

III RAPPORTO ANNUALE

Transizione verde e sviluppo

Può l'economia circolare contribuire al rilancio del sistema Italia?



Transizione verde e sviluppo

Può l'economia circolare contribuire al rilancio del sistema Italia?

Sommario

Introduzione	5
1. Lo sviluppo economico	7
1.1 Creare le filiere	11
2. Le risorse	26
2.1 Il capitale industriale	26
2.2 Il capitale umano	28
2.3 Il capitale naturale	36
3. I rifiuti e l'economia circolare	39
3.1 Nuove tecnologie, nuovi rifiuti	40
3.2 Una strategia per l'economia circolare	54
3.2.1 <i>Cash from trash</i> e pirolisi	67
3.2.2. <i>Plastic to fuel</i>	72
3.2.3 Energia dal rifiuto umido	74
3.3 Biometano e biocombustibili	75
4. La trasformazione delle energie fossili in energie verdi	85
4.1 Iniziative in Europa e Italia	87
Conclusioni e raccomandazioni	94
<i>Indice tabelle, figure e box</i>	97
<i>Bibliografia</i>	100

Principali risultati

1. **Sviluppo e ambiente.** L'azione di contrasto ai cambiamenti climatici e per lo sviluppo sostenibile è stata finora frenata da interessi di parte e incertezze politiche. È ora di un cambio di passo, che punti al miglioramento delle condizioni dell'ambiente, conciliando crescita economica e benessere sociale.
2. **Politica industriale.** Aver rinunciato a una politica industriale è una delle ragioni del declino del nostro Paese. Una politica industriale «verde» viene ritenuta la più adatta per rilanciare la crescita in modo sostenibile.
3. **Riforma fiscale.** La prima mossa da compiere è una riforma fiscale in senso ambientale su due livelli. Quello europeo, per proteggere l'industria dalla concorrenza estera non soggetta a elevati *standard* ambientali, con il duplice obiettivo di scongiurare la delocalizzazione degli stabilimenti produttivi e la rilocalizzazione delle emissioni, nonché di garantire lo sviluppo delle filiere dedicate alle tecnologie innovative.
A livello nazionale, servono misure che favoriscano la transizione verso le fonti pulite, l'efficienza energetica e il riuso/recupero dei materiali. Tra queste vanno comprese le imposte sull'inquinamento e sull'uso delle risorse e il graduale superamento dei sussidi ambientalmente dannosi.
4. **Aiuti di stato.** In seno UE devono essere concessi aiuti di stato, nella forma più efficiente, efficace e trasparente possibile, nel caso in cui la concorrenza extra-UE goda di sovvenzioni. È il caso del settore delle batterie per usi automobilistici e per lo stoccaggio di energia elettrica, oltre alle filiere innovative del comparto delle rinnovabili, efficienza energetica ed economia circolare.
5. **Le risorse dell'Italia.** La dotazione italiana di capitale industriale, umano e naturale non costituisce ostacolo alla competizione internazionale nel campo delle tecnologie a basse emissioni di carbonio. Si auspicano progressi lato imprenditoriale, per favorire l'aggregazione lì dove l'economia di scala è fattore di competitività (fotovoltaico, batterie), nella ricerca e formazione/riqualificazione dei lavoratori, dove occorre aumentare gli sforzi pubblici e privati. Preoccupazione suscita la mancanza di materie prime strategiche come i metalli rari, le cui riserve sono concentrate in alcuni paesi extra-UE. L'obiettivo è di supplire sviluppando al massimo le attività di economia circolare.
6. **L'economia circolare.** Risulta necessario implementare una strategia nazionale ed un piano di azioni (coerenti con le strategie europee) che sia in grado di valorizzare le rilevanti potenzialità dell'Italia, promuovendo in modo organico, efficiente e senza appesantimenti burocratici il modello circolare nella produzione, nel consumo e nella gestione dei rifiuti, puntando su innovazione, sviluppo degli investimenti ed occupazione e promuovendo la bioeconomia. Stimolare e sviluppare l'economia circolare italiana sosterrebbe le sfide climatiche, ecologiche e sociali proposte dalla "Green Economy", accrescendo la competitività delle nostre imprese sui mercati internazionali.
7. **Nuove tecnologie, nuovi rifiuti.** Con il processo di decarbonizzazione in atto, se da un lato si ridurrà l'utilizzo di combustibili fossili, incrementando l'uso di energie rinnovabili e di nuove tecnologie (tra cui eolico e solare, ma anche sistemi di stoccaggio, ecc.), dall'altro aumenteranno i cosiddetti "nuovi rifiuti", spesso destinati alle discariche; tra questi rifiuti provenienti da turbine, moduli fotovoltaici, pompe di calore e batterie. Si dovranno perciò sviluppare sistemi di riuso o di smaltimento innovativi ed efficienti, che siano in grado di rispettare il modello di economia circolare, così da contrarre gli sprechi e limitare gli eventuali impatti ambientali.

8. **Cash from Trash.** La gestione efficace dei rifiuti, considerati risorse in un'ottica circolare, risulta essere un punto chiave nel processo di transizione verso uno scenario di recupero energetico. In tale scenario, i rifiuti non riciclabili, attraverso una varietà di processi tra cui combustione, gassificazione, pirolizzazione, digestione anaerobica e recupero di gas di discarica, vengono convertiti in calore, elettricità o combustibili riutilizzabili. Si riscontra, quindi, la necessità di migliorare gli strumenti economici compresi i finanziamenti pubblici, così da incentivarne il mercato. Le istituzioni dovrebbero indirizzarsi verso interventi coerenti con i principi dell'azione ambientale in tema di rifiuti, utilizzando una regolazione chiara, snella ed efficiente, che induca gli operatori ad investire in tecnologie di gestione dei rifiuti già impiegate (inceneritori) o innovative (pirolizzatori).
9. **Investimenti in Ricerca e Sviluppo.** Coordinare progetti ed investire in R&S al fine di trovare nuove soluzioni tecnologiche che siano in grado di recuperare in modo efficiente il calore prodotto dai processi di trattamento dei rifiuti, valorizzando dove possibile la capacità termica già installata sul territorio nazionale. Investire, quindi, in tecnologie in grado di recuperare energia da diversi tipi di rifiuti normalmente dispersi nell'ambiente (tra cui plastiche, rifiuti umidi, ecc). Il *"plastic to fuel"* risulta essere un esempio di un processo in grado di trasformare (tramite pirolisi) la plastica non riciclabile in energia, utilizzando energia elettrica rinnovabile proveniente da fotovoltaico o ricavata dal syngas. Tale processo di conversione termica, realizzato in un reattore in assenza di ossigeno (e quindi privo di combustione e di emissioni nocive/CO₂), è in grado di produrre combustibili liquidi, syngas e char. Economicamente parlando abbiamo elementi sufficienti per affermare che questa tecnologia risulta essere in grado di apportare benefici evidenti al sistema Italia, riducendo le esportazioni di rifiuti ed i costi ad essi attribuiti, oltre alle emissioni e alla loro dispersione nell'ambiente. Sono necessari tuttavia incentivi da parte del legislatore che siano in grado di accelerare la competitività della tecnologia stessa, fidelizzando allo stesso tempo gli investitori. Gli incentivi verrebbero compensati in breve periodo da valore aggiunto ed occupazione nazionale. Investendo in tecnologie di questo tipo, la plastica non riciclabile (così come i rifiuti umidi o altri tipi di rifiuti) acquisirebbe un valore intrinseco che ne incentiverebbe la corretta gestione.
10. **Verso un gas verde.** Il gas naturale, essendo una fonte energetica flessibile che può essere utilizzata in diversi contesti, in sostituzione di altri combustibili fossili e come supporto per le rinnovabili, è considerato una fonte energetica necessaria nel processo di decarbonizzazione. Il bisogno di incentivare le economie locali ed incrementare l'economia circolare sta spingendo ad investire nella ricerca e nello sviluppo di un gas di tipo *green* prodotto da fonti rinnovabili. Lo scopo è quello di sostenere il *made in Europe* (e quindi anche il *made in Italy*), incrementando l'offerta di gas bio, riducendo in tal modo le importazioni e la dipendenza verso i paesi esteri ed incentivando concretamente le realtà produttive locali, nonché aumentando l'occupazione. Secondo uno scenario a zero emissioni al 2050, il gas naturale verrà gradualmente eliminato e sostituito da gas a basse emissioni di carbonio, CCS e gas rinnovabile (biometano, biogas).

Parole chiave

Investimenti, decarbonizzazione, economia circolare, energia, politica energetica, politica industriale, politica del territorio, clima, sviluppo tecnologico, management

Introduzione

La trasformazione dei sistemi economici in sistemi “sostenibili” in senso ambientale impone una profonda riflessione su quali siano i modelli da scegliere. Lo studio, che si fonda sui risultati delle ricerche effettuate nei precedenti due studi AIEE per Federmanager sulla strategia energetica e la strategia condivisa per l'energia e l'industria, vuole discutere ed indicare le scelte migliori sotto il profilo economico ed ambientale per il conseguimento degli obiettivi energetico-climatici dell'Unione Europea che l'Italia si è imposta.

Nel primo capitolo, viene discusso il tipo di politiche energetiche ed industriali da implementare per mantenere e creare le filiere produttive di interesse e le strategie per raggiungere i traguardi coerenti con la visione globalmente accettata di sviluppo sostenibile, equo ed inclusivo. A questo riguardo, sono presi anche a riferimento esempi di collaborazione internazionale per lo sviluppo industriale, come l'iniziativa europea per le batterie, e ne viene analizzata l'efficacia ed esportabilità ad altri campi.

L'oggetto del secondo capitolo sono le risorse. Nell'ordine, il capitale industriale, il capitale umano e il capitale naturale. Se ne analizzano i profili, discutendone la dotazione italiana in senso quantitativo e qualitativo.

Nello specifico, si intende delineare un quadro di tutti i settori produttivi, misurarne la consistenza e valutarne le caratteristiche, nonché la relativa preparazione ad affrontare i cambiamenti in atto ed a cogliere le opportunità. Per il capitale umano, allo stesso modo, si effettua una valutazione in termini di potenzialità e necessari correttivi perché sia più in linea con le esigenze del mercato e delle istituzioni. valutando comunque positivamente l'importante serbatoio di specializzazione, managerialità, capacità di cui può godere il nostro paese. Si discute, poi, del capitale naturale, della sua reperibilità, dei prezzi delle materie prime e dei risvolti geopolitici inediti che si affacciano all'orizzonte. Il caso eclatante dei metalli rari usati nei sistemi di accumulo elettrochimico, il cui uso massiccio è ritenuto vitale per la mobilità elettrica e per garantire flessibilità nei sistemi elettrici con alta percentuale di capacità non programmabile, viene analizzato approfonditamente.

Nel terzo e quarto capitolo si affronta il tema degli impatti del sistema economico che verrà nei termini in cui la teoria economica dell'ambiente intende la seconda funzione dell'ambiente, ossia come ricettore degli scarti dell'attività produttiva. Si analizza, dunque, l'attuale situazione italiana sul fronte del recupero dei materiali e se ne individuano le prospettive, sulla base delle aspettative circa le innovazioni tecnologiche, da leggere sia in termini di nuove tipologie di rifiuti, sia di nuove tecniche per il loro trattamento e, in ottica di economia circolare (il loro riciclo, recupero e riuso).

In particolar modo nel terzo capitolo viene analizzato il concetto di Circular Economy, specificando ruolo, obiettivi e risultati ed evidenziando aspetti fondamentali tra cui la necessità di implementare una strategia nazionale ed un piano di azioni (coerenti con le strategie europee) che sia in grado di valorizzare le rilevanti potenzialità dell'Italia, promuovendo in modo organico, efficiente e senza appesantimenti burocratici il modello circolare nella produzione, nel consumo e nella gestione dei rifiuti, e puntando su innovazione, sviluppo degli investimenti e bioeconomia.

Stimolare e sviluppare l'economia circolare italiana sosterrebbe le sfide climatiche, ecologiche e sociali proposte dalla "Green Economy", accrescendo la competitività delle nostre imprese sui mercati internazionali. Viene messo quindi in evidenza il concetto di "Cash from trash": quello cioè di rendere il rifiuto una risorsa utilizzando strumenti tra cui riciclaggio ed energy recovery (Termovalorizzatori, Pirolizzatori). Di fondamentale importanza in un'ottica di Economia Circolare il concetto di "nuove tecnologie, nuovi rifiuti; con il processo di decarbonizzazione in atto, se da un lato si ridurrà l'utilizzo di combustibili fossili, incrementando l'uso di energie rinnovabili e di nuove tecnologie (tra cui eolico e solare, ma anche sistemi di stoccaggio, ecc.). Dall'altro aumenteranno i cosiddetti "nuovi rifiuti", spesso destinati alle discariche; tra questi rifiuti provenienti da turbine, moduli fotovoltaici, pompe di calore e batterie. Si dovranno perciò sviluppare sistemi di riuso o di smaltimento innovativi ed efficienti, che siano in grado di rispettare il modello di economia circolare, così da contrarre gli sprechi e limitare gli eventuali impatti ambientali.

Nel quarto capitolo, infine, si analizzano le prospettive del mercato del Gas Green (biometano) e dell'idrogeno (idrogeno blu e idrogeno verde), considerati un anello portante nel processo di transizione verso la decarbonizzazione al 2050. Il bisogno di incentivare le economie locali ed incrementare l'economia circolare sta spingendo ad investire nella ricerca e nello sviluppo di un gas di tipo green prodotto da fonti rinnovabili. Lo scopo è quello di sostenere il made in Europe (e quindi anche il made in Italy), incrementando l'offerta di gas bio, riducendo in tal modo le importazioni e la dipendenza verso i paesi esteri ed incentivando concretamente le realtà produttive locali, nonché aumentando l'occupazione. Secondo uno scenario a zero emissioni al 2050, il gas naturale verrà gradualmente eliminato e sostituito da gas a basse emissioni di carbonio, CCS, gas rinnovabile (biometano, biogas e idrogeno).

1. Lo sviluppo economico

La produzione di energia da fonti rinnovabili in Italia interessa 99 mila imprese della filiera delle Fer con 304 mila addetti ¹

La filiera dell'energia elettrica italiana conta 30 miliardi di euro di valore aggiunto, e produce 177 miliardi di fatturato. Vanta 23.500 imprese per circa 215 mila addetti ²

Non è ancora troppo tardi perché l'Europa vinca la sfida globale del trasporto elettrico, ma deve compiere un balzo se vuole rimanere alla frontiera della tecnologia automobilistica
(Tagliapietra e Veugelers, 2019)

Il settore auto in Italia conta 5.700 imprese, 100 miliardi di fatturato, pari al 6% del Pil, quasi 260.000 addetti (il 7,1% del settore manifatturiero), una spesa in ricerca e innovazione di 1,7 miliardi di euro, 74 miliardi di euro di gettito fiscale nel 2017
(dati ANFIA)

Le politiche ambientali devono costituire un pezzo fondamentale delle politiche industriali
(Confindustria, 2018)

¹ Vedi quotidianoenergia.it.

² Vedi ilsole24ore.com.

La crescita verde, ovvero il progetto di rendere i processi di crescita efficienti in termini di risorse, più puliti e più resistenti, senza necessariamente rallentarli si distingue come un pilastro delle strategie mondiali per combattere i cambiamenti climatici. È incluso negli obiettivi di sviluppo sostenibile perseguiti dalle Nazioni Unite e sostiene il progetto di un'economia verde inclusiva. L'OCSE si basa sulla crescita verde come politica di sviluppo, in grado di fornire una crescita economica sia verde che inclusiva ai paesi in via di sviluppo. La crescita verde è anche al centro dello sviluppo della Commissione Europea e delle sue strategie ambientali e dovrebbe condurre a un'economia verde inclusiva che generi crescita, crei posti di lavoro e aiuti a ridurre la povertà attraverso una gestione sostenibile del capitale naturale sia nell'UE che a livello globale.

Il paradigma della crescita verde trova applicazione nella proposta politica di un “Green New Deal” (GND) per l'economia americana, avanzata dal rappresentante Alexandria Ocasio-Cortez e dal senatore Ed Markey il 7 febbraio 2019. Le due risoluzioni contengono principi e indicazioni politiche per un programma decennale che persegue l'obiettivo di eliminare l'inquinamento e le emissioni di gas a effetto serra da infrastrutture, produzione, agricoltura e trasporti, di passare completamente a fonti di energia pulite, rinnovabili e a zero emissioni e di massimizzare l'efficienza energetica nella produzione e distribuzione di energia elettrica, in edifici e industrie. Di conseguenza, il progetto GND considera gli investimenti pubblici nel rendere più ecologica l'economia degli Stati Uniti un'opportunità per creare milioni di posti di lavoro ad alto salario e fornire livelli senza precedenti di prosperità e sicurezza economica per tutte le persone degli Stati Uniti, nonché contrastare le ingiustizie sistemiche rendendo l'economia americana una prospera economia verde.

Ciò che la proposta GND aggiunge all'approccio della crescita verde è il riconoscimento che le questioni ambientali affrontate dalle società moderne sono intrecciate con quelle sociali, e in particolare con disuguaglianza ed esclusione sociale. I cambiamenti climatici e i danni ambientali sono visti come una minaccia che colpisce principalmente la parte più vulnerabile della società e quindi come una causa di disuguaglianza. Inoltre, è implicitamente ammesso che la crescita economica guidata dal GND, com'era per il *New Deal* di Roosevelt, può essere vantaggioso solo per le classi medie e alte ed escludere i più poveri. Per questi motivi, il GND include indicazioni politiche specifiche per garantire la partecipazione democratica, i diritti del lavoro e salari a sostegno della famiglia, la soddisfazione dei bisogni di base (es. salute e cibo) e pari opportunità (es. istruzione) per tutte le persone.

Il dibattito scientifico dietro la crescita verde è stato riattivato dal GND e si è concentrato principalmente sulla questione se il disaccoppiamento dell'uso di materiali energetici e la crescita economica saranno effettivamente fattibili. Questo dibattito lascia da parte le condizioni sociali e strutturali in cui può essere perseguito un simile tentativo di inverdimento dell'economia.

La proposta di piano energetico italiano denominato Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC), pubblicato alla fine del 2018, è un esempio di strategia di crescita verde. Dal momento che gli impatti socio-economici e strutturali delle politiche ambientali non sono trascurabili e possono impedire la loro fattibilità, il perseguimento della crescita attraverso piani di efficienza energetica da soli possono non migliorare gli indicatori socio-economici e potrebbero non contribuire alla riduzione della disuguaglianza, come, peraltro, dichiarato nel PNIEC.³

Secondo Turner (2019)⁴ è anche vero che il sistema capitalista non è riuscito a rispondere abbastanza rapidamente alla sfida dei cambiamenti climatici, impedendo un'azione efficace. I *venture capitalist* che finanziano le scoperte tecnologiche sono stati accompagnati da gruppi di *lobby* dell'industria che hanno, con successo, cercato di impedire le riforme necessarie. L'introduzione di una tassa sul carbonio contenuto nelle merci (*carbon tax*) è una di queste (vedi proposta 1.1). Da sempre, infatti, il rischio di delocalizzazione delle imprese dai paesi con *standard* ambientali forti verso i paesi che prevedono

³ Liberamente tratto da Cieplinski et al., 2019.

⁴ Adair Turner, Presidente della Energy Transitions Commission, è autore di uno dei contributi scientifici dell'opera *Just E—volution 2030*, il rapporto sugli impatti socio-economici della transizione energetica in Europa realizzato da The European House – Ambrosetti per conto di Enel e Enel Foundation.

standard più deboli e gli effetti distorsivi sulla concorrenza internazionale sono stati motivi convincenti sventolati dalle associazioni dei produttori verso i decisori pubblici. Un'altra è l'eliminazione dei sussidi ambientalmente dannosi⁵.

La tesi per la quale esiste, nel mondo, un freno alle scelte economicamente razionali è sposata da Bollino (2019), secondo il quale l'imposta pigouviana sull'inquinamento è lo strumento più efficiente per ottenere la decarbonizzazione, ma soffre del grave svantaggio di non essere gradita dagli elettori. Un problema che riguarda, quindi, soprattutto l'informazione scorretta, alimentata da taluni dirigenti politici all'inseguimento del successo elettorale di breve periodo.

Tornando alle esigenze dell'industria, la maggior parte delle forme di capitale ha naturalmente bisogno di essere sostituita entro 30 anni, quindi il passaggio a nuove tecnologie in tale arco di tempo costerebbe relativamente poco. Un passaggio in dieci anni, invece, richiederebbe alle aziende di cancellare ingenti quantità di attività esistenti.

Il progresso tecnologico, sia nel solare fotovoltaico, batterie, biocarburanti o progettazione di aeromobili, renderà molto più economico ridurre le emissioni fra 15 anni rispetto ad oggi. E il motivo del profitto sta spingendo i *venture capitalist* a fare enormi investimenti nelle nuove tecnologie necessarie per offrire un'economia a zero emissioni di carbonio.

Necessaria, dunque, un'azione fortemente accelerata. Tutte le economie sviluppate dovrebbero impegnarsi a raggiungere emissioni nette zero di carbonio entro il 2050. Le economie in via di sviluppo dovrebbero arrivarci entro il 2060 al più tardi. Ed è possibile muoversi anche all'interno di sistemi di tipo capitalistico: prezzi e normative chiari, concorrenza sul mercato e profitto possono guidare l'innovazione, le economie di scala e gli effetti della curva di apprendimento, riducendo i costi delle tecnologie a zero emissioni di carbonio.

Tra gli strumenti di mercato suggeriti vi sono:

- *tassa sul carbonio*, da introdurre a un livello sufficientemente elevato e con futuri aumenti dichiarati con largo anticipo, per guidare i piani di investimento pluriennali necessari per decarbonizzare l'industria pesante. Le tariffe del carbonio dovrebbero essere utilizzate per proteggere l'industria dall'indebolimento delle importazioni da paesi che non applicano prezzi del carbonio adeguati. Le compagnie aeree dovrebbero fronteggiare un aumento costante dei prezzi del carbonio o regolamenti che impongono loro di utilizzare una percentuale crescente di carburanti a zero emissioni da fonti chiaramente sostenibili;
- *divieto di vendita di auto a motore a combustione interna* da una data futura specifica;
- *divieto di smaltimento della plastica nelle discariche*.
- *necessità di sviluppare la mobilità sostenibile* a partire da quella elettrica e della relativa infrastruttura di ricarica

⁵ Per un'analisi sull'Italia si veda MATTM, 2018.

Proposta 1.1. Imposta sulle emissioni aggiunte

Come si sa, esistono diversi strumenti efficienti per ridurre le esternalità negative al livello economicamente ottimale. Si va dall'imposta ecologica al commercio di permessi ambientali alla fissazione di standard ambientali.

L'*emission trading scheme* europeo (EU ETS) è uno strumento di mercato già esistente e riguarda i gas serra emessi dai grandi impianti. La *carbon tax* viene discussa da molti anni, è realtà in alcuni paesi e, soprattutto, è di nuovo alla ribalta sui tavoli della Commissione Europea.

Una misura alternativa è la valorizzazione sull'IVA della CO₂ evitata in fase di produzione, proposta già avanzata da Gerbeti (2014)⁶. La valorizzazione delle emissioni industriali per la produzione farebbe sì che, oltre al prezzo e alla qualità, un parametro della competizione di mercato risieda anche nella sostenibilità. La competizione industriale sul mercato europeo avverrebbe così anche sulla base di chi emette meno nella produzione.

Gerbeti e Catino (2019) tornano alla carica riproponendo lo stesso strumento abbinato alla tecnologia *blockchain*, che consentirebbe di garantire la tracciabilità certificata, univoca, sicura e trasparente delle emissioni di filiera sul prodotto. Il meccanismo, pur non semplice da applicare, andrebbe discusso a livello europeo e proposto come soluzione globale al problema della competitività industriale ed il cambiamento climatico.

⁶ Agime Gerbeti è professoressa di Sostenibilità Ambientale e Sociale presso la Libera Università Maria Santissima Assunta (LUMSA) e Presidente del Consiglio Scientifico AIEE.

1.1 Creare le filiere

Un recente lavoro del Fondo Monetario Internazionale (Cherif e Hasanov, 2019) suggerisce che la politica industriale è caratterizzata da una cattiva reputazione tra politici e accademici ma, come il successo delle economie asiatiche dimostra, è forse ora di ripensare in altri termini la questione.

Negli Stati Uniti un numero crescente di politici e intellettuali torna a parlare di politica industriale. Secondo Krein (2019), fondatore della rivista politica di orientamento conservatore *American Affairs*, la produttività, rimasta stagnante, e i deficit commerciali nei prodotti a tecnologia avanzata, che continuano ad allargarsi, richiedono nuove forme di intervento dello stato. Una nuova consapevolezza che il gigante americano stia perdendo la supremazia economica sotto i colpi della deindustrializzazione e della competizione tecnologica sta facendo crescere il dibattito interno.

La battaglia dei dazi o le proposte di tasse di accesso al mercato applicate al capitale straniero non sembrerebbero in grado di scalfire questo processo di degradamento, perché le banche centrali straniere possono sempre reagire contro queste misure attraverso la manipolazione della valuta o altri mezzi. Di base, poi, c'è che l'industria statunitense sta perdendo terreno rispetto ai concorrenti stranieri in termini di prezzo, qualità e tecnologia. In molte aree, la capacità produttiva non può competere con ciò che esiste in Asia e sempre più finanziamenti per la ricerca e lo sviluppo si rivolgono alla Cina piuttosto che ai mercati occidentali.

Le proposte di politica industriale per gli U.S.A. avanzate da Krein (2019) sono:

- aggiornare i programmi sulle piccole imprese di investimento (le cosiddette SBIC, *small business investment company*), che rappresentano una valida alternativa alle imprese di capitali di rischio (*venture capital firms*) per molte piccole imprese che cercano capitale iniziale;
- aggiornare lo *Small Business Innovation Research* (SBIR), ovvero il programma del governo destinato ad aiutare alcune piccole imprese a condurre ricerca e sviluppo (R&S);
- alimentare fondi di investimento focalizzati su settori strategici;
- incentivare i prestiti commerciali a settori chiave;
- aumentare la spesa per la ricerca di base, diminuita in modo significativo negli ultimi decenni come percentuale del prodotto interno lordo.

Il problema sottolineato dall'autore è che già troppi finanziamenti di ricerca di base funzionano effettivamente come sussidio per altri paesi, per cui molte invenzioni non possono essere prodotte internamente e le idee più promettenti migrano verso l'Asia, dove si trovano gli stabilimenti produttivi, il talento ingegneristico e i finanziamenti. La soluzione è di investire di più nella ricerca applicata, sull'esempio del modello tedesco.

Pertanto, è in forte dubbio che la stessa visione secondo cui la massimizzazione dei profitti a breve termine per gli azionisti sia produttrice, vista la deludente *performance* economica degli ultimi anni. Un nuovo modello si sta affermando ed è quello di un maggiore sostegno statale, una forza lavoro più forte e più stabile con un maggiore potere di spesa.

Ciò si lega al dibattito sulla sostenibilità ambientale. Nel *Green New Deal* lanciato dai democratici vengono inserite, infatti, le politiche industriali per la redistribuzione primaria della ricchezza, alternative alla redistribuzione secondaria, che avviene attraverso il fisco. In ogni caso, anche tra le fila dei repubblicani, si ritorna a parlare di politica industriale, seppur focalizzata sulla concorrenza tecnologica e sull'industria militare, per rilanciare il secondo settore e per evitare di inseguire quella di altri paesi.

Il dibattito sul GND, aperto anche in Italia e tornato alla ribalta durante la concertazione delle forze politiche per la formazione del secondo Governo Conte, coincide con la fase di pianificazione energetica che interessa l'intera Europa, alle prese con la stesura dei piani per l'energia e il clima.

Nel precedente studio AIEE-FEDERMANAGER (*Una strategia energetica per l'Italia - 2° Rapporto. Le vie per la decarbonizzazione e lo sviluppo economico e industriale dell'Italia, 2019*, che si inserisce nello stesso contesto di questo lavoro, veniva messa al centro proprio l'esigenza che la politica energetico-ambientale e la politica industriale andassero a braccetto, per fare in modo che l'Italia, in quanto potenza industriale, non perdesse terreno nel suo percorso di decarbonizzazione, puntando sullo sviluppo delle filiere produttive nazionali grazie a una visione precisa di futuro e con il contributo fondamentale dell'innovazione e la ricerca.

La concorrenza dall'Est asiatico

La questione rimane sul piatto e, come appena visto, non è solo italiana né solo Europea. La concorrenza da parte dei nuovi grandi attori dell'economia mondiale, uno su tutti la Cina, deve essere letta, del resto, ad un livello più ampio, ovvero nel contesto internazionale, tenendo conto di tutti gli aspetti economici e geopolitici.

Negli ultimi mesi si è assistito alla messa in pratica, da parte dell'amministrazione Trump, della volontà di erigere delle barriere commerciali allo strapotere del gigante asiatico. I dazi imposti sui prodotti importati hanno innescato una guerra combattuta a suon di protezionismo, che sta avendo, come era lecito aspettarsi, effetti negativi sulla congiuntura economica globale. Che gli squilibri legati al *deficit* commerciale statunitense dovessero giungere a estreme conseguenze era indubitabile. Dalla seconda metà degli anni settanta la bilancia è in rosso, con un picco negativo del 6% sul PIL nel 2006. Il disavanzo nei confronti della Cina è in costante aumento e ha superato i 400 miliardi di dollari nel 2018⁷. I più recenti dati segnalano una stabilizzazione del *deficit* complessivo a partire dalla seconda metà del 2018, in ragione del primo regime tariffario applicato su 34 miliardi di dollari di merci cinesi dal 6 luglio. Interessante notare, peraltro, che la guerra commerciale degli U.S.A verso la Cina sia iniziata nel gennaio 2018, includendo un bene strumentale energetico, i moduli solari⁸.

Dopo le nuove tariffe sulle importazioni cinesi negli States di agosto (su beni del valore di altri 16 miliardi di \$) e di settembre 2018 (200 miliardi di \$), ci si chiede quale debba essere il ruolo degli altri paesi industrializzati e, in particolare, dell'Unione Europea, anch'essa minacciata dall'imposizione di dazi sulle esportazioni da Washington. Le reazioni iniziali della Commissione Juncker sono state fredde e disunte. Si è cercata la via del dialogo, ma sono emersi gli interessi contrapposti tra le due principali economie del Continente, Germania e Francia⁹. La nuova Commissione Von Der Leyen intende seguire la stessa logica della concertazione, per capire quali interessi siano in gioco e pervenire ad un punto di incontro con gli Stati Uniti¹⁰.

Il fatto è che l'UE non è in *deficit*, ma in sostanziale equilibrio nella bilancia commerciale dal 2013¹¹ (diversamente dall'Area Euro, in surplus dal 2012, soprattutto grazie alla Germania), e da una corsa al protezionismo avrebbe molto da perdere. Tuttavia, una strategia deve essere messa in campo, perché a nulla servirebbe nascondersi. La guerra commerciale non potrà che investire, anche indirettamente, il Vecchio Continente con crescente intensità, a partire dagli effetti sulla competitività che la svalutazione della valuta cinese, perseguita da Pechino per far fronte alle tariffe doganali, sta già diffondendo.

I possibili sbocchi sono tre: avvicinamento alla politica commerciale statunitense e isolamento della Cina, difesa del libero commercio, abbracciando (in questo momento storico) la posizione cinese, proposta di una terza via indipendente. Nei primi due casi l'UE pagherebbe lo scotto di inimicarsi una delle due parti in causa. Nel terzo, che richiede una volontà politica e uno sforzo maggiori, è in gioco la

⁷ Vedi exportplanning.com.

⁸ Oltre alle lavatrici. *Ivi*.

⁹ Si veda, ad esempio la condotta tenuta dai due Stati Membri all'alba del negoziato di aprile 2019. Da ilsole24ore.com.

¹⁰ Vedi repubblica.it.

¹¹ Vedi ec.europa.eu.

possibilità della Vecchia Europa di affermare la propria autonomia nello scacchiere internazionale in evoluzione. In ognuno, peraltro, l'Unione è soggetta al forte rischio di lacerarsi al suo interno.

Un primo accordo USA - Cina sui dazi raggiunto all'inizio del 2020 fa pensare che il tema del confronto commerciale è ancora in movimento. E' importante a questo riguardo che l'Europa non ne subisca solo le conseguenze anche se l'esperienza maturata finora non lascia intravedere se e come possa svolgere un ruolo.

Recentemente, Alberto Clô¹² si è inserito nello stesso dibattito, con riferimento agli aspetti che interessano il settore energia, partendo dal "Memorandum" tra Italia e Cina firmato in marzo. Questo farebbe parte di una strategia che Pechino avrebbe adottato per sostituire gli Stati Uniti in molte relazioni politiche, industriali e commerciali attraverso promesse di finanziamenti, sviluppo infrastrutturale e maggior sicurezza energetica ai paesi europei e non solo. Il fine sarebbe di guadagnare lo *status* di nuova superpotenza mondiale, usando la oramai acquisita supremazia nelle tecnologie verdi, comprese le energie rinnovabili, la mobilità elettrica e l'efficienza energetica, in sostituzione delle tecnologie fossili, ove rimangono gli Stati Uniti in posizione dominante.

Le odierne strategie energetiche, guidate dall'agenda climatica e improntate sulle tecnologie verdi renderebbero, dunque, un servizio particolarmente utile alle aziende cinesi. La posizione di vantaggio certamente frutto di una scelta strategica vincente, non deve però essere accettata acriticamente, poiché sarebbe, secondo l'autore, attribuibile all'uso di sussidi statali elargiti dalle autorità cinesi alle maggiori realtà imprenditoriali del paese per agevolare un rapido calo dei costi di produzione e così battere sul tempo una concorrenza contraria ai sussidi pubblici o affetta da più limitate capacità decisionali.

L'alterazione della libera concorrenza impone perlomeno una riflessione sull'opportunità di perseverare su una condotta liberista, dal momento che la commercializzazione di queste tecnologie avviene poi a condizioni paritarie con i prodotti europei.

Aggiunge peraltro Clô, che non c'è un'unica via per la decarbonizzazione costituita da rinnovabili e veicoli elettrici, dal momento che esistono alternative efficaci.¹³

Per chiarezza e correttezza occorre anche precisare che vi è una differenza sostanziale tra tecnologie mature caratterizzate da monopoli industriali difficilmente scalfibili, come per il solare e, in misura minore, l'eolico, e le tecnologie per le quali ancora esistono ampi margini di sviluppo, come i veicoli elettrici. Su queste non è detta l'ultima parola dal punto di vista industriale. Anche perché le istituzioni dell'UE sono molto attive nel cercare le misure più adatte affinché le catene del valore trovino sede sul territorio comunitario. I modelli di auto cinesi non sembrano ancora minacciare il mercato europeo, semmai è anche sulle batterie che avviene lo scontro.

Lo «European Green Deal» di Ursula von der Leyen

La Commissione Europea presieduta da von der Leyen si è impegnata a presentare una legge europea sul clima entro i primi 100 giorni del proprio mandato, che inizia il 1° novembre (scadenza 8 gennaio 2020). Assieme all'Accordo Europeo sul Clima, che dovrà coinvolgere regioni, comunità, società civile, industria e scuole, si tratta del primo e più importante atto annunciato dalla presidente eletta inquadrato nel cosiddetto «Nuovo Patto Verde», che dovrà guidare la politica europea sull'uso e la produzione di energia, gli investimenti privati, il supporto alle nuove tecnologie pulite, nonché la trasformazione dei settori trasporti, alimentare e imballaggi.¹⁴

L'iniziativa è sicuramente legata alla necessità di accogliere nel nuovo disegno politico le istanze del gruppo dei verdi-regionalisti (*Group of the Greens/European Free Alliance*, V-EFA), che ha visto, in

¹² Vedi rivistaenergia.it.

¹³ Alludendo all'opzione nucleare (vedi staffettaonline.com) e ai combustibili alternativi per i trasporti.

¹⁴ Vedi von der Leyen, 2019.

giugno, rafforzata la propria presenza in Parlamento, passando al 9,85% delle preferenze e 74 seggi (era 6,94% nel 2014, 52 seggi). Con la creazione del gruppo *Renew Europe*, frutto dell'alleanza tra centristi del Partito Democratico Europeo e liberali di ALDE, l'eurogruppo V-EFA è diventato il 4° partito europeo.

L'obiettivo finale è la neutralità climatica dell'Unione entro il 2050, che molto somiglia alla visione strategica a lungo termine¹⁵ della Commissione presentata il 28 novembre 2018. Un passo in avanti rispetto alla Tabella di marcia¹⁶ del 2011, in cui il taglio alle emissioni al 2050 era limitato all'80-95% rispetto al 1990.

Di più immediato impatto il rialzo dell'obiettivo di taglio delle emissioni al 2030: dal 40% attuale al 50% (sul 1990). Inoltre, se tramite l'azione diplomatica, si dovesse riuscire ad innalzare il livello di ambizione degli altri grandi paesi emettitori, a quel punto sarebbe opportuno arrivare al 55%.

Gli altri punti salienti dell'azione per il clima e l'ambiente saranno:

- istituzione di un Fondo per la transizione equa (*Just Transition Fund*) in aiuto delle regioni a vocazione industriale, ad alta intensità energetica e caratterizzate da ampio ricorso al carbone;
- protezione della biodiversità nel commercio, industria, agricoltura e pesca;
- inquinamento zero, compreso quello acustico, come traguardo per le matrici ambientali aria, acqua, suolo e guardando ai trasporti, agricoltura, qualità delle acque, sostanze chimiche pericolose e altro¹⁷;
- riduzione dell'impronta carbonica del settore trasporti e garanzia che l'economia blu (attività economiche relative agli oceani, mari e coste) contribuisca alla decarbonizzazione;
- economia circolare e applicazione "dalla fattoria alla forchetta" (*Farm to Fork*) di una strategia per la produzione e consumo alimentare sostenibili;
- introduzione di un'imposta carbonica sui beni importati (*Carbon Border Tax*) e revisione della direttiva sulla tassazione energetica;

Timmermans, esponente di punta del Partito del Socialismo Europeo (PSE), è stato designato vicepresidente esecutivo per questo «patto verde» europeo, la cui giustificazione su basi economiche sarebbe il vantaggio del first comer. Secondo von der Leyen, agendo per prima, l'Europa potrà ottenere maggiori benefici dalla transizione, esportando tecnologie e conoscenze.

Il «Green New Deal» di Giuseppe Conte (II)

Si sa ancora poco del GND annunciato da Giuseppe Conte nel suo discorso per ottenere la fiducia del governo a maggioranza M5S-PD alla Camera dei Deputati pronunciato il 9 settembre 2019. Vi sono generali richiami ai temi della transizione ecologica e dell'economia circolare e interessanti appelli alla rigenerazione urbana e alla protezione della biodiversità e dei mari, nonché all'agricoltura e al settore agro-alimentare e alla tutela delle risorse idriche. Sul fronte energetico il GND italiano potrà, presumibilmente, aggiungere poco. La fase propositiva, basata su sfidanti obiettivi di transizione, è iniziata nel 2017, con la Strategia Energetica Nazionale, e si è conclusa, come prima fondamentale tappa, con la presentazione del PNIEC alla fine del 2019. Nelle revisioni periodiche del piano previste per i prossimi anni sarà, poi, possibile modificare obiettivi, strumenti, scelte tecnologiche in funzione delle ambizioni contenute nei prossimi accordi presi in sede europea. La novità più importante si rileva nella possibilità per gli Stati Membri di scorporo dal *deficit* degli investimenti verdi, una proposta che circola

¹⁵ Vedi ec.europa.eu.

¹⁶ Vedi ec.europa.eu.

¹⁷ Proposta più di facciata che altro, che cozza contro la legge dell'entropia e con il concetto di livello socialmente ottimale di inquinamento. Vedi Turner et al. (1994), p. 216.

da tempo¹⁸ e che è stata rilanciata dal governo Conte-bis, deciso a portare l'istanza sui tavoli di Bruxelles¹⁹. Evidentemente, la riforma richiederebbe un delicato e laborioso passaggio europeo prima di poter essere implementata, ma, intanto, sta iniziando a prendere una forma più precisa. La quota da scomputare sarebbe pari al 2,5% del PIL per ogni Stato Membro, in linea con le stime degli Accordi di Parigi²⁰ (vedi Proposta 1.2).

Proposta 1.2. Scorporo degli investimenti verdi dal *deficit* ed equità intergenerazionale

La “regola verde”, per la quale una parte degli investimenti a favore della sostenibilità e per il contrasto ai cambiamenti climatici possa essere esclusa dal calcolo del *deficit* di bilancio dovrebbe essere accettata come misura di breve periodo e con finalità specifiche, ovvero come stimolo in seguito a un serio rallentamento della crescita o recessione. Non dovrebbe, invece, rappresentare una misura strutturale, poiché comporterebbe un'iniqua allocazione temporale dei costi della decarbonizzazione. Un trasferimento in tempi futuri che contravverrebbe al principio di equità intergenerazionale nell'attribuzione delle responsabilità per i cambiamenti climatici.

Tutt'altro discorso sarebbe la messa in discussione integrale dei parametri del Patto di stabilità e crescita, su cui è ampia la letteratura economica. L'Italia è al 4° posto nella classifica mondiale per valore del debito pubblico e al 6° posto nel rapporto debito/PIL (dati FMI) e avrebbe, perciò, tutto l'interesse ad aprire il dibattito.

Molto deve essere fatto sul fronte impositivo. Una riforma della fiscalità in senso ambientale, come già sottolineato nel 2° Rapporto AIEE-Federmanager è uno dei principali canali da seguire. Dunque, deve essere pensata e tradotta rapidamente in realtà una rimodulazione globale del sistema, che penalizzi il consumo di risorse e l'inquinamento, alleggerendo il carico sugli altri settori. Il superamento dei sussidi ambientalmente dannosi, deve essere affrontato in via prioritaria.

La delega fiscale (Legge n. 23 del 2014), con cui il Governo Italiano veniva incaricato di formulare proposte legislative per la riforma strutturale del sistema impositivo, che prevedeva anche specifici interventi in materia di energia e ambiente, è scaduta a giugno 2015. Con il lancio del GND, c'è la possibilità di intervenire nuovamente sul tema, includendo anche il settore rifiuti, in ottica di economia circolare. Sarebbe necessario, infatti, modificare l'attuale configurazione della tassazione in modo da penalizzare maggiormente la produzione di rifiuti da parte di imprese e famiglie e, al contempo, premiare i comportamenti virtuosi.

Le filiere produttive per la transizione energetica

Nel citato rapporto redatto da AIEE e FEDERMANAGER è stato analizzato il contributo di ENEA sulla posizione italiana nel commercio internazionale delle tecnologie *low carbon*, concludendo che il nostro paese è all'avanguardia nel settore del solare termico ed è, al contrario, in ritardo nel comparto fotovoltaico, veicoli elettrici e batterie. In ENEA (2018) la stessa ricerca è stata aggiornata all'anno 2017 e resa ancora più interessante grazie all'uso di dati sotto-settoriali.

Si riportano nelle tabelle sottostanti i risultati principali dell'analisi, che illuminano sul valore complessivo del mercato dei beni manifatturieri “verdi” con soddisfacente dettaglio delle singole tecnologie.

A livello complessivo, è ben delineata la caratteristica di elevata specializzazione nazionale di questi mercati, come segnalato dalle quote di mercato detenute dai primi sei paesi esportatori, ben maggiori della media per il totale merci. Questo si collega all'alta concentrazione settoriale, indice della presenza di barriere all'entrata, costituite dall'alto contenuto tecnologico delle produzioni in questione. Il dominio

¹⁸ Vedi le dichiarazioni dell'allora Ministro dello Sviluppo Economico e del Lavoro Di Maio di giugno 2019 in staffettaonline.com.

¹⁹ Vedi ilsole24ore.com e ilsole24ore.com.

²⁰ Vedi ilsole24ore.com.

asiatico è evidente, poi nel solare fotovoltaico e negli accumulatori, che valgono insieme il 61% del mercato delle tecnologie *low carbon* e lo 0,67% dell'intero settore manifatturiero.

Tabella 1.1.1 Indicatori di sintesi del commercio mondiale di beni *low carbon* al 2017

	Valore mondiale degli scambi (miliardi di \$)	Quota del settore sul totale del commercio mondiale	Quota del settore sul totale low-carbon	Paesi leader*	C6**
Solare fotovoltaico	45,0	0,30%	27,7%	Cina , Corea, Malaysia	79%
Eolico	2,6	0,02%	1,6%	Cina , Danimarca, India, Turchia, Spagna	60%
Solare termico	1,2	0,01%	0,7%	Cina, Italia, Francia, Austria, Polonia, Paesi Bassi	65%
Veicoli elettrici	8,3	0,006%	5,1%	USA, Germania, Paesi Bassi, Giappone, Francia, Corea	91%
Accumulatori Li-Ion	21,0	0,14%	12,9%	Cina Corea, Giappone, Hong Kong	88%
Altri tipi di accumulatori	29,4	0,20%	18,1%	Giappone, Corea del sud, Germania	65%
Componenti per accumulatori	3,8	0,03%	2,3%	Giappone, Malaysia	71%
Convertitori statici	51,0	0,34%	31,4%	Cina, Germania, Hong Kong	68%
Totale merci	14,874	100,00%		Cina, Usa, Germania, Giappone, Corea, Hong Kong	47%

* Paesi con le maggiori quote di export e con saldi commerciali positivi

** Quota percentuale di export mondiale detenuta dai primi sei paesi

Fonte: ENEA, 2018

Per l'Italia si conferma la buona posizione in ambito internazionale dell'industria del solare termico e nella produzione di componenti nell'eolico. Nel mini-eolico, pur se in mancanza da dati specifici (manca la disaggregazione necessaria), è confermato dall'ENEA che gli attori italiani siano in posizione privilegiata. Si tratta, tuttavia, di settori verdi di nicchia. Dove conta, invece, le filiere nazionali non sono competitive: solare fotovoltaico e mobilità elettrica, ovvero veicoli e batterie. Fanno eccezione alcuni sub-settori, tipicamente produzioni di componenti, come inverter, conduttori elettrici e batterie al piombo acido, le quali non hanno applicazione nella mobilità elettrica.

Tabella 1.1.2 Indicatori di sintesi del commercio di beni *low carbon* per l'Italia al 2017

	Posizione nella graduatoria dell'export mondiale	Quota nell'export mondiale	Indice vantaggio comprato rivelato normalizzato *	Saldo normalizzato **	Indice di contributo al saldo commerciale ***	Nicchie di specializzazione commerciale nel settore o in prodotti complementari
Eolico	8	2,69%	-0,13	0,64	0,00010	
Solare termico	4	8,4%	0,42	0,40	0,00011	
Solare fotovoltaico	11	0,80%	-0,62	-0,18	-0,00040	Photodensitive semiconductor devices incl. photovoltaic cells nei confronti degli USA
Veicoli elettrici	16	0,27%	-0,89	-0,69	-0,00015	Electric conductors for a voltage >80V and < 1.000V
Accumulatori Li-Ion	20	0,1%	-0,94	-0,67	-0.00025	-
Altri tipi di accumulatori	11	2,4%	-0,17	-0,02	-0,00021	Lead-acid accumulators
Componenti per accumulatori	8	3,4%	0,00	0,47	0,00016	Parts of electric accumulators: separators for electric accumulators
Convertitori statici	11	1,8%	-0,31	-0,7	-0,00052	Inverters leaving power handling capacity >7,5 KVA
Totale merci	9	3,4%		0,05		

* Rapporto fra la quota di export mondiale nel settore e la quota di export mondiale per tutte le merci normalizzato tra -1 e +1
E' un indicatore di specializzazione che prende in considerazione solo l'export

** Saldo commerciale tra -1 e +1

*** Indice di Lafay. Scostamento del saldo commerciale in un settore i dal saldo normalizzato complessivo ponderato per il peso del settore negli scambi complessivi. E' un indicatore di specializzazione che considera sia l'export che l'import di un paese

Nota: il saldo normalizzato è costruito come rapporto tra il saldo della bilancia commerciale (esportazioni - importazioni) e il valore dell'interscambio (esportazioni + importazioni). Il suo campo di variazione è -1/+1, con un valore '0' che corrisponde al perfetto pareggio di bilancio.

Fonte: ENEA, 2018

Le ragioni di un quadro nel complesso negativo sono da ricercare soprattutto nella miopia delle istituzioni, politiche e industriali che siano, le quali non hanno saputo governare la transizione nella sua fase di incubazione, ovvero prima del *boom* delle tecnologie verdi (2009-2012). Lo sviluppo delle tecnologie promettenti ma senza ancora un mercato richiedevano, infatti, politiche mirate e sostegno pubblico, oltre a vedute precise e stabili di lungo periodo di come si sarebbe trasformato il settore energetico.

Che l'industria italiana non fosse pronta, come si legge in Confindustria (2018a), è un'ammissione di colpa, grave, la cui spiegazione richiederebbe una riflessione approfondita. Le misure di incentivazione implementate in modo sconsiderato hanno poi peggiorato la situazione, riflettendosi in un decollo delle importazioni di *equipment* prodotti da operatori già consolidati all'estero, come evidenziato da Confindustria (2018a) e ENEA (2018).

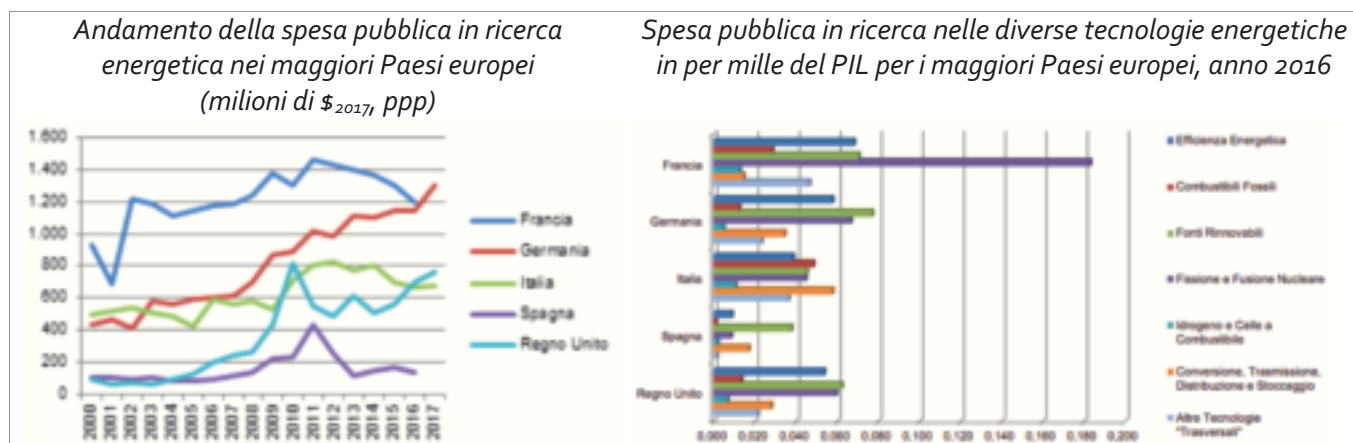
Per meglio comprendere la situazione della competitività italiana nelle tecnologie a basse emissioni di carbonio, non si può prescindere dalla constatazione di alcuni elementi chiave:

- scarsità delle materie prime: la fotografia scattata da ENEA (2018) è desolante per l'Italia e, in misura solo leggermente minore, per l'Europa. Le principali risorse rare impiegate nella fabbricazione di prodotti per i settori *low carbon* sono tutte concentrate in Cina (disprosio, neodimio, itterbio, gallio, grafite, silicio, indio, vanadio). Fa eccezione il cobalto, le cui riserve più importanti si trovano nella Repubblica Democratica del Congo, dove, peraltro, sono presenti, per la maggioranza, aziende estrattive cinesi. Per quanto l'incidenza di queste materie prime sul costo totale dei manufatti non sia elevata e per quanto l'assenza sul territorio nazionale di risorse naturali non sia una novità per l'Italia, ciò comporta certamente un limite e un rischio;
- assenza di politica industriale: responsabile per la mancata preparazione del tessuto produttivo nei settori della decarbonizzazione, ora caratterizzato da un numero limitato di aziende di

dimensioni ridotte in termini di fatturato, nella media inferiore ai 50 milioni di € per azienda (Confindustria, 2018a);

- politica energetica inadeguata: le politiche di incentivazione hanno prima gonfiato la bolla delle rinnovabili senza consentire il contestuale sviluppo di una filiera nazionale in questo settore e poi si sono ridotte improvvisamente per sopraggiunti limiti sostenibili del costo, interrompendo lo sviluppo di un nascente comparto nazionale (Confindustria, 2018a²¹). Occorre ricordare, tuttavia, che l'incremento della capacità FER ha comunque contribuito a dare all'Italia in un ruolo di leadership sull'utilizzo delle rinnovabili e a raggiungere con largo anticipo gli obiettivi 2020;
- ricerca in campo energetico: la spesa pubblica in ricerca energetica in Italia ha toccato il suo massimo di 800 milioni di dollari negli anni 2011-12 ed è poi calata sotto i 700 milioni. L'Italia si è fatta superare dal Regno Unito ed è ora quarta in Europa nella classifica. Tra il 2000-2008 è rimasta su valori compresi tra i 400 e 600 milioni, comparabile con quella tedesca. La ripartizione delle risorse tra i diversi settori è abbastanza equa e sostanzialmente allineata alla media europea, ma ci sono almeno tre elementi distintivi. Il primo è l'alta percentuale della spesa nella ricerca sui combustibili fossili (17% nel 2016), l'importanza della ricerca sul nucleare, pari a quella sulle fonti rinnovabili (16%), il ritardo con cui le risorse sono fluite verso le rinnovabili (Palma e Scipioni, 2019)²².

Figura 1.1.1 La spesa pubblica in ricerca energetica in Europa



Fonte: Palma e Scipioni, 2019

Premesso tutto ciò, occorre ora rimboccarsi le maniche e lavorare tutti nella stessa direzione, perché si sta per aprire una nuova fase di investimenti, incentrata sulla sostenibilità e alla decarbonizzazione del sistema energetico, a cui il PNIEC ha dato un indirizzo preciso.

Si dovrà, per mancanza di alternative altrettanto economiche, puntare su tecnologie mature come il fotovoltaico ed eolico per il settore elettrico ed in questi due campi si può fare molto per recuperare il terreno perso sul fronte della componentistica.

Per il settore termico, su cui l'analisi ENEA (2018) è carente, le aziende italiane sono già oggi competitive in molte tecnologie oltre al solare termico, una su tutte le pompe di calore, per le quali si rimanda al secondo Rapporto AIEE-FEDERMANAGER 2019. La transizione dal sistema tradizionale basato sulle caldaie può avvenire gradualmente, attraverso una normativa (*standard* per condomini, etc.) che

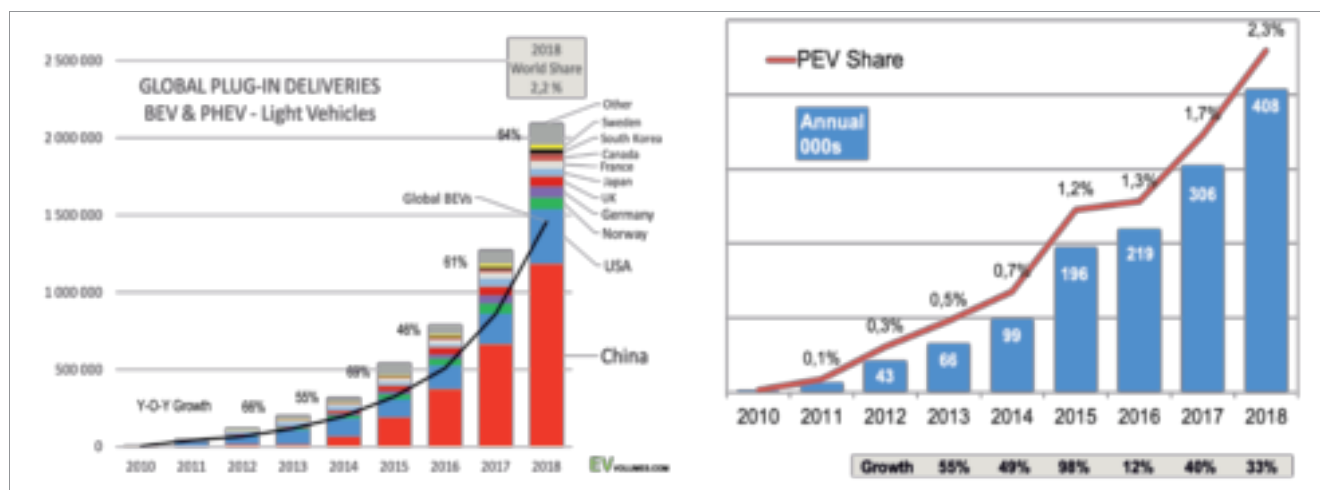
²¹ A pag. 51 del documento citato si legge "Il settore delle Fonti Energetiche Rinnovabili (FER) in Italia soffre oggi di un rallentamento dei trend di sviluppo, in funzione di una crescita concentrata nel periodo 2007 – 2012 dovuta principalmente all'adozione di politiche incentivanti che gravano tutt'ora sulle bollette dei cittadini. Tale sviluppo ha inoltre costituito un volano per i produttori di equipment localizzati all'estero, e non per l'industria italiana che ha sofferto la concorrenza di mercati più competitivi come quello asiatico e americano".

²² La spesa per ricerca sulla fissione e fusione nucleare copriva ancora il 41% delle risorse pubbliche nel 2000 e il 31% nel 2005. Quella per le fonti rinnovabili solo l'8% nel 2000 fino al 19% del 2005. In quegli stessi anni la Germania spendeva per le FER il 27% ed il 23% del totale nazionale. Fonte: Palma e Scipioni, 2019.

imponga l'utilizzo delle tecnologie più efficienti e, in prospettiva, più pulite (pompe di calore elettriche e a gas con biometano).

Sul settore trasporti incombe la grande promessa della mobilità elettrica, fatta di città più pulite e silenziose, ma per la quale occorre ricordare lo svantaggio competitivo iniziale dell'industria italiana, che riguarda soprattutto gli accumuli, a fronte di un vantaggio acquisito nei mezzi a trazione fossile a basse emissioni. Inoltre, che, presumibilmente, l'elettrificazione riguarderebbe solo il trasporto su gomma (84% dei consumi per trasporto in Italia), per i soli veicoli leggeri e che la convenienza in termini emissivi (gas serra) rispetto ad altre tecnologie non è stata raggiunta se non nei paesi a più bassa intensità carbonica nella generazione elettrica²³. Spingere anche su nuove promettenti tecnologie come il biometano, almeno inizialmente, può costituire una scelta strategicamente vincente.

Figura 1.1.2 Mercato mondiale dei veicoli elettrici plug-in



Fonte: ev-volumes.com

Tabella 1.1.3 Previsione dell'impatto netto degli investimenti aggiuntivi in media annua 2017-2030 secondo lo scenario obiettivo del PNIEC

	Media annua 2017-2030 (mld €/anno)	Valore Aggiunto (mln €/anno)	Imposte dirette (mln €/anno)	Imposte indirette nette (mln €/anno)	ULA (numero medio di occupati full time /anno)
Centrali elettriche a fonti fossili	-0,2	-212	-58	-27	-2.188
Fotovoltaico	2,0	542	163	21	6.441
Altre FER	0,9	686	189	79	7.271
Industria	0,4	417	117	47	4.931
Usi elettrici e pdc residenziale	1,6	137	94	-147	5.052
Riscaldamento e usi cucina	-0,2	-24	-13	14	-743
Riqualificazione edifici	3,1	1.093	384	-157	13.341
Usi elettrici e pdc terziario	0,9	777	219	79	8.857
Riqualificazione edifici terziario	1,7	2.111	559	300	20.120
Riscaldamento terziario	-0,1	-56	-16	-6	-659
Trasporti famiglie	1,3	4.28	1.56	-89	4.701
Trasporti merci e bus	0,6	846	226	110	7.809
Totale	12,1	6.745	2.022	224	74.935

Fonte: MATTM-MiSE-MIT, 2019

Su tutti settori, infine, spicca quello dell'efficienza energetica, l'unico che può fare affidamento su filiere nazionali complete (Confindustria, 2017) e che è, in parte, protetto dalla concorrenza estera per la natura stessa del mercato. Il suo valore totale al 2030, secondo gli scenari di Confindustria (2018a), è di 130-

²³ Vedi, per esempio, lo studio ADAC del 2019 su adac.de.

280 miliardi di euro, contro i 40-70 delle rinnovabili elettriche e i 30-60 delle rinnovabili termiche. Più incerto il valore generato dai comparti afferenti alla mobilità sostenibile, compreso tra 25 e 140 miliardi.

Il settore auto

L'Italia possiede, al 2018, una quota di mercato del 4,8% nell'UE a 28 paesi e dell'1,1% a livello mondiale per quanto riguarda gli autoveicoli (autovetture, veicoli commerciali, autocarri e autobus). Il maggiore produttore di autoveicoli benzina-metano è FIAT, che serve il mercato autovetture e veicoli commerciali. Una parte residuale è rappresentata dagli autobus prodotti dalla BredMenarinibus (187 nel 2018). Nel GPL il panorama dei produttori italiani è più ampio. Oltre al marchio FIAT, in posizioni di leadership, troviamo anche Jeep, Alfa Romeo e Piaggio (per veicoli commerciali). L'elettrico italiano è rappresentato dai 133 veicoli commerciali Piaggio.

Tabella 1.1.4 Mercato auto in Italia

<i>Valori 2018 (var. su 2017)</i>	PRODUZIONE NAZIONALE	IMMATRICOLAZIONI	% su tot Italia
Autoveicoli	1.060.000 (-7%)		
di cui benzina+GPL	46.000 (+79%)		
di cui benzina+metano	7.500 (-51%)		
di cui elettrica	133 (+9%)		
Autovetture	675.000 (-9%)	1.911.000 (-3,1%)	
di cui benzina+GPL		125.000 (-3,5%)	6,5%
di cui benzina+metano		37.000 (+14%)	2,0%
di cui elettrica		5.000 (+147%)	0,3%
di cui ibride		87.000 (+31%)	4,5%
tot. alimentazione alternativa	-	254.000 (+10,2%)	13,3%

Fonte: elaborazioni su dati ANFIA

Il 75% ca. di autovetture ad alimentazione alternativa, escluso l'elettrico, nell'UE è immatricolato in Italia. Ciò fa del nostro Paese il principale sbocco per i produttori di auto a GPL e a gas naturale. Per un ulteriore confronto tra capacità industriale e mercato, la produzione italiana di autovetture a GPL e metano nel 2018 è di 50.000 unità, mentre le immatricolazioni europee di questo tipo di veicoli rimangono sotto le 250.000 unità/anno.

Tagliapietra e Veugelers (2019) pensano che si possa trainare l'industria europea verso le tecnologie pulite supportandola. Poco credibile che un settore che vale il 4% del PIL europeo e che impiega 8 milioni di lavoratori possa essere soppiantato di punto in bianco dalla concorrenza estera.

Con il lancio dell'Alleanza Europea per le Batterie, la Commissione Europea ha suonato un campanello d'allarme alle case automobilistiche dell'UE, agli attori industriali dell'industria mineraria all'elettrochimica, agli istituti di ricerca e agli Stati membri dell'UE. Se le parti interessate europee non reagiscono rapidamente e uniscono le forze per costruire una catena del valore della batteria competitiva, sarà impossibile recuperare il ritardo con gli operatori asiatici. L'Europa perderebbe, così, una delle maggiori opportunità commerciali del prossimo decennio e il suo settore automobilistico correrebbe anche il rischio di perdere terreno nella competizione globale (Mathieu, 2019).

Box 1.1.1 Alleanza Europea per le Batterie (AEB)

Il punto di partenza dell'Alleanza Europea per le Batterie è il riconoscimento che l'intera catena del valore, dalle forniture di materie prime al riciclaggio delle batterie, è di interesse strategico per l'UE. Pertanto, tutti gli strumenti esistenti dovrebbero essere utilizzati in modo coordinato per creare un ambiente favorevole, promuovere iniziative di cooperazione e facilitare le decisioni di investimento. Optando per un approccio "bottom-up" alla politica industriale, la Commissione Europea ha incaricato InnoEnergy, un partenariato pubblico-privato supportato dall'Istituto europeo di innovazione e tecnologia, di valutare le esigenze del settore e identificare i principali ostacoli ai progetti di investimento e dimensionare le strategie.

A seguito di un'ampia consultazione con l'industria, è stato pubblicato un "Piano d'azione strategico per le batterie" nell'aprile 2018. I suoi 37 punti di azione si concentrano sull'uso crescente e più coerente delle politiche e degli strumenti finanziari esistenti: garantire un accesso affidabile a materie prime ed elaborate approvvigionamento di materiale attraverso accordi di libero scambio e la creazione di un quadro di investimento interessante per le attività di estrazione, raffinazione e riciclaggio in Europa; affrontare la mancanza di competenze specialistiche nella progettazione di processi applicati e nella produzione di celle; mobilitare tutti gli strumenti di supporto per potenziare gli sforzi di ricerca e innovazione sulle prestazioni delle tecnologie avanzate delle celle a batteria agli ioni di litio e il possibile passaggio alla prossima generazione di batterie basate su elettroliti a stato solido; utilizzare le finanze pubbliche per rischiare i progetti di investimento e facilitare lo spiegamento industriale; e infine prendere in considerazione l'eventuale introduzione di requisiti ambientali nella fase di progettazione per i prodotti a batteria da immettere sul mercato dell'UE.

Fonte: Mathieu, 2019

Secondo la legislazione dell'UE, l'assistenza statale può essere utilizzata per ridurre il rischio degli investimenti in progetti di grandi dimensioni, altamente innovativi e transnazionali. Le batterie sono state identificate come una delle nove catene di valore di importanza strategica per la competitività e la decarbonizzazione industriali dell'UE, a conferma della volontà della Commissione di approvare regimi di aiuti di Stato per progetti di produzione di batterie.

Al momento, Belgio, Francia, Germania e Italia hanno lanciato richieste di interesse per identificare possibili consorzi nell'ambito del progetto. La Germania ha promesso fino a 1 miliardo di euro per aiutare a dare il via alla produzione di batterie, mentre la Francia si è impegnata a sostenere la catena del valore della batteria con un piano d'azione da 700 milioni di euro. Il denaro dei contribuenti è reso disponibile e ci sono molti candidati; sei diversi consorzi che coinvolgono una trentina di società diverse hanno chiesto finanziamenti solo nell'ambito della call tedesca.

Una delle principali difficoltà è concordare un'equa distribuzione geografica delle attività tra gli Stati membri e i partner del settore coinvolti. Francia e Germania hanno ora inviato una lettera di intenti alla Commissione UE, per ottenere il via libera sul loro sostegno finanziario a un progetto di investimento.

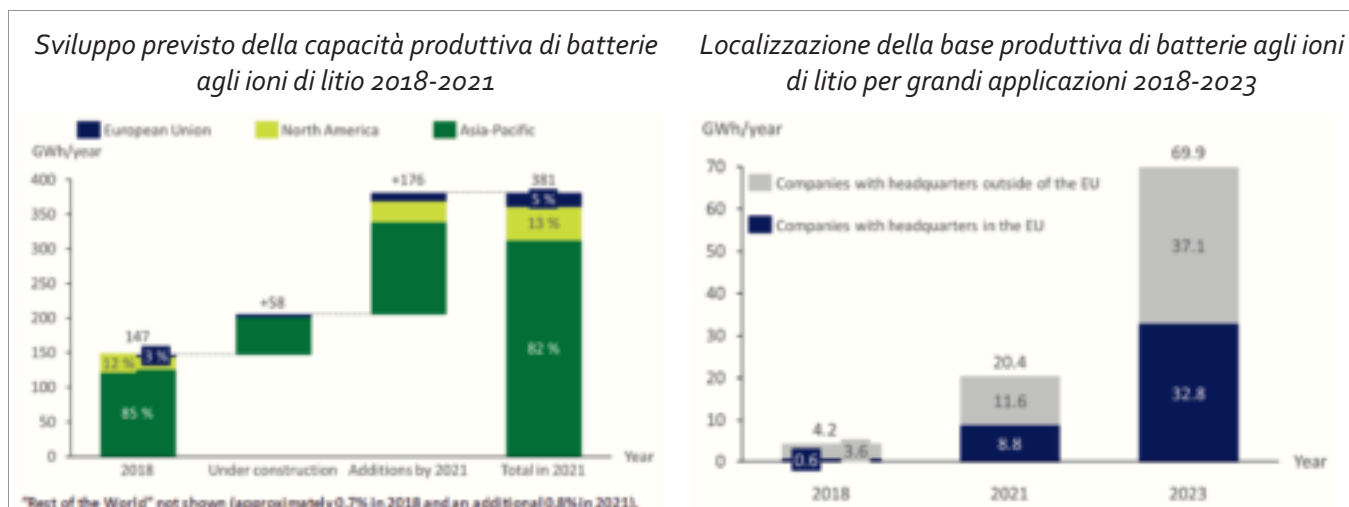
I maggiori ostacoli all'ingresso sul mercato sono le conoscenze accumulate dagli operatori storici e le *partnership* a lungo termine lungo la catena del valore. Poiché l'industria europea non ha esperienza nella produzione di celle su larga scala, l'incentivazione di partenariati internazionali e il coinvolgimento di parti interessate non europee creerà posti di lavoro di alta qualità e svilupperà il know-how. Un approccio aperto e progressivo può essere l'unico modo credibile per competere con gli attuali leader del mercato (Mathieu, 2019).

Per capire la rilevanza strategica dello sviluppo della filiera degli accumuli e, soprattutto, rendersi conto della consapevolezza comune circa il ritardo con cui l'industria europea si sta muovendo su questo fronte sono interessanti i rilievi che la Corte dei Conti dell'UE ha voluto includere nel suo "Documento di riflessione" apparso in aprile 2019 (ECA, 2019).

Secondo l'istituto, l'obiettivo di produzione di batterie al 2025 enunciato dell'AEB è a rischio a causa delle insufficienti misure adottate. Per raggiungere il *target*, suggerisce una serie di iniziative, dalla

riduzione della complessità per il finanziamento della ricerca alla rimozione degli ostacoli per gli investitori, fino alle misure per lo sviluppo delle infrastrutture di ricarica dei veicoli elettrici.

Figura 1.1.3 Previsioni per il mercato delle batterie agli ioni di litio in Europa



Fonte: ECA, 2019

Non è da credere, peraltro, che le tecnologie di stoccaggio elettrico alternative possano competere con quella che si sta ora affermando come dominante; risulta da un eminente studio (Schmidt et al., 2019) che le batterie agli ioni di litio saranno le più convenienti oltre il 2030, sia per la mobilità che per le applicazioni stazionarie, fatta eccezione per i sistemi che necessitano di lunghi tempi di scarica, per i quali potrebbe affermarsi l'idrogeno.

Secondo lo studio gli investimenti in sistemi a idrogeno potrebbero subire, rispetto al dato 2015, una riduzione dei costi medi unitari del 34% al 2025, 47% al 2030 e 61% al 2040, da confrontare con il 66% al 2025, 77% al 2030 e 84% al 2040 dei sistemi a ioni di litio. Ciò sarebbe sufficiente per l'idrogeno a guadagnare e rafforzare la posizione di tecnologia più competitiva per uso tipo lo stoccaggio stagionale di energia elettrica, già detenuto a partire dal 2020 in sostituzione dei sistemi ad aria compressa e poi dei sistemi di pompaggio idroelettrici.

Questo calo dei costi, peraltro, favorirebbe il ricorso ad accumuli stagionali, necessari per la gestione delle fonti non programmabili nel sistema elettrico probabilmente anche prima del 2030, in funzione degli obiettivi di penetrazione di FER del PNIEC e di un loro possibile ritocco al rialzo a seguito della prossima concertazione in UE.

La ricerca pubblica in Italia sull'idrogeno e le celle a combustibile, come segnalato da Palma e Scipioni (2019), vale quasi il 4% della spesa in ricerca energetica, in linea con la media europea, e il *trend* storico dal 2010 è abbastanza costante negli anni. Preme sottolineare, tuttavia, che, in altri paesi europei come la Danimarca ed extra-europei come Giappone e Corea del Sud, l'importanza attribuita a questa tecnologia sia maggiore e che questo rischia di porci in ritardo nella corsa allo sviluppo di applicazioni innovative da lanciare sul mercato. È auspicabile, invece, un incremento dello sforzo da parte del settore pubblico italiano, anche per trascinare gli investimenti in R&S del settore privato. Non esiste, infatti, un paese in posizione di *leadership* e l'Italia potrebbe inserirsi in questo contesto guadagnandosi una posizione di rilievo nella filiera. Si ricorda che l'aspetto sicurezza rappresenta ancora una lacuna sulla possibilità di sviluppo di questi sistemi. L'innovazione in questo campo potrebbe essere la via da seguire.

L'Italia, intanto, si sta muovendo a rilento. Rileva Zorzoli che a dicembre 2018 il nostro paese non si era ancora attivato nell'EBA, come avrebbe dovuto fare fin dall'inizio, per non perdere i centri di eccellenza presenti sul territorio nazionale e evitare le acquisizioni da parte di compagnie straniere.²⁴

Nel gennaio 2019 il MiSE ha finalmente lanciato alle aziende l'invito a manifestare interesse nello sviluppo di un progetto comune europeo (Ipcei) sugli accumuli²⁵. Vi hanno partecipato, tra gli altri, Enel, FCA, Faam (gruppo Seri Industrial) e Terna.

In agosto, invece, è stata approvata dalla X Commissione del Senato la risoluzione sul piano di azione sulle batterie, che insiste sulla necessità di attivare una filiera nazionale basata sulle conoscenze sviluppate sul territorio e che sia rispettosa dell'ambiente, impegnata, cioè, nel riutilizzo degli accumuli *automotive* per la seconda vita come sistemi di stoccaggio elettrico fissi e nel riciclo dei materiali.²⁶

Tra le principali iniziative dal mondo aziendale e della ricerca che hanno fatto seguito a quelle istituzionali, segnaliamo la conversione dell'ex fabbrica Whirlpool di Teverola (CE) in uno stabilimento per la produzione di celle al litio Faam (con contributo di Invitalia), un progetto di investimento da 500 milioni per realizzare una *gigafactory* con tecnologie oggi non disponibili sul mercato, sempre di Faam, con contributo pubblico del 40%, e la candidatura del Politecnico di Torino a ospitare il primo master europeo per ingegneri specializzati nel settore.

Conclusioni

In sintesi, come sottolineato da Confindustria (2018a), l'opportunità di sviluppo industriale creata dalla transizione energetica e dall'economia circolare è stata colta solo in parte, in particolare sotto il profilo della produzione manifatturiera dei sistemi per l'incremento dell'efficienza energetica. La filiera nazionale delle rinnovabili ha subito la pressione competitiva nei comparti a monte (componentistica ai produttori di impianti *utility scale*), dominata da grandi operatori multinazionali.

Per promuovere la partecipazione dell'industria italiana al processo di decarbonizzazione molte delle proposte contenute nel documento citato, a partire dall'aumento degli investimenti in Ricerca e Sviluppo, possono essere accolte e sono riportate nella tabella 1.1. Tuttavia, rimangono alcuni rischi su cui occorre intervenire al più presto circa il rinnovo dell'offerta FER della filiera italiana. Il recupero di posizioni più consone alla vocazione manifatturiera dell'Italia sul mercato mondiale delle tecnologie a basse emissioni, soprattutto elettriche (fotovoltaico), non appare scontato. Per competere con le imprese asiatiche le vie sono solo due: lanciare prodotti innovativi o sviluppare mega-fabbriche per sfruttare le economie di scala. In entrambi i casi non vi è il tempo necessario, dal momento che il piano per l'energia prevede un'immediata ripresa degli investimenti. Solo una barriera all'entrata nei confronti dei beni importati, implementata a livello europeo come da Proposta 1, potrebbe rapidamente modificare i rapporti di forza tra imprese UE e extra-UE.

Sembra, in effetti, che sia impossibile compiere progressi se non con gli stessi strumenti messi in campo dai paesi concorrenti, ovvero gli aiuti di stato. Come si è visto, la Commissione Europea li ha accettati in materia di mobilità elettrica-accumuli.

L'altra mossa di grande rilievo, l'imposta sulle emissioni di gas serra, viene discussa da anni e sembra essere sostenuta dalla Presidente von der Leyen. Riguardo agli effetti macroeconomici delle cosiddette *carbon tax* si rimanda alla letteratura specializzata. Il principio su cui si basano è che l'aumento del costo della decarbonizzazione dovuto al pagamento dell'imposta dovrebbe generare maggiori benefici in termini di valore aggiunto e occupazione locali, senza dimenticare gli effetti redistributivi del gettito. Indubbiamente, però, perché la loro efficacia non sia limitata, e per alcuni settori non abbia anzi conseguenze negative sul piano competitivo, occorrerebbe che i processi decisionali abbiano carattere globale, tenendo conto delle regole del commercio internazionale (es. WTO).

²⁴ Vedi staffettaonline.com.

²⁵ Vedi staffettaonline.com.

²⁶ Vedi quotidianoenergia.it.

Tabella 1.1.5 – Proposte per le filiere industriali

	Filiere	Prospettive	Proposte UE	Proposte Italia
Efficienza energ.	L'Italia 2° produttore di apparecchi e componenti per impianti termici e 2° mercato di sbocco in UE-28. Export meglio del mercato interno, es. caldaie a condensaz., nastri radianti (Confindustria, 2017)	Riduzione dei consumi di energia primaria e finale del 21% tra 2020 e 2030 (CAGR: -2,4%). Riduzione dello 0,8% anno dei consumi finali con politiche attive, soprattutto settori trasporti e civile (PNIEC)	Parità di condizioni intra e extra-UE. Sistema di verifiche sulle performance dichiarate (Confindustria, 2017)	Industria 4.0 Detrazioni fiscali Aggiornamento TEE Promozione TLR Sostituzione contatori con sistemi intelligenti Detassazione del reddito reinvestito (Confindustria, 2017)
FER termiche	Componentistica prevalente da mercati italiano, UE e asiatico. Produzione prevalente impianti piccola taglia (Confindustria, 2018a)	Raddoppio contributo pompe di calore al 2030. Stabili bioenergie e solare termico (PNIEC)	Calcolo del contributo per raffrescamento pompe di calore come energia da FER	Detrazioni fiscali Bonus casa Promozione micro-CHP Semplificazione procedure Industria 4.0 (Confindustria, 2018a)
FER elettriche	Componentistica prevalente (Confindustria, 2018a): ● solare fv - R.P.C., Giappone e S.U.A. ● eolico - Danimarca, S.U.A., Germania, Spagna, Svizzera ● italiana per geotermo, idro, bioenergie	Italia: 99% incremento generazione da FER al 2030 da solare ed eolico (PNIEC)	Impronta carbonica nei criteri aste FV (Osmundsen, 2019)	Investimenti in <i>grid parity</i> sfruttando leva fiscale: iper-ammortamenti, Industria 4.0 (Confindustria, 2018a)
FER trasporti	Italia più grande mercato europeo per veicoli alternativi (GPL, gas naturale, etc.) Filiere del biometano, bioGNL e bioGPL in crescita (Confindustria, 2018a)	Italia: obiettivo FER-T 21,6% al 2030 (5% nel 2017) con biometano e elettrico (PNIEC)	Alleanza per le batterie	Omogeneizzazione regolamentazione accesso ambiti urbani Rinnovo flotta pubblica Semplificazione procedure infrastrutturazione (Confindustria, 2018a)
Veicoli elettrici	Case automobilistiche europee in ritardo (Tagliapietra e Veugelers, 2019)	Italia: 6 milioni di veicoli elettrici <i>plug-in</i> al 2030 (PNIEC)	Tagliapietra e Veugelers (2019): ● fondi di ricerca e sviluppo ● ripensamento fiscalità trasporti ● fondo per il trasporto pulito per sostegno finanziario (es. infrastruttura, riqualificazione lavoratori)	Divieti per auto inquinanti (Tagliapietra e Veugelers, 2019) Quadro legislativo/regolatorio Definizione tariffe energia elettrica (Confindustria, 2018a)

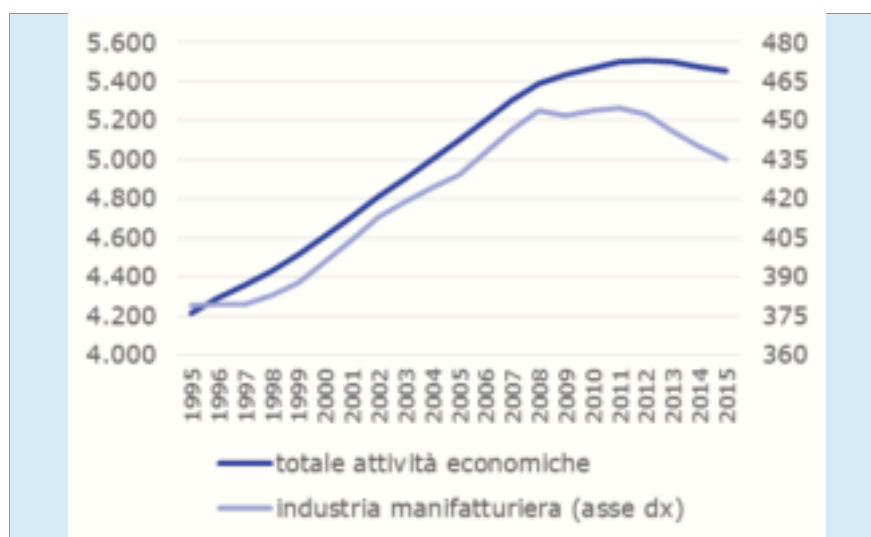
Accumuli	UE possiede il 3% (5 GWh) del mercato delle celle a ioni di litio, principalmente per usi non <i>automotive</i> (Mathieu, 2019)	Obiettivo di 200 GWh/anno al 2025 (Alleanza Europea per le Batterie - EBA)	Incentivazione di partenariati internazionali e coinvolgimento di parti interessate non UE (Mathieu, 2019)	Partecipazione EBA Consorzi batterie
Economia circolare	Italia <i>leader</i> nel recupero di materiali (Confindustria, 2018a)	Bioraffinerie Biometano Riutilizzo e recupero batterie	Elevare <i>standard</i> recupero materiali	Agevolazioni fiscali Investimenti in impianti (Confindustria, 2018)

2. Le risorse

2.1 Il capitale industriale

In Italia si è disinvestito a partire dal 2013 per il totale economia. Già dal 2009 per la manifattura, la quale, nonostante un effimero recupero, ha visto lo stock di capitale crollare negli ultimi anni (2015 ultimo dato disponibile) (Figura 2.1.1).

Figura 2.1.1 Stock di capitale in Italia (miliardi di €₂₀₁₀)



Note: stock di attività non finanziarie (netto) totale capitale fisso

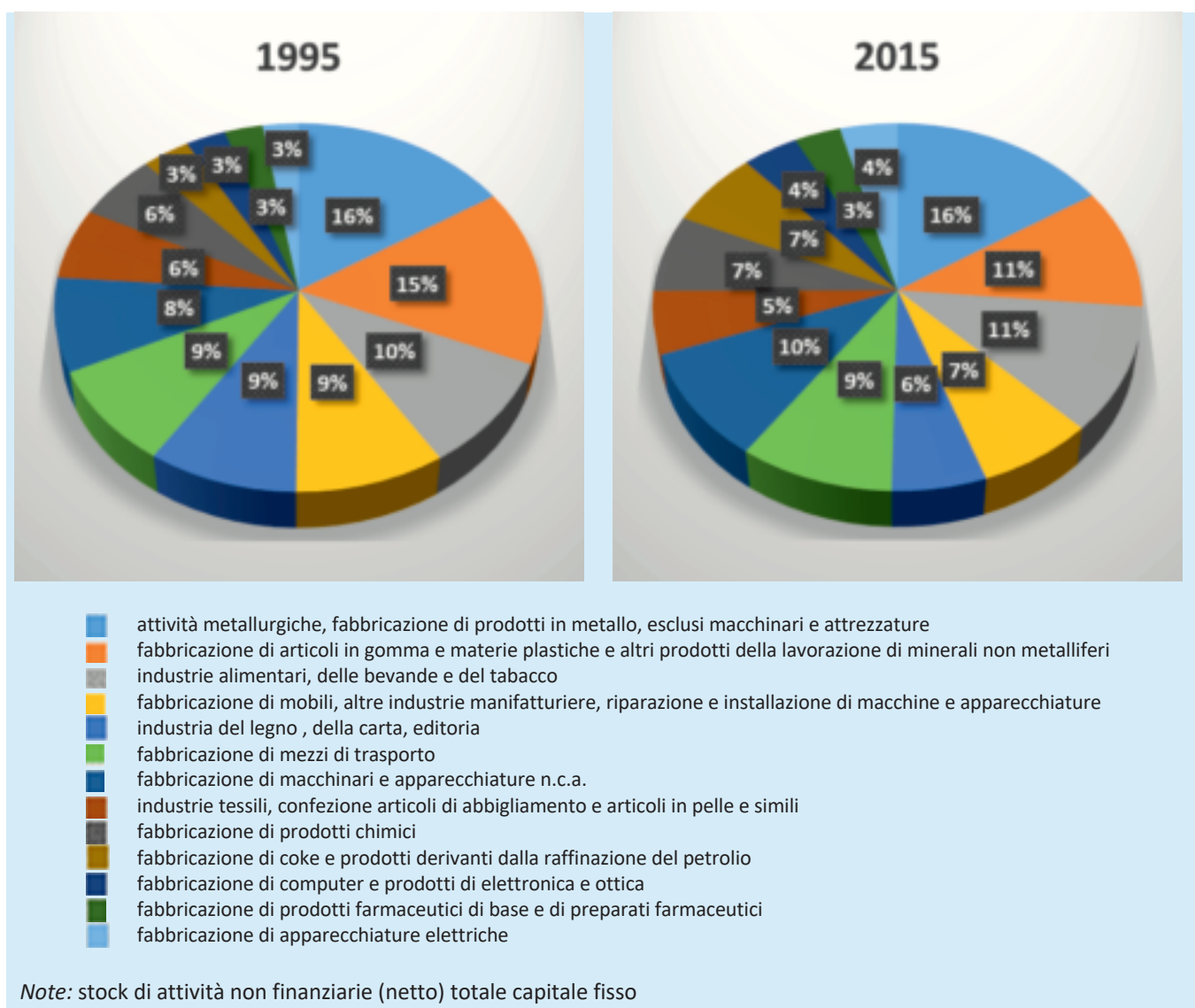
Fonte: elaborazioni su dati ISTAT

La variabile *capitale netto* è definita dall'ISTAT come il valore dei beni capitali ancora in uso nel sistema economico valutati allo stesso prezzo dei beni capitali nuovi dello stesso tipo, meno il valore cumulato del deprezzamento maturato fino all'anno per il quale si vuole calcolare lo *stock*.

La variabile qui utilizzata è denominata *stock di attività non finanziarie (netto) - totale capitale fisso* per tipo di attività e costituiscono parte del dataset i valori concatenati con anno di riferimento 2010.

La capitalizzazione dell'industria manifatturiera valeva il 9% del totale nazionale nel 1995 e l'8% nel 2015. Essa ha subito cambiamenti importanti, ma non stravolgimenti nel periodo di osservazione 1995-2015. Il primo settore per valore del capitale è la *metallurgia*, con una quota costante del 16% sul totale manifatturiero. Al secondo posto la *gomma, plastica e minerali non metalliferi*, che risulta in arretramento dal 15% all'11%. L'*industria alimentare e del tabacco* è al terzo posto ed è passato dal 10% nell'anno iniziale all'11% del 2015. Ha perso molto il settore del *legno, carta ed editoria*, mentre il settore *raffinazione* ha guadagnato, passando dal 3% al 7%.

Figura 2.1.2 Capitalizzazione dei settori manifatturieri italiani (quota su totale industria manifatturiera)



Fonte: elaborazioni su dati ISTAT

Nell'ultimo ventennio, la produttività del capitale nella manifattura italiana ha seguito un andamento simile a quello dell'economia nel suo complesso. Dopo un primo lustro in ascesa, si sono riscontrate delle difficoltà solo poco tempo prima dell'avvento della grande crisi globale, con il manifatturiero in grado di stabilire un nuovo record proprio nel 2007.

I settori a maggior intensità di capitale risultano la *Metallurgia*, seguita da *Mobili*, *Gomma*, *Plastica* e *Altre manifatture* e *Minerali non metalliferi*. Il settore a minor intensità di capitale, invece, è il *Tessile*, seguito a lunga distanza da *Macchinari e Fabbricazione metalli* e *Alimentare e Tabacchi*. Per questo gruppo, la produttività si è mossa nell'intervallo 2,36-4,43.

Il fattore capitale ha perso produttività nell'arco del periodo di osservazione per ca. il 15% del suo valore iniziale, toccando però un massimo durante i primi anni duemila.

La crisi economica intervenuta nel 2008 ha pesantemente inciso sull'andamento delle produttività del capitale, eccezion fatta per il settore *Alimentare e Tabacchi*. Il tracollo delle produzioni, non compensato da immediati disinvestimenti, è andato ad interrompere dei trend positivi di lungo periodo per settori quali *Carta ed Editoria*, *Mezzi di trasporto* e *Mobili*, *Gomma*, *Plastica* e *Altre manifatture* e, in generale, per l'intera manifattura italiana.

2.2 Il capitale umano

NUMERO DI PERSONE OCCUPATE IN ALCUNI SETTORI DELL'ECONOMIA CIRCOLARE

L'indicatore è dato dalla percentuale del numero di persone occupate in alcuni settori dell'economia circolare rispetto all'occupazione totale per permettere la comparazione tra Stati. I settori dell'economia circolare presi in considerazione sono quelli del riciclo, della riparazione e riutilizzo.

Gli occupati sono definiti come la somma del numero di persone che lavorano direttamente nelle aziende e del numero di persone che lavorano al di fuori di esse ma il cui impiego dipende dalla stessa (es. rappresentanti di vendita, personale addetto alle consegne, squadre di riparazione e manutenzione, ecc.). Sono esclusi dal conteggio la manodopera fornita da imprese terze, le persone che svolgono lavori di riparazione e manutenzione all'interno dell'azienda, ma per conto di imprese esterne, nonché coloro che prestano servizio militare obbligatorio.

Unità di misura: % rispetto al totale degli occupati dello Stato considerato

I principali fattori che hanno ostacolato gli imprenditori ad impegnarsi in investimenti in economia circolare sono stati l'eccesso di burocrazia, l'accesso al credito, la difficoltà a soddisfare le specifiche tecniche o regolamentari, la mancanza di esperienza e la carenza di competenza. Rimuovere questi ostacoli permetterebbe di incrementare la produttività in termini di valore aggiunto per addetto di circa il 6,5% rispetto alle attuali prestazioni e di aumentare l'occupazione nel settore *green* dell'11,4% portandola alla media europea.²⁷

Il processo di decarbonizzazione tramite il disuso dei carboni fossili più inquinanti, l'efficienza energetica e l'economia circolare

offrono numerose opportunità tra cui l'aumento della produttività, la riduzione dei costi legati all'approvvigionamento di risorse e l'aumento dell'occupazione.

L'Italia, in coerenza con gli obiettivi europei, ha fatto una scelta irreversibile a favore della decarbonizzazione del proprio sistema al 2050. All'inizio dell'anno il governo italiano ha inviato alla Commissione europea la Proposta di Piano nazionale integrato per l'Energia ed il Clima (PNIEC). Il PNIEC ha come colonne portanti: la graduale eliminazione del carbone nella produzione di energia elettrica, fino ad una sua totale interruzione nel 2025; la diffusione e l'integrazione delle energie rinnovabili e la riduzione al minimo degli impatti ambientali (con priorità assegnata ad esempio agli impianti fotovoltaici sugli edifici per preservare il suolo, pompe di calore per evitare emissioni di particolato, biocarburanti avanzati per l'uso di residui e rifiuti). Le fonti fossili in questo documento giocano un ruolo relativamente secondario con l'eliminazione del carbone, un forte ridimensionamento del ruolo del petrolio ed una riduzione del peso percentuale del gas naturale. Per quanto riguarda questa ultima fonte il PNIEC fa riferimento particolare alla dimensione della sicurezza sia nella dimensione di diversificazione delle importazioni sia in quella dei picchi di domanda (sistema di stoccaggio).

Box 2.2.1 L'impegno di Federmanager nella formazione per la sostenibilità ambientale

Nell'audizione presso la X Commissione Attività Produttive, Commercio e Turismo del 16 luglio 2019, Federmanager ha presentato la sua "INDAGINE CONOSCITIVA SULLE PROSPETTIVE DI ATTUAZIONE E DI ADEGUAMENTO DELLA STRATEGIA ENERGETICA NAZIONALE AL PIANO NAZIONALE ENERGIA E CLIMA PER IL 2030". Di particolare interesse la sezione "NUOVE PROFESSIONALITÀ E IL RESKILLING" dove viene sottolineato che il ciclo di nuova industrializzazione per l'ambiente richiede nuove professionalità, nuovi manager da mettere a disposizione del paese che sappiano guidare e gestire questa fase: In questo contesto, è costante l'impegno di Federmanager nella formazione di nuove figure, quali:

- l'esperto in efficienza energetica
- l'energy manager / "innovation" energy manager
- l'esperto in audit energetici (obblighi per le grandi imprese circa la diagnosi energetica)
- l'esperto di Certificazione Energetica degli Edifici
- l'esperto in gestione dell'energia

Fonte: federmanager.it

²⁷ Vedi Circular economy network, 2018.

Attualmente il gas occupa un ruolo di primo piano in tutti i settori di impiego dell'energia (a partire dal settore dell'industria, degli usi civili e del settore della termoelettrica) ad eccezione del settore dei trasporti che però è suscettibile di interessanti sviluppi (vedi capitolo 3).

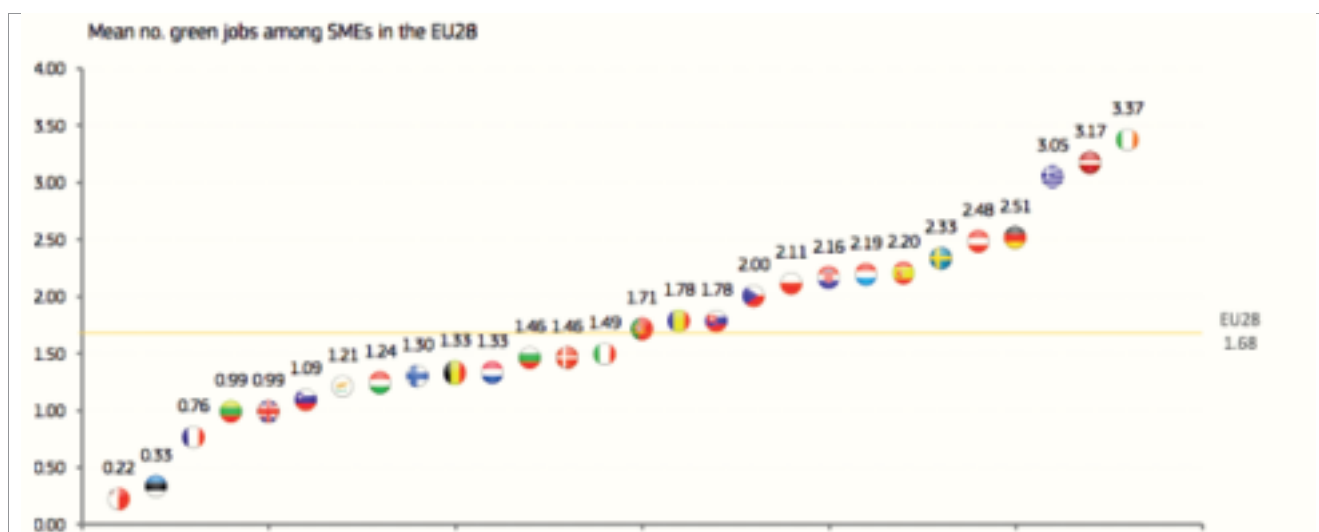
Nel complesso, l'attuale capacità delle esistenti infrastrutture di stoccaggio è ritenuta idonea a garantire la sicurezza del sistema ma in prospettiva il ruolo degli stoccaggi è destinato ad aumentare incrementando i posti di lavoro stessi e richiedendo quindi investimenti. Infatti, considerando il previsto incremento delle rinnovabili non programmabili, crescerà la necessità di disporre di un sistema di stoccaggio di gas più efficiente così da far fronte ai momenti di indisponibilità delle suddette fonti tra cui l'energia eolica e quella fotovoltaica (ad esempio ore notturne, condizioni di scarsa insolazione). Inoltre, - come dimostrato da recentissimi avvenimenti - bisognerà essere in grado di far fronte a improvvisi cali di importazione di energia elettrica dall'estero (ad esempio nucleare francese), facendo un maggior ricorso alla fonte gas. Infine, non va trascurato il fatto che il gas naturale possa essere anche chiamato a fronteggiare cali -anche rilevanti- della produzione idroelettrica dovuta a fenomeni di siccità ed al cambiamento climatico.

Da questo quadro emerge che tale combustibile oltre a dover affrontare la stagionalità della domanda del settore domestico e degli usi civili e possibili interruzioni delle importazioni, si trova a contrastare una complessa serie di eventi imprevedibili che possono essere fronteggiati solo da un adeguato livello di stoccaggi. Si considera perciò un quadro evolutivo molto ricco dove il ruolo del sistema di stoccaggio del gas è destinato ad aumentare anche in relazione alla necessità di garantire la sicurezza del sistema elettrico che sarà sempre più dipendente da fonti non programmabili che necessitano di sistemi di back-up.

Secondo lo studio "Growth within a circular economy vision for a competitive Europe", sviluppato dalla Ellen MacArthur Foundation in collaborazione con il McKinsey Center for Business and Environment, a livello europeo entro il 2030 sono previsti circa 1,8 trilioni di euro di benefici complessivi della transizione verso l'economia circolare, con un incremento del PIL europeo stimato del 7% rispetto allo scenario 2015.

Eurobarometro, nel 2017, ha calcolato qual è stato il numero medio di dipendenti per impresa impiegati in lavori verdi nelle PMI nell'UE-28 (Figura 2.2.1). Il valore medio europeo risultante dal sondaggio, è stato 1,68. Purtroppo l'Italia si è posta purtroppo, con 1,49, al di sotto di tale media mentre la Germania raggiunge un valore medio pari a 2,5.

Figura 2.2.1 Numero medio di dipendenti impiegati nelle PMI in lavori verdi, EU-28, 2017



Fonte: Eurobarometer surveys on public attitudes to the environment

Secondo le stime di Confindustria (2018), i posti di lavoro aggiuntivi che potrebbero essere creati dai settori impattati da un'economia circolare ambiziosa (rifabbricazione, riparazione, riciclo, terziarizzazione e bioeconomia), ossia quelli che riconducono le persone disoccupate sul mercato del lavoro invece di spostare semplicemente lavoratori da una attività esistente verso una nuova occupazione, sono notevoli (Figura 2.2.2).

Il modello di stima, basato sui dati statistici attualmente disponibili e sui risultati ottenuti da interviste con esperti, è stato simulato su 3 scenari al 2030, che si differenziano per il livello di ambizione in merito all'economia circolare.

Figura 2.2.2 Scenari al 2030 occupazionali in Italia, Polonia e Germania



Fonte: Confindustria, 2018

	Scenario 1 Nessuna nuova iniziativa	Scenario 2 Tasso di sviluppo corrente	Scenario 3 Trasformazione
Tasso riciclo	55%	70%	85%
Tasso di rifabbricazione in settori rilevanti	existing	20%	50%
Aumento del riuso	10%	15%	15%
Aumento della terziarizzazione	5%	30%	100%
Aumento delle attività circolari legate alla bioeconomia	5%	30%	100%

- Scenario 1: **nessuna nuova iniziativa**. Non si prevedono investimenti ed iniziative in economia circolare (continuando con le attuali politiche).
- Scenario 2: **tasso di sviluppo corrente**. Avviene una graduale transizione verso l'economia circolare in cui lo sviluppo di nuove politiche avviene allo stesso ritmo degli ultimi anni.
- Scenario 3: **trasformazione**. Trasformazione significativa verso l'economia circolare, con tassi di sviluppo più veloci rispetto agli attuali.

In Italia secondo lo scenario 2 si prevedono 220.000 nuovi posti di lavoro di cui: Rifabbricazione, Riciclo, Riparazione, terziarizzazione e bioeconomia; 89.000 posti di lavoro netti. Nello scenario 3, tuttavia, i posti di lavoro previsti incrementeranno toccando i 541.000, di cui: Rifabbricazione, Riciclo, Riparazione, terziarizzazione e bioeconomia; 199.000 posti di lavoro netti. Continuando con le politiche

attuali e quindi in caso di mancate iniziative di *circular economy*, l'incremento del tasso di occupazione si limiterebbe a solo 35.000 posti di lavoro (18.000 netti).

Spostando la nostra osservazione sull'occupazione, secondo dati Eurostat, è stato riscontrato che nel 2016 gli addetti nelle imprese di riparazione operanti in Italia sono stati oltre 16.000, con un leggero aumento rispetto al 2007, mentre Francia, Germania e Spagna hanno impiegato un numero di addetti pari al doppio di quello italiano (Tabella 2.2.1).

Tabella 2.2.1 Numero addetti nelle imprese della riparazione 2016

	2007	2012	2016
Germania	26.150	25.452	32.319
Spagna	28.079	27.627	32.806
Francia	45.676	40.835	34.420
Italia	16.216	16.365	16.773
UK	29.810	30.944	

Fonte: elaborazione su dati Eurostat

Secondo gli studi condotti dalla Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile sul lato occupazionale, il raggiungimento degli obiettivi di riciclo dei rifiuti urbani creerebbe nelle singole filiere oltre 19.000 nuovi posti di lavoro a tempo pieno (Tabella 2.2.2).

Tabella 2.2.2 Occupazione attesa per frazione merceologica al raggiungimento obiettivi di riciclo dei rifiuti urbani

	2020	2030	2035	Totale occupati per frazione al 2035	Peso % rispetto al totale occupati
Carta	316	1.228	614	2.158	11%
Plastica	8.599	3.503	1.751	13.853	71%
Metalli	1.318	657	328	2.303	12%
Frazione organica	281	523	262	1.066	6%
TOTALE	10.514	5.910	2.955	19.380	100%

Fonte: elaborazione Fondazione su dati commissione EU

Il raggiungimento dei nuovi obiettivi di riciclaggio dei rifiuti di imballaggio comporterebbe invece l'incremento dell'occupazione per 4.600 nuovi posti di lavoro a tempo pieno (Tabella 2.2.3).

Tabella 2.2.3 Occupazione attesa per filiera al raggiungimento obiettivi di riciclo dei rifiuti di imballaggio

	2025	2030	Totale occupati per frazione	Peso % rispetto al totale occupati
Acciaio	16	244	260	0
Alluminio	3	69	72	0
Carta	0	431	431	0
Legno	6	290	296	0
Plastica	3.302	0	3.302	1
Vetro	81	172	254	0
TOT FILIERE	3.409	1.206	4.615	0

Fonte: elaborazione Fondazione su dati commissione EU

In Italia, nel settore della biochimica, si vanta il successo del gruppo Novamont, che in circa 20 anni di attività ha investito 500 mld € in impianti garantendo l'occupazione a più di 700 addetti diretti e 2.000 indiretti, a cui si aggiungono altri 1.000 posti di lavoro per la costruzione degli impianti, vantando nel settore un portafoglio dell'ordine di 1.000 brevetti internazionali. Oggi, Novamont, produce biocarburanti; biopolimeri; mangimi senza ormoni; bioerbicidi; biolubrificanti.

Secondo l'Agenzia della Coesione In Italia, l'intero settore della Bioeconomia (che ricomprende l'Agricoltura, la Pesca, il settore alimentare e delle bevande, le Foreste, l'industria della cellulosa e della carta, l'industria del tabacco, l'industria tessile delle fibre naturali, l'industria farmaceutica e della bioenergia) ha raggiunto un giro d'affari di 250 miliardi di Euro nel 2015, con circa 1,7 milioni di dipendenti, incrementandosi con il passare degli anni (Tabella 2.2.4).

Tabella 2.2.4 Bioeconomia in Italia 2015 Mercato (Md) Occupazione (migliaia di dipendenti)

	Mercato	Occupazione
Agricoltura, pratiche forestali, pesca	57.733	910,4
Industria alimentare, bevande e tabacco	129.460	450,3
Produzione di pelle e di fibre tessili naturali	17.628	84,7
Produzione di legno o prodotti in sughero	14.154	117,7
Produzione di carta e prodotti in carta	22.025	73,7
Produzione di prodotti bio-chimici	2.900	6,4
Produzione di prodotti farmaceutici bio	5.083	12,1
Biodisel	321	n.d.
Bioenergia	1.971	1,8
Totale Bioeconomia	252.275	1.657

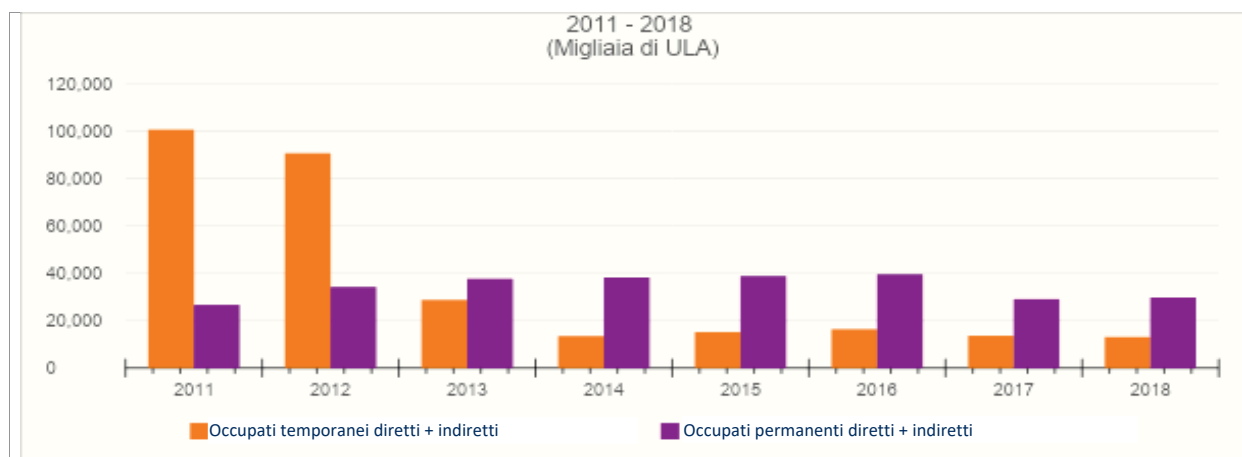
Fonte: elaborazione della Fondazione su dati dell'Agenzia della Coesione in Italia

Anche il settore della sostenibilità energetica contribuisce significativamente a creare nuovi posti di lavoro e nuove opportunità per professionisti, tecnici e lavoratori in genere: nel 2017, su 10 nuovi lavoratori 6 possono essere definiti lavoratori verdi. In termini assoluti si parla di quasi 3 milioni di lavoratori che contribuiscono alla creazione di 195,9 miliardi di euro di valore aggiunto, pari al 13,1% del totale complessivo.²⁸

FER termiche ed elettriche

Le stime della "Situazione energetica Nazionale nel 2018" pubblicate a giugno 2019 dal MISE, mostrano le ricadute occupazionali dello sviluppo delle *rinnovabili elettriche*. Il numero di occupati temporanei diretti ed indiretti è crollato del 87,0% passando da 100.591 unità lavorative annue (ULA) del 2011 a 29.693 ULA nel 2018. Gli occupati permanenti diretti invece sono incrementati del 11,6% passando da 26.609 ULA nel 2011 alle 29.693 ULA nel 2018 (Figura 2.2.3).

Figura 2.2.3 Risultati occupazionali delle fonti rinnovabili elettriche (FER-E) in Italia 2011 - 2018



Fonte: MiSE su dati GSE

²⁸ Vedi Centro di coordinamento RAEE, 2018.

Solo nel 2018 è stato stimato che la progettazione, la costruzione e l'installazione dei nuovi impianti abbia attivato un'occupazione "temporanea" corrispondente a 13.032 unità lavorative dirette e indirette (equivalenti a tempo pieno); il 3,9% in meno rispetto al 2017 (Tabella 2.2.5).

Gli occupati permanenti di tutto il parco degli impianti in esercizio sono stati 29.693. I settori che hanno registrato una crescita occupazionale più spiccata sono stati il fotovoltaico, l'eolico e le biomasse solide.

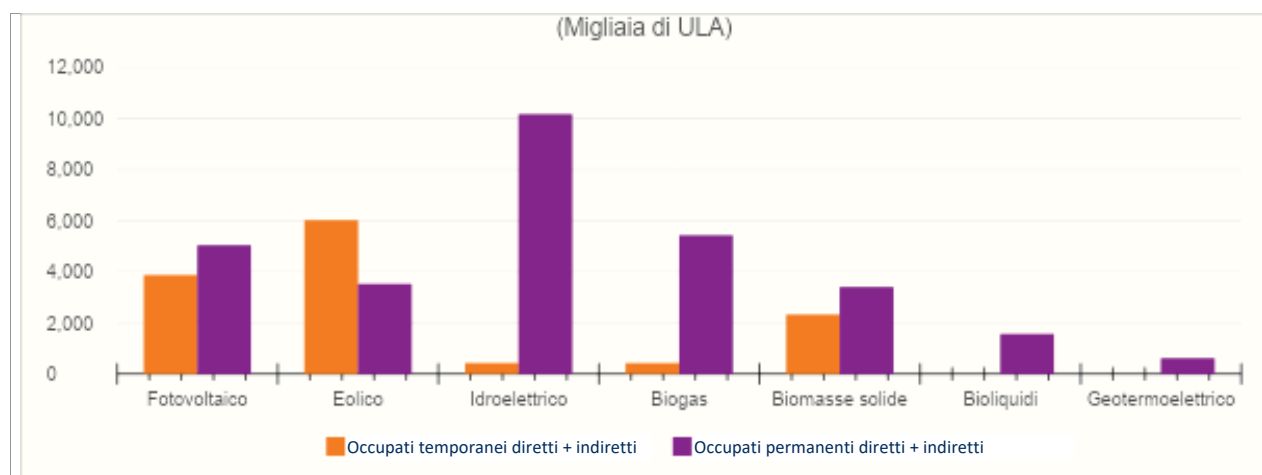
Tabella 2.2.5 Occupati FER Termiche (FER-E) anno 2017 e 2018 (migliaia di ULA)

FER-E	2018	
	ULA	ULA
	Occupati	Occupati
	temporanei diretti+indiretti	permanenti diretti+indiretti
Fotovoltaico	3.861	5.033
Eolico	6.023	3.516
Idroelettrico	417	10.160
Biogas	414	5.425
Biomasse solide	2.317	3.396
Bioliquidi	-	1.556
Geotermoelettrico	-	607
Totale	13.032	29.693

Fonte: MiSE su dati GSE

Il settore idroelettrico risulta tuttavia essere quello con il maggior numero di occupati permanenti seguito da biogas e fotovoltaico in seconda e terza posizione (Figura 2.2.4).

Figura 2.2.4 Occupati FER Elettriche (FER-E) 2018



Fonte: MiSE su dati GSE

Per quanto riguarda le Rinnovabili Termiche, secondo le stime preliminari effettuate dal MISE, sul fronte occupazionale si riscontra una sostanziale parità tra lavoro permanente e temporaneo. Questi ultimi hanno infatti raggiunto i 27.979 ed i 24.919 occupati.

Tabella 2.2.6 Occupati FER Termiche (FER-T) anno 2017 e 2018 (migliaia di ULA)

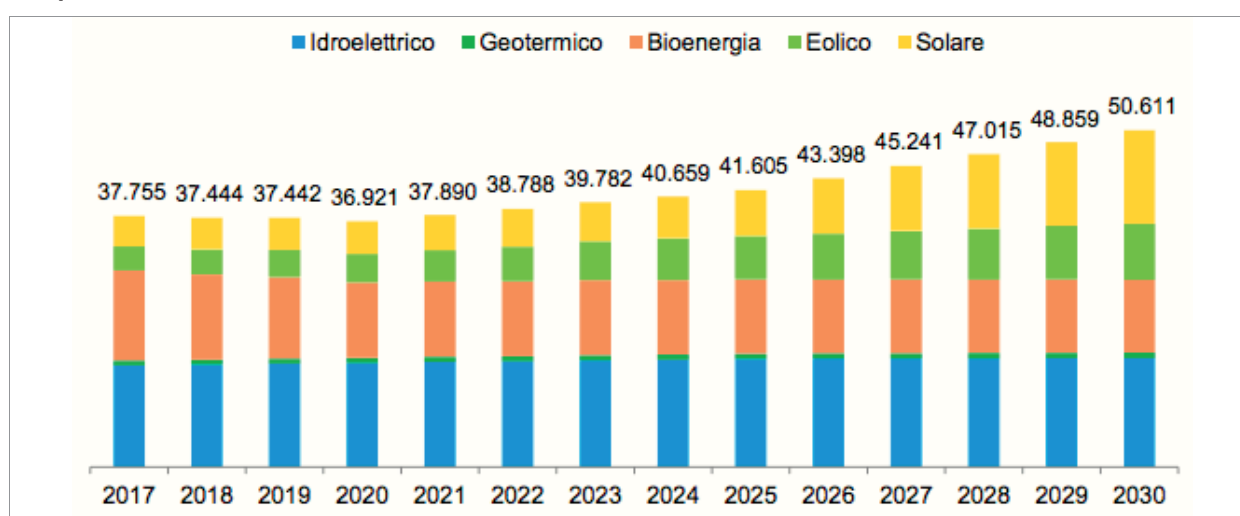
FER-T	2018	
	ULA	ULA
	Occupati	Occupati
	temporanei	permanenti
	diretti+indiretti	diretti+indiretti
Solare termico	1.154	323
Stufe e termocamini a pellet	5.625	2.431
Stufe e termocamini a legna	2.565	16.610
Pompe di calore	15.575	8.615
Totale	24.919	27.979

Fonte: MiSE su dati GSE

Prendendo in considerazione i dati GSE pubblicati nel PNIEC 2018, la Figura 2.2.5 mostra l'evoluzione per fonte degli occupati permanenti (ULA dirette e indirette) conseguenti all'installazione di nuovi impianti FER – E dal 2017 al 2030 secondo lo scenario PNEC.

Le stime effettuate mostrano come, in termini di ULA, gli occupati crescano da 37.775 unità nel 2017 a 50.611 nel 2030, con un saldo positivo pari a 12.836 ULA (+34% circa).

Figura 2.2.5 Andamento per fonte degli occupati permanenti conseguenti all'evoluzione del parco impianti FER-E secondo lo scenario PNEC [Fonte GSE]



Fonte: PNIEC 2018

Considerando anche l'evoluzione del parco impianti alimentato a fonti fossili, il saldo occupazionale complessivo del settore della produzione di energia elettrica, in termini di ULA, risulta essere pari a 6.675 unità.

Nel comparto fossile, tra il 2030 e il 2017, si riscontra una diminuzione degli occupati pari a 6.067 ULA in particolare dovuta al phase-out del carbone (Tabella 2.2.7).

Tabella 2.2.7 Occupati permanenti per fonte nel 2017 e nel 2030 in seguito all'evoluzione del parco impianti per la produzione di energia elettrica secondo lo scenario PNEC [Fonte GSE]

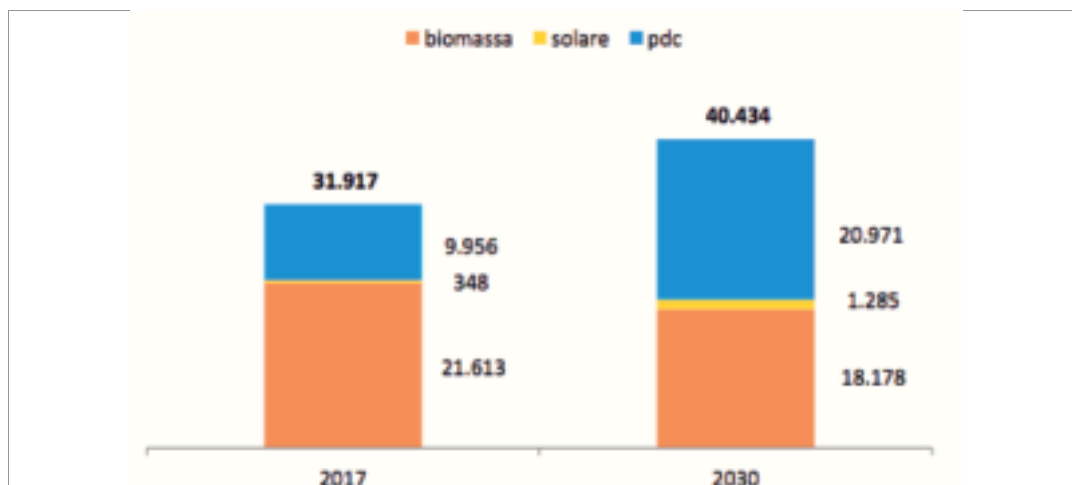
Technologia	ULA Permanenti 2017	ULA Permanenti 2030	Δ ULA permanenti 2030-2017
FER	37.869	50.611	12.742
Idroelett rico	15 . 278	16 .375	1. 097
Eolico	3.719	8.406	4.687
Solare	4.602	14.052	9.450
Geotemico	689	789	100
Bioenergia	13.580	10.990	-2.590
Fossili	17.904	11.837	-6.067
Carbone	3.841	-	-3.841
Gas Nat u rale	13 . 583	11.408	- 2.175
Prodotti Petroliferi	481	429	-52
Totale	55.773	62.448	6.675

Fonte: PNIEC 2018

Sempre secondo le previsione previste dal PNIEC; la Figura 2.2.5 mostra l'evoluzione per fonte degli occupati permanenti (ULA dirette e indirette) conseguenti all'installazione di nuovi impianti FER-T nel 2017 e nel 2030.

Le stime effettuate mostrano come, in termini di ULA, gli occupati crescano da 31.917 unità nel 2017 a 40.434 nel 2030, con un saldo positivo pari a 8.517 ULA (+27% circa).

Figura 2.2.6 Occupati permanenti per fonte conseguenti all'evoluzione del parco impianti FER-T secondo lo scenario PNEC [Fonte GSE]



Fonte: PNIEC 2018

2.3 Il capitale naturale

Nel presente paragrafo si andrà a definire il concetto di Capitale Naturale e la sua declinazione all'interno delle politiche di decarbonizzazione italiane ed europee.

Nel “Primo Rapporto Sullo Stato Del Capitale Naturale in Italia” pubblicato dal Ministero dell’Ambiente, viene data la seguente definizione di Capitale Naturale (CN):

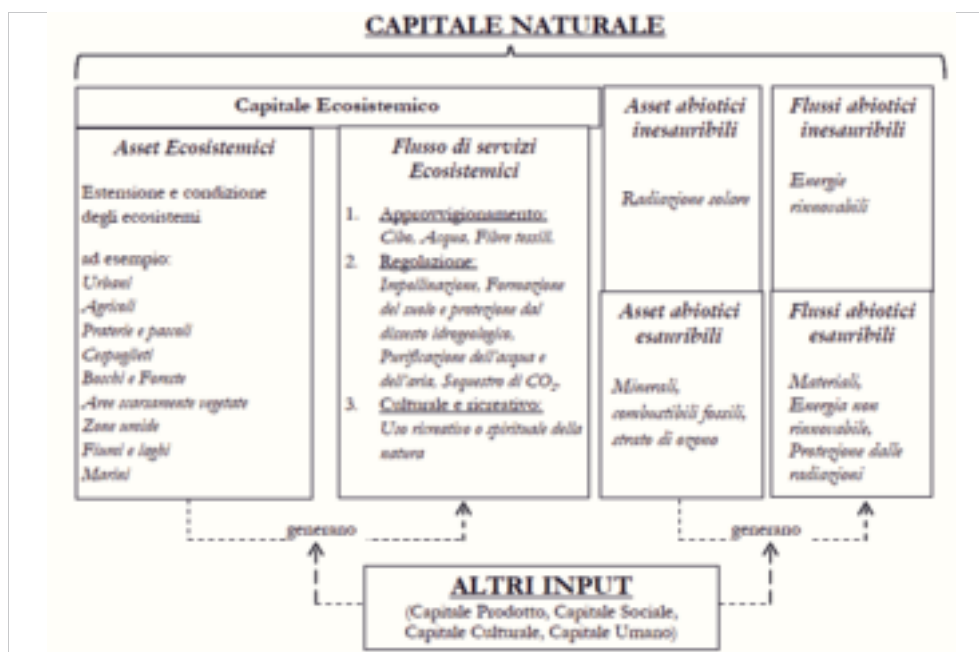
l'intero stock di asset naturali - organismi viventi, aria, acqua, suolo e risorse geologiche - che contribuiscono a fornire beni e servizi di valore, diretto o indiretto, per l'uomo e che sono necessari per la sopravvivenza dell'ambiente stesso da cui sono generati.

Nel dettaglio, il Capitale Naturale si compone di beni e processi che forniscono benefici diretti alla popolazione oppure concorrono indirettamente a supportare il benessere umano. È, inoltre, possibile descrivere il CN come un insieme di dotazioni che generano dei flussi, grazie alle interazioni con gli altri capitali (Capitale Prodotto, Sociale, Culturale, Umano).

Le dotazioni ecosistemiche, date dai sistemi antropici (ad es. di tipo urbano, agricolo) e naturali (ad es. di tipo boschivo-forestale, marino etc.) generano dei flussi di servizi ecosistemici (SE) - intesi come "i benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano" (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Tali benefici si declinano nell’approvvigionamento di beni primari, nella regolazione degli ecosistemi naturali e nei fattori di tipo culturale-ricreativo legati alla fruizione del CN ed alla attribuzione di significati spirituali da parte dell’uomo. Analogamente, le dotazioni abiotiche inesauribili (come la radiazione solare) ed esauribili (come i minerali, i combustibili fossili e lo strato di ozono) generano rispettivamente dei flussi inesauribili (energie rinnovabili) ed esauribili (energia non rinnovabile).

Figura 2.3.1 – Le componenti del Capitale Naturale

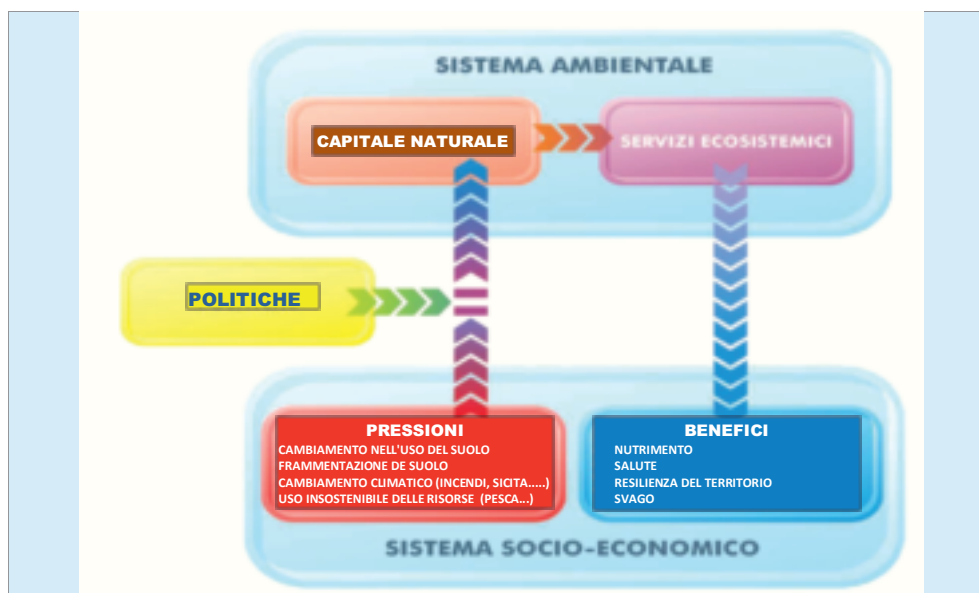


Fonte: CCN (2018), tratto da Haines-Young e Potschin (2017)

Il CN si inserisce, assieme ai servizi ecosistemici (SE), nella definizione più ampia di Sistema Ambientale, che a sua volta dialoga strettamente con il Sistema Socio-economico, dal quale riceve pressioni ed al quale eroga benefici.

Le politiche sono dunque un importante fattore che agisce sugli equilibri tra i vari componenti, contribuendo a mitigarli o inasprirli. Si evidenzia dunque l'importanza delle politiche di decarbonizzazione come strumento di mitigazione delle pressioni sul CN.

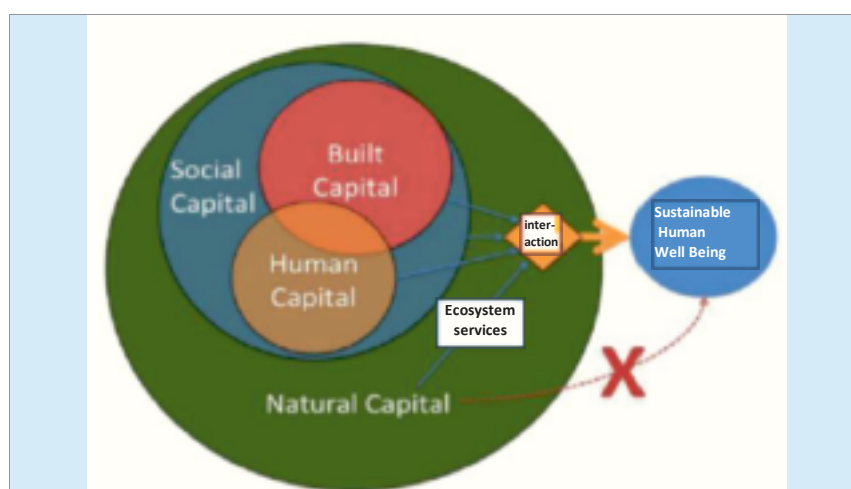
Figura 2.3.2 – Le interazioni tra sistemi socio-economico e ambientale



Fonte: CCN (2018), tratto da Haines-Young e Potschin (2017)

Per capire a fondo gli effetti potenziali delle politiche sul Sistema Ambientale, e quindi sul CN, occorre tenere conto soprattutto delle interazioni con il Capitale Culturale, che contribuisce a generare flussi ecosistemici legati alla fruizione da parte dell'uomo, e quindi al suo benessere. Tali flussi sono stati anche al centro di studi sperimentali di contabilizzazione economica/monetaria, nel complesso tentativo di attribuire un valore economico allo stato di conservazione del capitale e prevederne la variazione nel caso del suo depauperamento.

Figura 2.3.3 – Le interazioni tra i diversi capitali finalizzate al benessere dell'uomo



Fonte: CCN (2018), tratto da Costanza et al. (2017)

La valutazione del CN in termini monetari richiede un approccio metodologico ancora in via di definizione ed in corso di sperimentazione. Un primo inquadramento delle metodologie perseguibili è riportato nel box 2.3.1. Inoltre, per compensare i limiti degli SNA, che non permettono di evidenziare né lo sfruttamento quantitativo, né il degrado qualitativo dei beni e dei servizi ambientali, né tutte le possibili tipologie di transazioni di carattere ambientale determinate dalle attività antropiche, si fa riferimento ai due approcci del Manual System of Environmental Economic Accounting 2003 (SEEA). Il primo (SEEA – Experimental Ecosystems Accounting) misura le attività ambientali considerando il singolo bene (ad esempio le risorse di legname, la terra, le risorse minerarie ed energetiche e le risorse idriche); mentre il secondo (SEEA – Central Framework) valuta le attività ambientali dal punto di vista degli ecosistemi e, quindi, valuta come le diverse attività interagiscano come parte dei processi naturali per fornire una serie di servizi per l'attività economica. L'approccio SEEA Central Framework è stato usato nel Secondo Rapporto Sullo Stato Del Capitale Naturale in Italia per valutare il valore del servizio di regolazione climatica svolto dall'asset ambientale delle foreste²⁹. Ne risulta che la valutazione monetaria dei futuri servizi di sequestro di CO₂ forniti dal processo di assorbimento in Italia ammonterebbero nel 2016 a un valore pari a 18 Mld €. Lo stesso calcolo riferito agli anni 1997, 2007 avrebbe dato un valore rispettivamente di 24 e 21 Mld € (sempre in €₂₀₁₆). Nel corso dell'ultimo decennio, il valore dell'asset preposto all'assorbimento di CO₂ si sarebbe quindi ridotto, rendendo necessario un investimento per rafforzare il servizio di regolazione.

Una messa a sistema della monetizzazione dei servizi eco sistemici, fatta tenendo conto dei fattori particolari locali, senza arrivare ad un valore aggregato nazionale, e di differenti metodologie di calcolo, è rintracciabile nel Secondo Rapporto sullo Stato del Capitale Naturale in Italia (tab. 28)

Box 2.3.1 - La monetizzazione del Capitale Naturale e dei Servizi Ecosistemici sulla base delle valutazioni biofisiche

Attribuire un valore monetario allo stock di CN in un dato momento ed al flusso di SE che originano da esso nell'arco di un anno richiede l'uso di diverse metodologie di valutazione e di contabilità che hanno spesso obiettivi differenti.

La **contabilità economico-ambientale** ha lo scopo di misurare i flussi di SE sia in termini **fisici** che **economici** appoggiandosi alle logiche dei **Sistemi Tradizionali di Contabilità Nazionale** (SNA) con cui viene calcolato il PIL ed altri indicatori macroeconomici. L'integrazione di tali conti tradizionali con conti economico-ambientali deve essere coerente con tale logica. I valori utilizzati per stimare l'ammontare monetario che è possibile attribuire ad un flusso annuale di SE devono essere il più possibile prossimi al "**valore di scambio**" che si attribuirebbe al SE se ci fosse un mercato per esso.

Se la contabilità misura il contributo economico dei SE al sistema socio-economico, le **metodologie di valutazione** hanno il principale scopo di misurare il **valore di benessere** associato all'uso e al mantenimento di un SE nel tempo. Se i valori estrapolati da alcuni studi di valutazione economica possono anche essere usati in associazione a **valutazioni biofisiche**, che ricalcano le strutture contabili richiamate, esse [le valutazioni biofisiche n.d.r.] possono anche essere utilizzate per stimare la **variazione** di benessere umano derivante da un cambiamento nello status quantitativo e/o qualitativo di un ecosistema, sia in seguito ad una pressione antropica, sia in seguito all'introduzione di una politica.

A tal proposito, si evidenzia una crescente necessità di studi applicati per l'Italia che si caratterizza per specificità ecosistemiche il cui valore per il benessere umano è ancora da definire e contestualizzare.

Fonte: CCN, 2018

²⁹ I processi di deforestazione e di degradazione del patrimonio forestale implicano un rilascio nell'atmosfera del carbonio immagazzinato che a livello globale rappresenta circa il 17% delle emissioni totali, pari alla terza più grande fonte di emissioni di GHG (Eliasch Review, 2008).

3. I rifiuti e l'economia circolare

L'economia circolare e la corretta gestione e smaltimento dei rifiuti rappresentano due importanti opportunità per l'industria italiana, in grado di promuovere le filiere italiane valorizzando le potenzialità del nostro paese. Un corretto utilizzo di tali strumenti incentiverebbe lo sviluppo dell'economia diminuendo le importazioni ed incrementando il prodotto interno lordo.

L'obiettivo dell'economia circolare è quello di ridurre il consumo di risorse naturali prorogando la vita dei prodotti, promuovendo la loro riparabilità-riuso, minimizzando lo smaltimento di rifiuti e massimizzando il riciclo. L'economia circolare è considerata quindi un'economia a rifiuti zero, dove qualsiasi prodotto viene consumato e smaltito. In tale scenario, sono importanti protagoniste le energie rinnovabili e la modularità/versatilità degli oggetti che possono e devono essere utilizzati in vari contesti per poter durare il più a lungo possibile.

Un'economia circolare offre quindi l'opportunità di creare benessere, crescita e posti di lavoro, riducendo nel contempo i rischi ambientali. Riutilizzo, riparazione, ridistribuzione, ristrutturazione, rigenerazione e riciclo risultano essere gli aspetti fondamentali che caratterizzano l'economia circolare, il cui scopo principale è quello di minimizzare l'estrazione e l'importazione di risorse naturali, l'uso di inceneritori e di discariche.

Il processo di transizione da un'economia lineare (fondata sul *take-make-dispose*) ad una economia circolare richiede necessariamente di affrontare costi di transizione, come quelli di ristrutturazione, apportando tuttavia rilevanti benefici economici, ambientali, sociali e di risorse. Un'economia circolare ridurrebbe perciò la domanda di materie prime importate, contribuendo a moderare la dipendenza dall'estero, rendendo le catene di approvvigionamento per molti settori industriali meno soggette alla volatilità dei prezzi dei mercati internazionali delle materie prime e diminuendo l'incertezza dovuta a fattori di scarsità e/o geopolitici.

In ambito di "Circular Economy", la Commissione europea ha adottato un nuovo ambizioso pacchetto di misure sull'economia circolare per incentivare imprese e consumatori europei a compiere la transizione verso un'economia circolare più forte dove le risorse siano utilizzate in modo sostenibile.

Secondo una valutazione della Ellen Mc Arthur Foundation, la transizione verso un'economia circolare potrà consentire all'Europa un risparmio netto annuo fino a 640 miliardi di dollari sul costo di approvvigionamento dei materiali per il sistema manifatturiero dei beni durevoli, pari al 20% circa del costo attualmente sostenuto. Tale transizione dovrebbe contribuire a raggiungere obiettivi di crescita intelligenti, sostenibili ed inclusivi creando importanti opportunità per le economie locali e contribuendo nel contempo ad aumentare le sinergie tra l'economia circolare e l'energia, il clima, l'agricoltura, l'industria e le politiche di ricerca.

La transizione sarà sostenuta finanziariamente dai Fondi strutturali e d'investimento europei (fondi ESI) che contengono 5,5 miliardi di euro per la gestione dei rifiuti. Inoltre, si prevede un sostegno di 650 milioni di euro nell'ambito di "Horizon 2020" (il programma di finanziamento dell'UE per la ricerca e l'innovazione) oltre che investimenti nell'economia circolare a livello nazionale.

Per favorire lo sviluppo di tale pacchetto è previsto un aumento progressivo delle tasse sul collocamento in discarica per tutte le categorie di rifiuti e delle imposte sull'incenerimento ma anche incentivi economici che stimolino le autorità locali a potenziare i sistemi di raccolta differenziata, misure a

sostegno dell'espansione del settore del riutilizzo, interventi fiscali volti a favorire il mercato dei prodotti riutilizzati e dei materiali riciclati.

Risulta tuttavia necessario implementare una strategia nazionale ed un piano di azioni (coerenti con le strategie europee) che sia in grado di valorizzare le rilevanti potenzialità dell'Italia, promuovendo in modo organico, efficiente e senza appesantimenti burocratici il modello circolare nella produzione, nel consumo e nella gestione dei rifiuti, puntando su innovazione, sviluppo degli investimenti ed occupazione e promuovendo la bioeconomia. Stimolare e sviluppare l'economia circolare italiana sosterrebbe le sfide climatiche, ecologiche e sociali proposte dalla "Green Economy", accrescendo la competitività delle nostre imprese sui mercati internazionali.

L'Italia

L'Italia potrebbe trarre i massimi vantaggi economici dalla rivoluzione della circolarità. Vantaggi che si traducono anche in incremento dell'occupazione: secondo le ultime stime disponibili dell'Enea, una forte spinta verso l'economia circolare potrebbe creare fino a 540 mila posti di lavoro entro il 2030.

I principali fattori che ostacolano gli imprenditori a impegnarsi in questi investimenti sono tuttavia l'eccesso di burocrazia, l'accesso al credito, la difficoltà a soddisfare le specifiche tecniche o regolamentazioni, la mancanza di esperienza e la carenza di competenza. Rimuovere questi ostacoli permetterebbe di incrementare la produttività in termini di valore aggiunto rispetto alle attuali prestazioni e di aumentare l'occupazione nel settore verde.

La gestione efficace dei rifiuti, considerati risorse in un'ottica circolare, inoltre, risulta essere un punto chiave nel processo di transizione verso uno scenario di recupero energetico e di circular economy. In tale scenario, i rifiuti non riciclabili, attraverso una varietà di processi tra cui combustione, gassificazione, pirolizzazione, digestione anaerobica e recupero di gas di discarica, vengono convertiti in calore, elettricità o combustibili riutilizzabili. Si riscontra, quindi, la necessità di migliorare gli strumenti economici compresi i finanziamenti pubblici, così da incentivarne il mercato. Le istituzioni dovrebbero indirizzarsi verso interventi coerenti con i principi dell'azione ambientale in tema di rifiuti, utilizzando una regolazione chiara, snella ed efficiente, che induca gli operatori ad investire in tecnologie di gestione dei rifiuti già impiegate (inceneritori) o innovative (pirolizzatori).

Con il processo di decarbonizzazione in atto, inoltre, se da un lato si ridurrà l'utilizzo di combustibili fossili, incrementando l'uso di energie rinnovabili e di nuove tecnologie (tra cui eolico e solare, ma anche sistemi di stoccaggio, ecc), dall'altro aumenteranno a dismisura i così detti "nuovi rifiuti" provenienti da tali tecnologie e spesso destinati alle discariche (tra cui turbine, pannelli, ma anche batterie). Si dovranno perciò sviluppare sistemi di smaltimento innovativi ed efficaci che siano in grado di rispettare il modello di economia circolare così da limitare gli impatti ambientali.

Come si sta sviluppando l'industria Italiana in questo settore?

3.1 Nuove tecnologie, nuovi rifiuti

Batterie

Nel 2020, secondo le stime dell'Unrae, l'Associazione delle case automobilistiche estere che operano in Italia, si prevede che nel nostro Paese vengano immatricolate quasi 11 mila vetture a zero emissioni. Anche se le auto elettriche risultano essere meno inquinanti rispetto a quelle con motori a scoppio, esse presentano diversi rischi sul fronte ambientale. Le batterie esauste potrebbero presto diventare un problema rilevante visto il grande livello di tossicità di alcune sostanze indispensabili e rare in natura presenti al suo interno - tra cui il cobalto ed il litio.

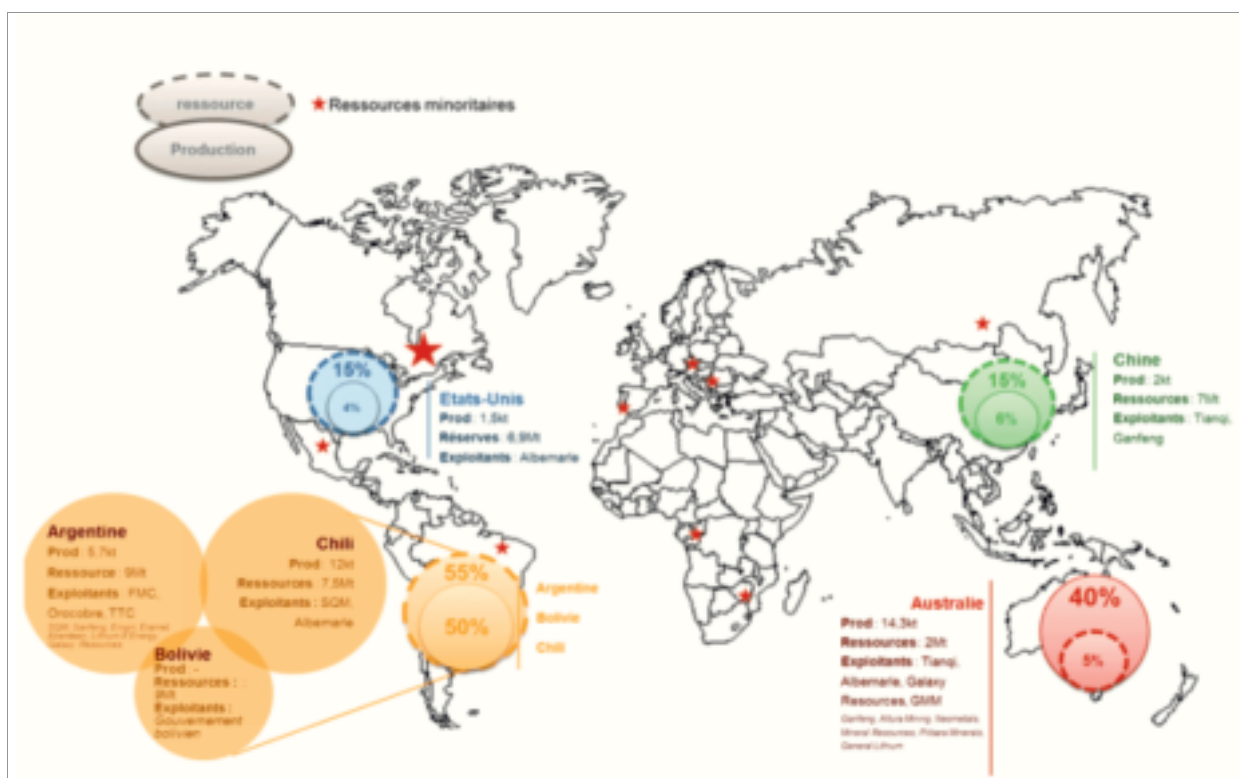
Come già riportato nello studio Federmanager 2, nonostante lo sviluppo tecnologico delle batterie che ha contribuito alla loro maggiore autonomia ed all'allungamento del loro intero ciclo di vita, resta ancora da risolvere la questione dei costi necessari al loro smaltimento.

Se la crescita dei veicoli a zero emissioni riduce, da un lato, l'uso di combustibili fossili, dall'altro aumenta la richiesta di batterie e di alcune materie prime utili per lo stoccaggio di energia, alcune delle quali sono soggette a restrizioni nei rifornimenti e si ritrovano solamente in determinate aree geografiche. Non consolidando una rete di raccolta, smantellamento e recupero dei materiali, non solo si rischierebbe di danneggiare fortemente l'ecosistema con gravi conseguenze per l'ambiente (in primo luogo per le risorse idriche) ma si rischierebbe di terminare le riserve, specialmente quelle di cobalto, minerale raro e per questo sempre più caro.

Brevemente, i metalli presenti nelle batterie sono il cobalto, il litio, il nickel, il manganese, lo zinco ed altre componenti varie (ree). Come affermato da Meshram et al. (2019), l'Italia - non possedendo nessuno di questi materiali - è quindi, una importatrice diretta. Incrementando il riuso-riciclo di tali materiali ed incentivando la crescita di filiere nazionali si ridurrebbero le importazioni stesse.

Come già affrontato nel 2° Rapporto AIEE-FEDERMANAGER 2019 le risorse di litio e cobalto nel mondo risultano essere sempre più scarse ritrovandosi solamente in specifiche zone del mondo e spesso in paesi coinvolti in profonde crisi come la Repubblica Democratica del Congo (Figura 3.1.1)

Figura 3.1.1 Risorse di litio e cobalto nel mondo



Fonte: qualenergia.it su dati USGS

Tabella 3.1.1 Riserve mondiali di litio, nichel, cobalto, manganese, zinco, REEs e piombo

Compilation of tbc mine production and reserves for Li, Co, Ni, Mn, Zn, Pb and REE in 2017
(values in '000 metric ton) (USGS , 2018) (P: Production; R: Reserves).

Country	Li		Ni		Co		Mn		Zn		REEs		Pb	
	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R
Argentina	3.8	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Australia	13.4	1500	234	19000	6	1100	2.9	91	1.58	63	10	3,200	480	35
Bolivia	-	-	-	-	-	-	-	-	0.43	4.6	-	-	70	1.6
Brazil	0.16	48	110	10000	2.6	78	1	50	-	-	-	2,2000	-	-
Canada	-	-	240	2900	6.3	240	-	-	0.3	6.2	-	-	4	0.8
Chile	11.7	7500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cina	2.2	3200	102	3000	7.2	80	3	44	4.9	38	105	55,000	2,400	17
Colombia	-	-	73	1100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C'ongo	-	-	-	-	63	3100	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuba	-	-	57	5500	4.2	500	-	-	-	-	-	-	-	-
Gabon	-	-	-	-	-	-	1.8	22	-	-	-	-	-	-
Guatemala	-	-	50	1800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
India	-	-	-	-	-	-	0.95	52	0.8.1	10	-	3,100	150	2.2
Indonesia	-	-	170	4500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ireland	-	-	-	-	-	-	-	-	0.23	1.1	-	-	33	0.6
Kazakhstan	-	-	-	-	-	-	0.39	5	0.34	4	-	-	41	2
Madagascar	-	-	49	1600	3.6	130	-	-	-	-	-	-	-	-
Mexico	-	-	-	-	-	-	024	5	0.66	15	-	-	0.2	5.6
New Caledonia	-	-	190	8400	3.3	200	-	-	-	-	-	-	-	-
Philippines	-	-	5.30	3100	4.6	250	-	-	-	-	-	-	-	-
Russia	-	-	240	7900	6.3	250	-	-	-	-	2.5	-	250	6.4
South Africa	-	-	53	3700	2.8	31	6.2	200	-	-	-	-	40	0.3
Ukraine	-	-	-	-	-	-	0.39	140	-	-	-	-	-	-
United States	1.4	38	26.5	160	0.7	23	-	-	0.85	11	4.1	1,800	313	5
Zambia	-	-	-	-	5.5	270	-	-	-	-	-	-	-	-
Zimbabwe	0.9	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Other Countries	0.3	60	410	6500	7.7	610	1.24	scanty	1.87	26	2.3	41,030	755	123.8
World total	33.86	14369	2534.5	79160	123.8	7162	18.11	609	11.99	178.9	123.9	126,130	45.16.2	200.3

Fonte: Meshram et al. (2019) su dati USGS

Come evidenziato dalla Tabella 3.1.1, i paesi con le maggiori riserve di litio e con il livello di produzione più alta a livello globale sono l'Australia (produzione di 13,4 kt e riserve per 2.000 kt) ed il Cile (produzione di 11,7 kt e riserve per 7.500 kt). Il cobalto è invece presente specialmente in Congo (P=6,3 kt e R=3.400 kt), in cui si ritrova il più alto livello di riserve al mondo. Considerando le problematiche geopolitiche del paese e la scarsa presenza nell'ambiente, il cobalto, nel lungo periodo (se non riutilizzato) potrebbe essere anche causa di conflitto. Il cobalto - metallo poco disponibile in natura (riserve poco sopra le 7 milioni di tonnellate) e per questo molto costoso (circa 22 \$/kg) - rappresenta il 30-40% del peso di una singola batteria. Riciclarlo risulta quindi fondamentale se si vuole che la tecnologia di queste batterie abbia un futuro (una soluzione alternativa potrebbe arrivare dalle batterie al litio-ferro-fosfato, che eliminerebbero l'uso del cobalto, ma ad oggi con prestazioni molto più basse).

Risulta tuttavia essere rilevante anche il recupero del litio. Al tasso attuale della domanda, non avremmo problemi di approvvigionamento per alcuni secoli, ma il quadro potrebbe cambiare rapidamente se l'auto elettrica si diffondesse in modo esponenziale (una batteria da 20 kW contiene circa 3 kg di litio, la proporzione infatti è 0,18 kg di litio per kW). Con milioni di batterie in più sul mercato ogni anno, nel giro di qualche decennio il litio, così come il cobalto, potrebbe finire.

Box 3.1.1 : Criticità del Litio

Oltre ad essere un materiale raro, esauribile ed altamente dannoso per l'ambiente, un'altra criticità del litio risulta essere l'eccessivo uso di acqua (spesso di tipo fossile e quindi insostenibile) utilizzata per filtrare e purificare il minerale stesso.

Il "triangolo del litio" (presente in Argentina, Bolivia e Cile) per esempio non solo detiene più della metà del fabbisogno mondiale di metallo sotto le sue saline sotterranee, ma è considerato anche essere uno dei luoghi più aridi della terra. Questo risulta tuttavia essere un vero e proprio problema perché, per estrarre il litio, i minatori hanno bisogno di grandi quantità di acqua, che viene spesso estratta da falde acquifere sotterranee (acqua fossile). Normalmente si crea un foro nelle saline dove viene pompata l'acqua proveniente dal sottosuolo così da ottenere il rigetto in superficie di salamoie saline ricche di minerali. Successivamente, si lascia che queste ultime evaporino creando una miscela di manganese, potassio, borace e sali di litio che viene poi filtrata e posta in un'altra pozza di evaporazione. Dopo circa 12-18 mesi, la miscela risulta essere filtrata a sufficienza da poter estrarre il litio chiamato anche oro bianco.

Tale processo anche se risulta essere relativamente economico ed efficace non è del tutto sostenibile a causa dell'impiego di molta acqua spesso poco presente nei territori di estrazione (circa 2 milioni di litri per 1 tonnellata di litio). Nel Salar de Atacama, in Cile, le attività estrattive consumano il 65 % dell'acqua della regione; ciò sta avendo un grande impatto sugli agricoltori locali che coltivano quinoa e allevano mandrie di lama; in un'area in cui le comunità devono già far arrivare l'acqua da altrove.

Di fondamentale importanza anche il potenziale livello di inquinamento dato dal rischio che le sostanze chimiche tossiche fuoriescano dai bacini di evaporazione invadendo e contaminando le riserve idriche stesse.

Il futuro della raccolta e del riciclaggio del litio nell'UE è direttamente correlato alla sua domanda futura, al prezzo, alla disponibilità delle importazioni e alle politiche dell'UE specificamente progettate per ridurre il consumo (investendo in R&S) e le importazioni di tali minerali. Incentivi finanziari per incoraggiare la produzione di dispositivi più sostenibili attraverso una progettazione responsabile dei prodotti potrebbero facilitare la riduzione della loro domanda.

Un'innovazione in grado di subentrare nei processi produttivi attuali delle batterie, è quella dell'introduzione di elettrodi realizzati con un materiale composto prevalentemente da particelle di silicio anziché in grafite.

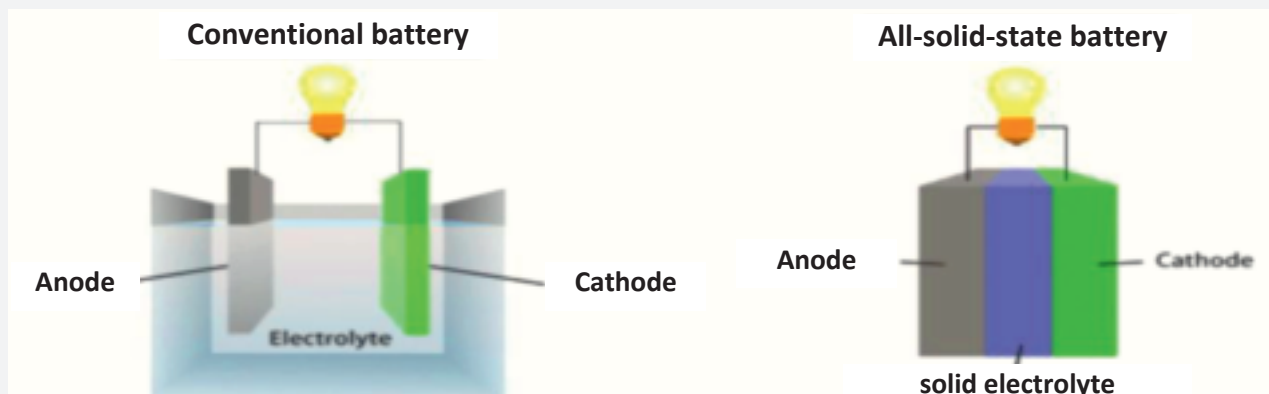
La ricerca sulla composizione chimica e l'impiego dell'elettrodo sviluppato da Sila Nanotechnologies varrebbe un miglioramento della capacità tra il 20% e un potenziale fino al 40%. Tecnologia pronta per la futura generazione di pacchi batterie.

Box 3.1.2 : Nuove tecnologie: Batterie a Stato Solido

Come funziona una batteria a stato solido?

La batteria a stato solido è composta da tre parti distinte: il Catodo e l'Anodo agli estremi più un Elettrolita solido nel mezzo (liquido in quelle convenzionali).

Questa nuova tecnologia ha numerosi vantaggi rispetto a quella convenzionale, oltre ad essere più leggera, ha un basso impatto inquinante sull'ambiente; raramente rischia di prendere fuoco e - a parità di spazio - è in grado di contenere maggiore energia.



Risulta necessario tuttavia capire come rendere queste nuove batterie più economiche per poi costruirle successivamente su larga scala. Attualmente gli alti costi non permettono una diffusione di massa. Gli scienziati sono alla ricerca di materiali più economici che potrebbero abilitare queste future batterie a stato solido.

I ricercatori hanno recentemente scoperto un nuovo materiale ad alte prestazioni (LTPS) in grado di accelerare la carica a un livello mai osservato finora. Il silicio policristallino a bassa temperatura (LTPS) è silicio policristallino che è stato sintetizzato a temperature relativamente basse rispetto ai metodi tradizionali. Se i primi test saranno confermati, questo nuovo materiale potrebbe essere utilizzato nelle batterie del futuro con un migliore accumulo di energia, carica più veloci e maggiore sicurezza per molti usi dagli smartphone, alla bicicletta elettrica e alle auto.

Partendo dal presupposto che alla fine ci saranno sempre dei dispositivi esauriti da smaltire, riciclare significa recuperare la quantità più ampia possibile di metalli, sia quelli “passivi” come l’alluminio e il rame, sia quelli “attivi”, che rendono possibile l’immagazzinamento dell’energia, quindi litio, cobalto, manganese, nickel.

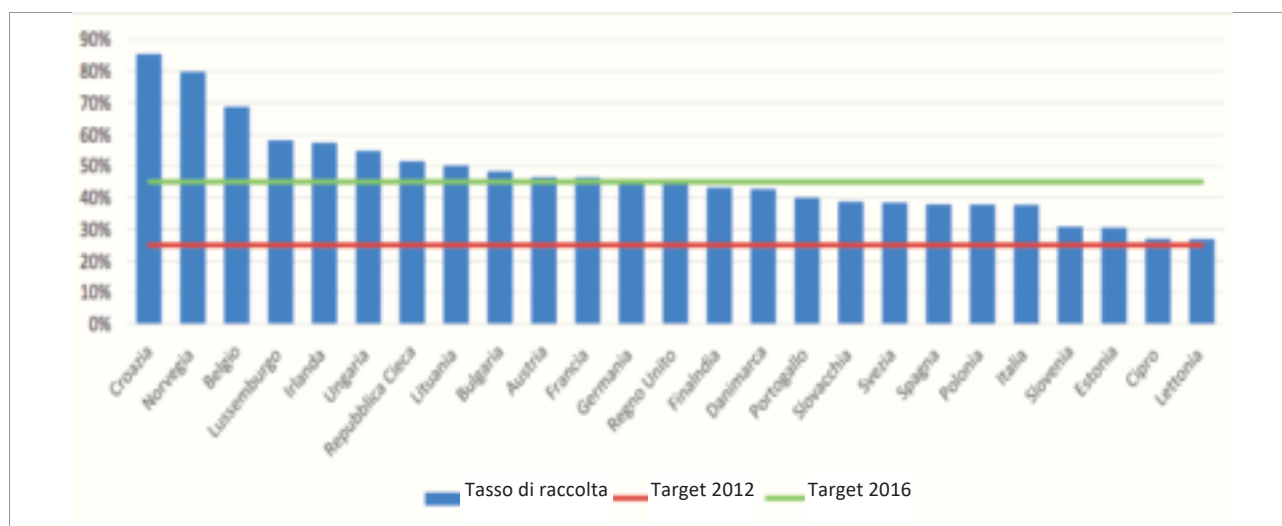
Per estendere la vita utile delle batterie al litio, attuando il riuso, bisogna individuare le celle che possiedono una capacità di carica residua sufficiente, per poi assemblarle in sistemi stazionari di accumulo energetico, per immagazzinare ad esempio l’energia eolica o solare (questo processo, generalmente, è limitato alle batterie per autotrazione, perché sono le uniche con caratteristiche tali da poter essere impiegate nell’energy storage).

Nonostante possano essere rigenerate, le batterie sarebbero reimmesse sul mercato con un’efficienza minore. Una batteria rigenerata può, infatti, detenere una capacità di carica massima dell’80% del valore iniziale del prodotto. La rigenerazione delle batterie delle auto elettriche non può, perciò, essere vista come la soluzione al problema dello smaltimento: presto infatti la batteria giungerà alla fine del suo ciclo di vita e non sarà più rigenerabile, non rispettando quindi i canoni di un’economia circolare.

Le normative europee identificano come responsabili dei processi di smaltimento e riciclo delle batterie usate gli stessi produttori; in sostanza coloro che producono, immettendo sul mercato le batterie, si devono prendere carico anche del loro smaltimento. Esistono aziende che stanno da poco sviluppando impianti appositi per il riciclo di questi materiali contenuti nelle batterie. In futuro, quindi, le batterie rigenerate potrebbero rientrare nella filiera produttiva delle auto elettriche (potrà essere riutilizzato il 90% dei componenti delle batterie a litio anche se le industrie hanno l'intento di utilizzare il 100% dei componenti).

Relativamente alle pile e accumulatori, nel corso del 2017 sono state raccolte in Europa 9.488 t di pile e accumulatori portatili e 179.535 t di accumulatori industriali e per veicoli. Dall'analisi degli ultimi dati Eurostat disponibili, relativamente alle pile e agli accumulatori portatili, l'obiettivo al 2016 risulta superato da almeno 13 Paesi EU28. Per quanto riguarda le 5 principali economie europee, le migliori *performance* sono quelle della Francia, con un tasso di raccolta di pile e accumulatori del 46,4% e della Germania, con un tasso del 45,1%; rimangono al di sotto del Target 2016 la Spagna con il 37,9% e l'Italia con il 37,7%, mentre il Regno Unito si attesta al 44,6%³⁰.

Figura 3.1.2 Tasso di raccolta di pile e accumulatori portatili rispetto all'impresso al consumo medio dell'ultimo triennio in Europa (%) - 2016



Fonte: Eurostat

L'obiettivo in Italia è mobilitare l'intera filiera industriale per garantire efficienti reti regionali di recupero e trattamento. Realizzare, pertanto, un efficiente sistema di recupero dei materiali permetterà di non essere impreparati agli alti volumi di rifiuti. La necessità di ridurre l'impatto ambientale degli accumulatori esausti diventerà sempre più urgente nel lungo periodo, richiedendo risposte precise. Il Consorzio nazionale raccolta e riciclo (Cobat), se da un lato ha come obiettivo quello di smaltire le batterie delle auto elettriche in collaborazione con il Cnr (Consiglio Nazionale delle Ricerche); dall'altro si impegna a riutilizzarle/rigenerarle, prima della loro dismissione totale, in altre funzioni scisse dal contesto della mobilità, ad esempio per l'accumulo dell'energia prodotta da fonti rinnovabili. Le batterie rigenerate possono essere, ad esempio, trasformate in accumulatori domestici utili per lo stoccaggio dell'energia elettrica prodotta dal tetto fotovoltaico.

Pur avendo, infatti, una capacità residua di rilascio della carica ed accumulo inferiore alle celle destinate all'autotrazione, possono comunque svolgere un ruolo importante nel settore dello stoccaggio, consentendo di ridurre il fabbisogno globale di litio e, conseguentemente, l'attività estrattiva. Così facendo, il costo ambientale della mobilità elettrica si ridurrebbe ulteriormente.

³⁰ Potenzialità ed ostacoli dell'economia circolare in Italia, Circular Economy Network Novembre 2018

La seconda vita delle batterie (ad esempio quelle ad uso trazione) può essere considerata quindi uno strumento importante per l'utilizzo in settori con diverse esigenze di prestazioni lavorando lo stoccaggio distribuito.

Box 3.1.3 La raccolta degli accumulatori di energia a fine vita in Italia



In Italia, gli accumulatori a fine vita raccolti sono per l'83% provenienti dalle batterie di avviamento per veicoli. La restante parte, pari a circa il 17%, proviene da accumulatori industriali (per trazione e stazionamento), diffusi soprattutto nei carrelli elevatori, nei gruppi di continuità e nelle auto elettriche ed ibride. Il *Centro di Coordinamento Nazionale Pile e Accumulatori* (CDCNPA), con l'obiettivo di sviluppare una visione chiara e trasparente, ha elaborato dati provenienti dalle principali aziende e Consorzi attivi nel settore. Da questa analisi, risulta che il quantitativo di accumulatori al piombo trattati durante l'anno 2016 è stato di 218.531 tonnellate. Secondo le stime, la raccolta di accumulatori industriali per veicoli a piombo, sul territorio italiano risulta superiore al 90% dell'immesso sul mercato. Il 17% di raccolta degli accumulatori industriali appare al momento rilevante, tuttavia, occorrerà tener conto del prossimo sviluppo delle auto elettriche ed ibride sul territorio nazionale che porterà auspicabilmente ad un innalzamento di questa percentuale. Di conseguenza, con il rinnovamento dell'intero parco auto, la quota spettante agli accumulatori provenienti dalle batterie di avviamento per veicoli registrerà una sensibile riduzione.

Fonte: CDCNPA, 2017

L'Italia possiede un settore Ricerca & Sviluppo in ambito rete elettrica all'avanguardia (accordo Enel-Rossetti) e di sistemi di accumulo (Terna). Le apparecchiature elettriche italiane, in aggiunta, sono delle eccellenze, rappresentate da Enel, Energy Resources, Bitron e Ducati Energia. Come già affermato ed evidenziato nel 2° Rapporto AIEE-Federmanager, l'Italia deve tuttavia colmare il *gap* nei confronti degli altri paesi, soprattutto per quanto riguarda i segmenti delle batterie e dei motori elettrici, dove i *competitor* esteri stanno raggiungendo importanti traguardi in termini di tecnologia ed innovazione. Sarebbe auspicabile un impegno mirato del Governo sul versante della ricerca (una sorta di "*Industria 2025*") per offrire alle imprese l'opportunità di rafforzarsi in questo settore strategico. Risulta quindi essere necessario promuovere filiere italiane che sappiano valorizzare concretamente le potenzialità del nostro paese. Si dovrebbero quindi incrementare le infrastrutture di ricarica e avviare un'intelligente politica fiscale che sia in grado di favorire la mobilità elettrica e condivisa.

Box 3.1.4 Alcuni operatori italiani nel settore dei sistemi di accumulo³¹

In Europa molte aziende sono attive nel settore degli accumuli di energia. Leader è la Germania con 22 aziende attive, seguono i Paesi Bassi con 9 aziende, la Francia con 6 aziende e la Spagna ha un'azienda attiva. A livello globale il leader è la Cina con 1.349 aziende attive, l'Australia con 130, gli Stati Uniti con 122 e l'India con 43.

I principali produttori di sistemi di accumulo in Italia sono: FAAM, Fiamm, Midac, NBA, VRP, oltre ad ABB, multinazionale svizzera. Il nostro Paese registra 5 aziende operanti nel settore della produzione di accumulatori. Sarebbe però auspicabile un incremento del numero di operatori, di pari passo con il processo di rinnovamento del parco auto prospettato dalla SEN 2017. Occorre considerare, a tal riguardo, che per poter competere sarà basilare la ricerca e la conseguente innovazione di prodotto, per esempio sul fronte dell'efficienza energetica. I campioni nazionali sono già attivi da molti anni per migliorare rendimento e durata dei propri prodotti.



Esperienza: 40 anni
Sede: Monterubbiano (FM)
Gruppo: Seri

FAAM produce sistemi di accumulo di energia con prodotti per il mondo avviamento, trazione e stazionario, sia con tecnologia Piombo-Acido che Litio.

FAAM provvede al ciclo di vita completo delle batterie Piombo-Acido, "dalla culla alla tomba", dalle materie prime e semilavorati in plastica, fino al recupero delle batterie esauste.

FAAM produce batterie agli ioni di Litio, e gestisce l'intera filiera produttiva, a partire dall'attività, la produzione delle celle, della batteria fino alla seconda vita, quindi il loro successivo riutilizzo.



Esperienza: 70 anni
Sede: Montecchio Maggiore (VI)

FIAMM produce batterie automotive ed industriali.

In collaborazione con il COBAT e attraverso il progetto RACCOLTA AMICA, **FIAMM** promuove il corretto smaltimento degli accumulatori al piombo.



Esperienza: 25 anni
Sede: Soave (VR)

Midac produce batterie avviamento, trazione e stazionarie in un singolo stabilimento produttivo.

Le batterie prodotte sono destinate a mercati differenti ed emergenti, quali: telecomunicazioni, energie alternative, sistemi di emergenza, nautica ed altri usi speciali.



Esperienza: trentennale
Sede: Gambara (BS)

Nuova Brescia Accumulatori produce accumulatori al piombo per avviamento, stazionari e da trazione leggera ed industriale, interamente di produzione propria.



Esperienza: trentennale
Sede: Padova
Gruppo: Vecchiato

VRP produce e commercializza batterie, prevalentemente per uso trazione e sono utilizzate su una vasta gamma di carrelli elevatori. Da quasi tre anni si occupa anche della produzione e della commercializzazione di accumulatori di energia elettrica per impianti

VRP si prende cura anche del posizionamento dell'accumulatore, dell'assistenza, delle eventuali manutenzioni post-installazione e del corretto recupero e riciclaggio delle batterie esauste.

³¹ 2° Rapporto AIEE-Federmanager, Una strategia energetica per l'Italia. Le vie per la decarbonizzazione e lo sviluppo economico dell'Italia.

Turbine eoliche, moduli solari e pompe di calore

Turbine eoliche

La vita utile media delle turbine eoliche è di circa 20 anni. Dopo una serie di interventi mirati a prolungarne la loro durata esse finiscono per essere smantellate. Il riciclo dei materiali utilizzati nella loro costruzione è considerato una sfida impegnativa il cui impatto sociale ed economico avrà ricadute significative.

Solo in Europa entro il 2020 si ritireranno circa 50.000 tonnellate di compositi da pale eoliche a fine vita che dovranno essere riutilizzate seguendo i principi dell'economia circolare invece che conferite in discarica.

Mentre gli operatori si preparano al *repowering* degli impianti, quindi alla sostituzione dei componenti vecchi con elementi nuovi e più efficienti, cresce l'esigenza di gestire al meglio i "rifiuti" delle turbine.

Gran parte dell'impianto (fondazioni, torre, generatore, ecc...) è realizzata con materiali facili da recuperare come il calcestruzzo, l'acciaio o il rame; per quanto riguarda il rotore, tuttavia, la faccenda si complica. Le pale eoliche sono costituite da materiali compositi costituiti da polimeri, resine e fibre di vetro e di carbonio. Separare questi materiali e recuperarli significa, ad oggi, adottare processi complicati non redditizi.

Sebbene processi come la macinazione meccanica o la pirolisi abbiano raggiunto un livello di maturità tecnologica elevato, il conferimento in discarica dei compositi è una pratica ancora molto diffusa, specialmente in Italia.

Alla possibile soluzione di questo problema, Enel ha dedicato uno dei suoi recenti "challenge" (sfide importanti per il futuro) ispirate in parte dagli obiettivi di sviluppo sostenibile (SDGs) dell'Agenda 2030 dell'ONU, che sono state lanciate su *openinnovability*. Si tratta della piattaforma di Enel dedicata all'innovazione ed alla sostenibilità con l'obiettivo di fare da punto di riferimento per possibili partner esterni (*startup*, ricercatori universitari, innovatori indipendenti e imprese) o personale interno che intendano proporre progetti innovativi.

Il "challenge" si intitola "Recycle and reuse of wind turbine blades" ed ha come obiettivo proprio quello di selezionare i migliori metodi disponibili per riciclare e/o riutilizzare i materiali delle pale delle turbine eoliche, al fine di essere sempre più sostenibili, in una prospettiva di economia circolare.

Moduli solari

La International Energy Agency, nell'ultimo rapporto "Trend in photovoltaic applications" (IEA, 2018) ha evidenziato come nel 2017, anno record per il mercato fotovoltaico, per la prima volta sono stati installati in tutto il mondo 99 GW di impianti fotovoltaici, portando la potenza installata totale oltre i 403 GW.

Nonostante tale frequenza di utilizzo, tuttavia, non sono molti i Paesi che dispongono di un'infrastruttura di riciclo. Secondo la International Renewable Energy Agency (IRENA, 2016) il volume totale dei rifiuti globali di pannelli fotovoltaici accumulati raggiungerà entro il 2050 circa 60-78 milioni di tonnellate, che, se recuperati in modo efficiente, potrebbero generare un valore superiore ai 15 miliardi di dollari entro il 2050.

In Europa esistono regole che disciplinano lo smaltimento degli impianti fotovoltaici. La potenza installata continua a crescere e di conseguenza aumenteranno anche i rifiuti prodotti (senza considerare eventuali guasti, possiamo considerare una vita media di un modulo intorno ai 30 anni).

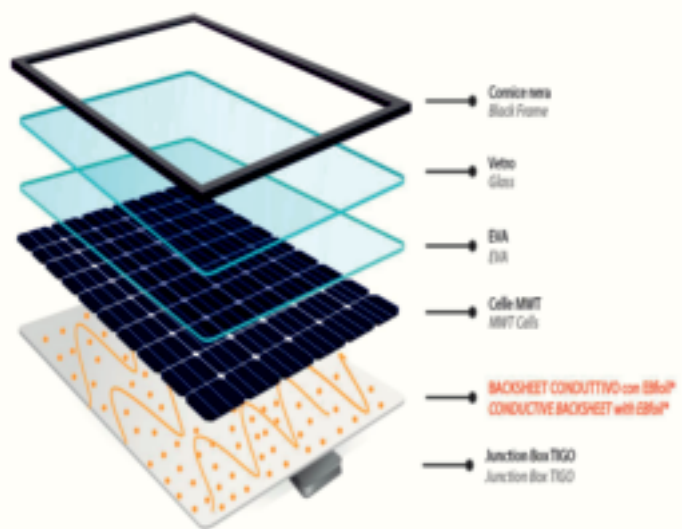
L'Unione Europea ha, perciò, emanato quattro direttive specifiche di cui una dedicata ai RAEE, ovvero i rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche, cui appartengono i pannelli solari. Attraverso la direttiva 2018/851 l'UE ha previsto regimi di responsabilità estesa del produttore (ai produttori di prodotti spetta la responsabilità finanziaria di gestire la fase del ciclo di vita in cui il prodotto diventa un rifiuto, incluse le operazioni di raccolta differenziata e di trattamento).

Essendo il fotovoltaico un prodotto relativamente nuovo, ci troviamo oggi ad affrontare una prima fase di sviluppo dell'industria del riciclo del fotovoltaico, che potrebbe già da oggi riuscire a trasformare questi rifiuti in una risorsa. Secondo Research and Market (2018) il valore di mercato del riciclo dei pannelli solari è previsto passerà da 168 milioni di dollari del 2017 a 1,38 miliardi di dollari nel 2023, con un CAGR del 42% nel periodo oggetto della stima. Risulterebbe inoltre fondamentale utilizzare meno materiali per la realizzazione dei moduli, grazie ad una progettazione consapevole della necessità di riciclare il prodotto al termine della sua vita.

Box 3.1.5 La struttura del modulo fotovoltaico

Gli strati che compongono un pannello fotovoltaico sono:

1. un materiale trasparente che funge da protezione meccanica anteriore per le celle fotovoltaiche composto in genere da vetro temperato a basso contenuto di ferro per garantire una maggiore trasparenza (lascia passare circa il 91,5% dell'irraggiamento ricevuto)
2. un sottile strato di Etilene Vinil Acetato (indicato con la sigla EVA), la cui funzione è quella di fissare le celle al vetro di copertura e garantire un buon isolamento dielettrico
3. la cella in silicio, i cui cristalli sono drogati in due modi diversi: la parte posteriore con un accettore (Boro) per formare una struttura di tipo p; la parte frontale con un materiale donatore (Fosforo) a formare una struttura di tipo n. Le due strutture sono poste a contatto e separate da una zona di giunzione
4. un secondo strato di EVA grazie al quale le celle vengono fissate alla chiusura
5. una superficie posteriore di supporto, in genere realizzata in un materiale isolante con scarsa dilatazione termica. Essendo richiesta minore resistenza meccanica rispetto a quella per la facciata superiore, si può utilizzare anche un rivestimento sintetico più economico come il Polivinilfluoruro (PVF), commercialmente noto come Tedlar.



Fonte: trienergia.com

In un modulo fotovoltaico sono presenti diversi tipi di materiale, nella maggior parte non pericolosi (le sostanze potenzialmente pericolose per la salute sono in piccola percentuale rispetto al totale). Un corretto riciclaggio potrebbe diventare una risorsa per la produzione di materie prime da reimmettere nelle filiere produttive di nuovi moduli fotovoltaici, o per essere impiegate singolarmente. Per fare ciò è necessario smontare il modulo e separare correttamente i materiali che lo compongono (si potrebbe, per giunta, sviluppare un mercato dei moduli usati, soprattutto in quei paesi in via di sviluppo in cui il potere d'acquisto è limitato). E' necessario per prima cosa separare le singole componenti del *sandwich*: l'alluminio della cornice; il vetro che copre superiormente il modulo; il silicio e i metalli, come l'argento, che compongono le celle solari; il rame dei collegamenti elettrici tra le celle (Vedi Box 3.1.5).

Case Study: modulo in silicio policristallino

Con riferimento ai dati contenuti nello studio svolto nel 2007 da Ökopol, Institute for Environmental Strategies, le percentuali di materiale riciclabile sono rispettivamente del 100% per l'alluminio, 95% per il vetro e 30% per i metalli rari.

Tabella 3.1.2 Percentuale e peso dei componenti di un modulo in silicio policristallino

Componenti	%	Kg/kWp
vetro	74,16	77,30
Cornice in alluminio	10,30	10,70
EVA	6,55	6,80
cella	3,48	3,60
Film posteriore (Tedar)	3,60	3,80
Peso Kg/kWp		102,30
Cu	0,57	
Ag	0,004-0,006	
Sn	0,12	
Pb	0,07	
Si	0,03	

Fonte: Bio intelligence Service, 2011

Si riportano nella tabella sottostante i valori relativi a queste tre principali componenti recuperate considerando il prezzo per kg di materiale, la percentuale che si riesce a recuperare, la massa di materiale recuperato per unità di Wp (watt di picco) ed infine il prezzo del materiale per W_p.

Tabella 3.1.3 Valori caratteristici dei materiali soggetti a recupero nei moduli c-Si
[Bio intelligence Service 2011]

Materiale	Prezzo (Per Kg)	% recuperata	Kg/Wp recuperati	Prezzo per Wp
Vetro	0,05 €	95%	0,0734	0,0037 €
Alluminio	1,20 €	100%	0,0107	0,0128 €
Metalli rari	650 €	30%	0,0003	0,1989 €
Totale				0,215 €

Fonte: metalprices.com

Si prenda ad esempio un modulo di potenza 215 Wp e di peso 22 kg. Il prezzo risultante per i costi delle tre materie prime risulta: prezzo per un singolo modulo = 0,22 €/Wp x 215 Wp = 47,3 €; prezzo per una tonnellata = (1000/22) x 47,3 = 2.150 €. Il valore per tonnellata che si può risparmiare riciclando le percentuali sopra descritte di alluminio, vetro e metalli rari, considerando il prezzo del materiale riciclato uguale a quello delle materie prime è riportata nel Box 3.1.6.

Box 3.1.6 Valore risparmiato riciclando componenti di un impianto

VETRO:	$0,0734 \text{ Kg/Wp} \times 215 \text{ Wp} = (15,78 \text{ Kg}) \times 0,05 \text{ €/Kg} = 0,789 \text{ €}$
ALLUMINIO :	$0,0107 \text{ Kg/Wp} \times 215 \text{ Wp} = (2,3 \text{ Kg}) \times 1,2 \text{ €/Kg} = 2,76 \text{ €}$
METALLI RARI :	$0,0003 \text{ Kg/Wp} \times 215 \text{ Wp} = (0,0645 \text{ Kg}) \times 650 \text{ €/Kg} = 41,92 \text{ €}$
Valore recuperato per singolo modulo :	$41,92 + 2,76 + 0,789 = 45,47 \text{ €}$
Valore recuperato per una tonnellata di moduli	$(1000/22) \times 45,47 \text{ €} = 2.067 \text{ €}$

Fonte: elaborazione AIEE su dati metalprices.com

Per smaltire i pannelli ad uso domestico in Italia, come stabilito anche dalle direttive europee, i proprietari devono rivolgersi al produttore; responsabile dello smaltimento dei moduli solari. Se la potenza dell'impianto (installato prima del 2014) supera i 10 kW_p, invece, i produttori saranno responsabili dello smaltimento solo nel caso in cui si sostituirà quello da smaltire con un nuovo sistema fotovoltaico. In, alternativa sarà il proprietario a dover contattare un consorzio abilitato allo smaltimento. Problema che, invece, non si presenta per tutti gli impianti installati dopo il 2014, di qualsiasi potenza, in quanto la responsabilità ricade comunque sul produttore.

Una volta giunti a fine vita, questi moduli dovranno essere smaltiti adeguatamente (come richiesto dalla Direttiva europea sui Raee, rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche). Da ogni modulo possono essere recuperati circa 15 kg di vetro; 2,8 kg di plastica; 2 kg di alluminio; 1 kg di polvere di silicio e 0,14 kg di rame.

In Italia operano nel settore varie realtà tra cui il Consorzio ERP Italia, un Sistema Collettivo senza scopo di lucro, tra i principali Consorzi RAEE ed il PV CYCLE, un sistema europeo di raccolta e riciclo del fotovoltaico.

Anche il Cobat ha attivato la filiera di raccolta dei moduli su tutto il territorio italiano appoggiandosi a 90 aziende locali. Il sistema Cobat per lo smaltimento dei moduli è contraddistinto dal monitoraggio e tracciabilità di ogni singolo modulo, che consente di seguirne l'intero ciclo di vita.

Si stanno inoltre svolgendo distinte attività di ricerca; ENEA ha recentemente sottoscritto un contratto di ATS (Associazione Temporanea di Scopo) con il Consorzio Eco-Pv con l'obiettivo di mettere in atto un progetto legato a un bando ministeriale dell'Ambiente per il recupero delle materie prime derivate da pannelli fotovoltaici. ENEA risulta inoltre essere parte attiva nel progetto e consorzio europeo ReSiELP, progetto orientato al recupero di materie preziose provenienti dai pannelli solari da smaltire. Tale progetto, con dead line prevista nel 2020, intende sviluppare la tecnologia utile al recupero di metalli critici e preziosi contenuti nei prodotti, come silicio, argento, oltre che vetro, alluminio e rame mediante un processo economico, ecologico e circolare con un approccio a "zero-sprechi".

In conclusione, il potenziale del repowering del fotovoltaico e del eolico, può non solo attivare un riciclo virtuoso di materiali ma anche un riutilizzo ed ottimizzazione del suolo supportando al contempo gli ambiziosi obiettivi 2030 del PNIEC.

Pompe di calore

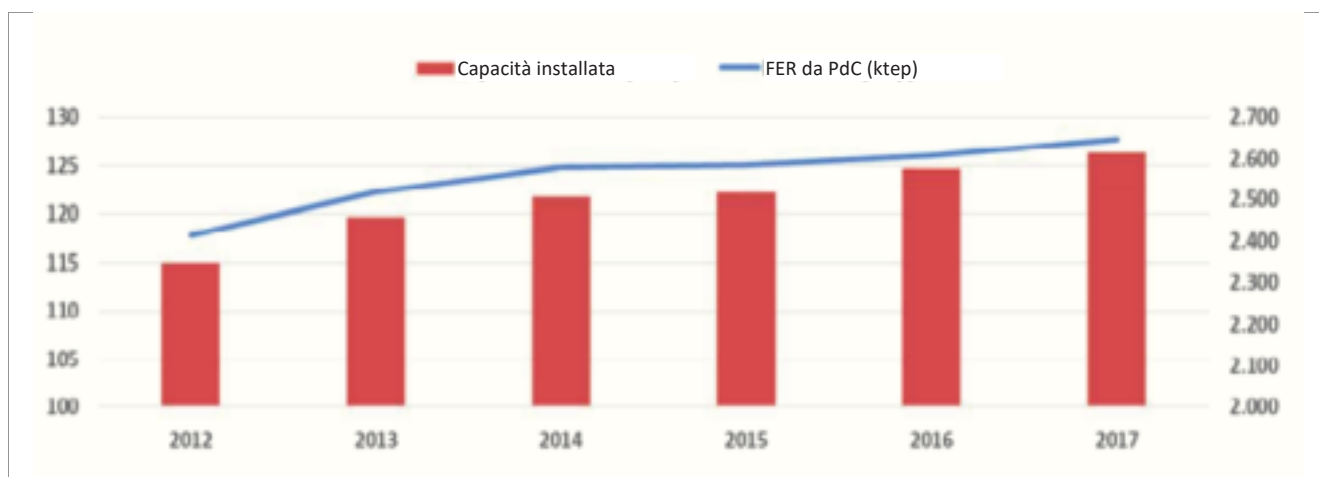
Le pompe di calore, vista la loro efficienza, saranno nel lungo periodo protagoniste del mercato termico grazie all'incremento della domanda.

Come evidenzia il grafico sottostante, negli ultimi anni lo Stock di pompe di calore è cresciuto notevolmente toccando solo nel 2017 circa 19,5 milioni di apparecchi con una capacità termica installata complessiva di 126,4 GWt; circa il 15,4% ed il 10% in più rispetto al 2012.

Nel 2017 la quantità di energia rinnovabile fornita da Pompe di calore (calcolata seguendo i criteri della Decisione 2013/114/UE e s.m.i) è stata pari a 2.650 ktep con una quantità di calore complessivo (Qusable) - con un SPF medio di 2,6- pari a 4.728ktep, 49,753 GWht³².

³² La pompa di calore, una tecnologia chiave per gli obiettivi 2030- Assoclimate, Amici della terra Maggio 2019

Figura 3.1.3 Stock di Pompe di calore 2012-2017



Fonte: Elaborazione amici della terra su dati GSE

Vista la contemporaneità della tecnologia, e quindi la breve storia di questo tipo di macchine, non è ancora stato definito un vero e proprio sistema di smaltimento-riuso-riciclo chiaro. Non si è ancora infatti de facto avuto la necessità di disporre del fine vita del prodotto; anche se nel lungo periodo sarà sicuramente argomento di discussione.

In un'ottica di economia circolare è tuttavia opportuno iniziare ad individuare un sistema di smaltimento che sia non solo efficace, ma anche efficiente.

Risulta essere quindi fondamentale identificare le componenti del prodotto e le relative materie prime utilizzate per produrlo così da capire come indirizzare e gestire i rifiuti, e nei casi possibili riutilizzarli per la produzione di nuovi prodotti attuando un processo di riciclo.

Considerare gli elementi stessi come un possibile valore futuro sarebbe quindi un primo vero passo verso un'economia circolare reale.

Ad oggi secondo la direttiva 2012/19/UE, i rifiuti provenienti dalle pompe di calore sono considerati rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE) e vengono quindi gestiti e raccolti come tali.

Box 3.1.7 : Il ritiro ed il trattamento delle pompe di calore. Case study: Teon

Tra i maggiori produttori di pompe di calore in Italia spicca la società Teon.

Quest'ultima ha aderito ad un sistema collettivo (nella fattispecie, il consorzio RLG) per finanziare il sistema di raccolta e smaltimento delle proprie AEE; si è iscritta al Registro dei Produttori di AEE effettuando le dichiarazioni annuali di immesso sul mercato al Registro.

Nel rispetto del decreto, TEON, che nell'ambito del Decreto produce AEE "professionali", fornisce agli utilizzatori finali non solo le informazioni riguardanti l'obbligo di non smaltire i RAEE come rifiuti urbani misti ma anche di effettuare, per detti rifiuti, la raccolta differenziata, i sistemi di ritiro o di raccolta dei RAEE, nonché la possibilità e le modalità di consegna a TEON all'atto dell'acquisto di una nuova PdC o di conferimento gratuito (Tali responsabilità passano all'impiantista nel caso in cui sia lui a vendere la PdC all'utilizzatore finale, come accade nella quasi totalità dei casi).

Il partner RLG organizza per conto di TEON il ritiro e il trattamento dei RAEE professionali, laddove l'utilizzatore finale lo richieda; altrimenti seguirà la medesima procedura utilizzando eventualmente l'installatore che gli proporrà una sostituzione con una nuova macchina.

Alcuni operatori italiani nel settore della pompa di calore³³:

	Fondata nel 1963 in Italia Sede a Bevilacqua (VR)	Il gruppo AERMEC, ad oggi, conta: • 6 compagnie di vendita internazionali • 70+ distributori in tutto il mondo • 59 agenzie di vendita in Italia • 78 centri di assistenza clienti in Italia • 650+ dipendenti • 130.000 m² di spazio industriale • Clivet è presente sul mercato internazionale con 6 filiali in India, Gran Bretagna, Spagna, Germania, Russia e Emirati Arabi e 50 distributori. • In Italia dispone di una capillare rete commerciale: 40 Agenzie di Vendita, Rivenditori Fidelizzati e un gruppo di professionisti dedicati al settore residenziale
	Fondata a Feltre (BL) nel 1989 Sede a Villapaiera, Feltre (BL)	
	Sede a San Bonifacio (VR)	
	Fondata in Italia nel 1956 Sede a Cellatica (BS)	
	Fondata in Italia nel 1956 Sede a Verdellino/Zingonia (BG)	

³³ 2° Rapporto Federmanager: Una strategia energetica per l'Italia. Le vie per la decarbonizzazione e lo sviluppo economico dell'Italia

3.2 Una strategia per l'economia circolare

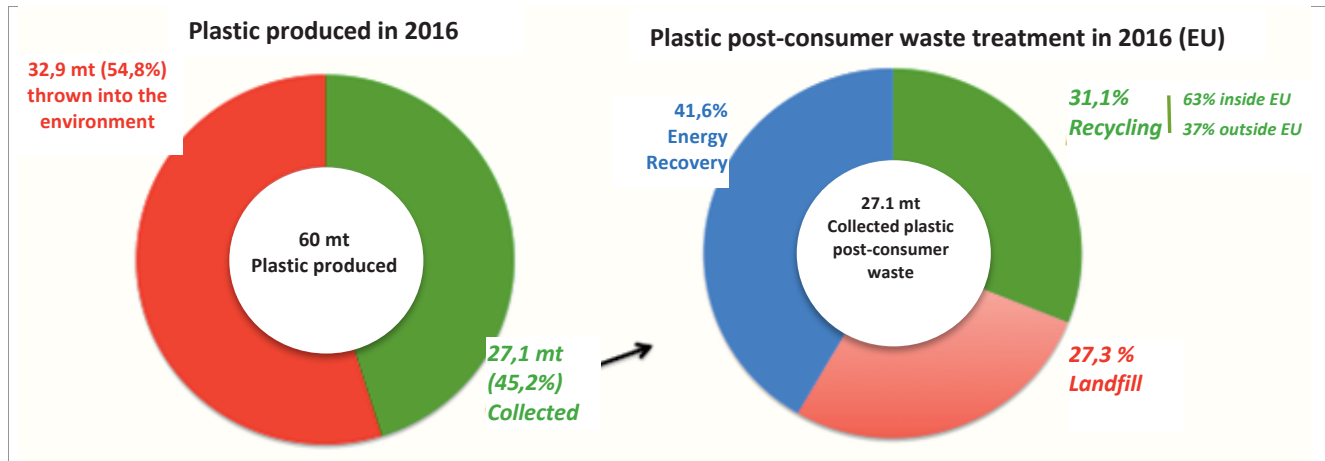
I polimeri non riciclabili sono considerati essere un ostacolo all'economia circolare; per tale ragioni abbiamo bisogno di nuove filiere "green" che si dedichino al riciclo ed al recupero di energia.

L'UNEP ha affermato che ogni anno, oltre 8 milioni di tonnellate di plastica finiscono negli oceani (dove rimangono per secoli) costando circa 8 miliardi di dollari di danni agli ecosistemi marini. Grandi quantità di microplastiche entrano continuamente nella catena alimentare danneggiando flora e fauna (il 70% dei rifiuti nell'oceano è costituito da imballaggi di plastica). La decomposizione della plastica nell'ambiente inoltre produce gas a effetto serra che contribuisce al riscaldamento globale ostacolando quindi gli obiettivi dell'accordo di Parigi.

La *Direttiva 2006/12/CE* dell'Unione Europea specifica le indicazioni sulla gestione dei rifiuti al fine di privilegiare processi efficaci e innovativi che adattino l'evoluzione tecnologica agli scenari di produzione dei rifiuti. Ogni Stato membro è tenuto perciò a considerare i rifiuti come materia prima, a raggiungere l'autonomia eliminando gli sprechi, a ridurre al minimo il trasporto di rifiuti presenti nel territorio ed a ridurre l'impatto ambientale.

Secondo "Plastic, the fact" la produzione di polimeri nel 2016 in Europa ha raggiunto le 60 milioni di tonnellate, il 3,4% in più rispetto al 2015.

Figura 3.2.1 Plastica prodotta e raccolta nel 2016 nell'Unione Europea



Fonte: Plastics Europe, 2017

Di queste 60 milioni di tonnellate, solamente 27.1 milioni (45,2%) sono state raccolte, le restanti 32,9 milioni di tonnellate (54,8%) sono state invece disperse nel ambiente.

Delle 27,1 milioni di tonnellate raccolte nel 2016 il 41,6% è stato destinato al recupero di energia, il 31,1% è stato riciclato ed il restante 27,3 % è stato invece indirizzato alle discariche.

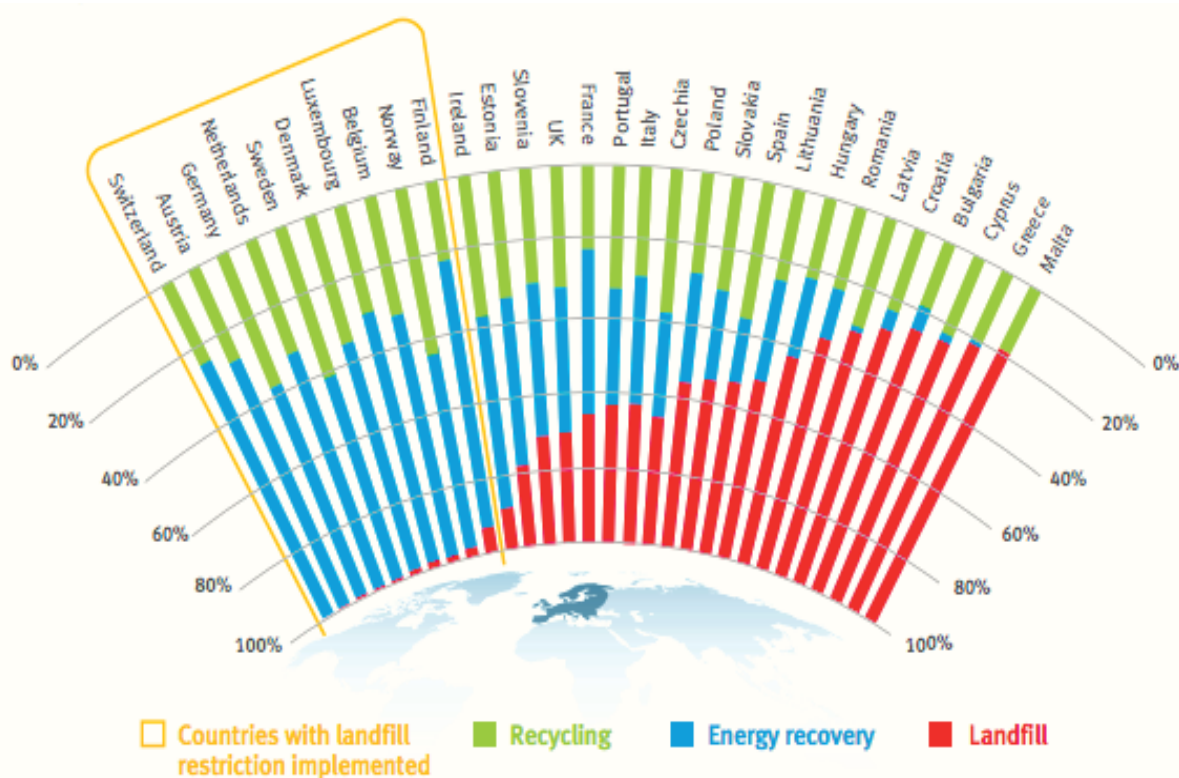
Sebbene la situazione complessiva dell'UE stia migliorando, in molti Stati Membri la discarica è ancora la prima o la seconda opzione di trattamento per i rifiuti plastici post-consumo, compresa l'Italia.

Usare i rifiuti plastici non riciclabili destinati alle discariche o ad essere gettati irresponsabilmente nell'ambiente per creare energia ridurrebbe il problema ambientale dando un valore intrinseco ai rifiuti stessi (*cash from trash*) e creando anche nuove filiere di smaltimento plastica e quindi nuovi posti di lavoro.

“Plastic the fact 2018” ci fornisce gli ultimi dati disponibili dandoci una visione completa di come ogni stato membro ha gestito i rifiuti plastici nel 2016. Svizzera, Austria, Germania e Paesi Bassi sono gli stati che hanno investito maggiormente in recupero energetico e riciclaggio, minimizzando l'uso delle discariche ed investendo quindi nella potenzialità del rifiuto stesso, considerato finalmente risorsa.

Scenario differente per quanto riguarda, ad esempio, Regno Unito, Francia ed Italia, che continuano ad utilizzare in modo frequente le discariche a cielo aperto anche se stanno investendo in metodologie più efficienti e sostenibili (Figura 3.2.2).

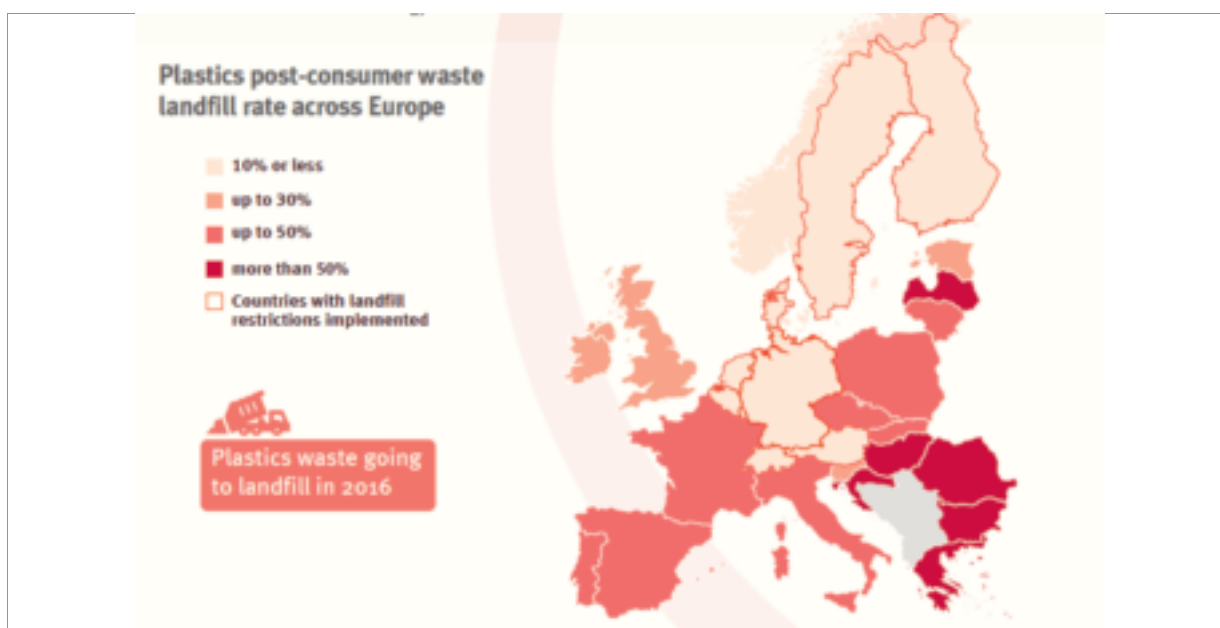
Figura 3.2.2 Rifiuti plastici post-consumo raccolti nel 2016: riciclaggio, recupero energetico e discarica



Fonte: Plastics Europe, 2018

Come dimostra la Figura 3.2.3, i paesi dal colore rosso più acceso sono coloro i quali utilizzano maggiormente le discariche; prime in classifica Malta, seguita da Grecia, Cipro e Bulgaria.

Figura 3.2.3 Rifiuti plastici post-consumo gettati in discarica in Europa



Fonte: Plastics Europe, 2018

Nel 2018, tuttavia, la produzione di plastica, dopo aver raggiunto il picco nel 2017, è scesa del 1,5%. Per quanto riguarda il 2019, Eurostat prevede che la produzione registrerà un aumento pari allo 0,5% rispetto al 2018.

Secondo le analisi più recenti di “Plastic the fact 2018”, nel nostro paese, nel 2016, sono state raccolte 3,4 milioni di tonnellate di rifiuti plastici post-consumo, di cui il 37,2% è stato gettato in discarica, il 33,8% è stato destinato a recupero energetico e solo il 29% è stato, invece, riciclato. Dal 2006 al 2016, i volumi di riciclaggio sono aumentati del 46%, il recupero di energia è aumentato del 53% e le discariche sono diminuite del 49% (Figura 3.2.4).

Figura 3.2.4 Plastica consumata e raccolta in Italia nel 2016



Fonte: Plastics Europe, 2018

Nel 2016 inoltre sono state raccolte 2,2 milioni di tonnellate di imballaggi in plastica post-consumo, provenienti da imballaggi domestici, industriali e commerciali.

Dal 2006 al 2016, il volume di rifiuti di *packaging* di plastica raccolti e destinati ad uso energetico è incrementato del 52%, il riciclaggio è aumentato del 41% mentre la discarica è diminuita del 66% (Figura 3.2.5).

Figura 3.2.5 Imballaggi in plastica raccolti in Italia nel 2016



Fonte: Plastics Europe, 2018

Una grande quantità di rifiuti tuttavia (a causa della mancanza di discariche e di impianti in grado di trasformare il rifiuto in prodotto), per essere smaltita viene trasportata in altri paesi europei ed internazionali. Secondo dati ISPRA pubblicati nel 2018³⁴, sempre nel 2016, la quantità totale di rifiuti speciali esportati è stata pari a 3,1 milioni di t di cui il 67,4% è costituito da rifiuti non pericolosi ed il restante 32,6% da rifiuti pericolosi. La tabella 3.2.1 e la figura 3.2.6 rivelano la quantità di rifiuti speciali esportati nei diversi paesi di destinazione nel biennio 2015-2016. La maggior quantità di rifiuti speciali è stata destinata alla Germania (27,1 % del totale) seguita da RPC, Francia e Austria.

³⁴ Rapporto rifiuti speciali 2018 ISPRA

Tabella 3.2.1 Rifiuti speciali esportati per paese di destinazione nel 2015-2016 (t)

Paese di destinazione	Anno 2015			Anno 2016		
	non pericolosi	pericolosi	totale	non pericolosi	pericolosi	totale
GERMANIA	188.944	655.646	844.590	214.046	636.071	850.117
CINA	231.915	-	231.915	260.246	-	260.246
FRANCIA	139.596	75.975	215.571	145.309	101.733	247.082
AUSTRIA	194.177	53.049	247.226	167.082	60.496	227.578
DANIMARCA	173.170	12.241	185.591	165.110	10.672	175.782
USA	166.249	31	166.280	171.074	9	171.083
SLOVENIA	109.295	9.611	118.906	116.859	14.119	130.978
GRECIA	141.619	-	141.619	115.780	-	115.780
UNGHERIA	89.811		89.811	111.577		111.577
PORTOGALLO	57	2.734	2.791	6.435	85.582	92.017
ISRAELE	145.612	-	145.612	85.180		85.180
SVIZZERA	45.253	42.490	87.743	38.177	38.893	77.070
SPAGNA	70.333	3.390	73.723	65.695	5.509	71.204
REPUBBLICA CECA	37.596	862	38.458	59.027	22	59.049
BELGIO	39.979	11.652	51.631	35.882	13.872	49.754
POLONIA	11.848	23.520	35.368	15.757	23.614	39.371
REPUBBLICA SLOVACCA	11.913	-	11.913	38.237	-	38.237
TURCHIA	31.742	-	31.742	36.672	-	36.672
REGNO UNITO	65.657	372	66.029	36.269	7	36.276
PAESI BASSI	12.468	36.562	49.030	17.753	17.288	35.041
INDIA	37.766	-	37.766	29.184	-	29.184
COREA	15.637	-	15.637	28.924	-	28.924
MAROCCO	20.387	-	20.387	28.675	-	28.675
PAKISTAN	23.625	-	23.625	22.208	-	22.208
BULGARIA	3.700	560	4.260	14.978	1.765	16.743
HONG KONG	13.543	-	13.543	16.040	-	16.040
CANADA	-	-	-	15.263	-	15.263
SVEZIA	5.930	26.355	32.285	2.824	11.681	14.505
CROAZIA	4.748	-	4.748	6.829	53	6.882
THAILANDIA	449	-	449	6.590	-	6.590
ROMANIA	6.124	-	6.124	5.706	346	6.070
INDONESIA	1.117	-	1.117	5.345	-	5.345
Altri paesi	128.452	121	128.573	25.032	1	25.033
totale	2.168.703	955.351	3.124.054	2.110.054	2.110.395	3.132.208

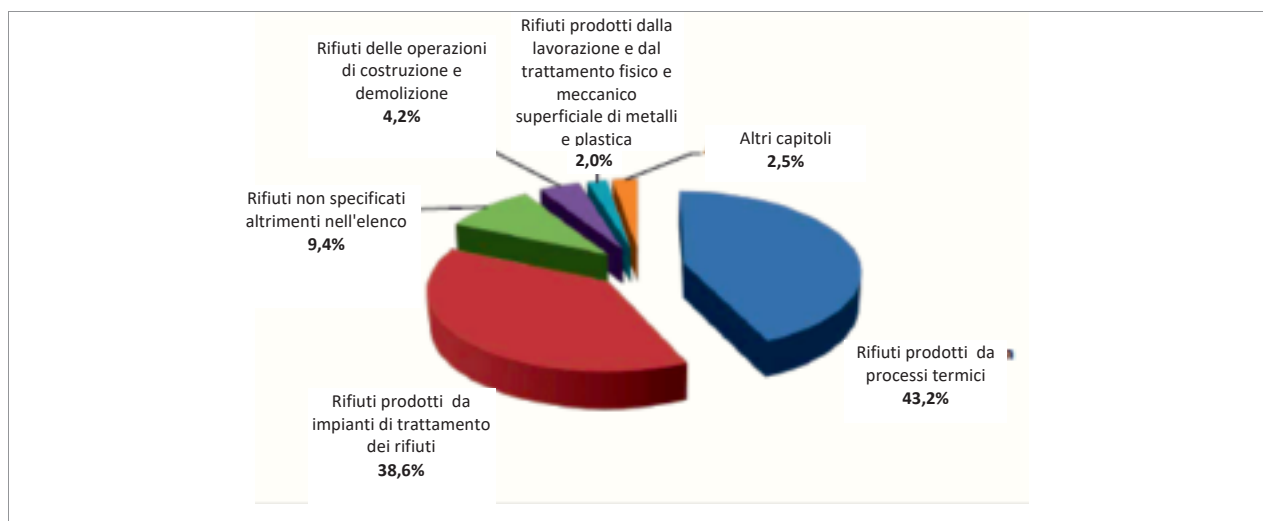
Fonte: ISPRA

Figura 3.2.6 Rifiuti speciali esportati per paese di destinazione nel 2016 (t)



Fonte: ISPRA

Figura 3.2.7 Rifiuti speciali non pericolosi esportati per capitolo dell'elenco europeo rifiuti nel 2016

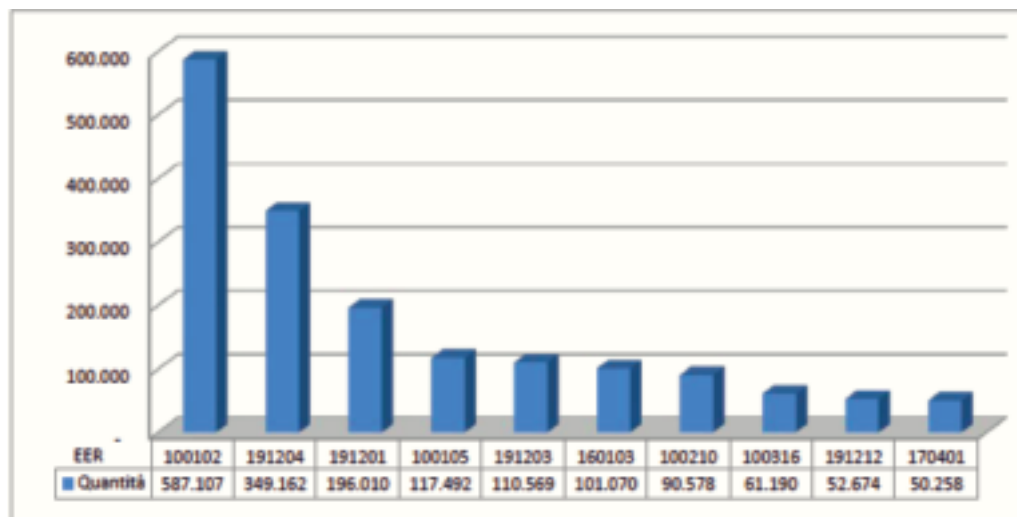


Fonte: ISPRA

Non a caso sono proprio la Germania e l'Austria ad essere tra i paesi europei che utilizzano maggiormente i rifiuti per generare energia, approfittando anche di quelli provenienti dai paesi limitrofi non ancora in grado di smaltirli in modo sostenibile, tra cui l'Italia.

Il quantitativo maggiormente esportato è stato costituito dai rifiuti prodotti da processi termici (43,2%), seguito dai rifiuti prodotti dagli impianti di trattamento (38,6%) costituiti principalmente da plastica e gomma. Plastica e gomma (codice 191204) insieme alle ceneri leggere di carbone (codice 100102) sono quindi tra i rifiuti speciali non pericolosi più esportati.

Figura 3.2.8 Principali tipologie di rifiuti speciali non pericolosi esportati nel 2016 (t)



EER 100102: ceneri leggere di carbone; EER 191204: plastica e gomma; EER 191201: carta e cartone; EER 100105: rifiuti solidi prodotti da reazioni a base di calcio nei processi di desolforazione dei fumi; EER 191203: metalli non ferrosi; EER 160103: pneumatici fuori uso; EER 100210: scaglie di laminazione; EER 100316: schiumature; EER 191212: altri rifiuti prodotti dal trattamento dei rifiuti; EER 170401: rame, bronzo, ottone.

Fonte: ISPRA

Tabella 3.2.2 Rifiuti speciali esportati per Regione di provenienza (tonnellate), anno 2016

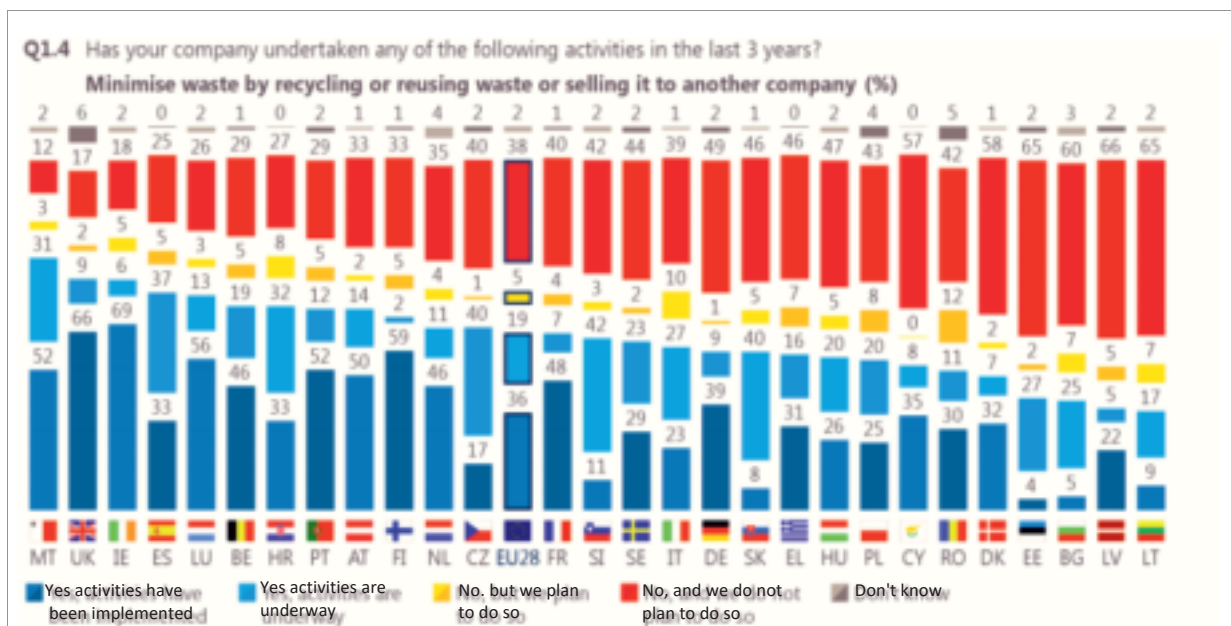
Regione	non pericolosi	pericolosi	totale
Lombardia	447.363	433.780	881.143
Puglia	381.938	-	381.938
Veneto	236.130	125.321	361.451
Lazio	343.611	3.935	347.546
Emilia Romagna	129.298	128.554	257.852
Piemonte	104.278	91.613	195.892
Friuli Venezia Giulia	175.824	13.827	189.641
Trentino Alto Adige	66.425	75.979	142.404
Sardegna	19.273	76.907	96.180
Toscana	37.059	40.866	77.925
Marche	30.170	14.596	44.776
Campania	39.000	2.699	41.699
Abruzzo	37.858	633	38.491
Liguria	22.456	543	22.990
Calabria	18.338	142	18.480
Sicilia	13.289	1.719	16.008
Umbria	4.476	4.790	9.266
Valle d'Aosta	1.807	4.961	6.768
Basilicata	1.767	-	1.767
Molise	35	967	1.002
Totale	2.110.395	1.021.813	3.132.208

Fonte: ISPRA

La tabella 3.2.2 , riporta i dati relativi ai rifiuti speciali esportati dalle regioni italiane nel 2016. La Lombardia (seguita dalla Puglia, dal Veneto e dal Lazio) è la regione che esporta le maggiori quantità di rifiuti, 881 mila tonnellate, costituite per il 50,8% da rifiuti non pericolosi; di questi ultimi, circa 269 mila tonnellate appartengono al sub-capitolo 1912 dell’Elenco europeo dei rifiuti “rifiuti prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti”.

Il costo di esportazione dei rifiuti all’estero potrebbe essere compensato investendo in tecnologie ed innovazioni di energy recovery (pirolizzatori), avendo così vantaggi economici, oltre che ambientali. I rifiuti non verrebbero più considerati scarti ma prodotti/materie prime (come accade in Austria, Svizzera e Germania) in grado di generare profitti e diverse tipologie di filiere tra cui quelle che si occupano della loro raccolta e smaltimento creando posti di lavoro, diminuendo la dipendenza dai paesi stranieri ed incrementando il PIL.

Figura 3.2.9 Comportamenti delle PMI europee rispetto alla riduzione dei rifiuti, 2016



Fonte: Eurobarometro: SMEs e Economia Circolare

Riguardo alle misure intraprese in Italia, il 60% delle PMI ha dichiarato di aver puntato alla riduzione dei rifiuti attraverso il riutilizzo o riciclaggio o la loro vendita ad altre imprese (50% per misure già adottate e il 10% per misure programmate, ma non ancora realizzate). In questo caso il valore superava la media europea, che si poneva al 56% complessivo (Figura 3.2.9).

Per quanto riguarda la produzione di rifiuti urbani invece, sempre secondo dati ISPRA pubblicati nel 2018, durante il 2017 la produzione nazionale dei rifiuti urbani (RU) è risultata essere pari a 29,6 milioni di tonnellate, rilevando una riduzione dell’1,7% rispetto al 2016 (-524 mila tonnellate).

Rispettivamente 13,9 milioni di tonnellate nel Nord (con regione Lombardia che ne ha prodotti circa 4,6 milioni di tonnellate), 6,4 nel Centro (con regione Lazio che ne ha prodotti circa 2,9 milioni di tonnellate) e 9,1 nel Sud (con regione Campania che ha prodotto circa 2,6 milioni di tonnellate).

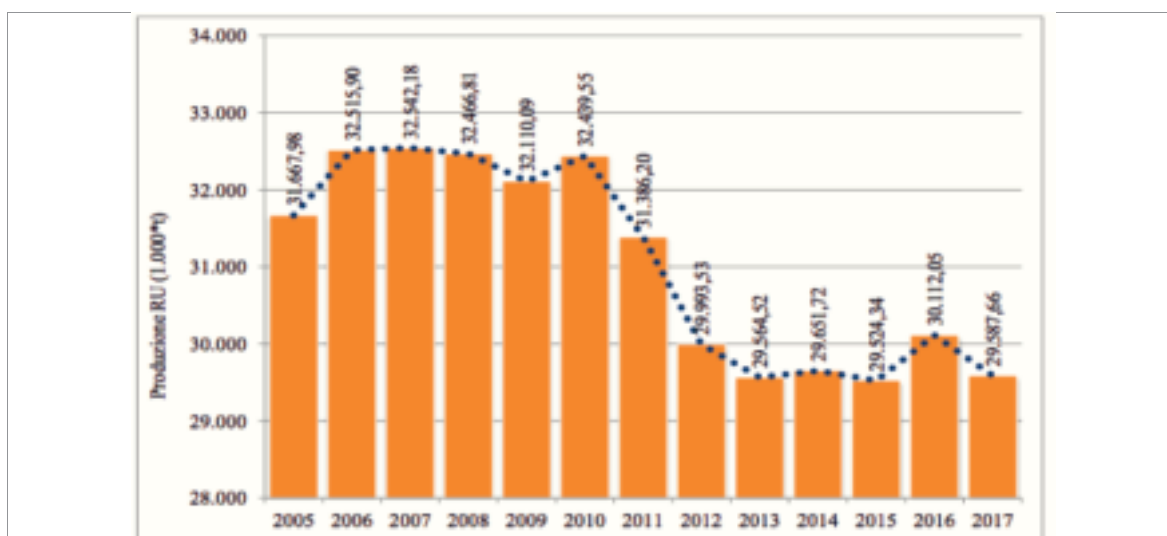
Importante sottolineare la cattiva gestione dei rifiuti al Centro-Sud che si trova a doverli smaltire inviandoli al Nord (specialmente in Lombardia) o all'estero; non rispettando quindi la Direttiva 2006/12/CE.

Tabella 3.2.3 Produzione totale di rifiuti urbani per regione, anni 2013 – 2017

Regione	2013	2014	2015 (t)	2016	2017
Piemonte	2.003.584	2.050.631	2.051.368	2.065.818	2.063.581
Valle d'Aosta	72.590	72.431	72.463	72.685	73.721
Lombardia	4.594.687	4.642.315	4.625.449	4.781.845	4.685.489
Trentino Alto Adige	495.687	495.425	488.477	510.477	524.090
Veneto	2.212.635	2.240.454	2.191.064	2.389.216	2.334.794
Friuli Venezia Giulia	546.119	553.433	562.443	582.052	589.018
Liguria	889.894	893.866	872.416	845.407	830.036
Emilia Romagna	2.773.965	2.823.876	2.855.593	2.904.852	2.859.763
NORD	13.588.919	13.772.431	13.719.273	14.152.352	13.960.492
Toscana	2.234.082	2.253.677	2.275.793	2.306.696	2.243.280
Umbria	469.773	476.375	462.962	470.603	450.830
Marche	764.139	796.142	793.004	810.805	816.984
Lazio	3.161.203	3.084.837	3.023.402	3.025.497	2.972.094
CENTRO	6.629.197	6.611.031	6.555.161	6.613.602	6.613.602
Abruzzo	600.016	593.080	593.894	601.991	596.745
Molise	124.075	121.100	121.864	120.445	116.658
Campania	2.545.445	2.563.596	2.567.347	2.627.865	2.560.999
Puglia	1.928.610	1.912.443	1.895.076	1.909.340	1.876.335
Basilicata	207.477	201.130	198.933	201.946	196.315
Calabria	829.792	810.950	802.978	792.893	773.790
Sicilia	2.378.323	2.340.935	2.350.191	2.357.112	2.299.125
Sardegna	732.668	725.024	719.624	733.503	723.472
SUD	2.773.965	2.823.876	2.855.593	2.904.852	2.859.763
ITALIA	29.564.522	29.651.721	29.524.341	30.112.048	29.587.660
TOTALE	29.564.522	29.651.721	29.524.341	30.112.048	29.587.660

Fonte: ISPRA 2018

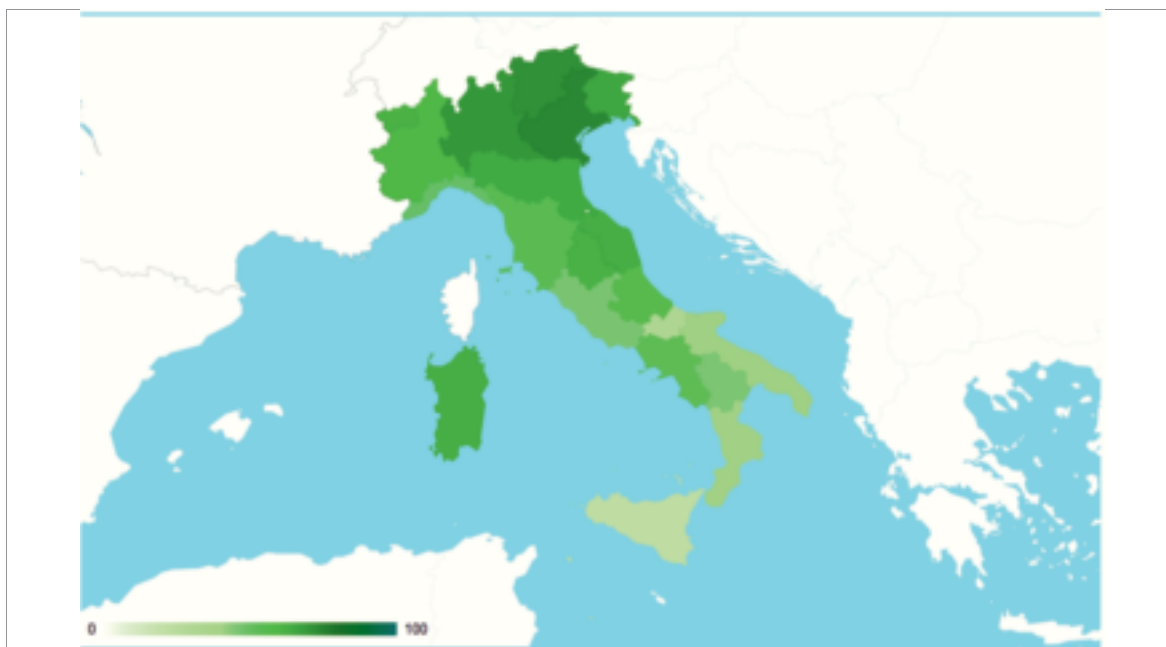
Figura 3.2.10 Andamento della produzione pro capite dei rifiuti urbani per macroarea geografica, anni 2013 - 2017



Fonte: ISPRA 2018

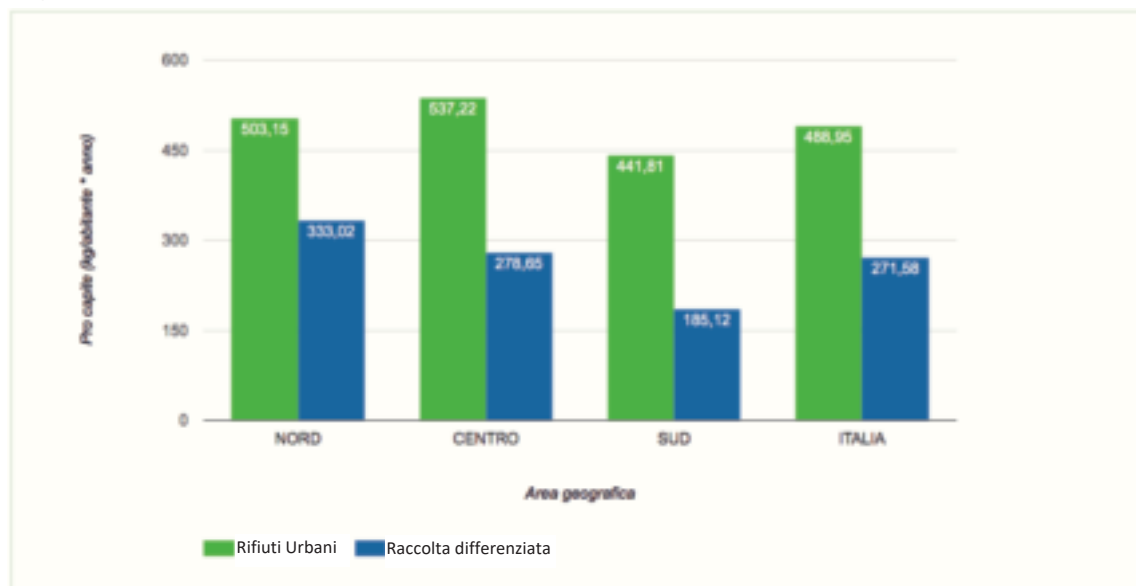
Per quanto riguarda la raccolta differenziata, risulta evidente - rispetto al Nord - la scarsa prestazione del Centro-Sud nella gestione del riciclaggio dei rifiuti; che spesso finiscono o per essere esportati o per finire nel mercato nero dei rifiuti illegali (Figura 3.2.11).

Figura 3.2.11 Percentuale raccolta differenziata regionale- anno 2017



Fonte: ISPRA 2018

Figura 3.2.12 Procapite di produzione e raccolta differenziata per macroarea - anno 2017



Fonte: ISPRA 2018

Nel 2017, i rifiuti del circuito urbano esportati, sono stati circa 355 mila tonnellate, di cui solo 271 tonnellate sono risultati essere rifiuti pericolosi.

Rispetto al 2016, si assiste ad una diminuzione del totale esportato, pari al 18,1% (Tabella 3.2.4).

Tabella 3.2.4 Rifiuti urbani esportati per Paese Estero (tonnellate), anni 2016 - 2017

Paese estero	2016			2017		
	non pericolosi	pericolosi	totale	non pericolosi	pericolosi	totale
AUSTRIA	152.001	-	152.001	98.747	-	98.747
UNGHERIA	98.290		98.290	46.363		46.363
TUNISIA	31.214		31.214	37.832		37.832
PORTOGALLO	11.018	419	11.437	30.321	236	30.557
BULGARIA	30.247		30.247	24.173		24.173
SPAGNA	6.360		6.360	19.127		19.127
SLOVACCHIA	29.107		29.107	17.979		17.979
CIPRO	17.354		17.354	17.198		17.198
SLOVENIA	6.622		6.622	12.640		12.640
CINA	11.063		11.063	8.621		8.621
TURCHIA	1.913		1.913	7.893		7.893
GERMANIA	7.249	182	7.431	5.287		5.287
REPUBBLICA Ceca	1.727		1.727	4.836		4.836
GRECIA	158		158	3.333		3.333
SVEZIA	1.110		1.110	3.283		3.283
FRANCIA	1.979		1.979	3.270		3.270
PAESI BASSI	6.214		6.214	3.258		3.258
POLONIA	2.664	129	2.793	2.895	35	2.930
VIETNAM	1.285		1.285	2.326		2.326
LITUANIA	893		893	1.048		1.048
BOSNIA ERZEGOVINA				1.000		1.000
Altri Paesi	13.826		13.826	3.132		3.132
TOTALE	432.294	730	433.024	354.562	271	354.833

Fonte: ISPRA 2018

Tabella 3.2.5- Rifiuti urbani esportati per Regione di provenienza (tonnellate), anni 2016- 2017

Regione	2016			2017		
	Non Pericolosi	Pericolosi	totale	Non Pericolosi	Pericolosi	Totale
Lazio	13.658	-	13.658	81.099	-	81.099
Friuli Venezia Giulia	100.036	-	100.036	53.946	-	53.946
Veneto	40.098	152	40.250	48.570	35	48.605
Campania	103.352	-	103.352	45.519	-	45.519
Abruzzo	32.780	-	32.780	30.690	-	30.690
Campania	20.768	415	21.183	18.842	236	19.078
Lombardia	39.699		39.699	16.824	-	16.824
Toscana	26.025	13	26.038	15.239	-	15.239
Emilia Romagna	28.505	-	28.505	12.472	-	12.472
Calabria	-	-	-	12.175	-	12.175
Trentino Alto Adige	8.863	150	9.013	6.063	-	6.063
Puglia	13.009	-	13.009	5.641	-	5.641
Sicilia	-	-	-	3.036	-	3.036
Liguria	778	-	778	1.869	-	1.869
Umbria	3.434	-	3.434	1.519	-	1.519
Sardegna	487	-	487	730	-	730
Marche	777	-	777	324	-	324
Basilicata	23	-	23	4	-	4
Totale	432.292	730	433.022	354.562	271	354.833

Fonte: ISPRA 2018

Le regioni italiane che hanno esportato il maggior numero di rifiuti urbani sono state il Lazio e il Friuli Venezia Giulia; rispettivamente con 81 mila tonnellate (il 22,9% del totale esportato) e circa 54 mila tonnellate (il 15,2% del totale esportato). Il Lazio ha esportato principalmente circa 51 mila tonnellate di “rifiuti urbani indifferenziati” (codice 200301), prodotti nella capitale e inviati in Austria ai fini dello smaltimento (tale situazione ha comportato un notevole incremento del quantitativo esportato dalla regione rispetto al 2016) e circa 22 mila tonnellate di “Combustibili Solidi Secondari”- CSS - (codice 191210), destinate quasi totalmente in Portogallo per essere recuperate sotto forma di energia.

Come evidenziato dalla tabella 3.2.5 (visto il tasso di rifiuti esportati internamente ed esternamente dal nostro paese) risulta evidente che l'Italia abbia un sistema di raccolta, smaltimento e trasformazione dei rifiuti inefficiente e che necessita quindi di una vera e propria “rivolta” che sia in grado di trainarci verso una nuova “rinascita”.

L'economia circolare in questo senso è lo strumento più efficiente in grado di rivalorizzare i rifiuti, riducendo il trasporto (esportazione) ed incrementando tecnologie innovative presenti in tutto il territorio che siano in grado di gestire i rifiuti localmente riducendo quindi tutti i costi di esportazione e di trasporto e tutte le emissioni ed esso connessi.

Se dal punto di vista economico, i costi dell'esportazione sono destinati a crescere considerevolmente man mano che le economie dei Paesi “riceventi” si riprenderanno (o addirittura potremmo arrivare al punto in cui alcuni paesi, come già successo in Cina, si rifiuteranno di riceverli); dal punto di vista ambientale, le regole europee raccomandano di adottare, per lo smaltimento di rifiuti, criteri di prossimità rispetto al loro luogo di produzione. Non vi è infatti attività potenzialmente più inquinante (anche dal punto di vista del riscaldamento globale) del loro trasporto in terre lontane.

La **Direttiva 2006/12 /CE** dell' Unione Europea specifica le indicazioni sulla gestione dei rifiuti al fine di privilegiare processi efficaci e innovativi che adattino l'evoluzione tecnologica agli scenari di produzione dei rifiuti. Ogni Stato membro è tenuto perciò a considerare i rifiuti come materia prima, a raggiungere l'autonomia eliminando gli sprechi, a ridurre al minimo il trasporto di rifiuti presenti nel territorio ed a ridurre l'impatto ambientale

Per cambiare strada, così da essere in linea con gli altri paesi europei, occorre che tutti gli attori della partita acquisiscano una triplice consapevolezza³⁶.

In primo luogo, la raccolta differenziata in tutto il Paese deve raggiungere i livelli europei (in città come Roma, le percentuali sono ancora disastrosamente basse). In secondo luogo, è necessario rendersi conto che oggi, in grandi città italiane, non esistono abbastanza impianti destinati allo smaltimento dei rifiuti urbani non riciclabili. In altre parole, occorrono termovalorizzatori o una pirolizzatori efficientemente progettati e gestiti.

Infine, va oltrepassato il “pressapochismo” sino ad oggi dimostrato da alcune Regioni ed alcuni Enti locali nella localizzazione di questi impianti (tra cui il caso di Roma).

Importante sottolineare che non siamo in possesso di un' unica soluzione nella gestione dei rifiuti, esiste tuttavia il bisogno di avere una conoscenza delle diverse alternative così da formulare la soluzione ottimale dal punto di vista sia gestionale che ambientale.

Per rendere effettivo e completo un modello di Economia Circolare si necessita di una corretta dotazione impiantistica per la gestione dei rifiuti che non sia solo in grado di smaltirli in modo efficiente ma anche di garantire la competitività del settore produttivo.

³⁶ <https://www.diritto24.ilsole24ore.com/avvocatoAffari/mercatoImpresa/2012/09/i-rischi-di-esportare-i-rifiuti-urbani-di-una-grande-citta-allestero.php?preview=true>

Nella maggior parte dei casi i rifiuti devono essere (per mancanza di impianti) esportati con costi significativi ed una forte esposizione alle variabilità dei prezzi, spesso vincolati al livello di saturazione degli stessi impianti.

Sulla base della realtà nazionale sopra descritta emerge la necessità di un approccio razionale e coerente con le esigenze del Paese con politiche e azioni adeguate ed essenziali come quelle attuate dai Paesi nord europei spesso dai più citati come riferimento. Ad oggi la distribuzione degli impianti di gestione è totalmente disomogenea, costringendo alcune aree specialmente al centro -sud ad esportare i rifiuti. Risulta pertanto assolutamente necessario avviare un sistema integrato, con una adeguata prospettiva temporale, per la gestione dei rifiuti, in grado di rispondere alle esigenze ambientali, industriali e di crescita del nostro Paese. Per far questo è necessario assicurare le necessarie capacità impiantistiche di trattamento (riciclo, recupero e smaltimento), anche considerando che il ricorso alle discariche dovrebbe essere residuale poiché le operazioni di riciclo e recupero ne moderano l'esigenza.

Facendo una stima degli investimenti a livello nazionale, secondo il Report pubblicato da Assoambiente nel 2019 (tabella 3.2.6), il fabbisogno di investimenti a livello nazionale necessario per assicurare un ammodernamento e una implementazione impiantistica del settore al 2035 è stato stimato in circa 10 miliardi di euro. Di cui 2 miliardi destinati alle filiere del trattamento organico, 0,1 miliardi a quelle recupero dei fanghi, 4,1 miliardi ai termovalorizzatori, 3 miliardi alle discariche e 0,8 miliardi a stoccaggio e CFB.

Tabella 3.2.6 - Stima fabbisogno investimento settore rifiuti in Italia

FILIERA	FABBISOGNO INVESTIMENTO
Treatmento organico (digestione anaerobica - taglia media 90.000 ton) ¹⁴	2 miliardi €
Recupero fanghi (impianti di essiccazione di dimensione media pari a 50.000 ton) ¹⁵	0,1 miliardi €
Termovalorizzatori (Considerati ammodernamento/ revamping impianti esistenti) ¹⁶	4,1 miliardi €
Discariche (capacità di circa 200.000 mc/anno, considerati possibili ampliamenti discariche esistenti) ¹⁷	3 miliardi €
Altro (CFB, stoccaggi...)	0,8 miliardi €
Totale	10 miliardi €

Fonte: Report Assoambiente 2019

L'investimento di 10 miliardi è stato stimato da Assoambiente non solo sulla base della situazione presente ma anche sugli obiettivi di gestione definiti dal Pacchetto Circular Economy per i rifiuti urbani e sull'ottica di evitare ulteriori stagioni emergenziali per quanto riguarda la gestione dei rifiuti (urbani e speciali) in Italia.

Case study : Roma ed un sistema di smaltimento rifiuti al collasso

Secondo la letteratura, da dicembre 2016, l'esportazione di rifiuti verso l'Austria costa all'Ama circa 139,81 euro per tonnellata, con convogli che trasportano circa 750 tonnellate di rifiuti alla volta.

È stato stimato che nell'arco di 4 anni di appalto (dal valore complessivo di circa 95 milioni di euro, inclusi i costi di sicurezza) verranno trasportate circa 640 mila tonnellate di rifiuti; differenziati in primo luogo a Roma per poi essere successivamente spediti in Austria, che li raccoglie e li trasforma in energia, attuando un processo di Energy Recovery.

Tuttavia se valorizzassimo i nostri rifiuti investendo in impianti locali efficienti, abbatteremmo così un costo di circa 91 milioni di euro.

Se queste 640 mila tonnellate di rifiuti fossero state indirizzate ad esempio ad un termovalorizzatore locale avremmo creato, producendo (secondo quanto dichiarato da Eni nel documento Energia dai rifiuti) indicativamente 0,67 MWh di elettricità e 2 MWh di calore³⁷, circa 428,8 MWh di elettricità e circa 1,3 milioni di MWh di calore.

Un sistema di termovalorizzatori efficiente quindi non solo darebbe valore intrinseco ai rifiuti riducendo i costi legati alle esportazioni ma diminuirebbe anche l'uso di combustibili fossili, utilizzati specialmente per riscaldarsi. Investire in tecnologie di questo tipo, anche se comporta costi di installazione iniziali e costi di manutenzione, risulta essere l'unica reale soluzione per risolvere il problema dello smaltimento dei rifiuti a Roma che oggi è davvero arrivato al collasso con discariche chiuse, inceneritori dismessi, costi di esportazione insostenibili e rifiuti lasciati per le strade a causa di una mancanza di luoghi di raccolta efficienti (con il paradosso che i cittadini romani sono tra quelli che pagano il più alto livello di tasse sui rifiuti).

Si necessita quindi di un sistema burocratico e delle regolamentazioni più chiare, veloci ed efficaci che vengano messe in atto al più presto così da rendere Roma sostenibile ed indipendente dai rifiuti, e quindi al pari delle altre capitali europee.

3.2.1 *Cash from trash* e pirolisi

Uno degli scopi dell'economia circolare è quello di incrementare le sinergie tra il processo di gestione dei rifiuti e la produzione di energia termica destinata alle reti di teleriscaldamento. Nello specifico, si ha intenzione di recuperare il calore prodotto dai processi di trattamento dei rifiuti valorizzando la capacità termica già installata sul territorio nazionale ed investendo in ricerca e sviluppo.

A tal proposito, la termovalorizzazione è un concetto ampio che include molto più del semplice incenerimento dei rifiuti. In tale concetto, infatti, rientrano anche i diversi processi di trattamento dei rifiuti in grado di generare energia (ad esempio sotto forma di elettricità e/o calore o tramite la produzione di biocombustibili da rifiuto) che si rilevano quanto mai necessari al conseguimento degli obiettivi ambientali imposti a livello internazionale³⁸.

³⁷ Energia dai rifiuti – Eni scuola

³⁸ Confindustria 2018

Box 3.2.1.1 Potenziale di recupero energetico da rifiuti in Italia

La capacità di trattamento complessiva pari a circa 6 milioni e mezzo di tonnellate deve essere confrontata con una stima del fabbisogno teorico di termovalorizzazione a livello nazionale che se consideriamo uno scenario ipotetico con raccolta differenziata al 65% (al 2015 la percentuale di raccolta differenziata in Italia era pari al 47,5%), risulta che il fabbisogno residuo di termovalorizzazione rispetto alla capacità in esercizio è di circa 3,75 milioni di tonnellate, senza considerare gli scarti delle filiere del trattamento e recupero che, come detto, hanno come unica opzione di gestione, oltre allo smaltimento e all'esportazione quella della termovalorizzazione.

Parallelamente, se consideriamo il dato reale di raccolta differenziata in Italia nel 2015, il fabbisogno residuo di termovalorizzazione risulta essere significativamente maggiore e pari a 8,9 milioni di tonnellate. Si può alzare il livello di energia prodotta da rifiuti, ma di certo è quasi insignificante rispetto al fabbisogno nazionale. Si tratta di 4 TWh elettrici e 1,5 TWh termici al 2013. Per capirci, la domanda lorda di elettricità in Italia è sui 320 TWh. Anche 8 "termovalorizzatori" in più non cambiano molto lo scenario.

Recupero energetico da incenerimento di RU (GWh)

Area geografica	2009				2010			
	Elettrico		Termico		Elettrico		Termico	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Nord	2.363	74,5	965	100	2.528	67,8	1.145	92,7
Centro	232	7,3	0	0	353	9,5	0	0,0
Sud	577	18,2	0	0	847	22,7	90	7,3
Totale	3.172	100	965	100	3.727	100	1.235	100

Area geografica	2011				2012			
	Elettrico		Termico		Elettrico		Termico	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Nord	2.788	68,6	1.265	55,0	2.695	67,4	1.713	99,7
Centro	330	8,1	0	0,0	461	11,5	0	0,0
Sud	946	23,3	1035	45,0	840	21,0	5	0,3
Totale	4.063	100	2.301	100	3.996	100	1.718	100

Area geografica	2013			
	Elettrico		Termico	
	GWh	%	GWh	%
Nord	2.787	66,5	1.508	100
Centro	469	11,2	0	0,0
Sud	937	22,4	0	0,0
Totale	4.193	100	1.508	100

Fonte: Confindustria 2018

Nello scenario dell'Energy Recovery, scenario in cui si convertono rifiuti non riciclabili in calore, elettricità o combustibile riutilizzabili attraverso una varietà di processi tra cui combustione, gassificazione, pirolizzazione, digestione anaerobica e recupero di gas di scarica, si riscontra la necessità di migliorare gli strumenti economici, compresi i finanziamenti pubblici, così da spingere gli investitori ad investire in tale settore (il trattamento termico più comune è l'incenerimento; meno comune è il cosiddetto trattamento termico avanzato (ATT) che implica tecnologie come gassificazione o pirolisi).

Al riguardo, le istituzioni dovrebbero indirizzarsi verso interventi coerenti con i principi dell'azione ambientale in tema di rifiuti, utilizzando regolamentazioni (burocrazia) chiare, veloci ed efficienti e che inducano gli investitori ad investire in tecnologie già impiegate (termo-inceneritori) od innovazioni (pirolizzatori). Da questo punto di vista l'attività del regolatore potrebbe dispiegarsi nell'esercizio di compiti di valutazione dei costi delle singole prestazioni, nell'ottica della determinazione dei costi efficienti e di compiti di fissazione dei criteri per la definizione delle tariffe di accesso.

Gli impianti di recupero energetico da rifiuti sono di varia natura:

- Termovalorizzatori:** sistemi dotati di filtri capaci di abbattere il livello delle dispersioni di materiale dannoso in atmosfera che prevedono la produzione di energia termica a partire dalla combustione dei rifiuti;

b) **Pirolizzatori:** impianti dove i rifiuti vengono trattati attraverso la pirolisi o dissociazione molecolare, processo di degradazione termica in assenza di ossigeno, che, sotto particolari condizioni di pressione e temperatura - circa 450-500° c - trasforma le sostanze organiche presenti nel rifiuto in combustibili solidi, liquidi e gassosi in proporzioni che dipendono dai metodi di pirolisi stessa (pirolisi veloce, lenta, o convenzionale). Lavorare in totale assenza di ossigeno permette di sottrarre considerevoli quantità di CO₂ all'ecosistema rispetto all'utilizzo delle tecniche convenzionali.

Box 3.2.1.2 Differenze tra termovalorizzatori e pirolisi

<i>Termovalorizzatori</i>	<i>Pirolisi</i>
➤ È un processo esotermico. ➤ Producono energia dalla combustione dei rifiuti trasformando l'energia termica in elettricità. ➤ Sono dotati di filtri in grado di ridurre il livello di dispersione di materiale nocivo nell'atmosfera. ➤ Il 70% delle ceneri e delle polveri nocive viene filtrato, il 30% delle nano particelle cancerogene, tuttavia, viene rilasciato nell'atmosfera. ➤ Gli impianti di termovalorizzazione sfruttano l'effetto scala del mercato: grandi impianti che non sono molto adattabili alle piccole imprese	➤ È un processo endotermico ➤ La pirolisi fornisce modi più flessibili di immagazzinare energia rispetto all'incenerimento ➤ Trasforma, in assenza di ossigeno, le sostanze organiche presenti nei rifiuti in prodotti solidi, liquidi o gassosi senza emissione di diossina o CO₂. ➤ Minori emissioni di zolfo e ossidi di azoto rispetto all'incenerimento ➤ La quantità di materia organica "corrotta" è minima, il che può impedire l'inquinamento delle discariche.

Sia i termovalorizzatori che i pirolizzatori convertono la plastica in energia, che può essere introdotta nel mercato, riducendo la domanda di altre fonti ed impattando quindi sulle importazioni.

Un aspetto di fondamentale importanza degli impianti pirolitici è che, non producendo emissioni nocive o residui di lavorazione, il materiale in ingresso viene smaltito senza gravare sulle discariche già eccessivamente utilizzate. Il risultato è un ciclo energetico capace di smaltire direttamente in loco i rifiuti prodotti senza dover dipendere da discariche spesso al di fuori dei confini nazionali e riducendo quindi il trasporto dei rifiuti rispettando la Direttiva Europea 2006/12/CE precedentemente citata ed i principi della Circular Economy.

I pirolizzatori utilizzerebbero quindi i così detti CDR - combustibile derivato dai rifiuti (in inglese RDF, *Refuse Derived Fuel*) - che, in qualità di combustibili secondari, possono prestarsi a diversificati utilizzi.

Nel 2003 è stata formata una Commissione Europea, "Refuse Derived Fuel, Current Practice and Perspectives", che evidenzia il vantaggio di sostituire i combustibili fossili con il CDR, sempre che siano garantiti i limiti delle emissioni prodotte. Il CDR è composto da tutti i rifiuti con elevato potere calorico che, non potendo essere passibili di una valorizzazione materiale, finirebbero per essere portati in discarica, ma che dopo un processo realizzato in accordo con criteri, regolamenti, norme e specifiche tecniche appropriate, viene trasformato in combustibile secondario utilizzato negli impianti per la produzione di energia per i processi produttivi.

Un impianto pirolitico da 3,5 MWh nominali smaltisce 37.500 tonnellate annue di CDR, pari alla produzione media di CDR di una città di circa 250.000 abitanti e con una produzione di 26.250 MW equivalente a 2.250 TEP (Tonnellate Equivalenti di Petrolio risparmiato).³⁹

I principali benefici dell'utilizzo del gas di pirolisi per la produzione di energia sono: la diminuzione della dipendenza dai combustibili fossili, con un effetto positivo anche sulla bilancia dei pagamenti grazie alle riduzioni di importazioni dei combustibili; il rispetto della Direttiva Europea che consiglia la minimizzazione del ricorso al trasporto su ruote, riduzione dell'inquinamento, miglioramento della qualità ambientale e di vita e l'aumento dell'occupazione (un impianto pirolitico da 2 MW nominali con un potenziale di conferimento di 50 t/d di CDR prevede circa 12 addetti).

Il gas di pirolisi si rivela quindi una fonte energetica pulita e sostenibile in grado di offrire una valida alternativa in termini di risorsa energetica per la comunità, per l'ambiente e per l'economia.

I pirolizzatori sono più competitivi rispetto ai termovalorizzatori per motivi ambientali ma anche economici. La ragione è che, pur avendo le due tecnologie un costo simile, la prima funziona anche in impianti piccoli, laddove il termovalorizzatore sfrutta maggiormente "l'effetto scala".

Tuttavia, in Italia gli impianti maggiormente utilizzati (anche se in riduzione) sono i termovalorizzatori.

Secondo i dati del rapporto 2018 dell'Ispra (Tabella 3.2.1.1), i rifiuti urbani inceneriti nel 2017 sono stati complessivamente circa 6,1 milioni di tonnellate (-1,5% rispetto al 2016) e il totale degli impianti attivi in territorio nazionale è risultato essere sceso a 39, contro 41 dell'anno precedente⁴⁰. Il parco impiantistico non è uniformemente distribuito sul territorio nazionale.

Il 66,7% delle infrastrutture infatti è localizzato nelle regioni settentrionali (26 impianti) e, in particolare, in Lombardia e in Emilia Romagna con, rispettivamente, 13 ed 8 impianti operativi.

Nel Centro e nel Sud, gli impianti di incenerimento operativi sono rispettivamente 7 e 6, ovvero il 17,9% e il 15,4% delle infrastrutture (Tabella 3.2.1.2). Per tale ragione il centro sud si ritrova spesso a dover importare i propri rifiuti al nord Italia o all'estero.

Tabella 3.2.1.1 Numero di impianti di incenerimento e rifiuti totali inceneriti per macroarea geografica 2013 – 2017

	N. Impianti					Totale rifiuti inceneriti (t/a)				
	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017
Nord	28	29	26	26	26	4.082.786	4.503.191	4.468.630	4.464.175	4.469.251
Centro	12	8	8	8	7	660.376	640.086	587.952	653.028	620.839
Sud	8	7	7	7	6	1.072.054	1.135.553	1.101.933	1.088.428	1.023.142
Italia	48	44	41	41	39	5.815.216	6.278.830	6.158.515	6.205.631	6.113.232

Fonte: ISPRA

³⁹ Vedi ec.europa.eu.

⁴⁰ Vedi isprambiente.gov.it.

Tabella 3.2.1.2 Numero di impianti di incenerimento che trattano rifiuti urbani 2012 – 2017

Regione	N. Impianti					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Piemonte	2	2	2	1	1	1
Valle d'Aosta	-	-	-	-	-	-
Lombardia	13	13	13	13	13	13
Trentino Alto	1	1	2	1	1	1
Veneto	3	3	3	2	2	2
Friuli Venezia	1	1	1	1	1	1
Liguria	-	-	-	-	-	-
Emilia	8	8	8	8	8	8
NORD	28	28	29	26	26	26
Toscana	8	7	5	5	5	5
Umbria	-	-	-	-	-	-
Marche	1	1	-	-	-	-
Lazio	4	4	3	3	3	2(*)
CENTRO	13	12	8	8	8	7
Abruzzo	-	-	-	-	-	-
Molise	1	1	1	1	1	1
Campania	1	1	1	1	1	1
Puglia	2	2	1	1	1	1
Basilicata	1	1	1	1	1	1
Calabria	1	1	1	1	1	1
Sicilia	-	-	-	-	-	-
Sardegna	2	2	2	2	2	1
SUD	8	8	7	7	7	6
ITALIA	49	48	44	41	41	39

(*) è compreso un impianto di Colleferro (RM) che ha trattato quantità molto esigue di rifiuti per un breve periodo e, in seguito, è stato chiuso

Fonte: ISPRA

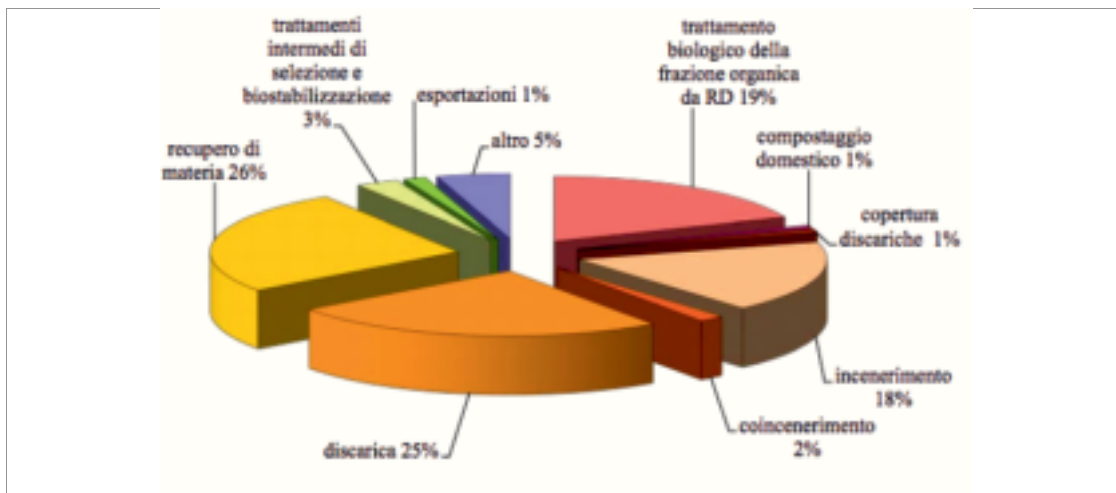
Come segnalato dal rapporto dell'ISPRA, significative quantità di rifiuti prodotti nel Centro e Sud Italia vengono infatti incenerite in impianti localizzati al Nord, non rispettando i criteri di riduzione dei trasporti dei rifiuti stabiliti dall'UE.

La sola Lombardia, per esempio, ha incenerito nel 2016 quasi 190 mila tonnellate di rifiuti prodotti nelle regioni Lazio, Campania, Puglia e Abruzzo. Dall'analisi dei dati regionali emerge infine che la Lombardia ha incenerito il 34% del totale dei rifiuti urbani a livello nazionale seguita dall'Emilia Romagna (18%), dalla Campania (13%), dal Piemonte (8%), dal Lazio (7%), dalla Toscana (5%), dal Veneto (4%), dal Trentino Alto Adige, dal Friuli Venezia Giulia, dalla Sardegna e dal Molise (2%) ed infine dalla Puglia, dalla Calabria e dalla Basilicata (1%).

Da ciò si evince che non tutte le regioni sono dotate delle necessarie infrastrutture di trattamento dei rifiuti.

La scarsità degli impianti fa sì che in molti contesti territoriali si assista ad un trasferimento dei rifiuti raccolti in altre regioni o all'estero. Da sottolineare quindi quanto il Sud abbia bisogno dell'installazione di nuovi impianti specialmente di pirolisi, considerati più efficienti, sostenibili ed economicamente vantaggiosi (soprattutto in realtà più piccole).

Figura 3.2.1.1 Ripartizione percentuale della gestione dei rifiuti urbani, anno 2016



Fonte: ISPRA

3.2.2 Plastic to fuel

Il processo “Plastic to fuel” trasforma, tramite pirolisi, la plastica non riciclabile in energia, utilizzando energia elettrica rinnovabile proveniente da fotovoltaico (o ricavata dal *syngas*). Tale processo di conversione termica, realizzato in un reattore in assenza di ossigeno (e quindi privo di combustione e di emissioni nocive/ CO_2), è in grado di produrre combustibili liquidi (fuel), *syngas* e char. I combustibili liquidi risultano essere simili alla benzina ed al diesel ma con un basso contenuto di carbonio; il *syngas*, invece, viene utilizzato per ricoprire il fabbisogno energetico del processo quando l'energia rinnovabile non è disponibile o per l'energia termoelettrica; ed il char, che può essere adoperato nell'edilizia ed in agricoltura.

Sviluppare un metodo di conversione efficiente per flussi di rifiuti di plastica eterogenei non solo fornirebbe una soluzione al problema rifiuti, ma fornirebbe anche una spinta alle economie locali. Impiegando la Pirolisi come mezzo per convertire in risorsa una miscela di materiali di scarto di plastica permetterebbe non solo di recuperare petrolio greggio dai rifiuti ma anche di ridurre l'impatto ambientale.

Il prodotto grezzo risultante dal “Plastic to fuel” è stato analizzato con vari metodi analitici tra cui FT-IR, GC-MS e viscosità cinematica. I risultati dell'analisi della spettroscopia infrarossa (FT-IR) mostrano che l'olio combustibile prodotto è costituito da 21 gruppi funzionali; è quindi una miscela di composti alifatici e aromatici (I composti alifatici risultano essere i più abbondanti). Inoltre, l'olio combustibile grezzo di pirolisi, a differenza della maggior parte dei carburanti convenzionali, è privo di qualsiasi gruppo funzionale correlato allo zolfo.

Secondo i risultati ottenuti dal metodo GC-MS, l'olio combustibile generato dal processo “Plastic to fuel” contiene sostanze che rientrano nell'intervallo del gasolio ($\text{C}_{12}\text{-C}_{24}$), con l'alcool behenico come composto con il picco più alto. L'olio combustibile greggio ha una viscosità cinematica di $1.036 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1}$, che diminuisce con l'aumentare della temperatura⁴¹.

⁴¹ Plastic waste to fuel via pyrolysis_ A key way to solving the severe plastic waste problem in Ghana

I risultati mostrano che l'olio combustibile greggio ottenuto ha la possibilità di essere utilizzato come combustibile alternativo per un'ampia gamma di scopi in futuro. A questo proposito, la pirolisi dei rifiuti di plastica mista studiata qui rappresenta un mezzo efficiente, pulito ed efficace per rimuovere i detriti di plastica dall'ambiente.

Tabella 3.2.2.1 Fourier Transform Infrared spectroscopy (FT-IR): risultati e gruppi funzionali presenti

Peak	$\lambda(\text{cm}^{-1})$	Y(%T)	Bond	Functional group
1	2955.95	81.26	C-H stretch	Alkanes
2	2921.99	72.14	C-H stretch	Alkanes
3	2851.97	83.3	C-H stretch	Alkanes
4	1695.11	90.18	C=O stretch	Carboxylic acids
5	1642.54	95.28	C=C stretch	Alkenes
6	1603.91	96.14	C-C stretch (in ring)	Aromatics
7	1455.37	83.3	C-H bend	Alkanes
8	1377.13	85.26	C-H bend	Alkanes
9	1265.18	88.12	C-N stretch	Aromatic amines
10	1110.34	91.38	C-N stretch	Aliphatic amines
11	1060.77	90.98	C-N stretch	Aliphatic amines
12	1026.47	91.07	C-N stretch	Aliphatic amines
13	991.8	90.87	=C-H bend	Alkenes
14	967.28	90.3	=C-H bend	Alkenes
15	908.96	87.3	N-H wag	1°, 2° amines
16	887.47	86.12	C-H "loop"	Aromatics
17	757.46	90.99	C-Cl stretch	Alkyl halides
18	711.64	85.81	C-H rock	Alkanes
19	699.12	84.98	-C≡C-H: C-H bend	Alkynes
20	648.88	95.34	C-Br stretch	Alkyl halides
21	548.96	94.46	C-Br stretch	Alkyl halides

Fonte: Plastic waste to fuel via pyrolysis_ A key way to solving the severe plastic waste problem in Ghana

Utilizzando i pirolizzatori nel processo "Plastic to fuel", la plastica non riciclabile acquisirebbe un valore intrinseco riducendo le emissioni ed incentivando la corretta gestione dei rifiuti stessi; impedendone così la dispersione nell'ambiente. Con questa tecnologia inoltre, la plastica non riciclabile non dovrà essere separata in diverse tipologie ma può essere inserita nell'impianto di pirolisi in modo diretto. Le tipologie di polimeri che possono essere utilizzate sono polistirene, polipropilene, polietilene ad alta densità e polietilene a bassa densità ed è importante identificare quanti rifiuti di plastica è necessario raccogliere per produrre carburante.

Secondo il gruppo svizzero GRT⁴² (in linea anche con il "Plastic waste to fuel via pyrolysis"), per ogni tonnellata di plastica non riciclabile raccolta si possono produrre circa 800 litri di carburante. Il carburante fornito ha un costo di 25 dollari al barile (tra un terzo e metà prezzo rispetto al greggio).

Soffermandoci ora sullo scenario precedentemente citato riguardo alla plastica prodotta e raccolta nel 2016 in Europa, se i rifiuti di plastica fossero stati raccolti utilizzando il processo di pirolisi anziché le discariche, sarebbero state prodotte circa 5,9 milioni di tonnellate di combustibile, con un margine pari a 147,6 milioni di euro.

$$7.4 \text{ m t}^1 \times 0,8 \text{ t}^2 = 5.9 \text{ m t of fuel}^3$$

¹ Plastica raccolta in discarica nel 2016

² Tonnellate di carburante per ogni tonnellata di plastica

³ Combustibile generato da pirolisi

⁴² Vedi grtgroup.swiss.

Anche in Italia (con riferimento alla plastica prodotta e raccolta nel 2016) se i rifiuti di plastica (circa 1,3 milioni di tonnellate) fossero stati raccolti utilizzando il processo di pirolisi anziché le discariche, sarebbero state prodotte circa 1,0 milioni di tonnellate di combustibile (1 miliardo di litri) con un margine pari a 25 milioni di euro.

$$1.3 \text{ m t}^1 \times 0,8 \text{ t}^2 = 1.0 \text{ m t of fuel}^3$$

¹ Plastica raccolta in discarica nel 2016

² Tonnellate di carburante per ogni tonnellata di plastica

³ Combustibile generato da pirolisi

Box 3.2.2.1 Qual è il potenziale della plastic-to-fuel in Italia?

Supponiamo che il combustibile abbia un potere calorifico⁴³ pari a quello del gasolio, ovvero 10.200 kcal/kg; sappiamo che la densità del gasolio è 0,835 kg/l; dunque, in un litro di combustibile ci sono 8.517 kcal. Allora 1,3 Mt di plastica, dalle quali si ottengono 1,04 Mt di combustibile, corrispondono a 1,245 miliardi di litri di combustibile, con un contenuto energetico di 10,608 Pcal (petacalorie), ovvero 1,06 Mtep.

Con tale strumento, la plastica non riciclabile acquisirebbe un valore intrinseco, riducendo le emissioni e costituendo un incentivo per la loro corretta gestione, impedendone la dispersione nell'ambiente.

Le imprese che distribuirebbero carburante prodotto da plastica non riciclabile, chiamate “oil off-takers”, inoltre ridurrebbero le emissioni di CO₂ dall'estrazione, dalla raffinazione e dal trasporto e, rivolgendosi ad una produzione locale permetterebbe ai consumatori di inquinare meno (-70% delle emissioni di CO₂ se si considera l'intera catena del valore del combustibile), di ridurre i livelli di importazioni e di incrementare i posti di lavoro.

Economicamente parlando abbiamo elementi sufficienti per affermare che questa tecnologia risulta essere in grado di apportare benefici evidenti al sistema Italia, riducendo le importazioni di rifiuti ed i costi ad essi attribuiti, oltre alle emissioni e alla loro dispersione nell'ambiente.

Sono necessari tuttavia incentivi da parte del legislatore che siano in grado di accelerare la competitività della tecnologia stessa, fidelizzando allo stesso tempo gli investitori. Gli incentivi verrebbero compensati in breve periodo da valore aggiunto ed occupazione nazionale.

Investendo in tecnologie di questo tipo, la plastica non riciclabile (così come i rifiuti umidi o altri tipi di rifiuti) acquisirebbe un valore intrinseco che ne incentiverebbe la corretta gestione.

3.2.3 Energia dal rifiuto umido

La visione è quella di valorizzare i rifiuti organici trasformandoli in una risorsa per il luogo stesso che li ha prodotti. Questo è, infatti, l'obiettivo del progetto europeo DECISIVE (*DECentralized management*

⁴³ Vedi: enea.it.

Scheme for Innovative Valorization of urban biowaste), che sta realizzando mini-impianti per produrre energia dalla raccolta dell'umido.

L'idea è quella di verificare la fattibilità economica e la funzionalità di piccoli digestori anaerobici accoppiati a motori *stirling*: i primi permettono di scomporre il materiale biodegradabile producendo biogas e digestato, i secondi sono motori a combustione esterna che trasformano l'energia termica in lavoro.

Il contesto sociale, economico ed ambientale richiede lo sviluppo di sistemi basati sull'economia circolare che comprendano la gestione dei rifiuti organici, come bioraffinerie e produttori di compost locali. Sistemi del genere in grado di produrre energia dai rifiuti organici urbani su micro-scala hanno ancora poco spazio sia in Europa che in Italia.

Per diminuire l'impatto ambientale delle città, e contribuire alla capacità di recupero sulle scorte di cibo e sulla mancanza di energia in caso di crisi, devono essere migliorati i sistemi di smaltimento dei rifiuti, così da incrementare il riciclo delle risorse e la valorizzazione locale.

In questo contesto il progetto DECISIVE propone di cambiare l'esistente metabolismo urbano dei rifiuti organici (cibo, piante, ecc...), dell'energia e delle biomasse con un'economia di tipo circolare. Inoltre, si vuole valutare gli impatti di queste modifiche su tutto il ciclo di amministrazione dei rifiuti. Quindi, l'impegno si sposta dall'importazione delle merci e lo smaltimento extra urbano dei rifiuti ad una rete interurbana col compito di permettere la valorizzazione locale e circolare delle biomasse, tramite la produzione di biometano prodotto in loco. All'incremento della popolazione nelle città, è strettamente legata la crescita della domanda energetica, dei generi alimentari e dei rifiuti stessi.

Per tali ragioni, la gestione dei rifiuti urbani sta diventando sempre più impegnativa sia in ambito logistico che in termini di sostenibilità.

3.3 Biometano e biocombustibili

Il biometano, ottenuto dagli scarti di biomasse di origine agricola e dalla frazione organica dei rifiuti solidi urbani derivanti dalla raccolta differenziata, si considera un tassello fondamentale nel corretto trattamento dei rifiuti biodegradabili nell'ambito del nuovo scenario dell'economia circolare a livello italiano ed europeo.

L'Associazione Europea del Biogas (EBA) ha presentato i benefici del gas rinnovabile nel futuro sistema energetico durante la COP24 di Katowice, in Polonia. Il consorzio Gas for Climate, di cui l'EBA è membro, ha presentato la propria visione sul ruolo del gas rinnovabile a basse emissioni di carbonio nel futuro, dichiarando l'importante ruolo che il biogas svolgerà se si vorranno rispettare gli obiettivi dell'Accordo di Parigi e raggiungere la completa decarbonizzazione entro il 2050, specialmente nel settore trasporti.

L'andamento dei consumi finali dei prodotti energetici nei trasporti in Italia nel periodo 2005-2017, come illustrato dalla tabella sotto riportata, è variato notevolmente.

Se nel 2017 i prodotti petroliferi hanno riportato riduzioni pari al 20%, con gasolio/diesel, benzine ed altri prodotti che hanno registrato una flessione del -12%, del -48% e del -38%. Tutte le altre fonti e gli altri prodotti energetici destinati ai trasporti hanno mostrato invece un *trend* di crescita piuttosto evidente.

Come riportato dalla tabella 3.3.1, le fonti che sono risultate essere le più richieste sono i biocarburanti, il GPL ed il gas naturale che sono cresciuti rispettivamente del 501%, 62% e 180%. Il gas naturale è quasi triplicato passando da 380 ktep al 2005 a 1.064 ktep al 2017.

Tabella 3.3.1 Consumi finali di energia nel settore Trasporti in Italia (ktep)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Var% 2005- 2017
Prodotti petroliferi	43.427	43.955	44.208	41.790	39.477	38.702	38.640	36.271	35.493	37.048	36.353	36.004	34.840	-20%
gasolio/diesel	23.793	24.946	25.851	24.465	23.007	22.703	22.914	21.910	21.433	22.773	22.090	22.136	20.987	-12%
benzine	14.175	13.302	12.424	11.446	10.957	10.276	9.908	8.770	8.399	8.495	8.192	7.650	7.433	-48%
cherosene	3.700	3.964	4.212	4.065	3.669	3.863	3.962	3.782	3.682	3.720	3.862	4.004	4.199	13%
GPL	1.131	1.084	1.034	1.102	1.204	1.334	1.392	1.483	1.689	1.718	1.817	1.756	1.832	62%
altri prodotti	628	659	687	712	640	526	464	325	290	342	393	458	390	-38%
Gas naturale	380	436	484	550	601	695	852	886	1.031	1.072	1.087	1.106	1.064	180%
Biocarburanti	177	159	140	729	1.145	1.419	1.401	1.368	1.252	1.065	1.167	1.041	1.062	501%
biodiesel (sost + non sost)	177	159	140	658	1.052	1.297	1.287	1.263	1.178	1.055	1.142	1.008	1.029	482%
benzine bio (sost + non sost)	0	0	0	71	93	122	114	105	74	10	25	33	33	-
Elettricità	853	879	895	932	906	917	928	925	926	900	933	960	979	15%
da fonti rinnovabili (*)	139	140	143	155	170	1.84	219	254	290	301	312	326	334	140%
da fonti non rinnovabili	714	739	752	777	735	733	710	671	636	599	599	621	633	10%
TOTALE CONSUMI FINALI DI ENERGIA NEL SETTORE TRASPORTI (A)	44.836	45.428	45.727	44.000	42.128	41.734	41.822	39.449	38.702	40.085	39.541	39.110	37.945	-15%
TOTALE CONSUMI FINALI DI ENERGIA (tutti i settori) (B)	137.216	135.659	134.624	134.279	126.174	128.506	123.184	121.816	118.554	113.310	116.224	115.920	115.186	-16%
Incidenza consumi settore Trasporti sui consumi totali (A/B)	32,7%	33,5%	34%	32,8%	33,4%	32,5%	34,0%	32,4%	32,6%	35,4%	34,0%	33,7%	32,9%	-

Fonte: elaborazioni GSE su dati Eurostat

L'evidente crescita dei biocarburanti è stata favorita dai meccanismi pubblici di sostegno che hanno obbligato i soggetti che immettono in consumo benzina e gasolio a rispettare una percentuale minima di miscelazione con biocarburanti. È tuttavia con la legge 81/2006 che la diffusione dei biocarburanti ha iniziato il suo trend di crescita ben visibile già dal 2008. Nel 2017, il volume totale dei biocarburanti immessi in consumo in Italia di biodiesel e benzine bio è stato pari a 1.062 ktep contro i 177 ktep del 2005.

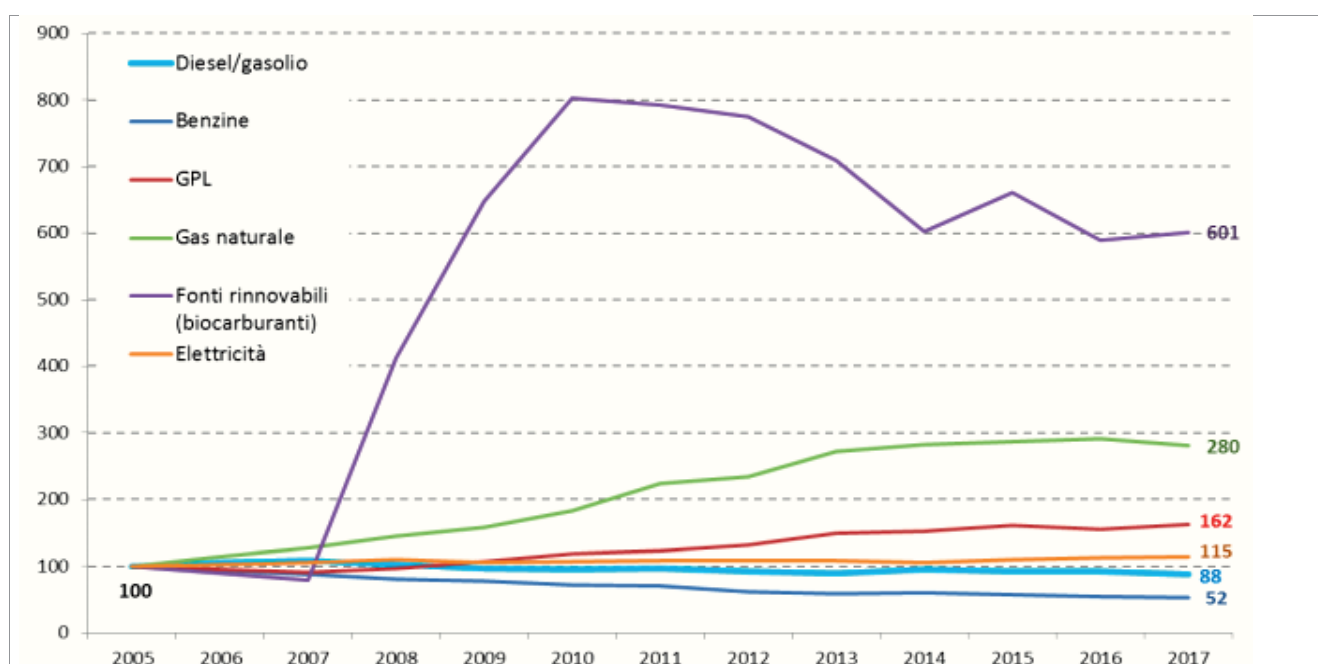
Box 3.3.1 : Un futuro per il Combustibile da "Plastic to fuel" nel settore trasporti

La domanda dei prodotti petroliferi destinati al settore Trasporti potrebbe ridursi se questi ultimi fossero sostituiti da combustibile prodotto da rifiuti plastici tramite pirolisi (Plastic to fuel).

Partendo dal dato 2016 sui consumi di prodotti petroliferi nei trasporti (36 Mtep), la domanda si sarebbe ridotta del 2,9% se questi ultimi fossero sostituiti da combustibile prodotto da rifiuti plastici tramite pirolisi (*Plastic to fuel*).

Investire nella tecnologia "*Plastic to fuel*" e raccogliere/indirizzare tutti i rifiuti plastici non riciclabili (anche quelli dispersi nell'ambiente) all'energy recovery, nel lungo periodo, non solo incrementerebbe la quantità di combustibile finale prodotto riducendo in questo modo la domanda ed il consumo di altri prodotti petroliferi ma rispetterebbe anche il concetto di economia circolare dando valore intrinseco ai rifiuti e creando energia.

Figura 3.3.1 Andamento dei consumi finali di alcuni prodotti energetici nei trasporti (indice 2005 = 100)



Fonte: elaborazioni su dati Eurostat

La tabella 3.3.1 illustra il peso per le diverse modalità di trasporto di ciascun prodotto energetico rispetto ai consumi di energia rilevati in Italia nel 2017.

Tabella 3.3.2 Consumi finali di energia nel settore Trasporti in Italia per modalità - anno 2017 (ktep)

	Trasporti ferroviari	Trasporti stradali	Aviazione internaz.	Aviazione interna.	Navigazione interna	Condotte	Altro (*)	TOTALE	
								Ktep	%
Prodotti petroliferi	34	29.738	3.419	780	869			34.840	91,8%
gasolio/diesel	34	20.473			480			20.987	55,3%
benzine		7.433						7.433	19,6%
cherosene			3.419	779				4.199	11,1%
GPL		1.832						1.832	4,8%
altri prodotti				1	388			390	1,0%
Gas naturale		847				217		1.064	2,8%
Biocarburanti		1.062						1.062	2,8%
biodiesel (sost + non sost)		1.029						1.029	2,7%
benzine bio (sost +non sost)		33						33	0,1%
Elettricità	474	7				33	465	979	2,6%
da fonti rinnovabili (*)	162	2				11	159	334	0,9%
da fonti non rinnovabili	312	5				22	306	645	1,7%
TOTALE	508	31.654	3.419	780	869	250	465	37.945	100%
	1,3%	83,4%	9,0%	2,1%	2,3%	0,7%	1,2%	100%	

Fonte: elaborazioni GSE su dati Eurostat

Secondo i dati Eurostat elaborati dal GSE soprariportati, nel 2017 i prodotti petroliferi risultano essere i più utilizzati, raggiungendo il 91,8%. Il principale contributo è stato fornito dal diesel che ha raggiunto il 55,3 % dei prodotti petroliferi (utilizzato in misura quasi tripla rispetto alla benzina); seguito da Benzine (19,6%), cherosene (11,1%), GPL (4,8%) ed altri prodotti (1,0%). Di notevole rilevanza anche il contributo del carburante per aviazione (cherosene). Gli altri prodotti energetici forniscono un contributo ai consumi complessivi ancora relativamente marginale. Se il gas naturale ha raggiunto il 2,8%; le fonti rinnovabili, considerando i consumi effettivi, hanno raggiunto un peso pari al 3,7% con il 2,8% proveniente dai biocarburanti e lo 0,9% da elettricità da FER. I consumi di energia elettrica prodotta da fonti fossili hanno invece toccato l'1,7%. L'elettricità nei trasporti ha complessivamente invece raggiunto il 2,6% (0,9% da FER e 1,7% da fonti non rinnovabili).

Secondo il Report “Energia nel settore trasporti” pubblicato dal GSE, nel 2018 in Italia sono stati immessi in consumo poco più di 1,4 milioni di tonnellate di biocarburanti, quasi esclusivamente sostenibili (99,9%). Oltre il 97% di tali volumi è costituito da biodiesel; l'incidenza di bio-ETBE è assai più contenuta (2,6%), quella di bioetanolo e biometano risulta essere molto contenuta.

In termini di consumi fisici, nel 2018 si è rilevato un aumento molto rilevante rispetto all'anno precedente (+17,7%); se si guarda ai soli carburanti *double counting* l'incremento risulta ancora maggiore (+64,8%).

Il biometano ha un ruolo importante nella strategia energetica del nostro Paese nella riduzione dell'inquinamento atmosferico, nella lotta ai cambiamenti climatici e nella creazione di nuovi posti di lavoro. Secondo il Comitato Termotecnico Italiano, il biometano è in grado di evitare l'immissione di gas serra di almeno il 75% rispetto a quelle dei combustibili fossili.⁴⁴

Il 20 marzo 2018 è entrato ufficialmente in vigore in Italia il decreto che incentiva l'impiego del biometano nel settore dei trasporti. Tale Decreto interministeriale promuove l'uso del biometano e degli altri biocarburanti avanzati nel settore dei trasporti risultando essere un provvedimento strategico, che mira a favorire l'utilizzo delle fonti rinnovabili, anche attraverso lo sviluppo di iniziative di economia circolare e di gestione efficiente dei rifiuti urbani e degli scarti agricoli.

In particolare, il nuovo Decreto ha come obiettivi quello di promuovere maggiormente l'utilizzo del biometano per i trasporti, anche ai fini del raggiungimento degli obiettivi posti all'Italia dalle direttive europee in termini di utilizzo di carburanti rinnovabili (favorire le riconversioni degli impianti a biogas e promuovere l'incentivazione di impianti di produzione di altri biocarburanti avanzati diversi dal biometano).

Anche la proposta di “*Piano nazionale integrato per l'energia e il clima*” (PNIEC) si è occupata di individuare gli obiettivi in materia di penetrazione delle rinnovabili nel settore dei trasporti per il mercato italiano, evidenziando non solo la funzionalità dei biocarburanti avanzati e dei biocarburanti provenienti da oli esausti e grassi animali, ma anche l'importanza della sostenibilità dei biocarburanti stessi.

Il Piano sottolinea la rilevanza dell'incentivazione del biometano e dei biocarburanti avanzati ai fini dell'assolvimento dell'obbligo esistente di miscelazione dei carburanti di origine fossile con i biocarburanti, attraverso un sistema di ritiro del biometano prodotto, con rilascio di certificati di immissione in consumo (CIC) per la durata di dieci anni. Si prevede che tale sistema di incentivazione arrivi a coprire con il biometano una domanda prevista pari a 1,1 mld di m³ l'anno.

⁴⁴ Vedi cti2000.it.

Per i produttori di biometano immesso in consumo nei trasporti, tramite impianti di distribuzione stradali, autostradali o privati, è previsto quindi il rilascio dei Certificati di Immissione in Consumo (CIC), calcolati secondo le procedure GSE.⁴⁵

Per i produttori di biometano avanzato è previsto il riconoscimento di un valore pari a 375 € per ogni CIC riconosciuto (i CIC possono essere venduti ad altri operatori) ed il ritiro, da parte del GSE, anche per un quantitativo parziale, del biometano avanzato ad un prezzo pari al 95% del prezzo medio mensile registrato sul Mercato a Pronti del gas naturale o, in alternativa, dalla vendita effettuata autonomamente.

Il produttore trasmette mensilmente al GSE i dati a consuntivo relativi al biometano immesso in consumo nei trasporti entro il mese successivo a quello cui la produzione si riferisce. In questo modo il GSE riconosce al produttore stesso il valore dei corrispondenti CIC.

Coloro i quali producono biocarburante avanzato diverso dal biometano provvederanno autonomamente alla vendita di tali biocarburanti ai soggetti obbligati e con i quali hanno un contratto di fornitura, ai fini della successiva immissione in consumo nel settore dei trasporti. Il GSE ritira il biometano avanzato che viene immesso nelle reti con l'obbligo di connessione a terzi.

Il fine principale del decreto sul biometano è quello di sostituire il biodiesel importato (spesso non sostenibile) con biometano prodotto in Italia, promuovendo pertanto le filiere nazionali. Il biodiesel importato viene inoltre spesso mescolato con differenti oli naturali, tra cui l'olio di palma e quello di soia.

Come riportato dalla ricerca “The land use change impact of biofuels consumed in EU”⁴⁶, l'olio di palma presente nelle miscele di biodiesel, oltre a distruggere le foreste in Asia ed in altre parti del mondo, è tra quelli utilizzati, il combustibile che produce il maggior livello di anidride carbonica, emettendone circa 230 grammi per ogni Mega Joule di calore prodotto. Il biodiesel da soia ne emette 150 grammi, mentre quello di girasole circa 65 gCO₂/MJ. Il carburante “green” venduto in Europa, fatto con un *mix* di oli vegetali, emettendo in media circa 100 gCO₂/MJ contro i 60 gCO₂/MJ del petrolio, può essere considerato quindi un paradosso.

In un processo di decarbonizzazione reale occorrerebbe, dunque, usare nel *mix* dei biocarburanti (biodiesel) prodotti più sostenibili e meno emissivi; il biometano *made in Italy* anche in questa prospettiva risulta essere il miglior sostituto in ottica di economia circolare e di riduzione delle importazioni.

Box 3.3.2 biocarburanti *single counting* e *double counting*

Double counting (avanzati e non avanzati) : biocarburante sostenibile che è stato prodotto a partire da rifiuti e sottoprodotti come alghe, materie cellulosiche, ligneo-cellulosiche, indipendentemente dalla classificazione di queste ultime come materie di origine non alimentare, rifiuti, sottoprodotti o residui.

Single counting : biometano prodotto da biomasse di un qualsivoglia tipo (derivati dalla lavorazione di oli vegetali, Palma, Colza, Mais, Grano, Soia, Girasole, Oliena di Karité, Canna da zucchero, Barabierola da zucchero).

⁴⁵ Il quantitativo di biometano da utilizzare per il calcolo dei CIC spettanti al produttore è pari al minimo valore tra le quantità di biometano effettivamente venduto tra le parti come riscontrabile dalle relative fatturazioni e le quantità determinate sulla base dei dati rilevati dal sistema di misura ubicato nel punto di immissione nella rete del gas naturale, come definita all'articolo 1, comma 3, eventualmente ridotta a seguito dei controlli di cui al comma 4.

⁴⁶ Studio commissionato e finanziato dalla Commissione Europea frutto della collaborazione di Ecofys, IIASA e E4tech. Vedi Valin et al. (2015).

La tabella 3.3.3 mostra la distribuzione dei biocarburanti sostenibili immessi in consumo in Italia nel 2018 per materia prima; tale classificazione consente di distinguere tra biocarburanti *single counting* e *double counting* e, tra questi ultimi, tra biocarburanti avanzati e non avanzati⁴⁷.

Tabella 3.3.3 Biocarburanti sostenibili immessi in consumo in Italia nel 2018 per tipologia di materia prima

	Biodiesel (tonn.)	BioETBE (tonn.)	Bioetanolo (tonn)	Totale (tonn)	Totale (kte p)	Totale %
Biocarburanti Single Counting	715.444	36.872	1.243	753.559	665	53,2%
Derivati dalla lavorazione di oli vegetali	552.310	-	-	552.310	488	39,1%
Palma	115.904	-	-	115.904	102	8,2%
Colza	41.047	-	-	41.047	36	2,9%
Mais	-	24.634	1.243	25.878	22	1,8%
Grano	13	12.094	-	12.107	10	0,8%
Soia	5.079	-	-	5.079	4	0,4%
Girasole	625	-	-	675	1	0,0%
Oleina di Karite	466	-	-	466	0	0,0%
Canna da zucchero	-	86	-	86	0	0,0%
Barbabietola da zucchero	-	58	-	58	0	0,0%
Biocarburanti Double Counting	661.716	-	-	661.716	585	46,8%
Biocarburanti Double Counting - Avanzati	73.449	-	-	73.449	65	5,2%
Rifiuti agroindustriali e altri rifiuti	37.788	-	-	37.788	33	2,7%
Effluente da oleifici che trattano olio di palma (POME)	34.324	-	-	34.324	30	2,4%
Pece di tallolio	1.337	-	-	1.337	1	0,1%
Biocarburanti Double Counting - Non avanzati	588.311	-	-	588.311	520	41,6%
Oli alimentari esausti (UCO)	156.464	-	-	156.464	138	11,1%
Oli e grassi animali	431.847	-	-	431.847	382	30,5%
Totale Biocarburanti Sostenibili	1.377.205	36.872	1.243	1.415.320	1.250	100%

Fonte: elaborazioni GSE su dati Eurostat

Il 53,2% dei biocarburanti immessi in consumo in Italia nel 2018 rientrano nella categoria *single counting*; di questi, il 39,1% circa è prodotto a partire da derivati dalla lavorazione di oli vegetali (olio di palma l'8,2%). I biocarburanti *double counting* hanno invece raggiunto il 46,8%; prodotti per il 41,6% da biocarburanti non avanzati, oli e grassi animali, e per il restante 5,2% da biocarburanti avanzati (rifiuti, POME).

Come evidenziato dai dati appena citati rimane tuttavia ancora limitato (anche se in notevole crescita rispetto al 2017) il contributo dei biocarburanti *double counting* avanzati. Risulta quindi necessario investire in nuove tecnologie e utilizzare le giuste policy per incentivare questo promettente mercato all'avanguardia.

La tabella 3.2.4.3 riporta i biocarburanti sostenibili immessi in consumo in Italia per tipologia di materia prima dal 2015 al 2018.

Di notevole evidenza come i biocarburanti prodotti da palma abbiano subito una rapida riduzione passando da 487 ktep nel 2015 a 102 ktep nel 2018; in termini di quantità, da 550 mila a poco più di 115 mila tonnellate. Quelli prodotti da derivati dalla lavorazione degli oli vegetali, passando da 152 ktep del 2015 a 488 ktep del 2018, sono invece in progresso. Risulta essere interessante precisare che tale crescita è avvenuta nonostante la normativa ne abbia modificato nel tempo la definizione e le modalità di conteggio, spostando i biocarburanti prodotti da tale materia prima da *double counting* a *single counting*. Hanno registrato una crescita anche i biocarburanti *double counting*, raggiungendo nel 2018 i 585 ktep. I biocarburanti *double counting* non avanzati hanno registrato un incremento significativo

⁴⁷ I biocarburanti *double counting* sono una tipologia di biocarburanti cui è riconosciuta la maggiorazione di cui all'articolo 33, comma 5, del D.Lgs. 28/2011 e ss. mm. ai fini del rispetto dell'obbligo di cui all'articolo 2-quater del decreto-legge 10 gennaio 2006, n. 2, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 marzo 2006, n. 81. L'immissione in consumo conteggiata è pari a due volte la quantità effettivamente immessa.

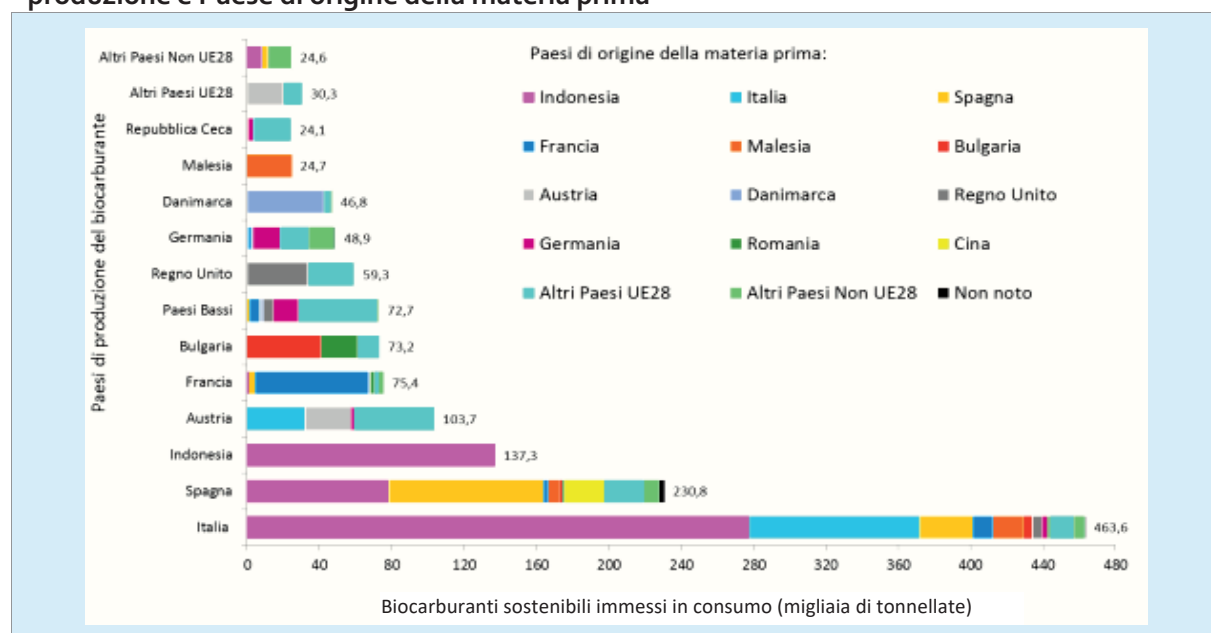
raggiungendo i 520 ktep, con un raddoppio del contributo dei biocarburanti prodotti da UCO rispetto al 2015. Favoriti dagli obblighi previsti dalla normativa, sono aumentati similmente anche i biocarburanti avanzati che hanno raggiunto i 65 ktep. Nel 2018 per la prima volta vengono immessi in consumo biocarburanti prodotti a partire da pece di tallolio e POME (effluenti da oleifici che trattano olio di palma e fasci di frutti di palma vuoti).

Tabella 3.3.4 Biocarburanti sostenibili immessi in consumo in Italia per tipologia di materia prima dal 2015 al 2018

	2015 (ktep)	2016 (ktep)	2017 (ktep)	2018 (ktep)
Biocarburanti Single Counting	713	265	703	665
Derivati dalla lavorazione di oli vegetali	-	-	516,6	488,1
Palma	486,9	190,7	121,5	102,4
Colza	174,9	36,0	18,6	36,3
Mais	11,5	13,8	12,6	22,0
Grano	-	-	17,4	10,4
Soia	30,5	6,3	11,6	4,5
Girasole	-	0,2		0,6
Oleina di Karite			1,9	0,4
Canna da zucchero	0,8	2,8	2,5	0,1
Barbabietola da zucchero	2,4	3,8	0,5	0,0
Cereali	5,7	10,6		
Grassi animali Cat. 3		0,5		
Biocarburanti Double Counting	451	774	357	585
Derivati dalla lavorazione di oli vegetali	152,3	378,4		
Biocarburanti Double Counting - Avanzati	13	9	7	65
Rifiuti agroindustriali e altri rifiuti	10,8	7,6	6,8	33,4
Effluente da oleifici che trattano olio di palma (POME)				30,3
Pece di tallolio				1,2
Feccia da vino e/o vinaccia	1,8	1,3		
Biocarburanti Double Counting - Non avanzati	286	387	350	520
Oli alimentari esausti (UCO)	67,2	72,3	78,6	138,3
Oli e grassi animali	219,3	314,7	271,6	381,6
Totale Biocarburanti Sostenibili	1.164	1.039	1.060	1.250

Fonte: elaborazioni GSE su dati Eurostat

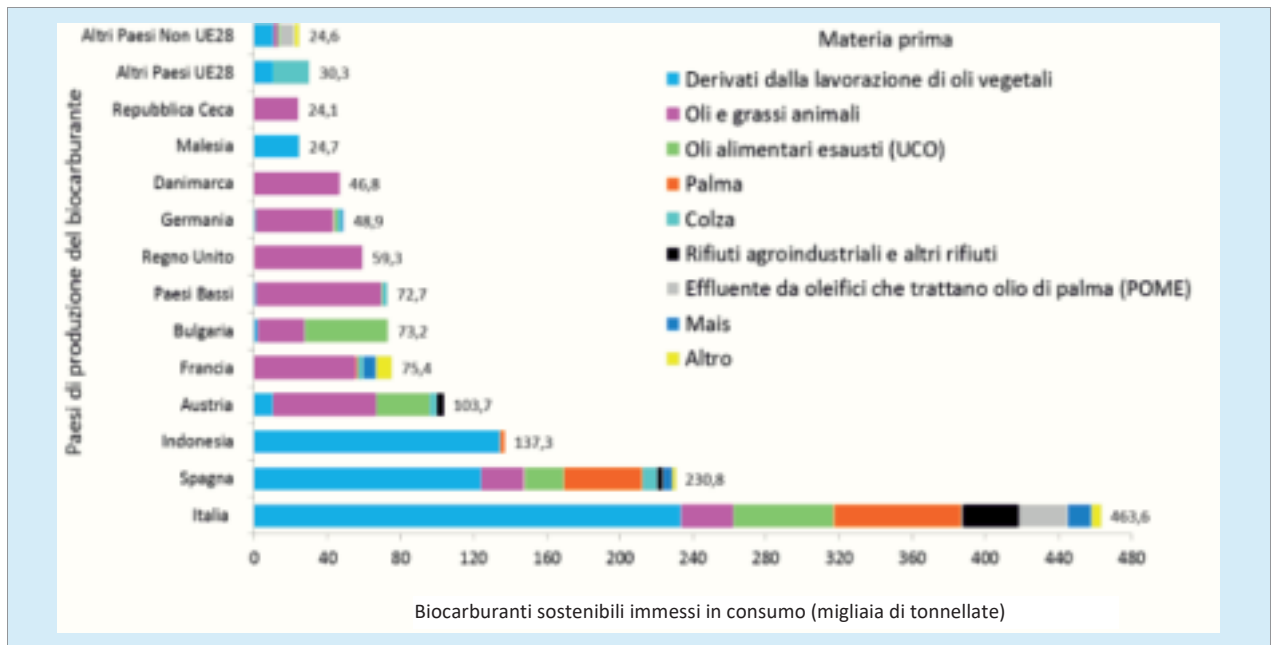
Figura 3.3.2 Biocarburanti sostenibili immessi in consumo in Italia nel 2018 per Paese di produzione e Paese di origine della materia prima



Fonte: GSE, 2018

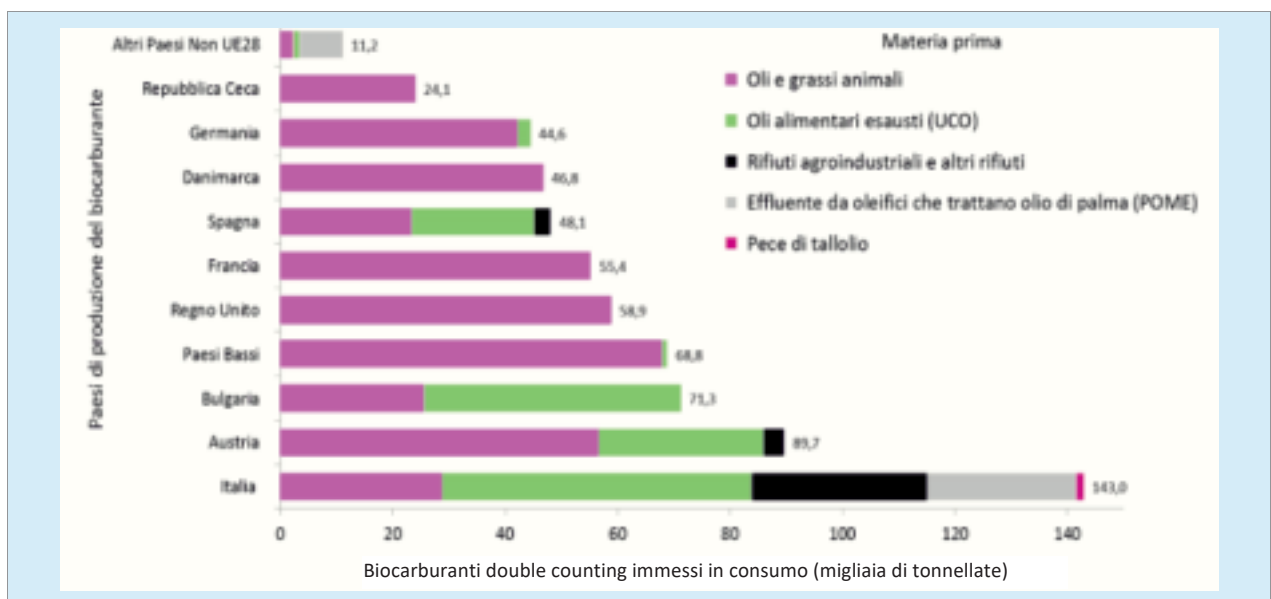
Nel 2018 il principale produttore di biocarburanti consumati sul territorio italiano è stata l'Italia, con circa 464.000 tonnellate; il 33% del totale. Solo una parte di tali volumi (poco più del 20%) deriva tuttavia da materia prima di origine nazionale; la maggior parte è infatti ottenuta a partire da materie prime di provenienza indonesiana (Figura 3.3.2).

Figura 3.3.3 Biocarburanti sostenibili immessi in consumo in Italia nel 2018 per Paese di produzione e tipologia della materia prima



Fonte: GSE, 2018

Figura 3.3.4 Biocarburanti *double counting* immessi in consumo in Italia nel 2018 per Paese di produzione e tipologia della materia prima



Fonte: GSE, 2018

La figura 3.3.3 mostra come nel 2018 la maggior parte dei biocarburanti immessi in consumo in Italia sia stata ottenuta da derivati dalla lavorazione di oli vegetali (oltre il 50% del totale); seguiti dall'olio di palma (15%) e dal UCO (12%). La quota di biocarburanti prodotti a partire da oli e grassi animali è stata tuttavia piuttosto contenuta (+6%), mentre è rimasta in utilizzo in altri Paesi produttori europei (Danimarca, Regno Unito, Paesi Bassi, Francia, Austria, ecc.). Quote significative prodotte da olio di palma sono state rilevate in Italia ed in Spagna.

Come riportato dalla figura 3.3.4, il 23% circa delle 660.000 tonnellate di biocarburanti double counting immesse in consumo in Italia nel 2018 sono state prodotte nel Paese. Di queste, il 39% circa è stato prodotto a partire da UCO, seguito dai rifiuti agroindustriali (22%), gli oli e grassi animali (20%) ed il POME (19%). Tra i Paesi di importazione emergono in particolare Austria (14% del totale dei consumi italiani), Bulgaria (11%) e Paesi Bassi (10%). Negli altri Paesi europei la produzione è originata soprattutto dalla lavorazione di oli e grassi animali.

Poco meno di un terzo dei biocarburanti sostenibili complessivamente immessi in consumo in Italia nel 2018 è stato prodotto in Italia, registrando un incremento del 40,6% rispetto al 2017. Il primo Paese di importazione per i biocarburanti è la Spagna (16,3%, in significativa flessione rispetto al 27,5% rilevato nell'anno precedente) seguita da Indonesia (9,7%), Austria (7,3%) e Francia (5,3%). Complessivamente, oltre l'87% dei biocarburanti utilizzati in Italia nel 2018 è stato prodotto in Europa (Figura 3.3.5).

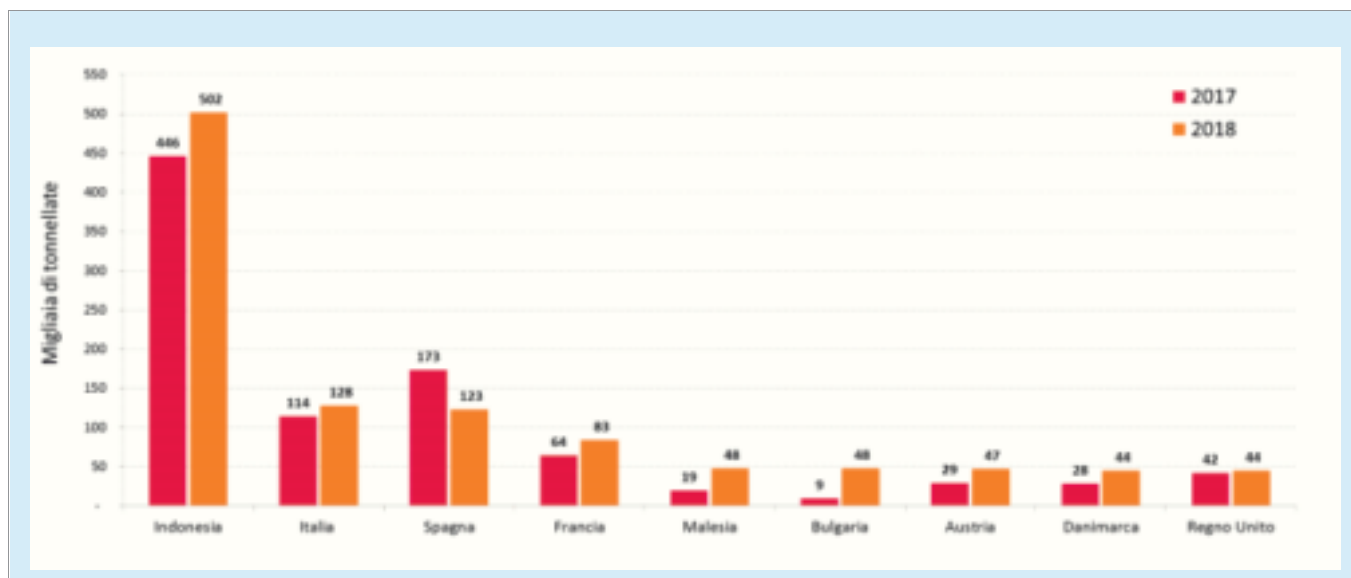
Figura 3.3.5 Biocarburanti sostenibili immessi in consumo in Italia per Paese di produzione (migliaia di tonnellate)



Fonte: elaborazioni GSE su dati Eurostat

Nel 2018 il 9% dei biocarburanti sostenibili immessi in consumo in Italia per paese di origine della materia prima (Figura 3.2.4.6) è stato prodotto con materie prime di origine nazionale. L'Indonesia, con una crescita del 12,6% rispetto al 2017, risulta essere il principale Paese fornitore (502 migliaia di tonnellate) seguita da Spagna (con 123 migliaia di tonnellate) e Francia (con 83 migliaia di tonnellate). Complessivamente, circa il 55% delle materie prime utilizzate proviene da Paesi europei, il restante 45% dai Paesi extraeuropei.

3.3.6 Biocarburanti sostenibili immessi in consumo in Italia per Paese di origine della materia prima (migliaia di tonn.)



Fonte: elaborazioni GSE su dati Eurostat

Secondo uno studio promosso da Althesys nel 2018⁴⁸, la filiera del biometano potrebbe generare una crescita notevole entro il 2030, creando oltre 21 mila nuovi posti di lavoro e producendo un totale di 85,8 miliardi di ricadute economiche positive, di cui 17,7 miliardi nell'uso elettrico, 15 miliardi nel settore dei trasporti e 53,1 miliardi grazie all'immissione nella rete.

Entro il 2050, inoltre, si produrranno annualmente oltre 120 miliardi di metri cubi di gas rinnovabile nell'UE, il 25% dell'attuale domanda europea di gas naturale, con un risparmio di 138 miliardi di euro all'anno rispetto ad uno scenario energetico privo di gas rinnovabile.

La produzione di biogas e di biometano in Italia fino ad oggi ha trovato difficoltà a svilupparsi anche a causa delle incertezze normative e legislative. Alla fine del 2017 in Italia erano operativi 1.920 impianti a biogas, di cui 1.460 presenti nel settore agricolo e 460 in quello rifiuti e fanghi di depurazione, con una potenza complessiva pari a 1.400 MWe. Tale potenza ha collocato l'Italia al quarto posto a livello mondiale dopo Germania, Cina e Stati Uniti.

A poco più di un anno dall'emanazione del decreto biometano, tuttavia, il settore ha stabilito di sostenere fattivamente l'attuazione degli obiettivi del testo, mirando a raggiungere concretamente il target di energie rinnovabili nei trasporti.

Si inquadra, così, l'accordo di cooperazione tra CIB, Confagricoltura, ENI, FPT, Iveco, New Holland e Snam, che sottolineano come i traguardi fissati al 2020 si proiettino già verso le nuove sfide al 2030. Secondo le stime di Enea, in Italia sono producibili, al 2030, 860 milioni di metri cubi di biometano, ovvero l'1,1% dell'attuale consumo di gas in Italia.

Per quanto riguarda il settore agricolo, invece, le stime del Consorzio Italiano Biogas e CRPA, parlano di un potenziale al 2030 di 8,5 miliardi di metri cubi di biometano (considerando la disponibilità ad esempio di biomasse di scarto di origine agricola e zootecnica o biomasse vegetali e sottoprodotti,): in pratica il 12% del consumo di attuale di gas in Italia.

Il biometano, chimicamente uguale al metano fossile (o gas naturale), è utilizzabile in miscela o in sostituzione del gas e può quindi essere distribuito nei metanodotti e in città.

⁴⁸ Vedi althesys.com.

4. La trasformazione delle energie fossili in energie verdi

Il gas naturale è una fonte energetica flessibile che può essere utilizzata in diversi contesti in sostituzione di altri combustibili fossili con maggiori emissioni; per tale ragione è considerato essere la fonte energetica più importante nel processo di decarbonizzazione in Europa entro il 2050. Anche al gas prodotto da fonti rinnovabili spetta avere un ruolo rilevante nell'abbattimento delle emissioni.

Il bisogno di incentivare le economie locali ed incrementare l'economia circolare sta spingendo diverse società europee ad investire nella ricerca e nello sviluppo di un gas di tipo *green* prodotto da fonti rinnovabili. Lo scopo è quindi quello di sostenere il *made in Europe* (e, quindi, anche il *made in Italy*), incrementando l'offerta di gas bio, riducendo in tal modo le importazioni e la dipendenza verso i paesi esteri ed incentivando concretamente le realtà locali, aumentando il tasso di occupazione.

Secondo i più audaci, in uno scenario con zero emissioni al 2050, il gas naturale verrà gradualmente eliminato e sostituito da gas a basse emissioni di carbonio CCS e gas rinnovabile (biometano, biogas).

Box 4.1- European Vision 2050

Le prospettive per la domanda di gas dell'UE entro il 2050 appaiono problematiche senza la cattura e lo stoccaggio del carbonio/CCS (che finora non ha fatto molti progressi in Europa).

La Commissione europea ha recentemente definito otto scenari per gli Stati membri così da ridurre le emissioni di gas a effetto serra (GHG) entro la metà del secolo, due dei quali vedrebbero l'Europa diventare neutrale dal punto di vista climatico con le emissioni da gas compensate da CCS, biogas e piantagioni di alberi. Questi otto scenari non sono proposte legislative, bensì una serie di opzioni plausibili per incentivare la transizione verso la decarbonizzazione. Tutti gli scenari sono progettati per garantire che l'UE sia conforme agli obiettivi dell'accordo di Parigi così da limitare il riscaldamento globale a $2/1,5^{\circ}\text{C}$ al di sopra dei livelli preindustriali.

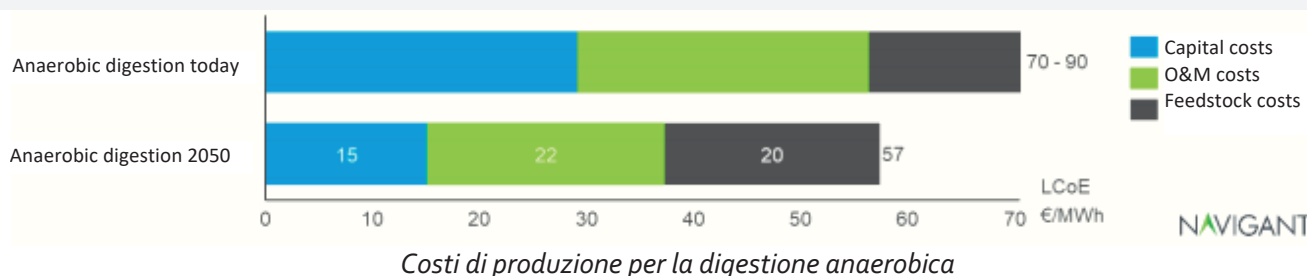
Questo potrebbe implicare una drastica riduzione degli impieghi di gas nel settore energia, trasporti, riscaldamento, raffreddamento, edifici e industria se non dotati di kit CCS. La domanda sarà perciò "severamente ridotta" in tutti gli scenari escluso il gas utilizzato come materia prima per i processi industriali riducendosi da circa 345 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio (383 miliardi di metri cubi) nel 2015 a meno di 50 Mtep (55 miliardi di metri cubi) nel 2050. In conclusione, la commissione europea ha rilevato l'esistenza di una grande incertezza sul ruolo del gas senza CCS a lungo termine. Incubo per coloro i quali fossero interessati ad investire in infrastrutture del gas come gasdotti e terminali GNL. In alcuni di questi scenari le emissioni di gas naturale diventeranno sempre più incompatibili con gli obiettivi climatici dell'UE. Il gas "classico" avrà quindi un ruolo limitato in scenari conformi all'obiettivo " $1,5^{\circ}\text{C}$ ".

Per tali ragioni l'UE sta aumentando l'uso di biogas e biometano con un consumo che sale da 18 miliardi di metri cubi al 2015 a 50-88 miliardi di metri cubi entro il 2050 (principalmente nel settore energetico e industriale).

Box 4.2 – Come si produce il biometano e a quali costi

In breve, esistono due tipi di processi: il processo di digestione anaerobica ed il processo di gassificazione termica. Gran parte del biogas e del biometano prodotti oggi si basano sulla digestione anaerobica.

La gassificazione termica comporta, invece, una completa scomposizione termica della biomassa legnosa e dei rifiuti di consumo, che si svolge in un gassificatore in presenza di una quantità controllata di ossigeno e vapore. Viene perciò prodotta una miscela di monossido di carbonio, idrogeno e CO_2 , chiamata syngas o gas di sintesi. Il gas viene raffreddato e il contenuto di ceneri viene rimosso. In un'unità di depurazione del gas, vengono raccolte le sostanze inquinanti come zolfo e cloruri. La metanazione del syngas viene eseguita in un reattore catalitico usando catalizzatori di nichel. Con la metanazione, il gas pulito viene convertito in biometano, CO_2 e acqua. CO_2 e acqua vengono quindi rimosse in un'unità di potenziamento del gas.

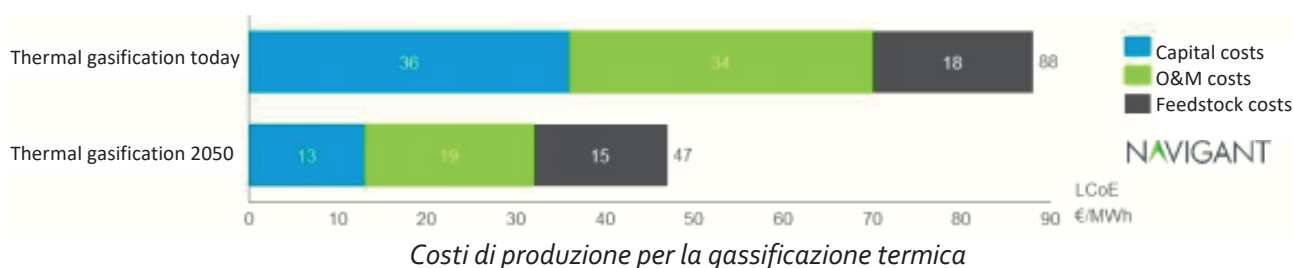


I costi livellati di energia al 2050 (LCOE, costo totale incluso il costo di capitale, della produzione di una unità di energia) derivanti dalla digestione anaerobica registreranno una riduzione in confronto ai costi di oggi arrivando a sfiorare i 53 €/MWh. I principali fattori che contribuiranno alla riduzione dei costi sono: la valorizzazione delle materie prime, le ore di funzionamento più elevate e le economie di scala (grazie alle unità di potenziamento più grandi di 1.000 mc/ora).

Secondo lo studio del consorzio Gas for Climate la gassificazione termica raggiungerà la piena maturità commerciale entro il 2050 con un prezzo relativamente più competitivo rispetto ad oggi passando dagli 88 €/MWh ai 47 €/MWh nel 2050.

I costi di gassificazione termica di € 88/MWh rappresentano i costi per il progetto Gothenburg Biomass Gasification (GoBiGas), dove nel 2013 è stato commissionato un impianto dimostrativo unico nel suo genere per la produzione di biometano da 20 MW. Si tratta di costi calcolati utilizzando un tasso di sconto del 5%.

La principale differenza tra i costi di produzione odierni e i costi a partire dal 2050 sono la maggiore efficienza di conversione energetica (dal 65% al 75%), le economie di scala e l'implementazione di più impianti che si traducono in una maggiore affidabilità degli impianti, una migliore comprensione dei rischi tecnologici ed operabilità. I costi di produzione di 47 €/MWh per il 2050 sono stimati a fronte di una dimensione dell'impianto di 200 MWt.



Tuttavia la produzione di biometano dalla gassificazione termica allo stato attuale è insufficiente rispetto alla produzione di biometano dalla digestione anaerobica. La tecnologia di gassificazione termica non è ancora disponibile in commercio, mentre la digestione anaerobica è già utilizzata commercialmente in migliaia di impianti di biogas in tutta l'UE. La gassificazione termica per essere efficiente deve essere quindi sviluppata ulteriormente superando alcune sfide tecnologiche.

Sulla base della revisione della letteratura e degli input ricevuti dagli esperti di tecnologia, Navigant ha anche identificato una serie di fattori che possono generare significative riduzioni dei costi.

I costi del biometano entro il 2050 potrebbe essere inferiore del 50% rispetto ad oggi grazie a:

1. costruzione di più impianti commerciali, con conseguente miglioramento delle operazioni, processi ottimizzati e maggiore utilizzo degli impianti. Questi fattori garantiscono una maggiore affidabilità dell'impianto;
2. potenziamenti degli impianti di gassificazione, che ridurranno notevolmente i costi a causa delle economie di scala. Sarebbe necessario un graduale potenziamento per affrontare prima le sfide tecnologiche su scala minore. La riduzione dei rischi tecnologici e il miglioramento delle prestazioni incentiverebbero lo sviluppo di strutture più grandi;
3. numerosi fattori che incidono sull'efficienza di conversione dell'energia dell'impianto tra cui il miglioramento dei metodi di pulizia del syngas, i catalizzatori di metanazione più solidi, la gassificazione a pressione più elevata e il miglioramento dell'intera integrazione dell'impianto.

4.1 Iniziative in Europa e Italia

Diverse realtà europee tra cui Engie e Snam, si stanno impegnando nella realizzazione di progetti di *green gas*. Anche Eni ha deciso di convertire alcuni impianti considerati sino ad oggi insostenibili quali la raffineria di Gela e quella di Marghera in bioraffinerie.

Coerentemente con il percorso di decarbonizzazione e lo sviluppo delle rinnovabili, già da alcuni anni Eni ha, infatti, affiancato al *business* tradizionale la produzione di *green fuel* attraverso la riconversione delle raffinerie tradizionali di Porto Marghera e di Gela in bioraffinerie, utilizzando la tecnologia proprietaria Ecofining.

Questa tecnologia consente la produzione di biodiesel con elevate caratteristiche fisiche e prestazionali attraverso un processo di idrogenazione flessibile con ogni tipologia di materie prime di origine biologica (oli vegetali, oli esausti, grassi animali, ecc). In particolare, per la bioraffineria di Venezia avviata nel 2014 e con capacità di 360 kt all'anno, è stato previsto nel 2018 l'avvio del nuovo impianto di trattamento degli oli vegetali, che lavora anche cariche non raffinate con una maggiore flessibilità di approvvigionamento. Inoltre, la realizzazione di uno *steam reformer* di metano per la produzione di idrogeno consentirà di aumentare la produzione al 2021 fino a 560 kt all'anno. Il progetto di conversione della raffineria di Gela in bioraffineria, in corso di realizzazione, prevede invece il completamento dell'impianto entro la fine del 2018 e l'avvio della produzione nel 2019. L'impianto avrà una capacità di 720 kt all'anno e presenterà una flessibilità sulle materie prime che consentirà la lavorazione di *feedstock* non convenzionali (oli vegetali esausti e grassi animali). Grazie a queste iniziative intraprese a Gela e Venezia, si prevede di raggiungere una produzione complessiva di biofuels al 2021 di oltre 1 milione di tonnellate.

Nel 2017 sono state lavorate 241 mila tonnellate di biomasse che sono state trasformate in 166 mila tonnellate di *green diesel*, 34 mila di *green nafta* e 10 mila di *green GPL*, con un risparmio emissivo di 440 mila tonnellate di CO₂ rispetto a processi tradizionali. L'attenzione alla sostenibilità della biomassa utilizzata è sempre prioritaria e ha portato alla definizione di una specifica *policy*⁴⁹.

Alla fine del 2019, con il completamento di un impianto di pretrattamento delle biomasse, il polo siciliano sarà uno dei pochi al mondo in grado di trattare materie prime di seconda generazione derivanti da scarti della produzione alimentare fino al 100% della propria capacità di lavorazione. Non solo, l'olio

⁴⁹ Vedi eni.com.

di frittura usato dai ristoranti e dalle mense potrà avere nuova vita, diventando *green diesel* di alta qualità, grazie ad un accordo con il Conoe (il Consorzio nazionale di raccolta e trattamento degli oli esausti), ma anche grassi animali, oli da alghe, rifiuti, e materiali lignocellulosici diventeranno bio-carburanti, sottraendo questi prodotti alla via insostenibile dello smaltimento. Si sta sviluppando inoltre un impianto pilota con cui si sperimenterà la tecnologia di proprietà Eni denominata “Waste to oil”, per la produzione di bio-olio dalla lavorazione della frazione organica dei rifiuti urbani raccolti nell’area di Gela. Con l’impiego di nuove tecnologie nel campo della produzione di bio-carburanti e di energie rinnovabili, il polo di Gela si appresta a diventare così un laboratorio innovativo e un vero e proprio modello di economia circolare a livello mondiale. Una volta a regime, l’impianto avrà una capacità di lavorazione di circa 720 mila tonnellate di oli vegetali all’anno ed una produzione di 530mila tonnellate all’anno di biodiesel.

Box 4.1.1 - Accordo Eni-Coldiretti per la realizzazione di impianti di produzione da scarti agricoli

Eni e Coldiretti hanno sottoscritto un accordo di collaborazione con l'obiettivo di sviluppare la filiera nazionale del biometano avanzato prodotto da rifiuti, valorizzando gli scarti ed i sottoprodotti ottenuti dall'agricoltura e dagli allevamenti, per raggiungere una produzione di 8 miliardi di metri cubi di gas “verde” entro il 2030.

L'accordo con Coldiretti permetterà l'integrazione di tutta la filiera produttiva, rappresentando una grande opportunità di sviluppo sostenibile integrato: non solo ambientale, ma anche economico e sociale.

La collaborazione tra le parti prevede una sinergia comune per promuovere la realizzazione di nuovi impianti di produzione del biometano.

Coldiretti, si occuperà di diffondere tra le aziende associate un modello di gestione dei sottoprodotti e degli scarti agricoli affinché siano valorizzate come materie prime nella produzione di biometano.

Eni metterà in campo azioni finalizzate a concretizzarne la produzione, il trasporto e l'immissione sia nella rete di vendita territoriale che in reti dedicate alle stesse imprese associate, nonché a offrire agli associati di Coldiretti proposte dedicate per l'uso di carburanti alternativi a basse emissioni di anidride carbonica dei mezzi utilizzati per le attività agricole.

Ulteriori sviluppi della collaborazione verranno elaborati dagli esperti di Eni e Coldiretti, che avranno il compito di definire studi di fattibilità mirati in base alle varie tipologie di imprese associate, in particolare per la realizzazione di appositi impianti per il biometano.

L'accordo con Coldiretti permetterà l'integrazione su tutta la filiera produttiva, rappresentando una grande opportunità di sviluppo sostenibile integrato: non solo ambientale, ma anche economico e sociale”.

“Sfruttando gli scarti agricoli delle coltivazioni e degli allevamenti – ha detto Prandini – i mini impianti per il biometano possono arrivare a coprire fino al 12% del consumo di gas in Italia. È necessario passare da un sistema che produce rifiuti e inquinamento verso un nuovo modello economico circolare in cui si produce valorizzando anche gli scarti con una evoluzione che rappresenta una parte significativa degli sforzi per modernizzare e trasformare l'economia italiana ed europea, orientandola verso una direzione più sostenibile in grado di combinare sviluppo economico, inclusione sociale e ambiente”.

Fonte: staffettaquotidiana.com

Anche per quanto riguarda realtà come Engie e Snam, gli obiettivi verso la transizione prefissati sono audaci. Engie si è prestabilita, come previsto anche dalla legge francese sulla transizione energetica verso una crescita “Green”, l’obiettivo di raggiungere il 10% del gas da risorse rinnovabili nel 2030 con più di 800 progetti in fase di studio e circa 400 già rientrati nel registro delle capacità (luglio 2018).

Ad oggi, 66 siti stanno già iniettando biometano nella rete del gas naturale. Alla fine del 2017, in Francia il consumo complessivo di gas è stato 494 TWh; 548 installazioni hanno prodotto biogas, 630 GWh di biometano sono stati iniettati nella rete del gas naturale.

Il biometano ha costituito l'equivalente del consumo annuo di circa 50.000 famiglie o 2.500 autobus e ha impedito 40.000 tonnellate di emissioni di CO₂.

Gli obiettivi per il 2050 sono ancora più ambiziosi, puntando a raggiungere il 100% del gas utilizzato di qualità verde, combinando una varietà di tecnologie per produrla: metanazione, gassificazione, pirolisi, ecc. Lo scenario Engie prevede un consumo di 300 TWh nel 2050.

Tra le soluzioni sviluppate da Engie il biometano, essendo prodotto da risorse organiche e considerato quindi una fonte di energia rinnovabile al 100%, risulta essere una risorsa chiave. Engie è impegnata nello sviluppo e nell'industrializzazione del biometano, nella produzione decentralizzata, nell'iniezione nella rete e nella mobilità, rafforzando il suo posizionamento come leader nelle soluzioni di mobilità ed offrendo una gamma di soluzioni per una mobilità più fluida, più pulita e più intelligente collaborando anche con diverse realtà, tra cui Carrefour, per lo sviluppo di combustibile a biometano nel settore del trasporto di merci su strada.

La *partnership* Carrefour-ENGIE prevede l'installazione di 500 camion alimentati a biometano, l'installazione di 20 stazioni di rifornimento bio-NGV in Francia, 100 nuove stazioni di rifornimento previste entro il 2020 e 100 tonnellate di CO₂ risparmiate ogni anno per camion refrigerato grazie all'azoto liquido.

Snam ha invece incentrato le sue ultime politiche sullo sviluppo di combustibili verdi tra cui biometano ed idrogeno. Tra i suoi principali progetti, Snam promuove l'utilizzo del gas naturale compresso (CNG) e del gas naturale liquefatto (GNL) nel settore dei trasporti.

Investendo sul biometano, fonte rinnovabile programmabile, si rilancerebbe anche il comparto agro-alimentare italiano tramite un innovativo modello di economia circolare.

Ciò che emerge da uno studio commissionato a Navigant dal consorzio Gas for Climate, che riunisce sette aziende europee di primo piano nel trasporto gas (tra cui Snam insieme a Enagás, Fluxys, Gasunie, GRTgaz, Open Grid Europe e Teréga) e due associazioni attive nel settore del gas rinnovabile (CIB-Consorzio Italiano Biogas e EBA-European Biogas Association) è che biometano ed idrogeno aiuteranno l'Europa a ridurre ed eliminare le emissioni di CO₂, al 2050 risparmiando circa 217 miliardi di euro l'anno.

Il report, che aggiorna quello pubblicato lo scorso anno realizzato da Ecofys (ora parte di Navigant), illustra il potenziale di idrogeno e biometano, accanto all'energia elettrica prodotta da rinnovabili, nell'assicurare al continente una transizione energetica meno costosa possibile, svolgendo un ruolo chiave nel riscaldamento domestico, nei processi industriali, nella produzione di energia elettrica e nei trasporti pesanti.

Le infrastrutture gas esistenti in Europa possono trasportare e stoccare sia l'idrogeno che il biometano per questo saranno indispensabili nel fornire crescenti quantitativi di gas rinnovabile agli utenti finali.

Lo scopo dello studio è risultato essere quindi quello di valutare in termini di costi il modo ottimale per decarbonizzare completamente il sistema energetico dell'UE entro il 2050 e ad identificare il ruolo ed il valore del gas rinnovabile a basse emissioni di carbonio utilizzato nelle infrastrutture del gas esistenti.

Secondo gli esperti di Navigant, oltre al biometano prodotto da rifiuti urbani e scarti agricoli e agroindustriali, larga parte del gas rinnovabile in Europa sarà inizialmente costituita dal cosiddetto idrogeno "blu", ossia l'idrogeno *carbon-neutral* prodotto da gas naturale tramite la cattura e lo stoccaggio del carbonio (CCS).

A partire dal 2050, l'idrogeno blu sarà gradualmente rimpiazzato da idrogeno "verde", prodotto tramite eolico e solare, realizzando un *mix* energetico totalmente rinnovabile. Lo studio distingue quindi tre tipi di idrogeno in base agli impatti delle emissioni di gas serra:

- *idrogeno grigio*, è il gas prodotto dalla conversione termochimica dei combustibili fossili senza la cattura di CO₂. L'idrogeno grigio non sarà considerato in tale analisi in quanto non può svolgere nessun ruolo in un sistema energetico a zero emissioni di gas serra.
- *idrogeno blu* è un gas a basse emissioni di carbonio prodotto dalla conversione termochimica di combustibili fossili con cattura e stoccaggio del carbonio. Per illustrare la decarbonizzazione con la produzione di idrogeno blu e l'uso di gas naturale in combinazione con CCS è necessario distinguere la decarbonizzazione distribuita dalla decarbonizzazione centralizzata.
- *idrogeno verde* è un gas rinnovabile prodotto da risorse rinnovabili come fotovoltaico, eolico o idroelettrico.

Per illustrare il processo di decarbonizzazione tramite la produzione di *idrogeno blu* e l'uso di gas naturale in combinazione/mixato con il CCS, è necessario distinguere due differenti scenari:

La Decarbonizzazione distribuita (CCS post-combustione a livello a valle) utilizza il gas naturale nei processi industriali dotati di CCS. In questo percorso, il CCS viene applicato a varie singole fonti di emissioni di CO₂ del settore. Il gas naturale viene quindi decarbonizzato a valle come soluzione *end of-pipe*; quindi l'uso del gas viene decarbonizzato in modo distribuito. La fattibilità tecnica ed economica di questo percorso dipende dallo specifico processo industriale. L'elevata pressione dei gas di scarico, un'alta concentrazione di CO₂ nei gas di scarico e grandi quantità di CO₂ riducono in genere il costo dell'applicazione della CCS a un processo industriale.

La Decarbonizzazione centralizzata (CCS pre-combustione a livello a monte) produce idrogeno blu decarbonizzato da materie prime per gas naturale con CCS integrato nel processo di produzione. L'idrogeno blu viene utilizzato più a valle nei processi industriali per sostituire i carburanti o le materie prime a base di carbonio. Quindi, il gas è già decarbonizzato centralmente, a monte. Questo percorso potrebbe anche essere utile per gli impianti industriali che sono troppo piccoli o troppo lontani da una rete di condotte di CO₂ o da un sito di stoccaggio di CO₂. In questo caso, potrebbe essere più vantaggioso decarbonizzare il gas più in alto nella catena del valore in un'unità di produzione di idrogeno e trasportarlo nel sito di consumo utilizzando le reti H₂ esistenti (principalmente nell'Europa nord-occidentale).

Un mercato considerevole dell'idrogeno blu può essere istituito a un ritmo relativamente veloce in molte località in tutta Europa. Il potenziale di stoccaggio di CO₂ non è un fattore vincolante per la produzione di idrogeno blu nell'UE. Tuttavia, a causa della concentrazione della produzione di idrogeno nell'Europa nord-occidentale, sarà necessaria una cooperazione transfrontaliera per lo stoccaggio di CO₂ con i paesi che hanno una maggiore disponibilità.

Adeguando la produzione di idrogeno esistente con CCS, è possibile produrre fino a 190 TWh (5,8 milioni di tonnellate di idrogeno, 18 bcm di gas naturale equivalente) ogni anno in un periodo di circa dieci anni. I costi della produzione di idrogeno blu saranno compresi tra i 36–63 €/MWh, costo paragonabile a quello del biometano e dell'idrogeno verde dalla produzione di energia elettrica dedicata nel 2050.

Sebbene il potenziale tecnico dell'idrogeno blu non sia un vincolo, le emissioni rimanenti da CCS potrebbero essere un vincolo se gli sforzi di ingegneria non porteranno a un tasso di cattura del 100% entro il 2050.

Tuttavia, anche quando si ridimensiona l'idrogeno blu a livelli ambiziosi di 1.500 TWh all'anno (45 milioni di tonnellate, equivalente a gas naturale di 142 miliardi di metri cubi), si possono realizzare sufficienti emissioni negative per compensare eventuali emissioni rimanenti.

L'idrogeno verde può essere prodotto attraverso le tre tecnologie seguenti:

a) *elettrolizzatori alcalini (AE)* sono l'opzione tecnologica più matura e attualmente più economica. Tuttavia, hanno una capacità limitata di rispondere ai cambiamenti di carico, che è essenziale per i requisiti di flessibilità di un sistema di alimentazione con elevata penetrazione di energie rinnovabili. Inoltre, il design è complesso e implica opzioni di riduzione dei costi limitate.

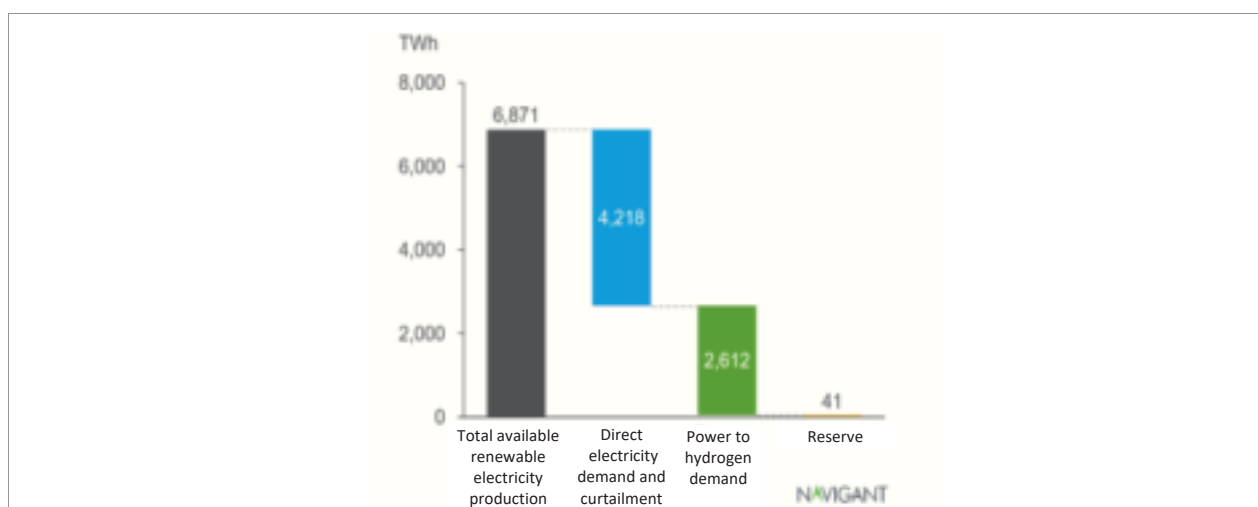
b) *elettrolizzatori a membrana a scambio protonico (PEM)* hanno un *design* semplice, sono attualmente più costosi degli elettrolizzatori alcalini e si presume abbiano un elevato potenziale di riduzione dei costi. Fondamentalmente, sono flessibili, con tempi di accelerazione o decelerazione in secondi, il che li rende ideali per una varietà di applicazioni nel settore energetico.

c) *celle di elettrolisi all'ossido solido (SOEC)* che usano l'elettrolisi ad alta temperatura; sono in una fase iniziale di sviluppo. Teoricamente, l'elettrolisi dell'ossido solido è una tecnologia promettente per la sua elevata efficienza, la sua capacità di recuperare il calore necessario per l'elettrolisi e la sua possibilità di operare in modalità inversa (elettrolisi rigenerativa). L'incapacità di avere un carico flessibile e l'elevato degrado delle membrane sono le due principali sfide dei SOEC.

Il potenziale di idrogeno verde nell'UE è guidato dalla domanda che entro il 2050 potrebbe incrementare considerevolmente nell'UE. Questo studio identifica un potenziale per produrre 200 TWh (equivalente di gas naturale di 19 miliardi di metri cubi) di idrogeno verde dall'eccesso di energia elettrica. Ciò consente di accumulare una quantità eccessiva di energia elettrica rinnovabile in una forma utile. Navigant stima che il costo dell'idrogeno verde utilizzando energia elettrica in eccesso, dove si ipotizza un costo zero di energia, sarà compreso tra 17 e 71 €/MWh.

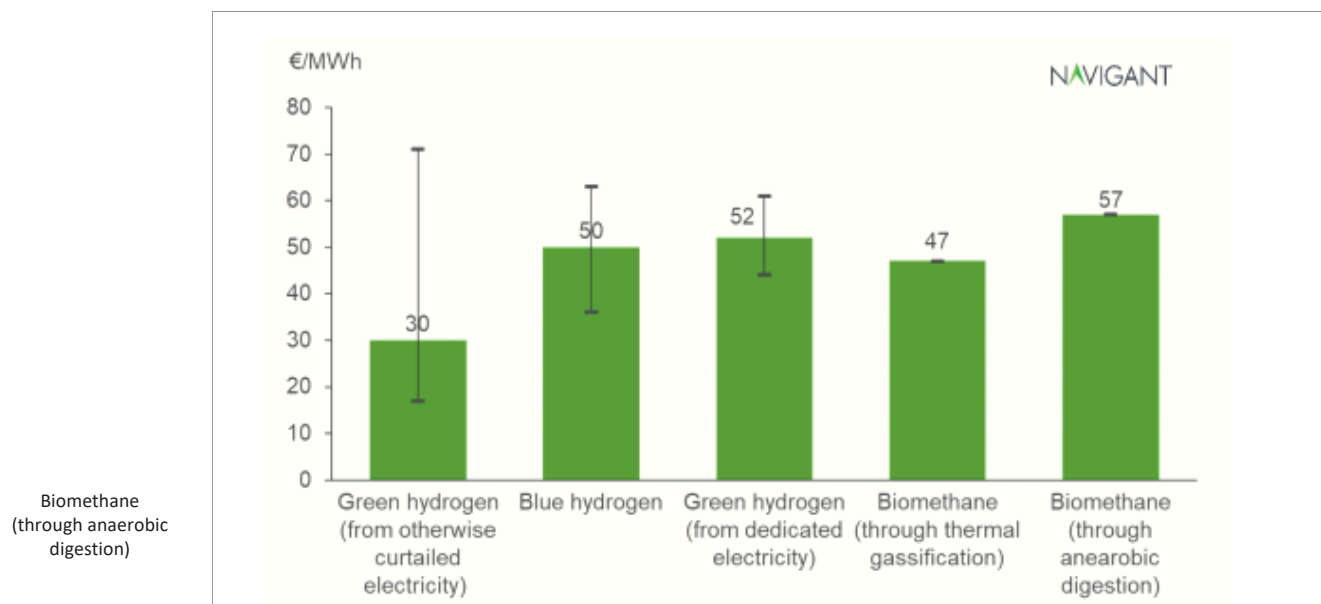
Nello scenario "gas ottimizzato", il fabbisogno di energia in idrogeno è stato quantificato in 1.710 TWh di idrogeno (circa 162 bcm di gas naturale equivalente), ben oltre i circa 200 TWh utilizzano energia elettrica in eccesso. L'analisi di Navigant sui potenziali delle energie rinnovabili nell'UE mostra che l'intera domanda potrebbe essere soddisfatta solo con risorse eoliche *offshore* completamente sviluppate e risorse solari fotovoltaiche sul tetto. In questo caso (con la generazione di energia eolica e idroelettrica a terra mantenuta ai livelli del 2015), la capacità di generazione disponibile per energia da gas e la domanda di idrogeno sono corrispondenti (Figura 4.1.1). Per aumentare la sicurezza dell'approvvigionamento, potrebbe essere necessario integrare la produzione di idrogeno verde con la produzione nazionale di idrogeno non elettrico o con le importazioni.

Figura 4.1.1 Produzione di energia elettrica rinnovabile nello scenario "gas ottimizzato" nel 2050



Fonte: navigant.com

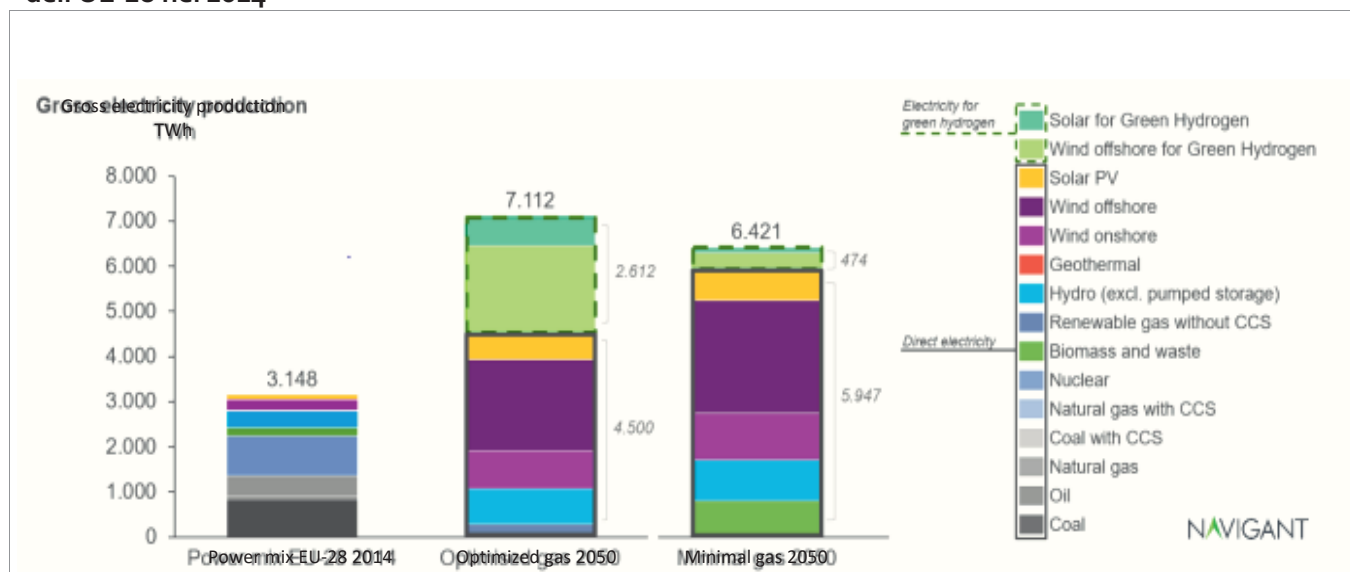
Figura 4.1.2 Confronto dei costi di produzione di idrogeno e biometano nel 2050



Fonte: navigant.com

L'idrogeno verde e il biometano tramite gassificazione nel lungo periodo risultano essere i più competitivi. Come mostrato nella figura 4.1.3, la piena decarbonizzazione del sistema energetico dell'Unione Europea in modo ottimale in termini di costi richiede notevoli quantità di energia elettrica rinnovabile in entrambi gli scenari di studio.

Figura 4.1.3 Produzione lorda di elettricità in entrambi gli scenari rispetto al mix energetico dell'UE-28 nel 2014



Fonte: navigant.com

Negli scenari al 2050, le fonti domestiche di carbone e nucleare sono (quasi) gradualmente eliminate, sollevando la questione di dove verrà prodotta l'energia richiesta.

Oggi l'UE importa oltre il 50% della sua energia. In teoria è possibile produrre tutta l'energia necessaria in entrambi gli scenari di studio all'interno dell'UE entro il 2050. Tuttavia, produrre energia rinnovabile in altre parti del mondo può essere un'alternativa interessante. Ciò potrebbe includere le importazioni di biomassa solida nello scenario "gas minimo" o le importazioni di idrogeno verde nello scenario "gas ottimizzato". Lo scenario "gas ottimizzato" include solo gas rinnovabile per dimostrare che è possibile ottenere emissioni zero entro il 2050, senza alcun ruolo residuo per il gas a basse emissioni di carbonio.

L'idrogeno blu può far crescere l'uso dell'idrogeno a basse emissioni di carbonio nei prossimi anni, consentendo una decarbonizzazione più rapida. Verso il 2050, il gas naturale verrà gradualmente eliminato e l'idrogeno blu sarebbe sempre più sostituito dall'idrogeno verde e dal metano rinnovabile. La velocità con cui l'idrogeno verde può sostituire l'idrogeno blu dipende dalla rapidità con cui è possibile produrre tutta la domanda diretta di energia elettrica da fonti rinnovabili e dalla rapidità con cui viene costruita la capacità aggiuntiva di generazione di energia elettrica rinnovabile. Dipende, inoltre, dal fatto che i responsabili politici limiteranno l'uso dell'idrogeno blu entro il 2050. Qualsiasi grande aumento della produzione di idrogeno verde prima del momento in cui tutta la domanda di energia elettrica diretta è coperta da energia rinnovabile comporta aumenti indiretti della produzione di energia elettrica fossile.

Nel campo dei carburanti alternativi e a minor impatto ambientale, risulta essere un documento chiave la Direttiva 2014/94/UE, conosciuta come DAFI (*Directive for Alternative Fuel Infrastructure*) e recepita in Italia con il D.Lgs. 16 dicembre 2016 n. 257. Il decreto fornisce chiare disposizioni per lo sviluppo di combustibili alternativi prevalentemente nel settore dei trasporti. Fra i combustibili alternativi rientra il gas naturale - compreso il biometano, sia sotto forma di gas naturale compresso (CNG), che liquefatto (GNL).

Conclusioni e raccomandazioni

Il prossimo anno, il 2021, si faranno i conti sul raggiungimento effettivo degli obiettivi europei del pacchetto energia e clima 20-20-20. È un'occasione per capire se l'UE è realmente in marcia verso la transizione energetica ed è in grado di rispettare le scadenze che si pone.

Le tecnologie a basse emissioni già esistono, così come sono conosciuti i comportamenti virtuosi che ciascun cittadino potrebbe seguire per ridurre il suo impatto sull'ambiente.

La volontà dei singoli di impegnarsi in tal senso è però ben diversa e spesso si è tentati di delegare ad altri il compito di prendere le necessarie decisioni. Sicché, l'inazione diventa una responsabilità della politica piuttosto che del singolo individuo. Tuttavia, talvolta, anche la politica è condizionata da orizzonti temporali, legati ad esempio alla durata del mandato, e tende a non tener conto adeguatamente delle esigenze a lungo termine, che impongono i cambiamenti legati alla sostenibilità ambientale. È importante, dunque, che anche l'atteggiamento del cittadino, in quanto elettore, dia adeguato valore alle politiche ambientali, se si vuole accelerare realmente il processo di decarbonizzazione.

La questione, si capisce bene, è, ancora una volta, fondamentalmente, socio-politica e apre una serie di domande, la cui risposta non può che dipendere dagli attuali e futuri equilibri politici e geopolitici.

Le istituzioni internazionali ed i singoli stati si confrontano, infatti, su come dovrà essere ribaltato, tra i vari soggetti (paesi, settori economici, categorie sociali) il peso degli oneri derivanti dalle profonde trasformazioni necessarie per il raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione dell'economia.

Sebbene molte fonti, anche le più autorevoli, siano convinte che la sostenibilità non rappresenti un freno allo sviluppo dell'economia ma, anzi, una spinta alla crescita, non mancano i gruppi di interesse che si oppongono alle politiche ambientali con una visione di breve termine o legata a specifiche esigenze.

La gestione di questi fenomeni è certamente molto complessa e richiede una profonda riflessione sugli strumenti a disposizione della politica.

L'Unione Europea si è mossa con decisione in tale contesto, esprimendo posizione tra le più avanzate rispetto agli altri grandi paesi produttori di gas serra.

Sembra immune da questa patologia, infatti, il Parlamento dell'UE, che, fino a ieri, si è trovato su posizioni tra le più avanzate all'interno dei paesi grandi emettitori di gas serra, e che, dopo le elezioni di maggio 2019, prova a rilanciare il programma energetico-climatico europeo, portando la nuova Commissione Von der Leyen ad annunciare la svolta verde del "Green New Deal", ovvero un pacchetto di misure volte a aumentare le risorse per gli investimenti per la neutralità climatica e l'economia circolare fino almeno a 1.000 miliardi in 10 anni.

Un programma ambizioso che si inserisce, però, in un contesto globale apparentemente congelato, come ha dimostrato l'ultima Conferenza delle Parti (COP25 di dicembre 2019), che ha rimandato alla prossima scadenza il compito di rendere fattivi gli impegni sottoscritti nell'Accordo di Parigi del 2015.

L'Europa può e deve continuare a dare il buon esempio anche e soprattutto attraverso la concretezza delle proprie iniziative nell'ambito del settore energia e nell'economia circolare. Ma, allo stesso tempo, si deve interrogare sul proprio ruolo all'interno del nuovo scenario mondiale, stretta com'è tra i giganti economici dell'Ovest e dell'Est. Non può essere nascosto, infatti, che la transizione verso sistemi economici a ridotto impatto climatico è prima di tutto, una sfida tecnologica tra superpotenze.

Al momento, la Cina, attraverso i finanziamenti statali alle imprese, appare in vantaggio competitivo sulle tecnologie chiave: le batterie per l'accumulo energetico, il solare fotovoltaico per la produzione di energia elettrica e anche l'eolico, nel quale ha inserito suoi operatori tra i primi a livello mondiale. Le economie legate alle regole del mercato e della concorrenza, alle prese con le rispettive legislazioni sugli aiuti di stato, provano a tenere il passo, cercando di promuovere altre iniziative, quali ad esempio l'Alleanza Europea per le batterie.

Risulta del tutto evidente che, come viene ripetuto da decenni, il *trend* mondiale delle emissioni di gas serra non segue quello caldeggiato dall'organismo delle Nazioni Unite per la valutazione scientifica relativa ai cambiamenti climatici (IPCC). Le economie emergenti, infatti, spingono le emissioni sempre più in alto, dal momento che il loro sviluppo non si basa ancora sulle nuove tecnologie verdi, ma, in gran parte, sulle stesse tecnologie che hanno guidato, in passato, i paesi avanzati.

E il ritardo nell'azione di contrasto al cambiamento climatico, anno dopo anno, renderà necessario uno sforzo addizionale sempre più elevato per ridurre la concentrazione di gas serra fino al valore obiettivo fissato.

Un risoluto cambio di approccio era già stato ritenuto necessario nel 1997 con il Protocollo di Kyoto ed è, a maggior ragione, richiesto oggi, nel momento in cui si vanno moltiplicando i segnali legati ai cambiamenti climatici. Tenendo conto che anche il raggiungimento degli obiettivi 20-20-20 è stato sicuramente favorito dalla crisi economica globale del 2008-2009.

Ci troviamo già oggi, comunque, a dover far fronte all'emergenza climatica con strategie di adattamento più o meno elaborate e più o meno implementate. Lo studio AIEE-FEDERMANAGER, nella sua parte conclusiva, si concentra principalmente sulle strategie di mitigazione ed in particolare sull'importanza dell'economia circolare per il rilancio economico dell'Italia.

A questo riguardo occorre sottolineare che il nostro Paese, pur dotato di risorse umane, scientifiche e culturali adeguate a vincere questa sfida, risulta scarsamente dotato delle risorse naturali necessarie a implementare sul territorio determinate filiere produttive delle tecnologie verdi, anche perché, per alcune di esse, si è accumulato un forte ritardo dovuto ad una politica industriale inadeguata.

Per contro, l'Italia può godere, a livello internazionale, di posizioni di leadership nei settori del recupero, del riuso e del riciclo dei materiali. In tale contesto, la transizione verde può rappresentare un'occasione unica per l'industria italiana, per sviluppare nuove vie di espansione, di produzioni e di occupazione in settori di interesse dei mercati internazionali, su cui lo stesso Governo Italiano, attraverso il PNIEC, punta per raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione al 2030.

Secondo le stime di Enea e Confindustria i posti di lavoro aggiuntivi che potrebbero essere creati dai settori impattati da una economia circolare ambiziosa (rifabbricazione, riparazione, riciclo,

terziarizzazione e bioeconomia) sono notevoli. Il modello stima, infatti, che nello scenario di Trasformazione (il più aggressivo) i posti di lavoro previsti nel 2030 incrementerebbero di 540 mila unità. Continuando, invece, con le politiche attuali si limiterebbe l'incremento del tasso di occupazione a soli 35.000 posti di lavoro.

Evidentemente, non si tratterà soltanto di adottare politiche a favore dello sviluppo dell'economia circolare, ma, altresì, di rimuovere gli impedimenti che gravano sulle aziende operanti in questo settore, così come su quelle che operano in altri settori industriali. E cioè: l'eccesso di burocrazia, la difficoltà di accesso al credito, la mancanza di esperienza, la carenza di competenza e regolamentazioni.

Con il processo di decarbonizzazione in atto, se da un lato si ridurrà l'utilizzo di combustibili fossili, incrementando l'uso di energie rinnovabili e di nuove tecnologie (tra cui eolico e solare, ma anche sistemi di stoccaggio, ecc.), dall'altro aumenteranno i cosiddetti "nuovi rifiuti", spesso destinati alle discariche; tra questi, rifiuti provenienti da turbine, moduli fotovoltaici, pompe di calore e batterie. Si dovranno, perciò, sviluppare sistemi di riuso o di smaltimento innovativi ed efficienti, che siano in grado di rispettare il modello di economia circolare, così da contrarre gli sprechi e limitare gli eventuali impatti ambientali.

La gestione efficace dei rifiuti, considerati risorse in un'ottica circolare, risulta essere dunque un punto chiave nel processo di transizione verso uno scenario di recupero energetico. Per tale ragione le istituzioni dovrebbero perciò indirizzarsi verso interventi coerenti con i principi dell'azione ambientale in tema di rifiuti, utilizzando una regolazione chiara, snella ed efficiente, che induca gli operatori ad investire in tecnologie di gestione dei rifiuti già impiegate (inceneritori) o innovative (pirolizzatori).

Risulta quindi fondamentale coordinare progetti ed investire in R&S al fine di trovare nuove soluzioni tecnologiche che siano in grado di recuperare in modo efficiente il calore prodotto dai processi di trattamento dei rifiuti, valorizzando dove possibile la capacità termica già installata sul territorio nazionale. Investire, quindi, in tecnologie all'avanguardia in grado di recuperare energia da diversi tipi di rifiuti normalmente dispersi nell'ambiente (tra cui plastiche, rifiuti umidi, ecc).

In questa prospettiva, va ribadito l'invito ai *policy maker* a valutare attentamente le possibili sinergie tra politica ambientale e politica industriale, cercando di incrementare le possibilità di creare valore, investendo sull'istruzione e la ricerca pubblica, sostenendo la ricerca e l'innovazione privata e accrescendo l'occupazione. Inoltre, risulta avere particolare rilievo la gestione efficace dei rifiuti, considerati un punto chiave verso uno scenario di recupero di materiale ed energia.

La Ricerca e l'Innovazione sono strategie da percorrere per recuperare, almeno nel medio e nel lungo periodo, il ritardo tecnologico accumulato negli ultimi anni.

Ma esse dovranno, altresì, permeare l'organizzazione e la gestione delle imprese, sia quelle specificatamente impegnate nel *green business*, sia le altre, per le quali la sostenibilità ambientale dovrà rappresentare un obiettivo e un valore.

Indice tabelle, figure e box

Indice Figure

1.1.1	<i>La spesa pubblica in ricerca energetica in Europa</i>	18
1.1.2	<i>Mercato mondiale dei veicoli elettrici plug-in</i>	19
1.1.3	<i>Previsioni per il mercato delle batterie agli ioni di litio in Europa</i>	22
2.1.1	<i>Stock di capitale in Italia (miliardi di €₂₀₁₀)</i>	26
2.1.2	<i>Capitalizzazione dei settori manifatturieri italiani (quota su totale industria manifatturiera)</i>	27
2.2.1	<i>Numero medio di dipendenti impiegati nelle PMI in lavori verdi, EU-28, 2017</i>	29
2.2.2	<i>Scenari al 2030 occupazionali in Italia, Polonia e Germania</i>	30
2.2.3	<i>Risultati occupazionali delle fonti rinnovabili elettriche (FER-E) in Italia 2011 - 2018</i>	32
2.2.4	<i>Occupati FER Elettriche (FER-E) 2018</i>	33
2.2.5	<i>Andamento per fonte degli occupati permanenti conseguenti all'evoluzione del parco impianti FER-E secondo lo scenario PNEC [Fonte GSE]</i>	34
2.2.6	<i>Occupati permanenti per fonte conseguenti all'evoluzione del parco impianti FER-T secondo lo scenario PNEC [Fonte GSE]</i>	35
2.3.1	<i>Le componenti del Capitale Naturale</i>	36
2.3.2	<i>Le interazioni tra sistemi socio-economico e ambientale</i>	37
2.3.3	<i>Le interazioni tra i diversi capitali finalizzate al benessere dell'uomo</i>	37
3.1.1	<i>Risorse di litio e cobalto nel mondo</i>	41
3.1.2	<i>Tasso di raccolta di pile e accumulatori portatili rispetto all'immesso al consumo medio dell'ultimo triennio in Europa (%) - 2016</i>	44
3.1.3	<i>Stock di Pompe di calore 2012-2017</i>	52
3.2.1	<i>Plastica prodotta e raccolta nel 2016 nell'Unione Europea</i>	54
3.2.2	<i>Rifiuti plastici post-consumo raccolti nel 2016: riciclaggio, recupero energetico e discarica</i>	55
3.2.3	<i>Rifiuti plastici post-consumo gettati in discarica in Europa</i>	56
3.2.4	<i>Plastica consumata e raccolta in Italia nel 2016</i>	56
3.2.5	<i>Imballaggi in plastica raccolti in Italia nel 2016</i>	57
3.2.6	<i>Rifiuti speciali esportati per paese di destinazione nel 2016 (t)</i>	59
3.2.7	<i>Rifiuti speciali non pericolosi esportati per capitolo dell'elenco europeo rifiuti nel 2016</i>	59
3.2.8	<i>Principali tipologie di rifiuti speciali non pericolosi esportati nel 2016 (t)</i>	60
3.2.9	<i>Comportamenti delle PMI europee rispetto alla riduzione dei rifiuti, 2016</i>	61
3.2.10	<i>Andamento della produzione pro capite dei rifiuti urbani per macroarea geografica, anni 2013 - 2017</i>	62
3.2.11	<i>Percentuale raccolta differenziata regionale- anno 2017</i>	63
3.2.12	<i>Procapite di produzione e raccolta differenziata per macroarea - anno 2017</i>	63
3.2.1.1	<i>Ripartizione percentuale della gestione dei rifiuti urbani, anno 2016</i>	72
3.3.1	<i>Andamento dei consumi finali di alcuni prodotti energetici nei trasporti (indice 2005 = 100)</i>	77
3.3.2	<i>Biocarburanti sostenibili immessi in consumo in Italia nel 2018 per Paese di produzione e Paese di origine della materia prima</i>	81

3.3.3	<i>Biocarburanti sostenibili immessi in consumo in Italia nel 2018 per Paese di produzione e tipologia della materia prima</i>	82
3.3.4	<i>Biocarburanti double counting immessi in consumo in Italia nel 2018 per Paese di produzione e tipologia della materia prima</i>	82
3.3.5	<i>Biocarburanti sostenibili immessi in consumo in Italia per Paese di produzione (migliaia di tonnellate)</i>	83
3.3.6	<i>Biocarburanti sostenibili immessi in consumo in Italia per Paese di origine della materia prima (migliaia di tonn.)</i>	84
4.1.1	<i>Produzione di energia elettrica rinnovabile nello scenario "gas ottimizzato" nel 2050</i>	92
4.1.2	<i>Confronto dei costi di produzione di idrogeno e biometano nel 2050</i>	93
4.1.3	<i>Produzione lorda di elettricità in entrambi gli scenari rispetto al mix energetico dell'UE-28 nel 2014</i>	93

Indice Tabelle

1.1.1	<i>Indicatori di sintesi del commercio mondiale di beni low carbon al 2017</i>	16
1.1.2	<i>Indicatori di sintesi del commercio di beni low carbon per l'Italia al 2017</i>	17
1.1.3	<i>Previsione dell'impatto netto degli investimenti aggiuntivi in media annua 2017-2030 secondo lo scenario obiettivo del PNIEC</i>	19
1.1.4	<i>Mercato auto in Italia</i>	20
1.1.5	<i>Proposte per le filiere industriali</i>	24
2.2.1	<i>Numero addetti nelle imprese della riparazione 2016</i>	31
2.2.2	<i>Occupazione attesa per frazione merceologica al raggiungimento obiettivi di riciclo dei rifiuti urbani</i>	31
2.2.3	<i>Occupazione attesa per filiera al raggiungimento obiettivi di riciclo dei rifiuti di imballaggio</i>	31
2.2.4	<i>Bioeconomia in Italia 2015 Mercato (Md) Occupazione (migliaia di dipendenti)</i>	32
2.2.5	<i>Occupati FER Elettiche (FER-E) anno 2017 e 2018 (migliaia di ULA)</i>	33
2.2.6	<i>Occupati FER Termiche (FER-T) anno 2017 e 2018 (migliaia di ULA)</i>	34
2.2.7	<i>Occupati permanenti per fonte nel 2017 e nel 2030 in seguito all'evoluzione del parco impianti per la produzione di energia elettrica secondo lo scenario PNEC [Fonte GSE]</i>	35
3.1.1	<i>Riserve mondiali di litio, nichel, cobalto, manganese, zinco, REEs e piombo</i>	42
3.1.2	<i>Percentuale e peso dei componenti di un modulo in silicio policristallino</i>	50
3.1.3	<i>Valori caratteristici dei materiali soggetti a recupero nei moduli c-Si [Bio intelligence Service 2011]</i>	50
3.2.1	<i>Rifiuti speciali esportati per paese di destinazione nel 2015-2016 (t)</i>	58
3.2.2	<i>Rifiuti speciali esportati per Regione di provenienza (tonnellate), anno 2016</i>	60
3.2.3	<i>Produzione totale di rifiuti urbani per regione, anni 2013 – 2017</i>	62
3.2.4	<i>Rifiuti urbani esportati per Paese Estero (tonnellate), anni 2016 - 2017</i>	64
3.2.5	<i>Rifiuti urbani esportati per Regione di provenienza (tonnellate), anni 2016- 2017</i>	64
3.2.6	<i>Stima fabbisogno investimento settore rifiuti in Italia</i>	66
3.2.1.1	<i>Numero di impianti di incenerimento e rifiuti totali inceneriti per macroarea geografica 2013 – 2017</i>	70

3.2.1.2	<i>Numero di impianti di incenerimento che trattano rifiuti urbani 2012 – 2017</i>	71
3.2.2.1	<i>Fourier Transform Infrared spectroscopy (FT-IR): risultati e gruppi funzionali presenti</i>	73
3.3.1	<i>Consumi finali di energia nel settore Trasporti in Italia (ktep)</i>	76
3.3.2	<i>Consumi finali di energia nel settore Trasporti in Italia per modalità - anno 2017 (ktep)</i>	77
3.3.3	<i>Biocarburanti sostenibili immessi in consumo in Italia nel 2018 per tipologia di materia prima</i>	80
3.3.4	<i>Biocarburanti sostenibili immessi in consumo in Italia per tipologia di materia prima dal 2015 al 2018</i>	81

Indice Box

1.1.1	<i>Alleanza Europea per le Batterie (AEB)</i>	21
2.2.1	<i>L'impegno di Federmanager nella formazione per la sostenibilità ambientale</i>	28
2.3.1	<i>La monetizzazione del Capitale Naturale e dei Servizi Ecosistemici sulla base delle valutazioni biofisiche</i>	38
3.1.1	<i>Criticità del Litio</i>	43
3.1.2	<i>Nuove tecnologie: Batterie a Stato Solido</i>	44
3.1.3	<i>La raccolta degli accumulatori di energia a fine vita in Italia</i>	46
3.1.4	<i>Alcuni operatori italiani nel settore dei sistemi di accumulo</i>	47
3.1.5	<i>La struttura del modulo fotovoltaico</i>	49
3.1.6	<i>Valore risparmiato riciclando componenti di un impianto</i>	50
3.1.7	<i>Il ritiro ed il trattamento delle pompe di calore. Case study: Teon</i>	52
	<i>Case study: Roma ed un sistema di smaltimento rifiuti al collasso</i>	67
3.2.1.1	<i>Potenziale di recupero energetico da rifiuti in Italia</i>	68
3.2.1.2	<i>Differenze tra termovalorizzatori e pirolisi</i>	69
3.2.2.1	<i>Qual è il potenziale della plastic-to-fuel in Italia?</i>	74
3.3.1	<i>Un futuro per il Combustibile da "Plastic to fuel" nel settore trasporti</i>	76
3.3.2	<i>Biocarburanti single counting e double counting</i>	79
4.1	<i>European Vision 2050</i>	85
4.2	<i>Come si produce il biometano e a quali costi</i>	86
4.1.1	<i>Accordo Eni-Coldiretti per la realizzazione di impianti di produzione da scarti agricoli</i>	88

Bibliografia

- AIEE, *Una strategia energetica per l'Italia – 2° Rapporto. Le vie per la decarbonizzazione e lo sviluppo economico e industriale dell'Italia*, 2019. <http://www.federmanager.it/wp-content/uploads/2019/02/2-rapporto-FEDERMANAGER-AIEE.pdf>
- Carlo Andrea Bollino, *Nel mondo un fantasma si aggira per i convegni*, in «Nuova Energia», 3, 2019.
- Centro di coordinamento RAEE, *Ritiro e trattamento dei rifiuti da apparecchiature elettroniche ed elettriche in Italia. Rapporto annuale 2018*, 2018.
- A. Cieplinski S. D'Alessandro, T. Distefano, P. Guarnieri, *Coupling environmental transition and social prosperity: a scenario-analysis of the Italian case*, Working Paper, May 2019.
- Circular Economy Network, *Potenzialità e ostacoli per l'economia circolare in Italia*. 2018. <https://circulareconomynetwork.it/wp-content/uploads/2018/11/Potenzialit%C3%AO-e-ostacoli-per-leconomia-circolare-in-Italia.pdf>
- Confindustria, *Rapporto Efficienza Energetica 2017*, 2017.
- Confindustria, *Il ruolo dell'industria italiana nell'economia circolare 2018*, 2018.
- Confindustria (a), *Libro bianco per uno sviluppo efficiente delle fonti rinnovabili al 2030*, 2018.
- Reda Cherif, Fuad Hasanov, *The Return of the Policy That Shall Not Be Named: Principles of Industrial Policy*, IMF Working Papers, 26 marzo 2019. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2019/03/26/The-Return-of-the-Policy-That-Shall-Not-Be-Named-Principles-of-Industrial-Policy-46710>
- ECA, *EU support for energy storage. Briefing paper*, aprile 2019. https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/BRP_ENERGY/BRP_ENERGY_EN.pdf
- ENEA, *Commercio internazionale delle tecnologie energetiche low-carbon. La posizione italiana*, a cura di Alessandro Zini, in «Analisi trimestrale del sistema energetico italiano», 4, 2018. <http://www.enea.it/it/seguici/pubblicazioni/pdf-sistema-energetico-italiano/04-bollettino-trimestrale-2018.pdf>
- Agime Gerbeti, *CO₂ nei beni e competitività industriale europea*, Editoriale Delfino, 2014.
- Agime Gerbeti e Fabio Catino, *Blockchain e tracciabilità delle emissioni industriali*, in «Energia», 2, 2019.
- GSE, *Rapporti statistici. Energia nei trasporti 2017*, 2018. https://www.gse.it/documenti_site/Documenti%20GSE/Rapporti%20statistici/Energia%20nei%20Trasporti%202017.pdf
- IEA, *Trends 2018 in photovoltaic application*, 2018. http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/2018_iea-pvps_report_2018.pdf
- IRENA, *End-of-life management: Solar Photovoltaic Panels*, 2016.
- Julius Krein, *What Alexandria Ocasio-Cortez and Marco Rubio Agree On*, in «New York Times», 20 agosto 2019. <https://www.nytimes.com/2019/08/20/opinion/america-industrial-policy.html>

- Ellen MacArthur Foundation , *Growth within a circular economy: vision for a competitive Europe*, 25 giugno 2015. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/growth-within-a-circular-economy-vision-for-a-competitive-europe>
- André Månberger, Björn Stenqvist, *Global metal flows in the renewable energy transition: Exploring the effects of substitutes, technological mix and development*, in «Energy Policy», Volume 119, 2018, Pages 226-241, ISSN 0301-4215, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.04.056>.
- Carole Mathieu, *The European Battery Alliance is moving up a gear*, in «energypost.eu», 24 maggio 2019. <https://energypost.eu/the-european-battery-alliance-is-moving-up-a-gear/>
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), *Catalogo dei sussidi ambientalmente dannosi e dei sussidi ambientalmente favorevoli*, 2018. https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/sviluppo_sostenibile/csa_ii_e_dizione_2017_luglio_2018.pdf
- Pratima Meshram, B.D. Pandey, Abhilash, *Perspective of availability and sustainable recycling prospects of metals in rechargeable batteries – A resource overview*, Resources Policy, Volume 60, 2019, Pages 9-22, ISSN 0301-4207, <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.11.015>.
- Navigant, *Gas for Climate. The optimal role for gas in a net-zero emissions energy system*, marzo 2019. http://www.snam.it/export/sites/snam-rp/repository/file/Media/news_eventi/2019/Navigant_-_Gas_for_Climate.pdf
- Terje Osmundsen, *Solar consumption and manufacturing: can Europe re-take the lead?*, in «energypost.eu», 21 marzo 2019. <https://energypost.eu/solar-consumption-and-manufacturing-can-europe-re-take-the-lead/>
- Daniela Palma, Federica Scipioni, *Evoluzione e tendenze della spesa pubblica in ricerca energetica nello scenario mondiale ed europeo*, in «Analisi trimestrale del sistema energetico italiano», ENEA, 1, 2019. <http://www.enea.it/it/seguici/pubblicazioni/pdf-sistema-energetico-italiano/01-bollettino-trimestrale-2019.pdf>
- Qualenergia.it, *La “seconda vita” delle batterie al litio sarà nel riciclo a basso costo*, 15 marzo 2017. <https://www.qualenergia.it/articoli/20170315-la-seconda-vita-delle-batterie-al-litio-sara-nel-riciclo-basso-cost/>
- Qualenergia.it, *Batterie al litio sempre più competitive: i costi aggiornati dei sistemi di storage*, 14 novembre 2018. <https://www.qualenergia.it/pro/articoli/batterie-al-litio-sempre-piu-competitive-i-costi-aggiornati-dei-sistemi-di-storage/>
- Qualenergia.it, *Forniture di litio e cobalto, quanti rischi all'orizzonte per le batterie*, 19 novembre 2018. <https://www.qualenergia.it/articoli/forniture-di-litio-e-cobalto-quant-rischi-allorizzonte-per-le-batterie/>
- Research and Market, *Solar Panel Recycling Market - Forecasts From 2018 to 2023*, 2018.
- Oliver Schmidt, Sylvain Melchior, Adam Hawkes, Iain Staffell, *Projecting the Future Levelized Cost of Electricity Storage Technologies*, in «Joule», 3, 1, pp. 81-100, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2018.12.008>
- Simone Tagliapietra, Reinilde Veugelers, *How Europe could yet take the lead in the global electric-vehicle development race*, in «bruegel.org», 9 gennaio 2019. <https://bruegel.org/2019/01/how-europe-could-yet-take-the-lead-in-the-global-electric-vehicle-development-race/>
- Tommasino M.C., Zini A., *Commercio internazionale delle tecnologie energetiche low-carbon. La posizione italiana*, in «Analisi trimestrale del sistema energetico italiano», ENEA, 4, 2017. <http://www.enea.it/it/seguici/pubblicazioni/pdf-sistema-energetico-italiano/04-bollettino-trimestrale-2017.pdf>
- Adair Turner, *Capitalism in the Last Chance Saloon*, 2 settembre 2019. <https://www.project-syndicate.org/commentary/can-capitalism-combat-climate-change-by-adair-turner-2019-08>

- R. Kerry Turner, David W. Pearce, Ian Bateman, *Economia ambientale*, Il Mulino, 1994.
- R.K. Hugo Valin, Daan Peters, Maarten van den Berg, Stefan Frank, Petr Havlik, Nicklas Forsell, Carlo Hamelinck, *The land use change impact of biofuels consumed in the EU*, 2015.
https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/Final%20Report_GLOBIOM_publication.pdf
- Ursula von der Leyen, *Mission letter to Frans Timmermans*, 10 settembre 2019.
https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/mission-letter-frans-timmermans-2019_en.pdf

Credits

Il presente rapporto è frutto della collaborazione tra Federmanager e l'Associazione italiana economisti per l'energia (Aiee) che ha realizzato l'analisi.

Hanno collaborato per Federmanager:

Stefano Cuzzilla

presidente

Tel. +39 06 44070239

Mario Cardoni

direttore generale

Tel. +39 06 44070239

Sandro Neri

coordinatore commissione Energia

Tel. +39 06 44070233

Paolo Cucinotta

responsabile rapporti industriali e istituzionali

Tel. +39 06 44070233

paolo.cucinotta@federmanager.it

Hanno collaborato per AIEE:

Carlo Di Primio

Presidente

Tel. +39 06 3227367

c.diprimio@aiee.it

Vittorio D'Ermo

Consigliere

Tel. +39 06 3227367

v.derma41@gmail.com

Gianluca Carrino

Partner

Tel. +39 06 3227367

gianluca.carrino91@gmail.com

Anka Serbu

Relazioni esterne e comunicazione

Tel. +39 06 3227367

assaiee@aiee.it

Con il contributo di Manager Solutions



© 2020 Consiglio dell'Associazione Italiana Economisti dell'Energia - Tutti i diritti riservati

Prodotto e realizzato da AIEE, Viale Parioli – 10, 00197 – Roma - Italia



 Via Ravenna, 14
00161 Roma

 +39 06 440701

 federmanager@federmanager.it

 www.federmanager.it

CONTACT CENTER

 +39 06 44070700