Valutazione degli impatti socio-economici di un impianto “tipo” per la produzione di sistemi di accumulo

[Autori da ARXivar]

2023

Progetto Tecnologie di accumulo elettrochimico e termico

Piano Triennale di Realizzazione 2022-2024 della Ricerca di Sistema Elettrico Nazionale

|  |
| --- |
| Accordo di programma 2022-2024 con il Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica per le attività di ricerca e sviluppo di interesse generale per il sistema elettrico nazionale.  Progetto Tecnologie di accumulo elettrochimico e termico  Work Package WP3 - Accumulo elettrochimico: aspetti ambientali, economici e sociali  Linea di Attività LA 3.09 - LCA a supporto dello sviluppo di batterie al sodio e avvio dello studio di impatto socioeconomico di una filiera italiana di produzione di batterie  Codice identificativo RT-1.02-3.09-3  Titolo: Valutazione degli impatti socio-economici di un impianto “tipo” per la produzione di sistemi di accumulo  Autori: [Autori da ARXivar]  Verificatori: [Verificatori da ARXivar]  Approvatori: [Approvatori da ARXivar]  Tipologia di documento: RAPPORTO  Data di emissione: 30/06/2023  Note: prima emissione  © Copyright by Ricerca sul Sistema Energetico-RSE S.p.A.  Contributo/i liberamente utilizzabile/i a condizione che venga chiaramente e visibilmente citata la società titolare.  Per la tutela dell'ambiente, prima di stampare questo documento pensa bene se è veramente necessario. |

Indice

[Indice Error! No bookmark name given.](#_Toc123661196)

[Sommario 4](#_Toc123661197)

[1 - Introduzione 5](#_Toc123661198)

[2 - Titolo capitolo 1° livello 6](#_Toc123661199)

[2.1 Titolo capitolo 2° livello 7](#_Toc123661200)

[2.1.1 Titolo capitolo 3° livello 7](#_Toc123661201)

[3 - Informazioni di formato 8](#_Toc123661202)

[3.1 Formato figure, tabelle, equazioni, didascalie e riferimenti incrociati 8](#_Toc123661203)

[3.2 Unità di misura 11](#_Toc123661204)

[3.3 Layout di pagine A4 orizzontali o altri formati 12](#_Toc123661205)

[4 - Conclusioni 13](#_Toc123661206)

[5 - Bibliografia Error! No bookmark name given.](#_Toc123661207)

[6 - Appendice: Titolo appendice 1° livello 15](#_Toc123661208)

[6.1 Titolo appendice 2° livello 15](#_Toc123661209)

[6.1.1 Titolo appendice 3° livello 15](#_Toc123661210)

[7 - Acronimi 16](#_Toc123661211)

[8 - Elenco allegati 17](#_Toc123661212)

Sommario

La transizione energetica comporta una progressiva sostituzione delle fonti energetiche fossili con quelle rinnovabili e, come conseguenza, l’elettrificazione dei consumi. Per questo motivo l’importanza dei sistemi di accumulo stazionario, indispensabili per favorire l’incontro tra la domanda e l’offerta di energia, è destinata ad aumentare. Questa trasformazione del settore energetico può rappresentare un’opportunità per l’industria italiana qualora i sistemi di accumulo venissero prodotti sul territorio nazionale anziché importati.

Questo studio simula l’impatto socioeconomico generato dalla realizzazione di una *gigafactory* per la produzione di sistemi di accumulo stazionario sull’economia italiana tramite un modello input-output (IO) basato sulle più recenti matrici *supply and use* pubblicate dall’Istat. I modelli IO sono basati su matrici che descrivono i flussi economici tra i settori di un’economia, le famiglie, lo stato e l’estero e permettono la quantificazione degli effetti di uno shock esogeno sulle principali variabili economiche tramite la risoluzione di sistemi di equazioni lineari.

I dati necessari a costruire il modello provengono dalla letteratura e da un’azienda leader del settore.

L’investimento iniziale, che prevede una fase di costruzione dell’impianto di due anni, genera un impatto dello 0,02% del Pil italiano nel 2019 in ciascuno dei due anni; impatto che raddoppia negli anni in cui l’impianto opera a regime.

Dall’analisi dei moltiplicatori emerge che, a regime, l’attività di produzione ha un impatto maggiore sul settore della fornitura di gas ed energia elettrica, su quello del commercio all’ingrosso e su quello delle attività metallurgiche.

Gli impatti sull’occupazione non sono particolarmente rilevanti, a causa della forte intensità di capitale del settore.

La produzione di sistemi di accumulo presuppone l’importazione di grandi quantità di materie prime chimiche: qualora queste venissero prodotte in Italia, l’impatto sul Pil sarebbe superiore del 13% rispetto allo scenario di baseline.

Il maggior fattore limitante di questo studio consiste nel fatto che, sebbene gli impatti economici della realizzazione dell’impianto e del suo funzionamento, siano ben definiti, è difficile circostanziare tale impatto in rapporto all’economia nazionale. Per fare ciò, infatti, è necessario ipotizzare, contestualmente allo scenario *gigafactory*, scenari alternativi di investimento e/o di ridimensionamento di settori più legati alle fonti fossili.

ABSTRACT

The energy transition implies the progressive substitution of fossil energy sources with renewable ones and, among other things, the electrification of consumption. This, in turn, will increase the importance of stationary storage systems, essential tools for the integration of non-programmable energy sources in the energy system.

Such transformation of the energy sector might represent an opportunity for the Italian economic system if storage systems were produced domestically instead than imported.

This study simulates the socio-economic impact of the construction of a gigafactory to produce stationary energy systems in Italy using an input-output (IO) model. Such model is based on the latest version of supply and use tables issued by the Italian Statistical Institute (Istat). IO models are systems of linear equations based on matrices which represent economic flows between the economic sectors, households, the government, and foreign countries. Such models, therefore, allow to assess the impact of an exogenous shock on the main economic variables.

Data needed to build the model are from the literature and from a company leader in storage system manufacturing.

The initial investment, which implies two years of construction activities, has an impact on the economy of about 0.02% of the Italian GDP in 2019, for each of the two-year construction time. When operating, the gigafactory generates an impact equal to 0.04% of the Italian GDP for each year in which operates.

Looking at the multipliers, the production of stationary storage systems has a greater impact on the energy and natural gas supply sector, on the wholesale trade sector and on metallurgical manufacturing. Impacts on employment are slight due to the high capital intensity of the storage system manufacturing industry.

Storage system production implies the use of great quantities of chemical raw materials which are currently almost entirely imported. If such materials were produced in Italy, the impact on Italy’s GDP would be 13% higher with respect to the baseline scenario.

The major limiting factor of this study is that impacts are not easy to interpret in relation to the Italian economy. To do so, alternative investment scenarios should be developed and compared to the gigafactory one or, possibly, the gigafactory scenario could be expanded to include the downscaling of sectors closely related to fossil fuels.

SINTESI

Lo studio quantifica, tramite un modello input-output, l’impatto socioeconomico generato da una *gigafactory* per la produzione di sistemi di accumulo stazionario in Italia.

L’impatto sul Pil è positivo, sia nella fase di costruzione (0,02% del Pil) che in quella operativa (0,04%), mentre quello sull’occupazione è modesto, stante la forte intensità di capitale del settore.

Gli impatti sono maggiori sui settori della fornitura di gas ed energia, del commercio all’ingrosso e metallurgico.

SHORT SUMMARY

This study employs an input-output model to quantify the socio-economic impact generated by the construction of a gigafactory to produce stationary storage systems in Italy.

The impact on GDP is positive during the construction phase (0.02% of GDP) as well as in operation (0.04%). The impact on employment is small due to the high capital-intensity of the sector.

Economic impacts are greater on natural gas and energy supply, wholesale trade and manufacturing sectors.

Keywords: accumulo stazionario, modelli input-output, impatti socio-economici, gigafactory

# Introduzione

In un contesto europeo e mondiale caratterizzato da politiche volte a incentivare la progressiva elettrificazione dei consumi energetici e alla contestuale sostituzione delle fonti fossili di energia con fonti rinnovabili, il ruolo dei sistemi di accumulo stazionario è destinato a crescere, soprattutto nelle attività di regolazione della domanda e dell’offerta di energia provenienti da fonti rinnovabili, ma non programmabili e intermittenti (es. eolico e fotovoltaico).

Questa profonda trasformazione del settore energetico (e non solo) può avere un impatto negativo sui settori più fortemente connessi alle fonti fossili di energia, ma può anche rappresentare un’eccellente opportunità per l’economia nazionale. Attualmente, infatti, i sistemi di accumulo stazionario vengono prodotti prevalentemente in pochi paesi dell’Est asiatico per poi essere importati in Italia e altri paesi UE, generando problemi sia dal lato occupazionale che strategico stante la grande importanza che tali sistemi assumeranno nel prossimo futuro.

La realizzazione di una filiera di produzione di sistemi di accumulo in Italia può quindi rappresentare una grande opportunità, sia dal punto di vista della crescita economica e dell’occupazione, che dal punto di vista prettamente geopolitico e strategico.

In questo contesto, l’attività del 2022-2024 si pone come obiettivo quella di quantificare, in termini socioeconomici, l’impatto della realizzazione (e, in seguito, del funzionamento) di un grande impianto di produzione di sistemi di accumulo stazionario (*gigafactory*) sul territorio nazionale (10 GWh/anno). Nel corso delle attività 2023 è stata effettuata una quantificazione degli impatti su scala nazionale, mentre nel 2024 l’analisi verrà dettagliata su scala regionale.

Lo strumento scelto per realizzare l’analisi di impatto è quello della modellistica input-output (IO), che rappresenta le interrelazioni tra i settori produttivi di un’economia tramite un sistema di equazioni lineari basato su dati di contabilità nazionale organizzati in tavole (nel caso di questo lavoro le *supply-and-use*). Tali modelli permettono la misurazione degli effetti di uno *shock* esogeno (in questo caso un aumento della produzione di sistemi di accumulo in Italia) sulle principali variabili economiche: Pil, valore aggiunto, importazioni e occupazione.

Il rapporto è organizzato come segue. Il capitolo2 riporta i risultati di una revisione della letteratura finalizzata alla raccolta di informazioni per la definizione del modello. Il capitolo 3 descrive nel dettaglio la metodologia IO e il modello utilizzato e il capitolo 4 l’impianto pilota oggetto dell’analisi. Il capitolo 5 espone i risultati e il 6 conclude.

# Sintesi della letteratura

Il presente capitolo sintetizza le valutazioni e i metodi valutativi di alcuni studi di letteratura riguardanti la realizzazione di grandi stabilimenti industriali per la produzione di celle o pacchi batteria al litio. Alcune di queste valutazioni saranno riprese nel cap. 4, in attuazione delle scelte metodologiche illustrate nel cap. 3.

## Lo studio del JRC sui fattori di competitività della produzione di batterie al litio

Un rapporto del JRC del 2017 [1] ha esaminato i vincoli e le opportunità di un miglioramento della competitività della filiera europea di produzione delle batterie al litio, soffermandosi anche sul tema dei benefici occupazionali delle *gigafactory*.

La localizzazione di impianti di produzione nell’UE in prossimità della domanda (impianti automotive e impianti di generazione eolici e solari), rispetto all’alternativa di importare le batterie dai leader dell’est asiatico, è vincolata da alcuni aspetti chiave così riassumibili:

* scarsa disponibilità in EU di materie prime essenziali per la produzione di materiali e componenti della batteria (catodo, anodo, elettrolita, etc.) e concentrazione della produzione in pochi Paesi, con conseguenti rischi monopolistici e di sicurezza di fornitura, oltre ai maggiori costi di produzione legati ai servizi di importazione (trasporto, logistica, etc.) necessari alla produzione domestica. In alcuni Stati europei -soprattutto scandinavi- vi sono opportunità di estrarre materiali critici come il litio, il cobalto o la grafite, ma si ritiene che l’offerta sia limitata e insufficiente a rispondere alla domanda attesa con la decarbonizzazione;
* minore competitività di costo dell’industria europea (elevato costo del lavoro, costo dell’energia, incidenza di forme di fiscalità ambientale come ETS e accise sui combustibili fossili, etc.), con ripercussioni sull’intera catena del valore, in particolare nelle fasi di produzione delle celle e di assemblaggio di pacchi-batteria (maggior intensità di lavoro, elevati consumi energetici). Il costo del lavoro e quello dell’energia incidono in maniera simile, per meno del 10% ciascuno, nella struttura dei costi di produzione (dominati dall’ammortamento dei costi di investimento).

Nello stesso tempo, il rapporto sottolinea i vantaggi potenziali di una produzione domestica delle batterie:

* risparmio sui costi di trasporto
* evitare i ritardi di tempo delle spedizioni internazionali
* minori rischi di danno nella fornitura di materiali e componenti e maggior controllo sulla qualità dei prodotti
* evitare il rischio-paese nella catena di fornitura
* migliori possibilità di raccordare le novità emergenti dalla R&S (es. nuove chimiche dei componenti) con la possibilità di introdurre innovazioni di processo negli impianti di produzione.

Il rapporto esplora quindi le possibili strategie per ridurre al minimo i vincoli di una produzione europea delle batterie:

* soluzioni d’avanguardia ancora non di appannaggio dei competitor
* qualità e durata della batteria (numero di ciclo di ricarica), riducendo i costi in relazione alle prestazioni della batteria
* sostituzione dei materiali critici con materiali meno critici sotto il profilo della disponibilità internazionale e dei costi
* sviluppo di poli estrattivi europei per i materiali critici
* stabilimenti con grande capacità produttiva (forte incidenza delle economie di scala sui costi unitari)
* automazione dei processi produttivi (per minimizzare il gap europeo di costo del lavoro) e sull’efficienza energetica del processo produttivo (per minimizzare il gap sui costi energetici)
* sviluppo di un’industria del riciclaggio delle batterie capace di fornire materiali secondari per la produzione delle batterie di nuova generazione. Per quanto riguarda i tempi previsti di fine vita delle batterie, occorre tener conto della convenienza di un riutilizzo dei pacchi batteria per veicoli elettrici negli accumuli stazionari.

### L’occupazione creata dalle gigafactory

Il rapporto del JRC ha passato in rassegna le stime occupazionali disponibili per alcuni impianti di produzione *di celle* al litio in ambito globale (cfr. Tabella 2.1).[[1]](#footnote-2)

Tabella 2.1 – Rassegna di casi studio sugli effetti occupazionali di Gigafactory

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Impianti di produzione di celle per batterie al litio** | **Capacità (GWhc-anno)** | **Effetti occupazionali attesi** | **Addetti diretti/GWhc** |
| NPE – Piattaforma per la mobilità elettrica (Germania) | 13 | 1300 diretti[[2]](#footnote-3), 3000 indiretti | 100,0 |
| Tesla (Nevada-USA) | 35 | 6500 diretti | 185,7 |
| Panasonic (Cina) | 2.5 | 500 diretti | 200,0 |
| Northvolt (Svezia) | 32 | 2500-3000 diretti, >20.000 indiretti | 85,9 |
| TerraE (Germania) | 8 | 400 diretti | 50,0 |
| Boston Energy and Innovation (Australia) | 15 | 1000 dipendenti nella produzione, 1000 a servizio diretto, 5000 indiretti | 133,3 |
| VW (Germania) (batterie allo stato solido) | 150 | 9000 diretti | 60,0 |

Tramite un’analisi di regressione lineare sui dati della tabella 1, JRC [1] ha poi stimato la relazione fra occupazione diretta dello stabilimento e capacità produttiva di celle (espressa in GWh-anno, come per la capacità di produzione di pacchi batteria completi), pervenendo ad una stima centrale di 140 addetti/GWhc, su un intervallo min-max di valori compresi fra 50 e 200 addetti/GWhc. [[3]](#footnote-4)

### Dati su investimenti e costi delle gigafactory

Di seguito ci soffermiamo su alcuni dati riguardanti i costi di investimento e di esercizio della produzione di batterie, riportatati dallo studio del JRC, in quanto potrebbero essere utili per affinare la metodologia di stima degli effetti socio-economici della produzione di batterie, in particolare nel modellizzare correttamente le relazioni intersettoriali (input-output) della produzione delle batterie all’interno di un’economia.

La Figura 2.1 illustra la stima JRC [1] dei costi unitari attesi al 2025 della produzione di batterie al litio e l’incidenza dei *processi tipici* del ciclo di produzione delle batterie.

|  |
| --- |
|  |

Figura 2.1 – Struttura dei costi unitari dei pacchi batteria per veicoli elettrici, per tipo di processo produttivo. Fonte: [1]

Anche se il rapporto non riporta un’analoga stima dei costi di produzione delle batterie ripartiti per *tipo di voce di costo*, fornisce una valutazione dettagliata dei *costi* *d’investimento* per la costruzione di un nuovo stabilimento produttivo (l’ammortamento degli investimenti è una delle principali voci di costo del ciclo di produzione delle batterie, insieme al costo dei beni intermedi materiali ed energetici, e al costo del lavoro).

Sulla base di un’analisi di 11 casi di investimenti annunciati nel periodo 2011-2016, il rapporto del JRC [1] riscontra una forchetta (min, max) di valori unitari dell’investimento compresa fra 66 e 177 euro2017/kWhc (Tabella 2.2).

Tabella 2.2 - Costi di investimenti di impianti di produzione di celle per batterie al litio pianificati. Fonte: JRC [1].

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Impianti di produzione di celle per batterie al litio** | **Capacità (GWhc-anno)** | **Investimenti** | **Investimenti unitari (euro/kWhc)**[[4]](#footnote-5) |
| NPE – Piattaforma per la mobilità elettrica (Germania) | 4,5 | 700 M euro | 155 |
| NPE – Piattaforma per la mobilità elettrica (Germania) | 13 | 1.300 M euro | 100 |
| Tesla (Nevada-USA) | 35 | 5000 M $ | 128 |
| Panasonic (Cina) | 2,5 | 500 M $ | 177 |
| LG Chem (Poland) | 2 | 340 M $ | 150 |
| Samsung SDI (Hungary) | 2,5 | 300 M euro | 120 |
| Northvolt (Svezia) | 32 | 4.000 M euro | 125 |
| TerraE (Germania) | 8 | 1.000 M euro | 125 |
| Energy Absolute (Tailandia) | 1 | 88 M $ | 78 |
| Dynavolt (Cina) | 6 | 400 M euro | 67 |
| VW (Germania) (batterie allo stato solido) | 150 | 10.000 M euro | 66 |

Successivamente, stima la *funzione di costo* *dell’investimento* riportata nella figura 2, che mette in relazione il valore assoluto dell’investimento con la capacità produttiva annua dell’impianto in GWh (la stima tiene conto delle economie che si verificherebbero con la crescita di scala degli impianti produttivi). Il rapporto sottolinea che nel settore sussistono anche forti economie di apprendimento, che potrebbero portare ad un abbassamento della curva continua tracciata in Figura 2.2.

|  |
| --- |
|  |

Figura 2.2 – Curva dei costi d’investimento in funzione della capacità produttiva addizionale di batterie al litio (linea nera continua). Fonte: [1]

Un’altra voce di costo importante riguarda i *consumi energetici* della produzione della batteria, per i quali il rapporto JRC fornisce una stima di 490 kWh di energia primaria per kWh di capacità[[5]](#footnote-6) e dati di dettaglio sui processi che contribuiscono maggiormente ai consumi, ovvero la produzione del catodo e l’assemblaggio del pacco batteria, seguiti a distanza dalla produzione dell’involucro della cella, dell’anodo e dell’elettrolita (cfr. Figura 2.3).

|  |
| --- |
|  |

Figura 2.3 - Consumi di energia primaria della produzione di batterie al litio, ripartizione per tipo di processo, fonte: [1].

## Lo studio Deloitte sugli effetti socio-economici di una gigafactory nella repubblica Ceca

Uno studio del 2021 della società di consulenza Deloitte [2], commissionato dall’Associazione Modern Energy Union[[6]](#footnote-7) ha valutato il potenziale socio-economico dello sviluppo della produzione di batterie al litio nella repubblica Ceca.

Lo studio parte dal presupposto che il fabbisogno di batterie per lo sviluppo della mobilità elettrica e per far fronte alla generazione con fonti rinnovabili intermittenti raggiunga nell’UE il livello di 450–630 GWh nel 2030, per poi crescere a 1.000–1.400 GWh nel 2040. Ipotizzando una *gigafactory* con una capacità produttiva di 40 GWh, occorrerà realizzare fra 11 e 16 stabilimenti di medie dimensioni entro il 2030, e 25–35 entro il 2040. Nell’Europa centro-orientale buona parte di questi impianti sono già stati realizzati o pianificati (si vedano i punti rispettivamente in verde e in blu nella Figura 2.4, fra i quali l’impianto programmato da Tesla a Grünheide, in Germania, con una capacità di 100 GWh).

|  |
| --- |
|  |

Figura 2.4 - Impianti di produzione di batterie pianificati (blu) o già realizzati (verde) nell’EU centro-orientale, fonte [2]

Lo studio Deloitte ritiene che nella Repubblica ceca possano essere realizzati almeno due stabilimenti da 40 GWh[[7]](#footnote-8), per le seguenti ragioni:

* presenza di miniere di litio col maggior potenziale in Europa (vicino a Cínovec, nelle montagne Krušné) e di depositi di manganese (metallo usato nelle batterie al litio) nella regione di Pardubice;
* presenza di un’affermata industria automobilistica (che contribuisce al 10% del PIL nazionale e al 25% del Pil dell’industria, con un’occupazione di circa 500.000 addetti considerando anche l’indotto), per la quale sono previsti piani di rinnovamento basati sulla produzione di auto elettriche plug in (a batteria ricaricabile);
* costo del lavoro molto competitivo ed elevata qualificazione della manodopera;
* presenza di aree di estrazione del carbone e di centrali a carbone, assoggettate a piani di riconversione industriale legati alla decarbonizzazione (i cui progetti sono finanziabili attraverso fondi europei come il Just Transition Fund).

Per illustrare le opportunità socio-economiche dello sviluppo di impianti di produzione di batterie, lo studio Deloitte ha stimato con tecniche di analisi input-output gli effetti di un progetto preliminare di costruzione ed esercizio di una *gigafactory* con una capacità produttiva annuale di 40 GWh di batterie al litio per uso automotive.

I parametri del progetto di riferimento per la valutazione sono così riassumibili:

* superficie richiesta per l'ubicazione della fabbrica: circa 70 ha
* costo d’investimento stimato di 2 miliardi di euro, per una durata di circa 3 anni (Tabella 2.3), con un costo d’investimento unitario di 50,8 euro/kWh di produzione a pieno regime (inferiore rispetto al costo minimo di 66 euro/kWh rilevato con rassegna di casi da JRC qualche anno prima [1]);
* consumo annuo di energia elettrica dello stabilimento: circa 1,5 TWh;[[8]](#footnote-9)
* consumo idrico annuo: 2,5 milioni di m3, interamente di fornitura nazionale;
* dipendenti dello stabilimento a regime: 2.300 addetti (il che significa 57,5 addetti per GWh di produzione).

Tabella 2.3 - CAPEX di progetto Gigafactory 40 GWh nel triennio 2023-2025 (valori in milioni di euro2020)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Cod. NACE** | **2023** | **2024** | **2025** | **2023-2025** |
| Lavori di costruzione specializzati | 43 | 31,7 | 28,3 | 25,7 | **85,7** |
| Ingegneria civile | 42 | 265,9 | 237,1 | 215,8 | **718,8** |
| Riparazione, manutenzione e installazione di macchine e apparecchiature | 33 | 453,6 | 404,5 | 368,1 | **1.226,2** |
| **Totale CAPEX** |  | **751,1** | **669,8** | **609,6** | **2.030,6** |

Dai dati riportati nello studio Deloitte, si evince che il rapporto fra il costo dell’investimento e la capacità produttiva dell’impianto è di 50 euro/kWh, un valore inferiore rispetto alla forchetta di 66-177 euro/kWh fornita dallo studio del JRC del 2017 [1], sintomo della forte innovazione tecnologica orientata alla riduzione dei costi degli impianti più recenti.

Per quanto riguarda i costi relativi all’esercizio dello stabilimento (OPEX), l’analisi input-output ha considerato l’effetto sull’economia relativo agli OPEX nei primi 6 anni di esercizio (Tabella 2.4). In media si prevedono costi operativi per circa 2,2 miliardi di euro l’anno, con un’incidenza molto ridotta del costo del lavoro (inferiore all’1%). In base a questi dati, i costi operativi unitari del primo anno sono pari a circa 60 euro/kWh di produzione.

Tabella 2.4 - OPEX di progetto Gigafactory 40 GWh nel periodo di esercizio 2026-2031 (valori in milioni di euro2020)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Cod. NACE** | **2026** | **2027** | **2028** | **2029** | **2030** | **2031** | **Totale**  **2026-2031** |
| Fabbricazione di apparecchiature elettriche | 27 | 1724 | 1605 | 1566 | 1526 | 1487 | 1520 | **9.428** |
| Fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata | 35 | 137 | 128 | 125 | 122 | 118 | 121 | **751** |
| Approvvigionamento idrico, attività legate ai rifiuti e servizi igienico-sanitari, raccolta e smaltimento rifiuti | 38 | 235 | 219 | 213 | 208 | 202 | 207 | **1.283** |
| Finanza, assicurazioni e altre attività finanziarie | 65 | 117 | 109 | 107 | 104 | 101 | 103 | **642** |
| Attività professionali, scientifiche e tecniche, ricerca e sviluppo | 72 | 85 | 79 | 77 | 76 | 74 | 75 | **467** |
| Attività immobiliari | 68 | 85 | 79 | 77 | 76 | 74 | 75 | **467** |
| Costo del lavoro | n.a. | 17 | 16 | 15 | 15 | 15 | 15 | **93** |
| **Totale OPEX** |  | **2.400** | **2.235** | **2.181** | **2.125** | **2.070** | **2.117** | **13.130** |

Per quanto riguarda le ipotesi di produzione domestica e di importazione dall’estero nella catena di fornitura, si assume che la domanda indotta dal progetto sia soddisfatta internamente al 100% nei settori delle costruzioni, dell’energia, servizi idrici e rifiuti, e immobiliare. Questa percentuale si riduce negli altri settori per tener conto delle importazioni dall’estero (in particolare si assume il 25% di produzione domestica nei settori della riparazione e installazione di macchinari, dei trasporti e della logistica).[[9]](#footnote-10)

Lo studio stima un effetto di creazione di posti di lavoro per la fase di investimento iniziale pari a 6.095 addetti-anno complessivi per il triennio 2023-2025, a cui si aggiungono negli anni successivi, una volta che lo stabilimento è entrato in funzione, ulteriori 33.035 addetti-anno nei sei anni di esercizio (circa 5.500 addetti l’anno, considerando sia i dipendenti dello stabilimento che gli addetti necessari per la produzione e fornitura di componenti e materiali usati come input nell’operatività dell’impianto).

La stima di impatto sul PIL relativa al solo investimento è di 1,5 miliardi di euro ai prezzi del 2020[[10]](#footnote-11) nel complesso dei tre anni di investimento, mentre l’impatto sul PIL dell’esercizio dello stabilimento è di 6,5 miliardi di euro nel complesso dei primi 6 anni ipotizzati (Figura 2.5). Complessivamente, l’impatto sul PIL del progetto è di circa 8 miliardi di euro in nove anni. Inoltre, dato che il modello impiegato consente di stimare l’effetto sulla distribuzione del reddito fra famiglie, imprese e pubblica amministrazione, lo studio riporta un incremento atteso del gettito fiscale (entrate di Stato, Regioni ed enti locali) di 1,84 miliardi (le maggiori entrate equivalgono al 23% dell’impatto sul PIL del progetto).

In termini di impatto medio *annuale* sull’economia ceca, i risultati possono essere così riassunti:

* circa 0,5 miliardi di euro l’anno per la fase di investimento
* poco meno di 1,1 miliardi di euro l’anno nella fase di esercizio
* una media di circa 0,89 miliardi di euro l’anno nei 9 anni del progetto (2023-2031).
* 4.348 addetti come occupazione media annua nel periodo 2023-2031
* 204 milioni di euro l’anno di maggiori entrate fiscali nello stesso periodo.

|  |
| --- |
|  |

Figura 2.5 - Stima dell’impatto sul PIL del progetto di gigafactory da 40 GWh l’anno 2023-2031 (valori in milioni di euro2020), fonte: elaborazione RSE di [2]

La Figura 2.6 evidenzia i principali settori beneficiari dell’impatto complessivo sul PIL (2023-2031) mentre la Figura 2.7 raffigura l’impatto per settore in valore assoluto, distinguendo fra effetti economici diretti, indiretti e indotti.

|  |
| --- |
|  |

Figura 2.6 – Quota per settore dell’impatto sul PIL del progetto di gigafactory da 40 GWh/anno (valori in percentuale sul totale 2023-2031), fonte: elaborazione RSE di [2]

|  |
| --- |
|  |

Figura 2.7 – Impatto sul PIL di settore del progetto di gigafactory da 40 GWh/anno (valori in milioni di euro2020), fonte: elaborazione RSE di [2]

L’analisi condotta da Deloitte evidenzia un effetto cospicuo per il settore dei servizi di mercato, con il 33,6% (oltre che per l’industria manifatturiera in generale, in cui si colloca la fabbricazione delle batterie al litio, con il 40,8% dell’impatto totale), che sopravanza l’impatto sul settore delle costruzioni, con il 16,5%. Sorprende l’effetto molto limitato di attivazione del settore estrattivo ceco (0,7%), addirittura la metà dell’effetto intersettoriale sull’agricoltura (1,4%) nonostante l’ipotesi d’indagine di estrazione e lavorazione del litio in Cecoslovacchia, evitando l’importazione dall’estero.[[11]](#footnote-12) Lo stesso rapporto evidenzia i limiti della metodologia di analisi utilizzata. Il modello impiegato per la stima si basa sui dati delle tavole input-output dell’economia ceca, molto aggregati (la nuova *gigafactory* rientra nel settore 27 - Produzione di apparecchiature elettriche). Nella scomposizione NACE a tre cifre, vi sono sei sub-settori, fra i quali il 27.2 Produzione di batterie e accumulatori, ma le tavole input-output non arrivano a questo livello di dettaglio. La nuova *gigafactory* è destinata a creare una nuova catena di fornitura, con una struttura probabilmente molto diversa sia rispetto alla produzione di apparecchiature elettriche in generale, sia rispetto alla produzione di batterie convenzionali. La semplificazione operata dal modello dello studio Deloitte interviene a due livelli:

* il modello ha considerato solo in parte dati specifici riguardanti la produzione di batterie al litio (alcuni dati settoriali di ripartizione della domanda di beni e servizi fra importazioni e produzione domestica);
* per il resto ha considerato dati sulle relazioni intersettoriali riguardanti il settore 27 delle apparecchiature elettriche in generale.

Un altro punto debole dell’analisi riguarda la bassa incidenza del costo del lavoro assunta nella struttura degli OPEX del progetto: solo 16 milioni di euro, ovvero lo 0,7% degli OPEX. Per uno stabilimento con 2300 addetti quest’ipotesi equivale a un costo annuo per addetto di circa 6-7000 euro nel periodo 2023-2031, valori 3-4 volte inferiori rispetto a quello medio nella repubblica Ceca nel 2021.[[12]](#footnote-13) Un’eventuale sottostima del costo del lavoro potrebbe portare a una corrispondente sottostima dell’indotto associato ai consumi e all’attivazione di valore aggiunto nei settori dell’economia per l’effetto di incremento dell’occupazione e del monte salari. Si tenga conto che la cifra di 2300 addetti diretti dello stabilimento da 40 GWh equivale a 57 addetti per GWh di capacità ed appare una stima realistica rispetto alla forchetta di valori individuata nella rassegna di casi del JRC [1] (50 - 200 addetti/GWhc).

# Metodologia di analisi

L’analisi di impatto è stata realizzata utilizzando un modello input-output (IO) basato sulle tavole *supply and use* (SUT) dell’Italia prodotte dall’Istat per il 2019. Il modello IO è un *framework* analitico di analisi sviluppato da Wassily Leontief negli anni 30 [3] finalizzato ad analizzare le interdipendenze tra i settori di un’economia. Un modello IO non è altro che un sistema di equazioni lineari, ognuna delle quali, nella sua forma più semplice, rappresenta la distribuzione dei prodotti di un determinato settore nelle varie parti dell’economia nazionale. Il modello può essere esteso per incorporare dati di maggior dettaglio su particolari settori, per considerare anche gli scambi con l’estero o anche per effettuare connessioni con altri strumenti di analisi [3]. Una delle estensioni più importanti, storicamente, è stata quella che ha riguardato la struttura contabile di partenza, ovverosia la base dati sulla quale il modello si basa. Nella sua versione originaria, il modello IO è basato su tavole simmetriche (input-output, appunto) che descrivono i flussi monetari tra i vari settori dell’economia. La rappresentazione dell’economia oggetto di studio basata sulle tavole IO è stata col tempo soppiantata dalle tavole *supply and use* (SUT) delle quali, le tavole IO, sono un caso particolare. Questo nuovo approccio di rappresentazione e risoluzione dei modelli IO si deve principalmente a Richard Stone [4], premio Nobel per l’economia nel 1984 per i suoi studi sul tema, analogamente a Leontief nel 1973.

Le tavole SUT sono una rappresentazione dei flussi tra gli agenti economici che tengono conto dello scambio di beni e servizi da parte da imprese, famiglie, pubblica amministrazione e resto del mondo e si differenziano dalle tavole input-output (IO) in quanto tavole settore-prodotto. Le tavole IO, in maniera estremamente sintetica, descrivono i flussi economici tra i vari settori dell’economia (come delle tabelle a doppia entrata): ad esempio il settore agricolo acquista input dal settore della generazione di energia e da quello della produzione di fertilizzanti per destinare poi i suoi prodotti alla domanda finale. Tale rappresentazione è tuttavia limitante in quanto, nel mondo reale, le aziende acquistano prodotti intermedi e producono prodotti e servizi destinati alla domanda finale o all’export. Le SUT permettono di uscire dalla rigida dinamica settore – settore per passare a quella, più aderente con la realtà, settore-prodotto. In appendice viene fornita una descrizione dettagliata delle tavole IO e SUT alla base dei modelli IO.

Le tavole SUT sono quindi una struttura contabile che fotografa l’economia di un paese in un determinato momento e rappresenta la base dati sulla quale costruire il modello IO passando quindi da una rappresentazione *ex post* (contabile) a una *ex ante* attraverso la quale poter effettuare delle simulazioni di impatto.

L’ipotesi principale del modello IO è che esso sia *demand-driven*, ossia sono gli impulsi della domanda (finale esogena e/o intermedia) che generano variazioni del valore aggiunto o della produzione del sistema economico. Il modello, quindi, non permette retroazioni sui prezzi e sulla produttività dei settori, inoltre i coefficienti tecnici, ossia le ricette tecnologiche alla base della produzione di beni e servizi, non variano al variare della domanda finale. Il consumo delle famiglie può essere esogeno o endogeno al modello, a seconda dei dati a disposizione.

La simulazione di impatto presuppone la definizione di uno scenario di impatto, ossia l’individuazione delle variabili oggetto di shock e, in seguito, la quantificazione dell’effetto di tale variazione sull’economia oggetto di studio. Esempi di shock sono l’aumento della spesa pubblica o una flessione delle esportazioni di un determinato bene a causa di politiche commerciali ostili da parte di paesi partner. Lo scenario, quindi, aiuta a definire le variabili oggetto di variazione e il settore oggetto dello shock.

Una volta definito, lo shock viene introdotto nel modello IO che fornirà una nuova soluzione rispetto all’equilibrio di *baseline*. La differenza della soluzione con lo scenario e quella di *baseline* fornisce l’impatto sul sistema economico degli shock esogeni definiti nello scenario.

Le caratteristiche del modello IO (che è un modello lineare) e degli scenari che esso è in grado di valutare fanno sì che le simulazioni effettuate con esso siano sempre *ceteris paribus*, ossia riguardanti solamente le relazioni causali (desunte dalla contabilità nazionale descritta da tavole IO o SUT) attivate dallo shock esogeno. Questo è un aspetto da tenere bene a mente soprattutto quando i modelli IO vengono utilizzati per simulare gli effetti di uno shock in anni futuri, durante i quali le relazioni tra i settori (es. ricette tecniche) possono variare o le variabili oggetto di shock possono assumere valori diversi a causa di dinamiche del sistema economico diverse da quelle ipotizzate negli scenari di simulazione.

Maggiori dettagli sul modello utilizzato sono disponibili in appendice.

# Descrizione del caso pilota

Il caso studio ipotetico è una Gigafactory da 10 GWhc per la produzione di batterie al litio destinate ad accumuli di tipo stazionario nel settore elettrico (EES -Energy Storage Systems), a servizio di impianti a fonti rinnovabili o di reti di distribuzione. L’output dello stabilimento non è il tipico pacco batteria per il settore automobilistico, ma è il cosiddetto BESS (Battery energy storage system), ovvero un container in cui sono installate, oltre ai moduli batteria, tutte le tecnologie necessarie per ricevere la ricarica e rilasciare la carica in condizioni di sicurezza (inverters, componenti di controllo, sensori integrati, sistemi di raffreddamento e prevenzione incendi).[[13]](#footnote-14)

La delimitazione del processo produttivo della *gigafactory* prevede l’approvvigionamento all’estero delle materie prime di base (es. litio carbonato) mentre in ambito nazionale si prevede la realizzazione in un unico stabilimento per i processi di produzione di materiale attivo partendo dal litio carbonato, la produzione della cella, l’assemblaggio delle celle con la produzione di pacchi batteria e, infine, la produzione e vendita di sistemi di storage (Figura 4.1).

Considerato che la durata del periodo di costruzione della *gigafactory* è di circa due anni, si può ipotizzare che lo stabilimento entri in funzione nel corso del 2025 e nel 2026 raggiunga il livello di produzione a regime, ipotizzato pari all’80% dalla capacità produttiva per tener conto di eventuali fermi dovuti alla manutenzione ordinaria dell’impianto.

La produzione a regime dell’impianto è pertanto quantificata in 8 GWhc l’anno.

|  |
| --- |
|  |

Figura 4.1 - Delimitazione dei processi produttivi della Gigafactory

## Caratterizzazione economica dell’investimento iniziale

Il valore dell’investimento dello stabilimento pilota ipotizzato è stato stimato con dati di letteratura. Lo studio del JRC del 2017 [1], che ha analizzato i costi di investimento di 11 impianti pianificati nel periodo 2011-2016, ha riscontrato una forchetta (min, max) di valori unitari dell’investimento compresa fra 66 e 177 euro/kWhc. Il caso studio nella repubblica ceca comporta un valore del parametro pari a 50,8 euro/ kWhc (2031 milioni di euro/40 GWhc), inferiore al valore più basso della forchetta per effetto della forte spinta a migliorare l’economicità della produzione di batterie al litio in tutto il mondo. Il confronto del caso studio ceco col costo d’investimento di un grande progetto IPCEI previsto in Italia [5] evidenzia costi d’investimento unitari del progetto italiano leggermente inferiori.[[14]](#footnote-15)

Ai fini del presente caso pilota, per omogeneità con le assunzioni successive di costo, si farà riferimento al dato del caso studio ceco: la stima dell’investimento è pertanto di

CAPEX: 50,8 euro/ kWhc \* 10 GWhc = 508 milioni di euro

Dato che la costruzione e installazione dell’impianto avviene nell’arco di due anni, ai fini dell’analisi input-output degli effetti economici ed occupazionali, il valore dell’investimento è ripartito equamente in due annualità (2024 e 2025).

La Tabella 4.1 riporta la struttura prevista dei costi d’investimento per settore di fornitura dei beni e servizi. La tabella è stata ottenuta incrociando i dati forniti da un operatore anonimo con quelli del caso studio ceco e con la struttura dei dati Istat sugli Investimenti fossi lordi in impianti e macchinari per tipo di investimento e branca proprietaria, relativi al settore “fabbricazione di apparecchiature elettriche”(Tabella 4.1 e Figura 4.2).

Tabella 4.1 - Composizione dell'investimento (CAPEX) per settori di fornitura dei beni e servizi

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | (%) | Milioni di euro | CODICE ATECO (settori) | Nomenclatura SUT 64 categorie di prodotto |
| Lavori di costruzione ed opere di edilizia civile (progettazione e costruzione di edifici, demolizioni, preparazioni del cantiere, impianti anti-incendio, altri impianti specializzati) | 38,4% | 195,072 | ATECO 41 e 43 | Lavori di costruzione ed opere di edilizia civile |
| Apparecchiature ICT, Computer, prodotti di elettronica, apparecchiature telecomunicazione | 2,1% | 10.919 | ATECO 26 | Prodotti informatici, elettronici ed ottici |
| Macchinari (esclusa installazione) | 48,3% | 245.272 | ATECO 28 | Macchine ed apparecchi meccanici n.c.a. |
| Mezzi di trasporto | 1,4% | 7.157 | ATECO 29 | Autoveicoli, rimorchi e semirimorchi |
| Installazione di macchinari | 5,8% | 29,261 | ATECO 33 | Servizi di riparazione e installazione di macchinari e apparecchi |
| Acquisto di un brevetto (R&S) | 4,0% | 20,320 | ATECO 77 | Servizi di locazione e leasing |
| Totale | 100% | 508,000 |  |  |

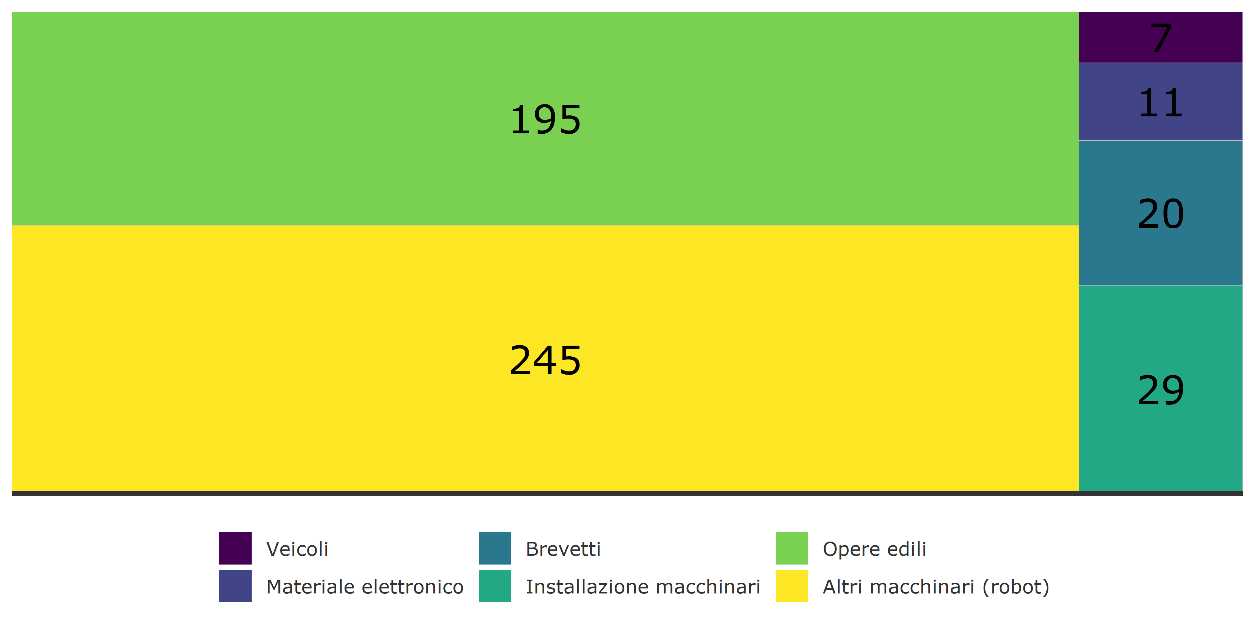


Figura 4.2 - Composizione percentuale dell’investimento iniziale (milioni di euro)

Tabella 4.2 – Scomposizione dell’investimento del settore “fabbricazione di apparecchiature elettriche” per tipo di investimento in impianti e macchinari. Fonte: Istat [6]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Settori Istat di investimento | Milioni di euro | % |  |
| Impianti e macchinari |  |  |  |
| - Mezzi di trasporto | 39,0 | 3% | ATECO 29 |
| - Apparecchiature ICT | 59,5 | 4% | ATECO 26 |
| - Altri impianti e macchinari | 1336,6 | 93% | ATECO 28 |
| Totale | 1435,1 | 100% |  |

## Calcolo delle principali voci economiche del funzionamento dello stabilimento a regime.

L’analisi d’impatto socioeconomico con metodologia input-output richiede la preliminare quantificazione della struttura dei costi operativi, del valore aggiunto e dei ricavi (valore della produzione) dello stabilimento a regime. Considerato che, per identità contabile, il valore della produzione (X) deve uguagliare la somma dei costi operativi per beni e servizi intermedi utilizzati nella produzione (OPEX) e del valore aggiunto (VA), nel paragrafo 3.2.1 viene stimato il valore della produzione mentre nel paragrafo 3.2.2 viene stimata la struttura dei costi operativi e del valore aggiunto.

|  |  |
| --- | --- |
|  | 4.1 |

### Il valore della produzione

Per disporre del valore economico atteso della produzione dello stabilimento a regime, occorre effettuare delle valutazioni sull’andamento futuro del prezzo dell’output dello stabilimento.

Da ormai un decennio, il prezzo di mercato delle batterie al litio è monitorato da Bloomberg attraverso un’indagine annuale che ricostruisce la media ponderata (per le quantità vendute) dei prezzi nelle diverse aree del mondo e per i diversi usi (veicoli elettrici, autobus, mezzi commerciali, usi stazionari). La Figura 4.3 illustra la forte riduzione del prezzo reale ponderato (depurato dall’inflazione) che si è verificata dal 2013 al 2021, con un leggero incremento nel 2022 (151 $/kWh a prezzi costanti 2022). Bloomberg prevede che i prezzi delle batterie torneranno a scendere nel 2024, trainati dai cambiamenti di chimica delle batterie al litio[[15]](#footnote-16) e dalla riduzione attesa dei prezzi del litio, che dovrebbero diminuire con l'aumento previsto della capacità di estrazione e raffinazione. Sulla base del tasso di apprendimento osservato, Bloomberg prevede che il prezzo ponderato dovrebbe scendere al di sotto di $ 100/kWh entro il 2026. Dato che l’attuale discrepanza fra il prezzo di mercato in Europa di batterie al litio per il settore storage e l’indicatore Bloomberg 2022 è dell’ordine del + 40%,[[16]](#footnote-17) assumendo il mantenimento di questo differenziale (e del tasso di cambio) nei prossimi anni si può stimare un prezzo reale medio di riferimento per la produzione della Gigafactory nell’anno a regime 2026 di 132 euro/kWhc. (circa 140 $/ kWhc).

|  |
| --- |
|  |

Figura 4.3 - Andamento del prezzo medio ponderato rispetto ai volumi di vendita delle batterie al litio, con distinzione fra prezzo delle celle e pacco batteria, 2013-2022. Tutti i valori in US$ a prezzi costanti 2022. L’indagine sul prezzo medio ponderato include 178 dati puntuali su batterie per auto, autobus, veicoli commerciali e usi stazionari. Fonte: Bloomberg NEF [7]

Utilizzando questa proiezione di prezzo, il valore atteso della produzione della Gigafactory a regime (VP) è stimato in 1060 milioni di euro l’anno.

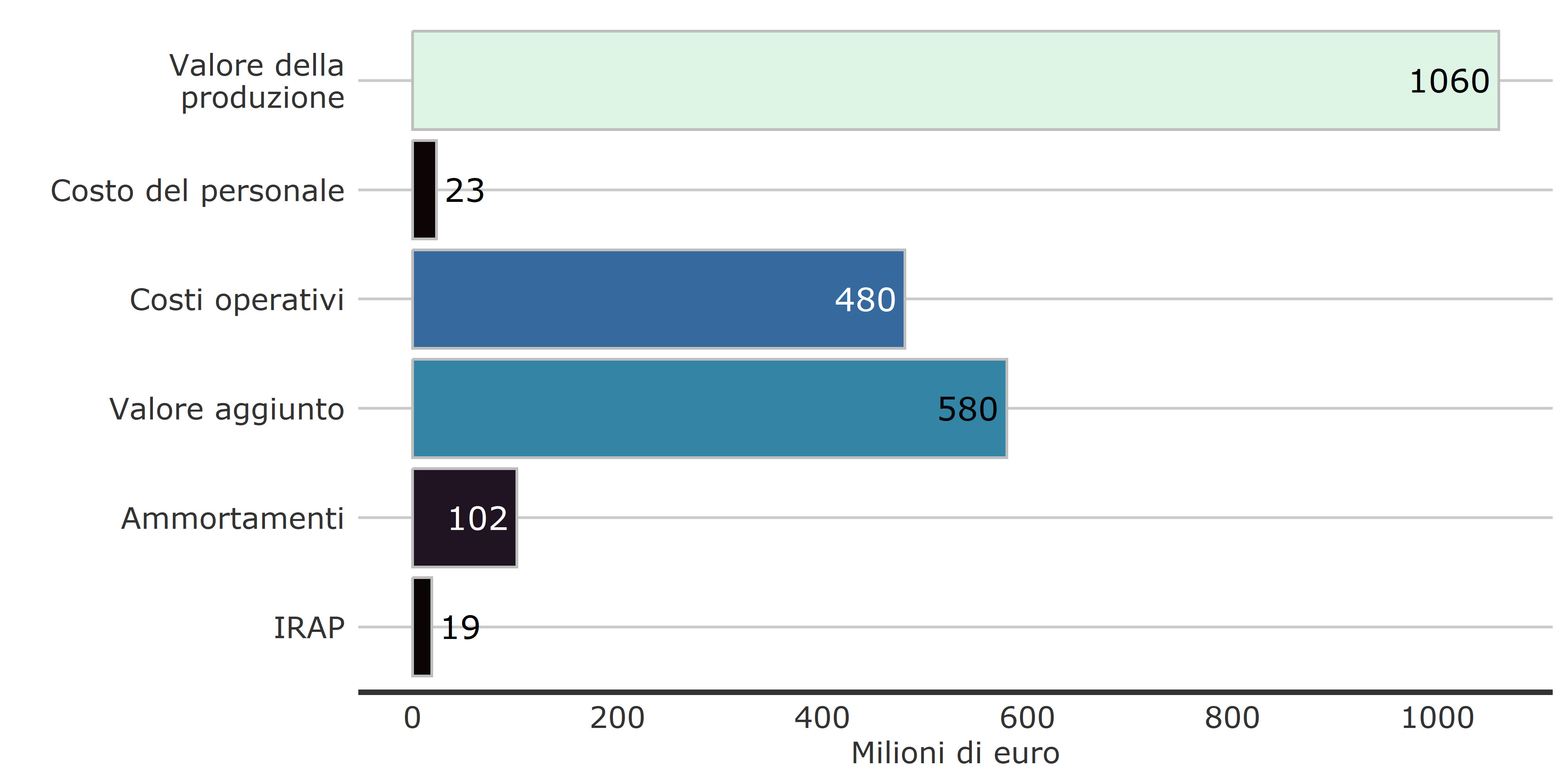


Figura 4.4 - Voci del conto economico della *gigafactory* a regime

### La struttura dei costi operativi e del valore aggiunto

Il calcolo dei costi operativi dell’impianto è stato realizzato sulla base del caso studio ceco, facendo riferimento ai costi operativi (OPEX) per unità di output[[17]](#footnote-18) e alla produzione prevista a regime nel caso pilota:

60,01 euro/kWhc  \* 8000 MWh = 480,1 milioni di euro l’anno

La Figura 4.5 e la Figura 4.6 riepilogano la struttura degli OPEX dello stabilimento pilota, ottenuta attraverso la consultazione di un operatore anonimo, che ha preso in considerazione i prodotti e servizi necessari per l’attività d’impresa (inclusa la ricerca e sviluppo e la formazione del personale, aspetti essenziali della produzione di batterie fortemente innovative sia in termini di prodotto che di processo produttivo) e l’area geografica di provenienza degli input. Quest’ultima informazione è particolarmente importante per l’analisi input-output perché le importazioni dall’estero di beni e servizi intermedi comporta una dispersione all’estero del valore economico e degli effetti occupazionali generati dal progetto.

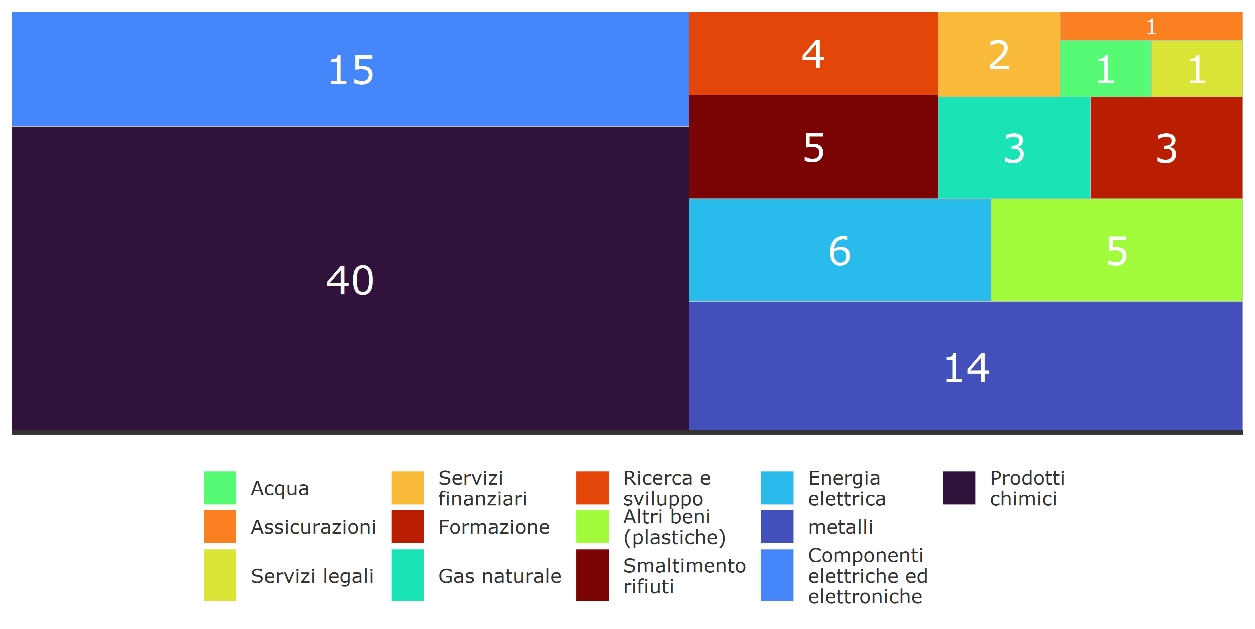


Figura 4.5 - Composizione percentuale dei costi operativi

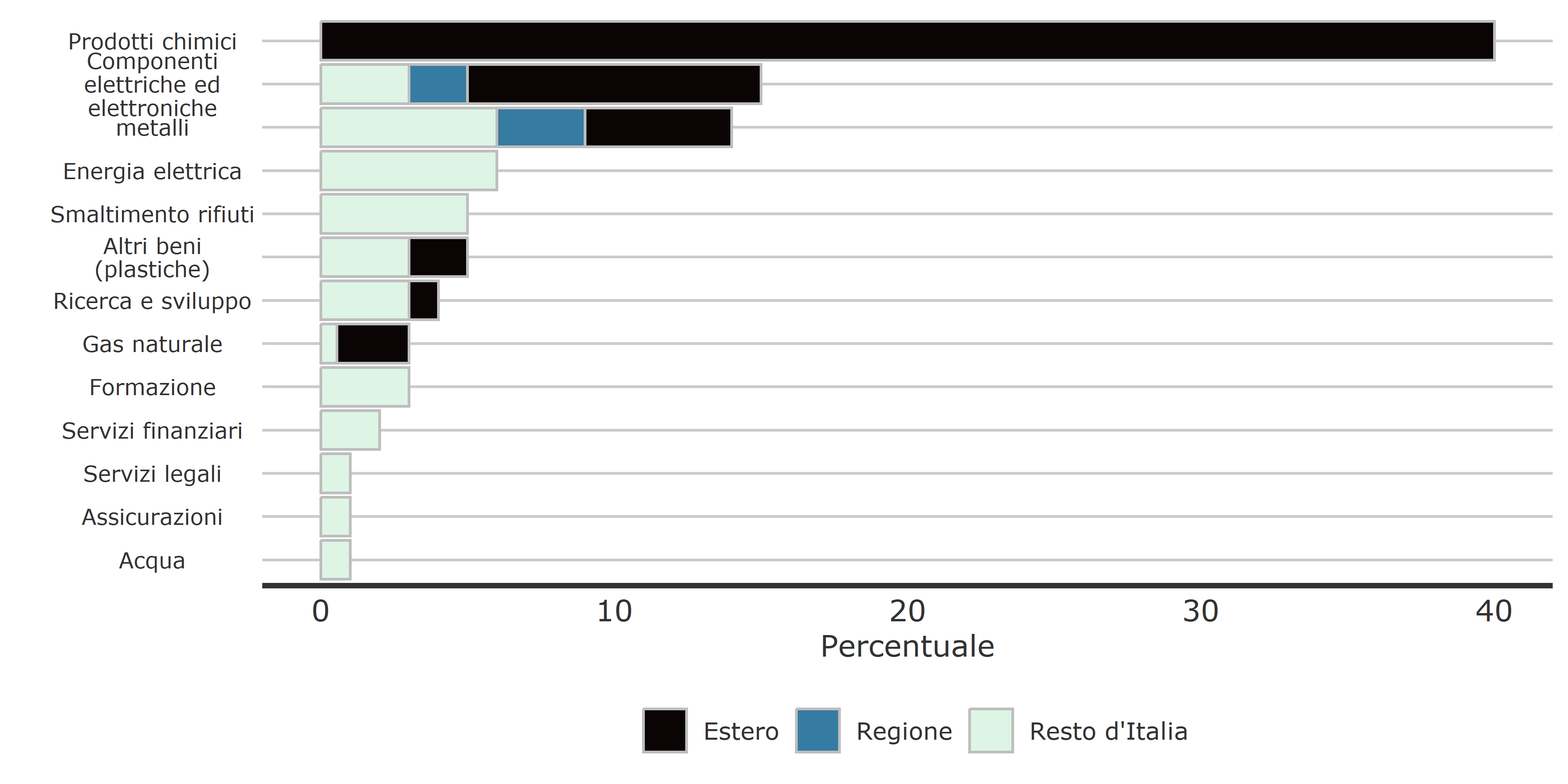


Figura 4.6 - Mercato di origine delle voci dei costi operativi

Il valore aggiunto è dato dalla differenza fra il valore della produzione X e gli OPEX:

1059,6 – 480,1 = 579,5 milioni di euro l’anno

A sua volta, il valore aggiunto (VA) è costituito dalla somma dei costi del personale (CP), degli ammortamenti (A), delle imposte nette sulla produzione (T) e dal risultato netto di gestione (RNG):

|  |  |
| --- | --- |
|  | 4.2 |

Per quanto riguarda il costo del personale, la stima è avvenuta moltiplicando il numero di addetti dello stabilimento pilota per il costo unitario del personale di fonte Istat per il settore ATECO 2720 (fabbricazione di batterie di pile e accumulatori elettrici) nell’anno 2020 (40.396 euro/occupato). Il numero di addetti dello stabilimento pilota è stato stimato utilizzando il parametro addetti/capacità dell’impianto della gigafactory ceca, ovvero 57,5 addetti/GWhc (2300 addetti per 40 GWhc).

Si ricorda che il JRC, in uno studio del 2017 su sette casi di gigafactory in Europa, aveva analizzato questo parametro, pervenendo ad una stima centrale di 140 addetti/GWhc, su un intervallo di valori tratti dai casi studio esaminati di 50-200 addetti/GWhc. Anche attraverso la consultazione di operatori del settore, si ritiene che la spinta alla riduzione dei costi attraverso l’automazione dei processi e l’incremento di dimensioni degli impianti stiano portando ad una forte riduzione di questo parametro, come per l’appunto nel caso ceco, che si colloca nella parte bassa della forchetta. [[18]](#footnote-19)

Pertanto, considerata la capacità produttiva dell’impianto pilota, la stima degli addetti è:

57,5 addetti/GWhc \* 10 GWhc = 575 addetti

Il costo del personale (CP) per l’impianto pilota è dato da:

CP= 575 \* 40.396 euro = 23,2 milioni di euro l’anno

Per quanto riguarda gli ammortamenti (A), è stato assunto un rateo di ammortamento del 20% per il costo stimato dell’investimento, ottenendo 101,6 milioni di euro l’anno.

Per quanto riguarda le imposte sulla produzione (T), dato che il risultato netto di gestione al lordo delle imposte è positivo, è dovuta l’IRAP, stimata pari a 18, 6 milioni di euro.

# Risultati

## Lo scenario ipotizzato

Lo scenario valutato tramite il modello *Supply and Use* (SUT)[[19]](#footnote-20) fa riferimento alla realizzazione di un impianto produttivo di batterie per l’accumulo stazionario di grandi dimensioni (*gigafactory*) da realizzarsi in Italia. La capacità massima dell’impianto è di 10 GWh annui. Le simulazioni sono state effettuate con un modello a 63 settori, basato sulla matrice *use*, la matrice delle imposte, quella dei margini commerciali e la matrice delle importazioni fornite dall’ISTAT. Lo *shock* al quale viene sottoposto il modello è la realizzazione della *gigafactory* e il successivo aumento della produzione nazionale di sistemi di accumulo stazionario che, viene ipotizzato, va a soddisfare esclusivamente la domanda finale interna e quindi non viene utilizzata come input intermedio e non viene esportata. Calcolando una nuova soluzione del modello, una volta inserito lo *shock*, è possibile quantificare gli impatti confrontando lo scenario di simulazione con la situazione di *baseline*. Per poter calcolare l’effetto, sul sistema economico, di una variazione dell’output (in questo caso di batterie) è necessario che il settore sia esplicitamente presente nella SUT. Per questo motivo il modello di base è stato ampliato generando un nuovo settore economico, quello riguardante la nuova *gigafactory* utilizzando, in parte, i dati forniti da un costruttore di batterie per accumulo stazionario e, in parte, dati di letteratura e statistiche ufficiali, come dettagliato nei paragrafi precedenti. L’impatto sull’economia nazionale della realizzazione della *gigafactory* consiste in due componenti:

* Impatto dell’investimento iniziale (nei primi due anni, ovverosia il tempo necessario alla realizzazione dell’impianto);
* Impatto sull’economia nazionale dell’impianto in esercizio.

Gli scenari sviluppati sono atipici rispetto alle classiche analisi di impatto input-output che, in genere, presuppongono *shock* dal lato della domanda, mentre in questo caso lo *shock* deriva dalla variazione del livello della produzione di un settore dell’economia. Tuttavia, poiché il modello utilizzato è lineare, l’impatto di un aumento dell’offerta di sistemi di accumulo è uguale in valore assoluto (ma di segno opposto) a quella di una contrazione della domanda di sistemi di accumulo. Per questo motivo, l’impatto è stato stimato ipotizzando che la *gigafactory* fosse già presente nel tessuto produttivo nazionale e che venisse meno la domanda finale di sistemi di accumulo.

I risultati della simulazione permettono di valutare la variazione di:

* prodotto interno lordo,
* importazioni intermedie e finali,
* investimenti fissi lordi,
* esportazioni,
* output,
* occupati (in unità di lavoro/anno o ULA).

Il modello SUT può essere può essere risolto in due modi: considerando i consumi finali come variabile esogena (*type 1*) o endogena rispetto agli incrementi occupazionali e del monte salari in tutti i settori (*type 2*) e, quindi, determinato dalla struttura dei redditi da lavoro dell’economia oggetto di studio e della propensione al risparmio/consumo delle varie fasce di reddito.

Va evidenziato, infine, come il modello SUT quantifichi esclusivamente gli impatti *backward*. Esistono, infatti, due tipologie di legami inter-settoriali: *backward* e *forward*. L’effetto *backward* di uno shock (es. aumento della produzione di batterie) consiste nell’aumento di produzione e offerta degli input necessari da parte di settori interni all’economia di riferimento (domestici), mentre l’effetto *forward* si ha quando lo shock induce una variazione dell’utilizzazione dell’output del settore oggetto di shock da parte degli altri settori come input di produzione. Poiché l’ipotesi di lavoro di questo studio consiste nel fatto che le batterie per accumulo stazionario prodotte dalla *gigafactory* siano destinate esclusivamente a soddisfare la domanda finale, l’effetto misurato è l’effetto *backward*.

## Il modello di *baseline*

La simulazione di *baseline* è quella effettuata con il modello *type 2*, ovverosia con il consumo trattato come variabile endogena e può dividersi in due componenti. La prima fa riferimento agli impatti dell’investimento iniziale necessario a realizzare la *gigafactory*, mentre la seconda all’impatto sull’economia italiana in un anno di esercizio dell’impianto. L’impatto dell’investimento iniziale viene effettuato utilizzando le tabelle *supply and use* ai prezzi d’acquisto, mentre quello dell’impianto in esercizio ai prezzi di base. La [Figura 5.1](https://rsericerca-my.sharepoint.com/personal/molocchi_rse-web_it/Documents/impatti%20socio-economici%20gigafactory/Bozza%20rapporto%202023_rev_GM_1ago23.docx#fig-res-baseline) illustra i risultati di *baseline*, differenziando tra impatto dell’investimento iniziale (che si esplica in due anni) e quello, annuale, dell’impianto a regime. Per completezza vengono riportati anche i risultati del modello SUT *type 1* (consumo esogeno), ma quelli di riferimento sono quelli prodotti dal modello *type 2*.

|  |
| --- |
| Figura 5.1 - Risultati di baseline |

L’investimento iniziale di 508 milioni di euro genera un impatto sul prodotto interno lordo (PIL) pari a circa 390.1 milioni di euro nei due anni necessari alla realizzazione dell’impianto, un effetto quindi transitorio. Ipotizzando una ripartizione degli investimenti equivalente nei due anni, l’impatto in termini percentuali sul Pil è di circa lo 0.02% in ciascuno dei due anni. Il sistema economico italiano, in termini di imposte indirette nette, importazioni (intermedie), importazioni (finali), e output, è esposto, nei confronti delle attività di realizzazione dell’impianto per 23.9, 82.5, 82.8, e 884.4 milioni di euro rispettivamente, sempre in riferimento al cumulato dei due anni. Il modello restituisce anche il numero di occupati (espresso in Unità di lavoro dipendente equivalente a tempo pieno o ULA[[20]](#footnote-21)) generati dall’investimento, che sono pari a 6162.6 ULA nei due anni di costruzione.

L’impatto sul PIL generato dall’impianto in esercizio è invece pari a 780.8 milioni di euro l’anno, un valore che rappresenta circa lo 0.041% del PIL italiano nel 2022, tale percentuale definisce anche la porzione del sistema economico italiano esposta alle attività della *gigafactory*. Gli impatti generati dall’esercizio (aumento dell’output nazionale di batterie per accumulo stazionario) su imposte indirette nette, importazioni intermedie (di beni e servizi utilizzati per la produzione di altri beni e servizi), importazioni finali (di beni e servizi che soddisfano la domanda finale), investimenti fissi lordi e output sono rispettivamente di 6.2, 317.9, 0, 1067.6, e 1527.3 milioni di euro.

Oltre all’impatto complessivo sull’economia nazionale, l’analisi SUT consente anche di quantificare l’attivazione complessiva (diretta, indiretta e indotta) di una variazione unitaria dello shock (l’aumento dell’output nazionale di batterie o dell’investimento iniziale) su una o più delle variabili endogene, come ad esempio il PIL. Tale quantificazione si ottiene tramite il calcolo dei moltiplicatori settoriali, che sono dati dal rapporto tra la variazione del PIL del settore di interesse dovuta allo shock e il valore dello shock stesso. La [Figura 5.2](https://rsericerca-my.sharepoint.com/personal/molocchi_rse-web_it/Documents/impatti%20socio-economici%20gigafactory/Bozza%20rapporto%202023_rev_GM_1ago23.docx#fig-multi-pa) illustra i moltiplicatori del PIL riferiti, per i singoli settori dell’economia italiana, alle attività di costruzione dell’impianto, mentre la [Figura 5.3](https://rsericerca-my.sharepoint.com/personal/molocchi_rse-web_it/Documents/impatti%20socio-economici%20gigafactory/Bozza%20rapporto%202023_rev_GM_1ago23.docx#fig-multi-pb) mostra i moltiplicatori riguardanti l’attività di produzione delle batterie a regime. Per motivi di semplicità sono stati riportati solamente i dieci settori interessati in misura maggiore, mentre, per facilitare la lettura, i valori sono riferiti a uno shock pari a 1000 euro di output/investimenti fissi lordi.

|  |
| --- |
| Figura 5.2 - Moltiplicatori del PIL*-*riferiti all’investimento iniziale |

Le attività connesse alla realizzazione dell’impianto, in ciascuno dei due anni di costruzione, generano un incremento dell’output rilevante soprattutto per i settori di costruzioni, fabbricazione di macchinari e apparecchiature n.c.a. e commercio all’ingrosso, escluso quello di autoveicoli e di motocicli con valori dei moltiplicatori (per ogni 1000 euro incremento degli investimenti fissi lordi) rispettivamente di 436, 225 e 126 euro.

|  |
| --- |
| Figura 5.3 - Moltiplicatori *del PIL* riferiti alle attività della *gigafactory* a regime |

L’attività di produzione attiva, in maniera maggiore, i settori fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata, commercio all’ingrosso, escluso quello di autoveicoli e di motocicli e attività metallurgiche: un aumento dell’output di batterie per accumulo stazionario di 1000 euro induce un incremento dell’output in questi tre settori di 60, 32 e 32 euro rispettivamente.

I moltiplicatori possono essere calcolati anche rispetto alle unità di lavoro. In questo caso gli impatti unitari non sono particolarmente elevati, vista la forte intensità di capitale del settore. Nel caso delle attività di realizzazione dell’impianto, per ogni milione di euro di investimento iniziale, vengono generate 6.1 ULA (in ciascuno dei primi due anni). Per quanto riguarda, invece, l’attività a regime (produzione di batterie) il moltiplicatore delle unità di lavoro è più basso e pari a 3.2 ULA/milione di euro di output.

## Scenari alternativi

Gli impatti legati alla realizzazione della *gigafactory* dipendono, oltre che dalle caratteristiche della stessa, anche dalla struttura dell’economia italiana, fotografata dalle SUT. Nello specifico, la quantità di beni intermedi importati dall’estero dai singoli settori può influenzare sensibilmente gli impatti complessivi. Per questo motivo, sono stati ipotizzati due scenari ipotetici alternativi. Il primo prevede che la *gigafactory*, che importa dall’estero il 100% dei prodotti chimici necessari al ciclo produttivo (la materia prima di gran lunga più importante, pari a circa 177 milioni di euro/anno), reperisca tali materiali interamente sul territorio nazionale. Il secondo scenario, invece, fa riferimento alle attività di costruzione dell’impianto. Nello scenario di *baseline* parte degli input necessari alla realizzazione della *gigafactory* vengono acquistati all’estero, mentre nello scenario alternativo si ipotizza che tutti gli input necessari alla costruzione vengano acquistati in Italia.

|  |
| --- |
| Figura 5.4 - Scenario alternativo 1. Acquisto delle materie prime chimiche sul mercato domestico |

Nel caso in cui la *gigafactory* reperisse tutte le materie prime chimiche necessarie alla produzione sul mercato italiano (vedi [Figura 5.4](https://rsericerca-my.sharepoint.com/personal/molocchi_rse-web_it/Documents/impatti%20socio-economici%20gigafactory/Bozza%20rapporto%202023_rev_GM_1ago23.docx#fig-scenario-1)), l’impatto sul Pil sarebbe del 12.8% più elevato rispetto allo scenario di *baseline*. Anche nel caso di output e occupati gli impatti sono migliorativi rispetto alla situazione di *baseline*, con incrementi del 20.7 e 36.3% rispettivamente. L’acquisto delle materie prime in Italia comporterebbe, infine, un calo delle importazioni intermedie del -28.4% rispetto allo scenario di riferimento.

Il secondo scenario alternativo ipotizza che tutti gli input necessari alla realizzazione dell’impianto vengano acquistati in Italia. L’impatto, quindi, si concretizzerebbe nei primi due anni, ovverosia quelli nei quali vengono realizzare le attività di investimento.

|  |
| --- |
| Figura 5.5 - Scenario alternativo 2. Acquisto degli input necessari alla realizzazione della *gigafactory* sul mercato domestico (impatti complessivi nel corso dei due anni di costruzione) |

Come è possibile osservare nella [Figura 5.5](https://rsericerca-my.sharepoint.com/personal/molocchi_rse-web_it/Documents/impatti%20socio-economici%20gigafactory/Bozza%20rapporto%202023_rev_GM_1ago23.docx#fig-scenario-2), l’acquisto di tutti gli input necessari alla realizzazione della *gigafactory* sul mercato domestico comporterebbe un aumento del Pil e dell’output, rispetto allo scenario di *baseline* rispettivamente del 13.8 e 26%. A fronte della riduzione delle importazioni finali (beni di investimento prodotti in Italia), si verificherebbe, tuttavia, un sensibile aumento delle importazioni intermedie (+ 49%) per soddisfare l’incremento di produzione di beni di investimento in Italia. L’incremento delle ULA del 14.7% rispetto allo scenario di riferimento avverrebbe come contraltare una contrazione delle imposte indirette nette del -61.6%.

|  |
| --- |
| Figura 5.6 - Moltiplicatori *output-to-output* riferiti alle attività della *gigafactory* a regime nello scenario in cui tutte le materie prime chimiche vengano acquistate in Italia |

Nello scenario in cui, a regime, la fabbrica acquistasse tutte le materie prime chimiche sul mercato italiano, avverrebbe un aumento generalizzato dei moltiplicatori rispetto allo scenario di *baseline*, soprattutto - come è lecito aspettarsi *a priori* - nel caso del settore della fabbricazione di prodotti chimici, che passerebbe da 2 a 80 euro per 1000 euro di output ([Figura 5.6](https://rsericerca-my.sharepoint.com/personal/molocchi_rse-web_it/Documents/impatti%20socio-economici%20gigafactory/Bozza%20rapporto%202023_rev_GM_1ago23.docx#fig-multi-scenario1)).

|  |
| --- |
| Figura 5.7 - Moltiplicatori *output-to-output* riferiti all’investimento iniziale nello scenario in cui tutti gli input vengano acquistati in Italia |

Nello scenario 2, invece, quello che prevede l’acquisto di tutti gli input necessari alla realizzazione della *gigafactory* in Italia, il moltiplicatore che subirebbe la variazione maggiore è quello riferito al settore della fabbricazione di apparecchiature e macchinari (ovverosia dei robot impiegati nella manifattura e assemblaggio dei sistemi di accumulo) che passerebbe da 112 a 248 euro per 1000 euro di output ([Figura 5.7](https://rsericerca-my.sharepoint.com/personal/molocchi_rse-web_it/Documents/impatti%20socio-economici%20gigafactory/Bozza%20rapporto%202023_rev_GM_1ago23.docx#fig-multi-scenario2)).

# Conclusioni

Questo lavoro stima l’impatto socioeconomico della costruzione di una *gigafactory* per la produzione di sistemi di accumulo stazionario (capacità massima 10 GWh) sul territorio italiano utilizzando un modello input-output basato sulle tavole *supply* and *use* riferite all’Italia nell’anno 2019.

Gli impatti vengono quantificati sia per l’investimento iniziale che per il funzionamento dell’impianto a regime, nell’ipotesi che l’intera produzione vada a soddisfare esclusivamente la domanda finale interna.

I risultati della simulazione permettono di valutare la variazione del prodotto interno lordo, delle importazioni intermedie e finali, delle esportazioni, dell’output e delle unità di lavoro.

I dati necessari all’analisi sono stati reperiti in letteratura e grazie alla collaborazione di un’azienda leader nel settore dell’accumulo stazionario.

Dalle simulazioni di *baseline* emerge come l’investimento iniziale abbia un impatto sul Pil nazionale dello 0.02% circa, in ciascuno dei due anni necessari alla realizzazione dell’impianto. A regime, l’impatto raddoppia e raggiunge lo 0.04% del Pil. Dall’analisi dei moltiplicatori settoriali emerge che, nella fase di costruzione, sono i settori delle costruzioni, della fabbricazione dei macchinari e del commercio all’ingrosso quelli che beneficiano maggiormente dalle attività di realizzazione della *gigafactory*. A regime, invece, l’attività di produzione di sistemi di accumulo ha un impatto maggiore sul settore della fornitura di gas ed energia elettrica, in quello del commercio all’ingrosso e in quello delle attività metallurgiche.

Gli impatti sulle unità di lavoro non sono particolarmente rilevanti, a causa della forte intensità di capitale del settore. Nel caso delle attività di realizzazione dell’impianto, per ogni milione di euro di produzione attivata, vengono generate 6.1 ULA (in ciascuno dei due primi anni). Nel caso, invece dell’attività della *gigafactory* a regime l’impatto è pari a 3.2 ULA/milione di euro di output.

L’attività di ricerca ha previsto anche lo sviluppo di due scenari alternativi. Nel primo si è ipotizzato che la gigafactory, invece di reperire la totalità delle materie prime chimiche all’estero (di gran lunga l’input più importante, che vale 177 milioni di euro/anno), le acquisti sul mercato domestico. Un’ipotesi simile caratterizza anche il secondo scenario alternativo, nel quale si ipotizza che tutti gli input necessari al processo di costruzione dell’impianto vengano acquistati in Italia. In entrambi i casi l’impatto sull’economia nazionale sarebbe superiore a quello quantificato nell’analisi di *baseline*. Nel primo caso, l’impatto sul PIL nazionale sarebbe superiore di quasi il 13% rispetto allo scenario di *baseline*, con un contestuale calo del 28% delle importazioni. Nel secondo scenario, invece, a fronte di un aumento dell’impatto sul PIL del 14% rispetto a quello di riferimento, si verificherebbe un incremento delle importazioni intermedie del 49% (sempre rispetto allo scenario di *baseline*) e a un contestuale azzeramento delle importazioni finali. In questo scenario, anche le imposte indirette nette subirebbero un calo sensibile rispetto allo scenario di *baseline* (-62%).

Il maggior fattore limitante di questo studio consiste nel fatto che, sebbene gli impatti economici della realizzazione dell’impianto e del suo funzionamento possano essere definiti con sufficiente precisione, è difficile modellizzare tale impatto nel quadro più ampio delle politiche di transizione. In uno scenario di progressiva decarbonizzazione dell’economia, infatti, è plausibile un aumento della domanda interna di sistemi di accumulo (che la *gigafactory* andrebbe a soddisfare) in relazione alla graduale penetrazione di impianti a fonti rinnovabili non programmabili, ma è anche plausibile un parallelo ridimensionamento dei settori legati alle fonti fossili sostituite dalle rinnovabili, che potrebbe ridurre gli impatti, positivi, su PIL e occupazione stimati nello studio. Un altro fattore limitante riguarda il fatto che l’analisi è stata svolta su base nazionale, ignorando quindi gli impatti su scala regionale.

Entrambi questi aspetti verranno approfonditi nei prossimi anni di Ricerca di Sistema, da un lato delineando scenari che prevedano, oltre alla realizzazione di impianti di produzione di sistemi di accumulo, anche delle variazioni dell’output di settori legati alle fonti fossili di energia e, dall’altro, utilizzando un modello SUT multiregionale.

# Bibliografia

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | Steen M., Lebedeva N., Di Persio F., Boon-Brett L., EU Competitiveness in Advanced Li-ion Batteries for E-Mobility and Stationary Storage Applications –Opportunities and Actions, vol. EUR 28837 EN, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017. |
| [2] | Deloitte, Rozvoj výroby baterií v Česku (the Development of Battery Production in Czechia), a study for Modern Energy Union (in lingua ceca), Modern Energy Union, 2021. |
| [3] | R. E. Miller e P. D. Blair, Input-Output Analysis. Foundations and Extensions, Second edition a cura di, Cambridge University Press, 2009. |
| [4] | R. Stone, Input-Output and National Accounts, Organisation for European Economic Co-operation, 1961. |
| [5] | SERI Industrial, «Investor Presentation,» 2022. |
| [6] | Istat, «Investimenti fossi lordi per tipo di investimento e branca proprietaria,» [Online]. Available: Istat, Investimenti fossi lordi per tipo di investimento e branca proprietaria http://dati.istat.it/index.aspx?queryid=12021. [Consultato il giorno 7 5 2023]. |
| [7] | Bloomberg NEF, «Lithium-ion Battery Pack Prices Rise for First Time to an Average of $151/kWh,» 6 12 2022. [Online]. Available: https://about.bnef.com/blog/lithium-ion-battery-pack-prices-rise-for-first-time-to-an-average-of-151-kwh/. [Consultato il giorno 9 4 2023]. |
| [8] | W. W. Leontief, «Quantitative Input and Output Relations in the Economic Systems of the United States,» *The Review of Economics and Statistics,* vol. 18, p. 105–125, 1936. |
| [9] | Di Stasi M., Gaeta M., «Strumenti e modelli per la valutazione degli impatti macroeconomici delle politiche energetico-ambientali,» Rapporto RdS 22013956, Progetto Scenari energetici e supporto alla governance, RSE, Milano, 2022. |
| [10] | D. Ojaleye e B. Narayanan, «Identification of Key Sectors in Nigeria – Evidence of Backward and Forward Linkages from Input-Output Analysis,» *SocioEconomic Challenges,* vol. 6, p. 41–62, 2022. |
| [11] | «Handbook on Supply and Use Tables and Input-Output Tables with Extensions and Applications,» p. 735. |
| [12] | Eurostat : Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften, Eurostat Manual of Supply, Use and Input-Output Tables, 2008 edition a cura di, Luxembourg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften, 2008. |

# Appendice - Modelli Input-OutputError! Bookmark not defined.

## Le tavole input-output

Le tavole input-output sono una rappresentazione delle relazioni economiche di scambio tra settori di un’economia e con l’esterno, in maniera coerente con le principali identità della contabilità economica nazionale. Esse quantificano le grandezze macroeconomiche più rilevanti di un’economia (potenzialmente ad ogni livello amministrativo: regionale, nazionale o sovra-nazionale), tra cui il prodotto interno lordo (PIL), il valore della produzione, il valore aggiunto, i consumi, gli investimenti, le importazioni ed esportazioni L’analisi input-output (IO) si deve a Wassily Leontief che, negli anni 30, sviluppò un primo modello volto a descrivere l’economia degli Stati Uniti [3]. Le attività di ricerca di Leontief in questo campo valsero allo scienziato il premio Nobel per l’economia nel 1973. I modelli IO e i modelli da essi derivati sono ormai divenuti uno strumento standard per l’analisi e la pianificazione economica di stati e regioni. Il modello originario, infatti, è stato progressivamente arricchito e migliorato nel corso degli anni, in modo tale da poter meglio rappresentare le transazioni economiche tra i vari soggetti economici, il commercio internazionale e, più recentemente, anche i flussi di energia e le emissioni inquinanti associate ai vari settori [4].

I modelli IO sono costruiti a partire da dati socioeconomici che descrivono l’economia di un paese o regione. Tali dati, generalmente forniti da enti pubblici di statistica (nazionali o internazionali, come ISTAT, EUROSTAT od OCSE) non sono altro che i flussi (espressi in unità monetarie) di prodotti e servizi da un settore all’altro dell’economia (Miller e Blair 2009). I settori considerati nel modello sono variabili e dipendono dai dati a disposizione e uno specifico settore può essere - dati permettendo - ulteriormente suddiviso in sottosettori di interesse, come nel caso della *gigafactory* per la produzione di sistemi di accumulo stazionario.

Un’economia è caratterizzata da settori produttivi e settori istituzionali. I settori produttivi non sono altro che insiemi di unità locali che producono beni e servizi omogenei. Le tabelle prodotte dall’ISTAT, utilizzate in questo studio, utilizzano la classificazione ATECO07. I settori istituzionali, invece, sono i soggetti economici che prendono le decisioni riguardanti l’attività economica e sono i proprietari dei fattori di produzione.

|  |
| --- |
| Figura 3.1 - Esempio semplificato di tabella input-output nel caso di economia chiusa |

Poiché la struttura matematica di un modello IO è costituita da un set di equazioni lineari con incognite, può essere rappresentata con una struttura matriciale (vedi [Figura 3.1](https://rsericerca-my.sharepoint.com/personal/molocchi_rse-web_it/Documents/impatti%20socio-economici%20gigafactory/Bozza%20rapporto%202023_rev_GM_1ago23.docx#fig-io-chiuso)). Il fulcro di qualsiasi modello IO è rappresentato dalla tavola IO, ovverosia una matrice a doppia entrata contenente tutti gli scambi (transazioni) tra i vari settori industriali e istituzionali dell’economia. Il cuore della tavola è una matrice quadrata, detta delle transazioni interindustriali, che rappresenta i flussi economici tra i vari settori dell’economia: le righe rappresentano la distribuzione dell’output del settore (a quali settori il settore vende il proprio output), mentre le colonne la provenienza degli input utilizzati dal settore (da quali settori il settore acquista i propri input). Poiché una parte dell’output viene venduto direttamente ai consumatori finali, la tabella viene arricchita tramite l’aggiunta di colonne volte a rappresentare la domanda finale di beni e servizi da parte delle famiglie e del settore pubblico, gli investimenti e le esportazioni nette. Righe aggiuntive, invece, rappresentano il valore aggiunto e le sue componenti e rappresentano gli input non-industriali della produzione: lavoro, ammortamenti, imposte indirette nette e importazioni (Miller e Blair 2009). La [Figura 3.2](https://rsericerca-my.sharepoint.com/personal/molocchi_rse-web_it/Documents/impatti%20socio-economici%20gigafactory/Bozza%20rapporto%202023_rev_GM_1ago23.docx#fig-scambi-chiuso) rappresenta la struttura degli scambi intersettoriali in un’economia chiusa.

|  |
| --- |
| Figura 3.2 - Struttura degli scambi in un’economia chiusa |

Poiché non è realistico pensare che i settori di un’economia utilizzino solamente input provenienti da altri settori della stessa economia (o che venda i suoi output solamente ad attori domestici), la tabella può essere estesa in modo tale da tenere conto di importazioni ed esportazioni intermedie e finali.

|  |
| --- |
| Figura 3.3 - Tavola IO di un’economia aperta |

La [Figura 3.3](https://rsericerca-my.sharepoint.com/personal/molocchi_rse-web_it/Documents/impatti%20socio-economici%20gigafactory/Bozza%20rapporto%202023_rev_GM_1ago23.docx#fig-modello-io-open) rappresenta la tabella IO di un’economia aperta. In questo caso, la struttura degli scambi diventa più complessa, come rappresentato nella [Figura 3.4](https://rsericerca-my.sharepoint.com/personal/molocchi_rse-web_it/Documents/impatti%20socio-economici%20gigafactory/Bozza%20rapporto%202023_rev_GM_1ago23.docx#fig-scambi-aperto).

|  |
| --- |
| Figura 3.4 - Struttura degli scambi in un’economia aperta |

I consumatori finali, oltre a consumare beni prodotti dai settori dell’economia nazionale consumano anche beni prodotti altrove e importati. Per tenere conto di questo fattore e dell’esistenza delle scorte, la tabella IO può essere ulteriormente ampliata, come mostra la [Figura 3.5](https://rsericerca-my.sharepoint.com/personal/molocchi_rse-web_it/Documents/impatti%20socio-economici%20gigafactory/Bozza%20rapporto%202023_rev_GM_1ago23.docx#fig-modello-io-completo).

|  |
| --- |
| Figura 3.5 - Modello input-output “aperto” con importazione di beni per il consumo finale e scorte |

Le colonne della matrice sono le “ricette tecniche” dei vari settori (somma delle componenti importate ed esportate). Le righe sono invece la destinazione, intermedia, finale e di export di un determinato settore.

## Dalla tabella al modello input-output

Per passare dalla tabella IO a un modello vero e proprio è necessario:

* definire le relazioni causali tra gli agenti economici riguardo un determinato fenomeno (teoria economica),
* specificare la forma funzionale di tali relazioni,
* quantificare la relazione causale.

La quantificazione avviene tramite i parametri delle relazioni causali. Di fatto, il modello permette di passare da una situazione contabile (desunta dai conti nazionali) *ex ante* a una rappresentazione economica *ex post*. Il modello IO si basa sull’identità contabile:

|  |  |
| --- | --- |
|  | 3.1 |

dove è l’output e è la domanda. Andando a scomporre output e domanda nelle rispettive componenti si ha:

|  |  |
| --- | --- |
|  | 3.2 |

dove è il valore aggiunto, sono gli scambi intermedi, è il consumo, sono gli investimenti, sono le importazioni, le esportazioni e la variazione delle scorte. Semplificando la [3.2](https://rsericerca-my.sharepoint.com/personal/molocchi_rse-web_it/Documents/impatti%20socio-economici%20gigafactory/Bozza%20rapporto%202023_rev_GM_1ago23.docx#eq-io-identity2) si ha:

|  |  |
| --- | --- |
|  | 3.3 |

Questa identità deve essere sempre soddisfatta nei modelli IO e significa che, per ciascun settore, la produzione è uguale alla somma degli input intermedi prodotti internamente, degli input importati e la remunerazione fattori produttivi. L’output è destinato invece a usi intermedi interni, domanda finale ed export.

In maniera più formale, dati settori e componenti della domanda finale, allora, per il settore è possibile scrivere:

|  |  |
| --- | --- |
|  | 3.4 |

La [3.4](https://rsericerca-my.sharepoint.com/personal/molocchi_rse-web_it/Documents/impatti%20socio-economici%20gigafactory/Bozza%20rapporto%202023_rev_GM_1ago23.docx#eq-equiv-io) può essere espressa anche in forma matriciale:

|  |  |
| --- | --- |
|  | 3.5 |

Dove è il vettore dell’output settoriale, è il totale dell’output destinato agli impieghi intermedi, quello destinato agli impieghi finali ed è il vettore dell’export.

Il modello IO ipotizza, come nel lavoro originario di Leontief, che gli input intermedi e finali non siano sostituibili, bensì complementari e, per questo, impiegati in proporzioni fisse, contrariamente alla teoria economica neoclassica che postula perfetta sostituibilità tra capitale e lavoro. Queste proporzioni sono i parametri del modello, i quali vengono chiamati coefficienti di input o coefficienti tecnici e possono essere di input intermedio o primario.

Il coefficiente tecnico intermedio è il fabbisogno diretto di input intermedio proveniente dal settore necessario alla produzione di un’unità di output del settore . In termini monetari è la spesa che deve sostenere il settore per acquistare input intermedi dal settore . Mentre il coefficiente tecnico primario : è il fabbisogno diretto di input primario proveniente dal fattore produttivo per la produzione di un’unità di output del settore . In termini monetari è la remunerazione del fattore produttivo .

I coefficienti si ottengono dividendo il valore dell’input intermedio/primario proveniente dal settore o dal fattore produttivo per il totale dell’output del settore .

Il modello IO ipotizza che le importazioni siano competitive e che dipendano in maniera proporzionale (sulla base della propensione media all’import ) dalla domanda intermedia e dalla domanda finale interna. Il coefficiente di scambio intermedio è quindi la quota del fabbisogno di input intermedio proveniente dal settore estero necessario alla produzione di un’unità di output del settore . Simmetricamente, il coefficiente di scambio interno () è la quota del fabbisogno di input intermedio proveniente dal settore necessaria alla produzione di un’unità di output del settore soddisfatta con produzione nazionale. Il coefficiente di scambio finale è la quota della domanda finale della componente della domanda finale soddisfatta con importazioni. E, anche in questo caso, il coefficiente di scambio interno finale è la quota di domanda interna della componente soddisfatta con produzione nazionale.

Il modello IO, in definitiva, è caratterizzato da tre componenti:

1. Una componente **tecnica** che determina la domanda intermedia di ciascun input intermedio sulla base della quantità di output e dei coefficienti di input intermedio.
2. Una componente **allocativa** che determina quanta parte della domanda intermedia è soddisfatta da produzione nazionale o da importazioni.
3. Una componente **esogena**: domanda finale interna ed esportazioni sono predeterminate e non dipendono da nessun’altra componente del modello.

### Il modello IO, forma strutturale e ridotta

Una volta definite le componenti del modello, questo è descrivibile in forma matriciale (le equazioni che legano tra loro le variabili sono lineari). La domanda totale di beni (sia nazionali che prodotti all’estero e importati) è data dal sistema di equazioni:

|  |  |
| --- | --- |
|  | 3.6 |

Dove è il vettore della domanda finale di tutti i settori dell’economia, è la matrice quadrata dei coefficienti tecnici intermedi (), è il vettore degli output settoriali e e sono i vettori della domanda finale e delle esportazioni, variabili esogene. Da questa identità è possibile derivare la forma strutturale del modello, ovverosia le relazioni causali tra le variabili economiche, rappresentate nelle seguenti equazioni:

|  |  |
| --- | --- |
|  | 3.7 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 3.8 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 3.9 |

, e sono i vettori dell’output, delle importazioni e del valore aggiunto. è la matrice dei coefficienti tecnici (), quella dei coefficienti di scambio interno intermedio () e quella dei coefficienti di scambio interno finale. Analogamente le matrici e sono le matrici dei coefficienti di scambio e di scambio interno finali. è, infine, il vettore del valore aggiunto che dipende dal vettore di output e dai coefficienti tecnici primari. In questa rappresentazione, le variabili endogene - che è possibile ottenere risolvendo il modello - sono , e , mentre le variabili esogene sono la domanda finale e le esportazioni . Il modello può essere risolto passando dalla forma strutturale alla forma ridotta, ovverosia riorganizzando le equazioni in funzione delle sole variabili esogene:

|  |  |
| --- | --- |
|  | 3.10 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 3.11 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 3.12 |

La forma ridotta perde ogni significato causale, ma rende evidente come il modello IO sia un modello *demand-driven* ovverosia un modello che si attiva solamente in caso di variazioni della domanda. Nella forma ridotta è la matrice identità[[21]](#footnote-22). I parametri che legano, in questa forma ridotta, le variabili esogene a quelle endogene sono i moltiplicatori, che assumono un significato molto importante non solo dal punto di vista meramente matematico, ma anche operativo. I moltiplicatori sono contenuti nella matrice detta anche matrice inversa di Leontief. L’elemento della matrice è una quantificazione, diretta e indiretta, della variazione dell’output del settore generata da una variazione della domanda finale del settore . Poiché il sistema deve essere sempre in equilibrio, l’impatto sul PIL più quello sulle importazioni deve essere sempre uguale alla variazione della domanda finale. Lo scenario oggetto di valutazione (costruzione di una *gigafactory* per la realizzazione di sistemi di accumulo stazionario) comporta un aumento dell’output del settore manifatturiero che, poiché il sistema deve essere sempre in equilibrio, comporterà un aumento della domanda finale, in questo caso di sistemi di accumulo stazionario. Sebbene siano possibili più configurazioni, l’ipotesi di lavoro prevede che l’intera produzione aggiuntiva di sistemi di accumulo dovuta alla realizzazione dell’impianto vada a soddisfare esclusivamente la domanda interna finale.

## Estensione del modello IO e applicazione al caso studio

Sebbene il modello IO originario di Leontief abbia goduto di vastissima applicazione, in tempi più recenti esso è stato modificato ed esteso. Il modello originario, come visto nei paragrafi precedenti, è basato sulle tavole input-output, mentre il modello che viene utilizzato in questo studio è basato sulle tabelle *supply and use* (SUT).

Il *framework* *supply and use* prevede gli stessi attori dell’IO (famiglie, imprese, pubblica amministrazione, resto del mondo) ma introduce il concetto di prodotto. Le aziende, per portare avanti i propri processi produttivi acquistano prodotti intermedi e di investimento. Le famiglie domandano beni e servizi di consumo o di investimento (es. una nuova casa), così come la pubblica amministrazione e il resto del mondo. Poiché un settore può produrre molteplici prodotti ecco che le tabelle simmetriche settore-per-settore diventano meno precise nel descrivere i rapporti e le interdipendenze tra gli attori economici, sopratutto in un contesto come quello moderno dove le differenze e il grado di specializzazione dei vari settori è meno definito rispetto al passato. Ad esempio, oggi, il settore agricolo, oltre ai prodotti agricoli, fornisce anche prodotti energetici (es. biogas o energia elettrica da fotovoltaico) o servizi alberghieri o della ristorazione (agriturismo), cosa che in passato non avveniva. L’uso delle tabelle SUT è preferibile anche perché costituiscono il sistema di riferimento per la costruzione dei conti nazionali ed è lo standard della rappresentazione contabile degli studi intersettoriali. Le tabelle IO sono un caso particolare delle tabelle SUT, come vedremo brevemente in seguito. Le SUT vengono costruite partendo dai seguenti presupposti:

* le imprese domandano beni intermedi e di investimento,
* le famiglie domandano servizi e beni di consumo, investimento e collettivi,
* la pubblica amministrazione domanda beni di investimento e intermedi,
* il resto del mondo domanda beni e servizi finali e intermedi
* le imprese producono beni intermedi, d’investimento e di consumo,
* le famiglie offrono i servizi e il fattore lavoro,
* la pubblica amministrazione offre servizi collettivi,
* il resto del mondo fornisce beni e servizi finali e intermedi.

La struttura contabile SUT è costituita da due matrici principali: la *supply* e la *use*. La *supply* scompone la produzione dei vari settori nei diversi prodotti. Come accennato in precedenza il settore agricolo produce prodotti agricoli, ma anche energia e servizi alberghieri. Leggendo la tabella *supply* per colonna è possibile verificare quanto, i diversi settori, concorrano nella produzione di beni e servizi (vedi [Figura 3.6](https://rsericerca-my.sharepoint.com/personal/molocchi_rse-web_it/Documents/impatti%20socio-economici%20gigafactory/Bozza%20rapporto%202023_rev_GM_1ago23.docx#fig-supply)). La sotto-matrice *make*, contenuta nella *supply* definisce la produzione di beni e servizi da parte dei settori nazionali.

|  |
| --- |
| Figura 3.6 - Esempio di tabella *supply* |

La *use*, invece, esplicita la domanda di prodotti (finali e intermedi) e servizi dei fattori produttivi espressa dai settori istituzionali ([Figura 3.7](https://rsericerca-my.sharepoint.com/personal/molocchi_rse-web_it/Documents/impatti%20socio-economici%20gigafactory/Bozza%20rapporto%202023_rev_GM_1ago23.docx#fig-use)).

|  |
| --- |
| Figura 3.7 - Esempio di tabella *use* |

La tabella *supply* descrive come la produzione locale soddisfi parte della domanda finale, la cui restante parte viene soddisfatta dalle importazioni. Il totale dell’offerta deve coincidere, come per le tabelle IO convenzionali, con la domanda complessiva descritta dalla matrice *use*. Lo schema contabile che deriva dalle SUT viene riportato nella [Figura 3.8](https://rsericerca-my.sharepoint.com/personal/molocchi_rse-web_it/Documents/impatti%20socio-economici%20gigafactory/Bozza%20rapporto%202023_rev_GM_1ago23.docx#fig-sistema-sut).

|  |
| --- |
| Figura 3.8 - Matrice *supply and use* |

Fino a pochi decenni fa, la sottomatrice *make* era quasi diagonale, a indicare una scarsa eterogeneità dei beni e servizi forniti dai vari settori (es. agricoltura solo prodotti agricoli), mentre oggi non è più così. È sempre possibile passare da una rappresentazione SUT a una rappresentazione IO. Di fatto queste ultime non vengono più prodotte, bensì desunte dalle SUT. Nel caso in cui la matrice *make* fosse perfettamente diagonale, allora la tabella SUT coinciderebbe con la tabella IO. L’Istat produce SUT riferite all’economia italiana con un ritardo medio di tre anni e quella utilizzata in questo lavoro fa riferimento al 2019.

Le colonne della matrice *make* rappresentano il contributo di ciascun settore a un determinato prodotto (*market share*). La lettura per riga, invece, è costituita dalle quote dei diversi prodotti sul totale di un determinato settore (*product mix*). Le colonne della matrice *use*, in maniera analoga alle tabelle IO sono le ricette tecniche.

Più formalmente, nel caso del prodotto l’offerta (interna più importata) è data dalla sommatoria della domanda intermedia (), di quella finale interna () e di quella finale estera () ([3.13](https://rsericerca-my.sharepoint.com/personal/molocchi_rse-web_it/Documents/impatti%20socio-economici%20gigafactory/Bozza%20rapporto%202023_rev_GM_1ago23.docx#eq-supply-sut)):

|  |  |
| --- | --- |
|  | 3.13 |

Mentre, per ciascun settore , la produzione generata, distinta nei diversi prodotti, è uguale all’output realizzato attraverso input intermedi (), valore aggiunto () e imposte indirette nette (), come rappresentato nella [3.14](https://rsericerca-my.sharepoint.com/personal/molocchi_rse-web_it/Documents/impatti%20socio-economici%20gigafactory/Bozza%20rapporto%202023_rev_GM_1ago23.docx#eq-output-sut).

|  |  |
| --- | --- |
|  | 3.14 |

Il modello SUT è basato sulla rappresentazione contabile fornita dalla [3.13](https://rsericerca-my.sharepoint.com/personal/molocchi_rse-web_it/Documents/impatti%20socio-economici%20gigafactory/Bozza%20rapporto%202023_rev_GM_1ago23.docx#eq-supply-sut) e dalla 3.14. Per passare da tale rappresentazione *ex post* a una rappresentazione *ex ante* (e quindi al modello) è necessario definire ipotesi economiche che determinano la causalità delle relazioni e stimarne i parametri che quantificano tale causalità.

Le due relazioni fondamentali del modello SUT sono quella tecnica e quella allocativa. La relazione tecnica determina la domanda intermedia di ciascun prodotto (nel modello basato sulle tavole IO era di ciascun settore) da parte dei settori e, attraverso la domanda finale (esogena), la domanda totale in termini di prodotti. la relazione allocativa, invece, determina, una volta definita la domanda di prodotti, l’output settoriale di ciascuna area.

In maniera ancora una volta analoga al modello IO, è necessario stimare i parametri tecnici di ciascun settore, ovverosia la ricetta dei costi intermedi. Tali parametri, vengono calcolati tramite il rapporto , ovverosia dalla quantità di prodotto intermedio necessaria a produrre un’unità di output del settore . Per ciascun settore, l’insieme dei parametri è la ricetta di costo intermedio. I coefficienti possono essere racchiusi in una matrice. È quest’ultima matrice, la *use*, generalmente identificata con , analoga alla matrice del modello IO. Le quantità di prodotti intermedi possono essere sia di provenienza nazionale che estera: i parametri permettono di distinguere la provenienza di tali prodotti. La matrice , detta *use import* racchiude questi ultimi coefficienti.

Rispetto al modello IO, nel modello SUT è presente un nuovo tipo di parametri (*market share*), racchiusi nella matrice *make*. Questi parametri descrivono che tipo di prodotti caratterizzano ciascun settore e la quota parte di ciascun prodotto che viene prodotta dai vari settori. Tali parametri, denominati , si calcolano tramite il rapporto tra la quantità di prodotto prodotta dal settore sul totale del prodotto prodotto in ambito nazionale (quindi escludendo le importazioni). I coefficienti vanno a comporre la matrice della domanda finale.

La forma strutturale del modello SUT è data dalla [3.15](https://rsericerca-my.sharepoint.com/personal/molocchi_rse-web_it/Documents/impatti%20socio-economici%20gigafactory/Bozza%20rapporto%202023_rev_GM_1ago23.docx#eq-sut-struct):

|  |  |
| --- | --- |
|  | 3.15 |

La forma ridotta, che permette la soluzione del modello, è data invece dalla [3.16](https://rsericerca-my.sharepoint.com/personal/molocchi_rse-web_it/Documents/impatti%20socio-economici%20gigafactory/Bozza%20rapporto%202023_rev_GM_1ago23.docx#eq-sut-reduced):

|  |  |
| --- | --- |
|  | 3.16 |

Dove

|  |  |
| --- | --- |
|  | 3.17 |

è la matrice inversa dei moltiplicatori. Come nel caso del modello basato sulle tavole IO, il modello SUT è *demand-driven*, il che significa che i valori dell’output settoriale sono funzione della produzione finale e dell’export estero, data la matrice dei moltiplicatori .

### I prezzi di base

Le SUT possono essere costruite sia ai prezzi di base che ai prezzi di mercato. Il prezzo base esclude dalla transazione le imposte indirette nette sui prodotti (es. IVA o accise sul carburante) e i margini commerciali e di trasporto. Le imposte indirette nette sulla produzione (es. IRAP) sono invece inglobate nel valore aggiunto ai prezzi di base, insieme alla remunerazione dei fattori di produzione. I prezzi di base rappresentano meglio gli scambi e permettono di quantificare il settore commerciale e quello dei trasporti in quanto nel prezzo di mercato (o di acquisto) è compreso il servizio commerciale e quello di trasporto. Il passaggio dai prezzi di base ai prezzi di acquisto è possibile grazie alle matrici delle imposte e dei margini fornite dall’ISTAT. Il modello ai prezzi di base viene utilizzato per la quantificazione dell’impatto relativo al funzionamento della *gigafactory* a regime, mentre quello ai prezzi di mercato per la valutazione dell’investimento iniziale.

### Il modello *type 2* e il consumo endogeno

Tra le ipotesi di lavoro del modello SUT c’è quella riguardante il consumo, che può essere esogeno o endogeno. Nel primo caso si parla di modello SUT *type 1*, mentre nel secondo di *type 2*. La seconda ipotesi fornisce stime di impatto più precise, ma richiede anche una mole di dati maggiore, come quelli riguardanti la propensione al risparmio e al consumo delle varie classi di reddito oltre che le percentuali di spesa per i vari beni. In questo lavoro gli impatti vengono calcolati con entrambi gli approcci (consumo esogeno ed esogeno), ma si dà maggior risalto ai risultati del modello *type 2*. La produzione attivata da uno shock esogeno, infatti, può essere scomposta in tre componenti: diretta, indiretta e indotta. La produzione diretta è quella attivata direttamente dalla domanda finale e viene chiamata anche primo round di attivazione. La produzione indiretta è generata dalla produzione di beni e servizi intermedi domandati dalle imprese per il secondo round di attivazione e la produzione indotta è quella ottenuta grazie agli acquisti di coloro che percepiscono redditi (dipendenti e autonomi) in quanto partecipanti al processo produttivo nei settori “attivati” dallo *shock*. Il modello *type 2* permette di considerare anche quest’ultimo effetto. L’ISTAT fornisce i dati di retribuzione lorda per decili e questo costituisce il punto di partenza del modello *type 2*. Generalmente i decili più elevati di reddito hanno una propensione al consumo più bassa. Conoscere la distribuzione del reddito è fondamentale per determinare l’esatta attivazione dell’economia da parte del consumo. Partendo dai dati di retribuzione lorda e di propensione al risparmio per decile di reddito, è necessario definire delle funzioni di consumo, cioè quanto i consumatori finali spedono in generi alimentari, vestiario, trasporti, ricreazione, viaggi, ecc. Ecco, quindi, che il modello SUT *type 2* si arricchisce una nuova matrice settore-prodotto (la matrice ) i cui coefficienti forniscono informazioni sulla variazione della domanda di prodotti generata da un aumento della produzione in un determinato settore. La matrice consente di calcolare la matrice del modello *type 2* che contiene i moltiplicatori che comprendono anche la retroazione del consumo. Poiché, nel modello *type 2*, il consumo è endogeno al modello, gli impatti sono maggiori rispetto a quelli del modello *type 1.*

Indicativamente, individui con redditi bassi avranno una propensione al risparmio molto bassa (in quanto sono costretti a spendere gran parte del loro reddito per beni di prima necessità come cibo, alloggio e salute), ad esempio. La [Figura 3.9](https://rsericerca-my.sharepoint.com/personal/molocchi_rse-web_it/Documents/impatti%20socio-economici%20gigafactory/Bozza%20rapporto%202023_rev_GM_1ago23.docx#fig-consumo-decili) mostra l’importanza percentuale dei vari decili di reddito sul reddito complessivo in Italia. Il reddito è concentrato nei decili superiori (soprattutto IX e X).

|  |
| --- |
| Figura 3.9 - Ripartizione del consumo totale per decili di reddito |

Nella [Figura 3.10](https://rsericerca-my.sharepoint.com/personal/molocchi_rse-web_it/Documents/impatti%20socio-economici%20gigafactory/Bozza%20rapporto%202023_rev_GM_1ago23.docx#fig-consumo-aliquota-prop), invece, vengono evidenziati, per ciascun decile di reddito, l’aliquota fiscale media e la propensione al consumo (in percentuale rispetto al reddito complessivo).

|  |
| --- |
| Figura 3.10 - Aliquota fiscale media e propensione al consumo dei vari decili di reddito |

La [Figura 3.11](https://rsericerca-my.sharepoint.com/personal/molocchi_rse-web_it/Documents/impatti%20socio-economici%20gigafactory/Bozza%20rapporto%202023_rev_GM_1ago23.docx#fig-consumo-funzioni), infine, rappresenta le funzioni di consumo dei vari decili di reddito, ovverosia la composizione della percentuale della quota di reddito effettivamente spesa dagli individui. Questi dati vengono utilizzati nel modello per “endogeneizzare” il consumo nella simulazione.

|  |
| --- |
| Figura 3.11 - Funzioni di consumo per decile di reddito |

### Le tecniche di stima utilizzate nel modello SUT

L’impatto di uno *shock* esogeno sull’economia può essere quantificato, sia nei modelli IO che nei modelli SUT, con due tecniche principali.

La prima prevede l’azzeramento del contributo di un dato settore all’economia nazionale (azzeramento dei coefficienti tecnici della domanda di beni intermedi, del valore aggiunto e delle importazioni del settore) per verificare l’impatto sulle variabili macroeconomiche o occupazionali. Questa tecnica misura “l’esposizione” dell’intera economia a un determinato settore, permettendo quindi di evidenziare il contributo del settore all’economia nazionale, prendendo in considerazione l’intero sistema di relazioni intersettoriali e di commercio con l’estero.

Una seconda metodologia, utilizzata generalmente per stimare l’impatto di piani o progetti di grandi dimensioni, ma più specifici rispetto a variazioni settoriali, è quella di elaborare ulteriormente le tavole input-output disponibili aggiungendo o disaggregando uno o più settori, i cui dati vanno opportunamente calibrati sul caso specifico. In questo modo è possibile calcolare l’impatto derivante dall’incremento della domanda dovuta al progetto (o dall’azzeramento dell’offerta) in maniera molto più precisa, tenendo conto delle relazioni intersettoriali a livello del singolo progetto (e non dell’intero settore).

Nel presente lavoro saranno utilizzate sia la tecnica di variazione della domanda che quella di azzeramento dei settori. Più precisamente:

* Nell’analisi degli impatti dell’investimento per la realizzazione della *gigafactory* è impiegata la tecnica di variazione della domanda nei settori di appartenenza dei relativi beni d’investimento.
* Nell’analisi degli impatti dell’esercizio produttivo della *gigafactory* è impiegata la tecnica di azzeramento dal lato dell’offerta, che permette di evidenziare l’esposizione dell’intera economia nazionale alle relazioni di scambio della *gigafactory* e, come contro fattuale, il suo contributo sul PIL e sull’occupazione.

# Acronimi



|  |  |
| --- | --- |
| Acronimo | Descrizione |
| ATECO | Attività economiche |
| BESS | Battery energy storage system |
| CAPEX | Costi in conto capitale |
| ETS | Emission Trading System |
| IO | Input-Output |
| IPCEI | Important Projects of Common European Interest |
| JRC | Joint Research Centre |
| NACE | Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne |
| OPEX | Costi operativi |
| PIL | Prodotto interno lordo |
| RdS | Ricerca di Sistema |
| RSE | Ricerca Sistema Energetico |
| SUT | Supply and Use Tables |
| UE | Unione Europea |
| ULA | Unità lavorative per anno |



1. La rassegna riguarda solo gli stabilimenti di produzione di celle per batterie e non include necessariamente né le fasi iniziali del ciclo di produzione delle batterie (componenti e loro materiali), né la fase finale di assemblaggio delle celle in pacchi batteria. In questo senso, il rapporto afferma che l’analisi di regressione sui dati disponibili potrebbe aver sottostimato l’effetto occupazionale diretto dell’intero ciclo di produzione delle batterie. [↑](#footnote-ref-2)
2. È interessante considerare la ripartizione della stima di 1300 addetti relativa all’impianto NPE da 13 GWh in Germania (circa 100 addetti/GWh): 900 operai su 4 turni nello stabilimento; 200 impiegati per amministrazione, fornitori e vendite; 200 ricercatori per R&S. [↑](#footnote-ref-3)
3. La stima non tiene conto della disomogeneità dei dati dovuta alla diversità dei processi del ciclo coperti da ogni stabilimento (la forchetta potrebbe essere più rappresentativa delle diverse situazioni reali). Nell’ambito della ricerca questo tema richiede di stabilire con trasparenza le funzioni produttive dell’impianto oggetto della simulazione degli effetti economici e occupazionali. [↑](#footnote-ref-4)
4. Average exchange rate of 1.1304 USD [↑](#footnote-ref-5)
5. L’energia necessaria alla produzione di una batteria è quasi 500 volte la capacità di accumulo di energia della batteria stessa, occorrerebbero quindi almeno 500 ricariche della batteria per ammortizzare l’energia spesa nella sua produzione. L’indicatore di consumo in rapporto alla capacità non è pienamente rappresentativo dell’efficienza energetica in fase di produzione; quest’ultima dipende anche dalla durata (cicli di ricarica) e produttività della batteria (energia prodotta mediante ricarica nell’arco di vita). [↑](#footnote-ref-6)
6. Si tratta di una federazione di associazioni della Rep. Ceca che promuovono la ricerca e l’innovazione tecnologica nel settore energetico. [↑](#footnote-ref-7)
7. Si assume che con l’usura della batteria, una volta raggiunta una perdita di efficienza energetica del 20%, le batterie sia utilizzata o come componente di un grande accumulo stazionario per la gestione della flessibilità della rete o come batteria per l’accumulo di energia da fonte solare nel residenziale. [↑](#footnote-ref-8)
8. Rapportato alla capacità produttiva dell’impianto, si ottiene un indice di 37,5 kWh di energia elettrica consumata per kWh di capacità della batteria, equivalenti pressappoco a 75 kWh di energia primaria per kWh di capacità (rendimento del 50%). Questo valore è notevolmente inferiore rispetto alla stima del JRC 2017 [1] di 500 kWh di energia primaria per kWhc. (fra i due, quello JRC sembra eccessivo). [↑](#footnote-ref-9)
9. Non sono esplicitate le ipotesi di produzione domestica dei materiali della batteria, litio incluso. [↑](#footnote-ref-10)
10. La valutazione economica dello studio ha preso come riferimento l’anno 2020. I valori in euro sono stati calcolati al tasso di cambio 1 euro = 26,4663 Kč (tasso medio 2020) (https://www.exchangerates.org.uk/EUR-CZK-spot-exchange-rates-history-2020.html). [↑](#footnote-ref-11)
11. Questo risultato potrebbe essere dovuto alla difficoltà di specificare, nella modellizzazione input-output dell’economia ceca, le caratteristiche di attivazione del settore estrattivo attraverso i materiali che caratterizzano le batterie agli ioni di litio (i dati disponibili riflettono l’attivazione di tale settore da parte della produzione di batterie convenzionali, al piombo). [↑](#footnote-ref-12)
12. Cfr. Eurostat: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Wages\_and\_labour\_costs [↑](#footnote-ref-13)
13. Per dare un’idea, un container di grandi dimensioni (40 feet) può contenere 14 moduli di batterie da 70 kWh, con una capacità nominale di quasi un 1 MWh. [↑](#footnote-ref-14)
14. 42,8 euro/kWh (358,5 milioni di CAPEX / 8500 MWh di capacità). [↑](#footnote-ref-15)
15. La spinta alla riduzione del prezzo (che si contrappone al recente incremento delle materie prime) è dovuta all'arrivo delle batterie **LiFePO4** (litio – ferro – fosfato) e alla **costante riduzione della percentuale di cobalto nelle batterie NMC** (nichel – manganese – cobalto), che ne ha diminuito, negli anni, il loro costo di produzione. [↑](#footnote-ref-16)
16. Valutazione di un operatore di settore anonimo. [↑](#footnote-ref-17)
17. Cfr par. 2.2. [↑](#footnote-ref-18)
18. Nel confronto con i dati di progetto di un operatore nazionale anonimo, il valore assunto per l’impianto pilota è leggermente superiore. [↑](#footnote-ref-19)
19. Evoluzione dei modelli Input/Output che permettono di tener conto in maniera approfondita degli scambi di beni e servizi da parte dei vari agenti economici. [↑](#footnote-ref-20)
20. [Definizione di ULA fornita dal Dizionario di Economia e Finanza Treccani](https://www.treccani.it/enciclopedia/ula-unita-di-lavoro_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29/#:~:text=L'ULA%20rappresenta%20la%20quantit%C3%A0,che%20svolgono%20un%20doppio%20lavoro.) [↑](#footnote-ref-21)
21. La matrice identità o matrice identica è una matrice quadrata i cui elementi della diagonale principale sono costituiti da e tutti gli altri elementi da . [↑](#footnote-ref-22)