

Analisi e valutazione dell'impatto socio-economico e ambientale di politiche di decarbonizzazione ed uso efficiente delle risorse

I costi che dovranno essere sostenuti per riconvertire l'economia nazionale verso un'economia basata su tecnologie energetiche *low-carbon e a basso uso di risorse*, di cui le fonti rinnovabili e il risparmio energetico costituiranno parte essenziale, sono ingenti e graveranno su un arco temporale di alcuni decenni. È quindi importante e utile valutare, con l'ausilio dei modelli e degli strumenti disponibili, i prevedibili costi e benefici che ne potranno derivare per il sistema economico nazionale

DOI 10.12910/EAI2018-006

di **Maria Velardi, Silvia Sbaffoni, Marco Stefanoni, ENEA, e Luigi Moccia, ICAR-CNR**

Gli impegni nazionali ed europei di lotta al cambiamento climatico e per un uso efficiente delle risorse, obbligano a mutamenti radicali nel modo di produrre e consumare e, quindi, nelle dinamiche economiche e sociali interne ad ogni Paese.

Il cambio di marcia necessario all'Italia per allinearsi a queste sfide avrà ricadute importanti sia in termini di tutela ambientale, che sull'assetto produttivo e tecnologico nazionale

e, di conseguenza, sulla produzione di ricchezza e sull'occupazione. Si tratta di un'occasione di grande importanza per riorganizzare e rendere più efficiente il motore economico del Paese, ma che impone allo stesso tempo un grande sforzo in termini di: risorse e investimenti; capacità programmatrice; capacità di adottare azioni politiche che siano in grado di superare le barriere tecnologiche e di costo che ancora caratterizzano gran parte dei settori della *green economy* e, in particola-

re, di alcune fonti energetiche rinnovabili.

I costi che dovranno essere sostenuti per riconvertire l'economia nazionale verso un'economia basata su tecnologie energetiche *low-carbon e a basso uso di risorse*, di cui le fonti rinnovabili e il risparmio energetico costituiranno parte essenziale, sono ingenti e graveranno su un arco temporale di alcuni decenni. È quindi importante e utile valutare, con l'ausilio dei modelli e degli strumenti di cui disponiamo, i prevedibili costi



e benefici che ne potranno derivare per il sistema economico nazionale. Il presente lavoro illustra una metodologia di stima degli impatti economici ed ambientali, sviluppata integrando diversi approcci e strumenti (modelli econometrici, matrici *input-output* [1,2,3], matrici NAMEA [4]), che consentono di predisporre degli scenari di impatto delle politiche pubbliche che ricomprendano e considerino al loro interno tutti i meccanismi di causazione e di interrelazione esistenti tra il sistema economico e il sistema ambientale. Il modello predisposto è in grado di proiettare le matrici *input-output* e NAMEA in un orizzonte temporale di medio-lungo periodo, fornendo una ricostruzione delle

matrici tendenziali per i prossimi anni, superando, almeno in parte, uno dei limiti propri delle metodologie *input-output*, che come è noto forniscono una descrizione soltanto statica del sistema di interrelazioni settoriali.

Le metodologie di stima messe a punto consentono di tener conto di almeno tre aspetti fondamentali dei cambiamenti strutturali del sistema produttivo nel tempo:

- gli effetti della globalizzazione e della crescita degli scambi internazionali sull'economia nazionale;
- i cambiamenti tecnologici e la crescita della produttività del lavoro;
- il cambiamento endogeno delle tecnologie ambientali.

Infatti, così come il progresso tecnico risulta influenzato dalla crescita economica, così anche le innovazioni che si applicano all'ambiente sono determinate, e per così dire "trainate", dalla dinamica della domanda che si rivolge ai diversi settori produttivi. Si tratta, quindi, di stimare come gli impulsi derivanti da un incremento della domanda possano provocare un'accelerazione nella diffusione di tecnologie ambientali nei settori di uso finale e di produzione, contribuendo così a ridurre l'intensità energetica e carbonica dell'economia.

L'elaborazione di uno scenario di riferimento tendenziale esogeno fornisce le ipotesi economiche

Misura	Descrizione	Investimento 2016-2030 (M€)	Gas-serra evitati 2016-2030 (MtCO ₂ eq)
Trasporto Pubblico Locale (TPL)	Trasporto pubblico elettrificato e su corsia dedicata. Tecnologie valutate: busvia elettrificata ad alto livello di servizio, tranvia ad alto livello di servizio, e metrotranvia per un totale di 2.099 km	30.204	13,5
Auto Elettriche	2 milioni di auto pari al 15% del parco circolante al 2030	21.017	15,0
Sviluppo fonti rinnovabili	Idroelettrico (85 MW) eolico on-shore (1.324 MW) fotovoltaico (1.131 MW) biomassa (127 MW)	15.745	87,0
Ristrutturazione edifici	1% annuo di edifici esistenti riqualificati Superficie complessiva abitazioni riqualificate nel periodo 2016-2030 (466 milioni di m ²)	261.180	127,5
Economia Circolare	Raggiungimento degli obiettivi di riciclaggio europei al 2030: (plastica 55%; legno 75%; vetro, alluminio e materiali ferrosi 85%)	919	21,3
TOTALE		329.065	264,3

Tab. 1 Valutazione bottom-up dell'impatto economico ed emissivo delle misure considerate
Fonte: ipotesi ed elaborazioni ENEA

necessarie per ricostruire le matrici *input-output* "tendenziali" ovvero riferite all'orizzonte temporale della valutazione (2020, 2025 e 2030) e nel contempo, attraverso il quadro emissivo per lo stesso orizzonte temporale, consente di ricostruire la contabilità NAMEA (emissioni allocate alle attività economiche) coerente con le suddette matrici *input-output* tendenziali.

Il risultato è l'elaborazione di uno strumento che consente di valutare gli effetti attesi dalle politiche pubbliche, sia in termini di crescita economica ed impatto occupazionale che, conseguentemente, di emissioni di gas serra.

Stima degli impatti economici ed occupazionali delle politiche

di decarbonizzazione ed uso efficiente delle risorse

Le politiche e misure considerate riguardano cinque ambiti di particolare interesse per lo sviluppo economico di lungo periodo del sistema produttivo nazionale (Tabella 1). L'analisi dell'impatto economico ed occupazionale è stata condotta, per ciascuna delle tipologie di intervento, distinguendo gli effetti che si potranno generare:

- durante la fase di realizzazione degli investimenti (breve periodo);
- durante la successiva fase di gestione e manutenzione degli interventi (medio e lungo periodo).

Gli effetti di attivazione del valore aggiunto e dell'occupazione che si

generano sia nella fase di realizzazione degli interventi, sia nella fase di esercizio e manutenzione, possono essere a loro volta distinti in:

- *effetti diretti*, ovvero quegli effetti che si producono sui settori direttamente interessati dalla spesa;
- *effetti indiretti*, ovvero quegli effetti moltiplicativi che si generano a catena sul sistema economico e che sono connessi ai processi di attivazione che ciascun settore produce sugli altri settori di attività attraverso l'acquisto di beni intermedi, semilavorati e servizi (*moltiplicatore leonteviano*);
- *effetti indotti*, relativi all'attivazione in termini di valore aggiunto e occupazione generata dalle utilizzazioni dei flussi di reddito aggiuntivo conseguiti dai

	2016-2020	2021-2025	2026-2030
Fase di realizzazione (investimento)			
Produzione	69.498	75.769	72.775
Consumi intermedi ai prezzi base	36.898	40.281	38.938
Imposte nette	1.538	1.659	1.612
Valore aggiunto ai prezzi base	23.009	24.428	23.048
Importazioni	8.046	9.401	9.177
Produzione interna	61.452	66.368	63.598
Unità di lavoro (unità)	370.610	376.243	344.966
Fase permanente (gestione e manutenzione)			
Produzione	-1.212	-3.981	-6.399
Consumi intermedi ai prezzi base	-625	-2.012	-3.156
Imposte nette	-11	-35	-52
Valore aggiunto ai prezzi base	-187	-594	-737
Importazioni	-390	-1.341	-2.454
Produzione interna	-823	-2.641	-3.945
Unità di lavoro (unità)	-1.141	-5.129	-6.292
TOTALE			
Produzione	68.286	71.788	66.376
Consumi intermedi ai prezzi base	36.273	38.270	35.783
Imposte nette	1.527	1.624	1.560
Valore aggiunto ai prezzi base	22.823	23.834	22.311
Importazioni	7.657	8.060	6.722
Produzione interna	60.629	63.728	59.654
Unità di lavoro (unità)	369.469	371.114	338.674
Investimenti medi del periodo	20.865	22.974	21.973
Costi di esercizio medi del periodo	-492	-1.665	-2.864

Tab. 2 Stima dell'impatto economico ed occupazionale lordo (diretto, indiretto e indotto) – 2016-2030
Valori medi annui (milioni di €)
Fonte: elaborazione ENEA

soggetti direttamente ed indirettamente coinvolti nella realizzazione degli interventi (*moltiplicatore keynesiano*).

È bene sottolineare che l'analisi è finalizzata a stimare il contributo complessivamente generato, indipendentemente dagli effetti redistributivi che esso produce sulle diverse componenti e settori istituzionali. Non si sono pertanto prese in considerazione le variazioni indotte nella distribuzione del gettito fiscale, così come i costi di eventuali forme di incentivazione necessarie al conseguimento degli obiettivi, a carico del settore pubblico.

Una delle principali criticità riscontrabili nell'applicazione delle matrici *input-output* risiede nella difficoltà di individuare i vettori di spesa, articolati per branca e/o prodotto, associabili ai diversi interventi. È pertanto necessario formulare ipotesi di lavoro che siano rispondenti tanto alle attribuzioni settoriali degli input tecnico-ingegneristici, quanto alle possibili modificazioni tecnologiche e di relazione produttiva che le innovazioni tecnologiche possono generare nel sistema produttivo con modalità e tempi differenti.

La corretta attribuzione dei costi degli interventi ipotizzati alle diverse voci dei prodotti previste nella classificazione della matrice ISTAT *input-output* determina la capacità del modello *input-output* di valutare in modo corretto gli effetti prodotti dalla spesa rispettivamente su produzione, valore aggiunto e occupazione. Nei vettori di investimento, i settori maggiormente attivati sono risultati quelli delle costruzioni (in particolare per gli interventi che presentano una spesa per le infrastrutture come la riqualificazione energetica degli edifici e il trasporto

	Investimenti (milioni di €)	Costi di esercizio (milioni di €)	Valore aggiunto incrementale (milioni di euro)			Nuova occupazione (unità annue totali)		
			da attività dirette e indirette	da attività indotte	Totale	da attività dirette e indirette	da attività indotte	Totale
Auto	0	-9.348	-5.616	-3.568	-9.184	-78.073	-54.699	-132.772
Autobus	0	-8.589	-6.126	-3.891	-10.017	-82.988	-59.657	-142.645
TPL	30.204	11.466	26.580	16.935	43.515	400.033	264.074	664.107
Manutenzione stradale	0	-351	-265	-168	-433	-4.523	-2.581	-7.104
TOTALE NTPL	30.204	-6.822	14.573	9.308	23.880	234.449	147.136	381.585
Idroelettrico	1.045	130	747	478	1.225	10.977	7.569	18.546
Eolico onshore	9.235	1.587	6.258	3.979	10.237	82.970	61.317	144.287
Fotovoltaico	4.735	776	2.617	1.669	4.286	37.317	26.107	63.424
Biomasse	730	144	554	355	909	8.192	5.694	13.886
Totale FER	15.745	2.638	10.176	6.481	16.657	139.455	100.688	240.143
Auto elettriche	18.970	6.863	12.575	8.002	20.577	130.257	123.815	254.071
Auto risparmio energetico	0	-8.460	-1.569	-997	-2.566	-17.772	-15.281	-33.053
Colonnine auto elettriche	2.046	0	1.262	803	2.065	18.878	12.440	31.318
Totale Auto Elettriche	21.017	-1.597	12.268	7.809	20.076	131.363	120.974	252.336
Ristrutturazione edifici	261.180	-27.436	167.572	106.921	274.492	2.702.446	1.677.610	4.380.056
Economia circolare	919	8.111	5.947	3.785	9.733	83.553	58.614	142.166
TOTALE GENERALE	329.065	-25.106	210.536	134.303	344.839	3.291.265	2.105.021	5.396.287

Tab. 3 Stima dell'impatto economico ed occupazionale lordo relativo all'intero periodo 2016-2030, per misura
Fonte: elaborazione ENEA

pubblico locale-TPL), dei mezzi di trasporto e degli autoveicoli (per il TPL e le auto elettriche), delle apparecchiature elettriche ed elettroniche (soprattutto nel caso del fotovoltaico, dell'eolico *onshore* e delle auto elettriche) e delle macchine e apparecchi meccanici (in particolare per gli impianti afferenti all'economia circolare e all'idroelettrico). Per i vettori relativi alla fase d'eser-

cizio, i comparti coinvolti sono riconducibili (sia in quanto spesa di esercizio sia in quanto risparmio), da un lato, alle opere di manutenzione e gestione degli impianti, attivando i settori delle macchine, delle costruzioni e delle apparecchiature elettriche ed elettroniche, soprattutto per le fonti rinnovabili; dall'altro, ai consumi energetici, in particolare energia elettrica, petrolio e prodotti

raffinati, come nel caso delle auto elettriche e della riqualificazione energetica degli edifici.

I costi di esercizio e manutenzione degli interventi possono assumere due diverse configurazioni:

- la prima, come *un maggior costo* dovuto alla spesa effettivamente sostenuta per la gestione dei nuovi servizi (costi di funzionamento e

manutenzione del TPL, uso delle auto elettriche ecc.);

- la seconda, connessa ai minori costi che gli interventi sono in grado di generare rispetto alla situazione preesistente. Il maggiore utilizzo di mezzi pubblici si lega, ad esempio, ad una riduzione delle spese sostenute per l'utilizzo di mezzi di trasporto privato, così come gli interventi di riqualificazione del patrimonio edilizio consentono una riduzione delle spese connesse al riscaldamento e raffrescamento degli edifici. In questi casi, i minori costi sostenuti si configurano come una riduzione di spesa e assumono un segno negativo nell'analisi degli impatti.

La Tabella 2 mostra le stime relative agli impatti medi generati dagli interventi nei tre quinquenni 2016-2020, 2021-2025 e 2026-2030.

Nel periodo in esame, come si evince dalla Tabella 3, i circa 329 miliardi di euro di investimenti negli interventi ipotizzati attivano un valore aggiunto incrementale pari a quasi 345 miliardi di euro (circa 210 tra diretti e indiretti e 134 da attività indotte). Il valore aggiunto incrementale è dovuto soprattutto agli interventi nel settore della ristrutturazione edilizia, che da soli attivano 274 miliardi di valore aggiunto (pari a circa l'80% del totale) includendo le attività indotte, mentre gli interventi previsti per il TPL sono in grado di determinare un aumento del valore aggiunto di quasi 24 miliardi di euro (circa il 7% sul totale delle attività). Gli interventi nel campo delle energie rinnovabili sono in grado di attivare, considerando anche gli effetti indotti, quasi 17 miliardi di € in termini di valore aggiunto, di cui 10 miliardi ascrivibili ai soli investimenti relativi all'eolico *onshore*.

Gli investimenti in ristrutturazione edilizia sono quelli più importanti dal punto di vista dell'impatto economico e occupazionale, in quanto attivano il maggior numero di settori della matrice.

Stima degli impatti emissivi delle politiche di decarbonizzazione e uso efficiente delle risorse

Gli effetti prodotti dagli interventi considerati sulle emissioni di gas serra si esercitano attraverso due diversi canali causali:

- In primo luogo, attraverso gli effetti che la spesa per investimenti genera sulla struttura produttiva, che sarà funzione dei maggiori livelli di attività prodotti e dei valori di efficienza economica-ambientale che caratterizzano i settori economici attivati dagli interventi. È evidente che un incremento dell'attività economica eserciti un impatto sul livello di emissioni, ma questo sarà diverso secondo i settori coinvolti, oltre che della capacità dei diversi settori di produrre/introdurre nel tempo innovazioni in grado di migliorare il loro grado di efficienza nell'utilizzo delle risorse.
- In secondo luogo, la pressione ambientale del sistema economico si riduce quanto maggiori saranno le innovazioni *energy saving* incorporate, direttamente ed indirettamente, negli investimenti attivati dagli interventi. Così come il progresso tecnico risulta influenzato dalla crescita economica, così anche le innovazioni che si applicano all'ambiente sono determinate, e per così dire "trainate", dalla dinamica della domanda che si rivolge ai diversi settori produttivi (*effetto Smith* [5]). Si tratta, pertanto, di

stimare come gli impulsi derivanti da un incremento della domanda possano provocare un'accelerazione nella diffusione di tecnologie ambientali nei settori di uso finale e di produzione, contribuendo così a ridurre i consumi di energia per unità di prodotto e ad abbattere le emissioni unitarie di gas ad effetto serra.

Sulla base delle disaggregazioni e attribuzioni delle emissioni provenienti dallo scenario europeo PRIMES ai settori delle matrici, è possibile ricostruire uno scenario *tendenziale* delle intensità emissive che tenga conto dei possibili margini di miglioramento dell'efficienza energetica settoriale, con la conseguenza che gli impatti esercitati dalle azioni, tendono anch'essi a mutare in linea con l'evoluzione del progresso tecnico dei settori economici interessati dall'azione pubblica.

La stima delle emissioni di gas serra è stata condotta distintamente per tutte le tipologie di intervento considerate. Il modello di analisi implementato consente di ricomprendere tutti gli impatti generati sulle emissioni di gas serra dall'attivazione della spesa pubblica sia nell'ambito dei settori produttivi dell'economia, corrispondenti ai prodotti della matrice *input-output*, sia nell'ambito del settore delle "famiglie", nella loro attività di consumo di beni e servizi.

Le emissioni dirette, indirette e indotte che la spesa per investimento genera sul valore aggiunto sono state calcolate considerando la tecnologia produttiva come un dato *esogeno*, non soggetta quindi a modifiche favorite dalla realizzazione degli interventi. Le emissioni aggiuntive relative alla fase degli investimenti, per l'intero periodo 2016-2030, sono di

quasi 90 milioni di tonnellate di CO₂ equivalente.

Diverso, invece, l'effetto generato sulle emissioni dalla *fase di esercizio* e manutenzione degli interventi. A fronte di una spesa incrementale legata all'esercizio delle infrastrutture ed interventi realizzati, le tipologie di azioni considerate sono in grado di garantire risparmi considerevoli in termini di minori consumi di combustibili fossili, ad esempio, sia per quanto riguarda gli interventi sul TPL, con la concomitante riduzione degli spostamenti su mezzi privati, sia per quanto riguarda gli interventi sulla ristrutturazione degli edifici, con la riduzione del consumo di combustibili per il riscaldamento e raffrescamento. Nel complesso, gli interventi sono in grado di gene-

rare una riduzione delle emissioni di gas serra, rispetto allo scenario emissivo tendenziale, che tende ad aumentare progressivamente mano a mano che si realizzano gli interventi, passando dalle 1,4 MtCO₂ eq. nel 2020 alle quasi 3,5 MtCO₂ eq. nel 2030.

Sull'intero periodo considerato, la somma degli impatti emissivi associati alle spese di investimento e di esercizio ammontano a 60,7 MtCO₂ eq.

La stima dell'*effetto Smith*, che approssima la riduzione delle emissioni di gas serra conseguenti all'introduzione di tecnologie *energy saving* nella produzione e nei consumi delle famiglie, mostra un effetto crescente nel tempo. Si va dalle 16,8 MtCO₂ eq. risparmiate nel 2020, alle oltre 45 MtCO₂ eq. nel 2030.

Come era logico attendersi, gli effetti cumulati indotti dalla spesa per investimento alimentano un processo, di natura macroeconomica, che conduce a una riduzione di emissioni più elevata di quanto stimato a livello *bottom-up*.

Infatti l'impatto macroeconomico complessivo sulle emissioni, quantificato come somma di tutti gli effetti prodotti in termini di maggiori o minori emissioni di gas serra nell'atmosfera, corrisponde, nell'insieme del periodo considerato, a oltre 323 MtCO₂ eq. evitate e in 45 MtCO₂ eq. all'ultimo anno di riferimento, quando tutti gli interventi sono in grado di generare tutti i loro effetti potenziali.

Per saperne di più:
maria.velardi@enea.it

BIBLIOGRAFIA

1. Mantegazza S., C. Pascarella (2006), *Il nuovo approccio integrato ai conti nazionali – le tavole delle risorse e degli impieghi*, ISTAT
2. Del Ciello R., Velardi M., Camporeale C., Galli G. (2013), “Environmental and economic accountability tool to assess the effects of plans and programs on GHG emissions”, *Proceedings of the 53rd ERSA Conference*, pp. 27-31, Palermo
3. Lahr M.L., L. de Mesnard (2004), “Biproportional Techniques in Input-Output Analysis: Table Updating and Structural Analysis”, *Economic Systems Research*, Vol. 16, n. 2
4. Llop M., Tol R.S.J. (2011), “Decomposition of Sectoral Greenhouse Gas Emissions: A Subsystem Input-Output Model for the Republic of Ireland”, *ESRI Working Paper No. 398*
5. Sylos Labini, P. (2004), *Torniamo ai classici. Produttività del lavoro, progresso tecnico e sviluppo economico*, Laterza, Roma-Bari