

POLITECNICO DI TORINO

TESI DI LAUREA MAGISTRALE
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA GESTIONALE



**GLOBAL WARMING: L'IMPATTO DELLA REGOLAMENTAZIONE
EUROPEA NEL SETTORE TRASPORTI E LA RISPOSTA
STRATEGICA DEI CAR MAKERS.
CASO DI STUDIO: FCA ITALY SPA.**

RELATORE

Prof. Carlo Cambini

CANDIDATO

Benedetta Bellomo

Anno accademico 2018/2019

ABSTRACT

Il presente lavoro di tesi ha lo scopo di analizzare il sistema regolatorio delle emissioni di CO₂ e i suoi impatti sulle aziende automobilistiche. L'elaborato presenta nel primo capitolo un'introduzione teorica sull'economia dell'energia mostrando il livello di inquinamento economicamente ottimale e presentando il fallimento di mercato delle esternalità ambientali. Segue un'analisi dettagliata della normativa vigente in tema di emissioni di CO₂ e la sua evoluzione nel corso degli anni. Da una normativa generale sulle emissioni si passa, nel terzo capitolo, ad un dettaglio superiore analizzando i mezzi regolatori di cui si è servito lo stato per regolare il settore dei trasporti unito ad un'analisi analitica del valore delle esternalità ambientali del settore considerato. Infine viene analizzato il caso FCA ITALY SPA, una delle più grandi case automobilistiche che, in seguito alle stringenti normative, ha dovuto cambiare direzione sia in termini di strategia esterna che interna.

Indice

ABSTRACT	i
LISTA DELLE FIGURE	v
LISTA DELLE ABBREVIAZIONI	viii
1 ECONOMIA AMBIENTALE	1
1.1 Interazione tra ambiente e economia	1
1.1.1 Il bilancio dei materiali	1
1.1.2 Limiti allo sviluppo e lo sviluppo sostenibile	3
1.2 L'inquinamento economico e il fallimento di mercato	3
1.2.1 Esternalità ambientali	4
1.2.2 Risorse a libero accesso	5
1.2.3 Il livello ottimale di inquinamento	6
1.2.4 Livello zero di inquinamento	8
1.2.5 I meccanismi di mercato per raggiungere l'ottimo: i diritti di proprietà di Ronald Coase	9
1.3 Tipologie di intervento regolatorio dello Stato	11
1.3.1 Tasse sull'inquinamento	11
1.3.2 Standard ambientali	14
1.3.3 I permessi negoziabili	15
1.4 Valutazione economica totale	16
1.4.1 Il valore economico totale	17
1.4.2 Metodologie di valutazione	18
2 LE EMISSIONI DI CO₂ E L'INTERVENTO REGOLATORIO STATALE	20
2.1 L'inquinamento dell'aria	20
2.1.1 Il riscaldamento globale	20

2.2	La politica per il clima	23
2.2.1	Periodo 2002-2012: Il protocollo di Kyoto	24
2.2.2	Periodo 2012-2020: Emendamento di Doha e pacchetto clima energia	26
2.2.3	Periodo 2020-2030: L'accordo di Parigi	27
2.2.4	L'Italia e i piani nazionali	29
2.3	Strumenti regolatori dello Stato	31
2.3.1	Il principio base del cap and trade	31
2.3.2	Il cap and trade in azione: il sistema di emissioni prima e dopo Kyoto	33
2.3.3	Sistema ETS e Sistema Effort Sharing	34
3	IL SETTORE DEI TRASPORTI	36
3.1	I trasporti e l'inquinamento globale	36
3.1.1	Il peso del settore dei trasporti	36
3.2	La policy per il settore dei trasporti	38
3.2.1	La prime mosse europee di regolamentazione	39
3.2.2	Dettagli del regolamento 43/2009	39
3.2.3	Valutazione della regolamentazione	43
3.2.4	Il post 2020: Il pacchetto mobilità pulita	49
3.3	Le esternalità del settore trasporti	51
3.3.1	Identificazione dei costi esterni	51
3.3.2	La valutazione economica dei costi esterni	54
3.3.3	I dati di input e le stime totali dei costi esterni di output	57
3.3.4	Il costo esterno del cambiamento climatico	59
4	IL CASO FCA	66
4.1	L'azienda e gli impegni per raggiungere i target normativi	66
4.1.1	Il quadro delle case automobilistiche europee	66
4.1.2	Il pooling e altre azioni di FCA per raggiungere i target	68
4.2	Il cambiamento aziendale interno	71
4.2.1	L'organizzazione della CO2	71
4.2.2	Lo switch di FCA alle nuove procedure di omologazione	74

4.2.3	I nuovi ruoli di responsabilità e il Data Management	75
4.2.4	Gli interventi di crash program e il planning monitoring	77
4.3	Il monitoraggio mensile dei target	78
4.3.1	Il piano operativo	79
4.3.2	L'analisi mensile	80
4.3.3	L'analisi del rischio	84
	CONCLUSIONI	86
	BIBLIOGRAFIA	87

Elenco delle figure

1.1	Diagramma input/output dell'economia rappresentata come sistema aperto	2
1.2	Equilibrio di mercato ed efficienza paretiana	5
1.3	Equilibrio di mercato in presenza di esternalità negative	6
1.4	Livello di inquinamento ottimale	7
1.5	Livello di inquinamento ottimale considerando la capacità di assimilazione dell'ambiente	9
1.6	Livello ottimale di attività ottenuto tramite negoziazione	10
1.7	Tassa ottimale sull'inquinamento	12
1.8	Livello di produzione ottimale considerando costi marginali di riduzione e tassa d'inquinamento	13
1.9	Possibili inefficienze degli standard ambientali	15
1.10	Livello socialmente ottimale in presenza di permessi negoziabili	16
2.1	Percentuale di contribuzione al riscaldamento globale dei vari gas serra .	21
2.2	Trend di concentrazione della CO ₂ nell'atmosfera	22
2.3	Principali settori che contribuiscono all'inquinamento atmosferico da CO ₂	22
2.4	Principali Paesi che contribuiscono all'inquinamento atmosferico da CO ₂	23
2.5	Paesi aderenti al protocollo di Kyoto	24
2.6	Obiettivi del pacchetto Clima-Energia 2020	27
2.7	Punti chiave dell'Accordo di Parigi	28
2.8	Principali obiettivi sull'energia e il clima dell'UE e dell'Italia nel periodo 2020-2030	30
2.9	La negoziazione di permessi tra due imprese emettitrici di CO ₂ in un sistema <i>cap and trade</i>	32
2.10	L'evoluzione storica del sistema di Emission Trading	35
3.1	Ripartizione percentuale delle fonti emissioni di GHG in Europa	37
3.2	Ripartizione percentuale delle emissioni di GHG del settore trasporti . .	37

3.3	Ripartizione percentuale delle emissioni di GHG Settore Trasporti a livello nazionale	38
3.4	Serie temporale dei GHG nel settore dei trasporti a livello nazionale . .	38
3.5	Valori di CO2 emissivi in base alla massa previsti dalla normativa per le singole autovetture	41
3.6	Mappatura delle esigenze rispetto agli obiettivi dei regolamenti sulla CO2	44
3.7	Mappatura delle esigenze rispetto agli obiettivi dei regolamenti sulla CO2	45
3.8	Panoramica del contributo delle principali modalità agli obiettivi principali del regolamento sulla CO2 delle autovetture	47
3.9	Panoramica del contributo delle principali modalità agli obiettivi principali del regolamento sulla CO2 delle autovetture	48
3.10	Principali impatti ambientali dei trasporti	52
3.11	Caratteristiche dei principali impatti del settore trasporti	54
3.12	Livello esternalità delle categorie di costo considerate	57
3.13	Quote delle modalità di trasporti sulle esternalità sui costi totali esterni .	58
3.14	Quote delle categorie di esternalità sui costi totali esterni	58
3.15	Elementi di costo, metodi di valutazione e fonte dati di input delle principali categorie di costo	59
3.16	Stima costi esterni per il trasporto passeggeri suddiviso per categorie di esternalità	60
3.17	Metodologia di stima del costo del cambiamento climatico	61
3.18	Sintesi del valore centrale e il range per i costi di abbattimento delle diverse letterature indicate	64
3.19	Costi per abbattimento per i cambiamenti climatici in euro / tCO2 equivalente	65
3.20	Output per il costo del cambiamento climatico per il trasporto passeggeri	65
4.1	Marchi appartenenti al gruppo FCA	67
4.2	Classifica dei migliori gruppi automobilistici in termini di emissioni per l'anno 2018	68
4.3	Classifica dei marchi in ordine decrescente di emissioni medie per il 2018 e % sulle vendite totali	69

4.4	Multa in miliardi di euro in base alle sanzioni previste per i grammi in eccesso dal target e basata sui dati di vendita del 2018	70
4.5	Concept 500 elettrica	71
4.6	Processo di creazione e trasferimento dati di CO2 all'interno di FCA Italy SPA	72
4.7	Principali milestone del processo di gestione dei dati di CO2	73
4.8	Principale differenza da Weco 1 e Weco 2	74
4.9	Stato dei mercati per cui è stato effettuato il passaggio al nuovo ciclo di omologazione WLTP- Gennaio 2019	76
4.10	Principali responsabilità del Model entry di piattaforma	76
4.11	Principali responsabilità dell' End-to-End CO2 governance	77
4.12	Interventi di crash program e relativa descrizione	78
4.13	Interventi di crash program e relativa descrizione	78
4.14	Sezione del planning monitoring	79
4.15	Sezione finale del planning monitoring	79
4.16	Esempio di individuazione modelli critici in base al Gap Contribution (valori indicativi e non reali)	81
4.17	Esempio di analisi dettaglio modello (valori indicativi e non reali)	81
4.18	Esempio di analisi dettaglio modello	82
4.19	Esempio di analisi dettaglio modello	82
4.20	Global Market View (valori indicativi e non reali)	83
4.21	Critical Market per i modelli critici (valori indicativi e non reali)	83
4.22	Analisi del rischio	84

LISTA DELLE ABBREVIAZIONI

CO2 Biossido di Carbonio	20, 21
DAC Disponibilità alla compensazione	16
DAP Disponibilità a pagare	16
ETS Emission Trading System	34
IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change	21
PNEC Piano integrato per l'energia e il clima	30
SEN strategia energetica nazionale	30
SS Sviluppo Sostenibile	3
UNFCC Convenzione delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici	24

Capitolo 1

ECONOMIA AMBIENTALE

1.1 Interazione tra ambiente e economia

L'inquinamento, i cambiamenti climatici e il livello dei rifiuti sono solo alcuni dei grandi problemi che caratterizzano i nostri giorni. I problemi ambientali, ormai, sono tematiche cruciali affrontate quotidianamente e per cui si nota un forte aumento di sensibilità da parte di Stati e di cittadini, consapevoli del rischio di raggiungere un punto di non ritorno. Ma come si affrontano i problemi ambientali e come li hanno affrontati le generazioni precedenti? Come e per quale motivo interagiscono con economia e politica?

Gli autori David W. Pearce e R. Kerry Turner hanno dato risposte a tali domande studiando a fondo la storia e lo sviluppo dell'Economia dell'Ambiente nel loro manuale di "Economia Ambientale" pubblicato nel 1994 e rivisitato nel 2003. "Non è possibile prendere decisioni economiche che non abbiano conseguenze sull'ambiente e nessun mutamento ambientale è possibile senza conseguenze di natura economica" scrivono gli autori, sottolineando il principale fondamento dell'economia ambientale cioè per l'appunto l'influenza reciproca tra economia e ambiente. Tale disciplina nasce negli anni sessanta in seguito all'incremento del livello di inquinamento che ha portato ad una conseguente responsabilizzazione e consapevolezza delle società industrializzate per i problemi ambientali. Oggi viene considerata una vera e propria disciplina che svolge un ruolo di fondamentale importanza alla luce del degrado ambientale a cui siamo soggetti, occupandosi di valutare il danno ambientale, scoprirne le cause economiche e trovare i giusti incentivi economici per limitare, bloccare o invertire tale danno.

1.1.1 Il bilancio dei materiali

La base dell'economia ambientale è considerare il sistema economico come un sistema aperto, superando la visione del sistema chiuso e lineare previsto dai modelli economici tradizionali in cui venivano completamente ignorate le interazioni economia-ambiente. Per sistema aperto, invece, si vuole indicare un'economia che ha la necessità di interagire con l'ambiente per funzionare e l'interazione avviene ricavando materiali dall'am-

biente come le materie prime, lavorando tali materiali per trasformarli in beni di consumo e reimmettendo nell'ambiente le risorse consumate sotto forma di rifiuti. Da qui l'approccio del bilancio dei materiali diventa il pilastro per valutare economicamente l'ambiente, i cui input e output sono presentati nella Fig. 1.1.

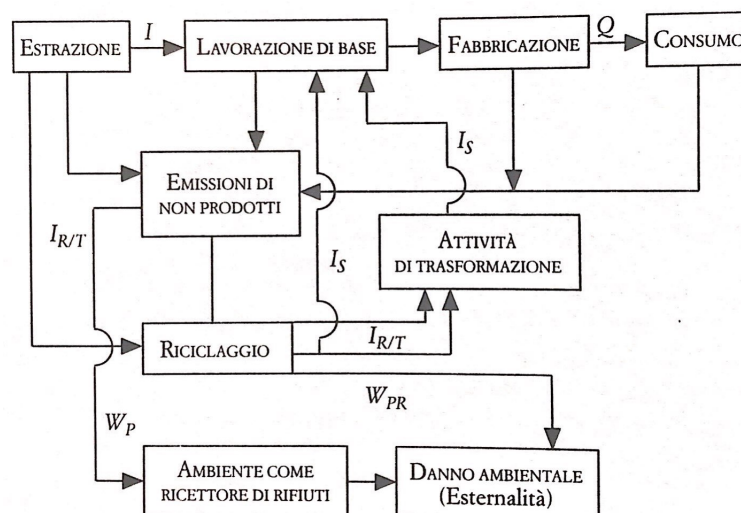


Figura 1.1 Diagramma input/output dell'economia rappresentata come sistema aperto

L'approccio si basa sulla dottrina fisica delle leggi della termodinamica che possono essere rivisitate alla luce dello scambio dei materiali nell'ambiente nella seguente maniera:

1. Ad ogni estrazione e lavorazione di materiali segue una produzione di scarti equivalente, in termini di materia ed energia, alle risorse che vengono immesse nel processo economico.
2. Inevitabilmente vengono emessi degli scarti perchè non è possibile riciclare e quindi reimmettere nel processo economico la totalità dei prodotti di scarto (legge dell'entropia).

Dal concetto di entropia si può associare un livello basso di entropia al materiale utile estratto mentre un livello alto a materiali inutili come gas di scarico. Ricordando che l'entropia aumenta sempre in qualunque processo irreversibile si può affermare, quindi, che nessun processo di riciclaggio di materiali può essere efficiente al 100% ¹. Grazie a questo approccio si può sottolineare come il modo in cui l'uomo gestisce la propria economia influenza l'ambiente e viceversa.

¹ Ayres e Kneese 1989

1.1.2 Limiti allo sviluppo e lo sviluppo sostenibile

Ragionando sull'approccio del bilancio dei materiali nasce spontanea la domanda se vi è un limite alla capacità di assorbimento dei rifiuti di scarto da parte dell'ambiente e se tale limite arresti lo sviluppo economico. Infatti se lo sviluppo aumenta di conseguenza aumentano anche i materiali di scarto rilasciati nell'ambiente rispetto a quanto quest'ultimo sia in grado di assorbire. Il superamento di tale capacità limite porterebbe a danni ambientali ingenti causando una perdita netta di benessere con conseguente identificazione del "limite allo sviluppo determinato dall'assorbimento dei rifiuti". Parallelamente l'esauribilità delle risorse vanno ad identificare il "limite allo sviluppo determinato dalla disponibilità di risorse". Anche se non vi è certezza empirica di tali limiti è necessario adottare misure preventive e prudenti e quindi incentivare lo sviluppo ma in modo sostenibile. Servendoci della definizione più utilizzata, per Sviluppo Sostenibile (SS) si intende uno "sviluppo che soddisfa le esigenze del presente senza compromettere la possibilità per le generazioni future di soddisfare i propri bisogni"². Perciò ogni stato e società deve necessariamente rispettare equità intra e intergenerazionale per poter affermare di partecipare allo SS. Per mantenere inoltre una strategia di lungo periodo di sostenibilità entra in gioco il livello di investimenti effettuati in capitale naturale che purtroppo ancora non coprono una quota rilevante. Da qui le differenti visioni dei sostenitori della sostenibilità debole e quelli della sostenibilità forte. I primi reputano esserci perfetta sostituibilità tra i vari tipi di capitale (fisico, umano e naturale) per cui non vi è la necessità di trattare con particolare riguardo l'ambiente dal momento che è considerato altra forma di capitale equivalente alle altre. I secondi, invece, credono nella limitata sostituibilità del capitale naturale con le altre forme di capitale. Di conseguenza il capitale naturale risulta critico perchè non sostituibile e per questo motivo ha la necessità di essere tutelato. Lo stato, in definitiva, per orientare le sue politiche verso la SS deve adottare un sistema di contabilità nazionale esteso che tenga conto anche di altri due fattori: il deprezzamento del capitale naturale e il degrado dello stock di capitale.

1.2 L'inquinamento economico e il fallimento di mercato

I rifiuti di scarto rilasciati nell'ambiente dalla società, secondo l'approccio bilancio dei materiali, provocano dei mutamenti ambientali che danneggiano l'ecosistema. Qualora tale danno implichi effetti negativi sull'uomo allora si parla di inquinamento economico. Tali effetti coincidono, in termini economici, ad una perdita di benessere dell'individuo che può manifestarsi in varie forme come ad esempio l'aumento dei tassi di mortalità, danni alla salute o anche la sola riduzione del piacere di sostare in aree aper-

²Wced 1987

te. Perciò per essere preso in considerazione nelle teorie economiche non basta avere fisicamente inquinamento ma è necessario che questo provochi una reazione negativa da parte dell'uomo a causa del costo esterno generato.

1.2.1 Esternalità ambientali

Il primo a valutare l'impatto economico dell'inquinamento fu Pigou nel 1920 che attribuì al costo esterno dell'inquinamento lo scostamento osservatosi tra costi privati di produzione delle aziende e costi sociali pieni. L'inquinamento ambientale, quindi, interagisce con l'economia sotto forma di esternalità.

Un'esternalità è un effetto spesso non desiderato che si manifesta in seguito ad una attività e influenza positivamente o negativamente il benessere di un soggetto terzo all'attività che non verrà ricompensato in caso di effetto negativo o non dovrà pagare nessun prezzo in caso di effetto positivo. Le esternalità vengono considerate un fallimento di mercato in quanto, anche in caso idealistico di concorrenza perfetta, il mercato non riesce spontaneamente ad allocare efficientemente le risorse produttive con conseguente manifestazione di costi per la collettività. In definitiva affinché si possa parlare di esternalità è necessario che contemporaneamente si verifichi una perdita di benessere su un soggetto causata da un terzo e tale perdita non venga compensata in alcuna maniera. Se l'ultima condizione non fosse verificata e quindi la perdita di benessere venisse compensata dall'agente inquinante allora si dice che l'effetto dell'esternalità viene internalizzato. Per comprendere al meglio la definizione di esternalità con riferimento all'inquinamento si pensi alle emissioni dannose (mutamento dell'ambiente) che provocano aumento del tasso di incidenza di malattie respiratorie (perdita di benessere per il soggetto) o ancora la deforestazione che provoca un disprezzo per il paesaggio del cittadino che vive nelle vicinanze della zona mutata. Per rendere più chiari tali concetti ci serviamo dei grafici usuali dell'economia del benessere. Secondo i modelli economici un'impresa in concorrenza perfetta determina la quantità di produzione valutando unicamente due fattori: il prezzo del bene venduto e il costo per produrlo. In termini marginali l'impresa identificherà il livello di produzione ottimo nell'incrocio tra prezzo di unità del prodotto e costo marginale cioè costo di ogni unità prodotta in più che generalmente è funzione crescente delle quantità. Tale livello di produzione ottimo costituirà la curva di offerta del mercato in base al prezzo che incrociata con la curva di domanda del mercato per quel bene identificherà la quantità ottima scambiata sul mercato. In Fig. 1.2 viene riportato l'equilibrio prendendo in considerazione il bene alluminio. In concorrenza perfetta viene assicurato l'equilibrio e l'efficienza paretiana grazie al meccanismo dei prezzi. Il problema sorge nel momento in cui si presentano delle esternalità in quanto le variabili che guidano le decisioni di un soggetto sono influenzate dalle decisioni di produzione o consumo di un altro soggetto. Nello spe-

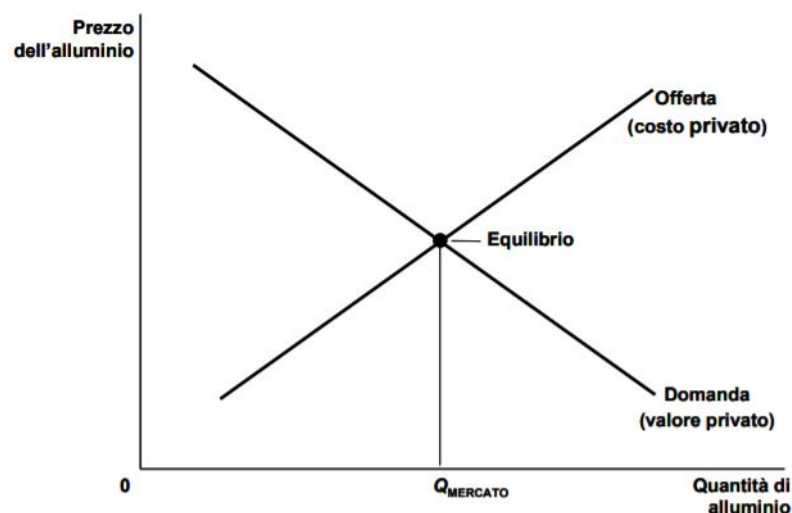


Figura 1.2 Equilibrio di mercato ed efficienza paretiana

cifico il produttore di alluminio non considererà nei suoi costi il danno ambientale che genera la sua produzione così che la scelta del produttore basata su prezzi e costi non rispecchia il reale valore della risorsa. Questo comporta uno scostamento tra il costo privato dell'impresa e il costo sociale che tiene conto anche del danno provocato a terzi. Il produttore, considerando come variabile di decisione solamente il costo privato, produrrà una quantità maggiore rispetto a quella socialmente ottima. Al fine di considerare l'esternalità nella Fig. 1.3 viene rappresentata la curva di offerta basata solamente sul costo privato e la curva di offerta traslata verso l'alto che considera invece il costo sociale che determina la produzione socialmente ottima con l'incrocio con la curva di domanda. L'area formata dalle tre curve presenti rappresenta l'extraproduzione e quindi il valore del danno che si è causato. Questo dimostra come, anche in situazione ideale di concorrenza perfetta, in presenza di esternalità negative il mercato spontaneamente porterebbe ad una extraproduzione che si traduce in danno alla società

1.2.2 Risorse a libero accesso

In termini economici si parla di esternalità come un 'fallimento del mercato' per intendere l'impossibilità di raggiungere, spontaneamente e senza intervento, l'allocazione ottima della produzione e il massimo benessere per la collettività. Risulta quindi necessario l'intervento dello Stato con il fine di adottare misure che possano ripristinare l'equilibrio socialmente ottimale. Il reale problema con cui devono interfacciarsi le questioni ambientali non riguarda solamente la presenza di esternalità in tale contesto. Infatti l'intervento dello Stato è ancora più necessario in riferimento alla tipologia dei beni in questione. Il mare, l'aria che respiriamo, le foreste e tutti gli altri beni ambien-

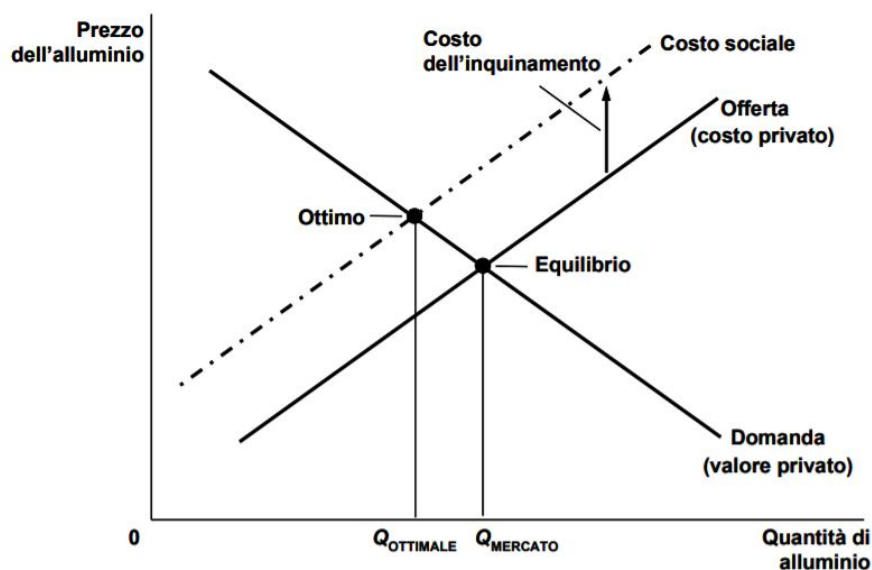


Figura 1.3 Equilibrio di mercato in presenza di esternalità negative

tali sono dei beni pubblici caratterizzati cioè da consumo congiunto e non esclusivo. La criticità, tuttavia, è da ricercarsi nel fatto che molti beni ambientali sono risorse cosiddette a libero accesso: risorse accessibili a tutti e necessarie per la sopravvivenza dell'umanità. Questo porta ad aggravare ancora di più la situazione in quanto nessuno è proprietario di tali risorse e nessuno, quindi, avrà il personale incentivo al minore sfruttamento delle risorse poiché dal suo sforzo non trarrà un beneficio individuale ma bensì unicamente beneficio per la collettività. Le inefficienze che ne conseguono sono ben paragonabili a ciò che è conosciuta come "La tragedia dei beni comuni"³ che dimostra con un esempio metaforico come in presenza di un terreno per il pascolo accessibile a tutti, ogni pastore segue razionalmente una logica del profitto individuale che, aggregata collettivamente, conduce tragicamente all'esaurimento della risorsa comune. Tuttavia la situazione è ancora più critica in quanto per i beni comuni la proprietà è comune ma per una cerchia definita di soggetti mentre per le risorse ambientali non vi è nessun proprietario e questo si traduce in una maggior probabilità di sfociare in una "tragedia" di eccessivo sfruttamento delle risorse. Per questo motivo un accurato e forte intervento dello Stato risulta essere ancor più necessario.

1.2.3 Il livello ottimale di inquinamento

Alla domanda di quale sia il livello di inquinamento desiderato la risposta intuitiva di ogni individuo sarebbe zero. Curioso è scoprire invece che anche se esiste inquinamento economico spesso la soluzione desiderabile non è eliminarlo del tutto. Esiste perciò

³Garrett Hardin, 1968

un livello ottimale di inquinamento che non risulta essere pari a zero. Per dimostrarlo analiticamente prendiamo in considerazione due curve: i BMNP, benefici marginali netti privati, e i CMAE, costi marginali esterni. La prima curva rappresenta l'incremento di benessere dovuto alla variazione unitaria di prodotto e deriva dalla consueta valutazione beneficio-costo per l'agente inquinante. La seconda curva, invece, rappresenta l'aumento marginale del costo esterno dovuto dalla precedente variazione unitaria, rappresentando il danno addizionale dovuto dall'inquinamento che la quantità Q-esima produce. L'incrocio delle due curve appena rappresentate identifica il livello ottimale di inquinamento come mostra la Fig. 1.4 per cui risulta l'uguaglianza $BMNP = CMAE$.

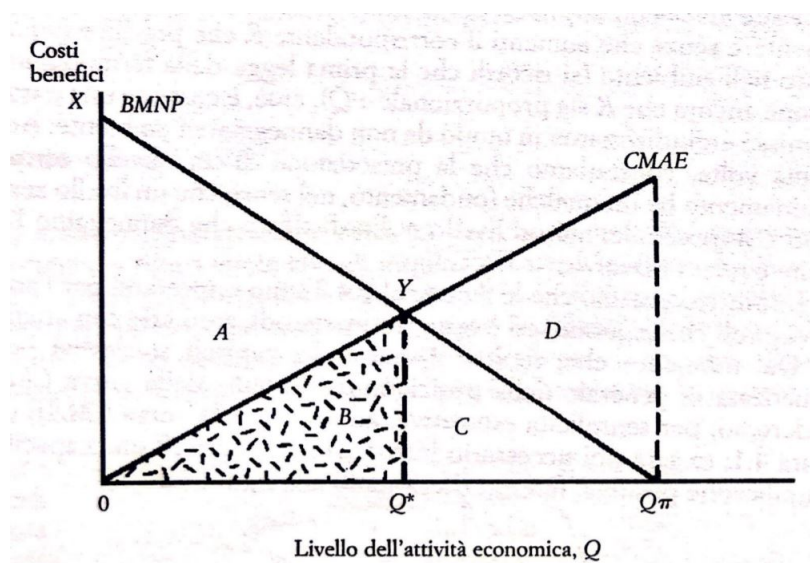


Figura 1.4 Livello di inquinamento ottimale

Per comprendere il motivo dell'ottimalità bisogna analizzare le aree sottostanti le curve. In particolare l'area sotto la curva BMNP rappresenta il beneficio totale dell'agente inquinante mentre l'area sotto i CMAE rappresenta il costo totale per l'agente inquinato. L'obiettivo della società è quello di massimizzare il beneficio totale collettivo dato dalla differenza tra i benefici privati e i costi esterni cioè l'area OXY in figura. Ne risulta che livello di inquinamento zero non è ottimo perchè non si avrebbero costi esterni ma allo stesso tempo anche il beneficio privato totale risulterebbe nulla, non si raggiunge quindi l'ottimo collettivo ma l'ottimo unicamente dell'agente inquinato. Ne consegue che l'area OXY rappresenta l'area ottima di beneficio netto totale e Q^* il livello di inquinamento ottimo. I passaggi formali sono i seguenti:

$$BMNP = CMAE \quad (1.1)$$

individua il livello ottimale di inquinamento. Ma ricordando la definizione di BMNP

dove P è il prezzo e CMA il costo di produzione privato

$$BMNP = P - CMA \quad (1.2)$$

e sostituendo la 1.2 in 1.1 si ottiene

$$CMAE = P - CMA \quad (1.3)$$

e quindi

$$P = CMAE + CMA \quad (1.4)$$

dove la somma dei costi esterni marginali e costi privati marginali risulta essere il costo marginale sociale CMA_S . Per cui

$$P = CMA_S \quad (1.5)$$

deducendone che l'ottimalità paretiana si ottiene quando il "prezzo è uguale al costo marginale sociale".

1.2.4 Livello zero di inquinamento

La sezione precedente dimostra come non sia concepibile un livello di inquinamento pari a zero perchè coinciderebbe ad un'attività economica nulla. Tuttavia alla luce della "capacità di assorbimento" dell'ambiente presentato precedentemente può essere reinterpretato il concetto di livello zero di inquinamento. L'ambiente infatti è in grado di assorbire un certo quantitativo di rifiuti e convertirlo in un secondo momento in attività non dannose, di conseguenza la quantità di inquinamento al di sotto del limite di assorbimento dell'ambiente rappresenterà solamente un danno (esternalità) temporaneo. Tenendo in considerazione tale capacità positiva di assimilazione dell'ambiente si può modificare la Fig. 1.4 nel seguente modo: i $CMAE$ vengono identificati con l'esternalità permanenti perciò la loro origine non sarà più nello zero ma al limite della capacità di assorbimento dell'ambiente, al di sotto del quale si verificano unicamente esternalità temporanee.

La Fig. 1.5, che mette in relazione l'attività Q al corrispondente livello di rifiuti R , dimostra che il livello di inquinamento zero continua ad essere un livello non ottimale ma adesso non corrisponde più un'attività economica nulla come precedentemente affermato.

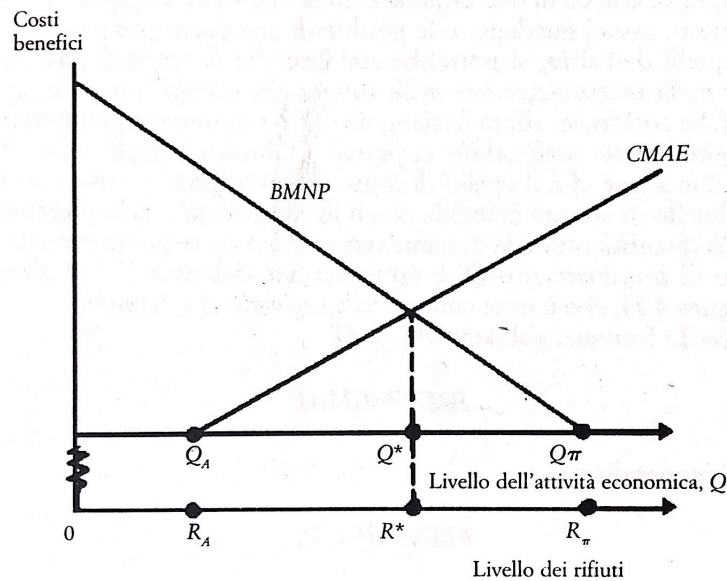


Figura 1.5 Livello di inquinamento ottimale considerando la capacità di assimilazione dell'ambiente

1.2.5 I meccanismi di mercato per raggiungere l'ottimo: i diritti di proprietà di Ronald Coase

Dall'analisi presentata precedentemente è stato sottolineato più volte come la presenza di esternalità costituisca un fallimento di mercato in quanto spontaneamente i mercati non riescono a raggiungere il livello socialmente ottimale di inquinamento. Tuttavia Ronald Coase nel suo saggio *The problem of social cost* dimostra la possibilità di raggiungere l'ottimo senza necessità di regolamentazione da parte dello stato. Questo è possibile alla luce dell'assegnazione e la possibile negoziazione del livello di esternalità tra agente inquinato e inquinante. Vengono prese in esame le due situazioni possibili:

1. Diritti di proprietà assegnati all'agente inquinato: in questo scenario è facile immaginare che l'equilibrio si troverà nel livello di inquinamento zero che è la posizione voluta da chi detiene i diritti di proprietà. Tuttavia viene valutata la possibilità di negoziare tali diritti assumendo di voler spostarsi nel punto *d* nella Fig. 1.6 dove l'inquinatore ha un beneficio netto pari all'area *Oabd* mentre l'inquinato subisce un danno pari a *Ocd*. Se ci fosse la possibilità di negoziare l'inquinatore sarebbe in grado di compensare l'inquinato con un quantità maggiore del danno che riceve dal momento che l'area *Oabd* è maggiore dell'area *Ocd*. Se venisse concluso l'accordo per una quantità minore di *Oabd* e maggiore di *Ocd* si raggiungerebbe un miglioramento "paretiano" in quanto entrambi gli agenti assumerebbero una posizione migliore rispetto alla precedente. Tale procedimento vale per tutti i livelli di produzione da 0 alla quantità ottima ma non

oltre questa in quanto l'inquinatore non sarebbe in grado di compensare il danno subito all'inquinato essendo la curva BMNP al di sotto della curva CMAE. Perciò se i diritti di proprietà appartenessero all'inquinato nel mercato si assisterebbe ad una tendenza naturale a raggiungere il livello socialmente ottimo di attività.

2. Diritti di proprietà assegnati all'inquinatore: Allo stesso modo dalla posizione iniziale di massima attività economica favorevole all'inquinatore che possiede i diritti di proprietà si passa spontaneamente al livello socialmente ottimale. Considerando una prima traslazione nel punto f l'inquinato negozierà con l'inquinatore per diminuire il livello di attività riuscendo a compensare tale perdita dal momento che l'area $fhiQpi$ è maggiore dell'area $fgQpi$. La possibilità di negoziazione si avrà e converrà finché la prima area sarà minore alla seconda, perciò anche in questo caso ci si sposta naturalmente al livello socialmente ottimale Q^* .

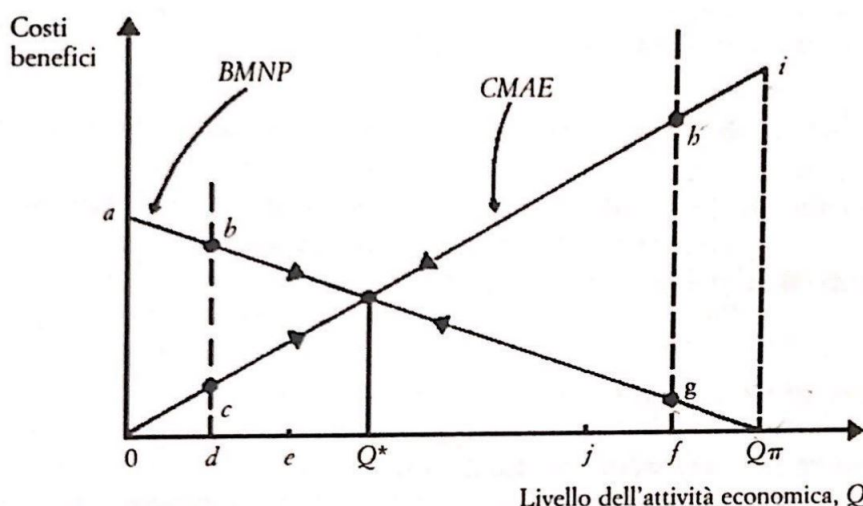


Figura 1.6 Livello ottimale di attività ottenuto tramite negoziazione

Coase ha quindi dimostrato come, a prescindere da chi detiene i diritti di proprietà, esiste *una tendenza automatica a raggiungere il livello socialmente ottimale* senza bisogno di intervento dello Stato in presenza di esternalità. Perché allora si è sempre sottolineato la necessità dell'intervento statale? Il motivo è da ricercarsi nelle criticità del teorema di Coase per cui risulta infondato sotto determinate circostanze. Le critiche sono elencate di seguito:

- Tipologia di concorrenza: il teorema non vale sotto ipotesi di concorrenza imperfetta. Infatti in questo caso i BMNP non coincideranno più alla differenza tra prezzo e costo privato bensì tra ricavo marginale e costo privato. La curva del ricavo marginale giace al di sotto di quella della domanda così che i vantaggi della negoziazione prima citati non si presenteranno più.

- Costi di transazione: per negoziare sui mercati reali ci si imbatte necessariamente nei costi di transazione che potrebbero essere così elevati da rinunciare alla negoziazione stessa che risulterebbe non più conveniente.
- Parti coinvolte: l'effetto delle sostanze inquinanti perdura per anni tale da rendere difficile identificare chi siano le parti coinvolte nella negoziazione. L'identificazione risulta ancora più complicata se si fa riferimento alle risorse con libero accesso in quanto nessuno ne è proprietario. Infine per tali risorse, anche nel caso in cui si verifichi la negoziazione, sarebbe poi difficile identificare e distribuire i danni agli agenti inquinati (basti pensare all'identificazione degli agenti inquinati per inquinamento di aria e acqua).
- Risorse comuni: spesso per le esternalità ambientali l'agente inquinante è anche l'agente inquinato (anche in questo caso pensare al semplice inquinamento dell'aria a cui siamo tutti soggetti). Perciò le curve BMNP e CMAE su cui si basa la negoziazione appartengono agli stessi individui che potrebbero decidere di non cooperare preferendo di guadagnare nel breve periodo a spese dei costi sostenuti da loro e da tutti gli altri agenti inquinanti sia delle generazioni presenti che future.

Nonostante la veridicità del teorema di Coase sotto particolari ipotesi, le precedenti critiche hanno avvalorato la tesi che i meccanismi di mercato non bastano per raggiungere l'ottimo sociale. Il fallimento di mercato è inevitabile ed è richiesto l'intervento regolatorio dello Stato per gestire le esternalità ambientali.

1.3 Tipologie di intervento regolatorio dello Stato

Il livello ottimo di inquinamento non è raggiungibile attraverso i meccanismi di mercato per questo si è sottolineata più volte la necessità dell'intervento dello Stato. In questa sezione verranno presentati teoricamente i principali strumenti regolatori di cui si serve lo Stato e verrà mostrato economicamente come tali strumenti consentano di raggiungere l'ottimo.

1.3.1 Tasse sull'inquinamento

Il primo ad introdurre una tassa basata sul danno ambientale procurato dall'attività produttiva fu Pigou con la *tassa pigouviana* che si basa sull'economia del benessere e permette di raggiungere l'ottimo sociale presentato precedentemente. Infatti se al grafico consueto viene aggiunta una tassa t^* ad ogni unità di produzione si ottiene una traslazione verso il basso della curva dei BMNP come presenta la Fig. 1.7. Di conseguenza si nota come l'agente inquinante massimizza i suoi Benefici netti privati traslati nel punto Q^* che rappresenta proprio il livello socialmente ottimo di produzione. Ciò accade

quando la tassa è pari ai CMAE nel punto di ottimo per cui si parla di tassa pigouviana ottima quando tale tassa è pari al costo marginale esterno nel punto di ottimo sociale. Formalmente, inoltre, per massimizzare i Benefici Netti Sociali (BNS) si deriva e pone uguale a zero la seguente equazione:

$$BMS = PQ - C(Q) - CE(Q) \quad (1.6)$$

da cui si ricava che:

$$P = \frac{dC}{dQ} + \frac{dCE}{dQ} \quad (1.7)$$

e imponendo una tassa t^* pari ai costi eserni si ottiene in definitiva:

$$P = \frac{dC}{dQ} + t^* \quad (1.8)$$

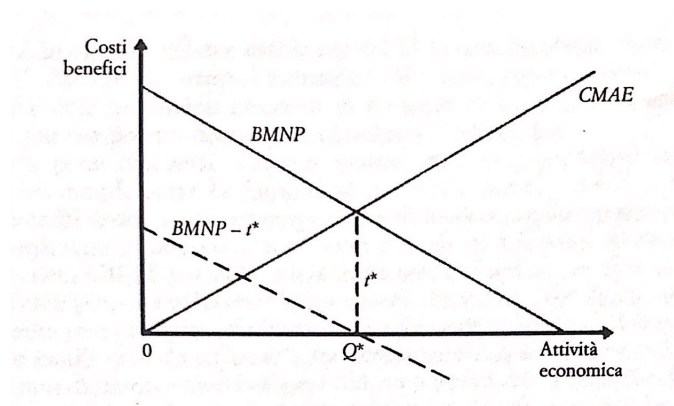


Figura 1.7 Tassa ottimale sull'inquinamento

La tassa è identificata spesso come tassa d'inquinamento ottimale. Oltre alle considerazioni precedenti di base bisogna approfondire l'obiettivo che si vuole raggiungere con la tassa: non si vuole solamente arrivare al livello ottimo di produzione ma lo scopo di tale intervento regolatorio è anche quello di incentivare le imprese all'installazione di sistemi per ridurre le emissioni. Per questo analiticamente vi è la necessità di introdurre i costi marginali di riduzione delle emissioni che interagiscono con le curve già presentate. Nell'analisi precedente la riduzione dell'inquinamento poteva avvenire unicamente con la riduzione del livello di produzione perciò per analizzare l'ottimo si valutavano i BMNP cioè il benessere privato perso in seguito all'abbassamento della produzione. In questo caso possiamo immaginare di sostituire la curva dei BMNP con la curva dei costi marginali di riduzione dell'inquinamento $CM(A)$ dove A rappresenta il livello di abbattimento. Dalla Fig. 1.8 si mostra che se l'impresa non abbattesse alcuna emissione allora pagherebbe solamente i costi delle tasse pari all'area OQ^*Bt

al contrario se riducesse a zero le emissioni allora l'impresa dovrebbe sostenere tutti i costi di riduzione ma nessuna tassa cioè l'area OQ^*C .

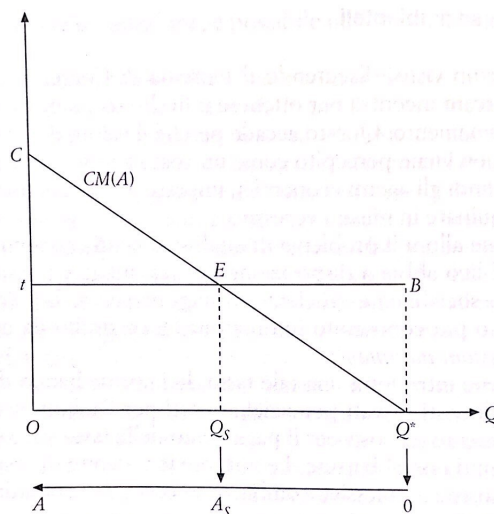


Figura 1.8 Livello di produzione ottimale considerando costi marginali di riduzione e tassa d'inquinamento

Si evince graficamente che se l'impresa invece si posizionasse nel punto E minimizzerebbe i propri costi totali rappresentati dalla tassa e dall'abbattimento. Analiticamente si dimostra facilmente che la minimizzazione dei costi per l'impresa avviene quando la tassa per unità di produzione è pari al costo marginale di abbattimento. Dal momento che abbiamo già dimostrato che il livello ottimale di inquinamento si raggiunge con una tassa pari ai CMAE consegue che per raggiungere l'ottimo anche in questo caso basterà stabilire una tassa al livello in cui il CMAE incontra i costi marginali di abbattimento $CM(A)$.

Un'altra questione analizzata riguarda il funzionamento delle tasse in concorrenza imperfetta. Per esempio in caso di monopolio è noto che la quantità prodotta risulta minore rispetto alla stessa in concorrenza perfetta, traducendosi in minor inquinamento. Perciò bisogna valutare le due alternative in cui il livello di produzione del monopolista si trovi alla destra o alla sinistra del livello socialmente ottimo. Nel primo caso sarà ancora una volta necessaria l'introduzione di una tassa con l'obiettivo di spostare i costi marginali privati fino a farli incrociare con la curva dei ricavi marginali privati in corrispondenza del livello socialmente ottimo. Nel secondo caso, invece, una tassa porta ad un allocamento più inefficiente delle risorse: il monopolista che già produce una quantità inferiore rispetto all'ottimo sarà soggetto ad un ulteriore costo che lo porterà a produrre ancora di meno. In questo caso, quindi, piuttosto che una tassa sarebbe necessario un sussidio. In altre parole una tassa in caso di concorrenza imperfetta potrebbe portare ad un aumento nell'inefficienza di allocazione delle risorse. D'altra

parte è stato dimostrato che la tassa in caso di monopolio non coinciderà con i CMAE come nei casi precedenti perchè tale tassa incontra due inefficienze da risolvere quali la presenza di monopolio e di esternalità. Risulta quindi necessaria una corretta coordinazione tra politica ambientale e industriale con l'obiettivo di ridurre allo stesso tempo due inefficienze: rendere il mercato più competitivo e internalizzare i danni ambientali agli agenti inquinanti.

Facendo il resoconto sembrerebbe che le tasse sull'inquinamento siano degli strumenti efficienti ma in realtà sono poco diffuse. Perchè? Il principale motivo per cui non risulta essere uno strumento così gradito è da identificare nell'asimmetria informativa. Inanzitutto la tassa deve eguagliare il danno provocato perciò è necessaria una valutazione corretta e attendibile della funzione di costo del danno che come vedremo nel paragrafo successivo è argomento complesso. Inoltre è anche necessario conoscere accuratamente la curva dei BMNP e se si tratta di imprese tali informazioni sono difficili da reperire data l'elevata confidenzialità dell'informazione. Proprio tale discrepanza tra agente inquinante e Stato risulta essere uno dei principali motivi contrari ad una tassa sull'inquinamento. Infine anche l'incertezza da parte dell'agente inquinante che la tassa vada oltre quanto necessario, ossia oltre l'esternalità pareto rilevante, porta gli agenti stessi a non essere disposti ad accettarla.

1.3.2 Standard ambientali

Un altro strumento comune per regolare l'inquinamento è presentato dagli standard ambientali imposti dallo Stato come particolari livelli specifici di inquinamento (ad esempio livelli limite di sostanze inquinanti nell'ambiente). Tuttavia al sistema degli standard è necessario accorpare un forte sistema di monitoraggio che apponga una multa qualora l'agente inquinante non rispetti i limiti. Graficamente immaginiamo una multa fissata ad M e uno standard fissato ad S , come presentato in Fig. 1.9.

Lo standard sarà ottimale solamente se coinciderà con il livello ottimale di inquinamento visto in precedenza. Per questo il problema degli standard ricalca quello delle tasse cioè l'individuazione corretta del livello socialmente ottimo e quindi la necessità di un'informazione accurata. Inoltre si presenta anche il problema della multa M : l'agente inquinante ha incentivo a inquinare finchè i BMP superino la multa pagata ma tale multa viene pagata unicamente se l'agente inquinante viene monitorato accuratamente. Quindi da una situazione deterministica si passa ad una stocastica considerando non solo la multa ma la probabilità di pagare la multa e spesso questo porta ad una convenienza da parte dell'agente inquinante ad inquinare di più del livello socialmente ottimale. Lo standard perciò funziona solamente se S è pari al livello socialmente ottimale di inquinamento e M è una multa certa e pari a M^* .

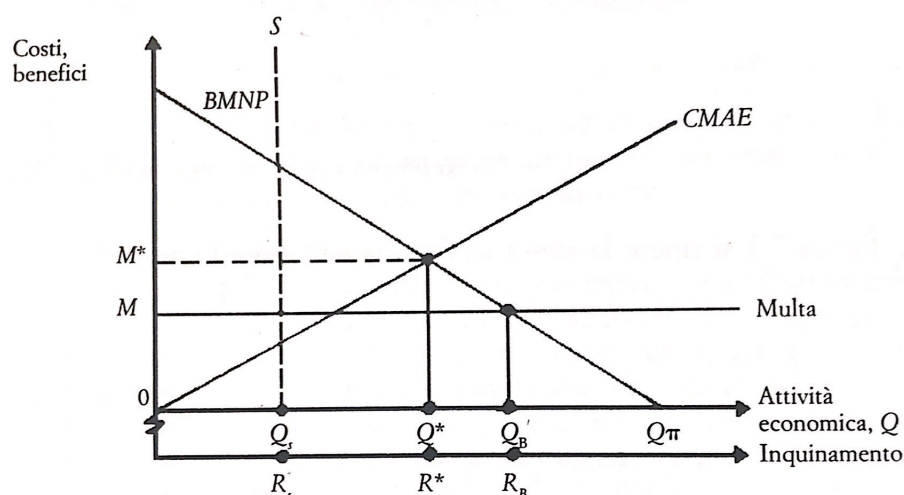


Figura 1.9 Possibili inefficienze degli standard ambientali

1.3.3 I permessi negoziabili

L'ultima alternativa di strumento regolatorio dello stato è rappresentata dai permessi d'inquinamento negoziabili. Anche in questo caso vengono fissati degli standard cioè un limite massimo di permessi che però possono essere negoziati tra gli agenti inquinanti. La Fig. 1.10 mostra i CMAR (che, come già visto, rappresentano i costi di riduzione dell'inquinamento da sostituire ai BMNP) e i CMAE da cui consegue che il livello ottimo di permessi è pari a OQ^* se consideriamo il caso in cui un permesso è dato per ogni singola unità di inquinamento. L'offerta di permessi è regolata dallo stato ed è rappresentata dalla curva S che risulta non dipendente dal prezzo. La curva di domanda dei permessi può invece essere identificata dalla curva $CMAR$ infatti ad esempio al prezzo P_1 la domanda di permessi sarà proprio pari a Q_1 in quanto per passare da Q_2 a Q_1 conviene ridurre le emissioni che risultano costare meno rispetto all'acquisto dei permessi. Ne consegue che si raggiunge il livello socialmente ottimale di inquinamento eguagliando l'offerta e la domanda di permessi.

I permessi negoziabili rappresentano un meccanismo di flessibilità per gli agenti inquinanti, in particolare chi detiene costi elevati di riduzione sarà incentivato ad acquistare permessi da chi detiene bassi costi di riduzione. Da qui emerge spontaneamente un mercato dei permessi che consente di minimizzare i costi di riduzione rispetto all'approccio precedente degli standard. Un altro motivo di efficacia è rappresentato dalla presenza di nuovi entranti. Grazie a questo sistema lo Stato ha la flessibilità di cambiare lo standard a seconda di come si sposta la domanda di permessi negoziabili, ponendosi come una vera e propria Banca di permessi per fronteggiare le condizioni di mercato che si verificano di volta in volta.

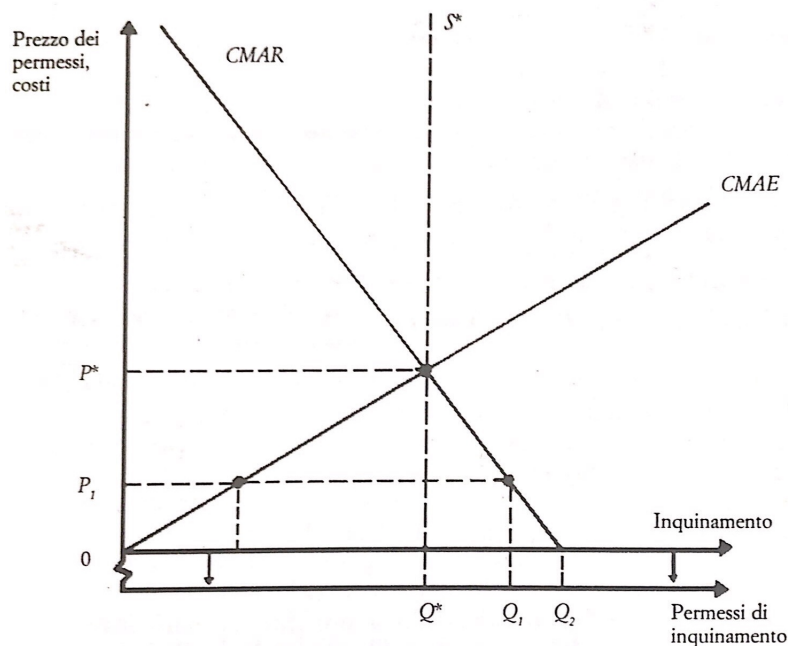


Figura 1.10 Livello socialmente ottimale in presenza di permessi negoziabili

1.4 Valutazione economica totale

Il problema principale di tutti i meccanismi e gli strumenti regolatori presentati è l'informazione accurata sul valore monetario dei beni ambientali e di riflesso dei danni ambientali. Infatti è necessario sapere l'esatto valore per poter determinare i costi esterni sociali e quindi determinare il livello ottimo di inquinamento per poi applicare la politica più adeguata. La valutazione monetaria dei beni ambientali è di fondamentale importanza per le politiche ambientali in quanto spesso i benefici e i danni dei beni ambientali non vengono rintracciati sul mercato ma emergono soprattutto sulla qualità della vita. Quindi i benefici e i danni vengono spesso sottovalutati e esclusi dalla contabilità nazionale con conseguente bisogno di valorizzazione monetaria per poter far assumere a tali beni l'importanza necessaria. Si parla di valutazione economica perché la valutazione del bene ambientale è fatta in termini monetari dal momento che in tali termini vengono espresse le preferenze dell'individuo che ne determinano l'utilità, si parla infatti di Disponibilità a pagare (DAP) per un determinato bene o servizio. In particolare per calcolare il beneficio totale derivante dal bene ambientale è necessario considerare la DAP lorda cioè la somma fra il prezzo di mercato e il surplus del consumatore in quanto spesso l'individuo ha una DAP maggiore rispetto al prezzo di mercato. Inoltre accade spesso che oltre alla DAP per un dato bene e servizio ambientale vi sia la necessità di ricavare quanto l'individuo sia disposto a rinunciare per quel bene oppure quale sia la sua Disponibilità alla compensazione (DAC) per subire

il danno ambientale. Nella pratica quindi ci sono varie tipologie di espressione della preferenza dell'individuo per calcolare i benefici o danni ambientali:

- DAP per ottenere beneficio
- DAC per rinunciare al beneficio
- DAP per evitare danno
- DAC per sopportare danno

Teoricamente tutte queste misure dovrebbero essere uguali secondo logica invece empiricamente si dimostra che l'individuo è soggetto alla cosiddetta "dissonanza cognitiva" vale a dire che per l'individuo ha un valore maggiore la rinuncia a qualcosa che è di sua proprietà rispetto all'ottenimento di un beneficio addizionale. La discrepanza tra DAP e DAC risulta essere un problema per la politica ambientale dal momento che spesso si agisce in senso di evitare il danno piuttosto che ottenere benefici aggiuntivi da un bene ambientale, Anche se tale questione non è risolta economicamente è giusto sottolinearne la criticità.

1.4.1 Il valore economico totale

Per calcolare la curve di utilità del consumatore è quindi necessario esprimere il valore economico totale del bene ambientale in questione. Il valore economico totale è composto dalle seguenti voci:

$$ValoreEconomicoTotale = ValoreD'uso + ValoreIntrinseco \quad (1.9)$$

Di seguito verranno analizzate più nel dettaglio le singole voci che compongono il valore economico totale:

- **VALORE D'USO:** il valore d'uso è il beneficio che ricava l'individuo quando "usa" l'ambiente. Tuttavia c'è bisogno di effettuare un'ulteriore classificazione. Si parla di valore d'uso reale che deriva dall'uso effettivo e concreto dell'ambiente come chi sfrutta un terreno per il pascolo. Diverso è invece l'uso potenziale dell'ambiente che rappresenta il valore di opzione del bene. Questo fa riferimento al beneficio per l'appunto potenziale che si può ricavare dal bene in contrapposizione all'attuale utilizzo : una sorta di DAP per preservare il bene per un potenziale utilizzo futuro. Si riferisce perciò ad un surplus del consumatore atteso che indichiamo con $E(Sc)$, fortemente caratterizzato da incertezza che quel particolare bene ambientale sarà ancora presente in futuro e dall'incertezza che l'individuo stesso potrà o meno trarne vantaggio.

- **VALORE INTRINSECO** : il valore intrinseco è un valore legato all'esistenza stessa del bene che non ha alcuna dipendenza con l'essere umano. Se non ci fosse l'umanità infatti l'ambiente e l'ecosistema che lo compone avrebbero ancora un valore. Per questo il valore intrinseco viene denominato valore d'esistenza perchè è il valore del bene in quanto esiste. Il concetto è sfuggibile e per questo è difficile determinarne il valore e risulta ancora più difficile determinare il beneficio indiretto che tale valore provoca sull'individuo basandosi più su questioni sentimentali che pratiche.

In definitiva quindi possiamo ridefinire il valore economico totale come:

$$\text{Valore economico totale} = \text{valore d'uso reale} + \text{valore d'opzione} + \text{valore d'esistenza} \quad (1.10)$$

1.4.2 Metodologie di valutazione

La misurazione del valore economico totale può avvenire in maniera diretta o indiretta. Nel primo caso si cerca di misurare direttamente i miglioramenti della qualità ambientale in termini monetari grazie mercati surrogati oppure altri metodi tecnici. Nel secondo caso invece non si fa riferimento a nessun beneficio diretto ma piuttosto si fa un'analisi dose-reazione tra un particolare inquinamento e l'effetto che produce. Solo una volta finita tale analisi si passa alla quantizzazione monetaria dell'effetto prodotto. In particolare verranno analizzate le metodologie dirette in quanto queste portano al calcolo della DAP nel primo istante e non in un secondo momento come i metodi indiretti. Nell'area delle metodologie dirette vi sono due principali approcci per calcolare la DAP: l'approccio in termini di prezzi edonistici e la valutazione contingente. Di seguito l'analisi:

- **APPROCCIO IN TERMINI DI PREZZI EDONISTICI** : Tale approccio si basa sul valore della proprietà. Più propriamente vengono stimati i benefici che derivano dal bene ambientale sulla base di come varia il valore di proprietà localizzato in aree differenti e con differenti caratteristiche ambientali (ad esempio accesso ai parchi, diverso livello di inquinamento dell'area o delle acque limitrofe). Nella sostanza tale approccio come prima cosa identifica la differenza tra il prezzo della proprietà dovuta da differenti livelli di inquinamento tramite una regressione multipla. Successivamente ha lo scopo di derivare quale sia la DAP per un miglioramento delle caratteristiche ambientali nelle particolari zone in cui vivono gli individui.
- **LA VALUTAZIONE CONTINGENTE**: Tale metodo diretto contrariamente da quello precedente prevede di valutare la DAP e la DAC degli individui nell'ipotetico caso di un miglioramento ambientale nel luogo in cui vivono sottoponendogli

questionari o attraverso altre tecniche sperimentali. La rivoluzione del metodo è l'inclusione nell'analisi del bene in questione del contesto istituzionale in cui viene erogato il bene. Risulta essere un ottimo strumento di valutazione in quanto può essere applicato a tutti i beni propri della politica ambientale e rappresenta l'unica tecnica di stima del beneficio. Nella pratica l'approccio prevede che la persona intervistatrice proponga un primo prezzo di domanda chiamato *bid* e da lì indagare fino a quelle unità in più di prezzo rispetto al livello *bid* l'intervistato sarà disposto a pagare. L'ultimo prezzo di accettazione rappresenterà la massima DAP e nell'altro senso la minima DAC. Normalmente la stima risulta non precisa ma soggetta a particolari distorsioni dovute ad esempio dal free riding tipico dei beni pubblici che bisogna quindi tenere in considerazione.

Capitolo 2

LE EMISSIONI DI CO₂ E L'INTERVENTO REGOLATORIO STATALE

2.1 L'inquinamento dell'aria

Il capitolo precedente ha trattato a livello teorico i problemi legati all'inquinamento ambientale in tutte le varie forme in cui si presenta e il suo impatto sull'economia. Questo capitolo si focalizzerà, invece, sull'inquinamento dell'aria e in particolare sui problemi ambientali dovuti dall'emissione della Biossido di Carbonio (CO₂), principale causa del surriscaldamento globale. Quest'ultimo viene considerato il più grande e preoccupante problema ambientale dell'era moderna e le emissioni di CO₂ in atmosfera vengono considerate il principale costituente dell'impronta ecologica umana.

2.1.1 Il riscaldamento globale

Il riscaldamento globale sta avanzando ad una velocità inarrestabile negli ultimi 2000 anni ed ha una raggio d'azione così ampio da riguardare il 98% del pianeta. Così è indicato dalle due ricerche pubblicate sulle riviste *Nature* e *Nature geoscience* affermando anche che "La matematica del clima è brutalmente chiara: sebbene il mondo non possa essere guarito nei prossimi anni, potrebbe essere fatalmente ferito dai nostri comportamenti negligenti già entro il 2020". Il cambiamento climatico rappresenta infatti una tematica altamente attuale e oggetto quotidiano di discussione: la consapevolezza degli Stati e dei cittadini sta crescendo e l'intervento per arginare i danni necessita essere immediato. Naturalmente il principale fattore che causa l'aumento della temperatura terrestre è senza dubbio l'inquinamento ambientale dell'aria nonostante la relazione tra i due sia molto complessa: le interazioni tra i diversi inquinanti atmosferici e tra gli inquinanti e gli ecosistemi è oggetto del dibattito scientifico più discusso. Certo è che le emissioni dirette di inquinanti atmosferici dovuti dalle attività economiche svolte dall'uomo influenzano notevolmente il bilancio radiativo e quindi il cambiamento climatico. In sintesi tali inquinanti sono invisibili alle radiazioni ad onde corte del sole mentre assorbono le radiazioni ad onde lunghe provenienti dalla terra. Questa trattenuta di calore provoca un riscaldamento della superficie terrestre e della parte più bassa del-

l'atmosfera: famoso fenomeno conosciuto come "effetto serra" che tuttavia non risulta essere l'unico effetto negativo provocato dagli agenti inquinanti dell'aria. Questi ultimi vengono per tal motivo chiamati gas serra e lo studio dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ¹ mostra che il principale responsabile del riscaldamento globale è il biossido di carbonio (Fig. 2.1). Inoltre sono proprio le fonti antropiche ad avere un impatto maggiore: del 75 % di emissioni di CO₂ totale il 65 % è generato dall'utilizzo dei combustibili fossili e da tutti i processi industriali mentre il rimanente 11 % è generato da fonti naturali come lo sfruttamento del suolo per fini agricoli. Scien-

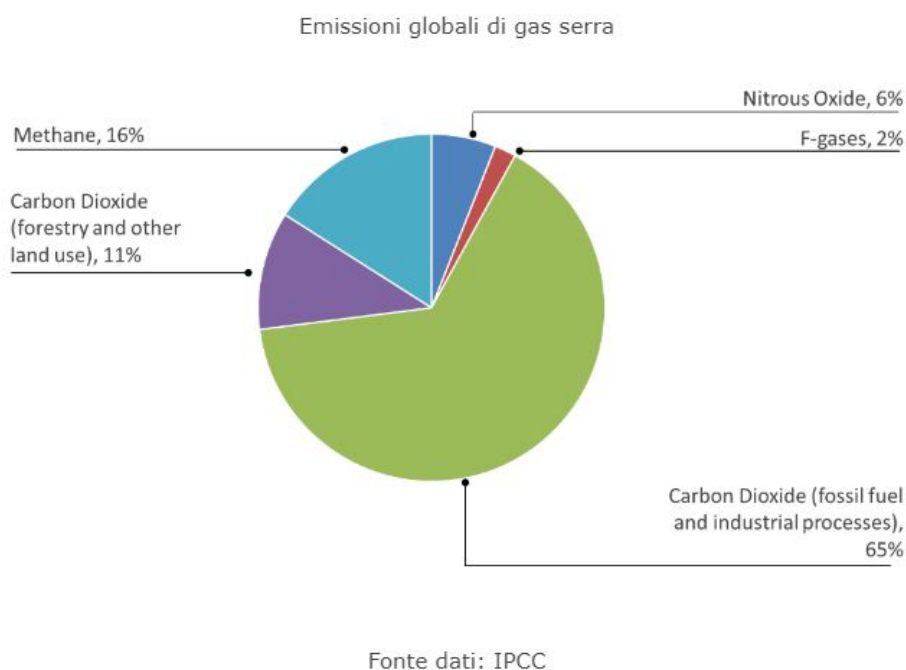


Figura 2.1 Percentuale di contribuzione al riscaldamento globale dei vari gas serra

tificamente si parla di concentrazione di CO₂ nell'atmosfera misurata in particelle per milione . La Fig. 2.2 mostra il trend crescente di tale concentrazione che si attesta a 410 ppm ad inizio anno scorso. I ricercatori affermano che il raggiungimento di 500 ppm causerà un mutamento irreversibile dell'atmosfera. Un'ulteriore analisi effettuata dall'IPCC identifica i settori che contribuiscono maggiormente alle emissioni di CO₂: primeggia l'elettricità e il riscaldamento con il 25 % seguito dal settore dell'agricoltura con il 25 % poi il settore dei processi industriali con il 21% e quello dei trasporti con il 14 % (Fig. 2.3).

¹L'IPCC è stato costituito da due organizzazioni internazionali - United Nations Environment Program (UNEP) e Organizzazione meteorologica mondiale (OMM) e poi assunto nell'ambito delle Nazioni Unite. È organizzato in tre Gruppi di lavoro e una Task Force. Il primo gruppo si occupa degli aspetti scientifici del cambiamento climatico; il secondo degli impatti, dei problemi di adattamento e di vulnerabilità di particolari aree geografiche; il terzo della mitigazione e quindi dei metodi di contenimento del cambiamento climatico. C'è poi una Task Force che si occupa dei metodi per calcolare le emissioni di gas a livello nazionale

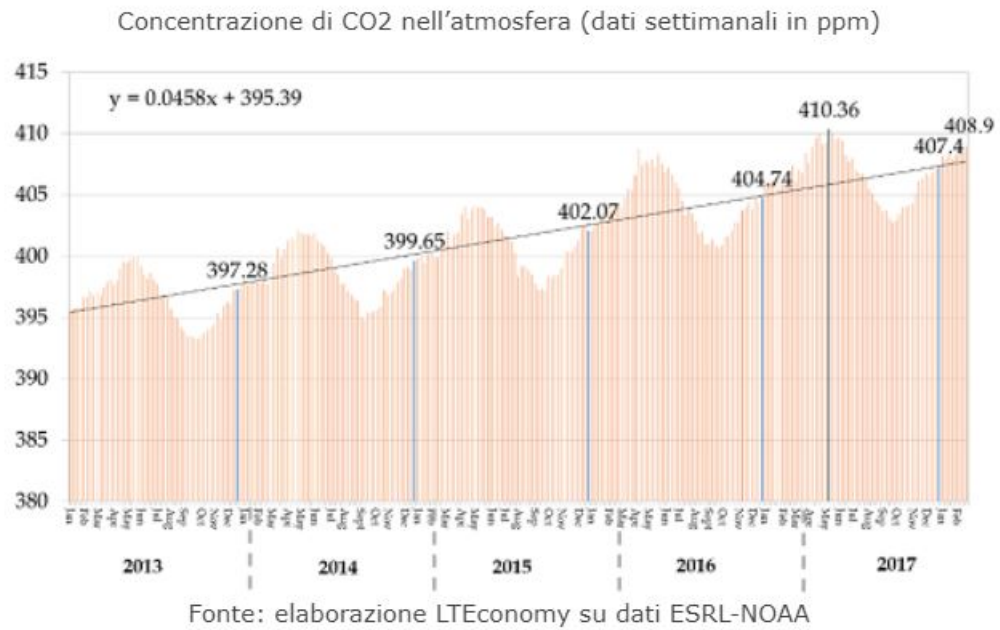


Figura 2.2 Trend di concentrazione della CO₂ nell'atmosfera

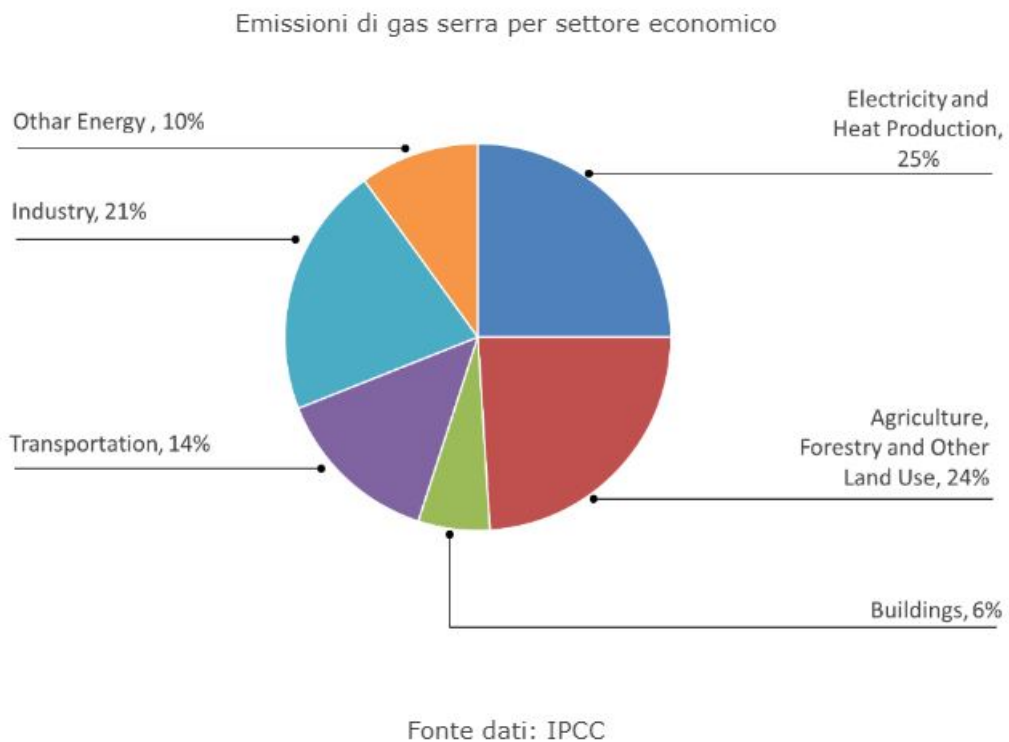


Figura 2.3 Principali settori che contribuiscono all'inquinamento atmosferico da CO₂

Infine l'ultima analisi è relativa ai paesi maggiormente inquinanti dove emerge dalla Fig. 2.4 che la Cina e gli Stati Uniti sono responsabili del più del 40 % del totale delle emissioni.

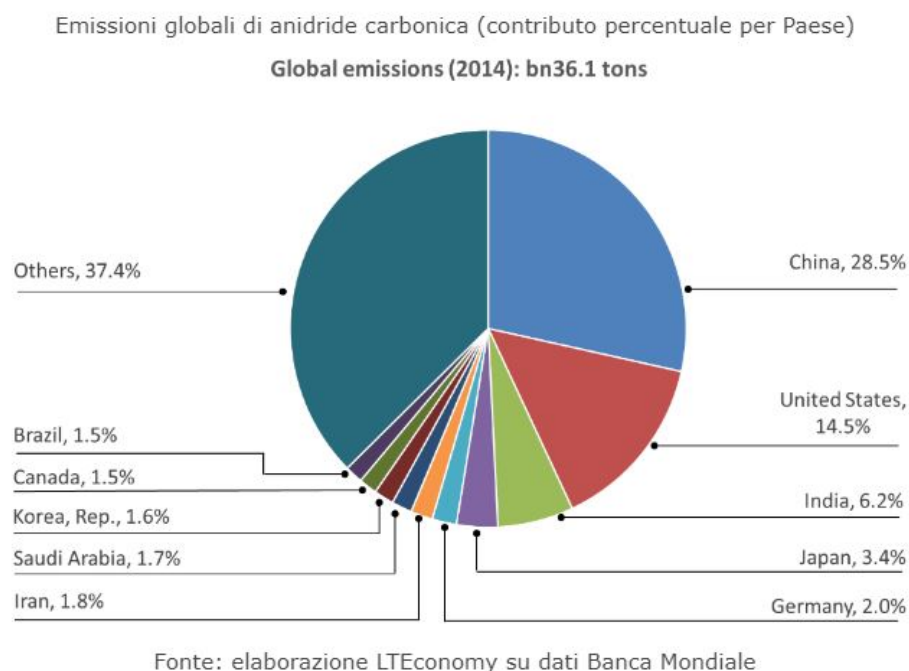


Figura 2.4 Principali Paesi che contribuiscono all'inquinamento atmosferico da CO₂

Il messaggio che ne deriva è chiaro: il cambiamento è rapido e bisogna arrestarlo finchè si è in tempo con azioni di lungo periodo basate sulla collaborazione e cooperazione tra i diversi paesi e i diversi settori interessati.

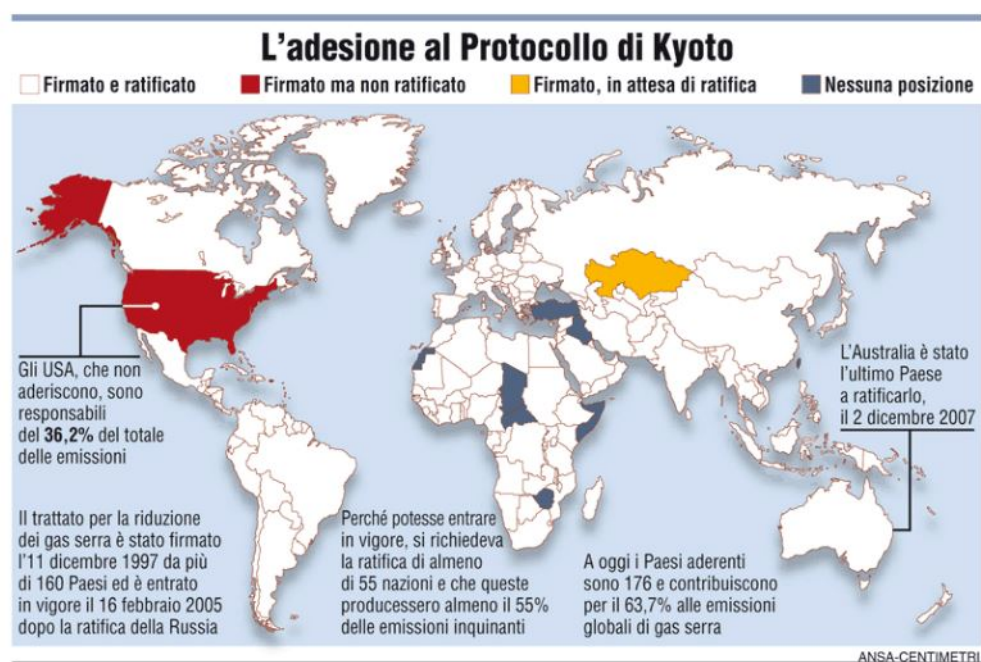
2.2 La politica per il clima

Come reagiscono e come si sono mosse le potenze mondiali di fronte alle criticità del cambiamento climatico appena presentato? Per rispondere a tale domanda bisogna risalire solamente alla fine degli anni settanta dove, in occasione della World Meteorological Conference, per la prima volta venne posta attenzione sui pericoli derivanti dal cambiamento climatico. Tuttavia dovranno passare ancora degli anni per definire il cambiamento climatico come un "*common concern of humankind*" e quindi poter far riferimento ad una responsabilità comune ed una necessità di sforzo proporzionale e cooperativo tra gli Stati secondo un principio di equità. Successivamente enormi progressi vennero effettuati in campo scientifico dall'IPCC. Ad oggi l'IPCC ha pubblicato 5 rapporti che mostrano la progressiva certezza della causa dell'uomo sul cambiamento climatico assegnando nel terzo rapporto (2007) il 99% di probabilità che sia attribuite ad azioni umane. Nello stesso rapporto viene, inoltre, sottolineata la necessità di contenere la temperatura al di sotto dei 2 gradi fino a fine secolo per evitare di subire danni irreversibili. Solo sulla base dei valori di emissioni analizzati dal primo rapporto nel 1990 le grandi potenze europee hanno iniziato a trattare questo argomento con la

stipulazioni di trattati e accordi che ponessero dei limiti sulle emissioni di CO₂.

2.2.1 Periodo 2002-2012: Il protocollo di Kyoto

Il primo trattato ambientale internazionale trattante le emissioni di CO₂ fu stipulato nel 1992 a Rio de Janeiro, noto come la Convenzione delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC) o più facilmente Accordo di Rio. Tuttavia fu un trattato di carattere legale non vincolante nel senso che non imponeva limiti alle emissioni ma piuttosto proponeva la possibilità di firmare ulteriori accordi (i protocolli) che stabilissero limiti obbligatori. Il protocollo più importante che sancisce il vero inizio di attivismo in tema di emissioni ambientali è il Protocollo di Kyoto approvato in Giappone l'11 Dicembre del 1997 durante la Conferenza delle parti di Kyoto (la COP3). Tuttavia per entrare in vigore era necessaria la ratificazione di almeno 55 nazioni che rappresentassero complessivamente un valore di emissioni di CO₂ non inferiore al 55% del totale. Perciò solo dopo la ratificazione della Russia il protocollo entrò in vigore, esattamente il 16 Febbraio 2005. L'aderenza dei paesi è mostrata nella Fig. 2.5.



Adesione al protocollo di Kyoto (ANSA CENTIMETRI)

Figura 2.5 Paesi aderenti al protocollo di Kyoto

Il trattato prevedeva l'obbligo di riduzione totale delle emissioni di CO₂ del 5% rispetto ai livelli monitorati nel 1990 attribuendo a ciascuno Stato la quota proporzionale di riduzione. Ogni stato doveva realizzare l'*Inventario Nazionale delle emissioni e degli assorbimenti dei gas a effetto serra* cioè un sistema che monitorasse a livello nazionale le emissioni con obbligo di aggiornamento annuale e ad ogni Stato fu affidato il com-

pito di redigere un piano per mostrare le modalità necessarie per conseguire l'obiettivo di riduzione. Nel dettaglio il protocollo prevedeva la riduzione per il periodo che intercorrea tra il 2008 e 2012 per i paesi più industrializzati, evitando di penalizzare i paesi in via di sviluppo. La ragione di tale differenziazione è di carattere storico: gli stati più industrializzati avevano avuto modo di crescere economicamente sviluppandosi in un periodo in cui non venivano tenuti conto gli effetti negativi sull'ambiente per cui non vi erano restrizioni nell'uso dei combustibili fossili. Questo avrebbe portato ad una situazione di netto svantaggio per i paesi che iniziavano il loro sviluppo in quel periodo ed eventuali vincoli stringenti sul consumo di combustibili fossili ne avrebbero limitato le possibilità di crescita consentendo di mantenere ferma la supremazia dei paesi sviluppati precedentemente. Anche le quote vennero attribuite secondo un principio di equità basandosi proporzionalmente sulle emissioni di ciascun paese. Vi furono sia quote di riduzione (come per l'Unione Europea a cui spettò una quota pari a -8% o al Giappone di -6%) che allo stesso tempo quote positive e quindi di aumento di produzione (come per l'Australia fino a +8% o Islanda fino a +10%). Per gli Stati che non avessero rispettato i propri obblighi alla fine del periodo considerato venne prevista una sanzione. Nonostante i limiti legalmente vincolanti, il protocollo concedeva dei meccanismi chiamati di flessibilità che consentissero agli Stati di raggiungere i propri obiettivi più facilmente. I tre meccanismi sono:

- **JOIN IMPLEMENTATION:** è uno strumento che consente l'adempimento agli obblighi grazie alla cooperazione tra gli stati che agiscono congiuntamente. Infatti i paesi possono decidere di formare un gruppo per raggiungere insieme i propri obiettivi avendo la possibilità di cambiare la quota di riduzione a loro assegnata purché l'obbligo totale di tutti i paesi facenti parte del gruppo risulti essere pari al totale della distribuzione prevista dal protocollo per gli stessi paesi.
- **EMISSION TRADING:** è un nuovo sistema, descritto nel dettaglio successivamente, che prevede lo scambio autorizzato di diritti di emissione tra gli stati. Infatti chi riesce a ridurre le emissioni più degli obblighi impostigli dal protocollo può vendere le emissioni ridotte eccedenti l'obbligo sotto forma di diritti di emissione. Questi possono essere acquistati invece dai paesi che non riescono a raggiungere gli obblighi. Tuttavia la commercializzazione di tali diritti non è libera in quanto è necessaria una cooperazione tra i paesi oggetto della transazione su un progetto, necessariamente ufficializzato e approvato dai paesi coinvolti, che ha come obiettivo la riduzione di CO₂.
- **CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM:** rappresenta anch'esso uno strumento che consente la cooperazione tra paesi industrializzati e paesi in via di sviluppo. La collaborazione deve avvenire su progetti che hanno l'obiettivo di attuare azioni per rispettare gli obblighi imposti dal protocollo e dare il giusto incentivo allo

sviluppo sostenibile. Nella pratica i paesi più industrializzati possono decidere di ridurre le proprie emissioni compensandoli con attività "verdi" per paesi in via di sviluppo come ad esempio progetti per lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili.

Nonostante la novità, il protocollo di Kyoto fu considerato fin da subito una misura non adatta per andare incontro alle diverse esigenze dei paesi sottoscrittori. Inoltre gli sforzi dei paesi industrializzati sarebbero risultati insufficienti per contenere il cambiamento climatico in quanto i sottoscrittori rappresentavano circa metà della quota totale di emissioni. La non ratificazione degli Stati Uniti, i principali responsabili delle emissioni, fu determinante per far appire l'accordo non efficace. Il fallimento del protocollo fu infine notevolmente confermato dalla valutazione delle emissioni a fine periodo di applicazione (2012) dal momento che, purtroppo, risultarono aumentate. Nonostante le molte critiche mosse contro il fondamento del protocollo di Kyoto, quest'ultimo rappresentò senz'altro un tappa fondamentale per sensibilizzare i paesi alla tematica così urgente del riscaldamento globale e aprire la strada a politiche sempre più stringenti ed efficienti.

2.2.2 Periodo 2012-2020: Emendamento di Doha e pacchetto clima energia

Il periodo di influenza del protocollo di Kyoto si arrestava al 2012 perciò a livello europeo si ritenne necessario negoziare altri strumenti per vincolare le emissioni per il periodo post 2012. In questo contesto nella Conferenza delle Parti (COP 18-COP/MOP8), conclusasi a Doha (Qatar) l'8 dicembre 2012, una parte ristretta dei paesi approvò l'emendamento di Doha che prevedeva la proroga dei vincoli oggetto del protocollo di Kyoto. Il contenuto di tale accordo coincideva unilateralmente con l'adozione del "pacchetto clima-energia" europeo. Infatti l'Europa acquistò nel frattempo la leadership in ambito ambientale e decise di adottare propri obiettivi indipendentemente dalle manovre internazionali. Il pacchetto Clima- Energia viene spesso anche ricordato come "piano 20-20-20" in riferimento ai limiti che impone al 2020 (Fig. 2.6):

- Riduzione del 20% delle emissioni rispetto ai livelli del 1990
- Aumento del 20% della quota di energia prodotta dalle fonti rinnovabili
- Aumento del 20% del risparmio energetico

Parallelamente al pacchetto vennero introdotte una serie di strumenti normativi le cui direttive più caratterizzanti risultano essere:

- La direttiva 2009/29/UE (recepita con il D.Lgs. 30/2013), che ha aggiornato la precedente direttiva 2003/87/UE (emanata per gestire le attività previste dal protocollo di Kyoto) sul sistema europeo di scambio di quote d'emissione chiamato EU Emission Trading System (EU ETS, ripreso in dettaglio nel seguito).

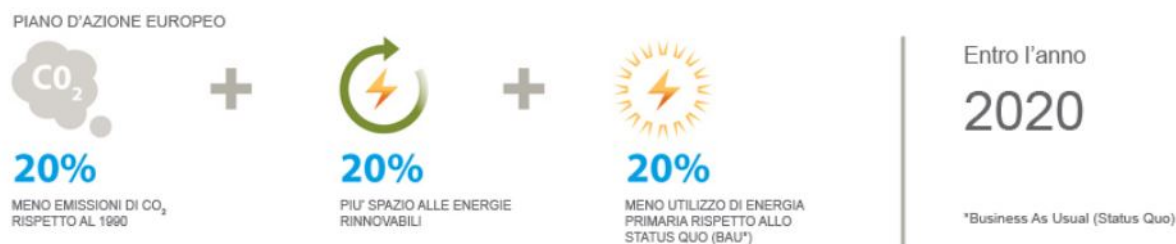


Figura 2.6 Obiettivi del pacchetto Clima-Energia 2020

- La Decisione 406/2009 del 23 aprile 2009 ("effort sharing"), che ripartisce le quote di riduzione delle emissioni nei vari Paesi per tutti i settori non rientranti nel sistema EU ETS e quindi non regolati dalla direttiva precedente.

Si introduce con il pacchetto clima energia, quindi, una differenza di regolamentazione tra i vari settori: si prevede una riduzione differente tra le due classi definendo una quota di riduzione del 21% per i settori regolati dal sistema EU ETS mentre del 10% per i settori non EU ETS. Questo pacchetto rappresenta solamente la prima fase attuativa di una strategia comunitaria rivolta all'energia e al clima molto più complessa e ambiziosa. Tali provvedimenti europei influenzeranno pervasivamente le politiche nazionali come quella italiana descritte successivamente.

2.2.3 Periodo 2020-2030: L'accordo di Parigi

Lo snodo cruciale nel contesto delle politiche ambientali avvenne il 12 Dicembre 2015 in occasione della ventunesima Conferenza delle Parti della UNFCCC1 (COP-21) che rappresentò un'intesa mondiale basata sulla consapevolezza ormai diffusa che la terra è gravemente sottoposta agli effetti dannosi del cambiamento climatico. La Commissione europea parlò di «svolta a livello mondiale nel rafforzamento dell'azione collettiva e nell'accelerazione della transizione mondiale verso una società a basse emissioni di carbonio e resiliente ai cambiamenti climatici» [COM.(2016) 707]. Dalla conferenza si ricavò la sottoscrizione del famoso Accordo di Parigi che supera i limiti del Protocollo di Kyoto, ribaltandone la strategia. Infatti non si prevedono più limiti vincolanti per i paesi sviluppati bensì viene adottata una strategia comunitaria fondata sulla partecipazione di tutti gli stati pur mantenendo differenziazione attraverso il contributo diverso determinando a livello nazionale da ciascuno stato. Viene perciò superato sia il fondamento del Protocollo di Kyoto basato sulla responsabilizzazione degli stati industrializzati sia l'aspetto sanzionatorio di quest'ultimo prediligendo una politica di supporto con l'istituzione di regole di trasparenza e strumenti di assistenza che favoriscano la cooperazione. L'accordo di Parigi entra in vigore il 4 novembre 2016, a meno di un anno dalla sua sottoscrizione diversamente dagli 8 anni richiesti per il Protocollo di

Kyoto. L'Accordo formato da 29 articoli regola il regime che avrà periodo di attuazione dal 2020 al 2030 e si pone come obiettivo quello di limitare la temperatura globale al di sotto dei 2 gradi entro il 2030. Le parti ratificanti dovranno quindi impegnarsi a ridurre le proprie emissioni attraverso la presentazione di piani nazionali con necessità di revisione quinquennale.² I principali punti chiave dell'Accordo sono presentati schematicamente nella Fig. 2.7. L'aspetto più delicato dell'Accordo è proprio l'ab-

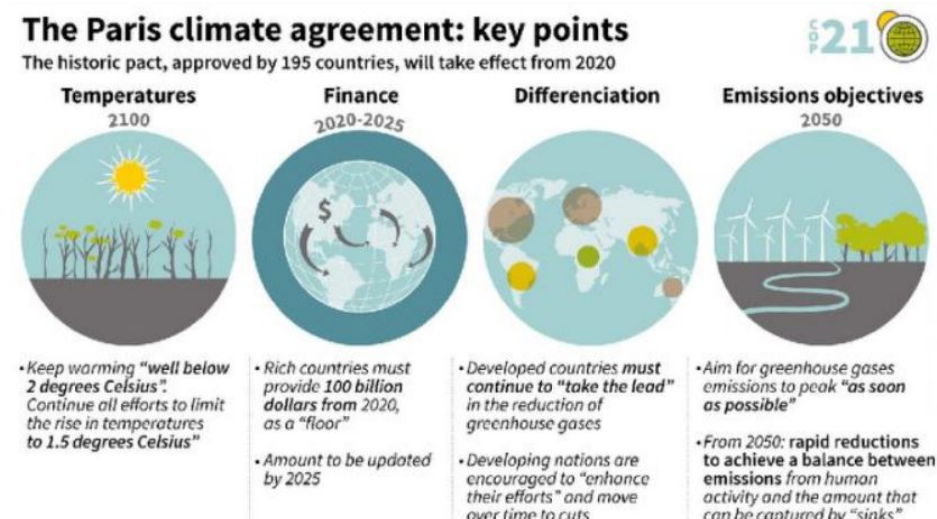


Figura 2.7 Punti chiave dell'Accordo di Parigi

bandono della strategia top-down cioè di imposizione di vincoli e sanzioni dall'alto a favore di una strategia bottom-up che si basa sull'autodeterminazione delle modalità e dei livelli di emissioni da parte degli stati sottoscrittori. Perciò a livello mondiale tale scelta si basa sulla fiducia che ogni stato operi in buona fede evitando comportamenti opportunistici e la speranza di una forte auto-responsabilità da parte di tutti gli stati.

Nel frattempo l'Europa, che come detto prima risulta leader nel contesto, prima dell'accordo di Parigi emana il secondo "Pacchetto europeo Energia e Clima 2030" che prende vita dalle decisioni del Consiglio dei Capi di Stato e di Governo dell'ottobre 2014. Il pacchetto stabilisce di istituire un'unione dell'energia muovendosi sotto cinque dimensioni principali: la decarbonizzazione; efficienza energetica; sicurezza energetica; mercato interno dell'energia; ricerca, innovazione e competitività. Seguono una serie di regolamenti e di direttive³ che pongono degli obblighi e regolano il settore dell'energia. Per quanto riguarda le emissioni di CO₂ l'obiettivo del quadro è quel-

²In particolare, i «contributi determinati a livello nazionale» (INDCs³⁸) dovranno essere pubblicati su un registro gestito dal Segretariato ONU³⁹ e presentati ogni cinque anni sulla base di un sistema di revisione degli impegni assunti, che prenderà avvio dal 2018

³Il regolamento è un atto legislativo comunitario vincolante che deve essere applicato in tutti i suoi elementi nell'intera Unione europea; una direttiva è un atto legislativo comunitario che stabilisce un obiettivo che tutti i paesi dell'Unione devono realizzare, ma tuttavia spetta ai singoli Paesi definire attraverso disposizioni nazionali.

lo di ridurre del 40% le emissioni rispetto ai livelli del 1990 entro il 2030. Tali limiti consentono all'Unione Europea di adottare misure efficaci sul piano dei costi che si mostreranno utili al conseguimento dell'obiettivo a lungo termine di ridurre le emissioni dell'80-95% entro il 2050. Inoltre il pacchetto si allinea perfettamente con gli obiettivi presentati dall'Accordo di Parigi, fornendo un contributo equo e ambizioso. Nel dettaglio la riduzione totale del 40% delle emissioni totali è suddivisa tra settori ETS e non ETS nel seguente modo:

- Per i settori ETS è prevista una riduzione del 43% rispetto al 2005 con provvedimenti per rafforzare e rendere più efficace tale sistema
- Per i settori NON ETS è prevista una riduzione del 30% rispetto al 2005 e questo deve essere tradotto con singoli obiettivi nazionali di ciascun Stato membro.

L'Unione Europea quindi ha continuato a regolare e ridurre le emissioni di gas in linea con l'Accordo di Parigi.

2.2.4 L'Italia e i piani nazionali

Quali sono state invece le mosse nazionali all'interno degli accordi europei e mondiali? Viene analizzata la posizione italiana rispetto agli accordi e provvedimenti descritti in precedenza:

- **PROTOCOLLO DI KYOTO:** Nel contesto di tale protocollo l'Italia⁴ si impegnò a ridurre nel periodo di influenza le proprie emissioni del 6,5%⁵ rispetto ai livelli del 1990. Si evince dal *Report on the individual review of the report upon expiration of the additional period for fulfilling commitments (true-up period) for the first commitment period of the Kyoto Protocol of Italy* come la nazione sia riuscita nel suo intento con una quantità in eccedenza limitata e traslata poi al secondo periodo di influenza.
- **PACCHETTO CLIMA-ENERGIA 2020:** Tale pacchetto come visto prevede che per le emissioni ricadenti nell'ETS non ci sia bisogno di obiettivi nazionali mentre per le emissioni dei settori che ricadono sotto la disciplina dell'Effort Sharing ogni stato membro deve prevedere propri piani nazionali ed adoperarsi in modo da garantire il rispetto dei limiti annuali. In questo contesto l'Italia prevede una riduzione del 13% per i settori non ETS, un vincolo ancora più stringente rispetto

⁴L'Italia ha provveduto alla ratifica con la L. 120/2002

⁵A tal proposito il Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica (CIPE) ha aggiornato le "Linee guida per le politiche e misure nazionali delle emissioni di gas serra" nella delibera n.123 del 19 dicembre 2002, definendo gli oneri di riduzione a carico dei diversi comparti produttivi. Al settore elettrico è stato richiesto di sostenere i 2/3 della riduzione prevista per il complesso delle attività produttive, nonostante il comparto influisca per poco più di un sull'inquinamento da gas serra del nostro Paese.

a quello imposto dalla commissione europea del 10%. Anche in questo caso l'Italia risulta molto efficiente raggiungendo tutti e tre gli obiettivi individuati nel pacchetto. Nel 2013 infatti le emissioni di CO₂ per settore non ETS avevano già raggiunto gli obiettivi posti al 2020.

- **PACCHETTO CLIMA-ENERGIA 2030:** Per quanto riguarda l'orizzonte del 2030, l'Italia ha avuto la necessità di adottare nuove politiche nazionali in quanto le politiche precedentemente in vigore erano ben distanti dagli obiettivi che si vogliono raggiungere. Il Decreto interministeriale del 10 novembre 2017 è stata la prima azione in questa direzione con cui viene adottata la strategia energetica nazionale (SEN) e il Piano integrato per l'energia e il clima (PNEC). Questi hanno lo scopo di aumentare la competitività nazionale grazie ad un allineamento dei prezzi e di procedere ad un'azione di decarbonizzazione del sistema energetico che sia conforme agli obiettivi dell'Accordo di Parigi. In particolare per quanto riguarda le emissioni di CO₂ il piano prevede una riduzione dell'33% per i settori NON ETS raggiunta attraverso una traiettoria lineare di riduzione di limiti annuali prevedendo meccanismi di flessibilità anche per tale settore.

La Fig. 2.8 sottostante sintetizza le misure di riduzione previste dall'Unione Europea e dall'Italia per tutti gli ambiti toccati dalla normativa.

	Obiettivi 2020		Obiettivi 2030	
	UE	ITALIA	UE	ITALIA (PNEC)
Energie rinnovabili (FER)				
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia	20%	17%	32%	30%
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia nei trasporti	10%	10%	14%	21,6%
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi per riscaldamento e raffrescamento			+1,3% annuo (indicativo)	+1,3% annuo (indicativo)
Efficienza Energetica				
Riduzione dei consumi di energia primaria rispetto allo scenario PRIMES 2007	-20%	-24%	-32,5% (indicativo)	-43% (indicativo)
Risparmi consumi finali tramite regimi obbligatori efficienza energetica	-1,5% annuo (senza trasp.)	-1,5% annuo (senza trasp.)	-0,8% annuo (con trasporti)	-0,8% annuo (con trasporti)
Emissioni Gas Serra				
Riduzione dei GHG vs 2005 per tutti gli impianti vincolati dalla normativa ETS	-21%		-43%	
Riduzione dei GHG vs 2005 per tutti i settori non ETS	-10%	-13%	-30%	-33%
Riduzione complessiva dei gas a effetto serra rispetto ai livelli del 1990	-20%		-40%	

Figura 2.8 Principali obiettivi sull'energia e il clima dell'UE e dell'Italia nel periodo 2020-2030

2.3 Strumenti regolatori dello Stato

Nella sezione precedente è stata descritta la normativa vigente e la sua evoluzione nell'ultimo ventennio. Possiamo quindi analizzare ora le modalità di cui si è servito lo Stato per considerare le esternalità ambientali in relazione agli aspetti teorici presentati nel primo capitolo. Come già visto lo Stato per guidare il corretto comportamento di imprese e cittadini volto ad un basso consumo di carbonio deve necessariamente agire sui costi e benefici derivanti dal carbonio per gli agenti considerati. Le due politiche principali che influenzano il comportamento delle imprese sono: *carbon tax* e *cap and trade*. La prima politica consiste nell'applicare una tassa per ogni tonnellata di carbonio prodotta agli agenti inquinanti: una tassa diretta che aumenta il costo del carbonio. La seconda politica invece fa pesare l'esternalità negativa limitandone la disponibilità nelle stesse modalità dei permessi negoziabili descritti nel primo capitolo. Tuttavia dal momento che mancano effettive prove empiriche sui benefici apportati da una carbon tax internazionale che faccia riferimento alla gran parte delle emissioni globali, verrà analizzato il sistema *cap and trade* che invece è ampiamente utilizzato a livello mondiale.

2.3.1 Il principio base del cap and trade

La strategia del *cap and trade* è facile dedurre che sia top-down in quanto è lo Stato che limita le emissioni. Nel dettaglio lo Stato definisce un tetto massimo di emissioni da poter produrre annualmente, il cosiddetto *cap* e attribuisce alle singole imprese un numero di permessi che equivalgono a tonnellate di CO₂ emettibili coerentemente con il limite imposto. Generalmente il rapporto è 1:1: ad ogni permesso equivale la possibilità di emettere una tonnellata di CO₂. La distribuzione delle quote di emissione può avvenire sia a titolo gratuito o tramite asta. Successivamente all'allocazione le imprese hanno la possibilità di negoziare le quote ricevute, il cosiddetto *trade*, in linea con le reali necessità di produzione. Le imprese che avranno quote in eccesso rispetto alla propria produzione saranno disposte a vendere le quote ad altre imprese che non riescono a coprire la propria produzione con i permessi ricevuti. In particolare ogni azienda effettuerà un'analisi costi-benefici e valuterà se acquistare o meno quote di emissione in base al suo costo di abbattimento emissioni rispetto al costo della quote. In questo modo si creerà un mercato secondario delle emissioni per cui l'attribuzione indiretta del prezzo del carbonio sarà individuato dal classico incrocio tra domanda e offerta in tale mercato. L'equilibrio dato dall'uguaglianza tra costo marginale del carbonio e costo marginale di riduzione del carbonio porterà quindi ad una soluzione di riduzione di emissioni costo-efficiente. La Fig. 2.9 è un esempio semplificato della negoziazione di permessi tra due imprese emettitrici.

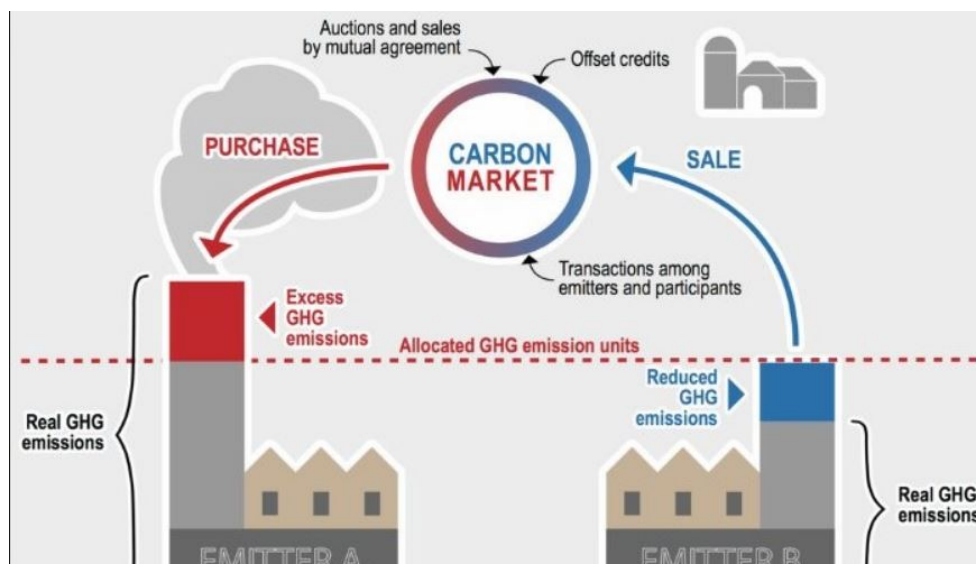


Figura 2.9 La negoziazione di permessi tra due imprese emettitrici di CO₂ in un sistema *cap and trade*

Perciò una volta che il governo ha settato il target di emissioni e assegnato i permessi agli inquinatori può fare un passo indietro e lasciare il mercato lavorare. Le azioni governamentali si limitano a supervisionare il mercato, monitorare adeguamente e applicare sanzioni qualora si presentassero inadempienze: garantire che le emissioni degli inquinanti siano coperti dai permessi è la responsabilità principale del governo.

Ovviamente l'obiettivo di politiche ambientali costo-efficienti può essere raggiunto anche attraverso meccanismi di comando e controllo usando ad esempio standard di emissioni per ogni fonte. La strada per raggiungere il risparmio dei costi potrebbe essere il settaggio di standard differenti in relazione ai costi di abbattimento delle aziende. Tuttavia questi aggiustamenti potrebbero essere controversi per due ragioni:

- L'utilizzo di specifici standard potrebbero portare un trattamento ineguale per le aziende dell'economia. Questo potrebbe portare ad una resistenza politica specialmente per le imprese in competizione.
- Settare specifici standard potrebbe richiedere una quantità enorme di informazioni da parte delle autorità regolatorie. Dal momento che le informazioni sui costi di abbattimento non sono tenute dai regolatori ma dalle aziende inquinanti potrebbe essere abbastanza difficile raggiungere una riduzione di emissioni minimizzando i costi con la differenziazione di standard d'emissione.

Il *cap and trade* invece definisce una strada per raggiungere il risparmio dei costi senza bisogno che il regolatore raccolga informazioni sui costi di abbattimento. Infatti i meccanismi di mercato forniscono le necessarie informazioni e portano a decisioni costo efficienti per le misure di abbattimento. Questa è una ragione perchè gli economisti

preferiscono strumenti basati sul mercato come il *cap and trade* rispetto alle misure di comando e controllo⁶. Inoltre il *cap and trade* è spesso incoraggiato per la sua abilità di stimolare l'innovazione: se il progresso tecnologico e l'innovazione sono chiavi motrici della crescita allora tecnologia e innovazione "verdi" potrebbero essere chiavi motrici della sostenibilità, la crescita "climate-friendly".

2.3.2 Il cap and trade in azione: il sistema di emissioni prima e dopo Kyoto

L'applicazione del *cap and trade* è da ricercarsi nell'Emission Trading System introdotto dal protocollo di Kyoto e poi rivisitato dalla strategia Europea con l'EU ETS ⁷ nel 2003 che, creando il più esteso sistema al mondo di emission trading, costituì il più grande esperimento di policy degli ultimi tempi. Questo nuovo sistema di policy fu vivamente discusso in quanto l'emission trading era già stato oggetto di un intenso dibattito negli Stati Uniti in seguito all'introduzione di una serie di programmi nazionali simili all'EU ETS nei primi anni del 1980 e 1990. Recenti sviluppi hanno mostrato, inoltre, importanti caratteristiche distintive nella policy sul clima dell'US e dell'UE. Da una parte le grandi differenze esistono in termini di obiettivi per la protezione del clima: gli US danno grande importanza alla crescita presente garantendo un'alta flessibilità mentre l'Europa si focalizza maggiormente su azioni immediate per limitare i costi futuri del cambiamento climatico. D'altra parte sia l'Europa che gli US hanno iniziato a convergere sulla scelta degli strumenti, specialmente sull'utilità dell'emission trading come strumento di policy climatica.

Ma come si sviluppò l'idea di un sistema di emissioni? L'idea può essere attribuita a Herman Dales (1968) che la elaborò sulla base dei paper di Ronald Coase. Tuttavia ci volle tanto tempo prima che la nozione di strumenti basati sul mercato vengano accettati dall'altra parte dell'Atlantico. Tra il 1960 e 1970, infatti, gli strumenti basati sul mercato scatenarono scetticismo e talvolta anche ostilità dai non economisti: gli Europei perciò preferivano tasse ambientali e piani regolatori basati su misure di comando e controllo mentre strumenti di mercato erano principalmente scelti dagli Stati Uniti. L'introduzione dell'emission trading prese luogo passo dopo passo. Nel 1970 vennero usate diverse forme di emission trading negli US basate sullo scambio di crediti previsti dalla policy sulla qualità dell'aria e un simile programma fu il *Lead Trading Program* per la gasolina che fu implementato nel 1980 e differiva dall'attuale sistema di ETS solo per il non utilizzo dei certificati della fase di trading. Tuttavia questa prima generazione di sistemi di emission trading erano strumenti disegnati per ottenere maggior flessibilità in un contesto di comando e controllo più che strumenti di mercato con forti incentivi.

⁶Le misure di comando e controllo consistono in un primo momento nell'emanazione di leggi e regolazioni che prescrivono standard che gli inquinatori devono rispettare e in un secondo momento con il controllo delle effettive performance dei soggetti inquinanti e sanzione se si verifica discostamento dagli standard

⁷Direttiva 2003/87/CE

Alla seconda generazione dell'emission trading si arrivò all'inizio del 1990 con l'emendamento del "US Clear Air Act" che introdusse il sistema *cap and trade* con lo scopo di ridurre il diossido di zolfo, la principale causa delle piogge acide. Seguirono altri simili programmi come il "Regional Clean Air Incentives Market" (RCAIM) nella California meridionale per combattere i principali gas responsabili del buco dell'ozono e il "Northeast NOx Budget Trading Program" nel 1999, una multigiurisdizionale partnership tra il governo federale e statale. Questi nuovi sistemi di emission trading ricevettero una grande attenzione da parte della comunità accademica. Tutti questi sviluppi ebbero luogo negli US. Prima della firma del Protocollo di Kyoto, infatti, l'Europa non aveva alcuna esperienza riguardo l'Emission trading. In UE gli strumenti per la protezione del clima ricevettero poca attenzione per molto tempo mentre i paesi del Nord si focalizzarono soprattutto sulle tasse e altre questioni pubbliche. Fu la conferenza di Kyoto che finalmente portò una rivoluzione nella scelta degli strumenti di policy con programmi nuovi e studi piloti per l'emission trading. Inizialmente i principali programmi di emission trading furono unicamente quelli a livello nazionale dell'UK e Danimarca, in seguito la principale rivoluzione nella direzione dell'emission trading si ebbe con l'approvazione della Direttiva 2003/87/CE e quindi con l'istituzione del sistema comunitario per lo scambio di quote di emissione di gas a effetto serra: l'Emission Trading System (ETS). La cronologia dell'evoluzione del sistema di emission trading è rappresentata nella Fig. 2.10.

2.3.3 Sistema ETS e Sistema Effort Sharing

La Direttiva Europea 2003/87/CE istituisce quindi il primo sistema comunitario di tipo *cap and trade* in Europa. Secondo quanto previsto dalla direttiva l'Europa fissa annualmente delle quote di emissione massime per ogni impianto o attività e grazie ad un registro europeo viene garantito e permesso lo scambio di quote descritto precedentemente. Ogni quota nel sistema Europeo coincide al diritto di emettere esattamente una tonnellata di CO₂eq⁸ mentre il cosiddetto *cap* viene definito sotto forma di numeri di permessi da emettere (EUA) che vengono attribuiti alle varie imprese o attività a titolo gratuito o con distribuzione ad asta. Tale tetto viene stabilito annualmente con tassi di decrescita dell'1,74% dal 2013 al 2020 che garantisce la riduzione graduale delle emissioni negli anni. Le norme successive rinnovano la prima citata. La direttiva 2009/29/UE identifica i settori ETS con i settori dell'energia, della produzione e trasformazione dei metalli ferrosi, dell'industria minerale e solo successivamente l'aggiunta del settore dell'aviazione. Le

⁸La CO₂ equivalente è una misura che esprime l'impatto sul riscaldamento globale di una certa quantità di gas serra rispetto alla stessa quantità di anidride carbonica (CO₂). Viene utilizzata per potere confrontare e sommare insieme i contributi di diversi gas serra. Tale quantità può essere ottenuta moltiplicando la massa del gas serra preso in esame per il Global Warming Potential (GWP) dello stesso gas, riferendosi ad un arco temporale (tipicamente assunto pari a 100 anni) per il quale vale il confronto tra gli effetti del gas serra e dell'anidride carbonica.

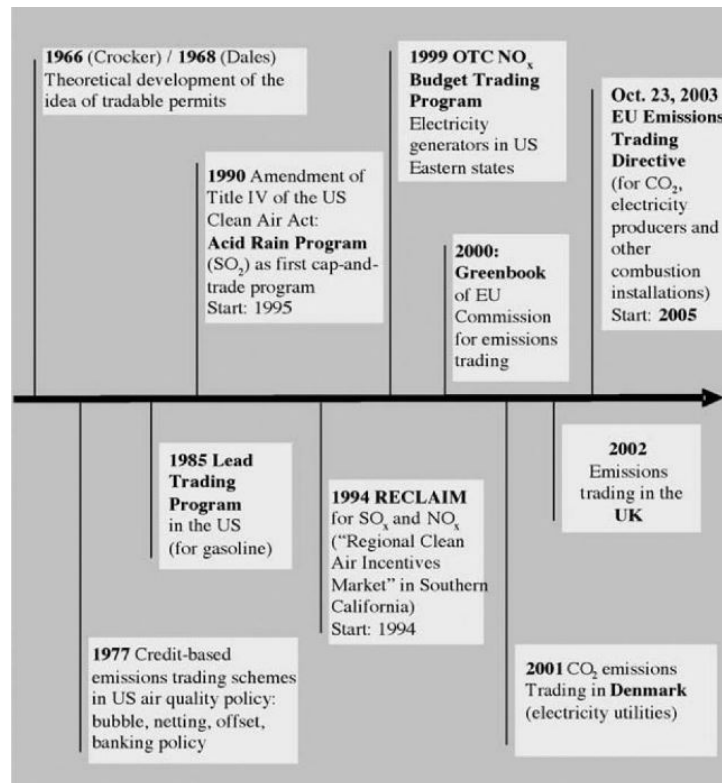


Figura 2.10 L'evoluzione storica del sistema di Emission Trading

maggiori novità proposte dalla più recente Direttiva (2018/410/UE) riguardano invece l'incremento dall'1,74% al 2,2% del fattore lineare di riduzione delle quote massime fissate annualmente, la creazione di riserve per garantire stabilità, lo sfruttamento di fondi per incentivare innovazioni e l'aggiornamento dei benchmark emissivi con fine di allineamento con l'avanzamento tecnologico. Si distinguono grazie alle Direttive comunitarie quindi tre fasi dell'ETS: un periodo pilota che va dal 2005 al 2007, una seconda fase per il periodo 2008-2012 con limiti decisamente più stringenti fino al periodo attuale (2013-2020) che presenta numerose novità in termini di assegnazioni e gestioni delle quote.

Per i settori ETS delineati dalla Direttiva 2009 l'obiettivo di riduzione è a livello europeo e quindi il sistema di assegnazione delle quote e negoziazione viene applicato a tutti gli stati membri in modo armonizzato e centralizzato. Diversamente, per tutti gli altri settori (settori NON ETS) viene applicato il sistema Effort Sharing che prevede dei propri meccanismi di flessibilità e obiettivi di riduzione suddivisi tra i vari stati membri. Il settore trasporti, in particolare, viene considerato un settore NON ETS e sarà il settore su cui verrà concentrata l'analisi di normative, limiti ed esternalità negative del capitolo successivo.

Capitolo 3

IL SETTORE DEI TRASPORTI

3.1 I trasporti e l'inquinamento globale

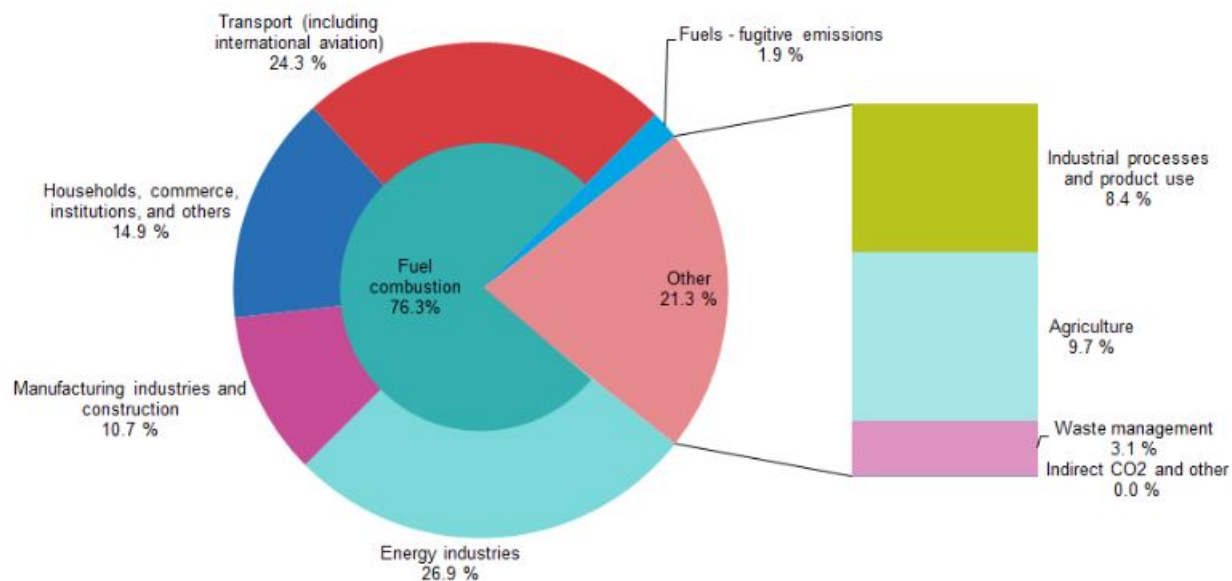
I trasporti svolgono un ruolo determinante nella vita di ognuno di noi e nell'economia stessa di tutti i paesi tale che sarebbe impensabile ai giorni d'oggi un mondo senza di questi: dall'aereo, ai tir, all'alta velocità fino alla semplice autovettura, così piccola ma così essenziale nella vita di tutti i giorni. Tuttavia i trasporti hanno un costo che tutti noi dobbiamo sostenere: l'inquinamento. I trasporti infatti rappresentano una delle principali cause di inquinamento ambientale contribuendo notevolmente al cambiamento climatico, all'inquinamento atmosferico e all'inquinamento acustico.

3.1.1 Il peso del settore dei trasporti

Secondo la Commissione Europea, il settore dei trasporti (unito al settore di stoccaggio) è un settore di rilevanza fondamentale in quanto rappresenta più del 5% degli occupati e quasi il 5% del PIL europeo. Al tempo stesso questo settore contribuisce fortemente alle emissioni di gas serra in Europa, rappresentando circa un quinto alle emissioni complessive dell'Unione (Fig. 3.1). In particolare, secondo l'ultimo report dell'*Agenzia Internazionale per l'Energia e della Unione internazionale delle Ferrovie* all'interno del settore trasporti il contributo alle emissioni è così ripartito: 73,2% al trasporto stradale, 10,4% alla navigazione, 10,5% al trasporto aereo, 3,6% al trasporto ferroviario. Più in dettaglio il rapporto TERM dell'Agenzia Europea riporta i valori presentati in Fig. 3.2 di ripartizione percentuale di emissioni di gas serra (GHG):

Non molto diversa risulta la situazione nazionale descritta dal *National Inventory Report 2019 - Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2017* nel quale viene presentato l'inventario delle emissioni dei gas serra annuale italiano in accordo a quanto previsto nell'ambito della Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici delle Nazioni Unite (UNFCCC), del protocollo di Kyoto e del Meccanismo di Monitoraggio dei Gas Serra dell'Unione Europea. A livello nazionale il contributo alle emissioni del settore trasporti è pari al 23,3% delle emissioni nazionali totali di gas a effetto serra ed il contributo è maggiormente spostato sul trasporto per strada (81%) come mostrato dalla Fig.3.3. Il

Greenhouse gas emissions by IPCC source sector, EU-28, 2016



Source : EEA, republished by Eurostat (online data code: env_air_gge)

Figura 3.1 Ripartizione percentuale delle fonti emissioni di GHG in Europa

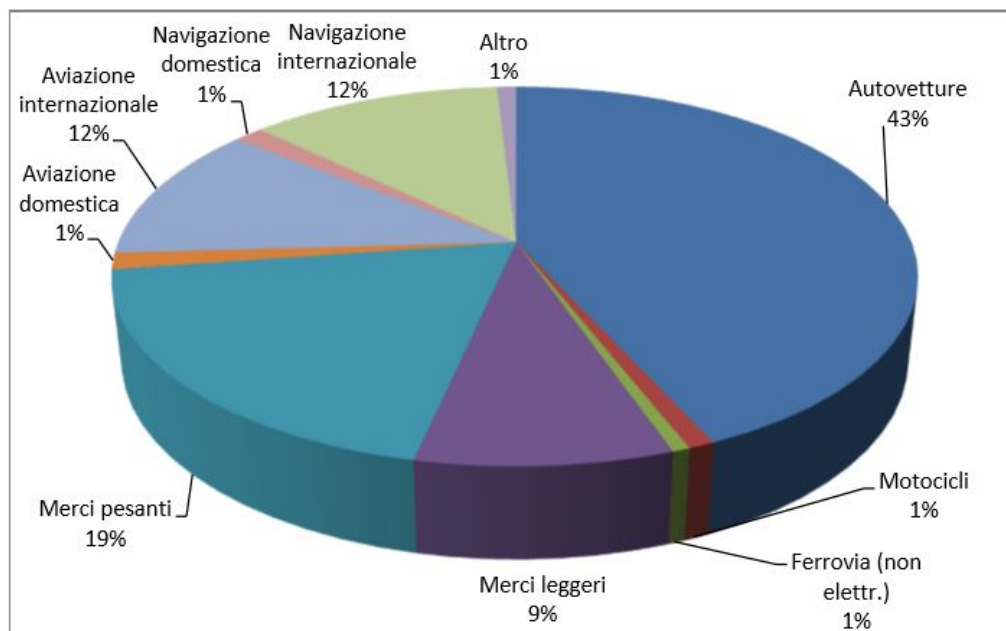


Figura 3.2 Ripartizione percentuale delle emissioni di GHG del settore trasporti

report valuta inoltre il trend delle emissioni per il settore trasporti mostrando una diminuzione unicamente negli ultimi anni: la domanda di mobilità e, in particolare, la quota di trasporto su strada sono aumentate a partire dal 1990. Nel 2012, invece, si osserva

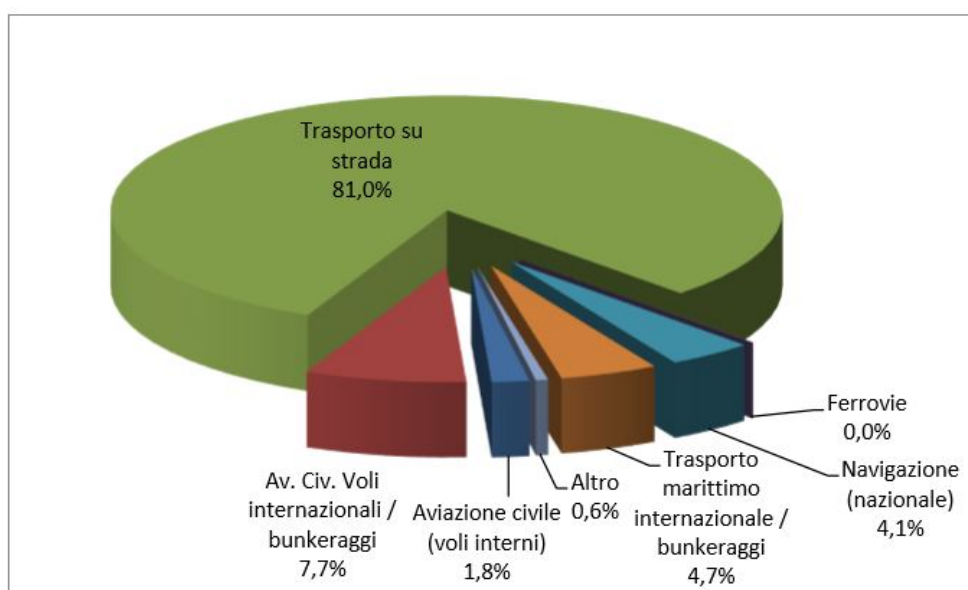


Figura 3.3 Ripartizione percentuale delle emissioni di GHG Settore Trasporti a livello nazionale

un calo delle emissioni di CO₂ a causa di una forte riduzione del consumo di benzina e del gasolio per il trasporto su strada, spiegato principalmente dalla crisi economica che contribuisce alla riduzione del movimento di passeggeri e merci, e in modo minore dalla penetrazione nel mercato dei veicoli a basso consumo. Le serie temporali delle emissioni di CO₂, CH₄ e N₂O, misurate in Mt CO₂ equivalente, sono riportate nella Fig. 3.4.

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
CO ₂ Mt CO ₂ eq	100.31	111.50	121.40	126.55	113.95	104.85	102.00	98.39
CH ₄ Mt CO ₂ eq	0.95	1.08	0.82	0.52	0.32	0.24	0.22	0.21
N ₂ O Mt CO ₂ eq	0.95	1.69	1.59	1.37	0.98	0.91	0.91	0.88
Total, Mt CO₂ eq.	102.22	114.27	123.81	128.45	115.25	106.01	103.14	99.49

Source: ISPRA elaborations

Figura 3.4 Serie temporale dei GHG nel settore dei trasporti a livello nazionale

3.2 La policy per il settore dei trasporti

L'importante peso del settore trasporti nelle emissioni di CO₂ appena sottolineato spinge l'Europa a concentrarsi fortemente sulle riduzioni delle emissioni di questo settore (unico settore tra l'altro per cui si è osservata una crescita di emissioni del 36% negli anni 1990-2014) per poter raggiungere gli obiettivi climatici e di riduzioni che la stessa

UE si è imposta. Segue un'analisi delle principali azioni Europee per regolare il settore trasporti.

3.2.1 La prime mosse europee di regolamentazione

L'UE ha definito una serie di politiche volte a ridurre le emissioni dal settore dei trasporti istituendo un quadro giuridico completo per ridurre le emissioni di autovetture e veicoli leggeri (LCV) mentre l'aviazione è stata inclusa nel sistema di smistamento delle emissioni dell'UE (ETS). Il Regolamento [CE] n. 443/2009 sulle autovetture è stata la prima misura giuridicamente vincolante nel suo genere nel settore dei trasporti europeo. Dopo anni di accordi volontari (VA) con l'industria automobilistica che si battè contro tagli vincolanti delle emissioni, l'accordo sul regolamento ha rappresentato una pietra miliare negli sforzi dell'UE per ridurre gli impatti climatici del trasporto su strada: l'UE ha dovuto attuare una politica relativamente ambiziosa per raggiungere gli obiettivi climatici cercando di mantenere al contempo un certo grado di partecipazione e accettazione ai gruppi di destinatari, in particolare le case automobilistiche, per evitare il fallimento dell'attuazione. L'inizio dell'evoluzione di una regolamentazione diretta al settore trasporti si ebbe con la fissazione degli obiettivi del piano 20-20-20, descritto in precedenza. Il piano stabilisce obiettivi di riduzione di emissioni vincolanti per la maggior parte dei settori non inclusi nell'EU ETS, tra cui il settore dei trasporti. Nonostante ogni Stato membro sia responsabile del raggiungimento del suo obiettivo ESD, l'UE ha introdotto la regolamentazione per dare un supporto agli Stati membri a ridurre le proprie emissioni non ETS. Il regolamento per ridurre le emissioni di CO₂ delle automobili fu così negoziato in parallelo ma indipendentemente dal pacchetto clima ed energia. Data l'elevata percentuale di emissioni di CO₂ delle autovetture rispetto alle emissioni totali dell'UE, questo regolamento è stato uno strumento chiave per aiutare l'UE a raggiungere l'obiettivo di una riduzione del 20% delle emissioni di gas a effetto serra entro il 2020.

3.2.2 Dettagli del regolamento 443/2009

Nella pratica il regolamento stabilisce obiettivi obbligatori di riduzione della CO₂ per i produttori di automobili basati sulla flotta per auto nuove e veicoli commerciali leggeri. Per le automobili, in particolare il regolamento 443/2009 stabilisce un obiettivo di livello medio di emissioni della flotta di 130 gCO₂ / km da raggiungere entro il 2015 e un obiettivo per il 2021 di 95 gCO₂ / km.¹ In aggiunta al livello medio stabilito vi è una differenziazione di obiettivi per ogni produttore basata su particolari parametri. Infatti il regolamento è applicato ai produttori piuttosto che agli Stati membri, fissando a ciascun

¹Per i veicoli commerciali leggeri il regolamento di riferimento è il 510/2011 che stabilisce un obiettivo di 175 gCO₂ / km entro il 2017 e 147 gCO₂ / km per il 2020

costruttore un diverso obiettivo target annuale medio di CO₂ della flotta immatricolata annualmente.

Quali parametri vengono presi in considerazione? Affinché gli obiettivi potessero riflettere le caratteristiche della flotta di veicoli di ciascun produttore, era necessario correlare gli obiettivi a una misura dell' "utilità" di un veicolo. Vari possibili "parametri di utilità" sono stati considerati negli studi intrapresi a sostegno della legislazione, ma la "massa" (definita come la massa in ordine di marcia) è stata scelta per entrambi i regolamenti (442/2009 e 510/2011). Pur rendendo il regolamento più complesso rispetto alla fissazione di un unico valore obiettivo (si ha un target diverso per ogni veicolo), l'approccio basato sui parametri di utilità è stato considerato neutro dal punto di vista della concorrenza dal momento che tiene conto della diversità dei produttori e dei loro veicoli. Infatti vengono messi in relazione diretta gli obiettivi dei produttori con una caratteristica dei loro veicoli, pur richiedendo una riduzione delle emissioni più elevata da parte dei produttori di veicoli più grandi e quindi più pesanti ². Gli obiettivi pertinenti sono calcolati secondo una formula graduale negli anni che calcola i target emissivi di ciascuna autovettura in funzione del peso (Fig.3.5) determinando quindi l'obiettivo globale annuale di un costruttore come media delle emissioni di CO₂ delle nuove auto immatricolate di quel relativo anno. L'obiettivo è quindi definito da una funzione lineare: un produttore la cui flotta è più leggera della media avrà un obiettivo inferiore rispetto a un produttore la cui flotta è più pesante della media. La forma e la pendenza della linea sono importanti per garantire che le riduzioni delle emissioni richieste dalle auto più pesanti e più leggere siano appropriate (al fine di garantire la neutralità competitiva), nonché per limitare gli incentivi per i produttori ad aumentare la massa, anziché ridurre le emissioni, per raggiungere i loro obiettivi. Più piatta è la pendenza, più alti saranno i relativi aumenti di prezzo per i produttori di auto più pesanti (Commissione europea, 2007d).

Le emissioni specifiche di CO₂ di un veicolo che verranno confrontate con i target imposti vengono misurate in grammi di CO₂ per km nel test delle emissioni del ciclo di prova New European Drive Cycle (NEDC), considerando tale valore un'approssimazione appropriata per le emissioni di CO₂ del veicolo nel mondo reale e quindi una metrica adeguata per i regolamenti.

La proposta originale per il regolamento sulla CO₂ delle auto non prevedeva un periodo di introduzione graduale: ciò è stato introdotto in un secondo momento e giustificato nel preambolo del regolamento "per facilitare la transizione". Le emissioni di CO₂ di riferimento vengono infatti basate sul 65% della flotta immatricolata nel 2012 fino ad arrivare gradualmente al calcolo sul 100% della flotta nel 2020. Inoltre numerosi sono i meccanismi di flessibilità e i dettagli della regolamentazione che consentono i produttori di auto ad incontrare i target imposti. I principali elementi caratterizzanti il

²Commissione europea, 2007d

- a) dal 2012 al 2015:
 emissioni specifiche di $\text{CO}_2 = 130 + a \times (M - M_0)$
 dove:
 M = massa del veicolo in chilogrammi (kg)
 $M_0 = 1\,372,0$
 $a = 0,0457$;
- b) a partire dal 2016:
 emissioni specifiche di $\text{CO}_2 = 130 + a \times (M - M_0)$
 dove:
 M = massa del veicolo in chilogrammi (kg)
 $M_0 = 1\,392,4$
 $a = 0,0457$;
- b bis) a partire dal 2019:
 emissioni specifiche di $\text{CO}_2 = 130 + a \times (M - M_0)$
 dove:
 M = massa del veicolo in chilogrammi (kg)
 $M_0 = 1\,379,88$
 $a = 0,0457$;
- c) a partire dal 2020:
 emissioni specifiche di $\text{CO}_2 = 95 + a \times (M - M_0)$
 dove:
 M = massa del veicolo in chilogrammi (kg)
 $M_0 = 1\,379,88$
 $a = 0,0333$.

Source: *Regolamento (CE) n. 443/2009 del Parlamento Europeo e del consiglio*

Figura 3.5 Valori di CO2 emissivi in base alla massa previsti dalla normativa per le singole autovetture

regolamento per le passenger car sono di seguito elencate con la valutazione d’impatto effettuata dalla Commissione Europea nel 2012:

- I *supercredits* offrono ai produttori ulteriori incentivi per la produzione di veicoli a basse emissioni contando questi come veicoli aggiuntivi rispetto ai loro obiettivi. Sia per le auto che per i veicoli commerciali leggeri, la valutazione d’impatto a sostegno della proposta volta a confermare gli obiettivi del 2020 ha concluso che non dovrebbero sussistere continuazioni di supercredits, poiché aumentano le emissioni di CO2, riducono il rigore dell’obiettivo, riducono il rapporto costo-efficacia e non rispettano il principio di neutralità tecnologica.
- Il *pooling* è stato considerato un’importante flessibilità che potrebbe migliorare il rapporto costi-efficacia generale del regolamento, in quanto consente ai produttori senza una vasta gamma di veicoli di creare una pool con altri produttori più tradizionali facendo basare gli obiettivi di riduzione sulle emissioni medie dei gruppi facenti parte del pool. In questo modo si migliora l’equità e si mantiene

la diversità dei produttori dell'UE , risultando dalla valutazione d'impatto come una flessibilità benefica.

- Il *premio* per le emissioni in eccesso è stato incluso nel regolamento sulla CO2 delle auto "per fornire un incentivo sufficiente [ai produttori] per adottare misure per ridurre le emissioni specifiche di CO2 delle autovetture, il premio dovrebbe riflettere i costi tecnologici" ³. La valutazione d'impatto della proposta che conferma le modalità 2020 ha ritenuto che non fosse necessario modificare il livello del premio ⁴.
- La *deroga* per i produttori di piccoli volumi è stata giustificata sulla base del fatto che tali produttori potrebbero non trovare il pooling o altri tipi di flessibilità appropriati, poiché la loro gamma limitata di veicoli può rendere costoso il raggiungimento degli obiettivi fissati dalla curva limite. La proposta originale per il regolamento sulla CO2 delle autovetture non prevedeva una disposizione per i produttori di nicchia. Per il 2020, il mantenimento della deroga per i produttori di piccoli volumi era giustificato per le stesse ragioni, nonché in linea con l'obiettivo di neutralità della concorrenza. Inoltre, in entrambi i regolamenti è stato introdotto un *de minimis* per escludere i produttori che producono volumi di veicoli molto piccoli (vale a dire quelli che registrano meno di 1.000 veicoli all'anno), al fine di ridurre gli oneri per le PMI.⁵
- Le *ecoinnovazioni* sono giustificate nel preambolo del regolamento in quanto comportano emissioni significativamente inferiori e contribuiscono quindi alla promozione della competitività a lungo termine dell'industria Europea e la creazione di posti di lavoro di alta qualità. La conservazione delle ecoinnovazioni per il 2020 è stata giustificata sulla base del fatto che sono efficaci ed efficienti poiché qualsiasi innovazione approvata ridurrebbe le emissioni di CO2 e costerebbe meno delle opzioni alternative, altrimenti non sarebbero proposte. ⁶
- La *regolazione M0* ovvero il meccanismo per regolare il valore della massa media della flotta del veicolo, M0, che viene utilizzato nella formula per calcolare l'obiettivo di riduzione di CO2 di ciascun produttore, è stato incluso nella proposta originale per il regolamento delle passenger car. Ciò è importante in quanto gli obiettivi sono una funzione della massa, come prima indicato, e quindi eventuali cambiamenti nella massa media della flotta rischierebbero che il regolamento raggiunga o superi le riduzioni di CO2 desiderate. La formulazione

³Commissione europea, 2007b

⁴Commissione europea, 2012a

⁵Commissione europea, 2012a

⁶Commissione europea, 2012a

per adeguare M0 contenuta nei regolamenti è più semplice di quella inizialmente proposta, ma garantisce comunque che eventuali variazioni della massa media della flotta di auto nuove (o LCV) complessive si riflettano nel calcolo degli obiettivi dei costruttori. Pertanto, se la massa media della flotta di auto nuove (o LCV) dell'UE aumenta, gli obiettivi dei produttori saranno adeguati per diventare più rigorosi per una determinata massa di veicoli, mentre se la massa media diminuisce, gli obiettivi diventeranno meno rigorosi ⁷.

- *L'indennità per le emissioni in eccesso* prevede a partire dal 2012 una sanzione calcolata attraverso formule progressive per ogni grammo di eccesso al target. Il costo unitario di grammo in eccesso è pari a 95 Euro/gr e nel 2019 si attuerà la seguente sanzione senza considerare sanzioni progressive per grammi in eccesso:

$$(GrammiInEccesso \times 95 \text{ EURO} / GR) \times Num.AutoNuove \quad (3.1)$$

3.2.3 Valutazione della regolamentazione

Il report finale dello studio *Evaluation of Regulations 443/2009 and 510/2011 on CO2 emissions from light-duty vehicles* risalente all'8 a Aprile del 2015 illustra valutazioni di notevole interesse della Regolamentazione attuata al settore dei trasporti in termini di pertinenza, efficienza, coerenza e valore aggiunto UE della norma rispetto ad un contesto precedente non regolamentato.

Pertinenza La valutazione della pertinenza dei regolamenti mira a identificare la misura in cui gli obiettivi sono pertinenti ai bisogni, ai problemi e alle questioni che devono essere affrontati definendo la logica dei regolamenti che consistono in quattro "bisogni". La Fig. 3.6 mappa queste esigenze con gli obiettivi dei regolamenti sviluppati nelle rispettive valutazioni d'impatto. La valutazione della pertinenza ha concluso che gli obiettivi dei regolamenti erano e rimangono pertinenti alle esigenze individuate. Inoltre garantire un elevato livello di protezione ambientale, migliorando al contempo la sicurezza energetica e la competitività dell'industria automobilistica dell'UE erano e rimarranno obiettivi validi anche per il periodo post 2020.

Efficienza Un aspetto importante per valutare l'efficienza è analizzare il raggiungimento degli obiettivi di emissione specifici e la misura in cui questi sono attribuibili ai regolamenti. I dati di monitoraggio provenienti dal SEE (2014) suggeriscono che le emissioni medie della flotta di entrambe le auto e veicoli commerciali leggeri nel 2013 hanno (per la prima volta) superato i loro requisiti normativi. Per le passenger car in particolare le emissioni specifiche medie della nuova flotta europea di automobili nel 2013, come misurato ai sensi del NEDC, era di 126,7 gCO₂ / km, una riduzione del 4,1% rispetto al 2012. Ciò significa che l'obiettivo legale di 130 gCO₂ / km fissato per

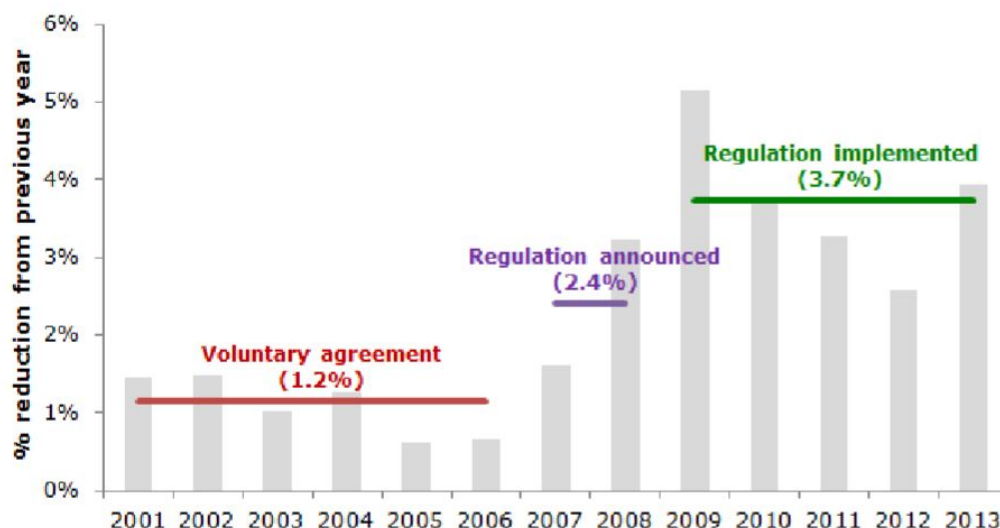
⁷Ricardo -AEA et al, 2015

Need	General policy objective	Specific objective	Operational objectives
All sectors must contribute to the fight against climate change	Providing for a high level of environmental protection in the European Union and contributing to reaching the EU's Kyoto/ climate change targets	Reduce the climate change impacts and improve the fuel efficiency of LDVs in line with the revised 2007 strategy	Designing a legislative framework that will be compatible with the EU's climate change targets
The CO ₂ performance of new vehicles should improve at a faster rate			Designing a legislative framework to meet the specified targets for reducing CO ₂ emissions from LDVs; the 2020 modalities should ensure that the 2020 targets are feasible and can be achieved cost-effectively
Road transport needs to use less oil	Improving the security of energy supply in the EU	Ensure continued and effective application of the Regulations in the context of the 2020 targets	Designing a legislative framework that is competitively neutral, socially equitable, has sustainable reduction targets that are equitable to the diversity of the European automobile manufacturers and which avoids unjustified distortion of competition between automobile manufacturers. Additionally, it should avoid any regulatory gaps between the two Regulations and the two Regulations should be compatible for reasons of simplification. The 2020 modalities should create sufficient certainty for the automotive sector and minimise administrative costs for SMEs.
Further reductions in CO ₂ emissions must be achieved cost-effectively without undermining sustainable mobility and the competitiveness of the automotive industry ¹⁵	Improving competitiveness of the European automotive industry and stimulating innovation		

Source: Evaluation of Regulations 443/2009 and 510/2011 on CO₂ emissions from light-duty vehicle

Figura 3.6 Mappatura delle esigenze rispetto agli obiettivi dei regolamenti sulla CO₂

il 2015 è stato raggiunto con due anni di anticipo (SEE, 2014). Viene valutato, inoltre, quanto le riduzioni delle emissioni di CO₂ possono essere attribuite all'impatto dei regolamenti, rispetto ad altri potenziali fattori. La Fig. 3.7 mostra la variazione annuale rispetto all'anno precedente e il tasso di riduzione medio per i periodi indicati. Questi dati suggeriscono che i regolamenti sono stati efficienti nel conseguire riduzioni delle emissioni di CO₂ rispetto agli anni precedenti. Tuttavia, ci sono molti altri fattori che potrebbero aver avuto un effetto importante sulle tendenze osservate delle emissioni medie di CO₂ della flotta nello stesso periodo di tempo, il che avrebbe potuto contribuire a tali riduzioni. I più recenti dati di monitoraggio disponibili sono stati analizzati utilizzando un modello di regressione che tenta di quantificare l'impatto del regolamento, controllando al contempo altri fattori che potrebbero avere un impatto sulle nuove emissioni delle auto. I risultati dell'analisi di regressione suggeriscono che è altamente probabile che i regolamenti abbiano contribuito alle riduzioni di CO₂ osservate: i regolamenti sono responsabili di almeno i due terzi delle riduzioni delle emissioni del ciclo di prova osservate dal 2009. I fattori responsabili della restante parte delle riduzioni delle emissioni osservate possono includere misure politiche nazionali, impatti residui dell'accordo volontario, spostamento delle preferenze dei consumatori e miglioramenti



Source: *Evaluation of Regulations 443/2009 and 510/2011 on CO₂ emissions from light-duty vehicle*

Figura 3.7 Mappatura delle esigenze rispetto agli obiettivi dei regolamenti sulla CO₂

autonomi. Inoltre le significative sanzioni pecuniarie associate al mancato rispetto degli obiettivi del regolamento hanno probabilmente agito come incentivo per i produttori a raggiungere i loro obiettivi che erano assenti durante il periodo di accordo volontario, rendendo i regolamenti ancora più efficienti. Ciononostante, entrambi i regolamenti presentano intrinseci punti deboli relativi alle loro modalità che ne riducono l'efficienza. Il più significativo di questi sembra essere il ciclo di prova: vi è una crescente discrepanza tra le emissioni del mondo reale e quelle del ciclo di prova. Questo problema è stato riconosciuto dai responsabili politici che hanno provveduto allo sviluppo della nuova procedura di prova che farà parte di un nuovo protocollo di prova armonizzato a livello mondiale (WLTP).

Competitività Gli impatti sulla competitività e sull'innovazione sembrano generalmente positivi. Prove quantitative e qualitative suggeriscono che le imprese europee sono diventate più innovative nelle tecnologie di risparmio di carburante. Le tendenze della domanda di brevetto suggeriscono che le aziende europee si sono sempre più concentrate sulla ricerca di veicoli ibridi ed elettrici (sebbene rimangano indietro rispetto al Giappone a tale riguardo), pur mantenendo i loro livelli di ricerca sulle tecnologie ICE convenzionali. Gli obiettivi, inoltre, sono stati raggiunti dalla maggior parte dei produttori di tutti i segmenti di veicoli e si dimostra che non vi è stato nessun aggiramento degli obiettivi spostando la produzione su segmenti più leggeri. Per le autovetture, la massa media dei veicoli è leggermente aumentata nel periodo 2006-2013; la quota di mercato dei segmenti di veicoli più piccoli è diminuita (principalmente a vantaggio del segmento SUV) e la massa media per segmento di veicoli è aumentata leggermente ma

costantemente nello stesso periodo. Quest'ultimo aspetto suggerisce un possibile approccio di "game" da parte delle case automobilistiche, il che significa che le masse dei veicoli sono leggermente aumentate fintanto che l'impatto dell'obiettivo di emissione di CO2 meno rigoroso risultante è inferiore all'impatto dell'aumento di massa sulle emissioni di CO2.

Coerenza La valutazione della coerenza identifica la misura in cui la logica di intervento dei regolamenti è internamente coerente. Le Fig. 3.9 e 3.10 valutano se le singole modalità ed i singoli elementi del regolamento sulla CO2 collaborino per creare un incentivo coerente ai produttori ed un livello adeguato di compromessi tra i pilastri economico, sociale e ambientale.

Ne emerge come la maggior parte delle modalità sostiene il raggiungimento di almeno uno dei principali obiettivi del regolamento, mostrando forte coerenza interna in tutti gli aspetti.

Valore aggiunto all'EU La valutazione del valore aggiunto UE si concentra sull'individuazione del vantaggio derivante dallo sviluppo dei regolamenti a livello europeo (applicabile equamente a tutti gli stati) rispetto al singolo sviluppo degli Stati membri della propria legislazione comparabile. Da soli, gli Stati membri rappresenterebbero un mercato troppo piccolo per raggiungere lo stesso livello di risultati e pertanto è necessario un approccio a livello unionale per guidare i cambiamenti a livello di settore. L'industria automobilistica richiede quanta più certezza normativa possibile per realizzare i grandi investimenti di capitale necessari per massimizzare il risparmio di carburante dei nuovi veicoli, e ancora di più per passare a nuove fonti energetiche primarie. Uno scarso coordinamento aumenterebbe i costi di conformità per i produttori e indebolirebbe l'incentivo a progettare automobili e veicoli commerciali leggeri a basso consumo a causa della frammentazione del mercato europeo. L'armonizzazione del mercato è l'aspetto più cruciale del valore aggiunto ed è improbabile che un'azione non coordinata sarebbe stata altrettanto efficace. Infatti, i produttori di veicoli e i fornitori di componenti sono identificati come quelli che sarebbero particolarmente svantaggiati dagli Stati membri piuttosto che dalle azioni a livello dell'UE a causa delle differenze nei livelli di ambizione e nei parametri di progettazione che potrebbero emergere dall'azione a livello nazionale⁸. Come viene definito dalla proposta del parlmento europeo ⁹ "Le iniziative a livello solo nazionale e locale sarebbero verosimilmente meno efficaci in quanto mancherebbero probabilmente di coerenza e frammenterebbero il mercato interno. I costruttori, nella misura in cui detengono quote del mercato automobilistico diverse nei

⁸Commissione europea, 2012a

⁹Proposta di REGOLAMENTO DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO che definisce i livelli di prestazione in materia di emissioni delle autovetture nuove e dei veicoli commerciali leggeri nuovi nell'ambito dell'approccio integrato dell'Unione finalizzato a ridurre le emissioni di CO2 dei veicoli leggeri e che modifica il regolamento (CE) n. 715/2007, Bruxelles, 8.11.2017 COM(2017) 676 final 2017/0293 (COD)

	Modality was intended to contribute to achieving this objective
	Modality could have a negative or positive impact on this objective depending on the details
	Modality has a theroretically negative impact on achieving this objective
	Modality has no contribution to achieving this objective

Modality	Reducing CO ₂ emissions from LDVs	Improve cost-effectiveness	Ensure competitive neutrality	Ensure social equity
Modalities included in the original proposal for the passenger car CO₂ Regulation				
Use of utility parameter	Impact on emissions reductions depends on other details	Impact on cost-effectiveness depends on other elements, e.g. the slope	Approach selected as it takes account of the diversity of the fleet by enabling manufacturers that make larger or smaller vehicles to have different targets	As the diversity of the fleet is maintained, the choice for consumers – who have different willingness to pay for new cars – is maintained
Shape/slope of limit value curve	Impact on emissions reductions depends on other details	Shape and slope selected in order to deliver a balance between cost-effectiveness, competitive neutrality and social equity		
Choice of utility parameter	Impact on emissions reductions depends on other details	Shape and slope can be selected dependent on the choice of utility parameter to deliver a balance across these objectives		
		Some potential utility parameters – e.g. ‘mass’ – discriminate against some CO ₂ reduction options		
Pooling	Small, negative impact as without pooling all manufacturers would have to meet the targets themselves and more CO ₂ reductions (in excess of the intended reductions) would be delivered	Aim was to improve the cost-effectiveness of the Regulation	Facilitates compliance for those manufacturers that do not have a range of vehicles – particularly those that focus on larger vehicles – thus helping to preserve the diversity of the fleet	Beneficial, as it contributes to maintaining the diversity of the fleet

Source: Evaluation of Regulations 443/2009 and 510/2011 on CO₂ emissions from light-duty vehicle

Figura 3.8 Panoramica del contributo delle principali modalità agli obiettivi principali del regolamento sulla CO₂ delle autovetture

vari Stati membri, subirebbero in modo diverso l’impatto delle varie legislazioni nazionali, con potenziali rischi di distorsione della concorrenza. Ciò aumenterebbe i costi di conformità per i costruttori, e indebolirebbe gli incentivi a progettare automobili e veicoli commerciali leggeri a basso consumo di carburante a causa della frammenta-

Modality	Reducing CO ₂ emissions from LDVs	Improve cost-effectiveness	Ensure competitive neutrality	Ensure social equity
Excess emissions premium	Set so as to increase the chances of the emissions reductions being delivered	Set at a level to provide a sufficient incentive for action – reflects technological costs	No obvious impact on competitive neutrality	No direct impact on social equity
Derogations – small volume, including the 'de minimis'	Allows derogated manufacturers to request less stringent targets than would otherwise be the case	Aims to reduce costs for derogated manufacturers	Any impact would be small, as covers few vehicles and many small volume manufacturers are specialists who compete with each other	No direct impact on social equity, as similar manufacturers affected
M₀ adjustment*	Designed to ensure that intended emissions reductions are delivered	No obvious impact on cost-effectiveness	No obvious impact on competitive neutrality	If stimulates mass reduction, would deliver fuel savings that would be proportionately more beneficial for drivers on lower incomes in the longer-term
Modalities not included in the original proposal for the passenger car CO₂ Regulation				
Phase-in of target	Date by which the targets fully apply is delayed, therefore total emissions will be higher for a given timeframe	As the targets were identified as being cost-effective, delaying their implementation incurs unnecessary costs to society	Put in place to facilitate the transition for manufacturers	Delays the introduction of fuel saving technologies, which would proportionately benefit consumers on lower incomes more in the longer-term
Super-credits	A lower level of overall emissions reductions could be delivered	Net impact depends on the balance between reductions in costs to manufacturers, and the lower emissions reductions required	Theoretically open to all manufacturers, but potentially more attractive to those with more vehicles at the high end of the market	Net impact depends on the balance of the negative effect of delaying the introduction of fuel saving technologies more generally, and the positive effect of encouraging more very low emitting vehicles
Derogations – niche	Allows derogated manufacturers to request less stringent targets than would otherwise be the case	Aims to reduce costs for derogated manufacturers	Some niche manufacturers compete with larger volume manufacturers	No obvious impact on social equity

Source: Evaluation of Regulations 443/2009 and 510/2011 on CO₂ emissions from light-duty vehicle

Figura 3.9 Panoramica del contributo delle principali modalità agli obiettivi principali del regolamento sulla CO₂ delle autovetture

zione del mercato europeo. I costi aggiuntivi dovuti alla mancanza di norme comuni

e di soluzioni tecniche comuni graverebbero sia sui produttori di componenti che sui costruttori di veicoli. Essi sarebbero alla fine comunque trasferiti sui consumatori che, in mancanza d'intervento coordinato a livello unionale, sosterebbero costi dei veicoli più alti per lo stesso livello di riduzione dei gas a effetto serra."

Un'altra importante analisi per valutare il valore aggiunto della regolamentazione indaga i motivi per il quale è preferibile avere una regolamentazione propria per il settore trasporti e non includere quest'ultimo nel sistema ETS. I risultati della modellazione condotta da Cambridge Econometrics (2014) al fine di confrontare le prestazioni di inclusione del trasporto su strada nell'ETS UE hanno mostrato che in caso di inclusione il prezzo del carbonio sarebbe dovuto essere in media di 217 euro per tonnellata di CO₂ nel periodo 2020-2030 per raggiungere il livello di riduzione delle emissioni imposte al settore. Questo altissimo prezzo del carbonio è stato considerato politicamente impossibile a causa del pesante onere che avrebbe dovuto imporre alle industrie ad alta intensità energetica e, indirettamente, ad altre industrie e consumatori. Al contrario, se il trasporto su strada fosse incluso nell'ETS dell'UE senza restringere il limite a un livello comparabile ai regolamenti, il prezzo del credito sarebbe troppo modesto (a 19,4 / tCO₂) per determinare riduzioni significative delle emissioni di CO₂, quindi rendere la politica inefficace nel ridurre la CO₂ netta (Cambridge Econometrics, 2014). Lo studio ha rilevato che la regolamentazione sui nuovi veicoli potrebbero raggiungere lo stesso livello di riduzione delle emissioni nel settore del trasporto stradale nel suo insieme, ma ad un costo molto più basso per i consumatori e l'industria. A parte la questione dell'efficienza in termini di costi, l'inclusione dei trasporti nell'ETS dell'UE affronta una serie di altri ostacoli nel conseguimento degli obiettivi del regolamento. È probabile che un tale regime porterebbe il trasporto a diventare un acquirente netto di crediti (vale a dire che i tagli alle emissioni avverrebbero in altri settori), con i costi che verrebbero trasferiti al consumatore. Pertanto non si raggiungerebbero gli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO₂ nei trasporti né si avrebbero incentivi all'innovazione delle tecnologie a basse emissioni. A fine valutazione la regolamentazione unionale risulta la miglior alternativa.

3.2.4 Il post 2020: Il pacchetto mobilità pulita

L'impatto della regolamentazione ha contribuito a ridurre significativamente le emissioni di CO₂, tuttavia il regolamento stabilisce limiti fino al 2020 e per riuscire a rispettare gli impegni previsti in ambito dell'Accordo di Parigi di riduzione del 40% di emissioni rispetto al livello del 1990 entro il 2030 è necessario proseguire la strada della regolamentazione per gestire il periodo post 2020. In tal direzione l'8 Novembre 2017 viene emanato dalla Commissione Europea il *Clean Mobility Package*, un pacchetto di Mobilità Pulita che si inserisce all'interno della "*Strategia europea per una mobilità a*

basse emissioni" che ha l'obiettivo di riduzione del 60% delle emissioni dei gas serra rispetto ai livelli del 1990 per il settore dei trasporti entro il 2050. Le varie proposte del pacchetto mirano ad apportare un sostegno all'industria automobilistica in modo da garantirne la competitività a livello mondiale, generando innovazione e sostenendo la mobilità pulita e accessibile.

In particolare i regolamenti che dettano le linee guida per le emissioni di automobili per il periodo post 2020 sono i Regolamenti (UE) 2017/1151¹⁰, (UE) 2017/1152¹¹, (UE) 2017/1153¹² e il più recente il Regolamento (UE) 2019/631 del 17 Aprile 2019 che definisce i nuovi livelli di emissione per le auto e furgoni immatricolati abrogando i regolamenti precedenti (CE443/2009 e UE 510/2011). I principali elementi caratterizzanti i regolamenti sono:

- Le emissioni medie della flotta delle auto di nuova immatricolazione e dei nuovi veicoli leggeri dovranno essere ridotti entro il 2030 del 37,5% (31% per i LCV) rispetto ai valori del 2021 con un obiettivo intermedio di riduzione del 15% entro il 2025 rispetto ai valori del 2021, in modo da garantire una certa tempestività nella riduzione delle emissioni. Al fine di garantire un'adeguata transizione dal quadro precedente e quello futuro, la norma comprende anche i target prefissati della flotta dell'UE per il 2020 e 2021 di 95 g CO₂/km per le passenger car e di 147 g di CO₂/km per i LCV, entrambi basati sulla procedura di test NEDC (New European Driving Cycle).
- Obbligo di utilizzo della nuova procedura di test delle emissioni *Worldwide Harmonised Light Vehicle Test Procedure* (WLTP) a partire dal 2021. Tale procedura sarà introdotta gradualmente nei prossimi anni ed è per questo motivo che i nuovi obiettivi imposti alla flotta per gli anni 2025 e 2030 vengono espressi non come valori assoluti ma come delle riduzioni percentuali rispetto alla media della flotta. Basandosi sui valori attuali e sul ciclo NEDC i nuovi target si traducono come un limite di circa 80 g di CO₂/km entro il 2025 e di 59 g di CO₂/km entro il 2030.

¹⁰Regolamento (UE) 2017/1151 della Commissione, del 10 giugno 2017, che integra il regolamento (CE) n. 715/2007 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo all'omologazione dei veicoli a motore riguardo alle emissioni dai veicoli passeggeri e commerciali leggeri (Euro 5 ed Euro 6) e all'ottenimento di informazioni sulla riparazione e la manutenzione del veicolo, modifica la direttiva 2007/46/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, il regolamento (CE) n. 692/2008 della Commissione e il regolamento (UE) n. 1230/2012 della Commissione e abroga il regolamento (CE) n. 692/2008 della Commissione

¹¹Regolamento di esecuzione (UE) 2017/1152 della Commissione, del 2 giugno 2017, che stabilisce un metodo per determinare i parametri di correlazione necessari per tener conto del cambio di procedura regolamentare di prova e che modifica il regolamento (UE) n. 293/2012

¹²Regolamento di esecuzione (UE) 2017/1153 della Commissione, del 2 giugno 2017, che stabilisce un metodo per determinare i parametri di correlazione necessari per tener conto del cambio di procedura regolamentare di prova per quanto riguarda i veicoli commerciali leggeri e che modifica il regolamento (UE) n. 1014/2010

- Viene previsto un meccanismo di incentivi per i veicoli a emissioni zero e a basse emissioni ¹³ secondo cui con data d'inizio il 2025 le case automobilistiche che riescono a produrre una quantità di veicolo a zero e a basse emissioni superiore al livello di riferimento del 15% per il 2025 e del 35% (30% per i LCV) per il 2030 beneficeranno di agevolazioni sotto forma di target di emissioni di CO₂ meno stringenti che tengano conto delle prestazioni dei veicoli sopracitati.

Della norma risultano invariati gli elementi caratterizzanti il regolamento 442/2009 quali i supercrediti, il pooling, l'indennità, l'ecoinnovation.

3.3 Le esternalità del settore trasporti

Negli ultimi anni, ed in particolare in riferimento alle normative appena descritte, si è rivelato di notevole importanza studiare e attribuire un valore complessivo ai benefici e ai costi del settore dei trasporti, includendo tutti i tipi di costi che siano privati o pubblici, diretti o indiretti, monetari o meno. Rientrano nell'analisi le esternalità negative prodotte dal settore che rivestono un'importanza fondamentale per la regolamentazione vigente in materia di emissioni di CO₂. Si ritiene opportuno quindi analizzare i costi esterni generati dal settore dei trasporti e i metodi utilizzati per assegnargli un valore monetario per poter essere presi in considerazione in tutte le analisi costi benefici alla base di ogni regolamentazione.

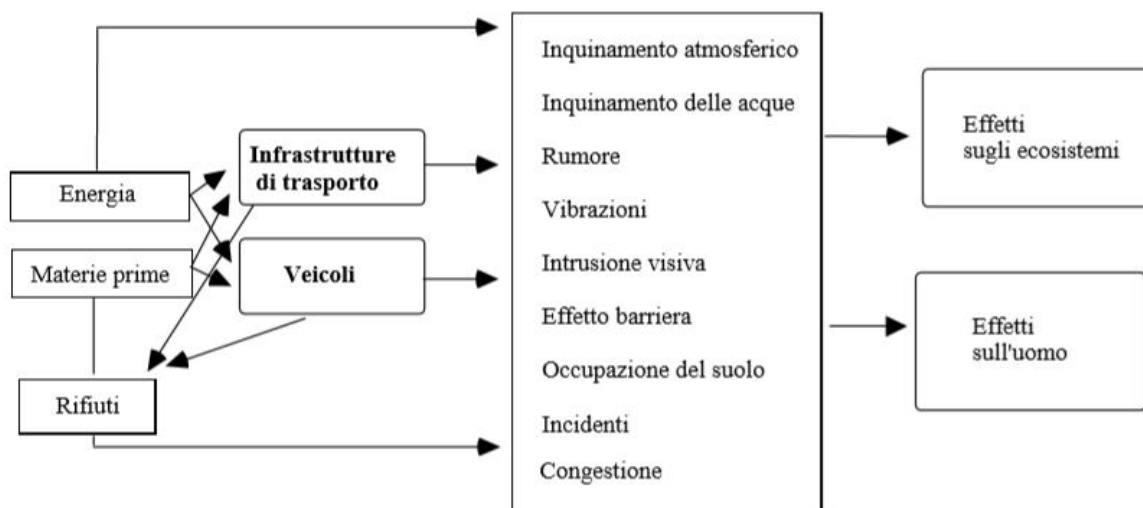
3.3.1 Identificazione dei costi esterni

Per il settore trasporti i costi esterni vengono identificati come quei costi che hanno un impatto sociale e ambientale generato dal trasporto, produzione e consumo. In particolare in tale settore le attività hanno un'influenza su molteplici aspetti: sia sull'ambiente naturale (piogge acide, effetto serra), urbano (qualità dell'aria e rumore) e sociale (separazione delle comunità, occupazione del suolo, degrado estetico) e sia sulla salute e sul tempo dell'uomo (incidenti, malattie, infortuni, congestione). Nella Fig. 3.10 vengono schematizzate le varie esternalità descritte poi nel seguito.

L'*inquinamento atmosferico* e il *cambiamento climatico*, di maggior interesse per l'elaborato, sono connessi alla produzione di inquinanti primari generati dal processo di combustione del motore. Di seguito l'elenco dei principali inquinanti:

- CO, monossido di carbonio prodotto dalla combustione incompleta
- CO₂, biossido di carbonio prodotto dalla combustione dei combustibili fossili
- COV, composti organici volatili prodotti dalla combustione incompleta

¹³un'autovettura o un veicolo commerciale leggero con emissioni dallo scarico da zero fino a 50 g di CO₂/km.



Source: *La teoria economica e la stima dei costi esterni dei trasporti*, Università di Trieste e ISTIEE

Figura 3.10 Principali impatti ambientali dei trasporti

- NO_x, ossido di azoto prodotto a temperature molto alte di combustione
- Piombo e Particolato misurato come PST (particelle sospese totali)
- CFC, clorofluorocarburi utilizzati per climatizzare l'autovettura.

L'*inquinamento delle acque* si manifesta in diversi modi, sia attraverso le infrastrutture che alterano lo scolo delle acque e l'assetto idro-geologico sia direttamente attraverso materiali come brandelli di gomme o indirettamente tramite le piogge acide, fenomeno tipico.

L'*inquinamento acustico* viene misurato attraverso molteplici indicatori dal momento in cui vi è alta variabilità di manifestazione del rumore con riferimento alla frequenza, durata e intensità, tra i più conosciuti vi è il DBA, decibel ponderato in scala A, e il LEG cioè il livello equivalente sonoro che corrisponde al livello di rumore continuo che possiede un determinato livello energetico medio del rumore stesso in un lasso di tempo considerato.

La *vibrazione*, definita come fenomeno ondulatorio che si trasmette per mezzi solidi, si trasmette via aria e via terra. In particolare le trasmissioni via terra sono provocate dal passaggio di autovetture sulla superficie e l'intensità della vibrazione dipende dal grado di irregolarità del terreno e da velocità e peso dell'autovettura.

L'*intrusione visiva* è l'impatto visivo che una infrastruttura di trasporto produce nell'ambiente circostante. È un'externalità molto difficile da valutare in quanto i fattori di giudizio sono molto soggettivi quali il giudizio estetico e etico.

L'*effetto barriera* è l'effetto di impedimento del collegamento umano o animale dovuto dalla presenza dei trasporti e la sua grandezza dipende da parametri come gli elementi caratterizzanti l'infrastruttura (ad esempio il numero di attraversamenti pedonali) e le caratteristiche del traffico (ad esempio la velocità).

L'*occupazione del suolo* è di notevole rilevanza per il settore che è considerato la principale causa dovuta alla presenza di infrastrutture stradali.

Gli *incidenti* sono esternalità indirette dovute anche all'entità del traffico oltre che all'uomo stesso con impatto diretto sulla salute dell'individuo.

La *congestione* diversamente dall'inquinamento atmosferico ha la caratteristica di rappresentare un costo esterno diretto al singolo guidatore e non alla collettività ed è un'esternalità di tempo che rientra nella funzione di consumo di persone terze dal momento che aumenta il tempo necessario per compiere il loro percorso. Specularmente al livello di inquinamento ottimale, calcolato grazie alle teorie economiche presentate nel primo capitolo, si ottiene un livello di traffico ottimale raggiungibile grazie all'introduzione della road tax (RT) che esprime lo scostamento tra costo marginale privato e sociale dovuto dalla consapevolezza dell'automobilista di recare un rallentamento che impone anche agli automobilisti terzi che usufruiscono della stessa strada. Anche in questo caso, come per il livello di inquinamento ottimale, l'introduzione della tassa non è volta a eliminare tutta la congestione ma solamente quella economicamente eccessiva.

E' facile notare che tutte queste esternalità differiscono notevolmente l'una dall'altra portando ad incontrare delle difficoltà nella valutazione generale dell'esternalità del settore trasporti.

In particolare come mostra la Fig. 3.11 le principali caratteristiche di differenziazione sono:

- L'unità di misura che per alcune esternalità è identificabile mentre per altre meno o addirittura mancante o dipendente da fattori soggettivi dell'individuo. Di conseguenza si troveranno difficoltà nell'identificare la curva di domanda del bene danneggiato per effettuare l'analisi costi benefici.
- La dimensione temporale intesa come il tempo in cui vi è la percezione o l'effettivo manifestarsi del danno che può essere istantanea, come l'impatto visivo o il rumore, oppure potersi nel tempo come le malattie o l'inquinamento atmosferico. Chiaro è che più l'azione è di lunga durata più è difficile effettuare una valutazione economica del danno
- La dimensione spaziale identifica il raggio d'azione del danno che può essere circoscritto vedi la congestione o l'impatto visivo, ad azione più ampia come le piogge acide o addirittura globale come per l'inquinamento atmosferico

Impatto	Unità di misura	Dimensione temporale	Dimensione spaziale	Relazione di dose/risposta
Rumore	Decibel	effetti immediatamente percepibili e di breve periodo	locale, modello di diffusione suff. certo	soglia critica incerta
Inquinamento Dell'aria	molteplici, manca una unità sintetica aggregata	effetti che si manifestano sia nel breve, che nel medio-lungo periodo	locale, regionale e globale, modello di diffusione altamente incerto	massima incertezza sulla soglia critica, effetti sinergici sconosciuti, ma si sospetta rilevanti
Inquinamento Dell'acqua e del suolo	v. sopra	v. sopra	locali e regionali, modello di diffusione incerto	v. sopra
Intrusione visiva ed effetti di separazione	manca una unità di misura naturale	percezione immediata e durata pari alla permanenza dell'infrastruttura o del flusso di traffico	locale	soggettiva
Incidenti	persone coinvolte		locale	

Source: La teoria economica e la stima dei costi esterni dei trasporti, Università di Trieste e ISTIEE

Figura 3.11 Caratteristiche dei principali impatti del settore trasporti

Tali differenze, unite ad altri tipi di incertezza scientifica relative all'individuazione del grado di relazione tra inquinamento e salute o psicologia umana e al livello scarso di informazione, portano gli attori ad avere difficoltà ad esprimere la propria disponibilità a pagare che come abbiamo visto è necessaria per stimare il valore economico del costo esterno.

3.3.2 La valutazione economica dei costi esterni

Il focus della Commissione Europea sulla valutazione economica delle esternalità generate dai trasporti è spiegata dal rilevante peso che queste hanno sull'economia europea e alle previsioni di crescita del trasporto in Europa per i prossimi anni. Il primo e principale contributo scientifico alla stima dell'esternalità è da attribuirsi al programma comunitario ExterneE con particolare riferimento in tal contesto ad ExternaE Transport sviluppato intorno agli anni 1995-1998. Il merito di tal programma, utilizzato come base per tutti gli studi futuri, è stato quello di creare una metodologia di valutazione definita come "sentiero d'impatto" in grado di stimare i costi esterni relativi alle emissioni dei trasporti con riferimento ai singoli veicoli e tecnologie. In seguito numerosi altri progetti sono stati sviluppati migliorando le metodologie fino a raggiungere un livel-

lo di accuratezza molto elevato garantendo quindi un'affidabilità e una corrispondenza alla realtà alta dei dati forniti alla Commissione Europea, consentendo alle autorità pubbliche di dare una maggiore credibilità alle basi economiche che sottendono le proprie politiche di internalizzazione dei costi esterni generati dal settore del trasporto di merci e di persone (Ce Delft, 2011) ¹⁴. Tuttavia fonti di incertezza relative a tutte le tipologie di costo continuano ad essere presenti e a tal proposito la Commissione Europea ha sottolineato che "sebbene la stima dei costi esterni abbia ancora a che fare con una serie di incertezze, c'è consenso a livello scientifico e accordo sul fatto che i costi esterni dei trasporti misurati attraverso approcci definiti nelle best practices e nei modelli generali (con oscillazioni di valore accettabili) siano pronti per un uso diretto nelle policy pubbliche".

Attualmente la Commissione Europea obbliga gli Stati Membri a tener conto delle metodologie e le stime utilizzate per quantificare i costi esterni del trasporto contenuti nello studio *Handbook on estimation of external cost in the transport sector* che viene aggiornato annualmente a partire dalla sua prima pubblicazione nel 2008 e che rappresenta lo stato dell'arte delle esternalità prodotte dai trasporti sia sotto il profilo teorico che pratico. Tale studio fu commissionato per la prima volta nel 2008 nell'ambito dello studio IMPACT (Infras, CE Delft, ISI University of Gdansk, 2008) che fornisce oltre che la metodologia anche una panoramica dei valori di input all'avanguardia utilizzati per produrre la stima dei costi esterni da parte degli utenti del manuale. Inoltre il Manuale stesso presenta delle stime sui costi esterni marginali dei trasporti che vengono utilizzate dalla Commissione Europea come base per la definizione delle politiche di internalizzazione in linea con il principio del prezzo marginale dei costi sociali. In particolare il Manuale considera tre diverse tipologie di costo:

- I costi esterni totali: si riferiscono a tutti i costi esterni all'interno di un confine geografico come ad esempio l'Unione Europea o uno Stato Membro causati da una modalità di trasporto specifica. Tali costi sono espressi in miliardi o milioni di euro.
- I costi esterni medi: sono strettamente correlati ai costi totali, in quanto esprimono i costi per unità di prestazione del trasporto. Tali costi sono espressi in euro cent / pkm (passengers-km), euro cent per tkm (tonne-km) o euro cent / vkm (vehicles-km).
- I costi esterni marginali: sono i costi esterni aggiuntivi che si verificano a causa di un'attività di trasporto aggiuntiva che si verificano nel breve o nel lungo periodo.

¹⁴CE Delft (2008), *Handbook on estimation of external costs in the transport sector*, Version 1.1. Un contributo fondamentale al consolidamento dei valori economici delle esternalità dei trasporti è stato dato dalla pubblicazione promossa dalla Commissione Europea "Handbook on estimation of external costs in the transport sector"

In particolare i costi marginali di breve periodo risultano essere i più rilevanti ai fini dell'internalizzazione. Tali costi vengono espressi nelle stesse unità di misura dei costi esterni medi.

Per alcune esternalità, come ad esempio l'inquinamento atmosferico e il cambiamento climatico, i dati sui costi medi e marginali sono uguali alle dimensioni dell'esternalità e non dipendono dalla densità del flusso del traffico mentre altri tipi di esternalità ne dipendono come ad esempio la congestione e l'incidentalità per cui i costi esterni marginali risultano essere notevolmente superiori rispetto ai costi medi (un'auto che entra in una strada con traffico a flusso libero causerà costi di congestione esterni marginali che sono significativamente inferiori ai costi medi di congestione esterna). L'eventuale utilizzo dei dati sui costi esterni medi o marginali dipende dalla portata e dall'obiettivo della valutazione per la quale verranno applicati i dati stessi. Per le valutazioni sull'internalizzazione dei costi esterni, i dati sui costi marginali dovrebbero essere considerati quando l'internalizzazione è valutata dal punto di vista dell'efficienza economica (prezzi marginali dei costi sociali). Tuttavia, dal punto di vista dell'equità, potrebbe essere più interessante vedere se i veicoli sono soggetti a costi medi ("prezzi di costo medio"), garantendo che il settore dei trasporti o le categorie di veicoli paghino i costi che impongono alla società. I costi esterni medi e marginali possono essere utilizzati anche per altri scopi, ad esempio l'analisi costi-benefici sociali, analisi costi-efficacia di altre analisi economiche del welfare.

Inoltre il manuale descrive la differenza del livello di esternalità delle categorie considerate, cioè la differenza che sussiste tra costo sociale e costo esterno:

- Per i costi di congestione e scarsità, solo i costi aggiuntivi per gli altri utenti dei trasporti e la società sono considerati esterni. I costi propri (ad esempio Tempo di viaggio aggiuntivo o costi di carburante) sono costi privati e pertanto non vengono considerati nella stima dei costi di congestione esterni.
- Parte dei costi sociali degli infortuni è internalizzata dall'utente del trasporto (vale a dire se considera il proprio rischio di incidente quando prende una decisione sul trasporto, si può sostenere che i propri costi di incidente sono internalizzati) o dalle assicurazioni.
- Per i costi ambientali, i costi esterni e sociali sono gli stessi, fatta eccezione per la situazione in cui viene addebitata una parte dei costi sociali. Tuttavia, poiché non vengono considerate le spese e le tasse di trasporto nell'analisi si può supporre che i costi ambientali sociali ed esterni siano gli stessi.

La Fig. 3.8 seguente sintetizza la differenza tra costi sociali ed esterni delle varie categorie.

Cost category	Social costs	External costs
Congestion costs and scarcity costs	All costs for traffic users and society (delay, unreliable travel times and/or arriving times, additional operation costs, missed economic activities) caused by high traffic densities given the available capacity of the infrastructure.	Additional costs imposed on all other transport users and society excluding own additional costs.
Accident costs	All direct and indirect costs of an accident (material costs, medical costs, production losses, suffering and grief caused by fatalities and injuries).	Part of the social costs that is not considered in own and collective risk anticipation and not covered by (third party) insurance.
Environmental costs	All damages of environmental nuisances (e.g. health costs, material damages, biosphere damages, long term risks).	Part of the social costs that is not considered (paid for).

Source: *Handbook on the external costs of transport Version 2019*

Figura 3.12 Livello externalità delle categorie di costo considerate

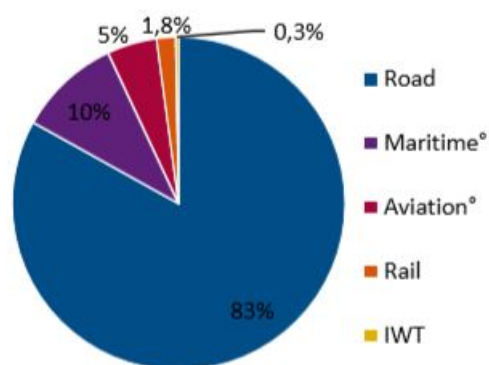
3.3.3 I dati di input e le stime totali dei costi esterni di output

L'ultimo *Handbook on estimation of external cost in the transport sector* è aggiornato al 2019 con l'analisi dei dati più recenti risalente al 2016. Lo studio riporta che il valore totale dei costi esterni per trasporti su strada, ferroviario, aviazione e marittimo (escludendo la congestione come externalità) ammontano a 716 miliardi di euro, che corrispondono al 4,8% del PIL totale nell'UE. I costi di congestione ammontano ad altri 271 miliardi di euro per cui i costi esterni totali, compresi i costi di congestione, si sommano a 987 miliardi (6,6% del PIL). Come si evince dalla Fig. 3.13 il trasporto su strada è la modalità predominante che causa di gran lunga la maggior parte dei costi esterni (83% dei costi totali, compresi aviazione e marittima mentre 97,5% esclusi). Il trasporto marittimo causa il 10%, il trasporto aereo il 5%, il trasporto ferroviario l'1,8% e le vie navigabili interne lo 0,3% dei costi. Inoltre il 69% dei costi totali è dovuto al trasporto passeggeri, il 31% dei costi è causato dal trasporto merci (compresi i veicoli commerciali leggeri).

Le categorie di costo utilizzate nel Manuale sono le seguenti:

- Incidenti
- Inquinamento atmosferico
- Cambiamenti climatici
- Rumorosità
- Congestione

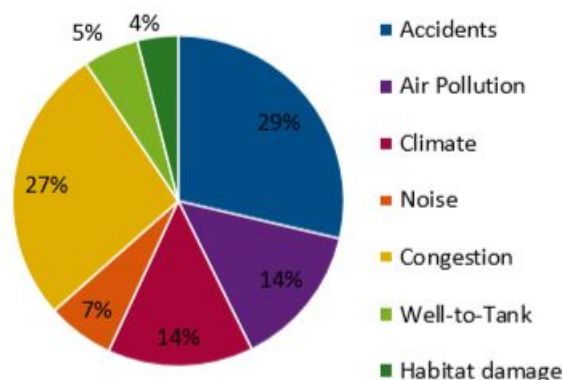
Oltre alle categorie di costo principali, vengono aggiornate altre cinque importanti categorie di costi: costi dei processi a monte e a valle, costi per la natura e paesaggio,



Source: *Handbook on the external costs of transport Version 2019*

Figura 3.13 Quote delle modalità di trasporti sulle esternalità sui costi totali esterni

costi aggiuntivi nelle aree urbane, costi legati alle perdite di biodiversità (dovute all'inquinamento atmosferico), inquinamento del suolo e delle acque. Come mostra la Fig. 3.14 la categoria di costo più importante sono i costi degli incidenti pari al 29% dei costi totali, seguiti dai costi di congestione, 27%. I costi del cambiamento climatico e dell'inquinamento atmosferico contribuiscono entrambi al 14% dei costi totali, i costi del rumore al 7% e i danni agli habitat al 4% dei costi totali.



Source: *Handbook on the external costs of transport Version 2019*

Figura 3.14 Quote delle categorie di esternalità sui costi totali esterni

I dati di input intesi come gli elementi di costo che compongono ogni categoria considerata, la fonte da cui derivano tali dati e la metodologia utilizzata per dare una stima sono presentati nella Fig. 3.15. Le stime di output finali più recenti sono illustrate invece nella Fig. 3.16. Di nostro interesse, alla luce della politiche studiate, è il costo del cambiamento climatico che verrà perciò analizzato con maggior dettaglio nel sottoparagrafo successivo.

Cost category	Cost elements and valuation approach	Data sources + input data
Air pollution	Health/medical costs (VLYL), crop losses, building damages, biodiversity losses (biodiversity losses due to air pollution are covered in a separate cost category, see Table 4). Valuation: Impact-Pathway-Approach. Dose-Response functions based on the EcoSense Model (ExternE, HEATCO). Willingness-to-pay values from NEEDS, HEATCO and CAFE CBA.	Air pollutant emissions based on TREMOVE emission factors and harmonised transport data (see Chapter 2.4). Damage cost factors per ton of air pollutant based on NEEDS, HEATCO and UBA.
Climate change	Cost elements: Avoidance costs to reduce risk of climate change, damage costs of increasing average temperature. Valuation: Unit cost per tonne of greenhouse gas (short term acc. to Kyoto targets, long-term acc. to IPCC aims).	CO ₂ emissions per transport mode based on TREMOVE emission factors and harmonised transport data (see Chapter 2.4). New findings on avoidance and damage costs based on recent literature. Two different scenarios (low and high value).
Noise	Annoyance costs, health costs. Valuation: Cost factors for annoyance and health effects per person and dB(A).	Noise exposure data: Noise maps based on Directive 2002/49/EC, extrapolation of data for missing regions or countries. Valuation based on HEATCO.
Congestion and delay costs	Cost elements: Time and additional operating costs; for scheduled transport: delay costs. Valuation: Cost calculation acc. to different approaches (deadweight loss, revenues to compensate deadweight loss, delay costs).	Speed-flow curves, level of traffic and capacity per network segment. Measurements of time losses peak-off peak. Studies and statistics on road congestion in specific countries. Traffic model analysis based on TRANS-TOOLS model, local statistics and studies.

Source: *Handbook on the external costs of transport Version 2019*

Figura 3.15 Elementi di costo, metodi di valutazione e fonte dati di input delle principali categorie di costo

3.3.4 Il costo esterno del cambiamento climatico

I costi del cambiamento climatico sono definiti come i costi associati a tutti gli effetti del riscaldamento globale, come l'innalzamento del livello del mare, la perdita di biodiversità, i problemi di gestione delle risorse idriche, gli estremi meteorologici sempre più frequenti e i fallimenti del raccolto nell'agricoltura. Tali costi, come già visto in precedenza, sono dovuti principalmente dalle emissioni dei GHG quali CO₂, N₂O e CH₄. Poiché questi diversi gas di emissione si differenziano per la loro durata e la loro potenza, può essere complicato confrontare le emissioni di CO₂ con quelle non CO₂ perciò per consentire tali confronti viene utilizzato il concetto di Global Warming

	Passenger Transport								
	Road						Rail		
	Pass car - petrol	Pass car - diesel	Pass car - total	Bus	Coach	MC	High-speed Train	Electric pax convent (non high speed)	Diesel tot pax
Cost category	bn €/a	bn €/a	bn €/a	bn €/a	bn €/a	bn €/a	bn €/a	bn €/a	bn €/a
Accidents	210.2			5.3		21.0	0.06	2.0	
Air Pollution	8.6	24.8	33.4	1.4	2.7	1.8	0.002	0.03	0.52
Climate	32.0	23.5	55.6	0.8	1.6	1.5	0.00	0.00	0.22
Noise	13.8	12.4	26.2	0.8	0.9	14.8	0.4	2.6	0.9
Congestion *	196.1			4.5					
Well-to-Tank	10.4	7.7	18.1	0.3	0.5	0.8	0.3	2.7	0.1
Habitat damage	14.1	11.8	25.9	0.2	0.4	0.5	0.7	1.4	0.5
Total			565.4	19.3		40.5	1.4	11.0	
Total per mode	625.2						12.5		
Total as % of EU28 GDP	4.2%						0.1%		
Total passenger transport	637.7								

* Congestion in terms of delay cost generated by the various vehicle categories.

Source: Handbook on the external costs of transport Version 2019

Figura 3.16 Stima costi esterni per il trasporto passeggeri suddiviso per categorie di externalità

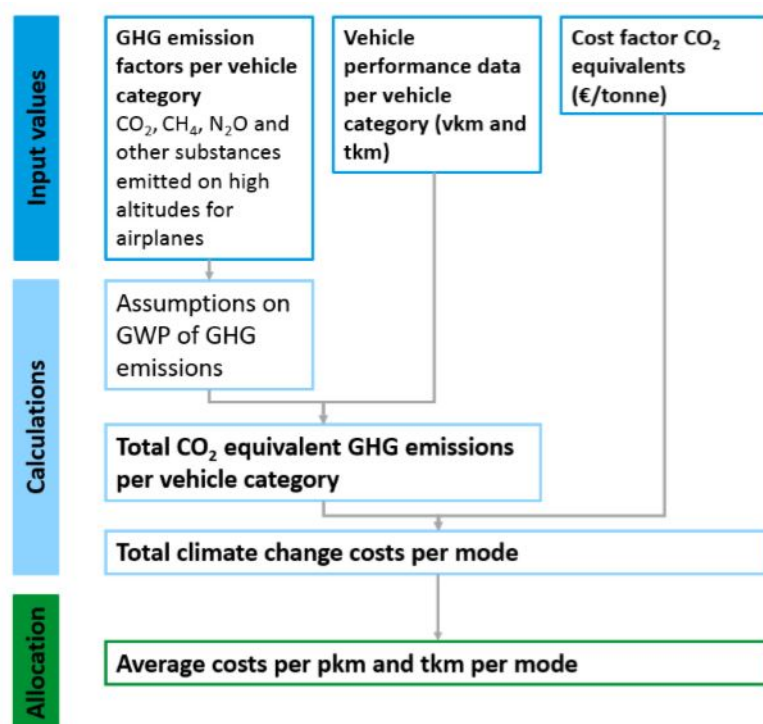
Potential (GWP) ¹⁵.

Input

I costi climatici totali e medi sono calcolati utilizzando un approccio bottom-up che prevede di effettuare una stima accurata e attendibile partendo da dati puntuali dei singoli elementi che compongono il costo totale da analizzare. La Fig. 3.17 illustra graficamente il processo generale seguito per la valutazione del costo del cambiamento climatico. Vengono utilizzati tre valori di input: i fattori di emissione di gas a effetto serra per tipo di veicolo, i dati sulle prestazioni del veicolo e i costi dei cambiamenti climatici per tonnellata di CO2 equivalente. Le emissioni di GHG per tipo di veicolo possono essere calcolate moltiplicando i chilometri del veicolo per tipo di veicolo in ciascun paese con i fattori di emissione del veicolo (in g / km) per ciascuno dei vari GHG (CO2, N2O, CH4 e altre emissioni degli aeromobili). Utilizzando i Global Warming Potentials (GWP), le emissioni dei tre GHG possono essere sommate per ottenere le emissioni totali equivalenti di GHG di CO2. Ciò viene quindi moltiplicato per i costi dei cambiamenti climatici per tonnellata di CO2 equivalente al fine di raggiungere i costi totali dei cambiamenti climatici per modalità. Per raggiungere i costi medi dei cambiamenti climatici si dividono i costi totali dei cambiamenti climatici per la quantità di pkms o tkms determinati dal tipo di veicolo.

Tipologie di approccio per il calcolo del fattore di costo della CO2

¹⁵ Il GWP è una misura relativa, che confronta la quantità di calore intrappolata da una determinata massa di gas con la quantità di calore intrappolata da una massa simile di CO2 per un certo periodo di tempo (ad esempio 100 anni). Il GWP di CO2 è standardizzato a 1. Nell'ultimo Rapporto di valutazione dell'IPCC (IPCC, 2013) il GWP su un periodo di 100 anni di CH4 e N2O è rispettivamente di 34 e 298. Ciò implica che la stessa quantità di CH4 è 34 volte più potente della stessa quantità di CO2, se si considera un periodo di 100 anni.



*Source: Handbook
on the external costs of transport Version 2019*

Figura 3.17 Metodologia di stima del costo del cambiamento climatico

Nel dettaglio possono essere utilizzate due metodologie differenti per calcolare la valutazione dell'impatto del cambiamento climatico e quindi con riferimento alla figura il fattore di costo della CO₂ eq: la valutazione del costo del danno e la valutazione del costo di abbattimento.

L'approccio dei *costi del danno* stima, grazie all'uso di precisi modelli, gli impatti fisici dei cambiamenti climatici e li combina con le stime degli impatti economici derivanti da questi impatti fisici. Ad esempio i costi dell'innalzamento del livello del mare potrebbero essere espressi come costo della protezione e valore economico dei terreni e delle strutture persi in assenza di protezione. Tuttavia, la valutazione economica di questi effetti del cambiamento climatico è spesso controversa. Ciò è principalmente dovuto dalla mancanza di conoscenza degli impatti fisici causati dal riscaldamento globale infatti mentre alcuni di questi effetti sono abbastanza certi e comprovati da modelli dettagliati, altri possibili effetti (inondazioni estese, uragani con maggiore densità di energia o effetti non lineari più drammatici come un rallentamento o addirittura l'arresto del flusso del Golfo) spesso non vengono presi in considerazione a causa della mancanza di informazioni sulla relazione tra il riscaldamento globale e questi effetti. Gli effetti indiretti come danni socialmente contingenti (ad esempio conflitti regionali) sono ancora più difficili da valutare.

L'approccio dei *costi di abbattimento* si basa su un'analisi costi-efficacia che deter-

mina il costo minimo per raggiungere un livello richiesto di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, ad esempio correlato a un obiettivo politico come studiato. I costi per raggiungere l'obiettivo specificato sono stimati utilizzando un approccio basato sulla curva dei costi o altre metodologie di modellizzazione. L'obiettivo può essere specificato a diversi livelli geografici come a livello nazionale, europeo o mondiale. Da un punto di vista economico del welfare, l'approccio del costo di abbattimento non è la soluzione migliore ¹⁶ tuttavia l'approccio può essere considerato teoricamente corretto supponendo che l'obiettivo di riduzione selezionato rappresenti le preferenze delle persone in modo appropriato. In tal caso il costo marginale di abbattimento relativo all'obiettivo potrebbe essere visto come un valore di disponibilità a pagare. Ciò implica che l'approccio del costo di abbattimento sarà preferibilmente applicato solo quando sono stabiliti chiari obiettivi di riduzione nelle politiche o normative esistenti mentre se gli obiettivi non sono ancora confermati da politiche vincolanti, non è disponibile alcuna indicazione di desiderabilità sociale dell'obiettivo.

Inoltre nonostante l'approccio dei costi di danno misuri direttamente i danni relativi agli effetti esterni fornendo una prima migliore stima del valore monetario di questi impatti (CE, 2010a), per quanto riguarda i cambiamenti climatici ci sono due ragioni per cui si potrebbe preferire l'approccio dei costi di abbattimento:

- Gli obiettivi di riduzione sono fissati quindi l'approccio dei costi di abbattimento fornisce una valutazione più pratica e trasparente dei costi del cambiamento climatico.
- Il principio di precauzione secondo cui molti effetti comportano il rischio che a lungo termine potrebbero creare danni molto elevati, sebbene la probabilità sia considerata bassa o sconosciuta (come ad esempio esplosioni di metano, perdita o inversione del flusso del golfo). Poiché la maggior parte delle persone è avversa al rischio, è necessario tenere conto di questi possibili impatti dei cambiamenti climatici. Dal momento che non ci sono metodologie disponibili per includere l'avversione al rischio nella valutazione (Friedrich, 2008) l'unico modo per tenerne conto nella valutazione è applicare un approccio basato sull'abbattimento, supponendo che la decisione politica sull'obiettivo di riduzione tenga conto di questi impatti sconosciuti ma allo stesso tempo importanti.
- L'incertezza riguardo agli effetti dei cambiamenti climatici e le loro conseguenze sulle temperature, innalzamento del livello del mare ed eventi meteorologici estremi. Effetti potenzialmente catastrofici, come lo scioglimento delle calotte polari nella Groenlandia o nell'Antartide occidentale o i cambiamenti nei sottosistemi

¹⁶Watkiss, 2005b

climatici come l'oscillazione meridionale di El Niño non sono stati incorporati, o solo parzialmente, nelle analisi effettuata dall'approccio dei costi di danno.

Per le ragioni sopra menzionate si utilizza l'approccio del costo di abbattimento per stimare i costi di CO₂. Tuttavia, nel caso in cui i costi dei danni siano superiori ai costi di abbattimento si utilizzano le stime del primo approccio come limite superiore, poiché ciò potrebbe indicare che gli obiettivi fissati dal governo non risultino socialmente ottimali.

L'approccio dei costi di abbattimento in pratica

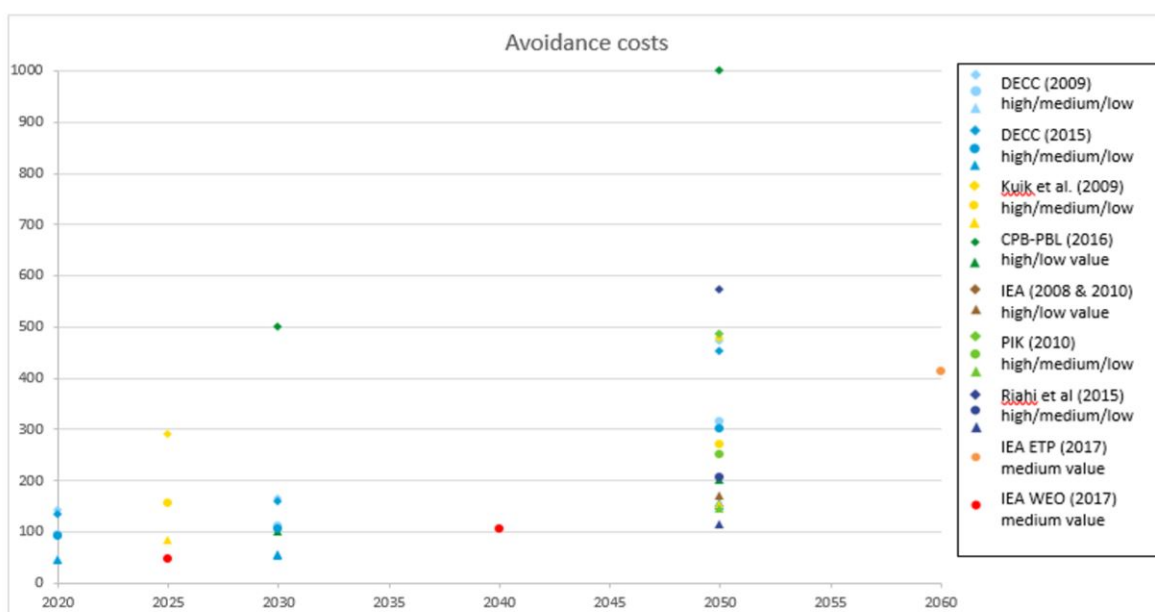
Più nel dettaglio l'approccio dei costi di abbattimento deve tener conto di aspetti importanti per la stima, quali:

- La scelta del livello target: le stime dei costi di abbattimento sono altamente sensibili alla scelta del livello target. Un obiettivo di riduzione delle emissioni più forte implica costi più elevati rispetto a un obiettivo di riduzione delle emissioni più basso. Tuttavia, anche il livello target è sensibile al sistema a cui viene applicato, ad esempio se l'obiettivo vale per tutti i settori o settori specifici influenzerà la stima dei costi. Analogamente, i costi possono differire a seconda che l'obiettivo fissato sia valido a livello nazionale o sovranazionale. Se l'obiettivo di emissione scelto non riflette le preferenze della società, questa metodologia non sarà ottimale dal punto di vista dell'economia del benessere.
- La stima delle opzioni di mitigazione: i costi di abbattimento si basano sulla previsione accurata del progresso tecnologico e delle innovazioni tecnologiche. Tali progressi o incrementi di efficienza possono ridurre i costi delle tecnologie utilizzate nello scenario di base, nonché quelli delle misure aggiuntive. Un fattore di particolare interesse qui è il futuro sviluppo dei prezzi dell'energia. Con bassi prezzi dell'energia, le opzioni di abbattimento saranno molto costose, mentre con prezzi più alti le opzioni di abbattimento saranno più economiche.
- La stima dello scenario di base: i costi di abbattimento dipendono fortemente dalle ipotesi relative allo sviluppo delle emissioni di gas a effetto serra. Questi dipendono principalmente dallo sviluppo dell'economia mondiale e dai prezzi del carburante, che sono a loro volta influenzati dalle politiche adottate. Maggiori emissioni di base comportano l'adozioni di più politiche per ridurle con conseguente aumento dei costi di abbattimento. Analogamente, minori emissioni di base, ad esempio a causa della minore crescita economica globale, comporteranno minori costi di abbattimento.
- I GHG diversi: alcune misure per prevenire le emissioni sono specifiche dei GHG, pertanto i loro costi sono anche specifici dei GHG. Pertanto, i costi di abbattimento per le emissioni di CH₄ o N₂O non possono sempre essere dedotti dal

comportamento di tali GHG nell'atmosfera rispetto alla CO₂, ad esempio confrontando il GWP dei diversi gas. Numerosi studi hanno dimostrato che i costi di abbattimento specifici per CO₂ sono inferiori ai costi di evasione per CH₄ e N₂O¹⁷.

- L'avversione al rischio e alla perdita: si tratta di un problema di importazione sia per i costi di abbattimento che per i danni. Per i costi di abbattimento si può prendere in considerazione solo quando si presume che la decisione politica alla base dell'obiettivo di riduzione tenga conto dell'avversione al rischio e alla perdita.

Tenuto conto di tali aspetti e in base alle considerazioni precedenti ha senso formulare i costi del cambiamento climatico come costi di abbattimento in base all'obiettivo concordato nell'accordo di Parigi. Limitare l'aumento della temperatura a 2 gradi Celsius equivale approssimativamente a non più di 450 ppm (parti per milione) di CO₂ nell'atmosfera. Molti studi hanno valutato i costi di abbattimento in funzione di tale limite come mostra la Fig. 3.18. I costi di abbattimento a cui vuol far riferimento la



Source: *Handbook on the external costs of transport Version 2019*

Figura 3.18 Sintesi del valore centrale e il range per i costi di abbattimento delle diverse letterature indicate

Commissione Europea e quindi presenti nel manuale si basano su una media dei valori trovati in letteratura, raggruppati in base al breve e medio termine (fino al 2030) e al lungo termine (2040-2060). I valori per entrambi questi periodi sono stati raggiunti calcolando la media di tutte le stime centrali, escludendo la più bassa e la più alta per

¹⁷Jakeman Fisher, 2006; Kemfert et al., 2006; Kurosawa, 2006; Tol, 2006; Gambhir et al., 201

eliminare i valori anomali. In conclusione si ottiene un valore centrale pari a 100 euro / tCO₂eq per i costi a breve e medio termine (fino al 2030) mentre il valore centrale per i costi a lungo termine (fino al 2060) è di 269 euro / tCO₂ equivalente. La Fig. 3.19 sottostante mostra il range per questi periodi di tempo, nonostante venga utilizzato per le policy il valore centrale.

	Low	Central	High
Short-and-medium-run (up to 2030)	60	100	189
Long run (from 2040 to 2060)	156	269	498

Figura 3.19 Costi per abbattimento per i cambiamenti climatici in euro / tCO₂ equivalente

Output

La Fig. 3.20 mostra l'output risultante per i costi del cambiamento climatico per modalità di trasporto e tipo di veicolo. Vengono inclusi i costi totali e i costi medi per vkm e per pkm o tkm. I calcoli sono stati effettuati in base al fattore di costo di 100 euro per tCO₂ equivalente, cioè come appena visto il valore centrale per le stime a breve e medio termine.

	Total costs EU28	Average costs	
Passenger transport	Billion €	€-cent per pkm	€-cent per vkm
Passenger car	55.56	1.18	1.90
Passenger car - petrol	32.02	1.22	1.97
Passenger car - diesel	23.54	1.12	1.80
Motorcycle	1.47	0.89	0.94
Bus	0.84	0.47	8.83
Coach	1.61	0.44	8.66
Total passenger road	59.49		
Passenger train diesel	0.22	0.34	20.1
Total passenger transport	59.71		

Source: Handbook on the external costs of transport Version 2019

Figura 3.20 Output per il costo del cambiamento climatico per il trasporto passeggeri

In conclusione una stringente normativa a livello unionale per il settore trasporti che considera al suo interno i costi esterni generati dal settore impone dei limiti sempre più stringenti di CO₂ a cui le case automobilistiche devono far fronte.

Capitolo 4

IL CASO FCA

4.1 L'azienda e gli impegni per raggiungere i target normativi

Nel panorama delle case automobilistiche europee, il presente elaborato si concentra nell'analisi dell'impatto delle normative sulla famosa azienda italo-statunitense Fiat Chrysler Automobiles (FCA) di cui segue una breve presentazione.

L'Azienda, che nasce nel 2014 dalla fusione dell'italiana Fiat S.p.A. e dallo statunitense Chrysler Group, rappresenta l'ottavo gruppo automobilistico al mondo per numero di veicoli prodotti. E' una società quotata sia al NYSE e sia al FTSE MIB della Borsa di Milano, presentando al 2018 un fatturato di 110,41 miliardi di Euro e un utile pari a 3,63 miliardi di euro. I marchi della compagnia, presentati in Fig. 4.1, sono FIAT, Alfa Romeo, Lancia, Maserati, Fiat Professional, Abarth, Jeep, Chrysler, Dodge, Ram Trucks, Mopar, SRT. La domanda che si pone l'elaborato è come si posiziona il gruppo di fronte alle normative europee in tema di emissioni di CO₂, quali misure sta adottando e quali cambiamenti organizzativi sta subendo per andare incontro ai nuovi e stringenti target attuali e futuri imposti dall'Unione Europea.

4.1.1 Il quadro delle case automobilistiche europee

Il 2020 rappresenta un anno cruciale per le case automobilistiche europee per varie ragioni: si valuterà se sono state in grado di raggiungere il target stringente di 95 g/km, si attuerà l'ufficializzazione della procedura WLTP e entrerà in vigore il target al 2030 di circa 59 g/km ancora più stringente e ottenibile solo grazie ad una gamma composta prevalentemente da auto elettriche, ibride plug-in e ad idrogeno. Il 2020 rappresenta quindi l'anno in cui l'industria automobilistica dovrà cambiare passo in materia di CO₂. Ma per poter capire come e in quale direzione si dirigeranno le case automobilistiche è importante avere un quadro generale della situazione attuale. Ad oggi tutti i costruttori sono riusciti a rientrare nei limiti imposti per il 2015 dal regolamento 443/2009 che ricordiamo prevedeva un limite di 130 g/km. Completamente opposta invece è la situazione con riferimento al limite di 95 g/km previsto per il 2020, quasi nessuna casa automobilistica riuscirà a raggiungere tale target. Infatti le emissioni medie delle auto



Figura 4.1 Marchi appartenenti al gruppo FCA

vendute dagli undici principali gruppi europei (considerando più di 300.000 vetture vendute annualmente) risultano essere pari in media a 119,7 g/km quindi con uno scostamento di 24,7 g/km dal target. Secondo l'analisi di dati condotta da *Jato Dynamics* che raccoglie dati delle emissioni medie di CO₂ sia dei gruppi che dei singoli marchi per l'anno 2018 (ultimo anno con dati disponibili) solamente Tesla riuscirà a non subire sanzioni se le emissioni rimarranno tali nel 2020. La Fig. 4.2 mostra la classifica delle case automobilistiche più efficienti in termini di emissioni e la percentuale di scostamento di emissioni paragonata all'anno precedente, nel riquadro blu inoltre vengono racchiusi i principali gruppi con le maggiori quote di mercato in Europa e su cui è stata calcolata la media di 119,7 g/km. Più dettagliata è l'analisi della Fig. 4.2 che valuta le emissioni anche a livello di marchio, mostrando - oltre al fatto che unicamente Tesla e Smart rientrano nei limiti per il 2020 - che i brand di lusso e sportivi sono notevolmente lontani dagli obiettivi prefissati. Infine lo studio di *Jato Dynamics* ha calcolato le multe teoriche (Fig. 4.4) a cui le case sarebbero soggette considerando la sanzione prevista di 95 Euro al grammo in eccesso e basandosi sui dati relativi al 2018. Risultano teoriche perchè viene ipotizzato che le case automobilistiche non facciano nessun miglioramento. Tuttavia la situazione reale al 2020 sarà diversa in quanto tutti i costruttori hanno iniziato a prendere contromisure: tutti infatti hanno utilizzato già da diversi anni ingenti somme per programmi di elettrificazione del parco macchine perciò un rapido abbassamento delle emissioni è facilmente ipotizzabile. L'unica incertezza riguarda la

Manufacturer	Av. CO ₂ 2018 (g/km)	Av. CO ₂ 2017 (g/km)	Δ (g/km)
1 Tesla	0.0	0.0	0.0
2 Toyota	101.3	102.3	-1.0
3 Nissan Group	112.9	115.9	-3.0
4 Renault Group	113.2	109.8	+3.4
5 PSA	114.2	111.9	+2.3
6 Suzuki	114.2	114.9	-0.7
7 VW Group	121.2	121.0	+0.2
8 Hyundai-Kia	121.9	121.1	+0.8
9 Ford	123.7	120.8	+2.9
10 FCA	125.3	120.1	+5.2
11 Honda	127.0	127.3	-0.3
12 BMW Group	127.1	120.6	+6.5
13 Volvo	130.2	124.5	+5.7
14 Daimler	134.3	125.1	+9.2
15 Mazda	135.2	131.2	+4.0
16 JLR	158.2	151.3	+6.8
17 Subaru	160.3	159.7	+0.5
18 Mahindra	164.4	158.8	+5.6
19 GM	255.8	258.3	-2.5

Figura 4.2 Classifica dei migliori gruppi automobilistici in termini di emissioni per l'anno 2018

risposta dei consumatori ad un'offerta sempre più elettrica a cui rema contro la scarsità di infrastrutture di ricarica sul territorio. Non vengono inoltre presi in considerazione i vari accordi tra costruttori quali quello attuato da FCA che verrà descritto nel paragrafo successivo.

4.1.2 Il pooling e altre azioni di FCA per raggiungere i target

Lo studio di *Jato Dynamics* presentato mostra come FCA non sia in grado attualmente di rispettare lo stringente limite di 95 gr/km imposto dalla normativa, incorrendo quindi ad una sanzione di circa 3 miliardi di Euro. Per evitare di pagare tali sanzioni FCA ha sfruttato un meccanismo di flessibilità consentito dalla normativa: il pooling. Ricordiamo, infatti, che la normativa vigente prevede la possibilità di formare un "pooling" con altre case automobilistiche, cioè di formare un raggruppamento per il quale - ai fini di valutare gli adempimenti e le sanzioni previsti dalla normativa- vengono conteggiate le emissioni medie di CO₂ della flotta di entrambi i costruttori partecipanti al pooling.

Il 25 Marzo 2019 il quotidiano economico newyorkese *The Financial Times* annuncia che il gruppo FCA (nello specifico FCA Italy, FCA US e Alfa Romeo) "pagherà a Tesla centinaia di milioni di euro (circa 1,8 miliardi) con l'obiettivo di conteggiare le vetture della factory californiana nella propria gamma, evitando così le sanzioni comu-



Source: Java Dynamics

Figura 4.3 Classifica dei marchi in ordine decrescente di emissioni medie per il 2018 e % sulle vendite totali

nitare". Il gruppo FCA quindi si avvalerà per diversi anni del leader nell'elettrico per abbassare notevolmente le proprie emissioni medie e rispettare i limiti sempre più stringenti previsti per le emissioni. In Europa, inoltre, risulta essere il primo cosiddetto "open pool", ovvero un accordo tra case automobilistiche in competizione e separate tra loro che uniscono le loro emissioni attraverso una "strategia di conformità praticabile dal punto di vista commerciale".¹ La strategia risulta essere del tipo win-win cioè vincente per entrambe le case automobilistiche in quanto da una parte Tesla avrà l'opportunità di guadagnare a fronte del suo impegno economico in ricerca e sviluppo per l'elettri-

¹Financial Times, Fiat Chrysler pools fleet with Tesla to avoid EU emissions fines, Julia Poliscanova.

Gruppo	Multa in miliardi di euro
Volkswagen	9,19
PSA	5,39
Renault	3,57
FCA	3,24
Daimler	3,01
Hyundai Kia	2,88
BMW	2,66
Ford	2,56
Nissan	1,14
Volvo	0,77
Toyota	0,55

Source: Java Dynamics

Figura 4.4 Multa in miliardi di euro in base alle sanzioni previste per i grammi in eccesso dal target e basata sui dati di vendita del 2018

ficazione delle auto (grazie alla partecipazione di altri pool Tesla ha incassato 219,7 milioni nel 2017 e 103,4 milioni nel 2018) dall'altro invece FCA incorrerà ad una spesa notevolmente inferiore rispetto alla sanzione a cui sarebbe andata incontro secondo le previsioni, assicurandosi inoltre maggior tempo per poter pianificare una strategia che preveda un graduale abbandono dei modelli più impattanti in termini di CO2 verso modelli più efficienti senza compromettere però la vendita di quelli attualmente più profittevoli.

Il pooling con Tesla risulta essere, quindi, una mossa strategica di breve periodo per far fronte alle sanzioni e limiti imposti. Allo stesso tempo FCA sta mettendo in atto ulteriori strategie per far fronte all'esigente priorità di elettrificazione richiesta al settore. Risultano infatti aperte da diversi mesi trattative prettamente eurocentriche che prevedono la fusione con il gruppo francese Renault e il gruppo asiatico Nissan che consentirebbe la creazione del terzo gruppo al mondo di auto immesse nel mercato. Olte ad avere evidenti benefici data la complementarità dei mercati e delle tipologie di autovetture dei gruppi in considerazione, il principale vantaggio che FCA trarrebbe da questo accordo sarebbe l'opportunità di acquisire il know-how del gruppo franco-giapponese in tema di elettrificazione. Il gruppo Renault infatti è tra i pionieri dell'auto elettrica di massa con piani ormai lanciati da anni e tecnologie già collaudate per i marchi FCA. Nissan invece risulta leader per le auto "alla spina" (ibride) con la Leaf. Inoltre il gruppo franco-giapponese detiene soluzioni e-Power per cui motori a scoppio sono in grado di ricaricare le batterie di quelli elettrici e tecnologie a "scaffale" per guida assistita e autonoma (vedi i robotaxi di Renault). In definitiva per FCA la fusione con i gruppi Renault-Nissan risulterebbe strategica in quanto quest'ultimi sono detentori

delle tecnologie chiave fondamentali per la progressiva transizione all'elettrico.

Testimoniano l'impegno sull'elettrico anche la conferma dei 5 miliardi di euro da spendere in Italia in ricerca e sviluppo per il periodo 2019-2021 e il lancio previsto per il 2020 dei primi modelli elettrificati: Jeep Renegade, Compass PHEV e la rinomata 500e che rappresenterà probabilmente il simbolo dell'elettrificazione in Europa del gruppo (Fig. 4.5).



Figura 4.5 Concept 500 elettrica

4.2 Il cambiamento aziendale interno

Nella sezione precedente sono state analizzate le strategie esterne messe in atto dal gruppo FCA per far fronte alla nuova normativa. Nella presente sezione invece si intende analizzare come la normativa e le sue novità, come ad esempio l'abbandono dell'obsoleto ciclo NEDC, stanno influenzando internamente l'azienda e i necessari cambiamenti sul piano organizzativo e manageriale che questa deve affrontare. Per tale studio è importante prima di tutto capire come si sviluppa il processo di gestione della CO₂ all'interno dell'azienda.

4.2.1 L'organizzazione della CO₂

Per poter gestire la CO₂ è importante capire come nell'azienda vengono calcolati i valori di CO₂ delle autovetture e come tali valori interagiscono all'interno delle varie funzioni aziendali. L'organizzazione dell'estrapolazione e del trasferimento dei dati relativi alle emissioni della CO₂ è descritta dalla Fig. 4.6. Il processo parte con l'intento di griglia che ha lo scopo di formulare le specifiche e la distinta base dei nuovi modelli

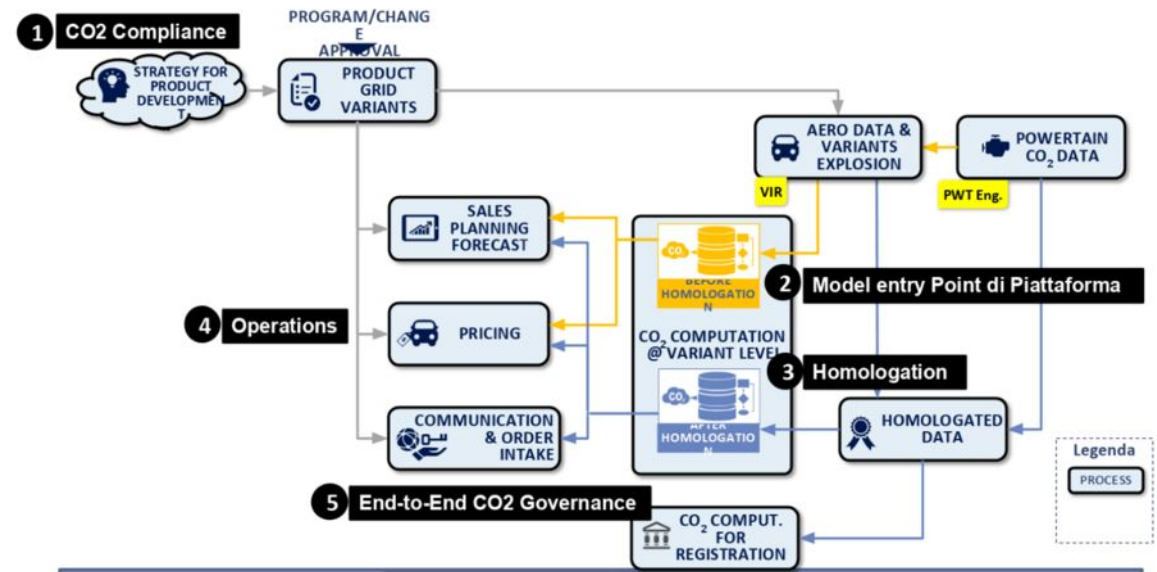


Figura 4.6 Processo di creazione e trasferimento dati di CO2 all'interno di FCA Italy SPA

di veicolo prodotti. In automatico tali informazioni arrivano a Fidelity e Weco: funzioni rispettivamente contenute in Powertrain CO2 Data e Aero Data Variants explosion. Tali funzioni hanno il compito di valorizzare le emissioni di CO2 dettando regole e contenenti variabili necessarie per ottenere i valori di emissioni di CO2 calcolati dalla CO2 FARM, calcolatore computazionale. Quest'ultima gira sia in pre-omologazione ricavando i dati da Wico e Fidelity e sia in post-omologazione ricavando i dati da VHS che ha stesse variabili e formule di Fidelity ma opera per le immatricolazioni. I valori ottenuti dalla CO2 FARM in pre-omologazioni sono necessari al Sales Planning Forecast e al Pricing per effettuare per l'appunto previsione e prezzo dei nuovi veicoli, mentre in post-omologazione per l'area di Communication order intake per la configurazione del veicolo.

Al fine di assicurare e monitorare il corretto andamento del processo descritto in precedenza vengono assegnate delle milestone ad ogni step rilevante (Fig. 4.7). Più nel dettaglio il processo si articola nelle attività di seguito presentate. Dall'approvazione dell'intento di griglia si passa alla traduzione dal linguaggio intento al linguaggio industriale effettuata dalle funzioni FPC/WPC. Successivamente Weco e Fidelity iniziano a derivare variabili per il calcolo della CO2 Farm. Questa viene alimentata con valori sempre più accurati fino al raggiungimento dell'accuratezza massima a cui corrisponde il congelamento di Wico e Fidelity dando origine quindi al valore definitivo di emissione in pre-omologazione. I dati derivanti dalla CO2 Farm, come già accennato, alimentano sia il Sales Planning Forecast che il pricing. Tali attività hanno però orizzonti temporali differenti: la previsione infatti viene effettuata circa un anno prima dell'omologazione

		Responsible
Program approval	PCR Actuals	Product Planning
FPC/WPC Complete	PCR Actuals	SCM
WECO/Fidelity 1st release Co2 - To confirm the extreme configurations are inside the	PCR Actuals	Product Development/Powertrain
CO2 FARM	PCR Actuals	SCM
WECO/Fidelity 95% accuracy min max	PCR Actuals	Product Development/Powertrain
CO2 FARM	PCR Actuals	SCM
WECO/Fidelity 99% accuracy low and high, 97% accuracy individual	PCR Actuals	Product Development/Powertrain
CO2 FARM	PCR Actuals	SCM
WECO/Fidelity Frozen	PCR Actuals	Product Development/Powertrain
CO2 FARM	PCR Actuals	SCM
Proposal Pricing	PCR Actuals	Brand
Official Pricing/tassativi	PCR Actuals	Brand
Homologation	PCR Actuals	Homologation
VHS data readiness	PCR Actuals	Homologation
CO2 FARM post-homologation	PCR Actuals	SCM
DAP	PCR Actuals	Product Development/Quality
Order entry opening	PCR Actuals	SCM/Brand/Market
JOB1	PCR Actuals	Manufacturing

Figura 4.7 Principali milestone del processo di gestione dei dati di CO2

perciò utilizzerà inizialmente valori di emissioni poco accurati ma che si aggiorneranno nel tempo ; il pricing invece viene effettuato circa 4 mesi prima della produzione perciò utilizzerà direttamente il valore di massima accuratezza. Dopo l'ufficializzazione del prezzo segue l'omologazione e la CO2 Farm gira in post omologazione derivando le variabili dal VHS e ottenendo il dato da ufficializzare. Successivamente si susseguono la delibera a produrre (DAP), l'apertura dell'inserimento ordini clienti e l'avvio della produzione (JOB1).

Approfondimento: Weco e Fidelity. Nel pratica Weco rappresenta un database per il monitoraggio delle attività e del workflow, strutturato in differenti pagine tra cui *Anagrafica Sincom* ed *Elaborazione Sincom*. Nella prima vengono compilati, da chi ne è responsabile, i pesi e gli OPT (optional) che possono essere inseriti strutturandoli in famiglie. Tale attività viene effettuata esplodendo ogni Sincom nella griglia. Successivamente l'anagrafica viene data ad ICT che esegue tutte le permutazioni e restituisce la pagina "Elaborazione". In questa pagina, i cui campi vengono compilati da chi ne ha la competenza, sono presenti tutte le combinazioni provviste di configurazioni e opt. Dopo aver effettuato le opportune verifiche il file viene estratto e inviato a Fidelity che lo popola il con i valori di emissioni e calcola la fattibilità di VDE (Veicol Demand

Energy) low-high. Finito tale processo il file viene nuovamente inviato a Weco.

Attualmente, per diversi modelli di auto, è in atto una transazione dal sistema Weco 1 a Weco 2. La principale differenza tra le due versioni risiede nella fase in cui Weco può esser definito completo. Infatti Weco 1 risulta completo nel momento in cui invia i dati a Fidelity mentre Weco 2 quando i dati vengono ricevuti da Fidelity nell'ultima fase del processo, come mostra il grafico sottostante. Le ulteriori differenze rispetto a Weco 1 sono la tracciabilità di tutte le operazioni - come gli interventi e gli aggiornamenti di griglia- e dello stato del workflow e l'impossibilità di modifica manuale lasciando meno spazio all'errore umano ma facendo acquisire una maggior rigidità al sistema.

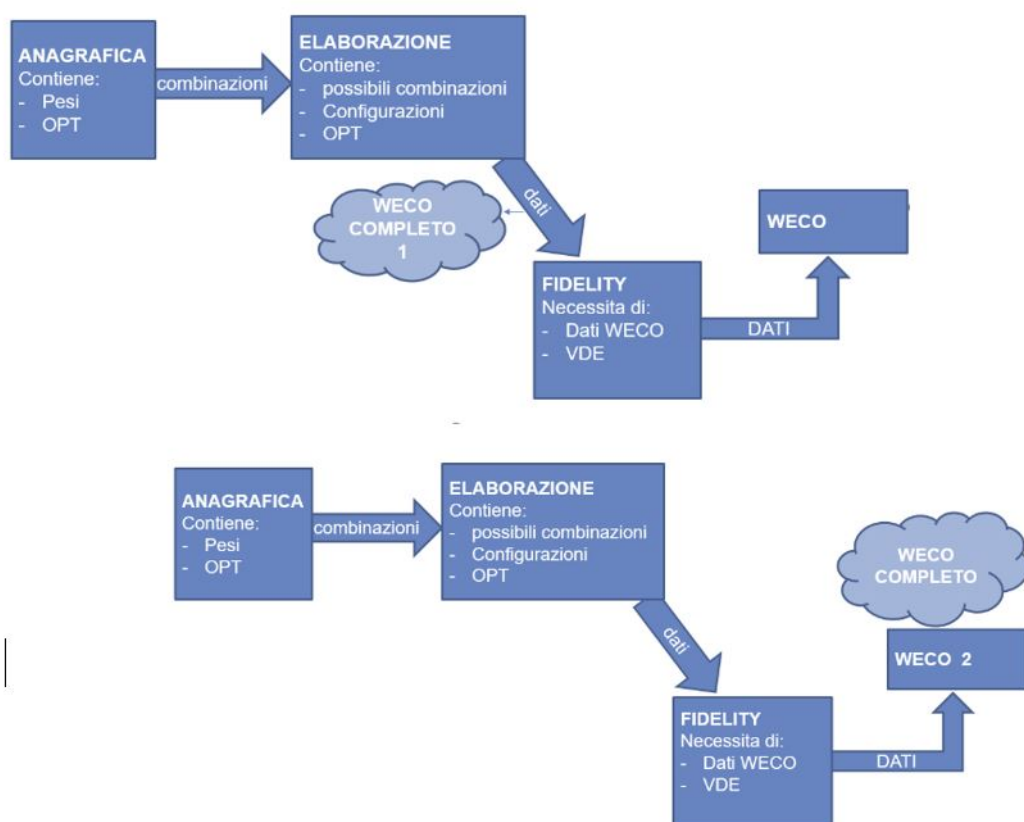


Figura 4.8 Principale differenza da Weco 1 e Weco 2

4.2.2 Lo switch di FCA alle nuove procedure di omologazione

Come prevede la normativa più recente dal 1 gennaio 2021 tutte le auto nuove da immatricolare dovranno essere omologate con il nuovo ciclo WLTP al posto dell'obsoleto ciclo NEDC. Secondo uno studio effettuato dall'International Council of Clean Transportation - lo stesso ente americano indipendente che ha scoperto il "defeat device" del Dieseldgate - la differenza tra i consumi reali e quelli rilevati nel ciclo Nedc è in media del 38%. Con il nuovo ciclo, invece, tale differenza viene minimizzata agendo sulle procedure e sulla metodologia di misurazione: significa che non cambia il limite di

emissioni, ma cambia, diventando più restrittivo, il modo in cui le si misura. In linea generale, il nuovo ciclo di omologazione è più lungo e complesso: ci sono accelerazioni e frenate più frequenti e anche la velocità media è maggiore. Inoltre vengono presi in considerazione gli equipaggiamenti opzionali che influiscono sul peso, sull'aerodinamica e sull'attrito. Scendendo nello specifico, le differenze sono ancora più grandi, anche se entrambi i test vengono effettuati sul banco a rulli per avere condizioni omogenee e prescindere da dove si trovi il laboratorio e quale sia il clima esterno. Nel ciclo Nedc l'auto era impegnata per 11,023 km, equivalenti a 1.180 secondi. La velocità media era di 34 km/h, quella massima di 120 km/h veniva raggiunta solo una volta e la potenza massima utilizzata era di 46 CV. Inoltre, le "maglie" della normativa Nedc erano molto ampie, per cui non era vietato impiegare trucchi come gonfiare di più le gomme, staccare l'alternatore, usare un olio più fluido e altro ancora. Nel nuovo ciclo WLTP, invece, l'auto percorre 23 km in 1.800 secondi, per una velocità media di 46,5 km/h, una massima di 131 km/h e una percentuale di stop del 13,4% contro il 25% del ciclo NEDC. È più realistico del Nedc anche se alcune accortezze come l'aria condizionata spenta o accelerazioni esageratamente dolci (lo 0-50 km/h viene effettuato in 15 secondi, contro i 5-10 secondi che impiega un guidatore europeo) discostano leggermente anche il nuovo ciclo dalla realtà. D'altro canto nel nuovo ciclo vengono però testati anche gli equipaggiamenti opzionali che aumentano il peso e la resistenza, in particolare i pneumatici.

La situazione risalente a Gennaio 2019 relativa ai mercati per cui FCA ha sostenuto lo switch è presentata dalla Fig. 4.9. La CO2 governance, team dedicato alla gestione della CO2, avrà l'obiettivo di raccogliere le informazioni per redigere il piano di switch dei prossimi mercati.

4.2.3 I nuovi ruoli di responsabilità e il Data Management

Le nuove procedure di omologazione unite ai vincoli previsti dalle normative europee hanno costretto le aziende automobilistiche ad un maggior controllo sul ciclo di valutazione delle emissioni di CO2. Per questo motivo in FCA sono nate nuove figure come il CO2 Governance Manager con il compito di interfacciarsi con le varie funzioni aziendali per migliorare il flusso di informazioni ed il compito di analizzare i dati che ne derivano in modo da poter capire l'avanzamento del processo per stimare un target e monitorarlo. Questo sottolinea come il problema che emerge non riguarda tanto aspetti tecnici di valutazione delle emissioni quanto il Data Management: mancano persone che hanno responsabilità in termini di CO2 e di conseguenza mancano le informazioni necessarie per il monitoraggio in quanto considerate fino ad ora non prioritarie. E' necessaria, quindi, una nuova cultura aziendale in modo da poter adattare questo nuovo tipo di valutazione, controllo e monitoraggio. FCA prevede due ruoli nascenti e le

- Sistemi pronti a supportare lo switch al WLTP della comunicazione cliente e del calcolo delle tasse sulla CO2 coerentemente con la pianificazione dei Paesi Membri a partire dal 2 Gennaio 2019.

- Stato attuale dei primi Mercati:

Market	Link Configurators	B2C Configurators	Status
Sweden	OK	OK	
Portugal	OK	Temporarily closed	Checks on tax values in progress.
Spain	OK	OK	
UK	ON HOLD	ON HOLD	Waiting authorization to switch from the Market.
Austria	ON TRACK		Planned for Jan 16 th 2019

- Punto di attenzione:

Ad oggi non è disponibile un piano dello switch al WLTP per i rimanenti Mercati EU28+3.

- Azione:

CO2 Governance raccoglierà le informazioni per redigere il piano di switch dei prossimi Mercati

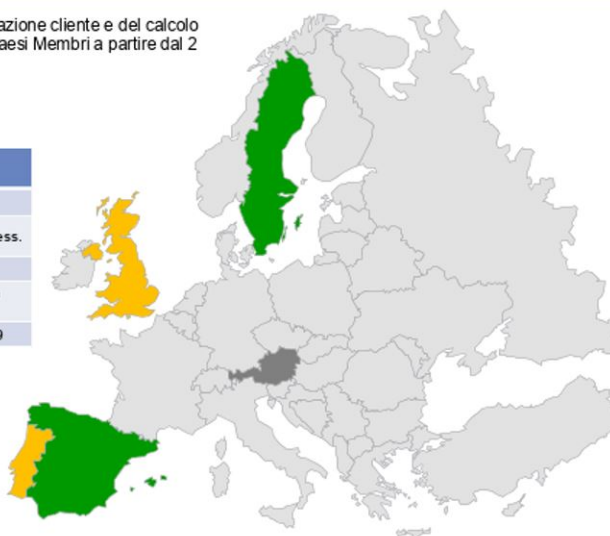


Figura 4.9 Stato dei mercati per cui è stato effettuato il passaggio al nuovo ciclo di omologazione WLTP- Gennaio 2019

rispettive e specifiche responsabilità presentate nelle Fig. 4.10 e Fig. 4.11:

- Model entry di piattaforma
- End-to-End CO2 governance

Model Entry Point di Piattaforma

- E' responsabile del processo per garantire la presenza su Co2 Farm dei dati di CO2 per le configurazioni NON Omologate
- Gestisce la data di introduzione della modifica CO2 relevant allineata alle tempistiche pianificate in piattaforma al fine di alimentare il processo di Forecasting
- E' responsabile della disponibilità del dato secondo le precessioni previste per i processi consumer (Pricing, Forecast...) in coerenza con i KPI definiti nel PSP

Nota: i dati di base per il calcolo sono forniti da Powertrain e Vehicle Integration

Figura 4.10 Principali responsabilità del Model entry di piattaforma

Come si evince dai nuovi ruoli e il loro focus, l'impatto della CO2 influenza principalmente due attività aziendali, come già visto:

- Sales operation plan: con le nuove multe sulle vendite basate sulle emissioni è necessario conoscere con più dettaglio le vendite e i guadagni effettuati per poter attuare una pianificazione più idonea.
- Pricing: le multe sulle emissioni portano le cause automobilistiche a cercare di disincentivare l'acquisto di autovetture con alte emissioni, si agirà perciò su pricing

End-to-end CO2 Governance

Ha l'ownership end to end del processo e coordina gli stakeholder al fine di implementare il piano ottimale per il raggiungimento dei target CO2

- a. Sviluppa le linee guida a supporto del processo S&OP e aggiorna Brand e Mercati sulle evoluzioni del piano CO2
- b. Operational Entry point per i Mercati sulle tematiche di CO2 (es. training)
- c. Supporta Brand e Product Planning nello sviluppo dei recovery plan attraverso gap analysis del Sales forecast e relativi early warning
- d. Monitora l'esecuzione del piano CO2 e ottiene il consenso degli stakeholder per la definizione delle priorità
- e. E' responsabile delle attività di trouble-shooting, attiva root cause analysis al fine di identificare gli enti responsabili per la risoluzione e si fa carico del follow-up operativo
- f. E' responsabile di autorizzare la divulgazione dei dati di CO2 calcolati dalla CO2 Farm ai processi consumer (CO2 Forecast, Pricing, official reporting, Customer Communication, Third Party processes) nelle fasi pre e post omologazione
- g. Fornisce supporto metodologico allo sviluppo e consolidamento del processo in un'ottica di continuous improvement
- h. E' l'owner del tool CO2 Farm, promuove le evoluzioni del sistema e ne garantisce attraverso PD e Homologation la corretta alimentazione

Figura 4.11 Principali responsabilità dell' End-to-End CO2 governance

per ottenere tale obiettivo. Il pricing inoltre dovrà prendere in considerazione tutte le tasse che il consumatore dovrà pagare (ad esempio il rinomato malus) ma che non sono state approfondite nell'elaborato.

Ciò dimostra che la presenza di CO2 influenza sia decisioni di lungo periodo, la pianificazione, sia di breve periodo, il pricing, sottolineando ancora una volta l'importanza di dover gestire al meglio tale processo e quindi la necessità di coordinazione delle attività da parte dei nuovi ruoli nascenti.

4.2.4 Gli interventi di crash program e il planning monitoring

Molte misure tecniche sono state messe in atto per ridurre il più possibile le emissioni di CO2 degli autoveicoli. In particolare l'azienda ha previsto l'introduzione di una serie di interventi che devono essere pianificati per ogni modello e tale programma di interventi viene identificato con il nome di "crash program". Gli interventi possono essere di svariata natura andando dalla modifica della pressione delle gomme alla tecnologia del motore. Esempio di interventi con la relativa descrizione sono riportati nella Fig. 4.12, ognuno dei quali comporta una specifica riduzione di CO2 (un esempio riportato nella figura 4.13).

L'obiettivo del team di CO2 Governance è quello di schedare e monitorare la pianificazione degli interventi, cercando di minimizzare i ritardi del JOB1 (messa in produzione dell'auto con l'intervento programmato) dovuti ad inefficienze di trasmissione dati della CO2. Un ritardo di JOB1 provoca infatti la produzione di modelli standard senza gli interventi programmati, quindi con emissioni di CO2 maggiori con conseguente impatto sulle sanzioni. Per questo è stato creato un file denominato "planning monitoring" di cui la schermata principale viene presentata nella Fig. 4.14. Il file ha il fine di seguire la tracciabilità sull'avanzamento delle principali milestone, descritte ad inizio sezione, per ciasun intervento. Si prevede infatti l'inserimento da parte dei rispettivi responsabili della pianificazione per ogni milestone e la corrispondente data effettiva di completamento in modo da poter calcolare il ritardo in giorni di ogni milestone e quindi il ritardo totale del JOB1 (Fig. 4.15). Il file prevede inoltre formattazioni

INTERVENTION	DESCRIPTION
TIRE PRESSURE	+0,6bar, <u>optimizing pressure for fuel consumption, Lum addendum</u>
BLOW BY SOFTWARE	New Engine Control Unit <u>calibration</u>
LOW DRAG BRAKE	New brake <u>calipers that eliminates the friction between braking pads and discs</u>
AERO PACK - UNDERBODY	<u>Underbody components for aerodynamics efficiency</u>
OPTIMIZED COASTDOWN	<u>Homologation Paperwork</u>
DIESEL THERMAL STRATEGY	New Engine Control Unit <u>calibration</u>
ECOSHIFT AUTOMATIC TRANSM	New <u>shifting calibration</u>
OPTIMIZED RUN IN	<u>Homologation Paperwork</u>
A CLASS TIRES	Tires with A <u>class rolling resistance</u>
AGS (Active Grille Shutter)	The <u>shutter, positioned between</u> the bumper and the <u>radiator</u> , automatically opens / closes to allow air flow only when cooling is needed. When closed, improves Aerodynamics
C635 <u>strategy</u>	New <u>shifting calibration</u>
LIGHT OFF (CATALYST)	<u>Improved exhaust catalyst calibration</u>
APPLICATION CONTENT	<u>Improved exhaust catalyst materials</u>
TALL&NARROW 19" TIRES	A CLASS 205/55R19 TIRES with focus on <u>fuel efficiency</u> . Std C class are performance focused. T&N are <u>always opt</u>

Figura 4.12 Interventi di crash program e relativa descrizione

#1 Action: Optimized Run-In (Gasoline)
CO2 Saving: **1.4 MT** -3g
1.4 AT -5g
Tracking: **tbc**
DMC: **0€**

#2 Action: Run-in Opt., Thermal Strategies, C63x improv. (1,6 DS)
CO2 Saving: **1.6 MT** -4g
Tracking: **tbc**
DMC: **4€**

#3 Action: Run-in Opt., ECO shift schedule (2,0 DS)
CO2 Saving: **2.0 AT 140hp** -4g
2.0 AT 170hp -4g
Tracking: **tbc**
DMC: **0€**

Figura 4.13 Interventi di crash program e relativa descrizione

che permettono di dare un avvertimento sia per l'avvicinamento della data di pianificazione della milestone e sia per il ritardo nel completamento di quest'ultima. Inoltre viene assegnata una priorità ad ogni intervento basata sul maggior contributo alla riduzione di CO2. Questo consente al CO2 manager di monitorare l'avanzamento e sollecitare al completamento i responsabili delle milestone risultanti in ritardo, ottimizzando la gestione del processo.

4.3 Il monitoraggio mensile dei target

L'accordo di pooling con Tesla fa in modo che le emissioni annuali di FCA in eccesso rispetto al target imposto dalla normativa siano compensate dai valori di emissioni al di sotto del target di Tesla. Tuttavia le emissioni in eccesso di FCA potrebbero risultare superiori rispetto a quelle compensate dal colosso americano. Se così fosse su tali emissioni eccedenti la compensazione si pagherebbe la sanzione prevista dalla normativa di

Program approval	Data completamento	Ritardo Storico	Ritardo	FPC/WPC Complete	Data completamento	Ritardo Storico	Ritardo	WECO/Fidelity 1st release Co	Data completamento	Ritardo Storico	Ritardo
25-Feb-19	26-Feb-19	2									
26-Feb-19			140								
26-Mar-19			120								
20-Apr-19			101								

Figura 4.14 Sezione del planning monitoring

Ritardo in Giorni lavorativi	Numero Milestones completate	Priorità (Calcolata con prodotto tra numero di milestone completate e il ritardo (maggiore o minore))	JOB1 RIPROGRAMMATO
156	11%	17	9-Sep
179	11%	20	7-Sep
120	0%	0	15-Jun
0	0%	0	Come programmato
101	0%	0	21-May

Figura 4.15 Sezione finale del planning monitoring

95 Euro a grammo oltre l'esborso garantito a Tesla per evitare le sanzioni. Si renderebbe, in tal caso, vano e inefficiente il pooling. Per questo motivo essenziale è l'accurato monitoraggio delle emissioni delle auto, prevedendo l'andamento a fine anno in base ai valori mensili e agendo repentinamente qualora si verifici la situazione poc'anzi descritta. La sezione corrente mostrerà come è stato gestito il processo di monitoraggio della CO2 e le valutazioni effettuate mensilmente.

4.3.1 Il piano operativo

L' SandOP (Sales and Operation Planning) è un processo che permette al management di dirigere strategicamente il proprio business, al fine di raggiungere il vantaggio competitivo desiderato, attraverso una reale integrazione dei piani commerciali con la gestione dell'intera Supply Chain. Rappresenta quindi quel processo necessario a garantire che il piano operativo dell'azienda contribuisca efficacemente a raggiungere gli obiettivi aziendali. Il piano operativo (PO) di FCA viene prodotto mensilmente e elaborato con il software gestionale Kinaxis. Da tali file si ricavano le seguenti voci rilevanti per l'analisi di monitoraggio:

- Market area: indica l'area di mercato di azione di FCA.

- Model: dettaglio modello con caratteristiche della casa produttrice, nome del modello, numero di serie, tipologia di motore e cilindrata.
- Registration volume: volumi di auto immatricolate per il particolare mese.
- Registration CO2 (emission): grammi totali di CO2 emessi.
- Registration CO2 (target): grammi target calcolati in base alla massa del modello considerato in riferimento alla normativa.
- Registration CO2 (GAP): grammi di CO2 che eccedono il target, quindi analiticamente la differenza tra Registration CO2 (emission) e Registration CO2 (target).

Agli stessi valori di Registration corrispondono i valori di Sales, la differenza è da ritrovarsi nell'effettiva consegna al cliente dell'autoveicolo. Le sales rappresentano gli ordini del cliente mentre le Registration l'effettiva immatricolazione. Per ogni mese saranno riportati i rispettivi valori di Sales e Registration. Per i mesi antecedenti al mese corrente il valore di Registration rappresenterà il consuntivo cioè le vendite effettive mentre per i mesi successivi i valori di Sales e Registration rappresenteranno delle previsioni.

4.3.2 L'analisi mensile

Dopo aver ottenuto il piano operativo mensile si effettua per il mese in corso un'analisi che consenta di valutare le emissioni in eccesso di CO2. Nel dettaglio si prenda in considerazione ad esempio il PO4 ovvero il PO corrispondente al mese di Aprile. Sull'analisi del PO si possono ottenere i valori a consuntivo (Registration) del mese precedente (Maggio). Con tali dati si può effettuare un confronto con i valori a previsivo del PO precedente per valutare lo scostamento tra il GAP (l'eccesso di emissioni rispetto al target) previsivo e quello effettivamente realizzatosi. Al livello più alto di dettaglio ciò porta a stilare una classifica dei modelli che hanno contribuito maggiormente a tale GAP totale valutando il GAP contribution, valore calcolato come rapporto tra il CO2 GAP AVERAGE (gap/volumi) del modello considerato e i volumi totali riferiti al mese considerato. In particolare i modelli critici vengono indicati come quei modelli che hanno avuto una maggior differenza tra il GAP Contribution previsivo rispetto ai valori effettivi (Fig. 4.16). Una volta individuati i modelli critici l'analisi prosegue aumentando il livello di dettaglio. Infatti per ogni modello si analizzano le differenze tra Sales e Registration in riferimento alla tipologia di motore e alla cilindrata. Da tali valori si calcolano sia per previsivo che per il consuntivo il mix di produzione in base al totale modello, la CO2 AVG per ogni cluster (emission cluster/ volumi cluster), la

PO 0X CCF					PO 0Y Regs			Δ Contribution
Make	Model	Sales Volume	CO2 GAP	CO2 Gap Contribution	Registration Volume	CO2 GAP	CO2 Gap Contribut	
Fiat	xxx	14,273	- 0.4	-0.11	15,161	1.6	0.44	-0.55
Fiat	xxx	3,579	- 2.9	-0.18	3,228	2.3	0.13	-0.32
Fiat	xxx	5,503	- 1.5	-0.15	5,733	0.6	0.06	-0.21
Fiat	xxx	50	78.5	0.07	180	81.0	0.27	-0.20
Fiat	xxx	7,168	- 1.3	-0.17	6,795	- 0.4	-0.04	-0.13
Fiat	xxx	542	21.6	0.21	338	52.4	0.32	-0.11
Fiat	xxx	913	5.4	0.09	769	12.9	0.18	-0.09
Fiat	xxx	3,723	1.0	0.07	4,779	1.7	0.15	-0.09
Fiat	xxx	872	2.9	0.05	655	7.2	0.09	-0.04
Fiat	xxx	17	61.5	0.02	31	89.4	0.05	-0.03
Fiat	xxx	251	24.2	0.11	260	25.7	0.12	-0.01
Fiat	xxx	268	5.5	0.03	156	11.9	0.03	-0.01
Fiat	xxx	102	26.7	0.05	114	26.3	0.05	-0.01
Fiat	xxx	77	- 9.0	-0.01	44	- 9.0	-0.01	-0.01
Fiat	xxx	44	- 9.6	-0.01	13	- 17.0	-0.00	-0.00
Fiat	xxx	16	35.6	0.01	15	34.2	0.01	-0.00
Fiat	xxx	45	- 9.4	-0.01	30	- 21.6	-0.01	-0.00
Fiat	xxx	422	22.1	0.17	383	20.3	0.14	-0.03
Fiat	xxx	391	11.4	0.08	203	12.8	0.05	-0.03
Fiat	xxx	2,148	5.1	0.20	1,791	5.0	0.16	-0.03
Fiat	xxx	900	11.0	0.18	763	10.1	0.14	-0.04
Fiat	xxx	1,199	27.6	0.59	988	29.6	0.53	-0.06
Fiat	xxx	273	35.9	0.18	115	34.5	0.07	-0.10
Fiat	xxx	413	38.2	0.28	248	39.6	0.18	-0.10
Fiat	xxx	1,001	6.8	0.12	1,042	0.0	0.00	-0.12
Fiat	xxx	12,757	2.4	0.55	11,858	1.5	0.33	-0.21
Fiat	xxx	4,633	1.6	0.13	6,093	- 0.9	0.10	-0.23
Fiat	xxx	5,158	7.6	0.70	3,916	6.6	0.47	-0.23
Grand Total		66,735	2.7	3.24	65,700	3.2	3.84	0.60

Figura 4.16 Esempio di individuazione modelli critici in base al Gap Contribution (valori indicativi e non reali)

CO2 GAP AVG (gap cluster/volumi cluster) e la GAP Contribution calcolata come il rapporto tra il GAP cluster e i volumi totali del PO considerato (Fig. 4.17).

Model	Fuel	Displ [L]	PO 03 Forecast					PO 04 Actual					Δ
			Mix [%]	Volumes [units]	CO2 Avg [g/km]	CO2 Gap Avg Model [g/km]	CO2 Gap Contr Fleet [g/km]	Mix [%]	Volumes [units]	CO2 Avg [g/km]	CO2 Gap Avg Model [g/km]	CO2 Gap Contr Fleet [g/km]	
xxx	LPG	1.2	1.6%	231	228	- 2.0	-0.01	3.3%	467	115	- 0.0	-0.00	0.01
	BZ	0.9	2.9%	428	212	- 16.8	-0.09	6.4%	913	106	- 8.3	-0.10	-0.01
		1.2	95.2%	14.108	116	3.8	0.67	89.8%	12.771	117	2.8	0.46	-0.22
	DS	1.3	0.4%	57	178	- 44.3	-0.03	0.5%	78	89	- 26.0	-0.03	0.01
			100.0%	14.824	121	3.0		100.0%	14.229	116	1.9		-0.21

Figura 4.17 Esempio di analisi dettaglio modello (valori indicativi e non reali)

In base all'ultima schermata è possibile analizzare i dati ed imputare il GAP Contribution di ciascun modello critico a tre particolare effetti presi in considerazione (Fig. 4.18):

- Effetto mix: contribuzione al GAP dovuto da una differenza tra previsivo e consuntivo del mix di produzione. Chiaramente, a parità di volumi, la vendita di una percentuale maggiore di auto a Benzina rispetto alle Diesel comporterà un aumento del Gap.
- Effetto CO2: contribuzione al GAP dovuto da una diversa previsione del CO2 AVG. Con un diverso valore di CO2 AVG si intende che l'auto è stata venduto con optional CO2 impattanti rispetto alla previsione. Un esempio è la previsione della vendita di un auto con CO2 AVG di 130 g/km ma a consuntivo questo si

mostra pari a 150 g/km. Tale differenza è spiegata da optional voluti dal cliente come ad esempio gomme di con classe energetica inferiore, aria condizionata, ecc.

- **Effetto Clustering:** contribuzione al Gap non spiegata dai due effetti precedenti. In particolare la parte di GAP non coperta da effetto mix e effetto CO2 è imputabile a un livello di aggregazione troppo ampio. Infatti viene calcolato un GAP medio di un'auto con riferimento unicamente a tipologia motore e cilindrata.

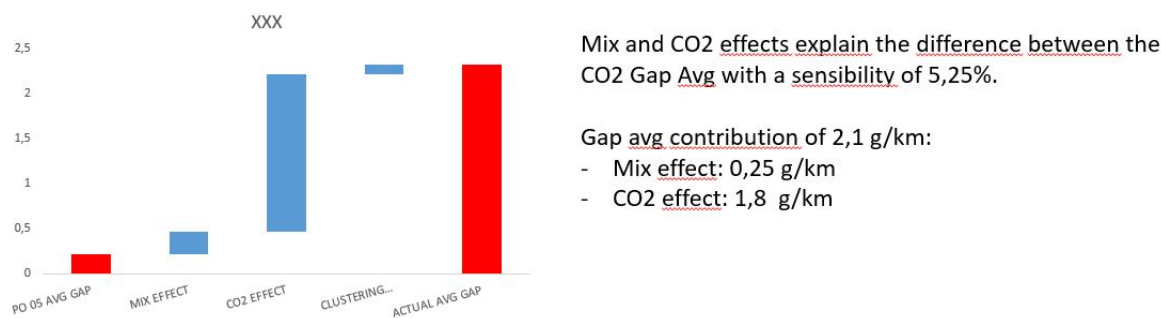


Figura 4.18 Esempio di analisi dettaglio modello

Per ogni modello critico quindi si può imputare ad un particolare effetto e quindi ad una particolare tipologia di quell'auto l'aumento del GAP Contribution, come mostra l'analisi di dettaglio della Fig. 4.19.

Fiat XXX

- +6,2% mix and CO2 opt on 1.2 Bz → +0,18 g/km
- CO2 opt on 0.9 Bz 4x4 and CNG → +0,23 g/km
- +0,3% mix on 1.3 Ds → +0,02 g/km

Fiat XXY

- -8,3% mix on 1.6 Ds → +0,16 g/km
- CO2 opt on 1.4 Bz → +0,15 g/km
- +3,3% mix on 1.3 Ds → -0,02 g/km

Fiat YYY

- +6,9% mix and CO2 opt on 1.3 Bz → +0,15 g/km
- CO2 opt on 1.6. Ds, 2.0 Ds and 1.0 Bz → +0,09 g/km

Figura 4.19 Esempio di analisi dettaglio modello

Lo stesso processo di analisi viene effettuato considerando anche i mercati di riferimento. Infatti oltre ad avere una visione globale dei mercati che hanno contribuito ad avere un GAP maggiore, Fig. 4.20, si ottiene un'analisi dettagliata dei mercati che hanno maggiormente definito la criticità dei modelli. In particolare per ogni modello critico viene imputata la criticità ad un paese piuttosto che ad un altro (Fig. 4.21). Successivamente viene ripetuta l'analisi con dettaglio modello clusterizzato secondo tipo

PO OX CCF				Actual Regs					
Country	Sales Volume (units)	CO2 GAP AVG (g/km)	CO2 Gap Contribution (g/km)	Registration Volume (units)	CO2 GAP AVG (g/km)	CO2 Gap Contribution (g/km)		Δ Contribution	
ITALY	42491.7	-0.6	-0.51	43167.5	0.3	-0.25		0.26	
LITHUANIA	1072.5	4.5	0.10	1562.5	6.5	0.21		0.11	
POLAND	1292.5	11.2	0.30	1289.2	13.5	0.36		0.06	
GREECE	1023.3	0.9	0.02	1030.0	3.0	0.06		0.04	
REUNION	36.7	-3.3	-0.00	19.2	5.6	0.00		0.00	
NETHERLAND	501.7	-1.0	-0.01	435.8	0.8	-0.01		0.00	
IRELAND	26.7	-3.4	-0.00	18.3	2.2	0.00		0.00	
ESTONIA	0.0	0.0	0.00	2.5	45.4	0.00		0.00	
CROATIA	436.7	3.0	0.03	364.2	2.5	0.02		-0.01	
BULGARIA	130.0	5.7	0.02	15.8	6.7	0.00		-0.01	
SLOVENIA	370.0	4.6	0.04	321.7	2.5	0.02		-0.02	
ROMANIA	219.2	7.6	0.03	128.3	5.7	0.02		-0.02	
UK	3779.2	6.0	0.47	3075.0	7.0	0.45		-0.03	
FRANCE	6976.7	1.7	0.25	7416.7	1.4	0.21		-0.04	
SWEDEN	350.0	16.0	0.12	347.5	11.2	0.08		-0.04	
CEE	1030.0	9.2	0.20	894.2	8.3	0.15		-0.04	
PORTUGAL	1040.8	-4.1	-0.09	1366.7	4.8	-0.14		-0.05	
AUSTRIA	1511.7	7.2	0.22	1317.5	6.1	0.17		-0.06	
GERMANY	5428.3	9.1	1.03	5365.8	8.7	0.96		-0.07	
BELGIUM	2348.3	6.7	0.33	2089.2	6.0	0.26		-0.07	
SPAIN	6630.0	4.7	0.64	7117.5	3.6	0.53		-0.11	
TOT	77087.5	2.0	3.19	77626.7	1.9	3.10		-0.08	

Figura 4.20 Global Market View (valori indicativi e non reali)

di motore e cilindrata e vengono valutati gli effetti. Infatti nonostante l'analisi precedente possa imputare globalmente la contribuzione del maggior GAP ad una particolare causa, quest'ultima potrebbe risultare diversa se si considera lo stesso modello ma un unico paese critico. Stessa identica analisi viene rieffettuata per il Full Year, cioè viene

Model	Country	Sales Volume (units)	CO2 GAP AVG (g/km)	CO2 Gap Contribution (g/km)	Registration Volume (units)	CO2 GAP AVG (g/km)	CO2 Gap Contribution (g/km)	Δ Contribution
XXX	ITALY	4263	5,3	-0,24	5265	2,4	-0,14	0,11
	GERMANY	382	4,4	0,02	386	13,8	0,06	0,04
	SPAIN	1158	0,8	-0,01	1036	2,2	0,02	0,03
	BELGIUM	332	2,3	-0,01	243	3,2	0,01	0,02
	FRANCE	631	1,5	-0,010	696	0,3	-0,00	0,01
	UK	228	0,9	0,002	103	7,6	0,01	0,01
	CROATIA	3	5,9	0,000	46	13,9	0,01	0,01
	POLAND	128	5,6	0,008	123	9,2	0,01	0,00
Totale		7125	3,2		7898	0,2		0,22

Figura 4.21 Critical Market per i modelli critici (valori indicativi e non reali)

valutato lo scostamento di GAP contribution a fine anno considerando per tutti i mesi i valori di Sales del PO in considerazione confrontati con i valori di Sales del PO precedente. Da qui l'individuazione dei modelli critici nell'arco dell'anno, l'imputazione ad un tipo di effetto in un dato mercato critico.

In conclusione tale analisi periodica consente al team di CO2 Governance di poter imputare ad un particolare modello per un particolare motivo e per un particolare mer-

cato lo scostamento del GAP Contribution. Tali valutazioni vengono diffuse attraverso le varie funzioni aziendali per poter correggere per i PO successivi gli scostamenti. Ad esempio vengono contattate le aree mercati per avvertire delle criticità o la funzione di Marketing per disincentivare l'acquisto di un particolare tipo di autovettura.

4.3.3 L'analisi del rischio

Fondamentale per il team di CO2 governance è l'analisi del rischio che deriva dalle analisi mensili del piano operativo. In particolare con l'analisi del rischio si vuol dare un valore previsivo di quel che saranno l'emissioni di GAP a fine anno riproiettando lo scostamento di GAP ottenuto dal PO più aggiornato. Tale valore è molto importante per valutare se la proiezione, e quindi il valore ipotetico del GAP finale, rientri o meno nei valori di emissioni coperti dall'accordo con Tesla.

La Fig. 4.22 rappresenta l'analisi del rischio di seguito spiegata.

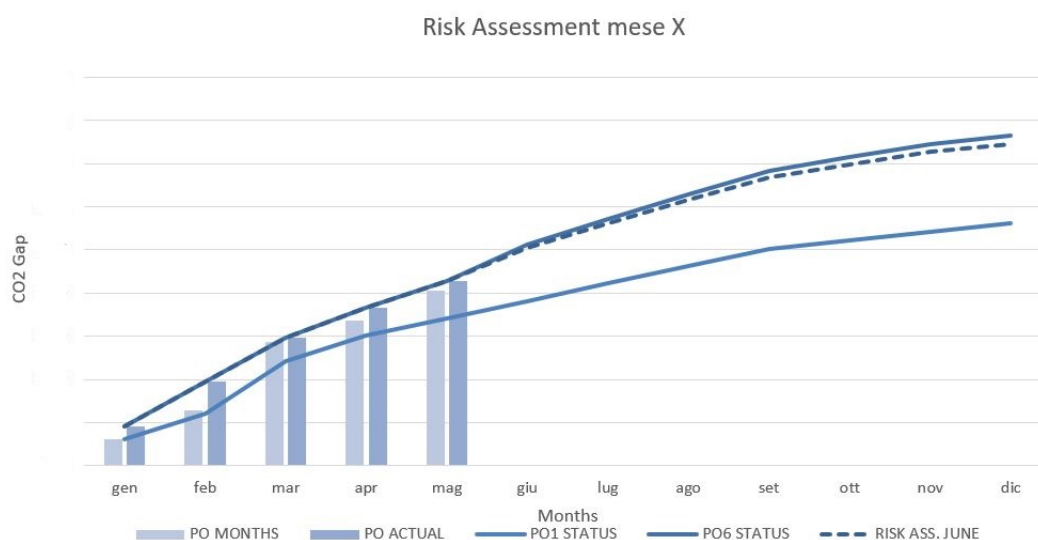


Figura 4.22 Analisi del rischio

Il grafico prevede sulle asse delle ascisse i mesi mentre sulle ordinate i valori di CO2 GAP espressi in milioni di grammi. I grafici a barre, per i PO antecedenti a quello considerato, consentono di valutare visivamente le differenze tra i valori di CO2 GAP previsivi (celeste chiaro) di ogni PO corrispondente al mese in ascissa e i valori di CO2 GAP effettivi presi dall'ultimo PO disponibile. I valori sono cumulativi e vengono considerati tutti i modelli e tutti i mercati. I grafici a linea invece rappresentano diversi valori:

- Celeste: la proiezione del GAP totale a fine anno valutato sulla base dei valori annuali del PO iniziale (Gennaio).

- Azzurro: la proiezione del GAP totale a fine anno valutato sulla base dei valori annuali del PO considerato.
- Blu tratteggiato: la proiezione a fine anno del GAP totale considerando lo scostamento tra Gap previsivo ed effettivo dell'ultimo PO considerato. In parole più semplici il valore di GAP di CO2 che si avrebbe a fine anno se lo scostamento tra previsivo e consuntivo del mese attuale si verifici in proporzione anche per le previsioni future. Nel dettaglio lo scostamento tra le emissioni GAP AVG tra previsivo e consuntivo dell'ultimo PO vengono riproiettate per i mesi futuri con la seguente formula calcolata per ogni modello e per ogni mese futuro: $(\text{scostamento} + \text{gap mese futuro} / \text{volumi mese futuro}) * \text{volumi mese futuro}$.

Interessante è notare di mese in mese l'abbassamento del rischio grazie al monitoraggio e alle azioni messe in atto dal CO2 governance team. Per concludere, quindi, l'analisi mensile presentata è nata per individuare le criticità in modo da poter agire repentinamente per abbassare il più possibile il rischio. Il fine ultimo è quello di mettere il massimo degli sforzi per la gestione della CO2 in modo che la casa automobilistica non incorra a sanzioni rendendo inefficace l'accordo con Tesla.

CONCLUSIONI

In conclusione si può affermare che l'intervento regolatorio dello stato è ed è stato necessario per influenzare e regolare i comportamenti delle imprese. Infatti, riprendendo la teoria economica ambientale, i beni ambientali come l'atmosfera sono dei beni pubblici e i meccanismi di mercato non incentivano i singoli attori a proteggerli. Causa attribuibile alle esternalità ambientali negative, a cui sono soggetti tutti gli individui, causate dagli agenti inquinanti ma non considerate nelle loro funzioni di costo. Per questo la teoria economica suggerisce il necessario aiuto dello stato attraverso strumenti regolatori quali permessi negoziabili o standard da rispettare. In tema di emissioni di CO₂ sono state presentate le numerose norme a cui molte imprese sono soggette e gli obiettivi che l'unione europea vuole raggiungere negli anni futuri. Per far ciò l'EU si è servita di strumenti regolatori come il sistema ETS e EFS che attraverso limiti imposti favoriscono azioni delle imprese volte alla riduzione di emissioni di CO₂. Tuttavia oltre la rigidità dei limiti imposti, l'UE garantisce dei meccanismi di flessibilità per raggiungere gli obiettivi prefissati come il pooling per il settore dei trasporti. Proprio di tale meccanismo si è servita la casa automobilistica FCA che ha avuto l'opportunità di costruire un pool con Tesla, caratterizzata da emissioni zero. Questo dimostra come in seguito alla regolamentazione le case automobilistiche si sono impegnate attraverso strategie esterne (pooling, maggior attenzione all'elettrificazione ecc) ed interne (change management, rivisitazione processo CO₂) per rispettare i limiti imposti con conseguente riduzione di emissioni. L'elaborato ha quindi valutato positivamente, attraverso lo studio di un caso reale, l'impatto che la regolamentazione a livello unionale ha avuto sulle imprese in tema di riduzione delle emissioni. Nel futuro tale regolamentazione dovrà risultare sempre più stringente affinché i danni ambientali e in particolare i cambiamenti climatici non diventino irreversibili.

BIBLIOGRAFIA

1. La teoria economica e la stima dei costi esterni dei trasporti, Romeo Danielis , Università di Trieste e ISTIEE, 2003
2. Handbook on the external costs of transport Version 2019 ,EUROPEAN COMMISSION Directorate-General for Mobility and Transport Directorate A — Policy Coordination Unit A3,European Commission B-1049 Brussels
3. Research report seriesS ISSN 2036-0000,Risultati della valutazione dei costi e benefici sociali ed ambientali connessi alle soluzioni di progetto e di policy locali; Edoardo Croci, Silvio Camaldo, Francesco Colelli, Denis Grasso; 2006
4. External Costs of Transport in Europe Update Study for 2008 Report Delft, November 2011 Author(s): CE Delft Huib van Essen Arno Schrotten Matthijs Otten INFRAS Daniel Sutter Christoph Schreyer Remo Zandonella Markus Maibach Fraunhofer ISI Claus Doll
5. Economia ambientale, R. KERRY TURNER, DAVID W. PEARCE, IAN BATEMAN, Il mulino, 2003

Sitografia

- <https://www.ft.com/content/7a3c8d9a-57bb-11e9-a3db-1fe89bedc16e>
- <https://www.punto-informatico.it/accordo-fca-tesla-limiti-ue-emissioni/>
- <https://www.ilsole24ore.com/art/fca-renault-vantaggi-dell-intesa-marchi-piattaforme-e-hi-tech-ed-elkann-chiama-nissan-e-mitsubishi-AC48sNJ>
- <http://relazione.ambiente.piemonte.it/2018/it/clima/impatti/qualita-aria>

- <https://www.tpi.it/2019/07/25/cambiamento-climatico-18-mesi-salvare-pianeta/>
- <http://www.senato.it/service/PDF/PDFServer/BGT/01084305.pdf>
- <https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030>
- <https://agrireunionieuropa.univpm.it/it/content/article/31/54/quadro-politiche-ue-materia-di-clima-ed-energia-e-riflessi-sul-piano-nazionale->
- <https://it.motor1.com/news/343080/emissioni-co2-auto-a-che-punto-sono-i-costruttori/>