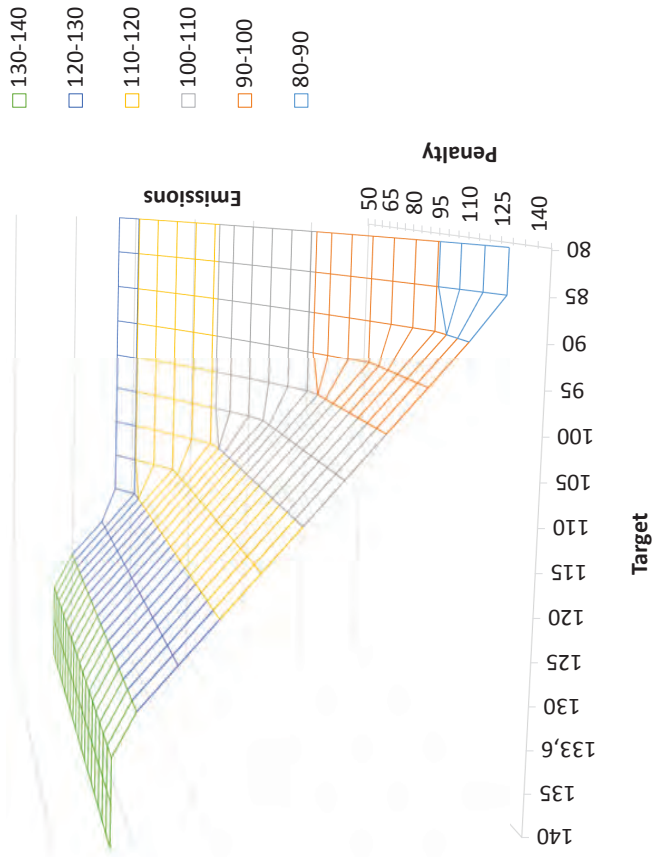




Higher penalties



Emissioni ottimali $f(T,p)$



- Regulation EU 443: principles
- Optimal emissions
 - Without regulations
 - With regulations
- Effect of EV diffusions on fleet emissions

Simpliest model:

- 2 tecn.
 - 1 = polluting
 - 2 = zero emissions
- Wtp(e)
- c(e)
- Exog. Quantities
- No mark up
- Target T is bounding.

$$\max_{e_1} \Pi = \overline{Q_1}(\overline{p_1} + w(e_1) - c_1(e_1)) + \overline{Q_2}(\overline{p_2} + w(0) - c_2(0))$$

$$st \left(\frac{e_1 \overline{Q_1}}{\overline{Q_1} + \overline{Q_2}} < T \right)$$

$$\begin{aligned} \max_{e_1} L(e_1; \lambda) &= \overline{Q_1}(\overline{p_1} + w(e_1) - c_1(e_1)) + \overline{Q_2}(\overline{p_2} + w(0) - c_2(0)) \\ &\quad - \lambda \left(\frac{e_1 \overline{Q_1}}{\overline{Q_1} + \overline{Q_2}} - T \right) \end{aligned}$$

$$\frac{\partial L(e_1; \lambda)}{\partial e_1} = 0 \Rightarrow \overline{Q_1}(w'(e_1^*) - c'_1(e_1^*)) - \lambda \left(\frac{\overline{Q_1}}{\overline{Q_1} + \overline{Q_2}} \right) = 0 \quad (5)$$

$$\Rightarrow \lambda = (w'(e_1^*) - c'(e_1^*))$$

$$\frac{\partial L(e_1; \lambda)}{\partial e_1} = 0 \Rightarrow \frac{e_1^* \overline{Q_1}}{\overline{Q_1} + \overline{Q_2}} = T \Rightarrow e_1^* = T \frac{\overline{Q_1} + \overline{Q_2}}{\overline{Q_1}}$$

$$\text{Average emissions for two technologies : } \frac{\overline{Q_1} \left(T \frac{\overline{Q_1} + \overline{Q_2}}{\overline{Q_1}} \right) + \overline{Q_2} \cdot 0}{(\overline{Q_1} + \overline{Q_2})} = T$$

Invariant with respect to Q2.

Simpliest
model with two
technologies

MMEM Final report

[illegible]

Abbildung 43: Ausgabematrix Wohlfahrtsanalyse MMEM „110g in 2020“

Conclusions 2 - EV emissions					
Emissions categories	Electric Vehicles			Conventional vehicles	Difference
	Dominating conception	Technical ^a	Emissions based on regulations (ETS e 443)	Available estimates	Substitution of 1 UCE with one EV
W2T	40-100 C.E. [†] = 65	95 ^c	0 (ETS)	(18-21) C.E. = 20	-20
T2W	0	0	trans. ^{††} (e* < T) = 0 regime (e* > T) = T	min = (e* : T) trans. = 118 regime = T	trans. = -118 regime = 0
Manufacturing ^b	Usually omitted	34-95 C.E. = 65	34-95 C.E. = 65	28-31,5 C.E. = 30	+35
Extra sales	0	0	A regime: x (not quantified) ^d	Non applicable	regime: x (not quantified)
Total	40-100 C.E. = 65	95 + 65	trans. (e* < T) = 65 regime (e* > T) = 65+T+x	trans = 168 regime = 50+T	trans. = -103 regime = 15+x

[†] "C.E."; central estimate

^{††} "trans."; situazione di transizione.

^a - senza considerare gli effetti della regolazione.

^b - su km totale percorsi.

^c - stima in Massiani e Byloos, forthcoming.

^d - La riduzione delle emissioni nel parco convenzionale consente una riduzione del costo di produzione del veicolo portando a una maggiore diffusione delle automobili, e a un aumento delle emissioni.

Results

- When car manufacturer choose optimal emissions based on emissions reductions costs, penalties and consumer wtp
- Optimal emissions determined based on three regimes
 - Unbounding
 - Bounded by Penalty
 - Bounded by Target.
- When "O emission vehicles" are introduced, emission reductions compensated by increase in emissions in ICE
- In transitory phase (when regulation is not bounding), EV can reduce emissions
- In the long run, when regulation is bounding, EV can increase emissions

EV claims

- EV will develop
- If "everyone" says EV will have a large diffusion, how could it be wrong ?
- EV diffusion is good for society
- «EV are Zero Emissions on the road...
- ... but emit in the plant»
- «Emissions can be estimated on energy mix»
- «Emissions during car manufacturing can be neglected as a first approximation»
- «EV can be used to even the energy requirement peak...
- ... through intelligent charging schemes...
- ... or Vehicle to grid «
- «EV can become beneficial to society if fed by renewable»





Thank you for your attention
Merci pour votre attention
Grazie per l'attenzione



Research on Electric Vehicles

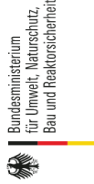


■ Autolib tender

- Ratp and Significance (2010)

■ Research project for

BundesMinisterium fuer Umwelt



- EMOB model developed at ESMT – Berlin on Goldsim platform

■ Ongoing research in Ca' Foscari University

- Research in Transportation Economics, Special Issue on *Electric vehicles: Modelling demand and market penetration*



- "Cost-Benefit Analysis of policies for the development of electric vehicles in Germany: Methods and results", 2015
Transport policy, vol. 38, pp. 19-26
- "I veicoli elettrici, strumento ambiguo di riduzione delle emissioni di CO₂, fra determinanti tecnologiche e paradossi della regolazione", 2015, with M. Byloos.
Rivista di Economia e Politica dei Trasporti, vol. 3
- "The choice of Bass model coefficients to forecast diffusion for innovative products: An empirical investigation for new automotive technologies", 2015
Research in Transportation Economics, vol. 50, pp. 17-28
- "The elusive Foundations of Electric Vehicle supporting policy: a study of claims in the public debate in Italy", 2015
L'auto elettrica come innovazione radicale: scenari di penetrazione di mercato e ricadute economiche e sociali, Trieste, EUT Edizioni Università di Trieste, pp. 77-89
- "Stated Preferences Surveys for Alternative Fuel Vehicles : are we doing the right thing ?" 2014
Transportation letters, 6(3), 152–160.
- "Using Stated Preferences to forecast alternative fuel vehicles market diffusion", 2012
Italian Journal of Regional Sciences - Scienze Regionali, Vol. 11(3), 93–122
- "Estimating electric car's emissions in Germany: an analysis through a pivotal marginal method and comparison with other methods", 2012, with Weinmann, J.,
Economics and Policy of Energy and the Environment, (2), 131–155

APPENDICE 2



AVIATION AND CLIMATE: WHO ACTS?

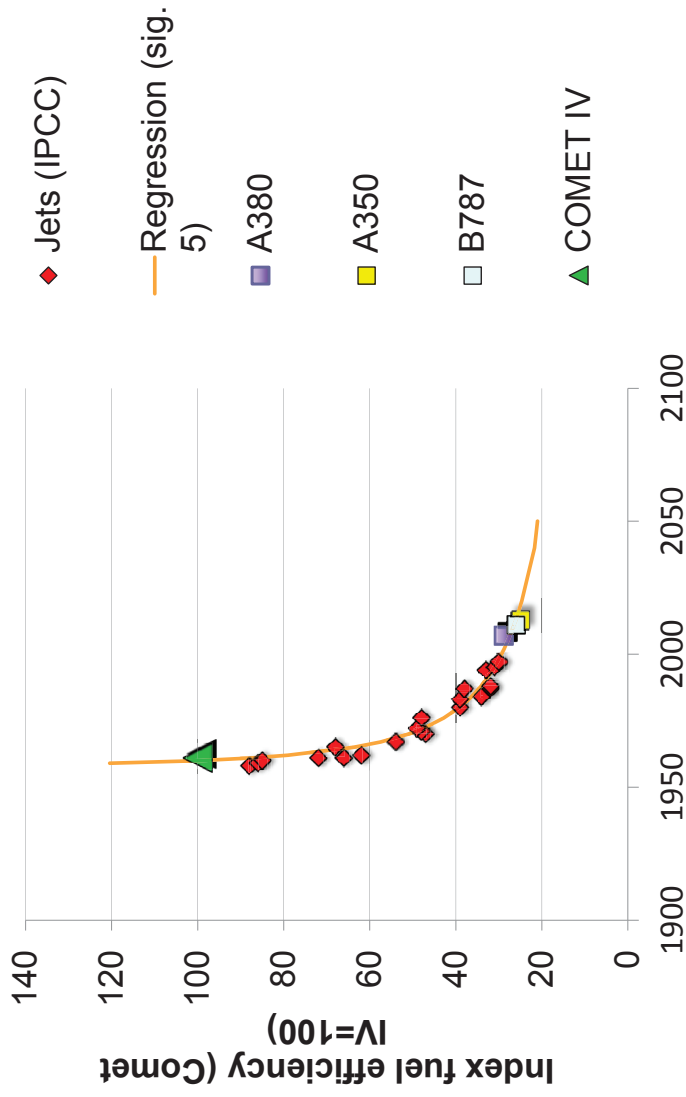
Andrew Murphy
Transport & Environment

Andrew@transportenvironment.org

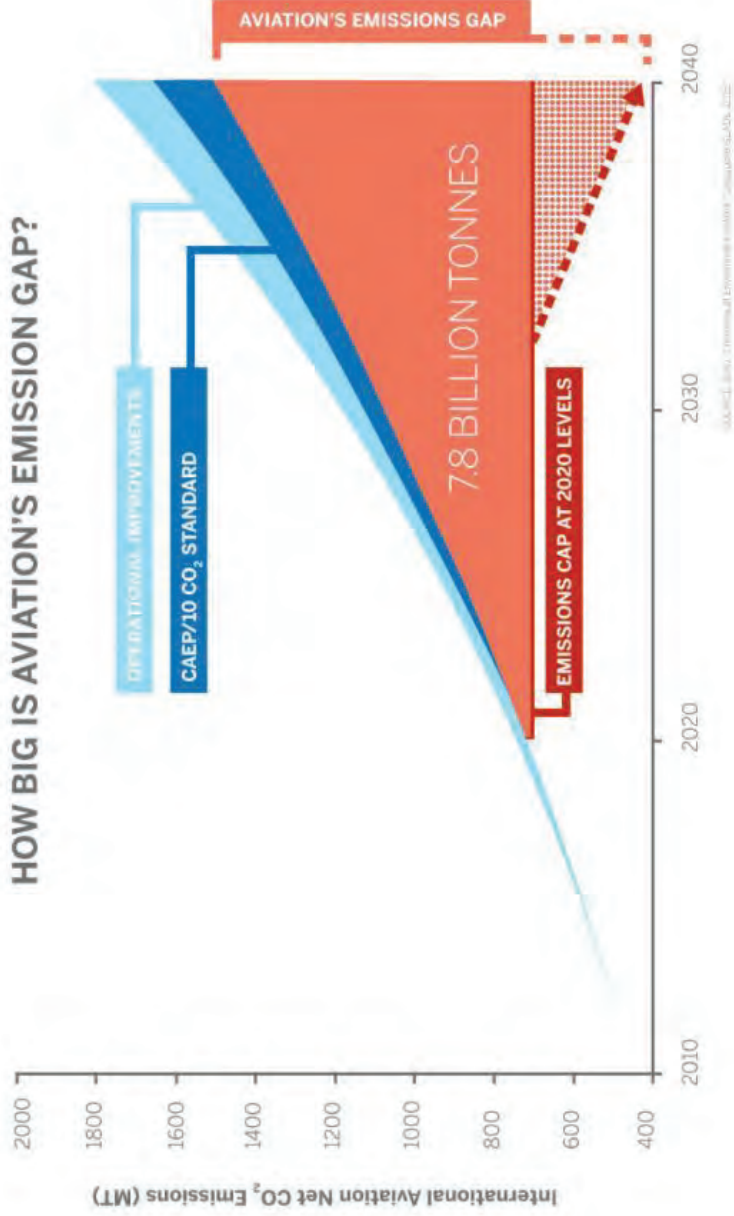
AVIATION'S RAPID GROWTH

- More CO₂ into the atmosphere than the combined emissions of the 129 lowest emitting countries
- Passenger growth 2.6 times that of GDP growth

FALLING EFFICIENCY



AVIATION'S RAPID GROWTH





HEAVILY SUBSIDISED

- Exemption from fuel tax estimated at \$60bn annually – result of Air Service Agreements negotiated by transport ministries
- **IMF and World Bank:** aviation is under taxed
- **IPCC:** aviation does not bear its environmental cost to society
- Contravenes Principle 16 of **Rio Declaration:** polluter must pay

KYOTO PROTOCOL

- Difficulty in allocation international aviation emissions to national inventories
- Art 2.2 contains flawed language
- ICAO unable or unwilling to reconcile UNFCCC language on differentiation and Chicago Convention language on non-discrimination
- ICAO itself not a party to Kyoto



REGIONAL OR GLOBAL?

ACTION IN THE US

- 4c gallon gas tax (1c a litre) since the 1990s, compared to 0c in the EU
- Lawsuits ongoing against EPA under the Clean Air Act: likely to result in some action, but unclear what or when



AVIATION IN EU ETS

- In 2002 EU warned: it will act if ICAO does not
- Directive 2008/101/EC added aviation to list of sectors covered by ETS

“the inclusion of international aviation into the European scheme has created one of the most highly fought controversies in the annals of international aviation”
(Piero, 2015)

AVIATION IN ETS

- Extra-territorial reach the most contentious aspect
- A4A took legal case against EU, but lost in ECJ
- 2011 'New Delhi' declaration, subsequently adopted by ICAO Council
- Thune Bill passed unanimously by US Senate (Dec 2011)
- Announcement of 'stop-the-clock', Dec 2012
- Subsequent airspace proposal also defeated
- BUT - full scope returns Jan 1st 2017

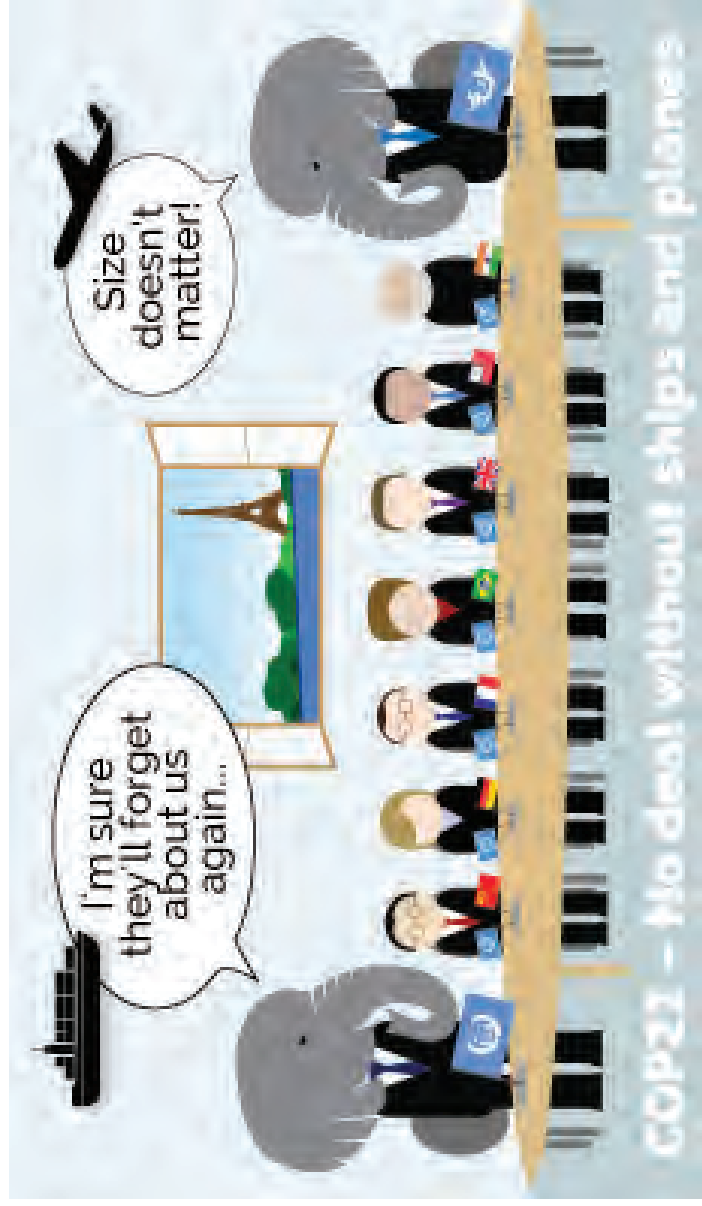
GLOBAL MARKET BASED MEASURE (GMBM)

- Agreed at 38th ICAO Assembly in 2013 to adopt a GMBM to stabilise net emissions at 2020
- 50 states objected to this target, 44 because 2020 was insufficient
- Stabilising at 2020 levels insufficient: 55% deviation from 2°C, let alone 'well below 2°C'
- To be achieved through operators purchasing offsets which meet certain criteria
- Attempts to reconcile CBJR and differentiation

LEGAL BASIS OF GMBM

- ICAO is predominantly a standard setting body
 - no record in adopting economic measures
- Unclear how the GMBM will be enforced
 - Treaty faces US Senate resistance and will take years to come into force
 - States can choose to opt out of ICAO standards
 - Some states question whether ICAO has authority to regulate operators as opposed to states
- Fear of market distortions

PARIS AGREEMENT





PARIS AMBITION

“Holding the increase in the global average temperature to well below 2 °C above pre-industrial levels and to pursue efforts to limit the temperature increase to 1.5 °C above pre-industrial levels

- Objective requires action on aviation emissions, but leaves it unclear who has responsibility
- Provides more nuanced idea of CBDR

FUTURE MEASURES

- Will failure to adopt GMBM result in ICAO being marginalised?
- Regional measures: EU ETS and Chinese ETS
- Further legal action in the US
- EU to depart from ICAO minimum standards (noise, CO₂, air)
- International aviation as a source of climate revenue

Gli autori

Marco Ponti — Politecnico di Milano

Paolo Beria — Politecnico di Milano

Mario Zambrini — Ambiente Italia

Francesco Ramella — Università degli Studi di Torino

Anna Donati — Kyoto Club

Marco Ferrazzani — Agenzia Spaziale Europea

Lorenzo Schiano di Pepe — Università degli Studi di Genova

Andrew Murphy — Transport & Environment

Jérôme Massiani — Università di Venezia

AREE SCIENTIFICO-DISCIPLINARI

AREA 01 – Scienze matematiche e informatiche

AREA 02 – Scienze fisiche

AREA 03 – Scienze chimiche

AREA 04 – Scienze della terra

AREA 05 – Scienze biologiche

AREA 06 – Scienze mediche

AREA 07 – Scienze agrarie e veterinarie

AREA 08 – Ingegneria civile e architettura

AREA 09 – Ingegneria industriale e dell'informazione

AREA 10 – Scienze dell'antichità, filologico-letterarie e storico-artistiche

AREA 11 – Scienze storiche, filosofiche, pedagogiche e psicologiche

AREA 12 – **Scienze giuridiche**

AREA 13 – Scienze economiche e statistiche

AREA 14 – Scienze politiche e sociali

AREA 15 – Scienze teologico-religiose

Il catalogo delle pubblicazioni di Aracne editrice è su

www.aracneeditrice.it

Finito di stampare nel mese di agosto del 2017
dalla tipografia «System Graphic S.r.l.»
00134 Roma – via di Torre Sant’Anastasia, 61
per conto della «Giacchino Onorati editore S.r.l. – unipersonale» di Canterano (RM)