

L'impatto socio economico delle industrie verdi e fossili

Uno studio comparativo



L'impatto socio economico delle industrie verdi e delle industrie fossili, uno studio comparativo



Gennaio 2025
www.assesta.it

Coordinamento: Massimiliano Lepratti

Cap 1: Massimiliano Lepratti e Bianca Inotti

Capp. 2 e 3: Francesco Noera e Alexandra Scudo

Gli autori desiderano ringraziare ECCO per il supporto, i preziosi commenti e le discussioni dettagliate e costruttive e il Prof. Mario Noera aver letto una prima stesura del lavoro e per i consigli. Le opinioni espresse in questo rapporto restano comunque esclusivamente di EStà e non riflettono le opinioni delle organizzazioni o delle persone che hanno fornito i contributi.

GLI AUTORI

Massimiliano Lepratti

Coordina il centro di ricerca indipendente EStà ("Economia e sostenibilità"), è autore di ricerche in campo economico ambientale e in campo didattico sui temi legati alle diseguaglianze e al cambiamento climatico. Tra le sue pubblicazioni: Economia Innovatrice (con Andrea Di Stefano, Edizioni Ambiente, 2016), Le migrazioni globali (Erickson, 2024)

Bianca Minotti

Ricercatrice di EStà, esperta di sistemi alimentari, politiche pubbliche legate alle transizioni climatiche ed ecologiche, calcolo delle emissioni di CO2 in Italia e nel mondo. È membro attivo della Rete Politiche Locali del Cibo e dell'Osservatorio Povertà ed Insicurezza Alimentare.

Francesco Noera

Ha conseguito una laurea in Antropologia (Alma Mater Studiorum - Università di Bologna), un M.Sc. in Science and Technology in Society (The University of Edinburgh) e un Pg.Dip. in Service Design (Politecnico di Milano). Le sue competenze comprendono la ricerca qualitativa, il design dei servizi e la gestione dell'innovazione.

Alexandra Scudo

Ha maturato un'esperienza decennale come economista nel settore pubblico dell'UE e del Regno Unito per quanto riguarda le politiche sul cambiamento climatico, presso il Comitato indipendente sul cambiamento climatico per la consulenza al governo britannico sugli obiettivi e le strategie climatiche; nel settore privato come consulente presso WSP e Ricardo.

LISTA DI ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

CETP – Clean Energy Transition Partnership
CGE – Modelli di Equilibrio Generale Computazionale
EEA – European Environment Agency
ETS – Emissions Trading System
EU – European Union
FER – Fonti di Energia Rinnovabile
GDIP – Green Deal Industrial Plan
HEAL – Health and Environment Alliance
IEA – International Energy Agency
I-O – Input-Output
IRENA – International Renewable Energy Agency
ISPRA – Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale
ISTAT – Istituto nazionale di statistica
JRC – Joint Research Centre
LCOE – Levelized Cost of Energy
NCDMB – Nigerian Content Development and Monitoring Board
PNIEC – Piano Energia e Clima
PNRR – Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza
SAM – Matrice di Contabilità Sociale
SCC – Social Cost of Carbon
STEM – Science, Technology, Engineering and Mathematics
ULA – Unità Lavorative Annue
VA – Valore Aggiunto
VS – Valore Sociale
VSL – Value of a Statistical Life

INDICE

Introduzione	1
Guida alla lettura	3
Risultati chiave	5

PARTE PRIMA: LA PRODUZIONE DI ENERGIA

Cap 1: Gli impatti quantitativi sull'occupazione e sul valore aggiunto	7
1.1 Risultati comparativi relativi al valore aggiunto	13
1.2 Risultati comparativi relativi all'occupazione diretta e indiretta	17
1.3 Risultati comparativi relativi alle emissioni di CO2	21
1.4 Le tendenze economiche di medio periodo: l'affidabilità delle industrie verdi	25

PARTE SECONDA: L'USO DELL'ENERGIA

Cap 2: Gli impatti qualitativi sull'occupazione	31
2.1 Gli indicatori aggregati disponibili	34
2.2 Le stime top-down di impatto aggregato della transizione energetica sui profili professionali in Italia	36
2.3 Focus sulla catena del valore occupazionale delle energie rinnovabili	40
2.4 I risultati dell'analisi bottom-up della catena del valore occupazionale delle energie rinnovabili	42
2.5 Gli impatti occupazionali per milione di euro investito nelle rinnovabili	44
Cap 3: Gli impatti sulle comunità	45
3.1 La preferibilità sociale degli investimenti in rinnovabili	45
3.2 Impatti sociali delle energie fossili e rinnovabili sulla salute e sull'ambiente	53
Conclusioni	60
Appendici tecniche	62
Riferimenti biblio-sitografici	73
Executive summary	78

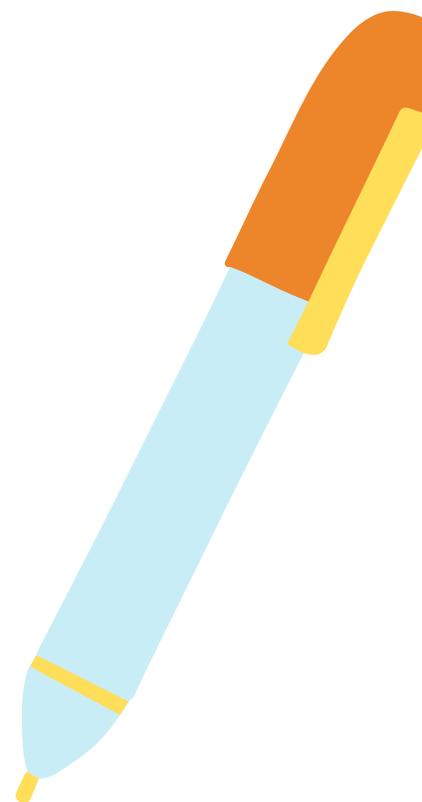
INTRODUZIONE

Negli ultimi due anni, gli investimenti in energia pulita sono aumentati del 40% (IEA), stimolando una forte domanda da parte delle principali aziende energetiche per assumere un numero crescente di lavoratori nei settori delle energie rinnovabili. Questo trend è sostenuto da impegni internazionali, come quelli presi alla COP26 di Glasgow e nel quadro del Clean Energy Transition Partnership (CETP), che mirano a eliminare gradualmente il finanziamento pubblico ai progetti legati ai combustibili fossili, indirizzando tali risorse verso energie pulite e tecnologie verdi. Anche i programmi di finanziamento delle clean tech (come il Green Deal Industrial Plan - GDIP in EU) mostrano come le economie globali stiano indirizzando sempre più le politiche di sviluppo in linea con le politiche del clima, cercando un posizionamento competitivo più vantaggioso. In questo contesto, il percorso di transizione energetica e trasformazione del modello di sviluppo risulta, quindi, obbligato.

I grandi investitori, e tra questi in particolare le Banche di Promozione Nazionale, svolgono un ruolo cruciale nel guidare le politiche verso la transizione energetica e la decarbonizzazione del sistema economico nazionale. Orientare l'azione di questi istituti in modo chiaro verso investimenti in linea con il processo di decarbonizzazione è, quindi, indispensabile per far sì che l'effetto leva degli investimenti pubblici abiliti in modo non ambiguo gli investimenti privati, coscienti del fatto che tale processo

comporterà significative trasformazioni economiche e sociali. La valutazione del processo di transizione richiede, allora, una concreta mappatura che vada oltre gli impatti ambientali e gli impatti economici più immediati per comprendere anche parametri macroeconomici, come valore aggiunto e occupazione, e socio-economici, come qualità del lavoro e salute delle comunità. È essenziale integrare quindi l'analisi costi-benefici con indicatori che riflettano in modo più ampio gli impatti sociali diretti e indiretti; la loro valutazione dovrebbe essere effettuata ex-ante e integrata nell'istruttoria di ogni singolo progetto, affiancando le tradizionali analisi rischio-ricavo.

In questo scenario, lo studio si propone di evidenziare i molteplici benefici che gli investimenti nelle industrie verdi possono produrre rispetto ai parametri macroeconomici e socio-economici citati precedentemente, in comparazione con le spese nell'industria fossile. L'obiettivo è influenzare la politica degli investitori indirizzandola verso il settore delle energie rinnovabili, evidenziando non solo gli impatti economici positivi, ma soprattutto i benefici sociali. Investire nel green non rappresenta solo una scelta sostenibile dal punto di vista ambientale, ma anche una strategia vantaggiosa per promuovere uno sviluppo economico e sociale inclusivo e duraturo.



A large magnifying glass with a light blue lens and a white handle is positioned in the upper right corner of the page, set against an orange background.

GUIDA ALLA LETTURA

Lo studio presentato nelle pagine seguenti è stato diviso in due parti: l'una analizza gli impatti socioeconomici della produzione di due diversi tipi di energie (verdi vs. Oil & Gas); l'altra analizza gli impatti che derivano dal loro uso.

La prima parte (composta dal primo capitolo), dopo avere definito cosa si intende per industrie verdi e fossili, prova a rispondere a tre domande:

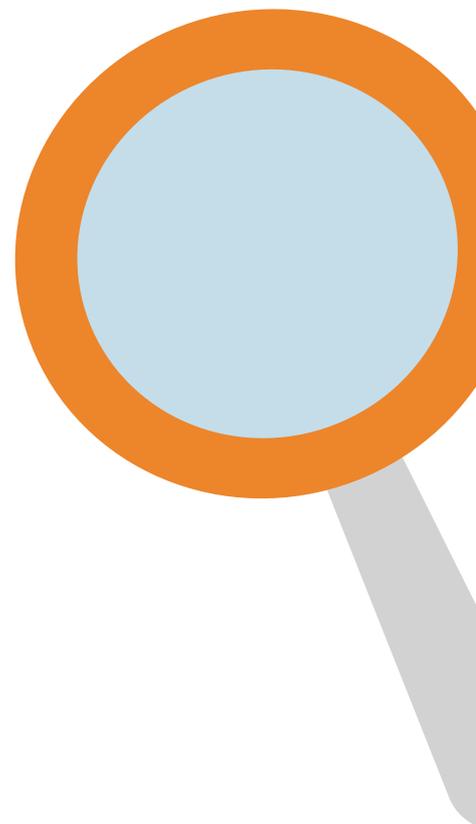
- quanto valore aggiunto genera la spesa di un milione di euro nella produzione di energie verdi e quanto ne genera la stessa spesa in energie fossili?
- quanta occupazione genera la spesa di un milione di euro nella produzione di energie verdi e quanta ne genera la stessa spesa in energia fossili?
- quanta CO₂ si emette per produrre un milione di euro di valore aggiunto attraverso le industrie verdi e quanta se ne emette per produrre lo stesso valore aggiunto attraverso la spesa in industrie fossili?

Per inquadrare compiutamente la presentazione della prima parte è inoltre necessario evidenziare due elementi:

- dato il perimetro dello studio, non è stato possibile inserire nella prima e nella seconda domanda i vantaggi economici e occupazionali che le industrie verdi apportano grazie a un

elemento imprescindibile per la loro implementazione: lo sviluppo dei sistemi di accumulo;

- la comparazione tra i due tipi di industrie mette in luce sul piano quantitativo una profonda differenza strutturale: mentre la produzione di oil and gas comporta impatti rilevanti tanto a monte dell'impianto (l'estrazione di fonti fossili), quanto a valle (il trasporto e il lavoro di vendita al consumatore dell'energia prodotta), nel caso delle industrie verdi questi impatti sono praticamente assenti. Di fatto una parte nettamente maggioritaria del valore aggiunto e dell'occupazione nelle industrie fossili viene realizzato attraverso attività a forte impatto ambientale, assenti nelle industrie verdi; nonostante questo le industrie verdi hanno non solo impatti ambientali, ma anche impatti economici e sociali complessivamente migliori.



RISULTATI CHIAVE

- 1** Le industrie verdi generano un valore economico diretto più elevato rispetto alle industrie fossili: ogni euro speso nelle industrie verdi produce un valore aggiunto diretto del 10% superiore rispetto alle fossili, generando un impatto economico migliore.
- 2** Le industrie verdi offrono un contributo occupazionale superiore: tutti i settori verdi generano un intensità occupazionale superiore rispetto alle fonti fossili, superiorità che, nel caso dell'eolico e dell'idroelettrico, arriva a tradursi in un 75% in più di posti di lavoro per ogni milione di euro investito.
- 3** Le industrie verdi riducono significativamente le emissioni lungo tutta la filiera: non solo l'utilizzo, ma anche la produzione di energia rinnovabile emette circa un terzo della CO₂ rispetto alle fossili per euro di valore aggiunto generato.
- 4** Le imprese italiane della filiera verde e le imprese italiane impegnate nella decarbonizzazione tra il 2011 e il 2021 hanno aumentato l'occupazione di fascia alta (imprenditori, managers, ingegneri) molto più di quanto sia occorso nella media delle altre imprese.
- 5** Le filiere dell'industria verde in Italia producono soprattutto occupazione di natura permanente: questa pesa mediamente tra il 60% e l'80% del totale, mentre quella temporanea è minoritaria.
- 6** Il valore sociale dei benefici delle industrie verdi varia, in funzione dei tassi di interesse bancari, tra i 20 e i 60 centesimi di euro a Kwh prodotto.
- 7** La combustione di energia fossile in Europa è ad oggi responsabile di ingenti impatti negativi sulla salute e sull'ambiente. La sostituzione di fonti fossili con energia rinnovabile evita tali danni, apportando un beneficio sociale di ampia scala.

PARTE PRIMA: LA PRODUZIONE DI ENERGIA



CAP 1: GLI IMPATTI QUANTITATIVI SULL'OCCUPAZIONE E SUL VALORE AGGIUNTO

Premessa metodologica

I principali approcci Per ciò che attiene il calcolo comparativo del valore aggiunto e della creazione di Unità lavorative annue tra industrie verdi e industrie fossili, gli approcci metodologici più diffusi e solidi sono principalmente tre: il modello Input-Output, il modello di Matrice di Contabilità Sociale (SAM) e i Modelli di Equilibrio Generale Computazionale (CGE).

Il modello input-output descrive le interrelazioni tra i vari settori produttivi di un'economia. Lo strumento fondamentale dell'analisi input-output è la tavola intersettoriale, una tavola a doppia entrata, che rappresenta l'economia nazionale come un insieme di settori, ciascuno dei quali realizza due tipi di transazioni:

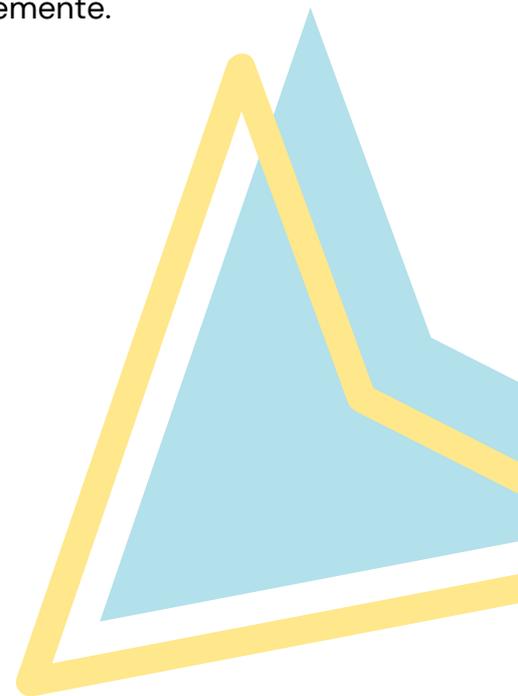
- acquista dagli altri settori beni e servizi che utilizza per la propria attività produttiva;
- vende agli altri settori e alla domanda finale la merce che produce.

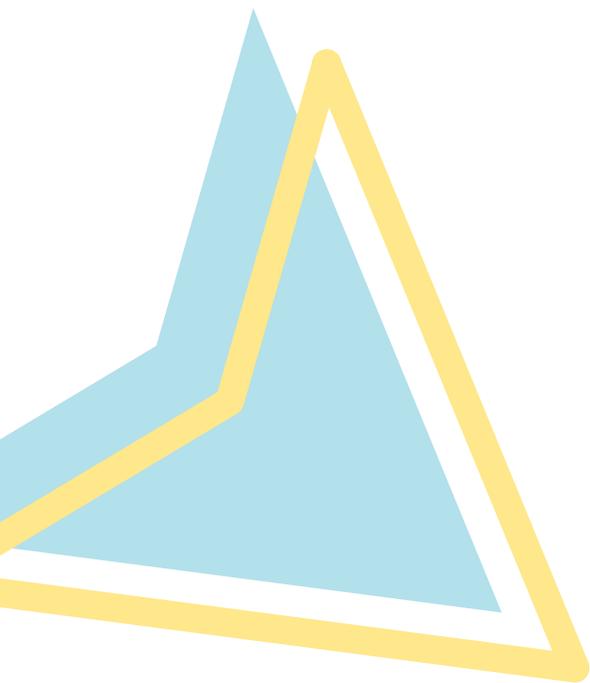
I settori sono raggruppati in branche, ossia in insiemi di unità produttive caratterizzate da struttura dei costi, processi di produzione e prodotti omogenei. Sviluppato dal premio Nobel per l'economia Wassily Leontief, il modello consente di tracciare come la domanda finale di un settore si traduca in variazioni di produzione, valore aggiunto e occupazione in altri settori. Questo modello è particolarmente utile per valutare gli impatti diretti e indiretti delle spese nelle diverse industrie, fornendo una rappresentazione dettagliata dei flussi intersettoriali e delle loro ripercussioni sull'intera economia.

Attraverso le tavole input-output è possibile produrre il calcolo dei moltiplicatori (moltiplicatori di Leontief) di valore aggiunto diretto e indiretto e di occupazione diretta e indiretta, valutando l'impatto generato da un certo volume di spesa. La base matematica solida, l'accessibilità dei dati - l'ISTAT rilascia tavole complete relative a ciascuna annualità - e la relativa semplicità della struttura fanno sì che il modello input - output si presti ottimamente alle analisi comparative.

Il modello di Matrice di Contabilità Sociale (SAM)

estende il modello Input-Output incorporando informazioni sui flussi di reddito tra i diversi agenti economici, quali famiglie, imprese e governo. Questo tipo di approccio consente di analizzare non solo gli effetti produttivi e l'impatto diretto e indiretto sull'occupazione, ma anche la distribuzione del reddito e - attraverso il moltiplicatore keynesiano - l'impatto sui livelli di occupazione indotta. Attraverso la SAM, è possibile simulare come le spese influenzino i redditi e la spesa delle famiglie, nonché la domanda aggregata, fornendo una visione più completa dell'interazione tra diversi attori economici. Tuttavia il modello SAM richiede una quantità notevolmente maggiore di informazioni per poter essere utilizzato efficacemente.





Infine, i **Modelli di Equilibrio Generale Computazionale (CGE)**

rappresentano un approccio che tiene conto delle risposte comportamentali degli agenti economici e delle flessibilità dei mercati. Questi modelli utilizzano una rappresentazione dettagliata dell'intera economia e dei diversi mercati di cui si compone il sistema, integrando aspetti microeconomici e macroeconomici, per simulare come l'economia risponde a diverse politiche e shock, incluse le spese in industrie verdi e fossili. A differenza dei modelli Input-Output e SAM, i modelli CGE consentono di considerare i cambiamenti nei prezzi, nelle quantità prodotte e nelle decisioni degli agenti economici in risposta a nuove spese, fornendo una valutazione dinamica degli impatti sul valore aggiunto e sull'occupazione. Tuttavia, i modelli CGE richiedono ipotesi complesse, quantità di informazioni rilevanti e offrendo una minor rispondenza alle esigenze delle analisi comparative.

In conclusione, l'analisi degli impatti delle spese in industrie verde e fossili sul valore aggiunto e sull'occupazione può essere affrontata attraverso diversi approcci metodologici. La scelta del metodo dipende dal contesto specifico e dagli obiettivi dell'analisi, nonché alla disponibilità di dati e risorse computazionali. Di seguito vengono illustrate la scelta effettuata all'interno di questo studio e le motivazioni a supporto della decisione.

La scelta metodologica di questo studio. Nella realizzazione dello studio, all'interno della stima degli impatti quantitativi relativi all'occupazione e al valore aggiunto, EStà ha scelto di utilizzare il sistema input-output i cui pregi sono stati presentati nelle righe precedenti e i cui limiti – legati alla staticità temporale del metodo di analisi – sono stati mitigati dalla scelta di integrarne i risultati con un approfondimento sulla dinamica dei prezzi.

Per affinare le potenzialità del sistema input-output nella comparazione tra industrie verdi e industrie fossili verdi, EStà ha inoltre utilizzato gli apporti metodologici ulteriori che Heidi Garrett-Peltier sintetizza nello studio *Green versus brown: Comparing the employment impacts of energy efficiency, renewable energy, and fossil fuels*¹ using an input-output model (2017), e in particolare:

- la ricostruzione della catena del valore delle industrie verdi e fossili a partire dai codici statistici delle branche di attività riferite ad ogni anello della catena – in Italia normate dalla classificazione ATECO (NB le industrie verdi in quanto tali – fotovoltaico, eolico, idroelettrico – non esistono nella classificazione ATECO attuale e per questo motivo è stato necessario ricostruirle attraverso il metodo di Garrett-Peltier);
 - la definizione dei pesi/coefficienti (ossia la percentuale sul totale) di ciascuna delle principali branche di attività ATECO presenti nella catena del valore delle industrie verdi e fossili, ottenuti attraverso i coefficienti calcolati da Garrett-Peltier e aggiornati in questo studio, coerentemente con le dinamiche tecnologiche intervenute nel frattempo.
- b) le tabelle ISTAT input-output attraverso le quali è stato possibile svolgere i calcoli relativi ai coefficienti di valore aggiunto ed occupazione diretti e indiretti;
- il calcolo specifico della quota di lavoro nazionale, realizzato attraverso l'analisi fatta da ESTà della localizzazione prevalente dei diversi anelli della catena del valore (v. anche il capoverso seguente).

Apartire da queste basi di metodo sono stati possibili:

- il calcolo dei coefficienti relativi al valore aggiunto e alle unità lavorative annue (ULA) per ogni euro di spesa, coefficienti ottenuti attraverso: a) i dati ISTAT relativi a economia e occupazione per ciascuna branca di attività ;



¹ Il metodo Garrett Peltier è citato dai principali studi metodologici sulla misurazione degli impatti occupazionali delle industrie verdi e fossili, fra cui lo studio comparativo “Job creation in a low carbon transition to renewables and energy efficiency: a review of international evidence” di Hanna et al. (Sustainability Science 2024).

Assunzioni preventive

Nello studio, e specificamente nel primo capitolo, vengono esaminati i gli effetti diretti e indiretti sul valore aggiunto e gli effetti diretti e indiretti sull'occupazione in Italia grazie al moltiplicatore di Leontief relativo alla fase di *produzione* industriale, integrato con il metodo Garrett – Peltier. Per effettuare i calcoli sono state incrociate le banche dati relative agli anni più recenti in cui tutte le fonti ISTAT necessarie fossero egualmente disponibili e si è scelto di evitare gli anni 2020 e 2021 in cui le statistiche erano fortemente distorte dagli effetti della pandemia da Covid-19. Dati questi presupposti, l'ultimo anno utile in cui sono presenti in ISTAT tutti i dati relativi al VA diretto e indiretto e alle ULA è il 2019. Per ciò che riguarda la quota di occupazione generata in Italia dalle industrie verdi e fossili, sono state scelte tre assunzioni necessarie a sopperire l'assenza di quei dati sistematici che avrebbero permesso una comparazione analitica maggiormente granulare: 1) Si è assunto che nelle attività estrattive la manodopera impiegata sia in larga prevalenza locale, come mostrato ad esempio da organi quali il "Nigerian Content Development and Monitoring Board" (NCDMB) incaricato di supervisionare il rispetto delle normative che

stabiliscono quote di impiego per i lavoratori locali (provvedimenti simili si hanno ad esempio in Qatar – uno dei maggiori produttori di gas naturale al mondo, ed effetti simili si sono registrati negli US: v. ad es:

<https://wol.iza.org/articles/the-impact-of-energy-booms-on-local-workers/long>).

2) Poiché nella produzione di moduli fotovoltaici è noto come le industrie coinvolte siano in larga parte asiatiche: "In 2023 producers from Asia count for 94% of total PV module production. China (mainland) holds the lead with a share of about 86%. Europe and USA/CAN each contributed 2%"² e poiché la manodopera estrattiva, come ricordato al punto precedente è il larga prevalenza locale, e non essendovi dati statistici sistematici di dettaglio che permettano di analizzare in maniera più granulare questi due anelli (branche di attività) della catena produttiva, si è fatta una scelta simile sia per il fossile, sia per il fotovoltaico, attribuendo l'impatto occupazionale di un anello intero di ciascuna delle due catene (attività estrattiva e industria elettronica) al 100% a favore di manodopera non italiana. Si tratta di una semplificazione (ad esempio l'industria elettronica comprende anche la produzione di inverter che è invece presente in Italia), ma si è

² Fraunhofer ISE, Photovoltaics Report, (29th July 2024)

assunto che le due necessarie semplificazioni abbiano effetti simili, non inficiando la comparazione. 3) Per gli anelli (branche di attività) rimanenti si è assunto che l'impatto occupazionale possa essere al 100% italiano. Non esistendo neppure in questo caso banche date specifiche che possano avvalorare in maniera sistematica queste assunzioni, la semplificazione è argomentata, per ciò che riguarda le industrie verdi da due elementi: 3.1) nello specifico Global Cleantech innovation index <https://www.cleantech.com/> l'Italia si posiziona al 10° posto, a una distanza non ampia dal 5°, un risultato comparativamente assai migliore rispetto al più generale Global Innovation Index, in cui il nostro Paese risulta 26°, e un indicatore di una buona capacità competitiva italiana nel settore specifico delle industrie verdi. 3.2) Dall'analisi intitolata *Transizione energetica: la filiera delle tecnologie delle rinnovabili in Italia (2021)*, realizzata dalla Direzione Studi e Ricerche di Intesa San Paolo, l'Italia risulta essere il secondo paese produttore europeo di tecnologie per le rinnovabili, collocandosi dietro la Germania. Da un punto di vista della competitività internazionale, con il 3% dell'export mondiale, a livello globale l'Italia si posiziona al sesto posto come esportatore di tecnologie per la produzione di energia rinnovabile e al quarto posto nei moltiplicatori di velocità (FER 100%), comparto nel quale detiene un alto livello di specializzazione; la Germania e gli Stati

Uniti sono i principali paesi di sbocco per l'export italiano di tecnologie della filiera delle rinnovabili. Ancora una volta si ribadisce come la semplificazione funzioni in maniera sostanzialmente simile sia nel caso dell'industria verde, sia nel caso dell'industria fossile, con effetti compensativi complessivi che non inficiano la comparazione.

Ulteriori scelte sul metodo

Come si vedrà nel paragrafo 1.4, al modello analitico basato sul sistema I-O è stata applicata una correzione mirata a temperare un rischio. L'I-O, infatti, fornisce dati sistematici e molto approfonditi su una situazione relativa a un determinato anno, ma non offre dati di prospettiva. In uno scenario come quello delle industrie verdi invece la prospettiva è molto importante, poiché l'efficienza tecnologica e la quota di mercato sono in rapida crescita. Il BP outlook 2024 e il PNIEC 2024 offrono alcuni dati relativi alle prospettive di sviluppo del mercato mondiale e alle tendenze italiane, presentati nel paragrafo 1.4 e collegati alle opportunità per l'industria e l'occupazione nazionale. Al contempo le evidenze riportate nello stesso paragrafo mostrano come i costi dei moduli fotovoltaici siano in rapida discesa e come questo possa tradursi in ulteriori opportunità occupazionali per il nostro Paese.

Da ultimo si porta all'attenzione la scelta di fornire i calcoli tabellari, oltre che in forma comparata tra industrie verdi e fossili, sempre riferiti a valori unitari base (il volume di occupazione generato da 1 milione di euro di spese, il valore aggiunto diretto e indiretto generato da 1 milione di euro di spese...). Questa scelta permette di stimare scenari differenti relativi a scelte di spesa differenti, evitando ogni forma di determinismo a priori e rendendo possibile l'applicazione dello studio all'impatto di investitori diversi oggi e in futuro.³

1.1 Risultati comparativi relativi al valore aggiunto

Risultato chiave n° 1

Le industrie verdi generano un valore economico diretto più elevato rispetto alle industrie fossili: ogni euro speso nelle industrie verdi produce un valore aggiunto diretto del 10% superiore rispetto alle fossili, generando un impatto economico migliore.

Le assunzioni metodologiche descritte nelle righe precedenti, hanno permesso un'analisi sistematica e una serie di comparazioni tra i risultati delle

industrie verdi e delle industrie fossili, riportate qui di seguito. Le prime considerazioni riguardano il valore aggiunto economico, ossia il valore totale dei beni e servizi prodotti dalle imprese considerate, al netto del valore dei beni e servizi acquistati dalle stesse imprese per generare la produzione (se l'impresa produce beni e servizi per un valore di 110 e per farlo acquista dall'esterno beni e servizi per un valore di 60, il suo valore aggiunto è 50). Questa definizione preliminare è utile aggiungere innanzitutto che il valore aggiunto viene successivamente distribuito ai lavoratori (sotto forma di retribuzioni – ad es. 15 di quel 50), al capitale stesso (sotto forma di profitti e rendite – ad es. 25) e alla Pubblica amministrazione (sotto forma di imposte – ad es. 10), ed è utile ricordare, in secondo luogo, che il valore aggiunto presentato nel seguito viene distinto in diretto e indiretto: il valore aggiunto diretto è quello generato dall'industria finale – in questo caso verde o fossile –, mentre il valore aggiunto indiretto si genera in quelle industrie che forniscono di tutti i beni e servizi necessari l'industria (qui verde o fossile) responsabile della produzione finale.

³ Le tecnologie che sono servite come base per la costruzione delle catene del valore delle diverse industrie si ritiene ragionevolmente che non subiranno cambiamenti rivoluzionari nel futuro prossimo, con l'eccezione possibile dei moduli fotovoltaici (per i quali sono stati sviluppati ragionamenti specifici v. paragrafo 1.4). Questo significa che con i coefficienti presenti in questo studio è possibile stimare anche nei prossimi anni quali impatti socio-economici si potranno produrre per ogni euro investito in industrie verdi e in industrie fossili.

Per ciò che riguarda il valore aggiunto per euro investito, dal dato calcolato attraverso le tabelle input-output ISTAT ricondotte alla nomenclatura di sintesi di Garrett-Peltier, si osserva (tabella 1) un risultato medio migliore delle industrie verdi, mentre è a favore delle industrie fossili il risultato del Valore aggiunto indiretto, dato che si spiega grazie al forte contributo fornito da branche di attività ambientalmente dannose (industria del petrolio e chimica - compara tabella 2 con tabella 1). È utile inoltre preannunciare che le industrie fossili utilizzano il valore aggiunto per generare una quantità di occupazione diretta e indiretta per unità nettamente inferiore a quello generato dalle industrie verdi, come si vedrà nel paragrafo dedicato.⁴



⁴ Non in tutte le industrie e le branche di attività la stessa quantità di valore aggiunto produce la stessa quantità di occupazione. Settori quali le attività estrattive hanno ad esempio uno scarso impatto occupazionale in proporzione al valore aggiunto generato.

Tabella 1: euro di VA **diretto** generati con 1 euro di spesa- comparazione

Nomenclatura di sintesi (ISTAT su Garrett-Peltier)	VA generato con 1 euro di SPESA			Media globale industrie verdi	Oil and Gas
	Fotovoltaico	Eolico	Idroelettrico		
Attività estrattiva	-	-	-		€0,40
Industria del petrolio e chimica	-	€0,02	-		€0,04
Industria metallurgica	€0,03	€0,02	€0,03		-
Industria elettronica, apparecchi e motori (non di veicoli)	€0,21	€0,04	€0,08		-
Altre industrie (compresa installazione)	€0,20	€0,30	€0,06		-
Costruzioni	€0,06	€0,15	€0,10		-
Commercio all'ingrosso e al dettaglio	-	-	-		€0,12
Trasporto e magazzino	-	-	-		€0,08
Attività professionali, scientifiche e tecniche	€0,15	€0,08	€0,51		-
Tot	€0,64	€0,60	€0,78	€0,71	€0,64

Tabella 2: euro di VA **indiretto** generati con 1 euro di spesa – comparazione

Nomenclatura di sintesi (ISTAT su Garrett-Peltier)	VA generato con 1 euro di SPESA			Media globale industrie verdi	Oil and Gas
	Fotovoltaico	Eolico	Idroelettrico		
Attività estrattiva	-	-	€0,00		€0,43
Industria del petrolio e chimica	-	€0,09	-		€0,19
Industria metallurgica	-€ 0,11	€0,07	-€ 0,11		-
Industria elettronica, apparecchi e motori (non di veicoli)	€0,21	€0,04	€0,09		-
Altre industrie (compresa installazione)	€0,18	€0,27	€0,05		-
Costruzioni	€0,07	€0,17	€0,12		-
Commercio all'ingrosso e al dettaglio	-	-	-		€0,13
Trasporto e magazzinaggio	-	-	-		€0,10
Attività professionali, scientifiche e tecniche	€0,08	€0,05	€0,28		-
Tot	€0,65	€0,69	€0,65	€0,66	€0,85

1.2 Risultati comparativi relativi all'occupazione diretta e indiretta

Risultato chiave n° 2

Le industrie verdi offrono un contributo occupazionale superiore: tutti i settori verdi generano un'intensità occupazionale superiore rispetto alle fonti fossili, superiorità che, nel caso dell'eolico e dell'idroelettrico, arriva a tradursi in un 75% in più di posti di lavoro per ogni milione di euro investito.

Anche in questo caso è utile porre due premesse: i risultati presentati nel paragrafo si riferiscono al dato italiano, depurato dalle componenti estere, e sono suddivisi in occupazione diretta (prodotta dalla quota di valore aggiunto diretto distribuito al lavoro, v. par. 1.1) e occupazione indiretta (prodotta dalla quota distribuita al lavoro del valore aggiunto indiretto, ibidem).

Per ciò che riguarda l'**occupazione diretta**, l'analisi comparativa mostra risultati maggiormente positivi nel caso dell'industria verde. La classifica di impatto occupazionale positivo, tra le industrie verdi vede in prima posizione l'industria eolica, seguita dalla idroelettrica e dalla fotovoltaica.

Le differenze tra queste tre industrie si spiegano in funzione della collocazione geo economica dell'anello della catena del valore in cui i posti di lavoro vengono creati. Infatti per il fotovoltaico i due anelli (branche di attività) con il miglior impatto in termini di ULA (Unità lavorativa annua) sono quelli relativi ai macro settori - generati dall'accorpamento nella nomenclatura di sintesi dei settori ATECO - "Installazione e Attività professionali, scientifiche e tecniche" e "Industria elettronica"; tuttavia questo secondo macro settore si riferisce principalmente alla produzione dei moduli fotovoltaici, anello produttivo collocato al di fuori del territorio nazionale. Per questo motivo, il fotovoltaico risulta meno generativo di occupazione locale rispetto alle altre due industrie verdi. Per l'industria Oil and Gas invece, gli anelli della catena del lavoro in cui si creano più posti di lavoro diretti sono il "Commercio all'ingrosso e al dettaglio", seguito da "Attività estrattiva". Si tratta nel complesso di numeri dell'industria fossile in ogni caso inferiori rispetto a quelli dell'industria verde e in più - nel caso dell'attività estrattiva - legati in gran parte ad una manodopera estera (e ad operazioni negative sul piano dell'impatto ambientale).

Tabella 3: intensità nella generazione di ULA **dirette** (ULA per milione di euro di VA) - comparazione

Nomenclatura di sintesi (ISTAT su Garrett)	Occupazione diretta (intensità lavorativa in ULA per milione di € di VA)				Oil and Gas
	Fotovoltaico	Eolico	Idroelettrico	Media globale industrie verdi	
Attività estrattiva	-	-	-		1,38
Industria del petrolio, chimica e farmaceutica	-	0,27	-		0,56
Industria metallurgica	0,44	0,30	0,45		-
Industria elettronica, apparecchi e motori (non di veicoli)	2,31	0,40	0,93		-
Altre industrie (compresa installazione)	3,56	5,27	1,00		-
Costruzioni	1,22	3,17	2,20		-
Commercio all'ingrosso e al dettaglio	-	-	-		2,27
Trasporto e magazzino	-	-	-		1,06
Attività professionali, scientifiche e tecniche	2,51	1,41	8,65		-
Tot	10,05	10,82	13,21	11,36	5,27
Tot depurato da lavoro non locale	7,73	10,82	13,21	10,59	3,89

Anche per quanto riguarda l'**occupazione indiretta** i risultati risultano a favore dell'industria verde. In particolare, l'industria idroelettrica, seguita da quella eolica, è in testa alla classifica. Relativamente all'idroelettrico i due macrosettori della nomenclatura di sintesi (categorie di Garrett-Peltier con dati ISTAT normalizzati) che generano maggiore occupazione indiretta sono le "attività professionali, scientifiche e tecniche" e "l'industria elettronica, apparecchi e motori (non di veicoli)". Per quanto riguarda l'eolico, i macrosettori più generativi sono le "altre industrie" (compresa installazione) e le "costruzioni". Anche il fotovoltaico genera numeri di occupati indiretti alti, tuttavia la concentrazione della maggior parte di questa forza lavoro si riferisce alla produzione di moduli fotovoltaici che viene realizzata quasi interamente su suolo asiatico e i cui effetti indiretti, a loro volta, ricadono in gran parte fuori dal territorio del nostro Paese.

Per quanto riguarda invece l'industria fossile, la maggior parte dell'occupazione indiretta generata si concentra nelle attività estrattive e nell'industria del petrolio e chimica. Come per l'occupazione diretta, le attività estrattive coinvolgono prevalentemente manodopera extracontinentale, portando quindi l'industria fossile ad una generazione

di occupazione italiana indiretta sensibilmente inferiore rispetto all'industria idroelettrica ed eolica.

Tabella 4: intensità nella generazione di ULA **indirette** per un milione di euro di spesa-comparazione

Nomenclatura di sintesi (ISTAT su Garrett)	Occupazione indiretta (ULA/VA per milione di € di consumi intermedi)				Oil and Gas
	Fotovoltaico	Eolico	Idroelettrico	Media globale industrie verdi	
Attività estrattiva	-	-	-		6,50
Industria del petrolio e chimica	-	2,51	-		5,24
Industria metallurgica	2,48	1,70	2,55		-
Industria elettronica, apparecchi e motori (non di veicoli)	14,11	2,42	5,65		-
Altre industrie (compresa installazione)	3,55	5,26	0,99		-
Costruzioni					
Commercio	1,70	4,43	3,06		-
all'ingrosso e al dettaglio					
Trasporto e	-	-	-		1,76
magazzinaggio					
Attività	-	-	-		3,47
professionali, scientifiche e tecniche	2,00	1,12	6,88		-
Tot	23,85	17,44	19,14	20,14	16,97
Tot depurato da lavoro non locale	9,73	17,44	19,14	15,44	10,47

Comparazioni complessive

Le tabelle 3 e 4 permettono di effettuare un semplice calcolo matematico, riassunto nella tabella 5 dove viene mostrato come il numero di occupati verdi complessivi (diretti più indiretti) sia superiore del 39,87% edel 75,88% a seconda della loro localizzazione. Si può anche osservare come risulti superiore alle fossili sia la media delle industrie verdi sia ciascuna di esse.

Tabella 5 Somma del numero di occupati diretti e indiretti **per milione di euro investito** -comparazione

INDUSTRIE (accorpamento seguendo Garrett- Peltier)	Occupati TOTALI per milione di euro investito	Occupati TOTALI per mil. euro investito - al netto di ULA estere
Idroelettrico	32,4	32,4
Fossile	22,2	14,4
Fotovoltaico	27,5	25,2
Eolico	34,7	20,6
Media globale industrie verdi	31,1	25,3
Totale	24,5	17,1
%Industrie verdi/fossile	139,87%	175,88%

1.3 Risultati comparativi relativi alle emissioni di CO₂

Risultato chiave n° 3

Le industrie verdi riducono significativamente le emissioni lungo tutta la filiera: non solo l'uso, ma anche la produzione di energia rinnovabile emette circa un terzo della CO₂ rispetto alle fossili per ogni euro di valore aggiunto, rendendola una scelta nettamente più sostenibile anche da questo punto di vista.

Infine le tabella 6 e 7 entrano in un **aspetto ulteriore , quello dell'impatto carbonico della produzione, (non del consumo) di energia** . Se appare infatti evidente a chiunque che l'uso (la combustione) di una fonte fossile emette in atmosfera quantità di CO₂ molto superiori a quelle di una fonte rinnovabile di pari effetto energetico, non è sempre scontato che i risultati emissivi restino gli stessi quando dalla fase di *uso* di un bene ci si sposta verso l'analisi delle emissioni rilasciate in fase di *produzione* (si pensi ad esempio alla differenza tra l'impatto carbonico di un veicolo elettrico in fase di uso - pressoché nullo se l'elettricità proviene da fonti rinnovabili - e le emissioni che invece rilascia la fase di produzione dello stesso veicolo).

Procedendo anche a questo tipo di valutazione attraverso il solito criterio comparativo, e assumendo che le industrie confrontate lavorino tutte in Italia, dalle tabelle seguenti risulta che in fase di *produzione* le industrie fossili emettono una quantità quasi quadrupla rispetto alle industrie rinnovabili (tabella 6: 42.871,25 Kg di CO₂rispetto a 11.320,12) se il confronto viene fatto a parità di Unità lavorative impiegate, mentre emettono una quantità quasi tripla (tabella 7: 392,76 Kg di CO₂ rispetto a 137,65 per ogni 1000€) se il confronto viene invece riferito al valore aggiunto economico generato. Le industrie verdi pertanto, oltre ad offrire maggiori opportunità occupazionali risultano più virtuose non solo nell'impatto emissivo dovuto al consumo della loro energia, ma anche nell'impatto emissivo legato a un'altra fase del ciclo di vita dell'energia: la sua produzione, e il dato non dovrebbe sorprendere visto che la produzione di energia fossile richiede operazioni a monte (estrazioni) e a valle (trasporto fisico, punti di vendita al consumatore), molto impattanti climaticamente e pressoché assenti nelle industrie verdi.

Tabella 6: intensità emissiva in Kg di CO₂e. di ogni ULA **diretta** - comparazione

Nomenclatura di sintesi (ISTAT su Garrett)	Kg di CO ₂ equivalente per ULA				Oil and Gas
	Fotovoltaico	Eolico	Idroelettrico	Media globale industrie verdi	
Attività estrattiva	-	-	-		71.296,00
Industria del petrolio e chimica	-	18.175,67	-		37.865,98
Industria metallurgica	4.083,47	2.800,10	-	4.200,14	
Industria elettronica, apparecchi e motori (non di veicoli)	1.580,68	270,97	632,27		-
Altre industrie (compresa installazione)	513,44	759,89	143,76		-
Costruzioni	362,28	941,93	652,10		-
Commercio all'ingrosso e al dettaglio	-	-	-		290,75
Trasporto e magazzinaggio	-	-	-		4.714,52
Attività professionali, scientifiche e tecniche	84,87	47,53	291,94		-
Tot	6.624,74	22.996,08	5.920,23	11.847,02	114.167,24
Tot depurato da lavoro non locale	5.044,06	22.996,08	5.920,23	11.320,12	42.871,25

Tabella 7: intensità emissiva in Kg di CO₂e. per ogni 1000€ di valore aggiunto - comparazione

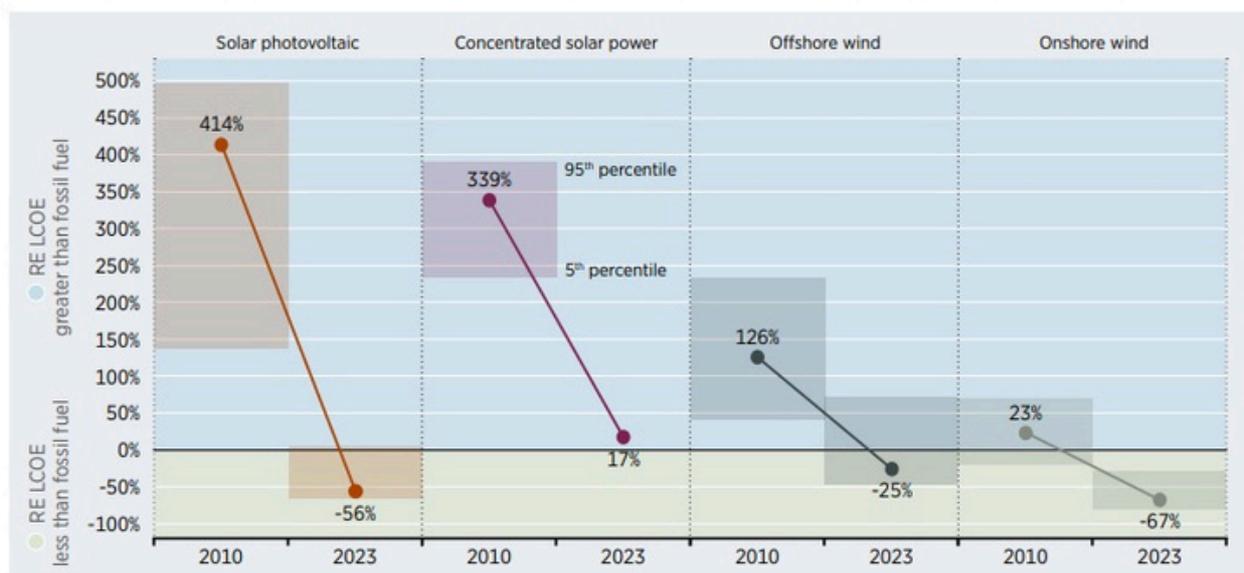
Nomenclatura di sintesi (ISTAT su Garrett)	Kg di CO ₂ equivalente per ULA				Oil and Gas
	Fotovoltaico	Eolico	Idroelettrico	Media globale industrie verdi	
Attività estrattiva	-	-	-		249,56
Industria del petrolio e chimica e farmaceutica	-	155,47	-		323,89
Industria metallurgica	63,53	43,56	65,34		-
Industria elettronica, apparecchi e motori (non di veicoli)	17,43	2,99	6,97		-
Altre industrie (compresa installazione)	9,15	13,54	2,56		-
Costruzioni	7,89	20,52	14,21		-
Commercio all'ingrosso e al dettaglio	-	-	-		5,34
Trasporto e magazzinaggio	-	-	-		63,53
Attività professionali, scientifiche e tecniche	1,45	0,81	4,98		-
Tot	99,44	236,88	94,05	143,46	642,32
Tot depurato da lavoro non locale	82,01	236,88	94,05	137,65	392,76

1.4 Le tendenze economiche di medio periodo: l'affidabilità delle industrie verdi

I dati presentati nei paragrafi precedenti fotografano la situazione attuale, ma è interessante arricchire l'analisi con i dati di tendenza. In primo luogo la dinamica è stata riferita ad un parametro sintetico ossia il LCOE (Levelized Cost of Energy, Costo medio per unità di energia prodotta) e sono stati utilizzati riferimenti di fonte IRENA, citati testualmente nella frase e nelle figure riportate qui di seguito:

“In 2010, the global weighted average LCOE of onshore wind was USD 0.111/kWh. This was 23% higher than the weighted average cost of new capacity additions for fossil fuels, which stood at USD 0.090/kWh. By 2023, however, the global weighted average LCOE of new onshore wind projects was USD 0.033/kWh – 67% lower than the weighted average fossil fuel-fired cost, which had risen to USD 0.100/kWh.”⁵

Figure S1 Change in global weighted average LCOE for solar and wind compared to fossil fuels, 2010-2023



Note: RE = renewable energy.

⁵ <https://www.irena.org/Publications/2024/Sep/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2023> paragrafo

Table S1 Total installed cost, capacity factor and LCOE trends by technology, 2010 and 2023

	Total installed costs			Capacity factor			Levelised cost of electricity		
	(2023 USD/kW)			(%)			(2023 USD/kWh)		
	2010	2023	Percent change	2010	2023	Percent change	2010	2023	Percent change
Bioenergy	3 010	2 730	-9%	72	72	0%	0.084	0.072	-14%
Geothermal	3 011	4 589	52%	87	82	-6%	0.054	0.071	31%
Hydropower	1 459	2 806	92%	44	53	20%	0.043	0.057	33%
Solar PV	5 310	758	-86%	14	16	14%	0.460	0.044	-90%
CSP	10 453	6 589	-37%	30	55	83%	0.393	0.117	-70%
Onshore wind	2 272	1 160	-49%	27	36	33%	0.111	0.033	-70%
Offshore wind	5 409	2 800	-48%	38	41	8%	0.203	0.075	-63%

Notes: CSP = concentrated solar power; kW = kilowatt.

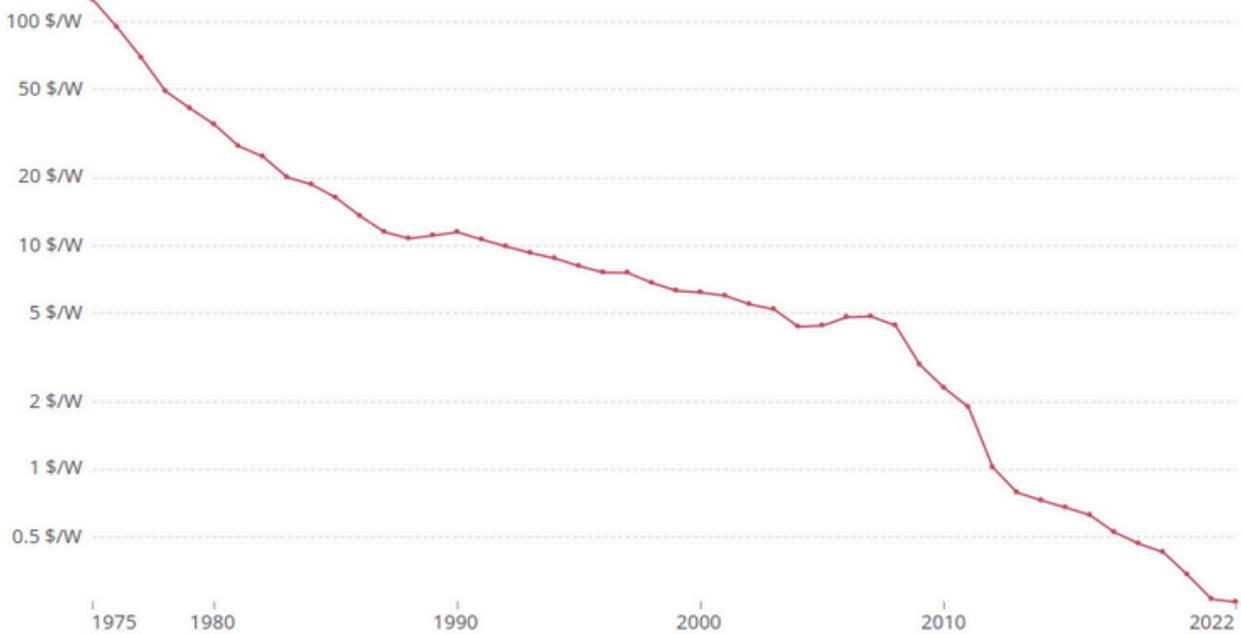
Come esempio successivo si è proceduto ad una comparazione *analitica* scegliendo l'industria fotovoltaica, per le industrie verdi, e il gas naturale, per le industrie fossili. Per ciò che riguarda il fotovoltaico la serie storica sul costo per watt dei moduli al silicio cristallino – riassunta da <https://ourworldindata.org/grapher/solar-pv-prices> e aggiornata con i dati 2024 di Bloomberg net – mostra una diminuzione continua e netta, dai \$10 nel 1990 (erano 40 nel 1980), ai \$5 nel 2009 e al **\$0,1 per watt nel 2024**. Per ciò che riguarda il prezzo del gas naturale, la stessa fonte – <https://ourworldindata.org/grapher/natural-gas-prices>, aggiornata con i dati 2024 della Federal Reserve di Saint Louis – mostra un andamento tortuoso e al rialzo: dai \$ 5 per Mwh del 1990, ai \$ 15 circa per Mwh del 2009, ai \$ 80,14 dollari per Mwh del 2024.

Volendo rendere ancora più evidente la comparazione si può assumere come pari a 100 il prezzo del 1990 e osservare le evoluzioni. Per quanto riguarda il prezzo del modulo di silicio fotovoltaico per watt, questo scende da 100 a 1 nel 2024, mentre nello stesso arco di tempo il prezzo del gas naturale sale da 100 a oltre 1600. In più le due curve di prezzo appaiono l'una (i moduli) linearmente in discesa – dipendendo principalmente dalle evoluzioni tecnologiche e dall'allargamento del mercato, l'altra (il gas) non solo in crescita, ma anche ondivaga e soggetta a variabili di mercato imprevedibili, influenzate da fattori speculativi e geo-politici.

Solar (photovoltaic) panel prices

Our World in Data

This data is expressed in US dollars per Watt, adjusted for inflation.



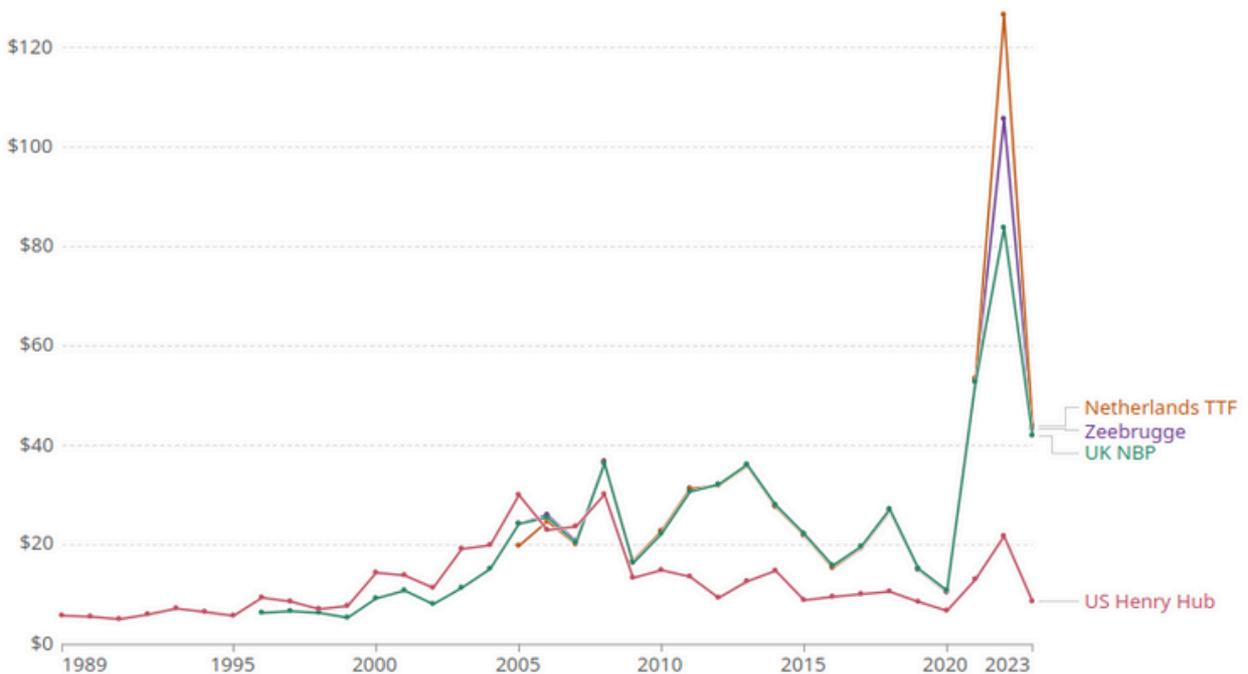
Data source: International Renewable Energy Agency (2023); Nemet (2009); Farmer and Lafond (2016)

Note: Data is expressed in constant 2022 US\$ per Watt.

Natural gas prices

Our World in Data

Natural gas prices are measured in US dollars per megawatt-hour (MWh). This data is not adjusted for inflation.



Data source: Energy Institute based on S&P Global Platts - Statistical Review of World Energy (2024)

La lettura di questa dinamica diventa ancora più significativa se integrata con la lettura sulle tendenze del mercato mondiale ricavata dal BP outlook 2024. Il report evidenzia infatti come la capacità eolica e solare globale sia prevista in aumento di circa 8 volte entro il 2050 (base 2023) nella traiettoria corrente, e di 14 volte nella traiettoria *Net Zero*. A partire da queste tendenze e assumendo dai dati IEA che: i) a fine 2023 la capacità globale installata risulta pari a circa 900 Gigawatt di eolico e 1100 Gigawatt di fotovoltaico; ii) che il costo medio per Gigawatt installato sia di 1400 milioni di euro, si può stimare che nel 2050 si aggiungeranno tra i 16.000 e i 30.000 Gigawatt, sommando le due tecnologie. A prezzi attuali, questo comporterebbe un investimento aggiuntivo tra i 22.400 e i 42.000 miliardi di euro, e ciò significa nel corso dei 26 anni tra il 2024 e il 2050 la generazione di un Valore aggiunto diretto stimabile tra i 13.888 e i 26.040 miliardi di euro, a cui aggiungere tra i 15.008 e i 28.140 miliardi di valore aggiunto indiretto; nello stesso arco di 26 anni si genererebbe inoltre un numero totale variabile tra i 233.632.000 e i 438.060.000 di Unità lavorative annue *dirette* e tra i 462.336.000 e i 866.880.000 di ULA indirette (i dati sono stati ottenuti applicando agli investimenti i coefficienti presenti in tabelle 1-4). Non è possibile stimare con ragionevole approssimazione quanto di questi valori aggiunti economici e

quanta di questa occupazione globale andrà all'Italia, ma è ragionevole pensare che l'impatto per l'industria italiana sarà notevole, viste le competenze del nostro paese nel campo, che - secondo l'analisi *Transizione energetica: la filiera delle tecnologie delle rinnovabili in Italia (2021)* della Direzione Studi e Ricerche di Intesa San Paolo, ne fanno il secondo paese produttore europeo di tecnologie per le rinnovabili e in particolare di convertitori statici, dispositivi fotosensibili, moltiplicatori di velocità (o gearboxes). Inoltre da un punto di vista della competitività internazionale, con il 3% dell'export mondiale e la Germania e gli USA come clienti principali, l'analisi della Direzione Studi e Ricerche di Intesa San Paolo dimostra come l'Italia si posizioni al sesto posto nell'esportazione di tecnologie per la produzione di energia rinnovabile, salendo al quarto posto nel comparto specifico dei moltiplicatori di velocità-gearboxes (FER 100%) dove detiene un alto livello di specializzazione. Se invece si concentra l'analisi sul mercato italiano, i dati del PNIEC (Piano nazionale integrato per l'energia e il clima del giugno 2024) dicono che (tabella 65) tra il 2022 e il 2030 l'aumento della produzione elettrica rinnovabile sarà pressoché interamente a carico di nuovi impianti eolici e fotovoltaici e che (tabella 99) il costo complessivo in miliardi di euro per i nuovi impianti si colloca tra 46,1 (scenario corrente) e 81,8 (scenario PNIEC).

Applicando i coefficienti di cui sopra, la crescita a scenario corrente genererà un totale di 59,47 miliardi di euro in valore aggiunto diretto e indiretto e un totale di 1,061 milioni di ULA tra dirette e indirette; la crescita a scenario PNIEC genererebbe invece 105,52 miliardi di euro (ossia oltre 46 miliardi in più) e 1,882 milioni di ULA (881mila in più).



PARTE SECONDA: L'USO DELL'ENERGIA



CAP 2: GLI IMPATTI QUALITATIVI SULL'OCCUPAZIONE

Premessa

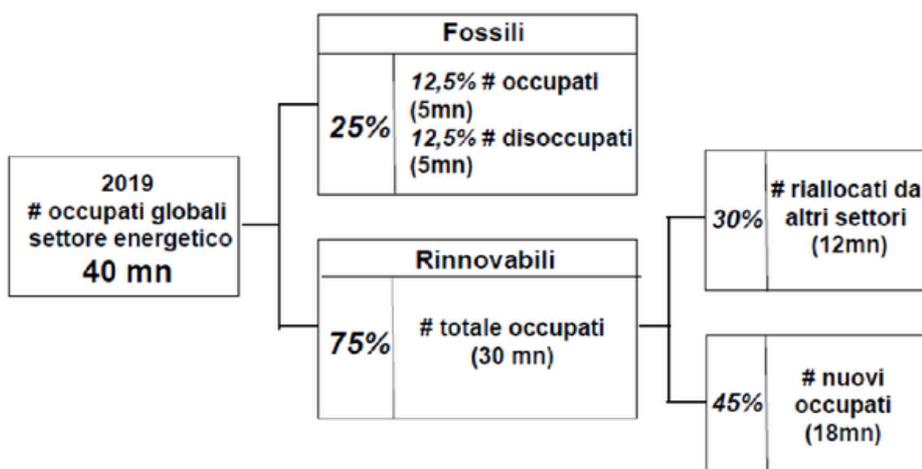
La transizione energetica è destinata ad esercitare effetti rilevanti anche sulla struttura occupazionale e sulla tipologia dei profili professionali prevalenti.

Secondo l'IEA, a livello globale, nel solo settore energetico (petrolio, gas carbone, rinnovabili bioenergie ed elettricità) operano attualmente circa 40 milioni di persone. Nel 2030 la crescita del settore delle rinnovabili e l'indotto assorbiranno circa 30 milioni di lavoratori. Una buona parte dei nuovi posti potranno (circa il 40%) essere coperti dalla riconversione in loco di lavoratori esistenti, ma una parte degli attuali occupati perderanno il lavoro (circa 5 milioni dislocati

soprattutto nella produzione di energia fossile); nel contempo la crescita delle rinnovabili ne creerà tre volte tanto (circa 14 milioni), con un effetto netto positivo sull'occupazione (circa 9 milioni di nuovi occupati) a livello mondiale. Dal modello IEA è possibile derivare la seguente tavola di impatto occupazionale globale.

⁶ IEA (2021). Stime non specificamente focalizzate sul settore energetico relative agli impatti occupazionali della trasformazione green sono state elaborate con riferimento al contesto mondiale da IMF (2022) e focalizzate sull'Unione Europea da Vandeplas (2022).

Figura 1 – Impatto occupazionale sul settore energetico globale al 2030 (stime IEA)



Fonte: ns elaborazioni su IEA (2021)

La crescita della quota di tecnologie rinnovabili, comporta peraltro anche un radicale cambiamento nella struttura dei profili professionali, che non si rispecchia in quella attualmente in essere e che richiede un processo di riqualificazione delle competenze esistenti e di formazione delle nuove, oltre che di protezione sociale delle persone che per età e/o tipologia di mansioni non è invece ricollocabile.

Secondo l'IEA, a livello mondiale, la nuova occupazione collegata alle energie rinnovabili sarà per il 65% concentrata su mansioni a qualificazione professionale alta/altissima (65%) e media (27%) e per il 38% concentrata su servizi professionali di alto livello (IEA 2021).

Figura 2 – Nuova occupazione globale per collocazione e livello professionale IEA (struttura %)



Fonte: IEA (2021) p. 159

⁷ Risultati analoghi sugli impatti della transizione sui profili professionali sono stati stimati anche per l'Italia (Basso et al. 2023a, 2023b)

Ci sono diverse considerazioni a vantaggio dell'upskilling della forza lavoro in Italia. Da punto di vista economico, una forza lavoro più qualificata è essenziale per aumentare la capacità delle imprese italiane di innovare e adottare nuove tecnologie, elementi fondamentali per migliorare la produttività e attrarre investimenti esteri⁸(OECD, 2021). Considerazioni analoghe si possono applicare al settore pubblico (Bulman, 2021). Dal punto di vista delle politiche pubbliche, promuovere l'upskilling rappresenta un modo per valorizzare gli investimenti già effettuati nel sistema educativo. L'Italia, che spende circa il 4% del PIL per l'istruzione, può massimizzare il ritorno di questi investimenti formando lavoratori in grado di applicare le competenze teoriche apprese in contesti applicati. Questa transizione riduce il mismatch tra domanda e offerta di lavoro, che è indicato come uno dei principali ostacoli al pieno utilizzo delle risorse umane nel Paese. Inoltre, upskilling e il reskilling della forza lavoro hanno impatto sociali importanti: possono ridurre la disoccupazione strutturale e le disuguaglianze, promuovendo una crescita economica più inclusiva. Le politiche di upskilling possono aumentare l'adattamento del mercato del lavoro alla transizione digitale e quella ecologica, garantendo al contempo una maggiore stabilità socio-economica (Cedefop 2020).

In questo capitolo si individueranno alcuni indicatori di impatto standardizzati per valutare gli effetti che ogni euro di investimenti in energia rinnovabile può produrre sulla qualità del lavoro con specifico riferimento alla situazione italiana.



⁸ Draghi M. (2024) Part B: In-depth analysis and recommendations, Section 2, 2. Closing the skills gap, pp.257-278.

2.1 Gli indicatori aggregati disponibili

L'analisi del contributo della transizione energetica alla trasformazione delle mansioni professionali si è inizialmente sviluppato sulla base delle informazioni prodotte dal progetto O*NET, che aveva classificato le mansioni emergenti collegate allo sviluppo delle industrie "green" negli Stati Uniti (Dierdorff et al. 2009, 2011). La metodologia è stata successivamente adattata anche all'Unione Europea (Vona 2021).

I dati statistici disponibili a livello aggregato non consentono di correlare in modo diretto il contributo del fattore lavoro ai processi produttivi connessi ad energie rinnovabili, distinguendoli da quelli basati su fonti fossili. Nel settore energetico, la classificazione settoriale NACE⁹ non distingue infatti tra i due comparti ed essi possono essere ricomposti solo sulla base della ricostruzione analitica delle rispettive catene del valore (Garrett-Peltier 2017). Con riferimento all'Italia, un'indicazione delle principali mansioni coinvolte nella transizione energetica è stata ricostruita nel PNIEC (Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima)¹⁰ che ha selezionato le figure professionali di riferimento classificate secondo i criteri delle statistiche ISTAT sulle professioni,¹¹ a sua volta basata sugli standard internazionali ISCO-08¹² [cfr. **Appendice A.1**¹³].

Questa classificazione è riconciliabile anche con gli esercizi di impatto quantitativo della transizione sui profili professionali effettuati dalla Banca d'Italia (Basso et al. 2023b), che utilizzano la classificazione ISCO (adottata anche dal progetto O*NET), riaggregandoli in tre fasce qualitative di livello professionale: "alto", "medio" e "basso".

Secondo la classificazione ISTAT (2024), che ricalca la tassonomia ISCO-08, la qualità del lavoro (skill) connota "l'insieme delle conoscenze, delle abilità e delle competenze" ovvero "la capacità di svolgere i compiti di un determinato lavoro" e viene categorizzata sulla base dell'insieme di attività svolte da ogni figura professionale, nella duplice dimensione della specializzazione e della capacità. La specializzazione viene profilata sulla base di quattro indicatori: (a) campo di conoscenze necessario; (b) strumenti/macchinari utilizzati; (c) tipo di materiali gestiti; (d) tipologia di beni o servizi prodotti. La capacità viene invece definita in ragione della complessità e dell'ampiezza dei compiti pertinenti a ciascuna figura professionale ed è misurata sulla base di: (e) natura del lavoro svolto; (f) il livello di istruzione formale richiesto;¹⁴ (g) l'esperienza lavorativa e la formazione sul campo.

⁹ ISTAT (2010)

¹⁰ Governo Italiano (2024) pp. 474-476

¹¹ ISTAT (2024) e ISTAT, Classificazione delle professioni, <https://www.istat.it/classificazione/classificazione-delle-professioni-2/>

¹² ISCO (2023)

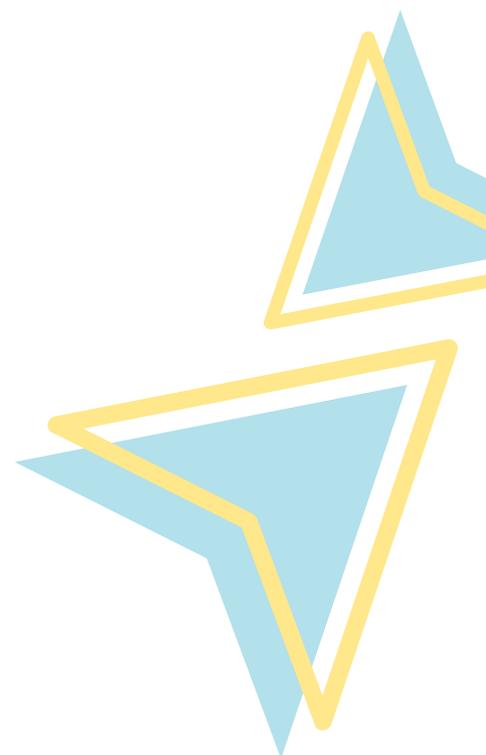
¹³ Il PNIEC incrocia anche le figure professionali ISTAT con il livello di competenza richiesto sulla base di una griglia qualitativa che, per ogni figura ISTAT individuata indica se essa è: (a) molto importante; (b) importante; (c) poco importante o (d) ininfluente (Governo Italiano 2024 p175)

¹⁴ Il livello di istruzione è definito in base alla classificazione internazionale standard per l'istruzione (ISCED 97)

Sulla base di questi criteri, l'ILO classifica le mansioni su **quattro livelli** (che coprono 813 unità professionali, raggruppate in 131 classi, a loro volta aggregate in 41 gruppi e 9 grandi categorie professionali)¹⁵ [cfr. **appendici A.1 e A.5**]:

- **Basso:** esecuzione di compiti semplici e routinari, generalmente manuali, per i quali non è richiesto un livello di istruzione superiore alla scuola primaria;
- **Medio-basso:** compiti un po' più complessi ("azionare e mantenere macchinari, leggere istruzioni, fare resoconti, avere capacità comunicative, abilità manuali") e un livello di istruzione non superiore al primo livello di ciclo secondario oppure di formazione professionale equivalente;
- **Medio-alto:** esecuzione di compiti tecnici più ampi ("comprendere testi complessi, preparare rapporti tecnici, garantire norme di sicurezza o sanitarie, coordinare o supervisionare processi lavorativi"), competenze per le quali è richiesta istruzione superiore o laurea di primo livello ovvero una significativa esperienza lavorativa nel settore;
- **Alto:** profili professionali che prevedono l'assunzione di responsabilità e capacità di problem solving in contesti complessi e richiedono ampie conoscenze teoriche e pratiche ("insegnamento, progettazione, analisi e diagnosi di problemi o malattie")

e per i quali è generalmente richiesto un livello di istruzione terziario e un'adeguata esperienza professionale. Il riferimento alla classificazione ISCO consente anche di utilizzare la riclassificazione delle figure professionali in ragione del loro grado di "greenness" elaborato nell'ambito del progetto O*NET. L'indice di "greenness" è calcolato sulla base del numero di specifiche mansioni "green" sul totale delle mansioni svolte da ogni figura professionale e può assumere valori tra zero ed uno, dove il valore 1 indica figure professionali totalmente dedicate alla trasformazione ecologica e/o energetica (Dierdorff et al.2011; Vona et al. 2018; Verdolini-Vona 2022) [cfr. **Appendice A.3**].



¹⁵ ISTAT (2024) pp 10-57

¹⁶ Ad esempio ingegneri ambientali, tecnici ambientali o addetti alla rimozione di materiali inquinanti oppure nuove professioni come ingegneri eolici, tecnici fotovoltaici, coordinatori di sistemi di riciclaggio (Vona et al 2018 p. 721)

2.2 Le stime top-down di impatto aggregato della transizione energetica sui profili professionali in Italia

Risultato chiave n° 4
Le imprese italiane della filiera verde e le imprese italiane impegnate nella decarbonizzazione tra il 2011 e il 2021 hanno aumentato l'occupazione di fascia alta (imprenditori, managers, ingegneri) molto più di quanto sia occorso nella media delle altre imprese.

Stime quantitative relative agli impatti della transizione "green" sui profili professionali in Italia sono state oggetto di un'analisi effettuata dalla Banca d'Italia nel 2023¹⁷. Il lavoro di Basso et al. (2023b) è centrato sul contributo del fattore lavoro alla riduzione dell'intensità emissiva dell'economia italiana occorsa nel periodo 2012-2022¹⁸ e non indaga il rapporto causale inverso (cioè l'impatto della decarbonizzazione sul lavoro). Inoltre, le modalità molto compatte con cui sono rappresentati i risultati non consentono la diretta riproducibilità dell'analisi su altri piani, anche se offrono alcuni interessanti indizi di tendenza. Gli autori dividono l'esercizio in tre parti:

(a) la prima focalizzata sulla riallocazione intersettoriale degli occupati e dei principali profili professionali occorsa in parallelo alla riduzione dell'intensità emissiva media; (b) la seconda centrata invece sulle stesse tendenze, ma con riferimento ai soli settori che più hanno ridotto la propria intensità emissiva e (c) la terza analoga alla seconda ma riferita soltanto alle imprese che hanno aumentato il fatturato nella filiera "verde". Ovviamente i gruppi di imprese rappresentate nei tre esercizi possono in parte sovrapporsi.

a) Il primo esercizio mostra che, nel periodo 2011-2021, le riallocazioni di occupazione tra settori si sono concentrate soprattutto sui profili professionali di fascia media (gruppi 4,7,8 della classificazione ISCO-08: impiegati, artigiani, addetti alle vendite; macchinisti e meccanici ecc.)¹⁹, con effetti meno intensi sui profili professionali più qualificati (gruppi ISCO-08 1,2,3: manager, professionisti e associati, tecnici specializzati ecc.) e praticamente senza alcun impatto sulle fasce professionali inferiori (gruppi ISCO-08: 5 e 9) [Fig.3a].

b) Il secondo esercizio si riferisce infatti ai movimenti occupazionali intervenuti in imprese impegnate

¹⁷ Il riferimento è al lavoro di Basso et al. (2023b), focalizzato sulla scomposizione del contributo del fattore lavoro alla decarbonizzazione. Vi è anche un altro contributo della Banca d'Italia che tratta in modo marginale il tema con riferimento ai finanziamenti del PNRR (Basso et al. 2023a)

¹⁸ Tra il 2011 ed il 2021 le emissioni per lavoratore (GHG/FTE) si sono ridotte in Italia da poco meno di 20 tCO₂e a poco meno di 15 tCO₂e, concentrate soprattutto nel settore energetico.

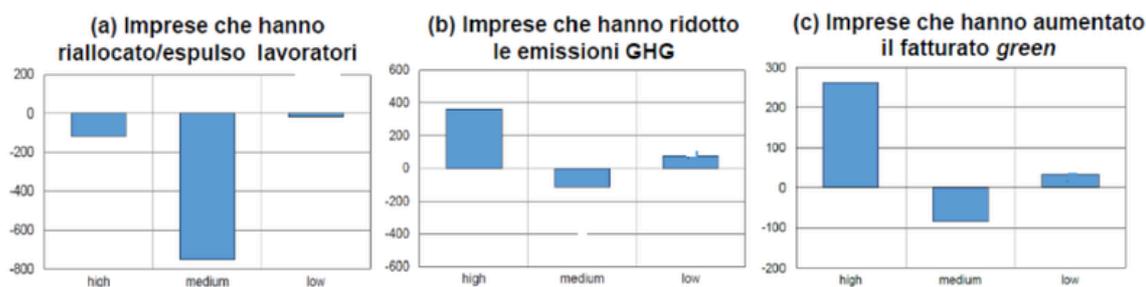
¹⁹ Tra i lavoratori di media professionalità, la riallocazione ha interessato nel decennio quasi 800mila lavoratori, originariamente collocati soprattutto nel settore delle costruzioni (dove si è registrata una riduzione di poco meno di 300mila addetti). Impatti negativi si sono verificati anche nel settore manifatturiero (minerario-estrattivo, siderurgico, lavorazione del legno), nel settore elettrico, nella pubblica amministrazione e nei servizi (commercio e trasporti).

nella decarbonizzazione. In questo sottogruppo si sono registrate dinamiche molto diverse dall'aggregato: è molto aumentato (anziché diminuito) il numero di occupati di fascia alta (+300mila) ed è in minor misura aumentato (anziché diminuito) anche il numero di lavoratori di fascia bassa; sono invece diminuite (ma in misura minore rispetto all'aggregato) le occupazioni di fascia media **[Fig. 3b]**.
c) Il terzo esercizio, riferito ai settori delle filiera "verde", mostra andamenti molto simili a quelli del secondo, ma con numeri più contenuti **[Fig. 3c]**.

Il confronto tra i risultati del secondo e del terzo esercizio rispetto a quelli del primo appaiono molto significativi. Nei settori più impegnati nella decarbonizzazione (esercizio b) e/o nei settori "verdi" (esercizio c) prevalgono sia i profili a più elevata qualificazione professionale (imprenditori, managers, ingegneri ecc.), sia quelli a qualificazione più bassa (installatori, elettricisti, riparatori ecc.). Nel terzo esercizio, riferito all'intero aggregato di imprese e dove pesano i settori più esposti alla necessità di processi di riconversione/ristrutturazione produttiva, prevale la riduzione del personale, a danno soprattutto dei quadri intermedi (amministrativi, tecnici intermedi ecc.) ed in parte anche delle figure apicali (**cfr. Appendice A.1 e A.2** per il dettaglio delle figure professionali più coinvolte).



Figura 3 – Impatti occupazionali collegati alla decarbonizzazione in Italia (2011–2021)



Fonte Basso et al. (2023b)

E' interessante notare che, analizzando i risultati degli esercizi (b) e (c) (che possono rappresentare una proxy delle implicazioni della transizione energetica), si ritrovi una distribuzione degli impatti tra le tre macrocategorie di profili professionali non dissimile da quella stimata da IEA a livello mondiale [Fig. 2]. In Italia, sul totale del turn-over, il 70% delle posizioni coinvolte sono di fascia "alta" (contro il 65% a livello globale), tra il 20 ed il 23% in fascia "media" (contro il 27% IEA) e tra il 7%-10% in fascia "bassa" (contro l'8% IEA). Se ne può dedurre che quelle percentuali rappresentino per l'Italia una accettabile approssimazione dell'impatto aggregato della transizione sui nuovi profili professionali sull'intero sistema produttivo. Aggregando i dati di turn-over trasversalmente nei tre esercizi, la distribuzione delle posizioni coinvolte

tra settori che ristrutturano/riallocano (esercizio [a]) e settori "green" (esercizi [b] e [c]) sembrerebbe invece diversa in Italia da quella globale IEA. La proporzione dei settori che ristrutturano/ricollocano rispetto a quelli "verdi" emergenti è 52% vs 48% (contro 40% vs 60% nelle stime IEA globali) [Fig. 1 e 4]. **Ne deriverebbe che in Italia la transizione comporterebbe un trasferimento molto più ampio della media mondiale da profili professionali tradizionali ad emergenti, concentrato soprattutto sulle qualifiche intermedie.**²⁴

²⁰ Data la natura degli esercizi, i dati possono essere letti anche dal numero delle posizioni professionali coinvolte (turn-over), anziché come numero di posti di lavoro guadagnati/persi. Il totale del turn-over è qui calcolato come somma dei valori assoluti delle posizioni coinvolte, indipendentemente dal fatto che il segno sia positivo o negativo. Il turn-over totale dell'esercizio (b) è di 500mila posizioni, quello dell'esercizio (c) di 355mila.

²¹ Il 33,6% della Tab. 4 rappresenta infatti il 70% del 48% di aumento delle nuove posizioni

²² Il 9,6% della Tab. 4 rappresenta infatti il 20% del 48% di aumento delle nuove posizioni

²³ Il 4,5% della Tab. 4 rappresenta infatti il 10% del 48% di aumento delle nuove posizioni

²⁴ L'ordine di grandezza complessivo delle posizioni professionali coinvolte vede le figure professionali intermedie subire una riduzione netta assoluta molto accentuata (quasi 1 milione di posizioni), mentre aumentano significativamente le posizioni ad alta qualificazione (circa mezzo milione) ed anche, in misura molto più contenuta, quelle meno qualificate (più 65mila).

Questi impatti potenziali richiedono un ampio sforzo di riqualificazione delle figure professionali interessate al fine di evitare che il gap di competenze si traduca nell'impossibilità di avviare i processi di trasformazione sulla scala necessaria.²⁵ A questo proposito il PNIEC (2024) ricostruisce una mappa molto articolata delle nuove capacità richieste per ciascun profilo professionale, rilevando come per le fasce professionali medie ed alte prevalga la richiesta sia di competenze verticali (prevalentemente tecnologiche e digitali), sia di capacità trasversali di diagnosi e problem solving. La stessa analisi sottolinea anche come l'offerta attualmente proveniente dall'istruzione e formazione professionale italiana non appaia adeguata a soddisfare la domanda.²⁶

Un'ulteriore conseguenza indiretta della migrazione verso posizioni emergenti di fascia professionale medio-alta è che essa riflette la ricomposizione dell'occupazione da industrie tradizionali (caratterizzate da una maggiore incidenza di mansioni routinarie e anche da una maggiore intensità emissiva) a settori di attività che richiedono livelli di qualificazione professionale più elevata (e che nel contempo hanno anche una minore impronta carbonica). Il Fondo Monetario rileva infatti una forte correlazione positiva a livello globale tra la perdita di posti di lavoro routinari

e di basso livello e miglioramento complessivo dell'intensità emissiva del sistema produttivo.²⁷

Le "proprietà ambientali" della ricomposizione occupazionale sono infatti multidimensionali e dipendono congiuntamente da "ciò che i lavoratori fanno" e da "dove lo fanno" (ovvero in quali settori sono occupati). Il IMF (2022) analizza la qualità ambientale delle tipologie professionali sia sotto il profilo dell'intensità emissiva (CO₂ per lavoratore) sia sotto il profilo della greenness (attraverso due indici, uno di green intensity ed uno di pollution intensity, costruiti sulla base della metodologia O*NET²⁸). Sulla base di questi indicatori, l'IMF rileva che i livelli più elevati di inquinamento e di intensità emissiva sono concentrati su una percentuale relativamente bassa di mansioni prevalentemente di livello medio-basso (circa il 15%), dislocate sui settori più energivori (estrattivo, manifatturiero ed utilities) e che invece le mansioni di più alto livello professionale tendono ad associarsi a livelli di green e pollution intensity più bassi. Vi è inoltre evidenza che le mansioni associate a minore intensità emissiva e maggiore greenness sono anche meglio pagate e più stabili.²⁹

²⁵ Draghi M. (2024) Part B: In-depth analysis and recommendations, Section 2, 2. Closing the skills gap, pp.257-278.

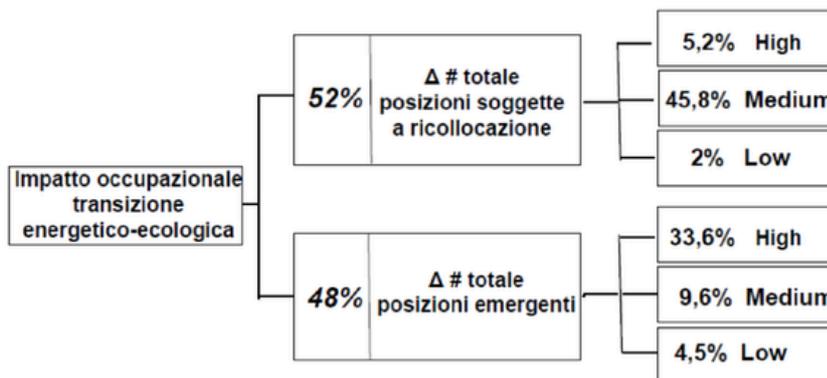
²⁶ PNIEC (2024) pp. 172-176

²⁷ IMF (2022) online Annex, p.8

²⁸ Dierdorff et al (2009, 2011); Vona et al. (2018)

²⁹ IMF (2022) pp. 71-82

Figura 4 – Stime top-down di impatto della transizione sui profili professionali in Italia



2.3 Focus sulla catena del valore occupazionale delle energie rinnovabili

La transizione energetica produce non solo la perdita di figure professionali tradizionali, concentrata sui quadri/impiegati amministrativi o commerciali e su figure tecniche intermedie della filiera fossile (tecnici dell'industria petrolifera e chimica; meccanici dei motori endotermici; tecnici di apparati produttivi e termici alimentati a gas o a derivati del petrolio ecc.), ma anche l'esigenza di una loro ampia riconversione e riallocazione su nuove competenze, legate alle tecnologie rinnovabili. La natura di queste ultime può essere indagata bottom-up sulla base della ricostruzione granulare fatta da IRENA della catena del valore delle più importanti tra esse: il solare (fotovoltaico e da riscaldamento), l'eolico on-shore e l'eolico off-shore. In tutte e tre i casi, la filiera produttiva è stata scomposta da IRENA nelle sue principali componenti lungo il suo intero ciclo di vita:

- progettazione e pianificazione (planning);
- produzione (procurement & manufacturing);
- trasporto;
- installazione e connessione alla rete;
- gestione e manutenzione (operations & maintenance)
- disinstallazione (decommissioning)

Per ciascuno stadio della catena del valore, IRENA indica l'ammontare di ore-uomo necessarie in relazione ai MW di potenza installata e le sottoarticola anche per singole tipologie di figure professionali. Da queste informazioni di base sono stati ricalcolati:

1. il numero e la percentuale di FTE per MW installato, divisi per segmenti della catena del valore e per figure professionali;
2. l'attribuzione di ciascuna figura professionale alle categorie di qualificazione "alta", "media" e "bassa", allineate alla classificazione ISCO-08/ISTAT;

³⁰ IRENA (2017a, 2017b, 2018, 2021; 2023a; 2023b)

³¹ L'acronimo STEM sta per: Science, Technology, Engineering, Mathematics.

3. L'incidenza percentuale dei livelli di qualificazione professionale per ciascuna tecnologia rinnovabile e per ciascun sotto segmento della filiera;
4. L'incidenza percentuale della tipologia professionale delle classi "alta" e "media", suddivise in tre macro-categorie: professioni "STEM", professioni tecniche "non-STEM" e professioni "amministrative"

Risultato chiave n° 5

Le filiere dell'industria verde in Italia producono soprattutto occupazione di natura permanente: questa pesa mediamente tra il 60% e l'80%, mentre quella temporanea si colloca solo tra il 20% e il 40%.



2.4 I risultati dell'analisi bottom-up della catena del valore occupazionale delle energie rinnovabili

L'analisi granulare del contenuto occupazionale delle filiere rinnovabili mette in luce che l'impatto quantitativamente più consistente è di natura permanente (gestione/manutenzione e produzione) e pesa mediamente tra il 60% e l'80%, mentre quello temporaneo (progettazione/pianificazione; trasporto; installazione; dismissione) pesa per il 20%-40% [Fig. 5].³² Nell'ambito della componente permanente, è interessante notare che l'eolico off-shore presenta una distribuzione tra FTE dedicati alla produzione (procurement/manufacturing) e FTE dedicati all'operatività ordinaria (operations/maintenance) molto diversa rispetto ad eolico on-shore e al solare FV: al contrario di questi

ultimi nella filiera dell'eolico off-shore la catena produttiva è infatti molto più articolata e complessa e l'assorbimento di manodopera per la gestione ordinaria è minore in ragione della maggiore concentrazione delle installazioni in pochi parchi di grandi dimensioni,³³ mentre la diffusione territoriale di solare ed eolico on-shore pesa proporzionalmente di più sulle attività di gestione/manutenzione ordinaria.³⁴

Figura 5 – Stime bottom-up di impatto occupazionale lungo la catena del valore delle energie rinnovabili (%FTE per MW installato)

	Feasibility Project planning	Procurement Manufacturing	Transport	Installation Connection	Operations Maintenance	Decommis- sioning
Solare FV	1%	22%	2%	17%	56%	2%
Eolico on-shore	2%	17%	1%	30%	43%	7%
Eolico off-shore	1%	56%	3%	11%	24%	5%

Fonte IRENA (2017a;2017b; 2018; 2021; 2023a)

³² Le componenti permanenti pesano il 78% per il solare, per il 60% per l'eolico on-shore e addirittura per l'80% per l'eolico off-shore (dove in quest'ultimo comparto la componente di produzione è circa due volte e mezzo più rilevante di quella di gestione manutenzione). L'assorbimento temporaneo di forza-lavoro (progettazione/pianificazione; trasporto; installazione; dismissione) è invece del 20% per il solare e per l'eolico off-shore e del 40% per l'eolico on-shore.

³³ IRENA (2018)

³⁴ IRENA (2017a; 2017b)

La riconciliazione delle varie fasi della catena del valore con il livello di qualificazione professionale delle figure coinvolte, mostra una distribuzione abbastanza simile tra profili [Fig. 6]: le fasce “alta” (ingegneri, management, esperti legali ecc.) e “media” (tecnici specializzati, impiegati amministrativi ecc.) rappresentano ciascuna tra un quinto ed un quarto degli FTE (19%-27%), mentre le mansioni di fascia “bassa” (installatori, operai ecc.) rappresentano circa metà del totale. Le componenti ad “alta” e “media” qualificazione professionale, prevalgono le specializzazioni scientifico-tecniche (STEM), che rappresentano circa il 30% delle professioni attivate nelle filiere solare ed eolica on-shore ed il 20% di quella dell’eolico off-shore [Fig. 6 e Appendice A.5].

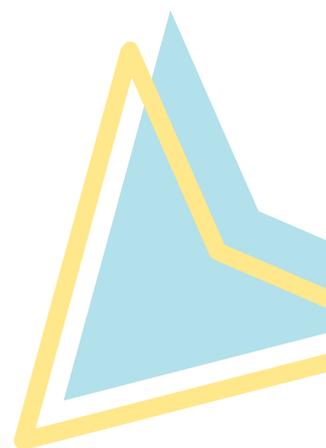


Figura 6 – Stime bottom-up di impatto sui profili professionali nelle filiere delle energie rinnovabili

	(%FTE per MW installato)			Total
	Solar PV	Wind on-shore	Wind off-shore	
High	24%	19%	27%	24,3%
Medium	24%	22%	23%	23,0%
Low	52%	59%	51%	52,7
Total	100%	100%	100%	100%
STEM	31%	28%	21%	
non-STEM	4%	5%	19%	
Admin	1%	4%	8%	
Others	64%	63%	52%	

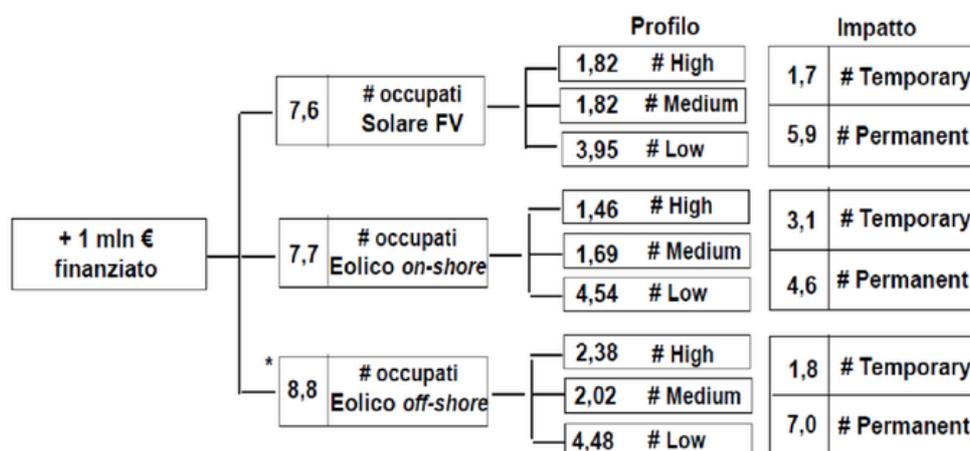
Fonte IRENA (2017a;2017b; 2018; 2021; 2023b)

2.5 Gli impatti occupazionali per milione di euro investito nelle rinnovabili

Sulla base dei dati presentati nel paragrafo precedente e dei moltiplicatori input-output associati agli investimenti unitari [Appendice A.4]³⁵, è possibile ricavare le stime di impatto occupazionale degli investimenti nei principali comparti di energie rinnovabili non solo in termini di quantità di FTE complessivi, ma è anche possibile disaggregarli in ragione della fascia di qualificazione attivata [Fig. 7]. Per ogni milione di euro investiti circa 6 FTE sono permanenti nel solare FV, 5 nell'eolico on-shore e 7 nell'eolico off-shore. La distribuzione per qualifiche professionali, mostra invece che, in tutti e tre i comparti, l'impatto è di circa 4-4,5 FTE nelle fasce "basse" e da 1,5 a 2,5 FTE nelle fasce "alta" e "media".

La divisione degli effetti occupazionali tra temporanei e permanenti è basata sulla collocazione delle mansioni nella catena del valore. A questo proposito va però osservato che questa classificazione comporta la sovrastima dell'effettiva "temporaneità" di alcune mansioni. In una fase di crescita sistematica e protratta degli investimenti in energie rinnovabili, l'impatto dinamico delle funzioni collegate alle fasi di progettazione e installazione tende infatti a riprodursi e ad espandersi nel tempo, con il risultato di rendere "permanentemente" nell'arco dei prossimi decenni anche mansioni formalmente classificate come "temporanee".

Figura 7 – Stime di impatto occupazionale qualitativo per mln di euro investito



Fonte: elaborazione EStà su dati IRENA, Garret-Peltier (2017) e PNIEC (2024)

³⁵ I coefficienti di attivazione occupazionale input-output adottati sono quelli ricostruiti da Garret-Peltier (2017, Tab.5 p.444) ad eccezione di quello relativo all'eolico off-shore, dedotto dal PNIEC (2024 Tab.95 pp. 466-467), che non è disponibile in Garret-Peltier, mentre gli altri coefficienti di quest'ultimo sono sostanzialmente allineati a quelli deducibili dal PNIEC.

CAP 3: GLI IMPATTI SULLE COMUNITÀ

Risultato chiave n° 6
Il valore sociale dei benefici delle industrie verdi varia, in funzione dei tassi di interesse bancari, tra i 20 e 60 centesimi di euro a Kwh prodotto

3.1 La preferibilità sociale degli investimenti in rinnovabili

In questa sezione si analizza il valore sociale (VS) di investimenti in energie rinnovabili, misurato come il costo sociale da gas serra che viene evitato da un certo livello di investimento in nuova produzione da fonti di energia rinnovabile (FER). Il valore sociale così definito consiste in una stima monetaria (€) del danno sociale associato ad emissioni di gas

serra che viene appunto evitato generando energia elettrica con fonti rinnovabili, in sostituzione dell'equivalente energia generata da fonti fossili. Da notare che le considerazioni sul valore sociale si possono applicare in maniera speculare e opposta alle spese in energia fossile, in termini del danno provocato da ogni kWh di energia prodotta con fonti fossili.

Premessa

Alla base della stima del valore sociale così definito vi è il concetto di carbon values (costo sociale della CO₂ o "social cost of carbon", SCC). I carbon values rappresentano il valore monetario che la società può associare agli impatti generati da una tonnellata di carbonio o equivalente gas serra (€/tCO₂e).³⁶

³⁶E.g. [Valuation of greenhouse gas emissions: for policy appraisal and evaluation - GOV.UK](#); [Carbon values literature review](#)

Essi differiscono dai prezzi osservati nei mercati ETS del carbonio, che derivano dal prezzo di equilibrio tra domanda e offerta di certificati emissivi. Tali prezzi sono influenzati, tra gli altri fattori, dall'erogazione di certificati gratuiti decisa dalle autorità in funzione delle policy di perseguite, che ha contribuito storicamente a mantenere i prezzi ETS bassi. I carbon values vengono solitamente utilizzati da governi o altri enti nell'ambito dell'**analisi costi benefici** di un intervento: il SCC rappresenta infatti il valore monetario di equilibrio che eguaglia al margine (i.e. per unità aggiuntiva) la spesa relativa ad un determinato intervento, con il valore (a prezzi attuali) dei danni evitati da quella stessa spesa.

In altri termini, si tratta dei costi che una spesa oggi può evitare nel futuro. La Figura 8 offre un esempio di tale applicazione.

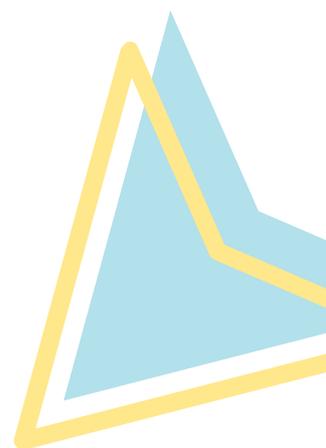
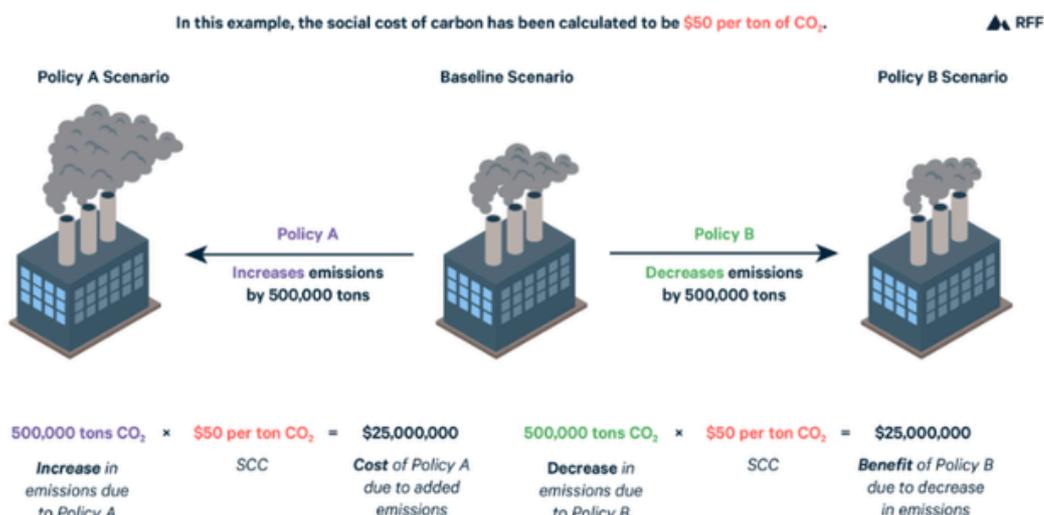


Figura 8 Esempio di applicazione del SCC per analizzare l'impatto di diversi interventi di policy a confronto³⁷



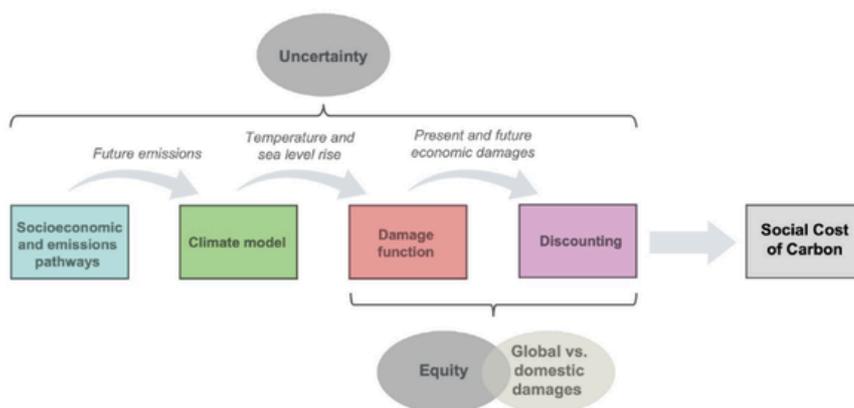
³⁷ Fonte: <https://www.rff.org/publications/explainers/social-cost-carbon-101/>

Stimare il “valore sociale” degli interventi attraverso il SCC ha, come ipotesi implicita sottostante, la validità dei nessi funzionali che secondo la scienza legano emissioni, riscaldamento e danni climatici. In questo senso, i GHG evitati possono essere assunti come proxy del benessere sociale degli interventi in mitigazione. Va notato che i carbon values non incorporano aspetti più strategici e qualitativi della decarbonizzazione, quali l'aumento della sicurezza energetica o dell'equità intergenerazionale. Per valutare un intervento in maniera più comprensiva occorrerebbe integrare l'analisi con altre dimensioni, incluse quelle qualitative, per le quali si rimanda a studi più ampi in materia. In questo studio vengono invece valutati altri impatti pertinenti, egati all'impatto di inquinanti atmosferici sulla salute e sull'ambiente (Sezione 3.2). Il SCC viene generalmente determinato sulla base di modelli IAM (Integrated Assessment Models) che integrano moduli di ottimizzazione della crescita economica con moduli climatici che quantificano i danni attesi (“damage function”).³⁸ Data la traiettoria di decarbonizzazione target, il SCC rappresenta il costo sociale corrispondente alla traiettoria desiderata. Vista sotto una diversa angolazione, il SCC può rappresentare il livello di tassazione che dovrebbe essere applicato per compensare le esternalità negative (effetti indesiderati non riflessi nei prezzi di mercato) dell'attività economica.

Occorre infine notare che il livello del SCC in tali modelli dipende da molteplici fattori e pertanto ha un ampio margine di incertezza. In generale, a parità di altri fattori, ad un target più ambizioso (i.e. corrispondente ad una maggior riduzione di emissioni rispetto alla baseline) corrisponde un SCC più alto, riflettendo il maggior peso³⁸ negativo che la società associa alle emissioni (e quindi il valore positivo associato alle emissioni evitate). Il SCC è inoltre sensibile al tasso di sconto applicato all'attualizzazione dei danni attesi (dove un maggior tasso di sconto corrisponde ad un SCC più basso), oltre ad altri parametri chiave della modellizzazione. Pertanto, il “carbon value” è di solito stimato per range minimi e massimi.

³⁸ Vedere ad esempio: [OP-REEP160015 80..99; Estimating a social cost of carbon for global energy consumption | Nature: Policies, projections, and the social cost of carbon: Results from the DICE-2023 model](#)

Figura 9 Illustrazione sul calcolo del SCC utilizzando IAMs³⁹



BOX 1: calcolo del valore sociale in termini algebrici

In termini algebrici, una volta determinata l'evoluzione del SCC ottimale (o del SCC associato a specifici obiettivi di policy), a fronte di spese di mitigazione immediate, il valore atteso dei futuri benefici della carbonizzazione associata a quelle spese è pari a:

$$SV_t = \sum_{t=e}^T \frac{SCC_t \times GHG_t}{(1+r)^t}$$

dove gli effetti delle spese sulle emissioni cominciano a manifestarsi al tempo $t=e$, si cumulano fino al tempo T , vengono valorizzati al SCC corrispondente ad ogni periodo, ed attualizzati al tasso di sconto "r". L'orizzonte temporale entro cui si realizzano a pieno i benefici attesi dalla spesa è quello entro

cui il costo iniziale viene completamente ammortizzato da questi ultimi ("break even point"), cioè quando la spesa iniziale è uguale a $SV(T)$.

Tale approccio è stato adottato ad esempio da Alpino et. al. in uno studio di Banca d'Italia che sulla base di diverse traiettorie di SCC e tassi di sconto calcola i break even points per gli investimenti del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

³⁹ Fonte: <https://climatechangefork.blog.brooklyn.edu/2021/08/31/calculating-social-cost-carbon-already-spending/>

Approccio analitico

Per realizzare una stima del valore sociale, come definito sopra, di investimenti in rinnovabili, è stata effettuata per questo studio un'analisi controfattuale dell'impatto di nuovi investimenti in rinnovabili rispetto ad uno scenario di riferimento (corrispondente ad un maggior livello di produzione di energia da fonti fossili).

Nella fattispecie, è stato analizzato l'impatto sulle emissioni di gas serra degli investimenti in tecnologie rinnovabili derivanti dalle misure delineate nel Piano Nazionale Integrato sull'Energia e il Clima (PNIEC) e relativo al periodo 2024-2030, rispetto alle proiezioni fornite da ISPRA al 2023 per lo stesso periodo, sulla base di politiche vigenti:⁴⁰

- Le proiezioni di emissioni di gas serra dalle industrie energetiche negli anni di riferimento sono direttamente tratte dal PNIEC, e si riferiscono allo scenario energetico che include le misure introdotte dal Piano.
- Le emissioni evitate sono calcolate rispetto allo scenario ISPRA al 2023 di emissioni da industrie energetiche in uno scenario con politiche vigenti (incluse le misure introdotte dal PNRR già implementate).

Dai dati in Tabella 8, si deriva che **ad ogni € miliardo investito dal PNIEC (2025-2030) in tecnologie rinnovabili corrispondono circa 0,73 MTCO₂e di emissioni evitate.**

Tabella 8 – Dati estratti da PNIEC 2024-2030, ISPRA 2023, e dati derivati

	Storico 2022	Proiezione 2025	Proiezione 2030
Emissioni industrie energetiche, con misure PNIEC (MtCO ₂ e)	95	39	37
Emissioni industrie energetiche, scenario di riferimento (MtCO ₂ e)	-	63,5	59,3
Emissioni evitate: differenza tra i due scenari (MtCO ₂ e)	-	-0,4	-16,2
Nuova capacità FER installata, con misure PNIEC (GW)	61	84	131
Produzione lorda elettricità da FER, con misure PNIEC (TWh)	121	158	227
PNIEC investimento annuo medio 2025-2030 (mld€) *	-	13,6	13,6

*Il valore di investimento medio annuo è calcolato dal totale (81,8 €mld) sul periodo 2024-2030.

⁴⁰“Le emissioni di gas serra in Italia: obiettivi di riduzione e scenari emissivi”, 2023, ISPRA

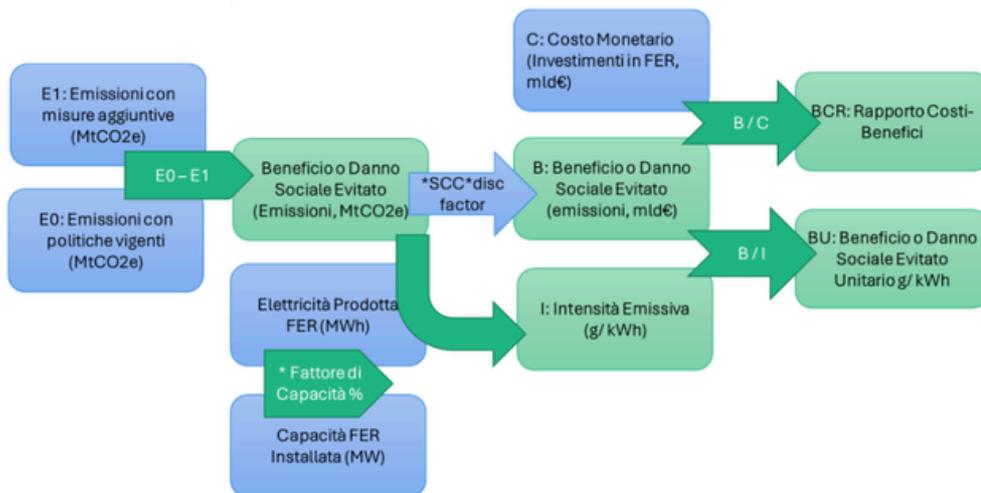
Questo dato è comparabile a quello che si può derivare da uno studio recente di Banca d'Italia, che conduce ad un coefficiente di 0,76 MtCO₂e evitate per €mld investito in rinnovabili dal PNRR.⁴¹

Il calcolo del valore sociale è stato effettuato utilizzando i passaggi mostrati in Figura 10:

- Per ogni anno nel periodo 2025–2030, si calcola la differenza di emissioni tra la traiettoria con misure nel PNIEC e lo scenario di riferimento (ISPRA) con politiche vigenti.
- Le emissioni evitate calcolate sopra vengono moltiplicate per il SCC (preso da UBA) e per il fattore di sconto sociale (descritti sotto), e si sommano i valori annui per ottenere il valore sociale relativo all'intero periodo 2025–2030.

- Il valore (o beneficio) sociale ottenuto viene diviso per l'investimento complessivo nello stesso periodo, da cui si deriva un coefficiente di costi-benefici.

Figura 10 Approccio adottato per il calcolo del valore sociale relativo alle emissioni evitate. Valori in azzurro presi da PNIEC e ISPRA; valori in verde calcolati; frecce: calcoli.



⁴¹ Costs and benefits of the green transition envisaged in the Italian NRRP. An evaluation using the Social Cost of Carbon. Matteo Alpino, Luca Citino e Federica Zeni. October 2022.

La Tabella 9 riporta i valori per il SCC utilizzati nell'analisi. Questi valori sono presi dall'Agenzia Tedesca per la Protezione dell'Ambiente (Umweltbundesamt o UBA), e sono espressi in euro 2023. Per ottenere i valori per i singoli anni tra il 2025-2030 è stata assunta una crescita lineare.

Si noti che le diverse traiettorie dipendono dal tasso di preferenza temporale pura, come indicato nella denominazione in tabella, ma altresì dipendono da altri fattori (e.g. tipo di policy perseguite). Il tasso di preferenza temporale pura rappresenta, a livello algebrico, il diverso peso che gli individui o decision makers attribuiscono a flussi di cassa (costi/ utili) nel corso del

tempo. Un tasso più alto indica un peso minore attribuito ai flussi futuri; un tasso più basso indica un peso simile o equivalente. In termini decisionali, questo rappresenta il fatto che i costi (o i benefici) assumono solitamente un peso maggiore rispetto ai costi (o benefici) futuri. Questa è una delle problematiche chiave riguardanti l'investimento in decarbonizzazione, per la quale i benefici principali si realizzano nel futuro mentre i costi sono da sostenere nel presente.

Tabella 9 – Valori per il SCC utilizzati nell'analisi, in Euro 2024

	2024	2025	2030
SCC "Centrale" (1% tasso preferenza temporale)	300	335	435
SCC "Alto" (0% tasso di preferenza temporale)	880	940	1,080

Fonte: UBA, aggiornamento metodologico 2024. Ai fini di riportare i risultati, le due serie sono state qui denominate come stima costo Centrale e Basso.⁴²

⁴² [Costi sociali dell'inquinamento ambientale | Agenzia federale per l'ambiente](#)

Box 2: Approfondimento sul tasso di sconto sociale

I valori per il SCC di UBA vengono utilizzati anche dallo studio di Banca d'Italia citato sopra. La scelta di utilizzare tali valori ha tenuto conto di numerosi fattori inclusi: robustezza della fonte; allineamento con l'approccio Banca d'Italia; disponibilità di un maggior numero di valori nella serie temporale rispetto ad altre fonti; valuta e prezzo di riferimento in linea con le esigenze dell'analisi. Inoltre, la serie Centrale è allineata con i "Carbon Values for Appraisal" citati sopra e utilizzati dal Governo del Regno Unito, anch'esso fonte autorevole nell'ambito dell'analisi di impatto di politiche di decarbonizzazione. Per determinare il tasso sociale di sconto utilizzato nell'analisi è stato adottato l'1% come tasso di preferenza temporale pura,

in allineamento con UBA serie Centrale. Ne sono stati ricavati 2 tassi di sconto, basandosi sulla formula di Ramsey⁴³: 3% (basato sul 2% come tasso di mercato) e 5% (basato sul 4% come tasso di mercato), entrambi allineati con l'approccio usato da Banca d'Italia.

Il fattore di sconto sociale, calcolato a partire dal tasso di sconto, ad oggi (i.e. 2024) equivale ad 1, e decresce nel corso del tempo.⁴⁴

Questo riflette il fatto che i benefici che si realizzano in futuro ad oggi hanno un peso minore nelle decisioni. Similarmente, i costi (da sostenere per la decarbonizzazione) assumono più peso nel presente e vengono valutati con peso minore nel futuro.

La Tabella 9 riporta i valori per il SCC utilizzati nell'analisi. Questi valori sono presi dall'Agenzia Tedesca per la Protezione dell'Ambiente (Umweltbundesamt o UBA), e sono espressi in euro 2023. Per ottenere i valori per i singoli anni tra il 2025-2030 è stata assunta una crescita lineare.

⁴³ Il tasso di sconto sociale alla base del SCC di UBA segue la formula di Ramsey:

- Tasso di sconto sociale $r = z + n \cdot g$
- z = tasso di preferenza temporale puro
- n = elasticità marginale di consumo
- g = tasso di crescita dei consumi

⁴⁴ Il fattore di sconto all'anno i è definito come $f_i = (1+r)^{-i} \cdot [1/(Y_i - Y_0)]$ dove r è il tasso di sconto, Y_i l'anno di riferimento per cui il tasso di sconto è misurato, e Y_0 l'anno iniziale della serie temporale.

Risultati

L'analisi risulta in una stima monetaria del valore sociale associato alla riduzione di emissioni di gas serra evitate dalla sostituzione di un kWh di energia termoelettrica (fossile), con un kWh di energia elettrica generata da fonti rinnovabili.

I risultati ottenuti e riportati nella Tabella 10, con eccezione della stima dei benefici cumulati, sono relativi a

coefficienti unitari. Va osservato che tali coefficienti non sono influenzati dal livello di ambizione assoluta contenuto nel PNIEC, quanto dall'efficacia dei relativi investimenti, dove a parità di efficacia (i.e. rapporto benefici/ costi), un maggiore livello di investimenti in rinnovabili porterebbe ad un maggior livello assoluto di emissioni evitate.

Tabella 10 Stima del valore sociale degli investimenti nel PNIEC – **valori unitari**

Valore sociale investimenti PNIEC	Benefici cumulati (€mln)	Coefficiente benefici/ costi	Benefici unitari per elettricità prodotta (€cent/ kWh FER)
SCC centrale, TS alto	13	0,2	19
SCC alto, TS basso	40	0,6	58

In base a questi risultati, nell'orizzonte temporale al 2030 il costo sociale evitato (o valore sociale) misurato secondo questo metodo corrisponde al 20%-60% del costo d'investimento, a seconda del SCC e tasso di sconto applicato. Questo implica che l'ammortamento completo dell'investimento in termini di benefici si realizza in un orizzonte temporale più lungo di quello ipotizzato nell'esercizio (5 anni). Poiché ci si aspetta che tale rapporto aumenti ulteriormente nel corso del tempo, soprattutto in seguito all'aumento del costo sociale marginale del carbonio nell'avvicinarsi all'anno per cui il target di decarbonizzazione è stabilito, ogni ritardo nell'investimento comporta costi sociali più elevati e quindi anche la necessità di investimenti di mitigazione più ampi, in periodi di tempo più brevi, e relativamente più costosi.

Una comparazione di questi risultati con valori ottenuti in altri studi risulta complessa per via dell'elevato grado di sensibilità dei risultati alle assunzioni e ai parametri adottati nell'analisi. Tuttavia, si può fare riferimento, ad esempio, ad un'analisi di questo tipo svolta da UBA sul costo sociale dei gas serra, la quale riporta risultati con un simile ordine di grandezza: un valore medio per tutte le fonti fossili di 24,6 €cent/ kWh, e un valore relativo al solo gas naturale di 13 €cent/ kWh. È altresì da notare, come già osservato in precedenza, che il valore sociale così stimato è relativo al solo impatto da gas serra dell'uso dei combustibili fossili in termini di global warming, e che tale valore non cattura altri impatti positivi della decarbonizzazione (ad es. impatti sulla salute o sulla biodiversità).

⁴⁵ Costi sociali dell'inquinamento ambientale | Agenzia federale per l'ambiente

3.2 Impatti sociali delle energie fossili e rinnovabili sulla salute e sull'ambiente

Risultato chiave n°7

La combustione di energia fossile in Europa è ad oggi responsabile di ingenti impatti negativi sulla salute e sull'ambiente. La sostituzione di fonti fossili con energia rinnovabile evita tali danni, apportando un beneficio sociale di ampia scala.

Premessa

Gli inquinanti atmosferici rappresentano il maggior fattore di rischio ambientale per la salute in Europa, e una causa significativa di malattia e decesso prematuro con ingenti costi sanitari, come attestato da diverse fonti, ad esempio dalla European Environment Agency (EEA):

1. **Gli impatti sulla salute** includono decessi prematuri, e⁴⁶ malattie dell'apparato respiratorio e cardiovascolare, con i relativi costi del sistema sanitario.

- **Decessi.** Nel 2021 nei 27 Paesi EU l'esposizione a particolato e NO₂ in misura superiore alle soglie stabilite dall'OMS ha portato rispettivamente a 238.000 e 49.000 decessi prematuri, mentre l'esposizione all'ozono troposferico oltre alla soglia dell'OMS ha portato a 24.000 decessi prematuri.

- **Malattie.** Nel 2019 l'esposizione a PM_{2.5} ha portato ad oltre 170.000 anni vissuti con disabilità (YLD) dovuti a malattie croniche ai polmoni in 30 paesi Europei; l'esposizione a NO₂ ha portato ad oltre 175.000 YLD dovuti a Diabete di tipo 2 in 31 paesi Europei; ed oltre 12.000 persone sono state ammesse in ospedale per infezioni all'apparato respiratorio dovute ad esposizione acuta all'ozono troposferico in 23 paesi Europei.

2. Gli impatti sull'ambiente

includono l'acidificazione del suolo, l'eutrofizzazione, e la tossicità per organismi viventi nei sistemi terrestri ed acquatici, le quali degradano gli habitat e riducono la biodiversità.⁴⁷

- L'ozono troposferico (O₃) – che si forma in seguito a reazioni chimiche tra altri inquinanti quali Nox e VOC (composti organici volatili) – danneggia coltivazioni e foreste, riducendo i raccolti, riducendo la biodiversità e i servizi di ecosistema.
- L'ossido di azoto (NO_x) e l'ammoniaca (NH₃) presenti nell'aria si depositano, risultando in un eccesso di azoto. Nell'acqua questo contribuisce all'eutrofizzazione – la crescita eccessiva di alghe con una conseguente riduzione del livello di ossigeno disponibile nell'acqua.

⁴⁶ Health impacts of air pollution in Europe, 2022 – European Environment Agency

⁴⁷ Impacts of air pollution on ecosystems – European Environment Agency

- SO₂, NO_x e NH₃ depositandosi modificano la composizione chimica di suolo, laghi, fiumi e mari (i.e. acidificazione), conducendo ad una perdita di biodiversità e allo sconvolgimento degli ecosistemi.

L'impatto degli inquinanti atmosferici sulla salute – analisi della Commissione Europea sugli scenari al 2040

La Commissione Europea ha prodotto quest'anno uno studio approfondito sugli impatti degli inquinanti atmosferici relativo a scenari decarbonizzazione per il 2040 e 2050.⁴⁸

- **A livello di impatti ambientali**, in base allo studio il contributo principale all'acidificazione perviene da SO₂, NO_x e NH₃; mentre l'eutrofizzazione deriva principalmente da emissioni collegate all'Azoto.
- Lo studio riporta le stime di **impatto annuo** sulla salute relative alla mortalità prematura associata all'esposizione a PM_{2.5} e O₃, e i costi economici associati a tali decessi (in €mld). Con riguardo all'impatto ambientale vengono riportate le stime delle aree affette da estrema acidificazione o eutrofizzazione (in 1000 km²).
- **Gli impatti sulla salute** sono soprattutto collegati alla concentrazione di PM_{2.5}, e O₃. Dal punto di vista delle emissioni però,

il peso principale è assunto da NO_x, NH₃ e VOC in quanto contribuiscono alla formazione di PM_{2.5} e O₃, tramite reazioni chimiche nell'atmosfera. Invece, non vengono riportati gli effetti diretti di NO₂ per evitare un doppio conteggio, data l'incertezza sull'entità della sovrapposizione di effetti da PM_{2.5} e NO₂.

- L'analisi della Commissione è relativa a diversi scenari di decarbonizzazione. I valori riportati di seguito si riferiscono allo scenario più "pessimistico" (S1) che è basato su un'estrapolazione ...neare dalle traiettorie energetiche di Fit-for-55. S1 prevede ancora la presenza di emissioni nel settore di produzione dell'energia al 2040, seppur limitate e con una percentuale più elevata di produzione da fonti rinnovabili rispetto al 2030.

L'analisi della Commissione Europea non riporta gli effetti dei singoli inquinanti, solo gli impatti complessivi vengono stimati, e sono riportati nella Tabella 11. Anche nello scenario S1 che è caratterizzato da un livello di decarbonizzazione più basso rispetto a scenari più ambiziosi, si può notare la riduzione degli impatti su salute e ambiente prevista per il 2040 legata a tali misure e la conseguente riduzione dell'inquinamento atmosferico.

⁴⁸ COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT IMPACT ASSESSMENT REPORT. Securing our future Europe's 2040 climate target and path to climate neutrality by 2050 building a sustainable, just and prosperous society. COM(2024) 63 final} – {SEC(2024) 64 final} – {SWD(2024) 64 final}.

⁴⁹ Simboli chimici: Ossido di Azoto (NO_x), Ammoniaca (NH₃), Composti Organici Volatili (VOC), Polveri Sottili inferiori a 2.5 microgrammi (PM_{2.5}), Anidride Solforosa (SO₂).

Tabella 11 – Impatti associati all'esposizione a PM2.5 e ozono troposferico⁵⁰

	2015	2040 (Scenario S1)	2040 (Scenario Life)
Numero di decessi annui dovuti all'esposizione a PM2.5 e O ₃ ,	466,000	197,000	188,000
Numero di anni di vita persi dovuti all'esposizione a PM2.5 e O ₃	5,977,000	2,667,000	2,544,000
Costi annui associati alla mortalità prematura dovuta all'esposizione a PM2.5 e O ₃ (€mld 2023, valutazione "alta")	1,724	677	646
Costi annui associati alla mortalità prematura dovuta all'esposizione a PM2.5 e O ₃ (€mld 2023, valutazione "bassa")	686	306	292
Estrema acidificazione oltre alla soglia critica stabilita per legge (km ₂)	157,000	31,000	19,000
Estrema eutrofizzazione oltre alla soglia critica stabilita per legge (km ₂)	1,164,000	891,000	742,000

La differenza tra gli impatti associati a PM2.5 e O₃ nel 2015 e nel 2040 nei diversi scenari di decarbonizzazione (dal più conservativo al più ambizioso) da un'indicazione del beneficio sociale imputabile alle energie rinnovabili. Queste, sostituendo nel consumo finale energia da fonti fossili, riducono significativamente l'inquinamento atmosferico evitando ingenti danni sulla salute umana.

Contributo delle energie di origine fossile all'inquinamento atmosferico

Oltre a generare emissioni di gas serra – come discusso nei capitoli precedenti – la produzione e l'utilizzo di energie di origine fossile contribuisce in maniera significativa a generare emissioni di inquinanti atmosferici, in percentuale molto maggiore rispetto alle energie da fonti rinnovabili. Le emissioni di inquinanti

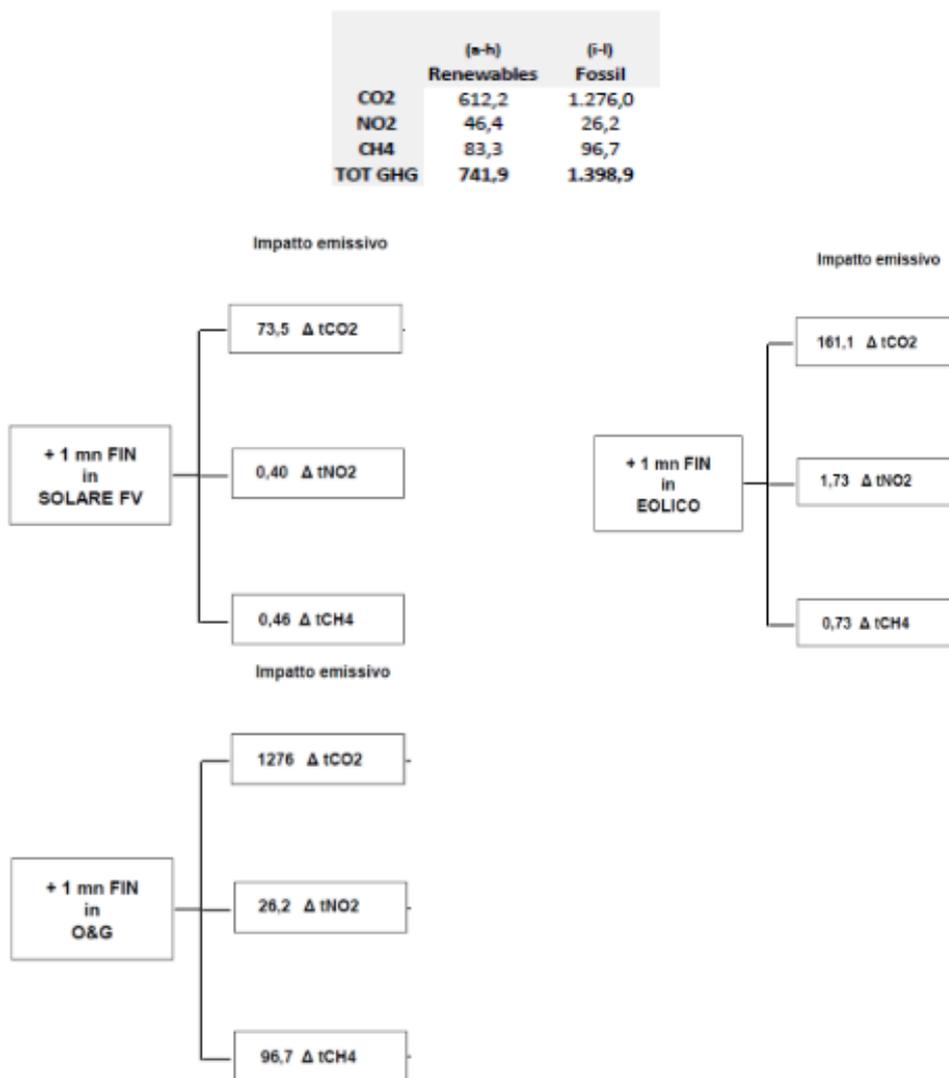
atmosferici (e gas serra) dirette ed indirette associate alla produzione e utilizzo di energie fossili sono pari a quasi 1,400 tCO₂e per milione di euro investito rispetto a circa 740 tCO₂e per le rinnovabili – quasi il doppio. In questa sezione, a partire dalle emissioni per settori di attività economica ATECO dell'ISTAT, ed utilizzando i coefficienti in Garrett Peltier per isolare le componenti attribuibili rispettivamente ad energie rinnovabili e fossili (in linea con l'approccio utilizzato nel capitolo 1), sono state derivate le emissioni dirette e indirette di diversi gas serra per €mIn di investimento. Questo approccio consente di ottenere una stima quantitativa bottom-up delle emissioni di diversi inquinanti nei settori FER e fossili a confronto, presentata in Figura 11.

⁵⁰ La valutazione "alta" è stata ottenuta utilizzando la metodologia del valore statistico di vita (VSL, con un valore pari a €4,36 milioni in euro 2023), mentre la valutazione "bassa" è stata ottenuta usando il metodo del valore di un anno di vita (VOLY, pari al valore di €114,722 in euro 2023).

Da notare che queste emissioni escludono il consumo finale delle diverse forme di energia (e.g. uso di

fossili vs FER per la produzione di elettricità, che sono invece discusse nelle sezioni successive).

Figura 11: stima quantitativa bottom-up delle emissioni di diversi inquinanti nei settori FER e fossili a confronto



Nella sezione successiva si riporta un caso studio relativo all'impatto sull'ambiente derivato dall'utilizzo delle energie fossili per la produzione di elettricità.

Caso studio: inquinamento atmosferico associato alla produzione termoelettrica e relativi impatti sulla salute

Focalizzandosi ora sull'uso finale di energia fossile (emissioni dirette), in Europa la produzione di elettricità, e in particolare gli impianti termoelettrici alimentati a gas, contribuiscono ancora di maniera significativa alla produzione di inquinanti atmosferici. Di conseguenza, sono responsabili di un deterioramento della qualità dell'aria e di numerosi effetti negativi sulla salute e sull'ambiente.

Uno studio della Health and Environment Alliance (HEAL)⁵¹ riporta le stime per gli impatti sulla salute al 2019 associabili alla combustione di gas fossili nelle centrali in Europa e UK, riportati nella Tabella 12.⁵² L'Italia assume un peso particolarmente

significativo nella classifica, posto tra i paesi in EU (e UK) per quantità di emissioni di NOx, polveri, NH3 e NMVOC, e al primo posto per quantità di emissioni di SO2.⁵³ Di conseguenza, per l'Italia i costi sanitari legati alle emissioni da centrali a gas risultano particolarmente elevati, essendo stimati ad oltre 2€mld nel 2019.

Tabella 12 Impatti sulla salute delle centrali a gas in EU e UK, 2019

	Totale EU e UK
Decessi prematuri associati a PM2.5, PM10 e O ₃	2.864
Numero di giorni con sintomi di asma in bambini asmatici associati a PM10	115.999
Casi di bronchite in bambini non asmatici associati a PM10	12.014
Giorni lavorativi persi e giorni con attività limitata associati a PM2.5	908.457 e 3,8 milioni, rispettivamente
Ricoveri ospedalieri associati a PM2.5 e N ₂	2.982 e 1.017 rispettivamente
Costi sanitari	8,7€mld

Fonte: HEAL.

⁵¹ [Una falsa soluzione. HEAL, 2023](#)

⁵² Per contestualizzazione - in base a dati Eurostat ([Energy statistical country datasheets 2024-04 for web.xlsx](#)), la produzione di energia elettrica da gas e derivati nel 2019 è stata pari a circa 600 TWh in EU27, mentre la figura relativa all'Italia è stata pari a 144 TWh (24% del totale).

⁵³ https://www.isdenews.it/wp-content/uploads/2023/01/HEAL-Fossil-gas_briefing_IT.pdf

E' importante notare che gli impatti riportati di sopra sono relativi solamente alla combustione di gas naturale nelle centrali termoelettriche. Pertanto, mentre costituiscono un esempio dei danni alla salute derivanti dall'utilizzo di energie fossili, rispecchiano soltanto una piccola parte dei danni complessivi che ne derivano.

Beneficio sociale dell'energia rinnovabile – ambiente

Con riguardo al beneficio ambientale, uno studio del 2020 della Commissione Europea stima i danni evitati dall'aumento della produzione

di elettricità con fonti rinnovabili e la conseguente riduzione delle emissioni di gas nocivi. L'approccio adottato è simile all'approccio adottato nella Sezione 3.1 di questo studio, dove le emissioni ridotte e i conseguenti danni evitati vengono calcolati a partire dalla differenza nelle emissioni dalla produzione di elettricità tra uno scenario di riferimento e uno scenario con una maggior percentuale di FER, in questo caso adottando una prospettiva di analisi dell'intero ciclo di vita.⁵⁴ I risultati di quest'analisi sono riportati in Figura 12, suddivisi per tecnologia.

Figura 12 – Danni ambientali evitati per tipologia di fonte rinnovabile.

RES	GWP (Mt CO ₂ -eq)	PMF (Mt PM ₁₀ -eq)	TAP (Mt SO ₂ -eq)	FEP (Mt P-eq)	FET (Mt 1,4-DCB-eq)	LOP (km ² a)
Biogas	1.5E+02	4.6E-01	1.4E+00	2.6E-01	3.7E+00	-3.1E+00
Solid biomass	1.8E+02	-3.8E-01	1.5E+00	1.2E-01	1.9E+00	-4.8E+02
Renewable waste	3.4E+01	9.6E-02	3.4E-01	2.2E-02	-2.6E+01	8.0E-02
Geothermal	2.3E+00	6.5E-03	2.6E-02	1.2E-03	-9.2E-02	4.8E-02
Hydro	2.2E+02	4.8E-01	1.9E+00	8.8E-02	1.8E+00	2.6E+00
Offshore wind	6.2E+01	1.7E-01	7.2E-01	5.6E-02	4.8E-01	6.6E-01
Onshore wind	8.3E+02	2.2E+00	8.2E+00	6.3E-01	6.0E+00	8.8E+00
Solar PV	3.1E+02	8.8E-01	4.0E+00	3.5E-01	-2.1E+01	-4.9E+00
CSP	1.7E+01	3.2E-02	1.4E-01	2.5E-03	1.7E-02	-6.2E-01
TOTAL	1.8E+03	3.9E+00	1.8E+01	1.5E+00	-3.3E+01	-4.8E+02

Legenda. GWP: Global Warming Potential; PMF: Particulate Matter Factor; TAP: Total Acidification Potential; FEP: Freshwater Eutrophication Potential; FET: Fish Embryo Toxicity; LOP: Land Occupation Potential.

⁵⁴ Evert A. Bouman (Norwegian Institute for Air Research – NILU). A life cycle perspective on the benefits of renewable electricity generation. Eionet Report – ETC/CME 4/2020 – December 2020.

Riportiamo di sotto i coefficienti di danno unitario evitato dalle fonti rinnovabili nel periodo 2005–2008. Tali coefficienti sono stati ottenuti dividendo gli impatti nella Figura 12 relativi a solare, idroelettrico ed eolico, per il valore della generazione elettrica dalle stesse fonti: la generazione complessiva di elettricità da fonti idroelettriche, solari ed eoliche nel periodo 2005–2018 nei 27 paesi EU, secondo i dati Eurostat citati sopra,

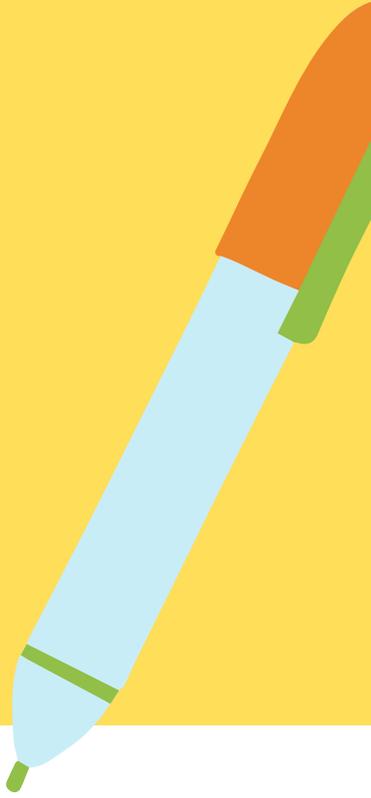
risulta essere stata pari a 7,991 TWh. Il coefficiente per €mld investito è stato ottenuto dall’analisi sul PNIEC nella Sezione 3.1, da cui risulta un costo di 0,98 €mld per ogni TWh di generazione FER aggiuntiva. Da notare che l’impatto negativo sulla tossicità acquatica è dovuto all’utilizzo di solare fotovoltaico, il cui effetto negativo è parzialmente compensato dalle altre fonti rinnovabili.

Tabella 14 – Danno evitato da fonti rinnovabili nei paesi EU 27 nel periodo 2005–2018

	GWP (tCO ₂ e)	PMF (tPM ₁₀ e)	TAP (tSO ₂ e)	FEP (tPe)	FET (t1,4DCBe)	LOP (m ₂ a)
Impatti evitati	1,98E+09	3,69E+06	1,48E+07	1,12E+06	-1,27E+07	7,16E+03
Impatti evitati per TWh	247.777	462	1.855	141	-1592	0,9
Impatti evitati per €mld investito	252.260	470	1.888	143	-1620	0,9

Note. Gli impatti evitati riportati nella tabella si riferiscono a produzione elettrica da fonti solari, eoliche ed idroelettriche. Acronimi: GWP: Global Warming Potential; PMF: Particulate Matter Factor; TAP: Total Acidification Potential; FEP: Freshwater Eutrophication Potential; FET: Fish Embryo Toxicity; LOP: Land Occupation Potential.

CONCLUSIONI



Solitamente gli studi relativi all'impatto socioeconomico e ambientale degli investimenti si concentrano sui risultati relativi al caso specifico, senza procedere a una comparazione con altre possibili scelte e senza produrre evidenze facilmente utilizzabili nell'analisi di casi ulteriori. Questo studio affronta invece il tema attraverso **un approccio diverso**, mettendo a confronto strutturalmente gli impatti delle industrie verdi e delle industrie fossili e offrendo dati ed evidenze utili per qualunque tipo di investimento di cui si vogliono valutare gli effetti.

I risultati ottenuti mostrano come le industrie verdi abbiano un impatto migliore delle industrie fossili su un'ampia serie di parametri socioeconomici: il valore aggiunto economico diretto, la quantità di occupazione diretta e indiretta generata, il livello e la stabilità dell'occupazione, il costo per la comunità dei danni ambientali arrecati. L'impatto migliore riguarda anche un parametro ambientale solitamente poco considerato: le emissioni di CO₂ in fase di produzione dell'energia. Se l'impronta carbonica minore delle industrie verdi è data per scontata relativamente al consumo finale (nella fase di uso l'energia rinnovabile emette meno CO₂ dell'energia fossile) in questo studio si dimostra come anche il processo produttivo veda un minore impatto emissivo delle industrie verdi rispetto alle fossili.

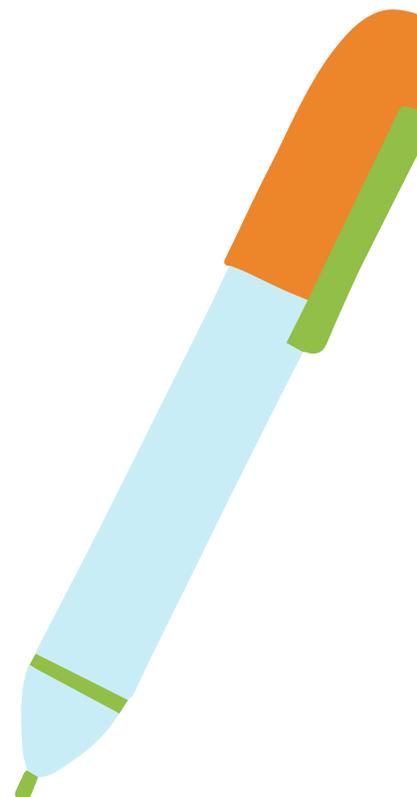
Oltre ad allargare il perimetro dei parametri e a usare il metodo comparativo relativamente alla situazione odierna, lo studio ha esaminato anche le prospettive future, andando ad evidenziare come la distanza tra industrie verdi e industrie fossili andrà tendenzialmente ad allargarsi a favore delle prime.

Le analisi sono state condotte, laddove possibile, calcolando gli impatti socioeconomici prodotti per unità di investimento. Questo approccio ha permesso di ricavare una serie di coefficienti, ciascuno dei quali può essere applicato agli investimenti di qualsiasi fonte pubblica o privata per ottenere le scenarizzazioni di impatto adeguate alla specifica situazione.

Le analisi sono state tutte eseguite con metodologie scientificamente solide e sono supportate da fonti dati autorevoli, quali ad esempio la più recente versione del PNIEC.

L'insieme di queste considerazioni fornisce argomentazioni fattuali robuste per mostrare come la transizione energetica non offra solo una serie di vantaggi a livello ambientale, ma sia accompagnata da vantaggi economico sociali altrettanto evidenti.

Un insieme di argomentazioni e di dati che ESTà mette a disposizione dei decisori e degli enti impegnati nell'advocacy sui temi climatici, perché le scelte relative alla transizione si possano basare su analisi e scenarizzazioni quanto più possibile solide e oggettive.



APPENDICI TECNICHE

Appendice A.1

Classificazione delle professioni ISTAT coinvolte nella transizione energetica

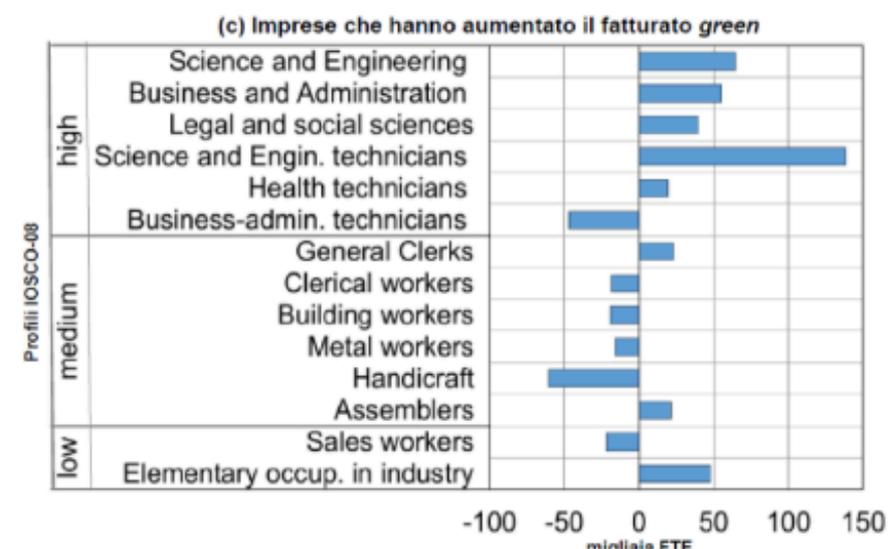
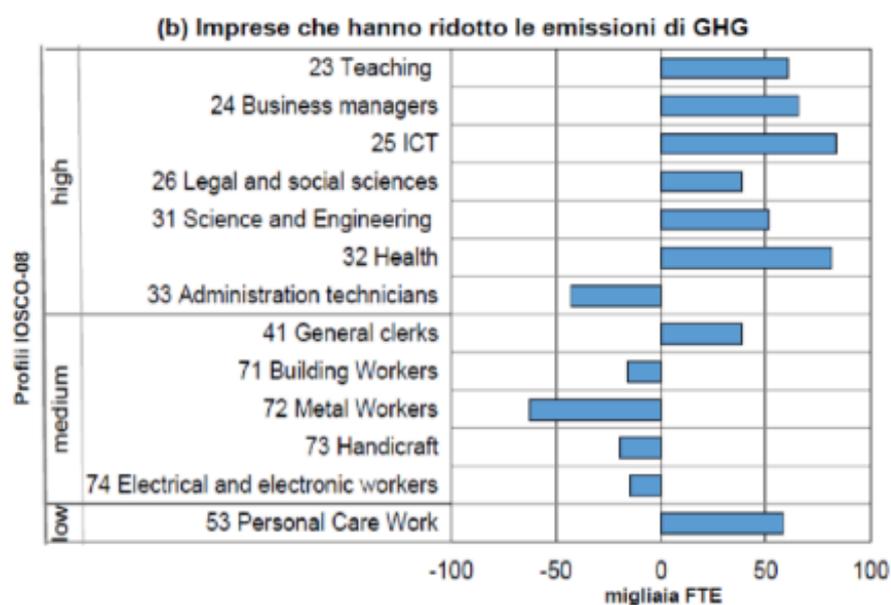
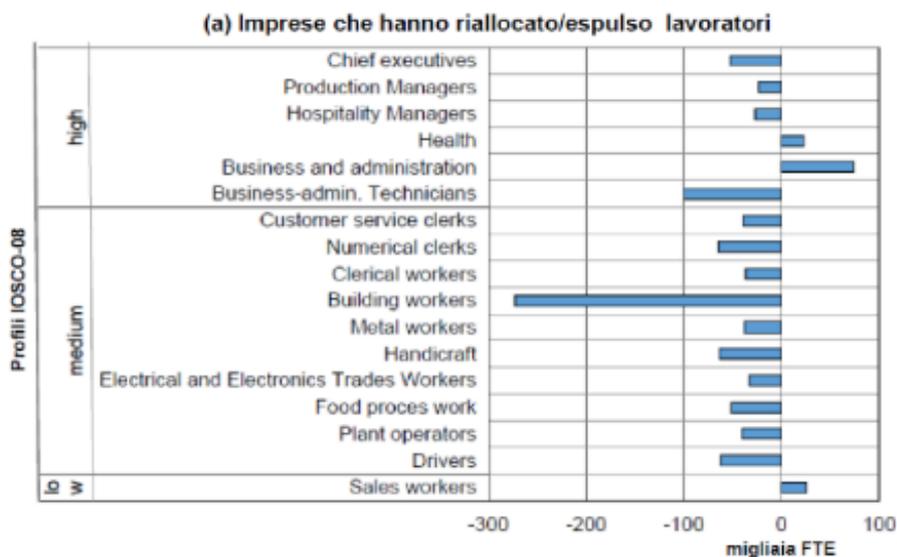
Tabella 97: Elenco delle Unità Professionali selezionate.

Nomenclatura e classificazione delle Unità Professionali selezionate (ISTAT)	Descrizione delle Unità Professionali selezionate	Livello
1.2.1.2.0	Imprenditori e amministratori di grandi aziende che operano nell'estrazione dei minerali, nella manifattura, nella produzione e distribuzione di energia elettrica, gas e acqua e nella gestione dei rifiuti	Alta
1.3.1.2.0	Imprenditori e responsabili di piccole aziende che operano nell'estrazione di minerali, nella manifattura, nella produzione e distribuzione di energia elettrica, gas e acqua e nelle attività di gestione dei rifiuti (produttori e distributori)	
2.2.1.1.1	Ingegneri meccanici	
2.2.1.1.4	Ingegneri energetici e nucleari	
2.2.1.3.0	Ingegneri elettrotecnici e dell'automazione industriale	
2.2.1.4.1	Ingegneri elettronici	
2.2.1.6.1	Ingegnere ambientale	Media
2.5.1.5.1	Specialisti nell'acquisizione di beni e servizi	
2.5.1.5.2	Specialisti nella commercializzazione di beni e servizi (escluso il settore ICT)	
3.1.3.3.0	Elettrotecnici	
3.1.3.6.0	Tecnici del risparmio energetico e delle energie rinnovabili	
3.1.4.2.1	Tecnici della produzione di energia termica ed elettrica	
3.1.4.2.3	Tecnici dell'esercizio di reti di distribuzione di energia elettrica	Bassa
3.1.8.3.1	Tecnici del controllo ambientale	
6.2.4.1.1	Installatori e riparatori di impianti elettrici industriali	
6.2.4.1.4	Installatori e riparatori di apparati di produzione e conservazione dell'energia elettrica	

Fonte: PNIEC (2024) p.174

Appendice A.2

Impatti della transizione energetica sui profili professionali (Basso et al. 2023b)



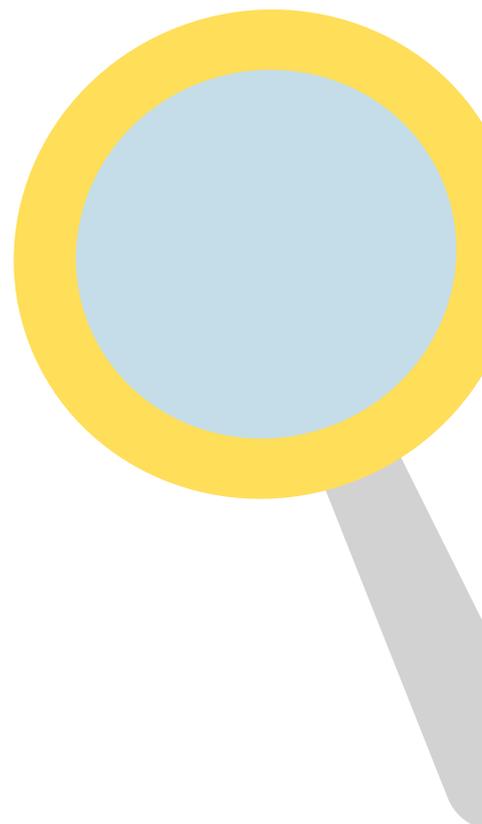
Fonte Basso et al. (2023b) pp. 16, 20, 23

Appendice A.3

Ranking O*NET delle occupazioni ISCO in relazione al grado di "greenness"

ISCO 3cifre	Nomenclatura ISCO	Greenness
961	Refuse Workers	0.692
314	Life Science Technicians and Related Associate Professionals	0.268
932	Manufacturing Labourers	0.231
711	Building Frame and Related Trades Workers	0.230
122	Sales, Marketing and Development Managers	0.202
214	Engineering Professionals (excluding Electrotechnology)	0.198
132	Manufacturing, Mining, Construction and Distribution Managers	0.168
332	Sales and Purchasing Agents and Brokers	0.166
211	Physical and Earth Science Professionals	0.142
215	Electrotechnology Engineers	0.136
213	Life Science Professionals	0.135
142	Retail and Wholesale Trade Managers	0.118
311	Physical and Engineering Science Technicians	0.107
962	Other Elementary Workers	0.099
216	Architects, Planners, Surveyors and Designers	0.092
313	Process Control Technicians	0.092
723	Machinery Mechanics and Repairers	0.077
243	Sales, Marketing and Public Relations Professionals	0.069
241	Finance Professionals	0.068
242	Administration Professionals	0.064

Fonte: Verdolini-Vona (2022) p. 284



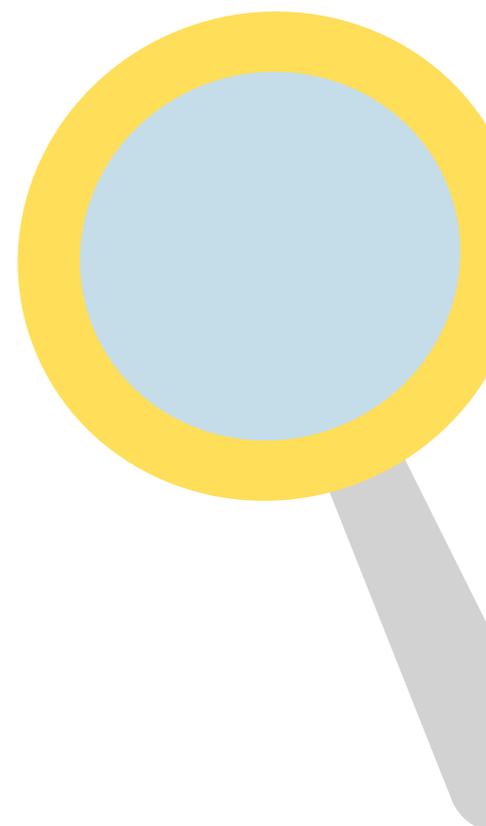
Appendice A.4

Moltiplicatori occupazionali I/O

(# FTE per milione di euro investito)

Settore	Moltiplicatori occupazionali (FTE per 1US\$ mln)		
	Diretti	Indiretti	Totali
Eolico on-shore	4,06	3,46	7,52
Solare	4,26	2,98	7,24
Bio-energie	5,22	2,44	7,65
Geotermico	4,67	2,73	7,40
Idroelettrico	4,55	2,98	7,53
MEDIA RINNOVABILI	4,50	2,99	7,49
EE industriale	3,98	3,43	7,41
Smart grids	3,66	3,10	6,76
Trasporti pubb.	6,16	2,77	8,93
MEDIA EE	4,59	3,13	7,72
Oil & Gas	0,70	1,49	2,20
Carbone	1,18	1,92	3,10
MEDIA FOSSILI	0,94	1,71	2,65

Fonte: Verdolini-Vona (2022) p. 284



Appendice A.5

Dettaglio della distribuzione delle giornate-uomo e delle qualifiche professionali lungo la catena del valore delle energie rinnovabili per MW installato

Solar PV						
Value chain		#	%	High	Medium	Low
Project planning	Legal, energy regulation, real estate and taxation experts	16,5	38,9 %	0,389150943		
	Financial analysts	10,6	25,0 %	0,25		
	Electrical, civil, mechanical and energy engineers	7,7	18,2 %	0,181603774		
	Logistic experts	5	11,8 %	0,035377358	0,08254717	
	Environmental experts	1,8	4,2%	0,012735849	0,029716981	
	Health and safety experts	0,8	1,9%	0,005660377	0,013207547	
	TOTAL	42,4	100 %	0,874528302 87,5%	0,125471698 12,5%	0 0,0%
Manufacturing	Factory workers and technicians	638,4	63,6 %		0,190662021	0,444878049
	Industrial engineers	103,6	10,3 %	0,103135889		
	Administrative personnel	49	4,9%	0,004878049	0,043902439	
	Marketing and sales personnel	46,2	4,6%	0,013797909	0,032195122	
	Logistic experts	40,6	4,0%	0,012125436	0,028292683	
	Quality control experts	37,1	3,7%	0,011080139	0,025853659	
	Health and safety experts	37,1	3,7%	0,011080139	0,025853659	
	Regulation and standardisation experts	37,1	3,7%	0,011080139	0,025853659	
	Chemical engineers	15,4	1,5%	0,01533101		
	TOTAL	1004,5	100 %	0,182508711 18,3%	0,37261324 37,3%	0,44487805 44,5%
Transport	Truck drivers and crane operators	47,955	69,0 %			0,69
	Loading staff	15,985	23,0 %			0,23
	Administrative personnel	2,085	3,0%		0,03	
	Shipping agents	2,085	3,0%		0,03	
	Logistic experts	0,695	1,0%	0,003	0,007	
	Quality control agents	0,695	1,0%		0,01	
	TOTAL	69,5	100 %	0,003 0,3%	0,077 7,7%	0,92 92,0%
Installation and Grid connection	Construction workers and technical personnel	710	90,1 %		0,270441849	0,63103098
	Engineers and construction foremen	46	5,8%	0,058405282		
	Health and safety experts	16	2,0%	0,006094464	0,014220416	
	Environmental experts	6	0,8%	0,002285424	0,005332656	
	Quality control experts	6	0,8%	0,002285424	0,005332656	

	TOTAL	787,6	100 %	0,0690705 94	0,2953275 77	0,631030 98
				6,9%	29,7%	63,4%
Operation and Maintenance	Construction workers	129,6 3	47,8 %			0,47798672 6
	Safety experts	52,28	19,3 %	0,057831858	0,134941003	
	Industrial, electrical and telecommunication engineers	39,48	14,6 %	0,145575221		
	Operators	22	8,1%		0,081120944	
	Technical personnel	20,83	7,7%		0,076806785	
	Administrative and accountant personnel	3,58	1,3%	0,001320059	0,011880531	
	Lawyers, experts in energy regulation	2,28	0,8%	0,00840708		
	Management	1,14	0,4%	0,00420354		
	TOTAL	271,2	100 %	0,2173377 58	0,3047492 63	0,477986 73
			21,7%	30,5%	47,8%	
Decommissioning	Technical personnel and construction workers	75	72,8 %		0,218446602	0,50970873 8
	Truck drivers and crane operators	14,8	14,4 %			0,14368932
	Industrial/mechanical/electrical engineers	4,6	4,5%	0,044660194		
	Environmental experts	3,7	3,6%	0,010776699	0,025145631	
	Safety experts	3,4	3,3%	0,009902913	0,023106796	
	Logistic experts	1,7	1,7%	0,004951456	0,011553398	
	TOTAL	103	100 %	0,0702912 62	0,2782524 27	0,653398 06
			7,0%	27,8%	65,2%	
TOTAL				1,4167366 27	1,4534142 06	3,127293 81
			23,6%	24,2%	52,1%	

On-shore wind						
Value chain	#	%	High	Medium	Low	
Manufacturing	Factory workers and technicians	248,8	65,6 %		0,196762799	0,459113197
	Health and safety experts	21,5	5,7%	0,056677387		
	Logistic experts	21,2	5,6%	0,05588654		
	Quality control experts	21,2	5,6%	0,05588654		
	Marketing and sales personnel	20,9	5,5%		0,055095693	
	Industrial engineers	20,08	5,3%	0,052934043		
	Administrative personnel	17,36	4,6%	0,004576369	0,041187325	
	Management	7,7	2,0%	0,020298413		
	Telecommunication and computer engineers	0,3	0,1%	0,000790847		
	Regulation and standardisation experts	0,3	0,1%	0,000790847		

	TOTAL	379,34	100%	0,24784099	0,29304582	0,4591132
				24,8%	29,3%	45,9%
Transport	Truck drivers and crane operators	12,425	71,0%			0,71
	Technical personnel to supervise loading and unloading	0,525	3,0%		0,03	
	Regulation experts	1,05	6,0%	0,06		
	Logistic experts	1,05	6,0%	0,06		
	Administration	2,45	14,0%		0,14	
	TOTAL	17,5	100%	0,12	0,17	0,71
				12,0%	17,0%	71,0%
Installation and Grid connection	Construction workers and technical personnel	532	77,1%		0,231438515	0,540023202
	Professional managing cranes, trucks, etc.	60	8,7%			0,087006961
	Engineers and construction foremen	38,4	5,6%	0,055684455		
	Health and safety experts	30,4	4,4%		0,044083527	
	Environmental experts	14,4	2,1%		0,020881671	
	Electrical and mechanical engineers	7,6	1,1%	0,011020882		
	Logistic experts	4,8	0,7%		0,006960557	
	Quality control experts	2	0,3%	0,002900232		
	TOTAL	689,6	100%	0,06960557	0,30336427	0,62703016
				7,0%	30,3%	62,7%
Operation and Maintenance	Operators	22	41,3%			0,412757974
	Telecommunication engineers	7,4	13,9%	0,138836773		
	Industrial engineers	7	13,1%	0,131332083		
	Construction workers and technical personnel	4,4	8,3%		0,024765478	0,057786116
	Technical personnel	3	5,6%		0,056285178	
	Safety experts	3	5,6%	0,056285178		
	Administrative and accountant personnel	2,5	4,7%		0,046904315	
	Lawyers, experts in energy regulation	1,6	3,0%	0,030018762		
	Environmental experts	1,6	3,0%	0,030018762		
	Management	0,8	1,5%	0,015009381		
	TOTAL	53,3	100%	0,40150094	0,12795497	0,47054409
				40,2%	12,8%	47,1%
Decommissioning	Construction workers and technical personnel	110	65,3%		0,195961995	0,457244656
	Truck drivers and crane operators	36	21,4%			0,213776722
	Industrial/mechanical/electrical engineers	8,6	5,1%	0,051068884		
	Environmental experts	6,7	4,0%	0,039786223		
	Safety experts	6,2	3,7%	0,036817102		
	Logistic experts	0,9	0,5%	0,005344418		
	TOTAL	168,4	100%	0,13301663	0,195962	0,67102138
				13%	20%	67%
TOTAL				0,97196412	1,09032705	2,93770883
				19%	22%	59%

Off-shore wind						
Value chain	#	%	High	Medium	Low	
Project planning	Ship crew	15,864	33,3 %			0,332885681
	Legal, energy regulation and taxation experts	9,47	19,9 %	0,198715797		
	Energy, electric, electronic, mechanical, telecom and computer engineers	4,778	10,0 %	0,100260198		
	Financial analyst	4,342	9,1%	0,091111298		
	Logistic experts	4,006	8,4%	0,084060769		
	Geotechnical experts	2,532	5,3%	0,053130771		
	Drilling system operators	1,382	2,9%		0,028999496	
	Civil engineers (foundations experts)	1,35	2,8%	0,028328017		
	Naval engineers	1,336	2,8%	0,028034245		
	Environmental, sociological, marine/biology experts and fishers	1,232	2,6%	0,025851939		
	Technicians	1,08	2,3%		0,022662414	
	Physicists and weather data experts	0,284	0,6%	0,005959376		
	TOTAL	47,656	100%	0,615452409	0,05166191	0,332885681
				61,5%	5,2%	33,3%
Procurement	Logistic experts	4,452	30,5 %	0,091491985	0,213481299	
	Regulation experts	3,204	21,9 %	0,065844636	0,153637485	
	Electric engineers	1,602	11,0 %	0,10974106		
	Electronic engineers	1,602	11,0 %	0,10974106		
	Material engineers	1,602	11,0 %	0,10974106		
	Mechanical engineers	1,602	11,0 %	0,10974106		
	Industrial engineers	0,534	3,7%	0,036580353		
	TOTAL	14,598	100%	0,632881217	0,367118783	0
			63,3%	36,7%	0,0%	
Manufacturing	Factory workers	1349,196	53,9 %			0,538595177
	Marketing and sales personnel	230,948	9,2%		0,09219378	
	Administrative and accountant personnel	230,948	9,2%		0,09219378	
	Quality, Health and Safety experts	230,944	9,2%	0,027657655	0,064534528	
	Industrial engineers	129,58	5,2%	0,051727965		
	Logistic experts	115,472	4,6%	0,013828827	0,032267264	
	Taxation experts	115,472	4,6%	0,013828827	0,032267264	
	Regulation and standardisation experts	74,252	3,0%	0,008892356	0,02074883	
	Electric engineers	14,108	0,6%	0,005631873		
	Design and R&D engineers	14,108	0,6%	0,005631873		
	TOTAL	2505,028	100%	0,127199377	0,334205446	0,538595177
			12,7%	33,4%	53,9%	

Transport	Truck drivers	2,20218	51,0 %			0,51
	Logistic experts	0,1078	2,5%	0,024965262		
	Site security personnel	0,1078	2,5%		0,024965262	
	Regulation experts	0,1078	2,5%	0,007489579	0,017475683	
	Security experts	0,1078	2,5%	0,007489579	0,017475683	
	Crane operators	0,2159	5,0%			0,05
	Cleaning personnel	0,34544	8,0%			0,08
	Ship Crew	1,12268	26,0 %			0,26
	TOTAL	4,318	100%	0,039944419	0,059916628	0,9
			4,0%	6,0%	90,0%	
Installation and Grid connection	Ship crew	358,848	75,6 %			0,75626873
	Crane operators	35,262	7,4%			0,074314328
	Drilling system operators	19,998	4,2%		0,042145594	
	Naval, electric and electronic engineers	18,242	3,8%	0,038444841		
	Quality, Health and Safety experts	9,84	2,1%	0,006221312	0,014516394	
	Regulation experts	9,716	2,0%	0,006142913	0,014333464	
	Cable plough operators	8,64	1,8%		0,018208717	
	Trenching ROV operators	8,402	1,8%		0,017707135	
	Jetting systems operators	4,32	0,9%		0,009104359	
	Technicians	1,23	0,3%		0,002592213	
	TOTAL	474,498	100%	0,050809066	0,118607876	0,830583058
			5,1%	11,9%	83,1%	
Operation & Maintenance	Technicians	8,356	16,7 %		0,16663343	
	Civil workers	8,356	16,7 %			0,16663343
	Ship crew	8,356	16,7 %			0,16663343
	Administrative personnel	5,094	10,2 %		0,101583377	
	Industrial, mechanical and electric engineers	4,22	8,4%	0,08415427		
	Site security and cleaning personnel	3,344	6,7%			0,066685279
	Telecommunication and computer engineers	2,746	5,5%	0,054760101		
	Legal experts	2,548	5,1%	0,05081163		
	Helicopter pilots	1,672	3,3%		0,033342639	
	Crane operators	1,672	3,3%			0,033342639
	Safety experts	1,672	3,3%	0,010002792	0,023339848	
	Environmental experts	1,274	2,5%	0,007621745	0,017784071	
	Naval engineers	0,836	1,7%	0,01667132		
	TOTAL	50,146	100%	0,224021856	0,342683365	0,433294779
			22,4%	34,3%	43,3%	

Decommissioning	Technicians	47,982	24,6 %		0,24618021	
	Ship crew	45,988	23,6 %			0,235949637
	Truck drivers	45,988	23,6 %			0,235949637
	Industrial, mechanical, electric, electronic, naval and civil engineers	28,956	14,9 %	0,148563923		
	Environmental and regulation experts	10,768	5,5%	0,016574143	0,038673001	
	Crane operators	9,198	4,7%			0,04719198
	Safety experts	5,14	2,6%	0,007911506	0,018460181	
	Logistic experts	0,886	0,5%	0,001363734	0,003182047	
	TOTAL	194,906	100%	0,174413307	0,306495439	0,519091254
				17,4%	30,6%	51,9%
TOTAL			1,86472165	1,580689447	3,55444995	
			27%	23%	51%	

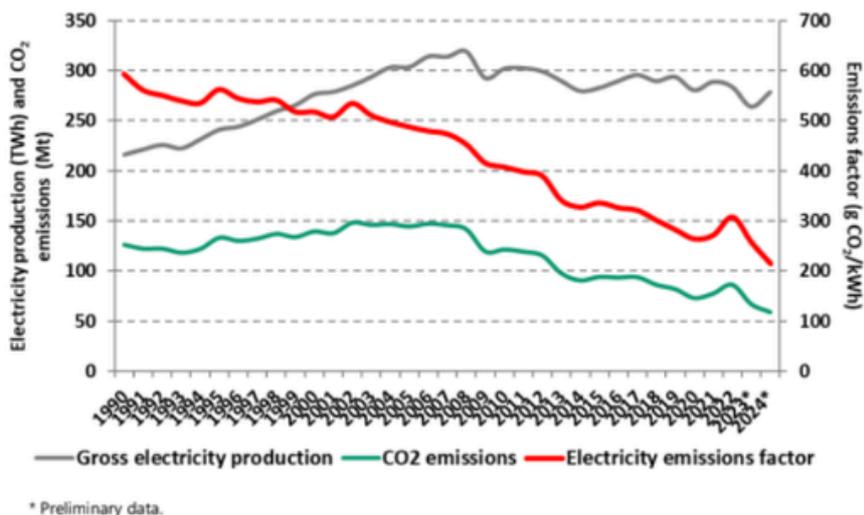
Appendice A.6

Note metodologiche dell'analisi del valore sociale della riduzione dei gas serra

L'analisi sul valore sociale utilizza il dato sulle emissioni del settore delle industrie energetiche, come proxy nell'analisi per le emissioni legate alla produzione di elettricità. Queste ultime costituiscono la fonte principale di emissioni di gas serra del settore delle industrie energetiche.⁵⁵ Inoltre, il valore è in linea con i dati aggiornati ISPRA relativi alle emissioni di CO₂ dovute alla produzione di elettricità, come mostrato in Figura 1, dal quale si evince un livello di emissioni di CO₂ relativo alla produzione di elettricità di circa 90Mt per il 2022.

Figura 13 – Trend nella produzione lorda di elettricità, emissioni di CO₂ e fattori di emissione. Fonte: (ISPRA 2023)

Figure 1.57 – Trends of gross electricity production, CO₂ emissions (left axis), and emissions factor (right axis)



L'intensità emissiva che si deriva dai dati utilizzati nell'analisi è approssimativamente in linea con quella riportata da ISPRA per la produzione di elettricità e calore al 2022, pari a 293 gCO₂e/ kWh per la produzione totale, e pari a 477 gCO₂e/kWh relativamente alla sola produzione termoelettrica (con valori intorno ai 460 gCO₂e/kWh nel 2021 e 2023).

Tabella 15 Intensità emissiva relativa all'analisi del valore sociale nel Capitolo 3

	Storico (2022)	Proiezione 2025	Proiezione 2030
Intensità emissiva totale gCO ₂ e/ kWh	290	110	90
Intensità emissiva termoelettrica, gCO ₂ e/ kWh	470	380	360

Nota: figure arrotondate alla decina più vicina.

RIFERIMENTI BIBLIO- SITOGRAFICI

Riferimenti per il capitolo 1

- BP (2024); "Energy Outlook 2024", <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2024.pdf>
- CDP (2022): "Metodologia di stima dell'impatto occupazionale del Social Bond 2021", https://www.cdp.it/resources/cms/documents/Metodologia_di_stima_d'impatto_28-06-2022.pdf
- Confindustria (2018) "Libro bianco per uno sviluppo efficiente delle fonti rinnovabili al 2030", https://www.confindustriaintellect.org/Uploads/Docs/libro-bianco-per-uno-sviluppo-efficiente-delle-fonti-rinnovabili-al-2030_600.pdf
- ECCO (2022): "Cassa depositi e prestiti: national promotional bank italiana del clima?" https://eccoclimate.org/wp-content/uploads/2022/01/CDP_20220110.pdf
- Garret-Peltier H. (2017), "Green versus brown: Comparing the Employment Impacts of Energy Efficiency, Renewable Energy and Fossil Fuels Using and Input-Output Model", Economic Modelling 61 pp. 439-447, November, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026499931630709X>
- Governo Italiano, MASE (2024), Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC), Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), giugno, https://www.mase.gov.it/sites/default/files/PNIEC_2024_revfin_01072024.pdf
- Hanna R., · Heptonstall P., · Gross R. (2024) "Job creation in a low carbon transition to renewables and energy efficiency: a review of international evidence" Sustainability Science 2024. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11625-023-01440-y>

Intesa Sanpaolo – Direzione studi e ricerche (2021) Transizione energetica: la filiera delle tecnologie delle rinnovabili in Italia.

https://group.intesasanpaolo.com/content/dam/portalgroup/repository-documenti/research/it/collana-ricerche/Rapporto_Transizione_energetica_giugno_2021.pdf

IRENA (2017a), Renewable Energy Benefits: Solar PV Leveraging Local Capacity for Solar PV, International Renewable Energy Agency, June,

<https://www.irena.org/publications/2017/Jun/Renewable-Energy-Benefits-Leveraging-Local-Capacity-for-Solar-PV>

IRENA (2023a), Renewable Energy and Jobs. Annual Review 2023, International Renewable Energy Agency, September,

<https://www.irena.org/Publications/2023/Sep/Renewable-energy-and-jobs-Annual-review-2023>

IRENA (2023): “World Energy Transition. Outlook 2023, 1,5° Pathway”

https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Jun/IRENA_World_energy_transitions_outlook_summary_2023.pdf

IRENA (2024): “Renewable Power Generation Costs in 2023”

<https://www.irena.org/Publications/2024/Sep/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2023>

ISTAT Il sistema di tavole input-output – Anni 2015–2020.

<https://www.istat.it/tavole-di-dati/il-sistema-di-tavole-input-output-anni-2015-2020/>

Vivideconomics (2020): UK Export finance and Domestic job (report interno per la European Climate Foundation)

Riferimenti per il capitolo 2 e 3.1

Basso G., Guiso L., Paradisi M., Petrella A. (2023a), “L’occupazione attivata dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza e le sue Caratteristiche”, Banca d’Italia Questioni di Economia e Finanza (Occasional Papers) n.747, February,

<https://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/qef/2023-0747/index.html>

Basso G., Colonna F., Depalo D., Mendicino G. (2023b), “The Green Transition and the Italian Labour Market”, Banca d’Italia Questioni di Economia e Finanza (Occasional Papers) n.811, October, <https://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/qef/2023-0811/index.html?com.dotmarketing.htmlpage.language=1>

Bulman, T. (2021). Strengthening Italy’s public sector effectiveness.

[https://one.oecd.org/document/ECO/WKP\(2021\)41/En/pdf](https://one.oecd.org/document/ECO/WKP(2021)41/En/pdf)

Cedefop (2020). Empowering adults through upskilling and reskilling pathways.

Volume 1: adult population with potential for upskilling and reskilling. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Cedefop reference series; No 112.

<http://data.europa.eu/doi/10.2801/475393>

Dierdorff E.C. et al (2009), Greening the World of Work: Implications for O*NET-SOC and New Emerging Occupations, The National Center for O*NET Development, February, <https://www.onetcenter.org/reports/Green.html>

Dierdorff E.C. et al (2011), Greening the World of Work: Revisiting Occupational Consequences, The National Center for O*NET Development, December, <https://www.onetcenter.org/reports/Green2.html>

Draghi, M. (2024). The Future of European Competitiveness.

Garret-Peltier H. (2017), "Green versus brown: Comparing the Employment Impacts of Energy Efficiency, Renewable Energy and Fossil Fuels Using and Input-Output Model", Economic Modelling 61 pp. 439-447, November, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026499931630709X>

Governo Italiano, MASE (2024), Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC), Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), giugno, https://www.mase.gov.it/sites/default/files/PNIEC_2024_revfin_01072024.pdf

IEA, International Energy Agency (2021), Net Zero By 2050. A Roadmap for the Global Energy Sector, IEA Report, July, <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>

IMF (2022), A Greener Labour market: Employment Policies and Economic Transformation, International Monetary Fund World Economic Outlook, Chapter 3, April, <https://www.elibrary.imf.org/display/book/9781616359423/CH003.xml>

IRENA (2017a), Renewable Energy Benefits: Solar PV Leveraging Local Capacity for Solar PV, International Renewable Energy Agency, June, <https://www.irena.org/publications/2017/Jun/Renewable-Energy-Benefits-Leveraging-Local-Capacity-for-Solar-PV>

IRENA (2017b), Renewable Energy Benefits for On-shore Wind, International Renewable Energy Agency, June, <https://www.irena.org/publications/2017/Jun/Renewable-Energy-Benefits-Leveraging-Local-Capacity-for-Onshore-Wind>

IRENA (2018), Renewable Energy Benefits for Off-shore Wind, International Renewable Energy Agency, May, <https://www.irena.org/publications/2018/May/Leveraging-Local-Capacity-for-Offshore-Wind>

IRENA (2021), Renewable Energy Benefits: Solar Water Heaters, International Renewable Energy Agency, July, <https://www.irena.org/Publications/2021/Jul/Renewable-energy-benefits-Leveraging-local-capacity-for-solar-water-heaters>

IRENA (2023a), Renewable Energy and Jobs. Annual Review 2023, International Renewable Energy Agency, September, <https://www.irena.org/Publications/2023/Sep/Renewable-energy-and-jobs-Annual-review-2023>

IRENA (2023b), Local Value Creation, <https://www.irena.org/Energy-Transition/Socio-economic-impact/Local-value-creation>

ISCO (2023), The International Standard Classification of Occupations (ISCO-08) Companion Guide, International Labour Organization Department of Statistics v.1.0, September, <https://www.ilo.org/publications/international-standard-classification-occupations-isco-08-companion-guide>

ISTAT (2010), Guida all'utilizzo della nuova ATECO 2007. Derivato da NACE rev.2, ISTAT Metodi e Norme n.45, <https://ebiblio.istat.it/digibib/Istria/Guida%20utilizzo%20nuova%20ateco%202007.pdf>

ISTAT (2024), Classificazione delle professioni. Revisione 2021, gennaio, https://www.istat.it/wp-content/uploads/2024/01/FOCUS_PROFESIONI_2021.pdf

OECD (2021). OECD Economic Surveys: Italy 2021. OECD Publishing, Paris. https://www.oecd.org/en/publications/2021/09/oecd-economic-surveys-italy-2021_acf1d69b.html

Vandeplass et al. (2022), *The Possible Implications of the Green Transition for the EU Labour Market*, European Commission Discussion Paper 176, December, https://economy-finance.ec.europa.eu/system/files/2022-12/dp176_en_green%20transition%20labour.pdf

Verdolini E., Vona F. (2022), "Lavoro e transizione energetica", in CNEL XXIV *Rapporto Mercato del lavoro e contrattazione collettiva*, pp. 271-294, https://air.unimi.it/bitstream/2434/952399/2/3_CNEL_Rapporto-mercato-del-lavoro-2022.pdf

Vona F., Marin G., Consoli D., Poppo D. (2018), "Environmental Regulation and Green Skills: An Empirical Exploration", *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists* 5(4) pp. 713-753, <https://sciencespo.hal.science/hal-03471569/file/2018-10-vona-environmental-regulation-and-green-skills.pdf>

Vona F. (2021), *Labour Markets and the Green Transition: A Practitioner's Guide to the Task-based Approach*, EU Commission Joint Research Centre (JRC), <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC126681>

UK Government Policy Paper. *Valuation of greenhouse gas emissions: for policy appraisal and evaluation*. September 2021.

Carbon values literature review. Prepared for BEIS by Vivid Economics. BEIS research paper number: 2021/049

Metacalf and Stock (2017). *Integrated Assessment Models and the Social Cost of Carbon: A Review and Assessment of U.S. Experience*. Review of environmental economics and policy.

Rode et. al. (2021). Estimating a social cost of carbon for global energy consumption. *Nature*.

Barrage and Nordhaus (2023). Policies, projections, and the social cost of carbon: Results from the DICE-2023 model. *PNAS Research Article*.

Website: Resources for the Future <https://www.rff.org/publications/explainers/social-cost-carbon-101/>

ISPRA (2023). *Le emissioni di gas serra in Italia: obiettivi di riduzione e scenari emissivi*.

Blog: <https://climatechangefork.blog.brooklyn.edu/2021/08/31/calculating-social-cost-carbon-already-spending/>

Matteo Alpino, Luca Citino e Federica Zeni (2022). *Costs and benefits of the green transition envisaged in the Italian NRRP. An evaluation using the Social Cost of Carbon*. Banca d'Italia.

Umweltbundesamt (UBA) [4_tab_umweltkost-stromerzeug_2024-07-02_0.xlsx](#) (live.com)

COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT IMPACT ASSESSMENT REPORT.

Securing our future Europe's 2040 climate target and path to climate neutrality by 2050 building a sustainable, just and prosperous society. COM(2024) 63 final} – {SEC(2024) 64 final} – {SWD(2024) 64 final}

HEAL (2022) *Una falsa soluzione: gli effetti nascosti sulla salute della dipendenza dai gas fossili in Europa*.

Pagine da ISPRA (2024). *Efficiency and Decarbonisation Indicators in Italy – Europe – October 2024*.

ETC/CME Report 4/2020: A life cycle perspective on the benefits of renewable electricity generation. Eionet Portal.

Riferimenti per il cap.3.2

COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT IMPACT ASSESSMENT REPORT.

Securing our future Europe's 2040 climate target and path to climate neutrality by 2050 building a sustainable, just and prosperous society. COM(2024) 63 final} – {SEC(2024) 64 final} – {SWD(2024) 64 final}

Evert A. Bouman (Norwegian Institute for Air Research – NILU). A life cycle perspective on the benefits of renewable electricity generation. Eionet Report – ETC/CME 4/2020 – December 2020.

(2022) *Una falsa soluzione: gli effetti nascosti sulla salute della dipendenza dai gas fossili in Europa*.

Pagine da ISPRA (2024). *Efficiency and Decarbonisation Indicators in Italy – Europe – October 2024*.

ETC/CME Report 4/2020: A life cycle perspective on the benefits of renewable electricity generation. Eionet Portal.

EXECUTIVE SUMMARY

Nel report viene presentata una comparazione tra l'impatto delle industrie verdi e fossili, effettuata attraverso parametri socio-economici riferiti a dati italiani.

L'analisi mostra sia una serie di evidenze quali-quantitative applicabili agli investimenti odierni, sia sguardi sulle prospettive future.

In particolare lo studio dimostra che le industrie verdi generano un numero significativamente maggiore di occupati per milione di euro investito rispetto alle industrie fossili, con differenze che vanno dal 39,87% al 75,88%; Anche al netto della componente occupazionale estera, le industrie verdi confermano la loro

superiorità, con 25,3 posti di lavoro rispetto ai 14,4 delle industrie fossili. Inoltre, le industrie verdi producono anche un valore aggiunto diretto complessivo superiore per euro investito: 0,71 euro rispetto a 0,64 euro delle industrie fossili. Tuttavia, le industrie fossili risultano più competitive nella componente di valore aggiunto indiretto (0,85 euro contro 0,66 euro delle industrie verdi).

La transizione energetica comporta una significativa rimodulazione del livello di competenze lavorative richiesto: le imprese italiane della filiera verde e le imprese italiane impegnate nella



Economia e
Sostenibilità