

OTTIMIZZAZIONE E AUTONOMIA ENERGETICA NELL'ERA DELLA GENERATIVE AI

Rapporto Strategico

Dicembre 2024

Iniziativa realizzata in collaborazione con:



Position Paper realizzato da TEHA Group S.p.A. in collaborazione con Siram Veolia.

© 2024 Siram Veolia e TEHA Group S.p.A. Tutti i diritti riservati. Nessuna parte del rapporto può essere in alcun modo riprodotta senza l'autorizzazione scritta di Siram Veolia e TEHA Group.

I contenuti del presente Rapporto sono riferibili esclusivamente al lavoro di analisi e di ricerca, rappresentano l'opinione di TEHA Group e possono non coincidere con le opinioni e i punti di vista delle persone coinvolte nello Studio.

Il presente Studio Strategico è stato realizzato da TEHA Group su incarico di Siram Veolia. La missione dello Studio è valorizzare il **contributo differenziale di un approccio sistemico basato sull'ottimizzazione energetica** e il ruolo del **digitale** come leva per accelerare il processo di decarbonizzazione ed efficientamento del Paese con particolare attenzione su due settori strategici: **industria** e **Pubblica Amministrazione**.

Lo Studio è stato concepito per rispondere a tre obiettivi:

- qualificare la rilevanza di **ottimizzazione e autonomia energetica** per il futuro del Paese evidenziando come tali approcci possano sostenere la competitività delle imprese e il benessere dei cittadini;
- identificare le principali sfide per l'Industria e la Pubblica Amministrazione e il possibile contributo delle ESCo per l'adozione di nuovi approcci all'efficienza energetica;
- mettere in luce come le nuove tecnologie digitali possano contribuire a ottimizzare gli ecosistemi energetici abilitando la flessibilità necessaria a gestire la crescente penetrazione di rinnovabili intermittenti e dello storage e sostenendo lo sviluppo di nuovi servizi avanzati.

Hanno contribuito per conto di Siram Veolia:

- **Emanuela Trentin** (*Chief Executive Officer*)
- **Vittorio Carducci Agostini** (*Chief Executive Officer, Siram Veolia Industry & Building*)
- **Paolo Guido Albrici** (*Head of Marketing*)
- **Federica Arata** (*Responsabile Coordinamento Contratti Consip e Contratti Nazionali*)
- **Martina Beneventi** (*Direttore Legale*)
- **Leoluca Bianchi** (*Responsabile Commerciale, Siram Veolia Industry & Building*)
- **Silvia Cecamore** (*Deputy CFO*)
- **Samuel Champion** (*CFO*)
- **Nicola Cipiciani** (*Responsabile Energy Market & Regulation*)
- **Fabrizio Locchetta** (*Chief Information Officer*)
- **Paolo Maltese** (*Chief Operating Officer Settore Pubblico, Direttore Unità di Business Nord Est e Nord Ovest*)
- **Gianpaolo Pagani** (*Vice-direttore Unità di Business Nord Ovest*)
- **Carlo Papi** (*Direttore Unità di Business Centro*)
- **Maria Vittoria Pisante** (*Direttore Strategy, Communication, Business Support & Development*)
- **Michele Rossi** (*Responsabile innovazione*)
- **Paolo Rossi** (*Direttore Area Tecnico Operativa*)
- **Massimo Rovati** (*Direttore Tecnico e Direttore Unità di Business Centro Nord*)
- **Gabriele Salvalaglio** (*Responsabile Ingegneria d'Offerta Centrale*)

- **Emanuela Teatini** (Direttore Risorse Umane)
- **Marilde Verzieri** (Responsabile Comunicazione)

Il Gruppo di Lavoro TEHA Group è composto da:

- **Lorenzo Tavazzi** (*Senior Partner e Responsabile Area Scenari e Intelligence*)
- **Alessandro Viviani** (*Associate Partner e Responsabile Area Green Tech*)
- **Francesco Galletti** (*Senior Consultant Area Scenari e Intelligence*)
- **Nicolò Serpella** (*Senior Consultant, Area Scenari e Intelligence*)
- **Alessandra Bracchi** (*Consultant, Area Scenari e Intelligence*)
- **Giorgia Rusconi** (*Analyst, Area InnoTech Hub*)
- **Mattia Selva** (*Analyst, Area Scenari e Intelligence*)
- **Noemi Lattanzi** (*Analyst, Area InnoTech Hub*)
- **Giada Vena** (*Assistant*)

Si ringraziano gli *Advisor* Scientifici dello Studio Strategico:

- **Giorgio Graditi** (Direttore Generale, ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile)
- **Gustavo Piga** (Professore ordinario di Economia Politica e Direttore del Master in Procurement Management, Università di Roma Tor Vergata)

Si ringraziano gli attori che hanno contribuito allo Studio Strategico attraverso:

- la partecipazione al **Tavolo di Lavoro dedicato all'industria**:
 - **Alessandro Alessio** (*Junior Professional Energia, Confindustria*);
 - **Alessandro Bertoglio** (*Responsabile Energia, Assocarta*);
 - **Lorenzo Corda** (*Public and Regulatory affairs & Funding manager, Air Liquide*);
 - **Stefania Ingrosso** (*Chief Technology Officer, Engineering and Project Manager, DRI d'Italia*);
 - **Vincenzo Lumia** (*Direttore, Federchimica-PlasticsEurope*);
 - **Giuliano Mameli** (*Energy Manager, Leonardo*);
 - **Federico Reginato** (*Operations Manager & Managing Director, Borealis*);
 - **Luca Sassoli** (*Amministratore Delegato, Burgo Energia*);
 - **Marco Stazi** (*Business Development Manager - Energy Transition, Siemens*);
 - **Alessandro Tarantini** (*Engineering Director, ACS Dobfar*);
 - **Valeria Vivencio** (*Energy Manger and Process Safety Expert, BASF*);
 - **Lorenzo Zaniboni** (*Director Operations, Agrati*);
 - **Gianmaria Zanni** (*Energy COO, AFV Acciaierie Beltrame*);
- la partecipazione al **Tavolo di Lavoro dedicato alla Pubblica Amministrazione**:

- **Carlo Abbà** (Assessore al lavoro, commercio e attività produttive, *marketing* territoriale e Turismo, Transizione digitale, Comune di Monza);
- **Iacopo Avegno** (Direttore Generale Presidenza, Regione Liguria);
- **Simona Boschetti** (*Energy Manager*, Azienda Ospedaliera Sant’Orsola di Bologna);
- **Andrea Brunetta** (Responsabile Posizione Organizzativa Promozione e Partenariato Pubblico – Privato, Comune di Trieste);
- **Viviana Buscemi** (Technical Project Manager, UNI – Ente Italiano di Normazione);
- **Stefano Corsini** (Dirigente Servizio di Sistema MIP/CUP monitoraggio degli investimenti pubblici e degli adempimenti, Presidenza del Consiglio dei Ministri);
- **Francesco Corvace** (Dirigente Servizio Energia e fonti alternative rinnovabili, Regione Puglia);
- **Daniele D’Amino** (Referente Ambiente ed Economia Circolare, ACCREDIA – Ente italiano Accreditamento);
- **Laura Faraone** (*Project Manager* Strategia Immobiliari, Sostenibilità e Innovazione, Agenzia del Demanio);
- **Maurizio Ferrante** (Responsabile Divisione Sourcing Energy and Building Management, Consip);
- **Gian Luca Gurrieri** (Dirigente Clima e qualità dell’aria, Regione Lombardia);
- **Francesco Marchitelli** (Commissario Straordinario, ASL Roma 6);
- **Francesca Pazzaglia** (Dirigente Servizio Demanio Patrimonio e Logistica, Regione Umbria);
- **Emanuele Peschi** (Responsabile Sezione Scenari di emissione, modelli integrati e indicatori, ISPRA);
- **Matteo Persico** (Dirigente, ASST Papa Giovanni XXIII Bergamo);
- **Claudia Romano** (Responsabile Servizio Energia e Energia Verde, Regione Emilia – Romagna);
- **Gianluca Santini** (*Energy Manager*, ASST Papa Giovanni XXIII Bergamo);
- **Federico Sartori** (Dipartimento Supporto ai Comuni e Politiche Europee, Ifel – Istituto per la Finanza e l’Economia Locale, Fondazione ANCI).

I contenuti del presente rapporto sono riferibili esclusivamente al lavoro di analisi e di ricerca, e rappresentano l’opinione di TEHA Group e possono non coincidere con le opinioni e i punti di vista delle persone coinvolte.

INDICE

EXECUTIVE SUMMARY DEL RAPPORTO STRATEGICO	1
CAPITOLO 1	
IL RUOLO CHIAVE DELL'OTTIMIZZAZIONE ENERGETICA NEL PROCESSO DI DECARBONIZZAZIONE PER RAFFORZARE LA COMPETITIVITÀ DEL SISTEMA-PAESE	15
1.1 Stato dell'arte e il ruolo dell'ottimizzazione energetica	15
1.2 <i>Focus</i> industria	17
1.3 <i>Focus</i> Pubblica Amministrazione	19
1.4 Il ruolo dei dati e dell'Intelligenza Artificiale	23
CAPITOLO 2	
GLI EFFETTI POSITIVI DELL'OTTIMIZZAZIONE ENERGETICA A LIVELLO DI SISTEMA-PAESE E NEI SETTORI CONSIDERATI	26
2.1 Lo scenario di analisi degli impatti dell'ottimizzazione energetica	26
2.2 I benefici per l'industria	28
2.3 I benefici per la Pubblica Amministrazione	33
2.4 I benefici per il sistema-Paese	35
CAPITOLO 3	
LE PROPOSTE DI <i>POLICY</i> OPERATIVE PER FAVORIRE IL DISPIEGAMENTO DELLE LEVE DI OTTIMIZZAZIONE ENERGETICA	38

EXECUTIVE SUMMARY DEL RAPPORTO STRATEGICO

1. L'Italia, che nel 2000 era il Paese più efficiente per utilizzo di energia per Valore Aggiunto tra i *peer* europei, ha progressivamente perso il proprio vantaggio competitivo con un efficientamento del 14% dal 2000 a oggi (vs. 28% di media UE e 29% della Francia). In questo scenario, l'ottimizzazione energetica è oggi una leva chiave per portare avanti il processo di decarbonizzazione e mantenere la competitività del sistema-Paese.

L'indice di intensità energetica¹ nazionale misura la capacità di un Paese di utilizzare l'energia per generare valore aggiunto economico. Un valore indice contenuto indica un sistema energetico capace di sfruttare l'energia in modo **efficiente** attraverso una buona gestione delle risorse.

Tra il 2000 e il 2022, la riduzione dell'indice di intensità energetica dell'Italia ha subito un **rallentamento rispetto ai principali Paesi benchmark europei**. Dal 2004 in poi, l'Italia ha progressivamente perso il suo tradizionale vantaggio competitivo: **l'indice del Paese è migliorato solo del 14%**, a fronte del **28%** della media UE e del **29%** della Francia.

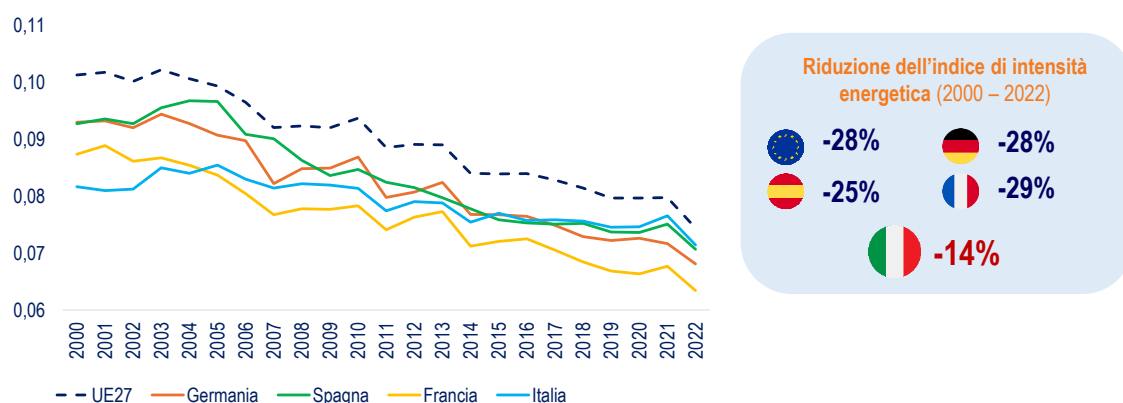


Figura I. Indice di intensità energetica nei maggiori Paesi UE (consumo finale di energia, Ktep/ valore aggiunto in milioni di Euro), 2000-2022. Fonte: elaborazione TEHA su dati Eurostat, 2024.

Alla luce degli ambiziosi obiettivi di decarbonizzazione e delle crescenti sfide connesse, sarà cruciale accelerare e rendere più efficiente la transizione energetica, sfruttando **tutte le leve disponibili secondo un principio di neutralità tecnologica**. Tra queste rientrano: **l'efficienza energetica**, l'**elettrificazione**, il **fuel switch**, i **sistemi di storage**, il **digitale**, la **flessibilità**, e la **condivisione e aggregazione di energia distribuita**.

Un elemento chiave sarà **l'ottimizzazione energetica**, da perseguire seguendo un modello di **smart sector integration**. Questo approccio sfrutta le interdipendenze tra i diversi settori

¹ L'indice di intensità energetica è il rapporto tra i consumi finali di energia (Ktep) e il valore aggiunto (milioni di Euro) del Paese.

economici, integrando le leve disponibili in modo interconnesso, **superando il tradizionale modello lineare dei sistemi energetici**.

In questo contesto, **il digitale gioca un ruolo fondamentale**, abilitando la raccolta, l'aggregazione e l'analisi dei dati in tempo reale, strumenti essenziali per ottimizzare il processo di transizione energetica.

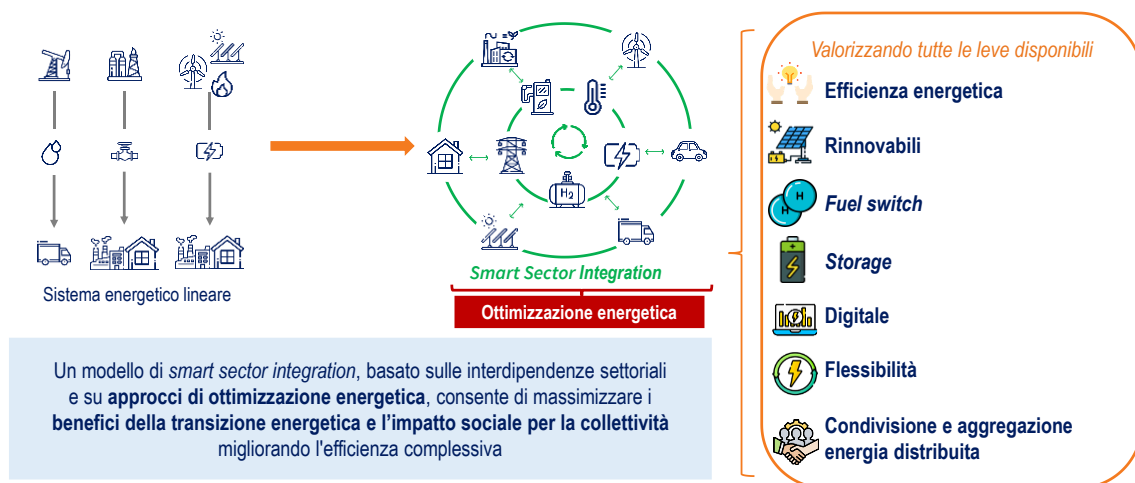


Figura II. Evoluzione del sistema energetico (esemplificativo) e leve disponibili. Fonte: elaborazione TEHA su fonti varie, 2024.

2. La competitività dell'industria italiana è oggi sotto crescente pressione: al 2050 il solo meccanismo ETS impatterà tra il 15% e il 33% del Valore Aggiunto generato dai settori energivori. L'industria necessita quindi di energia sostenibile e accessibile per poter tutelare la propria competitività valorizzando soluzioni efficienti e adottando approcci di filiera e tecnologie che sfruttino le opportunità offerte dalle nuove molecole verdi.

L'industria italiana rappresenta circa un quinto del totale delle emissioni e dei consumi di energia nazionali. In particolare, la decarbonizzazione dei **settori energivori rappresenta una sfida chiave** per la riduzione delle emissioni del settore industriale in quanto questi ultimi rappresentano il **14%** delle emissioni di gas serra e il **16%** dei consumi energetici in Italia.

Oltre agli aspetti di natura normativa, la decarbonizzazione dell'industria è resa necessaria anche da considerazioni di tipo economico. A partire dal 2026, l'assegnazione di quote gratuite all'interno del meccanismo **Emission Trading System (ETS)** europeo diminuirà progressivamente; al contempo, è previsto un incremento del costo delle quote che le aziende UE dovranno acquistare.

La variazione di questo meccanismo influenzerà in modo significativo il Valore Aggiunto delle industrie energivore (come metalli, prodotti chimici, carta e cemento): secondo le stime elaborate da TEHA, entro il 2050 l'ETS potrebbe erodere tra il **15% e il 33% del Valore Aggiunto** generato da questi settori, rendendo particolarmente sfidante l'adozione di leve di decarbonizzazione a causa di limiti tecnici e/o economici.

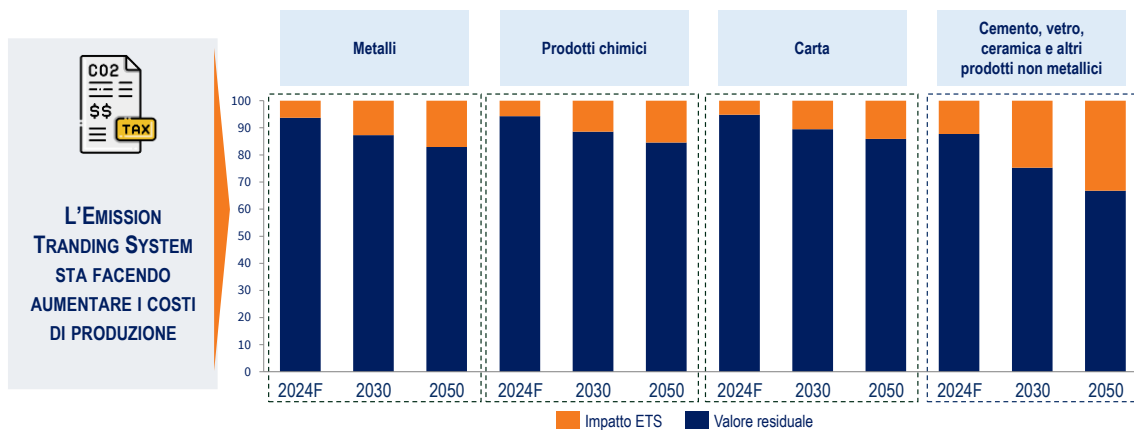


Figura III. Impatto dell'ETS sul Valore Aggiunto nelle industrie *Hard to Abate*, in Italia (valore percentuale), 2024, 2030 e 2050 forecast. Fonte: elaborazione TEHA su fonti varie, 2024.

Per salvaguardare la competitività dell'industria, sarà fondamentale **assicurare la disponibilità e l'accessibilità delle diverse leve di decarbonizzazione**, come la cogenerazione, le molecole verdi (e.g. biometano) e le fonti rinnovabili.

In questo senso, seguendo un modello di *smart sector integration*, la combinazione delle diverse leve nei settori di interesse e, più in generale, all'interno del sistema energetico nazionale, potrà essere ottimizzata grazie alla digitalizzazione e ad algoritmi di Intelligenza Artificiale che consentiranno di efficientare l'adozione delle diverse leve e i consumi stessi.

3. La Pubblica Amministrazione ha un target di efficientamento energetico del patrimonio edilizio del 3% annuo, ma nell'ultimo triennio non ha mai superato l'1% a causa di limiti del modello di procurement e del limitato ricorso al Partenariato Pubblico-Privato (1/20 di UK e 1/3 della Francia dal 1990). L'ottimizzazione energetica richiede quindi un modello che valorizzi il Partenariato Pubblico-Privato e la collaborazione sistemica tra tutti gli attori coinvolti.

La decarbonizzazione del **settore edilizio** rappresenta una leva fondamentale per raggiungere gli obiettivi *net zero* al 2050, **rappresentando circa il 42% dei consumi finali di energia in Italia nel 2022** (vs. 40% in UE-27). Negli ultimi 20 anni, il settore degli edifici ha registrato infatti la minore riduzione delle emissioni climalteranti rispetto agli altri settori, pari a solo il 10% tra il 2000 e il 2022, rappresentando oggi il **18% delle emissioni di gas a effetto serra in Italia** (vs. 12% in UE-27). È quindi evidente la necessità di accelerare la transizione energetica del parco immobiliare italiano: ai *trend* attuali, infatti, il target *net zero* non si raggiungerebbe prima del 2103. A tal fine, l'Unione Europea ha approvato a marzo 2024 la Energy Performance of Building Directive (c.d. Direttiva "Case green") che stabilisce un obiettivo di riduzione dei consumi energetici pari al 16% entro il 2030, prevedendo anche la ristrutturazione di almeno il 16% degli edifici non residenziali più energivori, con un *target* del 26% al 2033.

La Pubblica Amministrazione riveste un ruolo guida centrale nel promuovere la decarbonizzazione del settore edilizio, dalla sensibilizzazione dei cittadini riguardo alla sostenibilità ambientale alla capacità di incentivare l'efficienza energetica delle aziende attraverso il *Green Public Procurement*. Con un tasso annuo di efficientamento del 3% del patrimonio edilizio pubblico fino al 2030, il PNIEC italiano prevede infatti una forte accelerazione nei prossimi anni, con un **target annuo superiore di 9 volte** alla superficie totale riqualificata tra il 2014 e il 2022. Negli ultimi anni, tuttavia, si è registrata una netta contrazione del tasso di riqualificazione della PA, pari a solo lo 0,7% nel 2022 vs. il 3% previsto dal Programma di Riqualificazione Energetica degli edifici della Pubblica Amministrazione (PREPA), che mette in luce diverse criticità da attenzionare nel contesto italiano, dai **limiti del modello di procurement** e al **limitato ricorso al Partenariato Pubblico-Privato (PPP)**, 1/20 rispetto a Regno Unito dal 1990 e 1/3 della Francia. Tale strumento rappresenta una leva prioritaria da valorizzare per promuovere una collaborazione sistemica pubblico-privata in grado di garantire un supporto tecnico nella realizzazione degli interventi e un minore onere sulla spesa pubblica grazie al coinvolgimento di capitali privati e alla condivisione dei rischi del progetto. Ad oggi, la carenza di competenze tecniche rappresenta un serio ostacolo alla decarbonizzazione della PA, con circa il 72% delle posizioni per professioni tecniche nella PA che è rimasto vacante nel biennio 2021-22.

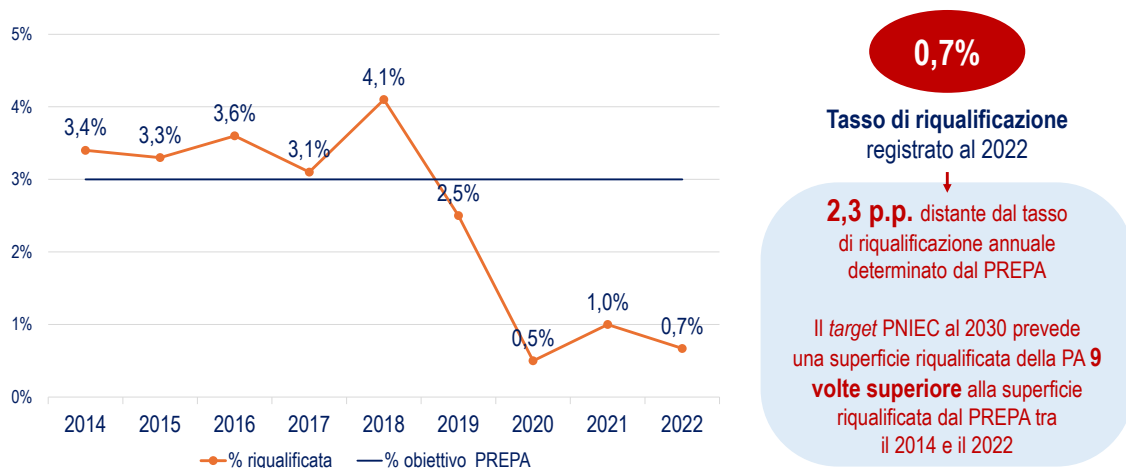


Figura IV. Andamento della riqualificazione della PA (% di superficie riqualificata e obiettivo PREPA), 2014-2022. Fonte: elaborazione TEHA su dati PNIEC ed ENEA, 2024.

Diventa dunque fondamentale **promuovere un nuovo modello di gestione del patrimonio edilizio pubblico attraverso un approccio integrato e una governance di sistema che favorisca la diffusione di soluzioni avanzate di ottimizzazione energetica**. Secondo il Piano dell'Agenda del Demanio, le tecnologie digitali rivestiranno un ruolo centrale in questo processo, prevedendo l'installazione di sistemi per l'automazione della gestione degli edifici in oltre l'80% degli interventi, per garantire la digitalizzazione del ciclo di vita e dei processi manutentivi dell'immobile riqualificato e il monitoraggio dei risultati degli interventi di riqualificazione edilizia. Su questo aspetto, inoltre, **l'abbinamento dei contratti Energy Performance Contract (EPC) con i PPP garantirebbe alla PA maggiore sicurezza sui risultati degli interventi**, grazie al supporto dell'azienda fornitrice nella progettazione e

implementazione delle soluzioni di ottimizzazione energetica e alla garanzia di ottenere i risparmi previsti dagli interventi per ripagare l'investimento iniziale.

4. I dati e le applicazioni di Intelligenza Artificiale (IA) sono il «collante» per combinare diverse leve di efficienza e decarbonizzazione, consentendo la loro ottimizzazione e amplificando il beneficio delle singole tecnologie.

Le **soluzioni digitali** costituiscono una leva fondamentale per integrare e valorizzare le diverse strategie di efficienza e decarbonizzazione, consentendo di amplificare il beneficio delle singole tecnologie di decarbonizzazione e promuovendo un **sistema energetico integrato e sostenibile**. La loro capacità di aggregare, analizzare e interpretare grandi volumi di dati e informazioni consente di valorizzare le **quattro principali direttrici dell'ottimizzazione energetica: produzione da fonti rinnovabili, switch verso vettori a minore impatto ambientale, efficienza energetica e sistemi di accumulo**. Un approccio basato sulle analisi delle dinamiche energetiche specifiche di un edificio o processo, sul monitoraggio in tempo reale dei dati raccolti e sulla gestione ottimizzata delle risorse attraverso soluzioni digitali avanzate contribuisce in maniera diretta e indiretta alla riduzione delle emissioni di gas serra.

Per poter efficacemente integrare soluzioni digitali a sostegno di un processo di decarbonizzazione è necessario creare un **ecosistema robusto**, abilitato da **tre fattori chiave: la qualità e disponibilità dei dati**, i quali devono essere interoperabili, puliti e sufficienti; **una governance solida e strutturata**, necessaria per assicurare uno sviluppo sostenibile delle soluzioni di IA; e **l'integrazione settoriale**, che rafforza la cooperazione tra settori diversi e migliora l'efficienza complessiva del sistema.



Figura V. Elementi chiave per abilitare una maggiore collaborazione ecosistemica (illustrativo). Fonte: elaborazione TEHA su fonti varie, 2024.

Per garantire un'implementazione efficace, è fondamentale sviluppare un approccio che coinvolga attivamente i *facility manager*, il *team ICT* e il *procurement*, creando al tempo stesso sinergie con i fornitori esterni. Questa collaborazione consente di identificare e adottare le migliori pratiche e tecnologie disponibili sul mercato, trasformando il tradizionale modello di

approvvigionamento in un **processo dinamico e collaborativo** di sviluppo delle soluzioni. L'adozione di questo modello favorisce una maggiore condivisione dei dati, potenzia l'attenzione verso l'innovazione nei bandi pubblici e promuove la diffusione delle soluzioni di IA su larga scala.

5. TEHA e Siram Veolia hanno sviluppato un modello di valutazione dell'impatto, in termini di sostenibilità, costi e dipendenza, generabile da un crescente livello di ottimizzazione energetica applicata alle leve di decarbonizzazione ed efficienza più mature, rispetto a uno scenario *standard* in cui l'applicazione delle leve previste dal PNIEC non avviene in maniera ottimizzata.

Per quantificare il potenziale contributo dell'ottimizzazione energetica al raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione, lo Studio ha sviluppato un modello di valutazione dell'impatto generabile da un crescente livello di ottimizzazione energetica applicata alle leve di decarbonizzazione ed efficienza più mature. Per accelerare la transizione energetica di industria e Pubblica Amministrazione è fondamentale promuovere una strategia che valorizzi il contributo sinergico di tutte le leve tecnologiche secondo una logica di neutralità tecnologica. Il PNIEC delinea infatti una **visione realistica e neutrale** del processo di decarbonizzazione che prioritizza le tecnologie mature in una prima fase fino al 2030, individuando **3 principali aree di intervento: efficienza energetica, rinnovabili elettriche e bioenergie e flessibilità**. Le tecnologie innovative e in evoluzione (es. idrogeno, CCS, nuovo nucleare) rivestono sempre un ruolo centrale nella strategia italiana, tuttavia, il loro contributo potrà essere valorizzato solo in una fase successiva al 2030. Tale visione si traduce dunque in un'integrazione delle singole leve che deve essere poi adattata ai casi specifici, seguendo i principi dell'*energy efficiency first* e di neutralità tecnologica.

In questo scenario, lo Studio si concentra sulle tecnologie e obiettivi della prima fase del PNIEC (*pre-2030*) proponendo leve di ottimizzazione per aumentarne il dispiegamento e l'efficacia nei due settori focus dello Studio. Muovendo dal perimetro delle tecnologie disponibili, è stato selezionato un sottoinsieme di tecnologie e leve che seguono un **principio di «quick win»**, ovvero soluzioni che possono essere implementate nel breve periodo, senza necessitare modifiche significative alle infrastrutture, e che offrono benefici immediati. In linea con il PNIEC, sono stati considerati impianti di **cogenerazione** in ambito industriale e **sistemi HVAC** efficienti per gli edifici come leve principali di efficienza energetica, integrate da **fonti di energia rinnovabili** per decarbonizzare i consumi energetici grazie allo sviluppo di impianti fotovoltaici (con sistemi BESS) e di biometano e biomassa solida per la decarbonizzazione dei consumi termici dei settori industriali. Infine, è stato valutato il ruolo potenziale delle **soluzioni digitali e di intelligenza artificiale** attraverso soluzioni di *end user-management* nei sistemi industriali e di sistemi BEMS/BACS per gli edifici.² Nel contesto

² *Building Automation and Control Systems (BACS) e Building Energy Management System (BEMS).*

della Pubblica Amministrazione, l'ottimizzazione energetica non considera esclusivamente la dimensione tecnologica, ma integra anche il potenziale contributo dello strumento del **Partenariato Pubblico-Privato**.

In questo scenario, lo Studio valuta gli impatti dell'ottimizzazione energetica lungo 5 **principali leve di ottimizzazione** che possono essere valorizzate per accelerare la decarbonizzazione e la competitività del sistema-Paese, dalla collaborazione pubblico-privata e *inter-filiera* alla combinazione sinergica di diverse tecnologie di efficienza energetica. Il contributo dell'ottimizzazione, in particolare, viene valorizzato attraverso la **quantificazione del beneficio differenziale** dal confronto tra uno **scenario standard** e uno **scenario ottimizzato**, analizzando il differenziale dei **benefici energetici, ambientali ed economici** nei 2 scenari di analisi. In particolare, in ambito energetico, è stato quantificato il contributo dell'ottimizzazione alla riduzione dei consumi nazionali e al rafforzamento della sicurezza energetica, grazie alla riduzione dell'*import* di gas naturale. A livello socio-ambientale ed economico, invece, lo Studio si è concentrato sull'analisi della riduzione delle emissioni climalteranti e sul risparmio economico abilitato dalle leve di decarbonizzazione, quantificando anche i benefici per la competitività del sistema-Paese in termini di miglioramento dell'indice di intensità energetica e della bilancia commerciale³.



Figura VI. Tecnologie di ottimizzazione energetica considerate nello scenario di analisi per i settori dell'industria e della Pubblica Amministrazione (illustrativo). Fonte: elaborazione TEHA su dati fonti varie, 2024.

³ Rapporto tra energia consumata e PIL/Valore Aggiunto.

6. L'applicazione ottimizzata delle leve di decarbonizzazione in ambito industriale permetterebbe di ridurre i consumi energetici e le emissioni nazionali dell'1,7% e del 6,8% rispetto ai livelli del 2022 (7,7% e 41,1% rispetto al comparto industriale), abilitando un risparmio di più di 5,6 miliardi di Euro sui costi dell'ETS e delle importazioni di gas. Inoltre, l'ottimizzazione delle leve identificate permette di incrementare i risultati ottenibili rispetto a uno scenario di applicazione delle singole leve (scenario *standard*) di 1,1 p.p. nella riduzione dei consumi, 4,7 p.p. nella riduzione delle emissioni e 3,8 miliardi di Euro di risparmi economici

Con riferimento al settore industriale, lo Studio Strategico intende evidenziare i benefici potenziali derivanti dall'adozione integrata e ottimizzata di diverse leve di decarbonizzazione. Le leve di decarbonizzazione scelte, seguendo una **logica di quick-win e maturità tecnologica**, includono la cogenerazione, il biometano, le biomasse e il fotovoltaico considerando il ruolo potenziale delle soluzioni digitali avanzate. Considerando tali leve di decarbonizzazione, sono stati sviluppati due scenari per ciascuna di esse, per quantificare l'impatto di un'applicazione ottimizzata rispetto a un'applicazione definita come *standard*.

Per la **cogenerazione**, lo scenario *standard* si basa sull'analisi del potenziale economico⁴, considerando i prezzi correnti delle materie prime, le agevolazioni fiscali e i costi di investimento e manutenzione. Lo scenario ottimizzato esplora invece il **potenziale tecnico** massimo della cogenerazione, tenendo conto dei vincoli tecnici e dei miglioramenti operativi che potrebbero essere ottenuti attraverso ottimizzazioni tecnologiche. Nel caso del **biometano**, lo scenario *standard* parte dall'obiettivo di produzione nazionale fissato nel PNIEC per il 2030. Si ipotizza che un terzo degli impianti di biogas attuali possa effettuare l'*upgrading* a biometano. Lo scenario ottimizzato considera invece la possibilità di produrre tutta la quota di biometano destinabile all'industria attraverso il potenziamento degli impianti esistenti. Per le **biomasse**, lo scenario *standard* prevede una crescita costante del consumo nel settore industriale, seguendo l'andamento storico tra il 2017 e il 2022. Lo scenario con ottimizzazione prevede invece un aumento progressivo del consumo, valorizzato all'incremento annuale registrato dalla Germania. Infine, per il **fotovoltaico**, lo scenario *standard* ipotizza un aumento della potenza fotovoltaica installata su impianti industriali sulla base dell'andamento storico, lo scenario ottimizzato, invece, mantiene costante la quota di potenza ad oggi installata dall'industria sul fotovoltaico totale in Italia, applicandola all'installato PNIEC al 2030 (prevedendo quindi un aumento significativo del valore assoluto installato). Il **digitale**, in questo contesto, è visto come una leva fondamentale per abilitare l'ottimizzazione. Il suo impatto viene integrato nello scenario ottimizzato, in cui le tecnologie digitali e l'Intelligenza Artificiale permettono di comprendere e analizzare in

⁴ Fonte: rielaborazione TEHA su *Paper "Cogenerazione di elettricità e calore"* A. Di Nardo (ENEA), M. Cavana, P. Leone (Politecnico di Torino), ENEA SIMTE (2021), 2024.

modo approfondito il fabbisogno energetico, valorizzando i dati interni all'azienda o agli edifici per elaborare strategie di ottimizzazione energetica personalizzate.

I risultati del modello evidenziano che l'adozione combinata di queste soluzioni, ottimizzate con l'uso di tecnologie avanzate, non solo **triplicherebbe** la riduzione dei consumi energetici finali, ma porterebbe anche a un notevole abbattimento delle emissioni di CO₂. Con una riduzione dei consumi pari a 22 TWh, rispetto ai 7,4 TWh nello scenario *standard*, e una diminuzione delle emissioni di circa 26,5 Mton, che rappresenta il **6,8%** delle emissioni nazionali (vs. una riduzione pari a 2,1% nello scenario *standard*), l'ottimizzazione dimostra un impatto maggiore rispetto all'adozione delle singole soluzioni senza una pianificazione integrata. Oltre ai vantaggi ambientali, l'ottimizzazione delle leve energetiche si traduce anche in benefici economici rilevanti per il Paese e per il settore industriale. L'applicazione delle leve di ottimizzazione potrebbe abilitare un risparmio complessivo pari a **5,6 miliardi di Euro**, dato da una riduzione dei costi legati al meccanismo ETS (2 miliardi di Euro) e da una diminuzione della dipendenza dalle importazioni di gas naturale (pari 3,6 miliardi di Euro).

	Scenario ottimizzato vs. 2022	Scenario standard vs. 2022	Delta ottimizzazione energetica (scenario ottimizzato vs. standard)
Riduzione dei consumi energetici	-1,7%	-0,6%	+1,1 p.p.
Risparmio di emissioni di CO _{2eq}	-6,8%	-2,1%	+4,7 p.p.
Risparmio economico complessivo*	€5,6 miliardi	€1,8 miliardi	+€3,8 Mld (+211%)
Riduzione dell'indice di dipendenza totale	4,7 p.p.	1,6 p.p.	+3,1 p.p.
Riduzione dell'indice di dipendenza del gas naturale	12,5 p.p.	4,1 p.p.	+8,4 p.p.
Miglioramento dell'indice di intensità energetica	1,7%	0,6%	+1,1 p.p.

Figura VII. Beneficio incrementale dell'ottimizzazione energetica nel settore industriale rispetto allo scenario standard (valore assoluto e % rispetto al totale nazionale al 2022). Fonte: elaborazione TEHA su dati fonti varie, 2024.

7. L'applicazione ottimizzata delle leve di decarbonizzazione ed efficientamento sul parco immobiliare della Pubblica Amministrazione porterebbe a un risparmio annuo per un edificio del 76% associato alla climatizzazione degli ambienti, 6 p.p. in più rispetto alla somma dei benefici associati alle singole leve. Inoltre, permetterebbe di ridurre i consumi energetici e le emissioni nazionali dell'1,2 e dello 0,8% rispetto ai livelli del 2022 (2,7% e 4,7% rispetto ai soli edifici). Per raggiungere il target del Programma di Riqualificazione Energetica degli edifici della Pubblica Amministrazione (PREPA) al 2030, l'utilizzo dei PPP abiliterebbe un risparmio per la PA di circa 3,7 miliardi di Euro (-56%) rispetto all'utilizzo di un modello *standard di procurement*.

Nel contesto della Pubblica Amministrazione, lo Studio Strategico declina il ruolo dell'ottimizzazione energetica sia nella **dimensione tecnologica** sia in relazione a **strumenti**

finanziari alternativi per quantificare i benefici derivanti dall'utilizzo sistemico di strumenti di Partenariato Pubblico-Privato. In particolare, lo Studio ha elaborato **2 scenari** di analisi: lo Scenario 2022 *standard* prevede il raggiungimento degli obiettivi stabiliti dal PREPA al 2030 attraverso un modello *standard* di *procurement*, con i costi degli interventi interamente a carico dello Stato. Diversamente, lo Scenario 2022 ottimizzato con PPP quantifica, a **parità di spesa pubblica**, il **beneficio incrementale dell'ottimizzazione energetica grazie all'utilizzo dello strumento del PPP rispetto allo scenario *standard***. L'analisi considera solo i consumi relativi alla climatizzazione degli ambienti per escludere dal perimetro di analisi i consumi associati a dispositivi che necessitano di rimanere accesi durante l'intero arco della giornata e che possono essere ottimizzati solo con progettualità specifiche (es. strumenti ospedalieri). Grazie ad un approccio *tailor-made*, lo **strumento del Partenariato Pubblico-Privato** permette infatti di identificare le **soluzioni più efficienti e specifiche per ciascuna tipologia di edificio**, riducendo al contempo l'onere a carico della PA dei costi di intervento.

Per calcolare il beneficio degli interventi di ottimizzazione energetica nella PA, sono state considerate **3 soluzioni tecnologiche mature** (in linea con il PNIEC): **sistemi BACS e BEMS**⁵ per ottimizzare la gestione energetica dell'edificio a seconda delle condizioni interne ed esterne, **sistemi HVAC efficienti** (es. pompe di calore) per elettrificare i consumi termici associati alla climatizzazione, e impianti **fotovoltaici** per promuovere l'impiego di fonti rinnovabili e decarbonizzare i consumi energetici del parco edilizio della PA. Dall'analisi emerge che l'applicazione ottimizzata delle leve di decarbonizzazione porterebbe a un risparmio annuo per un edificio del **76%** associato alla climatizzazione degli ambienti, **6 p.p. in più** rispetto alla somma dei benefici associati alle singole leve. Tuttavia, l'ottimizzazione energetica nella PA non si limita esclusivamente alla dimensione tecnologica, ma integra anche strumenti finanziari alternativi, come il Partenariato Pubblico-Privato. A parità di spesa pubblica, il PPP abiliterebbe infatti un **beneficio incrementale**, aumentando la superficie riqualificata della PA **dal 18% al 41%** e incrementando significativamente la riduzione di consumi e di emissioni rispetto allo scenario di *procurement standard*.

In particolare, osservando i consumi finali di energia, l'ottimizzazione energetica con PPP permetterebbe di aumentare di **2,4 volte** la riduzione dei consumi nazionali (da 0,5% a 1,2%), riducendo i consumi del settore edifici in Italia di circa il **2,7%** (vs. 1,1% nello scenario *standard*). Il beneficio risulta significativo anche a livello ambientale, con una riduzione delle emissioni climalteranti del **4,7%** nel settore degli edifici (0,8% a livello nazionale), **2,2 volte** superiore rispetto allo scenario *standard*. L'ottimizzazione energetica della PA permetterebbe inoltre di rafforzare la sicurezza energetica dell'Italia, riducendo l'indice di dipendenza energetica dello **0,9%** (x2,5 vs. scenario *standard*) e di dipendenza del gas naturale del **2,3%** (x2,3 vs. scenario *standard*) rispetto al 2022. Complessivamente, l'ottimizzazione energetica con PPP del parco edilizio della PA ridurrebbe i costi in bolletta per la climatizzazione degli

⁵ *Building Automation and Control Systems* (BACS) e *Building Energy Management System* (BEMS).

ambienti di circa il **23%**, con un risparmio pari a circa **650 milioni di Euro** ogni anno. Inoltre, per raggiungere il **target del PREPA** al 2030 (**18%** della superficie della PA riqualificata), l'utilizzo dei PPP abiliterebbe un risparmio per la PA di circa **3,7 miliardi di Euro**. Il PPP abiliterebbe infatti un **risparmio di circa il 10-15%** del costo dell'intervento grazie al trasferimento dei rischi al soggetto privato (es. rischio di progetto, rischio di costruzione) e all'ottimizzazione della gestione del progetto grazie al coinvolgimento di soggetti specializzati con competenze tecniche a supporto della PA.

	Scenario <i>standard</i> vs. 2022	Scenario ottimizzato con PPP vs. 2022	Delta ottimizzazione energetica (scenario ottimizzato vs. <i>standard</i>)
% ottimizzata degli edifici della PA	18%	41%	+23%
Risparmio su consumi energetici	-0,5%	-1,2%	+0,7%
Risparmio di emissioni di CO _{2-eq}	-0,4%	-0,8%	+0,4%
Risparmio annuo in bolletta per la PA	€290 milioni	€650 milioni	+€360 Mln (+124%)
Spesa pubblica per target PREPA al 2030	€6,6 miliardi	€2,9 miliardi	-€3,7 Mld (-56%)

Figura VIII. Beneficio incrementale dell'ottimizzazione energetica con PPP per la decarbonizzazione degli edifici della PA rispetto allo scenario *standard* (valore assoluto e % rispetto al totale nazionale al 2022). Fonte: elaborazione TEHA su dati fonti varie, 2024.

8. Le leve di ottimizzazione considerate per industria e Pubblica Amministrazione potrebbero abilitare una riduzione del 2,9% dei consumi energetici nazionali e del 7,6% delle emissioni (4,3% e 22,7% rispetto al totale di consumi ed emissioni dei due settori combinati), portando a un risparmio complessivo di 6,3 miliardi di Euro legato alla riduzione dei costi ETS e di importazione di gas naturale. Inoltre, l'applicazione delle leve di ottimizzazione contribuirebbe al 23% e al 33% della riduzione dei consumi energetici totali e termici del target PNIEC al 2030, incrementando, rispettivamente, la quota di FER di circa 4,5 e 8 p.p.

L'effetto combinato dato dall'applicazione delle leve per la decarbonizzazione del settore industriale e degli edifici della Pubblica Amministrazione potrebbe abilitare una riduzione dei **consumi energetici nazionali** pari al **2,9%** (vs. 1,1% dello scenario *standard*), e delle **emissioni di gas serra**, circa il **7,6%** (vs. 2,5% dello scenario *standard*). La riduzione risulterebbe significativa considerando i consumi ed emissioni dei due settori combinati, ottenendo una riduzione pari al 4,3% dei consumi e al 22,7% delle emissioni. Dal punto di vista **economico**, questi interventi garantirebbero un **risparmio complessivo di 6,3 miliardi di Euro**, grazie alla diminuzione dei costi associati al sistema ETS e alla riduzione delle importazioni di gas naturale (vs. i 2,1 miliardi di Euro che si risparmierebbero nello scenario *standard*). Dal punto di vista della sicurezza energetica, l'ottimizzazione permetterebbe di **ridurre sensibilmente la dipendenza dall'importazione di energia**, di 5,5 p.p. nell'indice di

dipendenza complessiva e 14,8 p.p. per l'indice di dipendenza del gas naturale, maggiore di circa 2,9 volte quella ottenibile in uno scenario non ottimizzato. **L'indice di intensità energetica registrerebbe un miglioramento significativo.** Ad oggi l'indice risulta pari a 0,77, ma grazie alle misure di ottimizzazione considerate, potrebbe scendere fino a 0,75, riducendosi del 2,9% (vs. l'1,1% rispetto lo scenario *standard*).

	Scenario ottimizzato vs. 2022	Scenario <i>standard</i> vs. 2022	Delta ottimizzazione energetica (scenario ottimizzato vs <i>standard</i>)
Riduzione dei consumi energetici	-2,9%	-1,1%	+1,8
Risparmio di emissioni di CO ₂ -eq	-7,6%	-2,5%	+5,1
Risparmio economico complessivo*	€6,3 miliardi	€2,1 miliardi	+€4,2 Mld (+200%)
Riduzione dell'indice di dipendenza totale	-5,5 p.p.	-1,9 p.p.	+3,6 p.p.
Riduzione dell'indice di dipendenza del gas naturale	-14,8 p.p.	-5,1 p.p.	+9,7 p.p.
Miglioramento dell'indice di intensità energetica	-2,9%	-1,1%	+1,8 p.p.

Figura IX. Beneficio incrementale dell'ottimizzazione energetica per la decarbonizzazione del settore industriale e degli edifici della PA rispetto allo scenario *standard* (valore assoluto e % rispetto al totale nazionale al 2022). Fonte: elaborazione TEHA su dati fonti varie, 2024.

Le azioni di ottimizzazione proposte rivestono un ruolo chiave anche nel raggiungimento degli **obiettivi PNIEC al 2030**, promuovendo la decarbonizzazione dei consumi energetici primari e dei consumi termici finali. In termini di **riduzione dei consumi energetici primari**, queste azioni **contribuirebbero per il 23%** della riduzione totale prevista per il 2030, considerando l'obiettivo di riduzione previsto di 16,9 Mtoe al 2030, le sole leve di ottimizzazione nei settori industria e PA abiliterebbero una riduzione di 3,8 Mtoe. Questo beneficio è stato calcolato **escludendo settori come i trasporti e gli edifici privati**, che costituiscono una parte rilevante dei consumi energetici residui: complessivamente, rappresentano il 60% dei consumi energetici nazionali. Pertanto, l'analisi si focalizza sulle aree con il più alto potenziale di ottimizzazione nel breve periodo. Il beneficio è particolarmente significativo considerando i **singoli consumi termici**, dove le leve **contribuirebbero per il 33% al raggiungimento dell'obiettivo PNIEC**, pari a 3 Mtoe rispetto a un *target* di riduzione di 9 Mtoe. Inoltre, l'applicazione delle leve di ottimizzazione applicate all'industria e agli edifici della PA supporterebbe un incremento di 8 p.p. nella quota di fonti rinnovabili nei consumi termici finali rispetto al 2022, rappresentando il 49% dell'aumento complessivo previsto dal PNIEC (20,2 p.p.) entro il 2030.

9. Per valorizzare il ruolo dell'ottimizzazione energetica, lo Studio ha identificato 9 proposte di *policy* riconducibili a 3 macro-aree di intervento: la necessità di una maggiore attenzione alla decarbonizzazione degli usi termici delle imprese, la necessità di conciliare sostenibilità ambientale e competitività per le imprese e la valorizzazione del Partenariato pubblico-privato (PPP), innovazione e sostenibilità per la PA.

Alla luce dei benefici dell'ottimizzazione energetica per la decarbonizzazione, è fondamentale introdurre un *framework* normativo di supporto che promuova e incentivi gli interventi di ottimizzazione nei settori strategici per la transizione energetica. In particolare, lo Studio ha identificato **9 proposte di *policy* con specifiche soluzioni operative**, suddivise in **3 macro-aree di intervento**, per favorire la diffusione delle soluzioni di ottimizzazione energetica, valorizzando anche il ruolo e supporto tecnico degli operatori privati e specializzati in queste tipologie di interventi. In particolare, i 3 macro-ambiti riguardano **la decarbonizzazione dei consumi termici delle imprese**, l'importanza di **conciliare sostenibilità ambientale e competitività per le imprese** e il supporto allo sviluppo del **Partenariato Pubblico-Privato, innovazione e sostenibilità per la Pubblica Amministrazione**. Queste proposte mirano a valorizzare il ruolo chiave dell'ottimizzazione energetica nel processo di decarbonizzazione di due settori chiave per la transizione energetica italiana, promuovendo un'azione coordinata tra il settore pubblico e quello privato che salvaguardi la competitività del sistema-Paese.

Riguardo alla decarbonizzazione dei consumi termici, le proposte di *policy* mirano a sostenere la diffusione della **cogenerazione ad alta efficienza** come soluzione pragmatica per efficientare il fabbisogno di calore ad alta temperatura delle industrie in vista di una progressiva alimentazione con vettori decarbonizzanti come i *green gas*, riconoscendo il ruolo prioritario e determinante del **biometano** e valorizzando anche il potenziale delle **biomasse solide**. Sul tema della competitività del sistema produttivo, lo Studio evidenzia l'importanza di quantificare gli impatti in termini di costi e benefici delle soluzioni di transizione ecologica sulla **competitività delle imprese**, in modo da individuare le linee di indirizzo migliori sia per il sistema nel suo complesso sia per gli operatori economici. Nei prossimi anni è fondamentale spostare il *focus* del supporto pubblico dalle specifiche tecnologie ai **risultati che gli interventi integrati sono in grado di produrre** (es. riduzione emissioni, riduzione consumi), prevedendo un supporto crescente per gli interventi che permettono di ottenere risultati più ambiziosi grazie all'integrazione sinergica delle diverse leve di ottimizzazione. In questo scenario, sarà determinante **valorizzare il ruolo delle ESCo** come operatori qualificati a supporto delle aziende e della PA nell'identificazione e implementazione del *mix* di soluzioni e tecnologie più adatte a ciascuna esigenza, grazie ad un approccio *tailor-made* che ricerca il miglior equilibrio tra sostenibilità economica e ambientale. A tal fine, è fondamentale che il sistema di incentivi e bandi pubblici includa le ESCo tra i beneficiari diretti in quanto facilitano la messa a terra delle iniziative, assumendosi la responsabilità dei risultati economici ed ambientali degli interventi attraverso gli *Energy Performance Contract*.

Infine, riguardo alla Pubblica Amministrazione, è fondamentale promuovere una **nuova cultura di collaborazione pubblico-privata a livello di sistema**, anche oltre il settore energia, per cogliere i vantaggi di efficacia, competitività ed innovazione che lo strumento consente. In tal senso, lo Studio evidenzia l'importanza di rafforzare le competenze della PA attraverso la creazione di specifici enti di supporto e assistenza tecnica a livello regionale, supportati dal DIPE⁶, che affianchino e supportino la PA locale nella predisposizione e gestione dei contratti PPP, favorendo al contempo la comunicazione e la diffusione di *best practices* a livello nazionale. Per raggiungere i *target* di decarbonizzazione previsti dal PREPA, sarà inoltre necessario valorizzare le **potenzialità delle tecnologie digitali e dell'Intelligenza Artificiale** e promuovere il riconoscimento dei benefici sociali ed ambientali associati alle iniziative di ottimizzazione energetica, utilizzando il **procurement pubblico come strumento di politica industriale**, a beneficio anche degli operatori privati, in grado di valorizzare il valore creato per l'ambiente, il territorio e la società.



Figura X. Le proposte di *policy* e i macro-ambiti di intervento per valorizzare e promuovere il ruolo dell'ottimizzazione energetica per il raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione (illustrativo). Fonte: elaborazione TEHA su fonti varie, 2024.

⁶ Dipartimento per la programmazione e il coordinamento della politica economica.

CAPITOLO 1

IL RUOLO CHIAVE DELL'OTTIMIZZAZIONE ENERGETICA NEL PROCESSO DI DECARBONIZZAZIONE PER RAFFORZARE LA COMPETITIVITÀ DEL SISTEMA-PAESE

1.1 STATO DELL'ARTE E IL RUOLO DELL'OTTIMIZZAZIONE ENERGETICA

1. A livello globale, l'impegno per contrastare il cambiamento climatico è diventata una priorità strategica per governi e istituzioni. Nel 2017, 196 nazioni hanno sottoscritto l'Accordo di Parigi, impegnandosi a limitare l'aumento delle temperature globali a meno di 2°C rispetto ai livelli preindustriali. Durante la COP 28 del 2023, i Paesi partecipanti hanno ribadito la necessità di pianificare investimenti strategici per ridurre significativamente le emissioni entro il 2030 e raggiungere la neutralità climatica entro il 2050.
2. Nel 2021, l'Unione Europea ha stabilito gli obiettivi per raggiungere le zero emissioni nette al 2050 attraverso il Green Deal, un insieme di iniziative legislative coerenti con l'accordo di Parigi. Gli obiettivi aggiornati per il 2030 includono:
 - ridurre del 55% le emissioni di gas serra rispetto i valori al 1990;
 - portare al 42% la quota di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo;
 - ridurre del 38% il consumo finale di energia rispetto allo scenario di riferimento UE del 2007 (con una riduzione del 40,5% per il consumo di energia primaria).

Per garantire la neutralità climatica al 2050, l'Unione Europea ha introdotto anche un obiettivo intermedio al 2040, che prevede una riduzione del 90% delle emissioni nette di gas serra. La strategia europea si basa inoltre su due strumenti fondamentali:

- il Sistema europeo di scambio di quote di emissione di gas a effetto serra (European Union Emissions Trading System - EU ETS), dedicato ai settori energivori.
- il Regolamento sulla Condivisione degli Sforzi (ESR), che distribuisce gli obiettivi tra gli Stati membri e si applica ai settori non inclusi nell'ETS.

Per raggiungere gli obiettivi climatici al 2050, sarà essenziale sfruttare tutte le soluzioni tecnologiche disponibili, in sinergia con queste politiche.

3. Nel processo di decarbonizzazione e neutralità climatica, l'Unione Europea ha introdotto il principio di "Energy Efficiency First". Questo principio sottolinea la necessità di dare priorità a tutte le misure volte a migliorare l'efficienza della domanda e dell'offerta di energia, sia nei processi di pianificazione pubblici che in quelli privati. L'applicazione del principio comporta:
 - produrre solo il quantitativo di energia strettamente necessario;

- ridurre la domanda di energia in modo efficiente;
- migliorare la conversione, la trasmissione e la distribuzione dell'energia.

L'iniziativa mira a raddoppiare il tasso di efficientamento energetico globale, portandolo dal 2% al 4% annuo entro il 2030. Tuttavia, pur riconoscendo la priorità dell'efficienza energetica, è essenziale agire in sinergia con tutte le altre leve, seguendo il principio della neutralità tecnologica e un approccio di ottimizzazione energetica, in cui ogni leva venga gestita in maniera efficace e integrata.

4. Nel 2000, l'Italia si posizionava come il Paese europeo più efficiente in termini di utilizzo energetico tra i suoi pari europei, ma ha gradualmente perso il suo vantaggio competitivo negli ultimi decenni. Dal 2000 al 2022, l'indice di intensità energetica nei principali paesi dell'UE ha evidenziato una significativa tendenza al ribasso, indicando un miglioramento nell'efficienza energetica. Tuttavia, l'Italia ha registrato una riduzione meno marcata (-14%) rispetto alla media dell'UE e ad altri grandi paesi come la Germania (-28%), la Francia (-29%) e la Spagna (-25%).

Questo rallentamento rappresenta una perdita di competitività rispetto agli altri paesi europei, per recuperarlo l'Italia dovrà rafforzare gli sforzi per ottimizzare l'uso delle proprie risorse energetiche. L'introduzione di tecnologie avanzate e di soluzioni innovative nella gestione dell'energia sarà cruciale per ridurre il divario e recuperare terreno rispetto agli altri membri dell'UE.

5. Per recuperare competitività, risulta essenziale per l'Italia adottare un approccio sistemico integrato che ottimizzi le risorse energetiche e amplifichi i benefici della transizione. L'evoluzione del sistema energetico consiste nel passaggio da un sistema lineare a un modello integrato, il quale, grazie ad un approccio denominato "*Smart Sector Integration*", si basa sulle interdipendenze tra i diversi settori e su approcci di ottimizzazione energetica, sfruttando tutte le leve tecnologiche disponibili. Grazie a questo approccio è possibile massimizzare i benefici sociali ed economici migliorando l'efficienza complessiva. Le leve a disposizione per questo processo includono l'efficienza energetica, le energie rinnovabili, il cambio di combustibile, lo storage, le tecnologie digitali, la flessibilità e la condivisione e aggregazione dell'energia distribuita. Implementare queste strategie permette di valorizzare tutte le risorse disponibili, contribuendo a una transizione energetica efficiente e sostenibile.
6. In linea con gli ambiziosi obiettivi delle politiche europee, lo Studio concentra la propria attività su due ambiti strategici principali: l'industria e la Pubblica Amministrazione. Nel settore industriale, strumenti economici comunitari come il CBAM, l'ETS e la Tassonomia degli investimenti stanno esercitando un impatto significativo sulla competitività sia a livello europeo che italiano. In questo contesto, l'efficienza energetica si afferma come un fattore cruciale per la decarbonizzazione, nonché per il mantenimento della competitività delle imprese. Gli edifici, che rappresentano circa il 40% dei consumi energetici finali in Europa, sono al centro di specifiche politiche di miglioramento, anche nel contesto della

Pubblica Amministrazione. Tra gli obiettivi fissati, figurano l'incremento dell'efficienza energetica del 3% annuo e la riduzione dei consumi energetici dell'1,9% annuo entro il 2030. Adottare strategie di ottimizzazione energetica risulta fondamentale per il raggiungimento di tali obiettivi, i quali, inizialmente limitati agli edifici della PA, sono stati recentemente ampliati dal PNIEC all'intero patrimonio edilizio pubblico.

1.2 FOCUS INDUSTRIA

- Il settore industriale è responsabile di un quinto delle emissioni di CO₂ e dei consumi energetici in Europa e in Italia. In particolare, le industrie energivore rappresentano un comparto chiave per il raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione del settore, in quanto valgono il 70% delle emissioni di GHG e dei consumi energetici industriali italiani. Tuttavia, il settore deve affrontare una sfida significativa nella decarbonizzazione, poiché gli elevati costi lo rendono uno dei settori più vulnerabili in termini di competitività.

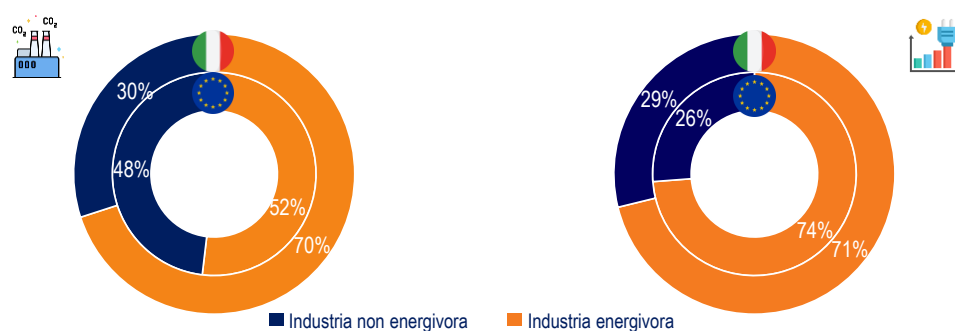


Figura 1. Emissioni di gas effetto serra (grafico di sinistra, valori percentuali) e consumi di energia finale nell'industria europea e italiana (grafico di destra, valori percentuali), 2022. Fonte: elaborazione TEHA su dati Eurostat ed EEA, 2024.

- Il sistema ETS costituisce una sfida fondamentale per il settore, poiché determina un rilevante aumento dei costi di produzione per le industrie ad alta intensità energetica in Italia. Il sistema ETS dell'Unione Europea presenta i prezzi più elevati al mondo, con un valore medio al 2023 di quasi 12 volte superiore a quello in Cina. Inoltre, al 2050 l'ETS potrebbe arrivare ad incidere tra il 15% e il 33% del valore aggiunto di settori hard to abate. L'impatto di questo sistema è destinato a crescere, con conseguenze particolarmente rilevanti per industrie come ad esempio quelle del cemento, vetro, ceramica. Inoltre, la riduzione simultanea delle quote gratuite e l'aumento dei prezzi dell'ETS avranno un forte impatto sulla competitività del settore, sottolineando la necessità di adottare strategie innovative per mitigare i costi, migliorare la sostenibilità economica e garantire la competitività a lungo termine.

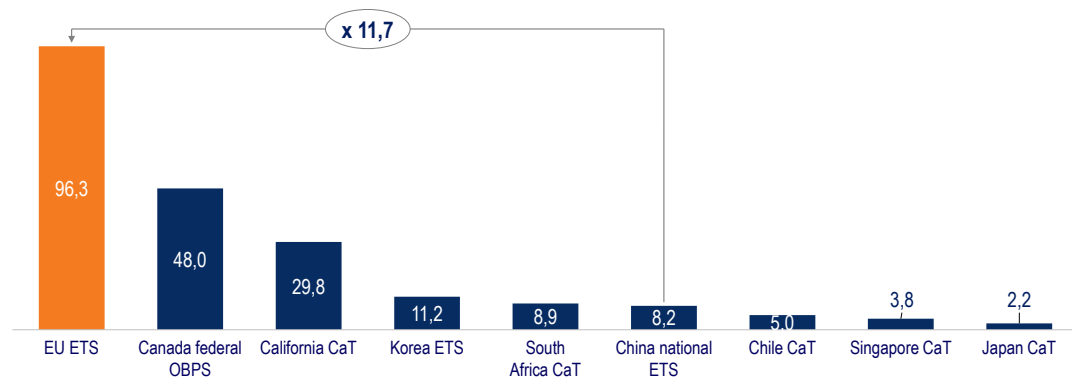


Figura 2. Prezzi della CO2 in diversi sistemi di tassazione (Dollari USA per tonnellata), 2023. *Fonte: elaborazione TEHA su dati della Banca Mondiale, 2024.*

9. Il Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) integra l'ETS per garantire la competitività delle imprese europee e prevenire la rilocalizzazione delle emissioni. In vigore dal 2026, il CBAM mira a evitare che le aziende trasferiscano la produzione in Paesi con vincoli di emissione meno stringenti, riducendo così il rischio di aumentare le importazioni di prodotti ad alta intensità di carbonio. Questo meccanismo si concentra principalmente sulla protezione del mercato interno dai prodotti importati non conformi agli standard climatici europei. Tuttavia, non offre attualmente una compensazione per i costi della CO₂ nelle esportazioni, lasciando esposte le industrie europee che competono nei mercati globali. Con la graduale eliminazione delle quote gratuite e l'assenza di misure a supporto delle esportazioni, i costi di produzione potrebbero aumentare significativamente, compromettendo la competitività delle aziende esportatrici. Per affrontare queste sfide, le imprese saranno chiamate a innovare, migliorare l'efficienza energetica o adottare strategie alternative per mantenere il proprio vantaggio competitivo in un contesto di normative climatiche sempre più stringenti.

10. L'ottimizzazione energetica è fondamentale per aumentare la competitività industriale e supportare la decarbonizzazione del settore. Questo processo può partire dalla valorizzazione di soluzioni tradizionali, come la cogenerazione. In Germania, infatti, la produzione di energia da impianti di cogenerazione copre il 42,3% dei consumi energetici finali nel settore industriale, mentre in Italia questa percentuale scende al 26,6%, con una differenza di 15,7 punti percentuali. Allo stesso tempo, analizzando l'efficienza della trasformazione energetica nei due paesi dal 2000 al 2022, emerge un significativo divario: la Germania ha registrato nel 2022 un vantaggio di 8 punti percentuali rispetto all'Italia. Questi dati evidenziano un maggiore utilizzo e valorizzazione delle tecnologie di cogenerazione in Germania, mettendo in luce un'opportunità per l'Italia di migliorare l'efficienza energetica adottando approcci simili. Infine, un modello di ottimizzazione energetica che integri la cogenerazione con lo sviluppo di bioenergie e nuove molecole verdi, come il biometano, potrebbe favorire una transizione energetica più completa e sostenibile.

11. Le soluzioni digitali giocano un ruolo fondamentale nell'ottimizzazione energetica, permettendo una comprensione approfondita del fabbisogno energetico attraverso l'integrazione dei dati di consumo con i processi industriali. Grazie alla gestione, al monitoraggio e all'ottimizzazione, le tecnologie digitali e l'intelligenza artificiale consentono alle aziende di analizzare dettagliatamente il proprio fabbisogno energetico, sfruttando i dati aziendali per sviluppare strategie di ottimizzazione personalizzate in base alle specifiche necessità. L'integrazione in tempo reale dei dati di consumo e autoproduzione con il fabbisogno energetico dei processi industriali è cruciale per massimizzare i benefici delle soluzioni digitali e dell'IA. Inoltre, il monitoraggio continuo dei dati consente alle imprese di mantenere il pieno controllo sugli interventi di efficientamento energetico, rilevando tempestivamente eventuali guasti o perdite all'interno degli impianti e dei processi produttivi.

1.3 FOCUS PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

12. La decarbonizzazione del settore edilizio rappresenta una leva fondamentale per raggiungere gli obiettivi *net zero* al 2050, rappresentando circa il 42% dei consumi finali di energia in Italia nel 2022 (vs. 40% in UE-27). Negli ultimi 20 anni, il settore degli edifici ha registrato infatti la minore riduzione delle emissioni climalteranti rispetto agli altri settori, pari a solo il 10% tra il 2000 e il 2022, rappresentando oggi il 18% delle emissioni di gas a effetto serra in Italia (vs. 12% in UE-27). È quindi evidente la necessità di accelerare la transizione energetica del parco immobiliare italiano: ai *trend* attuali, infatti, il *target net zero* non si raggiungerebbe prima del 2103. In risposta alla necessità di accelerare la decarbonizzazione del settore degli edifici, nel 2024 è stata approvata la Energy Performance of Building Directive (c.d. Direttiva "Case *green*") che introduce diversi obiettivi per ridurre i consumi energetici e ottenere un parco immobiliare ad emissioni zero entro il 2050. In particolare, la nuova Direttiva prevede:

- ciascuno Stato Membro deve elaborare un "Piano nazionale per la riqualificazione energetica degli edifici", con l'obiettivo di ridurre del 16% i consumi energetici primari del parco immobiliare entro il 2030 e del 20-22% entro il 2035;
- il 55% della riduzione dei consumi medi di energia deve essere ottenuta attraverso la ristrutturazione degli edifici a peggior performance energetica, individuati nel 15% degli edifici più energivori (classe energetica G);
- entro il 2030, la Direttiva prevede la ristrutturazione di almeno il 16% degli edifici non residenziali con le prestazioni energetiche più basse, con un target al 2033 che mira a ristrutturarne il 26%;
- dal 2030 tutti i nuovi edifici devono essere a zero emissioni. Inoltre, gli edifici non residenziali (con impianti di potenza superiore a 70 kW) devono essere dotati di sistemi di automazione e controllo.

13. In conformità con la Direttiva UE 2023/1791 sull'efficienza energetica, il PREPA (Programma per la Riqualificazione Energetica degli edifici della Pubblica Amministrazione) stabilisce due obiettivi principali per la PA che prevedono l'efficientamento del 3% annuo del patrimonio edilizio pubblico fino al 2030 e una riduzione annua dei consumi energetici pari all'1,9%. La Pubblica Amministrazione riveste dunque un ruolo guida per promuovere la decarbonizzazione del settore edilizio, dalla sensibilizzazione dei cittadini riguardo alla sostenibilità ambientale alla capacità di incentivare l'efficienza energetica delle aziende attraverso il *Green Public Procurement*.
14. In particolare, il processo di decarbonizzazione della Pubblica Amministrazione in Italia si delinea lungo 2 direttrici principali. Il PREPA stabilisce gli obiettivi di riqualificazione energetica da conseguire annualmente e in prospettiva al 2030. Con l'ultima pubblicazione del PNIEC, il perimetro del PREPA è stato allargato dagli edifici della PA centrale a tutti gli edifici pubblici. Il Piano Strategico Industriale 2022-2026 dell'Agenzia del Demanio riguarda invece solo la parte di edifici pubblici in gestione del Demanio (circa 43mila immobili per un valore complessivo di 62,5 miliardi di Euro), con l'obiettivo di investire 2,1 miliardi di Euro entro il 2026 per riqualificare circa 5 milioni di m².

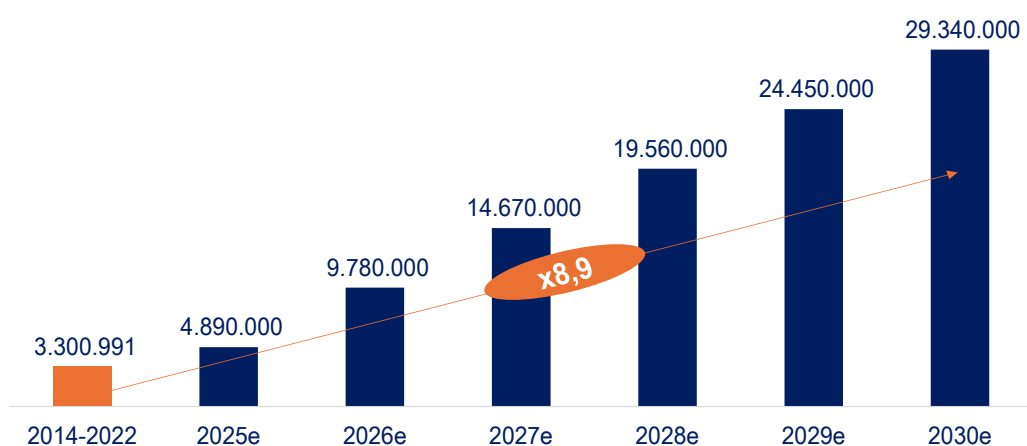


Figura 3. Superficie della PA minima da riqualificare secondo le previsioni del nuovo PNIEC (m² da riqualificare secondo obiettivo PREPA), 2014-2022 e 2025-2030e. Fonte: elaborazione TEHA su dati PNIEC e PREPA, 2024.

15. Sulla base di questi obiettivi, il PNIEC stabilisce obiettivi sfidanti per i prossimi anni, con una superficie minima da riqualificare annualmente che risulta superiore alla superficie totale riqualificata tra il 2014 e il 2022. Tuttavia, dal 2020 ad oggi, si osserva una marcata riduzione del tasso medio di riqualificazione degli edifici pubblici in Italia, pari a solo lo 0,7% nel 2022 vs. il 3% previsto dal PREPA, mettendo in luce diverse criticità da attenzionare nel contesto italiano. Il rallentamento del tasso di riqualificazione si lega infatti alle difficoltà riscontrate nel modello di *procurement*, aggravate al contempo dalla mancanza di una cultura sistemica della collaborazione Pubblico-privato. Ad esempio, tra le principali difficoltà del modello attuale si evidenziano:
- la mancanza di una programmazione uniforme legata a difformità regionali e ritardi burocratici dovuti all'eccessivo numero di amministrazioni coinvolte;

- il massimo ribasso sul costo del risparmio energetico in €/kWh pesa per il 60% nelle graduatorie dei progetti e non consente di valorizzare il contributo delle tecnologie digitali;
- le differenze tra le somme stanziare e quelle effettivamente erogate per i progetti conclusi. Tra il 2019 e il 2022, la somma liquidata varia tra il 4% e il 50% dello stanziamento previsto;
- la carenza e difficoltà di reperimento di competenze tecniche nella PA, soprattutto a livello locale. Ad esempio, nel biennio 2021-22, il 71,6% delle posizioni per professioni tecniche nella PA (ingegneri, architetti) è rimasto vacante mettendo in luce le difficoltà anche di attrarre talenti negli uffici tecnici della PA.

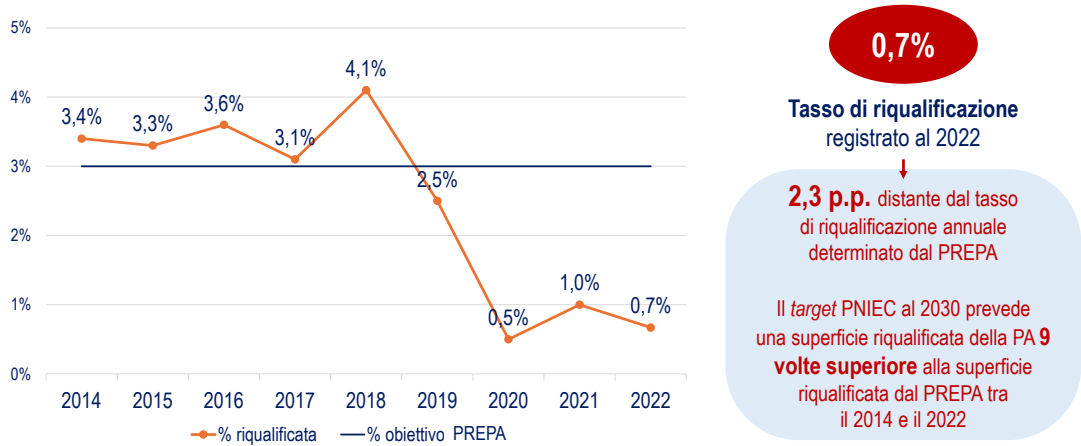


Figura 4. Andamento della riqualificazione della PA (% di superficie riqualificata e obiettivo PREPA), 2014-2022. Fonte: elaborazione TEHA su dati PNIEC ed ENEA, 2024.

- In aggiunta, pesa sul contesto italiano la mancata valorizzazione dello strumento del Partenariato Pubblico-Privato. Dal 1990 al 2021, gli investimenti realizzati in Italia attraverso il PPP risultano pari a 4,5 miliardi di Euro, un valore significativamente inferiore rispetto al caso del Regno Unito, che ha investito oltre 90 miliardi di euro (x20 vs. Italia), ma anche a confronto con Francia e Spagna, che si attestano rispettivamente a 14,1 e 7,9 miliardi di Euro, mostrando anch'esse un maggiore ricorso allo strumento rispetto all'Italia.
- È evidente come il Partenariato Pubblico-Privato rappresenti un'opportunità sottoutilizzata in Italia, nonostante i potenziali vantaggi rispetto ai metodi di appalto tradizionali. Questi includono tempi di realizzazione più rapidi, un minore impatto sulla finanza pubblica, uno maggiore stimolo all'innovazione grazie al supporto tecnico e specialistico di operatori privati, oltre alla condivisione dei rischi e all'ottimizzazione dei costi lungo l'intero ciclo di vita dei progetti. Tale approccio permette inoltre miglioramenti significativi nella manutenzione e nei servizi, facilitando l'adozione di strumenti digitali che ad esempio consentono il monitoraggio dei dati energetici e delle emissioni dell'edificio per ottimizzare i consumi e la spesa energetica.

18. Diventa dunque fondamentale promuovere un nuovo modello di gestione del patrimonio edilizio pubblico attraverso un approccio integrato e una governance di sistema che favorisca la diffusione di soluzioni avanzate di ottimizzazione energetica. Secondo il Piano dell'Agenzia del Demanio, le tecnologie digitali rivestiranno un ruolo centrale in questo processo, prevedendo l'installazione di sistemi per l'automazione della gestione degli edifici in oltre l'80% degli interventi, per garantire la digitalizzazione del ciclo di vita e dei processi manutentivi dell'immobile riqualificato e il monitoraggio dei risultati degli interventi di riqualificazione edilizia. Questo nuovo modello di gestione pone al centro la valorizzazione delle tecnologie digitali, dalla progettazione e i rilievi digitali, come il BIM e i Digital Twin, all'integrazione dei dati in un'unica piattaforma per consentire una gestione ottimizzata dei dati aggregati, fondamentale anche per la flessibilità e gestione dei carichi della rete elettrica e per comprendere quali siano gli interventi migliori da realizzare attraverso la diagnosi energetica.

19. In particolare, il Piano dell'Agenzia del Demanio individua due strumenti trasversali a supporto della trasformazione digitale della PA:

- il *Building Information Modeling* (BIM) agevola a livello tecnico e progettuale la gestione degli interventi e dell'intero ciclo di vita degli edifici attraverso la realizzazione di un modello informativo digitale, che raccoglie tutte le informazioni tecniche, tecnologiche, temporali, economiche e di performance dell'edificio;
- la Carta d'Identità Digitale dell'Immobile integra in un'unica piattaforma tutte le informazioni e i dati relativi all'edificio, per consentire il monitoraggio e la gestione predittiva dei beni pubblici, anche grazie all'intelligenza artificiale e strumenti evoluti come i Digital Twin che associano la sensoristica IoT ai modelli BIM.

Tutti i dati verranno poi raccolti all'interno della piattaforma Patrimonio Digitale che mette a sistema il processo di raccolta dei dati, gli strumenti BIM e i software di gestione degli edifici raccogliendo tutte le informazioni in un'unica piattaforma e monitorando in tempo reale la gestione dell'intero patrimonio pubblico.

20. In questo scenario, il *framework* normativo deve promuovere il ruolo del digitale sia come elemento abilitatore per una gestione più efficiente del patrimonio immobiliare dello Stato, non solo a livello energetico, sia come elemento realizzativo di soluzioni e servizi *smart*, secondo il paradigma di «*Public Building as a Service*», trasformando l'immobile in uno strumento di rigenerazione del territorio e connessione tra le istituzioni e i cittadini. Lo sviluppo di un approccio integrato è essenziale per la diffusione di *best practices* e di soluzioni avanzate di ottimizzazione energetica. È fondamentale sviluppare dunque un approccio che coinvolga attivamente i *facility manager*, il *team* ICT e il *procurement*, attraverso un nuovo modello di *governance* di sistema. Questo modello è supportato da un ente centralizzato di supporto e assistenza tecnica per la PA, facilitando la predisposizione e gestione di contratti PPP. Ciò consente una migliore comunicazione e

cooperazione con i fornitori esterni di soluzioni per l'ottimizzazione energetica, colmando le lacune di competenze tecniche nella PA.

21. Su questo aspetto, inoltre, l'abbinamento dei contratti *Energy Performance Contract* (EPC) con i PPP garantirebbe alla PA maggiore sicurezza sui risultati degli interventi, grazie al supporto dell'azienda fornitrice nella progettazione e implementazione delle soluzioni di ottimizzazione energetica. Gli Energy Performance Contract (EPC) sono infatti tipologie contrattuali in cui l'azienda fornitrice è tenuta a progettare e implementare l'intervento e garantire che i risparmi generati saranno sufficienti per ripagare l'investimento iniziale, gestendo sia i costi energetici sia i costi manutentivi.

1.4 IL RUOLO DEI DATI E DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

22. Le soluzioni digitali costituiscono una leva fondamentale per integrare e valorizzare le diverse strategie di efficienza e decarbonizzazione, consentendo di amplificare il beneficio delle singole tecnologie di decarbonizzazione e promuovendo un sistema energetico integrato e sostenibile. La loro capacità di aggregare, analizzare e interpretare grandi volumi di dati e informazioni consente di valorizzare le quattro principali direttrici dell'ottimizzazione energetica: produzione da fonti rinnovabili, *switch* verso vettori a minore impatto ambientale, efficienza energetica e sistemi di accumulo. Un sistema basato sull'analisi delle dinamiche energetiche specifiche di un edificio o processo, sul monitoraggio in tempo reale dei dati raccolti e sulla gestione ottimizzata delle risorse attraverso soluzioni digitali avanzate contribuisce in maniera diretta e indiretta alla riduzione delle emissioni di gas serra e dei consumi energetici nazionali, salvaguardando la stabilità e resilienza della rete elettrica domestica nelle fasi dei picchi di domanda grazie alla modulazione dei consumi delle utenze in uno scenario di *smart city* integrata.
23. Con l'obiettivo di integrare efficacemente le soluzioni digitali per accelerare il processo di decarbonizzazione è necessario dunque creare un ecosistema robusto, abilitato da tre fattori chiave: la qualità e disponibilità dei dati, i quali devono essere interoperabili, puliti e sufficienti; una *governance* solida e strutturata, necessaria per assicurare uno sviluppo sostenibile delle soluzioni di IA; e l'integrazione settoriale, che rafforza la cooperazione tra settori diversi e migliora l'efficienza complessiva del sistema grazie ad un maggior coordinamento a livello nazionale.



Figura 5. Elementi chiave per abilitare una maggiore collaborazione ecosistemica (illustrativo). Fonte: elaborazione TEHA su fonti varie, 2024.

24. L'integrazione di strumenti di Intelligenza Artificiale nel settore dell'ottimizzazione energetica rappresenta un'opportunità significativa in quanto i dati energetici non sono soggetti alle stesse restrizioni dei dati sensibili. Questa condizione permette di utilizzare l'IA in modo più esteso per l'analisi e ottimizzazione dei consumi energetici negli edifici e nelle infrastrutture pubbliche senza incontrare gli stessi vincoli, fornendo un valido banco di prova per lo sviluppo digitale e dell'IA nella Pubblica Amministrazione. Nella PA, infatti, uno dei principali ostacoli nell'implementazione di soluzioni di IA è rappresentato proprio dalla necessità di gestire e proteggere dati sensibili in conformità alle normative sulla *privacy*.
25. Le soluzioni digitali supportano l'intero processo di ottimizzazione energetica, dalla fase progettuale e di diagnosi energetici al monitoraggio post-intervento. Il ruolo del digitale e dei sistemi BACS/EMS diventa dunque determinante in un'ottica di integrazione ottimale delle tecnologie al fine di massimizzare i potenziali risparmi energetici. Nella fase *ex-ante* l'intervento, il digitale permette di comprendere a fondo i consumi energetici (diagnosi energetica) e individuare quali sono gli interventi migliori da realizzare. Nella fase *ex-post* l'intervento, i sistemi EMS/BACS sono in grado di monitorare con precisione i risparmi energetici ottenuti e autoregolare in tempo reale i consumi sulla base dell'autoproduzione e delle condizioni interne/esterne all'edificio.
26. Al fine di massimizzare l'impatto del digitale e degli interventi di efficientamento energetico, tuttavia, è necessario un modello innovativo di *procurement* tra la PA e i fornitori di servizi energetici in grado di sostenere il percorso di decarbonizzazione e risolvere alcune criticità riscontrate negli ultimi anni, supportando la messa a terra delle soluzioni digitali grazie al supporto tecnico di operatori specializzati. Il supporto delle aziende private può essere determinante non solo nella gestione energetica e nel monitoraggio degli obiettivi di risparmio, ma anche nella progettazione e gestione dei rischi dell'investimento.
27. L'integrazione dell'IA con gli EMS/BACS abilita una gestione ottimizzata dell'energia grazie all'analisi e monitoraggio dei dati in tempo reale. I sistemi EMS e BACS mettono

infatti a disposizione della PA la potenza dell'IA e dell'analisi avanzata dei dati per fornire soluzioni di efficienza energetica personalizzate su ciascun edificio. Entrambi i sistemi sono fondamentali per l'ottimizzazione dei consumi energetici. Infatti, vengono integrati i dati di consumo (raccolti e monitorati dall'EMS) alle modalità di utilizzo dell'edificio (desunti dal BACS). Ad esempio, alcune tra le principali funzioni dei sistemi EMS e BACS riguardano l'ottimizzazione dei consumi energetici regolando automaticamente gli impianti HVAC, illuminazione e le altre apparecchiature installate in base al fabbisogno e all'occupazione dell'edificio, la gestione dinamica dei carichi energetici, adattando la domanda di energia sulla base dei dati di autoproduzione da FER, dei sistemi di accumulo e della rete elettrica o l'Implementazione di soluzioni avanzate di efficienza energetica tramite modelli e simulazioni sviluppati dall'IA per individuare le migliori soluzioni di ottimizzazione dei consumi.

28. Valorizzare le *best practice* internazionali su questo tema è fondamentale per promuoverne l'adozione sistemica. Ad esempio, il progetto Terra in Belgio evidenzia il ruolo del digitale per identificare opportunità di efficientamento energetico negli edifici pubblici attraverso un *database* per la raccolta dei dati di consumo di tutti gli edifici gestiti dal governo fiammingo e l'utilizzo di applicazioni IA per identificare rapidamente le opportunità di risparmio energetico. Tali iniziative sono funzionali anche per sviluppare strategie immobiliari con un impatto duraturo grazie all'analisi degli *asset* e alla gestione energetica avanzata, oltre a facilitare la stipulazione di contratti di manutenzione e monitoraggio energetico per il settore pubblico e aumentare i benefici economici e ambientali valorizzando le sinergie con altri progetti e iniziative.

CAPITOLO 2

GLI EFFETTI POSITIVI DELL'OTTIMIZZAZIONE ENERGETICA A LIVELLO DI SISTEMA-PAESE E NEI SETTORI CONSIDERATI

2.1 LO SCENARIO DI ANALISI DEGLI IMPATTI DELL'OTTIMIZZAZIONE ENERGETICA

29. Per quantificare il potenziale contributo dell'ottimizzazione energetica al raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione, lo Studio ha sviluppato un modello di valutazione dell'impatto generabile da un crescente livello di ottimizzazione energetica applicata alle leve di decarbonizzazione ed efficienza più mature. Per accelerare la transizione energetica di industria e Pubblica Amministrazione è fondamentale promuovere una strategia che valorizzi il contributo sinergico di tutte le leve tecnologiche secondo una logica di neutralità tecnologica.
30. Il PNIEC delinea una visione realistica e neutrale del processo di decarbonizzazione che prioritizza le tecnologie mature in una prima fase fino al 2030, individuando 3 principali aree di intervento: efficienza energetica, rinnovabili elettriche e bioenergie e flessibilità. Le tecnologie innovative e in evoluzione (es. idrogeno, CCS, nuovo nucleare) rivestono sempre un ruolo centrale nella strategia italiana, tuttavia, il loro contributo potrà essere valorizzato solo in una fase successiva al 2030. Tale visione si traduce dunque in un'integrazione delle singole leve che deve essere poi adattata ai casi specifici, seguendo i principi dell'*energy efficiency first* e di neutralità tecnologica. In questo scenario, lo Studio si concentra sulle tecnologie e obiettivi della prima fase del PNIEC (pre-2030) proponendo leve di ottimizzazione per aumentarne il dispiegamento e l'efficacia nei due settori *focus* dello Studio.
31. Le leve disponibili per l'ottimizzazione energetica si basano su tre pilastri principali: efficienza energetica, fonti di energia rinnovabili e digitalizzazione, in linea con il principio di neutralità tecnologica. In questo perimetro, lo Studio si concentra sulle tecnologie e obiettivi della prima fase del PNIEC (pre-2030) proponendo leve di ottimizzazione per aumentarne il dispiegamento e l'efficacia nei due settori *focus* dello Studio. È stato dunque selezionato un sottoinsieme di tecnologie e leve che seguono un principio di «*quick win*», ovvero soluzioni che possono essere implementate nel breve periodo, senza necessitare modifiche significative alle infrastrutture, e che offrono benefici immediati.



Figura 6. Tecnologie di ottimizzazione energetica considerate nello scenario di analisi per i settori dell'industria e della Pubblica Amministrazione (illustrativo). Fonte: elaborazione TEHA su dati fonti varie, 2024.

32. In linea con il PNIEC, sono stati considerati impianti di cogenerazione in ambito industriale e sistemi HVAC efficienti per gli edifici come leve principali di efficienza energetica, integrate da fonti di energia rinnovabili per decarbonizzare i consumi energetici grazie allo sviluppo di impianti fotovoltaici (con sistemi BESS) e di biometano e biomassa solida per la decarbonizzazione dei consumi termici dei settori industriali. Infine, è stato valutato il ruolo potenziale delle soluzioni digitali e di intelligenza artificiale attraverso soluzioni di *end user-management* nei sistemi industriali e di sistemi BEMS/BACS per gli edifici. Nel contesto della Pubblica Amministrazione, l'ottimizzazione energetica non considera esclusivamente la dimensione tecnologica, ma integra anche il potenziale contributo dello strumento del Partenariato Pubblico-Privato.
33. Per quantificare i benefici dell'ottimizzazione energetica, lo Studio valuta gli impatti lungo 5 principali leve di ottimizzazione che possono essere valorizzate per accelerare la decarbonizzazione e la competitività del sistema-Paese, dalla collaborazione pubblico-privata e inter-filiera alla combinazione sinergica di diverse tecnologie di efficienza energetica. Il contributo dell'ottimizzazione, in particolare, viene valorizzato attraverso la quantificazione del beneficio differenziale dal confronto tra uno scenario *standard* e uno scenario ottimizzato, analizzando il differenziale dei benefici energetici, ambientali ed economici nei 2 scenari di analisi. In particolare, le 5 dimensioni di analisi riguardano:
- dimensione energetica: contributo delle leve di decarbonizzazione e digitalizzazione alla riduzione dei consumi energetici nazionali;
 - dimensione socio-ambientale: contributo delle leve di decarbonizzazione e digitalizzazione alla riduzione delle emissioni e il conseguente impatto socio-ambientale di resilienza, mitigazione del cambiamento climatico e sulla salute delle persone;
 - dimensione economica: risparmio economico abilitato dalle leve di decarbonizzazione grazie a una riduzione dell'import di gas naturale o a una riduzione delle spese per emissioni in capo all'industria;

- competitività del sistema-Paese: miglioramento dell'indice di intensità energetica nazionale e industriale (rapporto tra energia consumata e PIL/Valore aggiunto) abilitato da una riduzione del livello dei consumi a parità di produzione economica e industriale;
- sicurezza energetica: miglioramento della bilancia commerciale e, conseguentemente, dell'indice di indipendenza energetica, grazie a una riduzione delle importazioni di gas naturale, abilitata dalla riduzione dei consumi o dalla sostituzione con altre fonti locali.



Figura 7. Le 5 dimensioni dei benefici considerati a livello energetico, socio-ambientale, economico, industriale e di sicurezza. Fonte: elaborazione TEHA su dati fonti varie, 2024.

2.2 I BENEFICI PER L'INDUSTRIA

34. Per il settore industriale, lo Studio interpreta l'ottimizzazione energetica come l'applicazione integrata delle diverse leve di decarbonizzazione, al fine di amplificare i benefici ottenibili dall'utilizzo sinergico delle singole tecnologie. Le tecnologie considerate includono la cogenerazione, il *fuel switch* con biometano e biomasse solide, il fotovoltaico e le tecnologie digitali, supportate da modelli di *business* come le ESCo.
35. Lo sviluppo della prima leva analizzata, la cogenerazione, è legata a quattro tipi di ottimizzazione. In primo luogo, l'integrazione tra produzione e consumo di energia, abilitata dalla digitalizzazione e dall'uso dei dati, risulta fondamentale per massimizzare l'equilibrio tra produzione termica ed elettrica, aumentando al contempo l'autoconsumo. In secondo luogo, la combinazione sinergica di diverse tecnologie, come l'integrazione con il biometano e il fotovoltaico, apre nuove prospettive di efficienza energetica. Un ulteriore elemento chiave è rappresentato dal superamento del *trade-off* normativo, reso possibile dall'ottimizzazione del sistema dei Certificati Bianchi (chiamati anche Titoli di Efficienza Energetica - TEE) e dalla considerazione dei benefici complessivi per l'efficienza di sistema. Infine, la collaborazione tra cliente e fornitore, in particolare mediante partenariati pubblico-privati basati su modelli ESCO di fornitura energetica, consente la condivisione dei risparmi e genera valore aggiunto per tutte le parti coinvolte. Nella costruzione del modello sono stati analizzati due scenari. Nel primo scenario, denominato *standard*, l'analisi si concentra sul potenziale economico, valutato da ENEA,

che tiene conto dei prezzi delle materie prime, delle agevolazioni disponibili e dei costi di investimento e manutenzione. Nel secondo scenario, definito "ottimizzato", l'attenzione si sposta sul potenziale tecnico, anch'esso valutato da ENEA, che considera la massima quota di domanda di energia termica teoricamente soddisfacibile tramite cogenerazione, tenendo conto dei vincoli tecnici. Tali valutazioni offrono una visione integrata dell'impatto potenziale della cogenerazione nel processo di decarbonizzazione del settore industriale. L'analisi, riferita ai consumi energetici del 2022, evidenzia che l'implementazione di una cogenerazione ottimizzata potrebbe ridurre i consumi energetici finali in Italia dell'1,1%, mentre un'applicazione non ottimizzata comporterebbe una riduzione limitata allo 0,5%.

36. Lo sviluppo del biometano si basa su cinque principali tipologie di ottimizzazione. In primo luogo, l'integrazione di soluzioni digitali e l'utilizzo dei dati, come il *digital twin*, risultano fondamentali per creare una filiera energetica altamente efficiente, dalla produzione agricola ai sistemi di consumo finale. In secondo luogo, la combinazione sinergica di diverse tecnologie, come l'integrazione con la cogenerazione, permette di massimizzare il valore del biometano. Il terzo pilastro è rappresentato dalla collaborazione inter-filiera, attraverso accordi tra i settori agricolo e industriale per condividere competenze e stipulare contratti che rafforzino la filiera produttiva. Inoltre, è essenziale superare i trade-off normativi in favore dei benefici di sistema, migliorando le garanzie di origine e incentivando l'autoproduzione grazie a agevolazioni negli allacciamenti. Infine, la collaborazione tra clienti e fornitori, in particolare nel contesto pubblico-privato, rappresenta un elemento critico: lo sviluppo di contratti di Gas Purchase Agreement garantisce stabilità e promuove la crescita sostenibile nel settore del biometano. Sulla base di un proprio modello, TEHA ha condotto un'analisi sull'impatto potenziale della sostituzione del gas naturale con il biometano nel settore industriale, considerando due scenari che partono dall'obiettivo PNIEC per il 2030. Tale obiettivo prevede una produzione nazionale di biometano pari a 5,7 miliardi di metri cubi (BCM), di cui 2,2 BCM già destinati al trasporto, lasciando un potenziale di 3,5 BCM da destinare all'industria. Nel primo scenario, *standard*, si ipotizza che solo un terzo degli impianti di biogas esistenti possa effettuare l'upgrading a biometano, raggiungendo una produzione di 1,17 BCM. Considerando il potere calorifico inferiore del biometano (36 MJ HHV/m³) rispetto a quello del gas naturale (39 MJ HHV/m³), il volume di gas naturale sostituibile sarebbe pari a 1,08 BCM, equivalente all'8,45% del consumo attuale di gas naturale dell'industria. Nel secondo scenario, "ottimizzato", si suppone che la quota restante venga interamente prodotta attraverso l'upgrading degli impianti di biogas. In questo caso, è stato calcolato che 3,2 BCM di gas naturale potrebbero essere sostituiti con biometano, corrispondenti al 25% del consumo attuale di gas naturale nel settore industriale. Questi dati evidenziano il significativo potenziale del biometano nella transizione energetica del settore industriale. L'analisi mostra che l'adozione del biometano potrebbe ridurre le emissioni nazionali di gas a effetto serra del 3% grazie a tecniche di ottimizzazione, mentre uno scenario senza ottimizzazione porterebbe a una

riduzione del 2%. In particolare, nel settore industriale, le emissioni totali potrebbero essere ridotte del 18,3% nello scenario ottimizzato.

37. L'utilizzo delle biomasse solide è strettamente legato a quattro aree di ottimizzazione fondamentali per migliorare l'efficienza e la sostenibilità del settore. La prima riguarda l'integrazione tra produzione e consumo di energia, resa possibile dalla digitalizzazione e dall'uso dei dati, inclusa l'adozione di strumenti come il *digital twin* per la gestione della filiera energetica, l'ottimizzazione logistica e l'implementazione di sistemi di certificazione. La seconda strategia propone una combinazione sinergica di tecnologie innovative, anche se non esplicitamente dettagliata nel presente contesto. Il terzo pilastro è rappresentato dalla collaborazione inter-filiera, che promuove sinergie tra i settori agro-forestale e industriale, favorendo contratti di filiera, la produzione di *biochar* e la tutela del suolo. Infine, il superamento dei *trade-off* normativi, volto a massimizzare i benefici di sistema, si unisce alla collaborazione tra clienti e fornitori, in particolare tra pubblico e privato, attraverso modelli ESCO che consentono la condivisione del risparmio energetico. Questi approcci integrati sono essenziali per uno sviluppo ottimizzato e strategico delle biomasse solide. Anche per le biomasse solide, al fine di valutarne il potenziale benefico, sono stati analizzati due scenari "*what-if*". Nel primo scenario, *standard*, si considera l'andamento storico del consumo di biomasse solide in GWh nel settore industriale italiano, ipotizzando una crescita costante dell'industria. Sulla base del tasso medio annuo di crescita assoluta pari a 219 GWh, registrato tra il 2017 e il 2022, si stima che il consumo di biomasse potrebbe raggiungere circa 7.190 GWh entro il 2030. Nel secondo scenario, ottimizzato, TEHA ha analizzato l'impatto dello sviluppo strategico delle biomasse solide, ipotizzando una crescita più ambiziosa, allineata al ritmo medio annuo di incremento pari a 1.271 GWh, registrato dalla Germania nello stesso periodo. Secondo questa proiezione, il consumo di biomasse nel settore industriale italiano potrebbe raggiungere un totale di 10.869 GWh entro il 2030. In termini di impatto ambientale, il modello evidenzia che, nell'introduzione delle biomasse solide senza ottimizzazione, si otterrebbe una riduzione delle emissioni di gas serra dello 0,3%. Al contrario, un approccio ottimizzato consentirebbe una riduzione di emissioni pari a 3,1 volte superiore rispetto allo scenario non ottimizzato.
38. L'ottimizzazione della produzione di elettricità fotovoltaica dipende da quattro parametri chiave. Il primo è l'utilizzo dei dati per facilitare l'autoconsumo energetico, un elemento essenziale per massimizzare l'efficienza. Il secondo parametro riguarda la combinazione sinergica di diverse tecnologie: in particolare, l'adozione di sistemi BESS (Battery Energy Storage Systems) e l'elettrificazione dei consumi a bassa temperatura rappresentano due pilastri fondamentali per il settore industriale. Un terzo aspetto è il superamento dei *trade-off* normativi, tramite l'attivazione di benefici di sistema che migliorano i regimi agevolativi previsti nell'ambito della Transizione 5.0. Infine, la collaborazione gioca un ruolo cruciale: attraverso modelli ESCO, è possibile condividere il risparmio energetico e generare valore aggiunto per tutte le parti coinvolte. Il modello analizzato ha valutato i

benefici derivanti dall'installazione di pannelli fotovoltaici nei siti industriali per la generazione di elettricità, considerando due scenari ipotetici. Nel primo scenario *standard*, basato sui dati storici, si stima un incremento della potenza fotovoltaica installata dall'industria, calcolando la quantità di elettricità generabile dal totale di fotovoltaico installato. Nel secondo scenario, di ottimizzazione, è stata stimata la potenza fotovoltaica che l'industria potrebbe installare per raggiungere gli obiettivi di potenza stabiliti nel PNIEC. Questa proiezione parte dalla quota storica di potenza fotovoltaica installata dall'industria rispetto al totale nazionale e considera il potenziale di crescita per allinearsi agli obiettivi previsti. L'adozione di un approccio ottimizzato comporterebbe una riduzione del 2% delle emissioni nazionali di gas serra, equivalente all'11,8% delle emissioni del settore industriale. Questo risultato è 3,3 volte superiore rispetto a quello ottenibile nello scenario non ottimizzato.

39. Il digitale rappresenta una leva primaria per ottimizzare tecnologie energetiche come cogenerazione, biometano, biomasse solide e fotovoltaico. L'integrazione tra produzione e consumo, abilitata dalla digitalizzazione, consente di massimizzare equilibrio ed autoconsumo energetico. Nella cogenerazione, i sistemi digitali garantiscono un bilanciamento ottimale tra produzione termica ed elettrica. Per il biometano, strumenti come il *digital twin* permettono una gestione efficiente dell'intera filiera, dalla produzione agricola al consumo. Le biomasse solide beneficiano di miglioramenti nella logistica e di sistemi di certificazione, mentre nei sistemi fotovoltaici il digitale facilita l'aumento dell'autoconsumo dell'energia prodotta. Il potenziale del digitale si estende a tutto l'ecosistema energetico, promuovendo l'integrazione intelligente di risorse, l'aggregazione e la flessibilità. Soluzioni digitali avanzate consentono un ciclo continuo di monitoraggio, analisi e gestione degli interventi energetici. Tecnologie come l'intelligenza artificiale permettono un'analisi dettagliata dei consumi, supportando strategie personalizzate per l'ottimizzazione e l'autoproduzione di energia, potenziate dall'uso di sistemi di stoccaggio. Grazie a queste innovazioni, iniziative come la cogenerazione, il fotovoltaico e il cambio di combustibile possono ottenere una riduzione dei consumi energetici compresa tra il 5% e il 10%. Il monitoraggio in tempo reale, supportato da algoritmi di IA, massimizza l'efficienza attraverso la sincronizzazione tra dati di consumo e autoproduzione. Questo approccio integrato sottolinea l'importanza di strumenti digitali e tecnologie intelligenti per una gestione energetica sostenibile e ottimizzata.

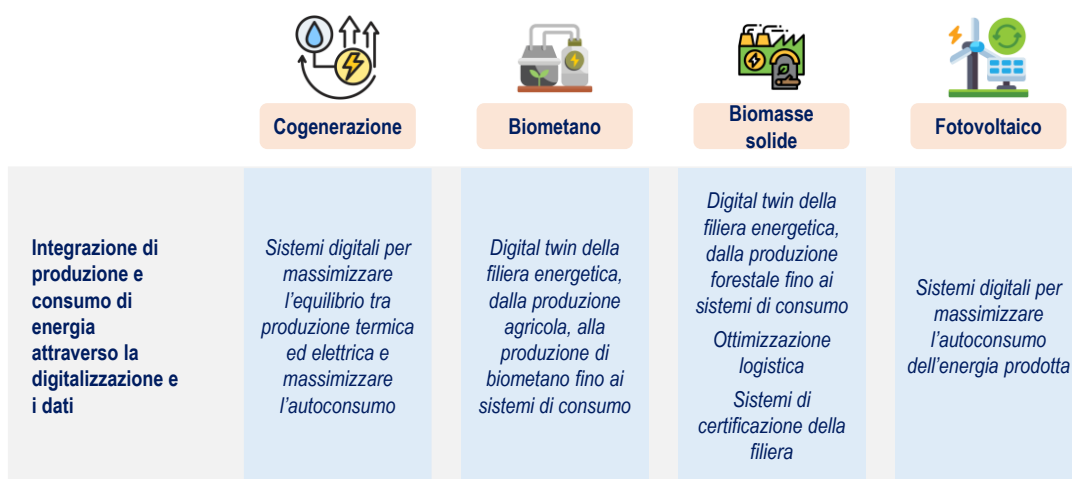


Figura 8. Declinazione del digitale come leva di ottimizzazione per le singole tecnologie considerate per l'industria. *Fonte: elaborazione TEHA su dati fonti varie, 2024*

40. Il modello dimostra che l'integrazione ottimizzata di tecnologie avanzate potrebbe moltiplicare per tre i benefici in termini di efficienza energetica e sostenibilità ambientale rispetto a un approccio standard. In particolare, i consumi energetici finali verrebbero ridotti di 22 TWh, contro i 7,4 TWh dello scenario tradizionale. Questo intervento comporterebbe anche una significativa riduzione delle emissioni di CO₂, pari a 26,5 milioni di tonnellate, corrispondenti al 6,8% delle emissioni nazionali, rispetto al più modesto 2,1% ottenibile senza una pianificazione integrata. I vantaggi dell'ottimizzazione non si limitano all'ambito ambientale: il settore industriale e il sistema Paese beneficerebbero anche di considerevoli risparmi economici. In particolare, il risparmio complessivo stimato ammonta a 5,6 miliardi di Euro, generato da due principali fattori: una riduzione di 2 miliardi di euro nei costi legati al meccanismo ETS e un calo della dipendenza dalle importazioni di gas naturale, che consentirebbe di risparmiare 3,6 miliardi di Euro. Questi risultati sottolineano l'importanza di adottare strategie energetiche coordinate, in grado di combinare efficacemente tecnologie avanzate per massimizzare gli impatti positivi sia sull'ambiente che sull'economia.

	Scenario ottimizzato vs. 2022	Scenario standard vs. 2022	Delta ottimizzazione energetica (scenario ottimizzato vs. standard)
Riduzione dei consumi energetici	-1,7%	-0,6%	+1,1 p.p.
Risparmio di emissioni di CO _{2-eq}	-6,8%	-2,1%	+4,7 p.p.
Risparmio economico complessivo*	€5,6 miliardi	€1,8 miliardi	+€3,8 Mld (+211%)
Riduzione dell'indice di dipendenza totale	4,7 p.p.	1,6 p.p.	+3,1 p.p.
Riduzione dell'indice di dipendenza del gas naturale	12,5 p.p.	4,1 p.p.	+8,4 p.p.
Miglioramento dell'indice di intensità energetica	1,7%	0,6%	+1,1 p.p.

Figura 9. Beneficio incrementale dell'ottimizzazione energetica per la decarbonizzazione dell'industria rispetto allo scenario standard (valore assoluto e % rispetto al totale nazionale al 2022). (*) Risparmio economico complessivo da ETS e importazione di gas naturale. *Fonte: elaborazione TEHA su dati fonti varie, 2024.*

2.3 I BENEFICI PER LA PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

41. Nel contesto della Pubblica Amministrazione, lo Studio declina il ruolo dell'ottimizzazione energetica sia nella dimensione tecnologica sia in relazione a strumenti finanziari alternativi per quantificare i benefici derivanti dall'utilizzo sistemico del Partenariato Pubblico-Privato. Lo strumento del Partenariato Pubblico-Privato è una leva fondamentale da valorizzare nella decarbonizzazione della PA grazie ad un approccio *tailor-made* che identifica le soluzioni più efficienti e specifiche per ciascuna tipologia di edificio, riducendo al contempo l'onere a carico della PA dei costi di intervento.
42. Il campione del parco residenziale di proprietà della PA è stato elaborato sulla base dei dati ENEA, quantificando il numero di edifici, la superficie totale e i consumi medi per le diverse tipologie di edifici (es. uffici, scuole, ospedali, Edilizia Pubblica Residenziale). L'analisi considera solo i consumi relativi agli impianti di climatizzazione degli ambienti (riscaldamento e raffrescamento) per escludere dal perimetro di analisi i consumi energetici associati ai dispositivi e alle apparecchiature che necessitano di rimanere accesi durante l'intero arco della giornata e che possono essere ottimizzati solo con progettualità specifiche (es. strumenti e macchinari ospedalieri). Il range di risparmio dei consumi energetici considera la potenziale riduzione dei consumi a seconda delle diverse tipologie di edificio.
43. Nonostante il vantaggio principale dei PPP risieda nell'approccio *tailor-made* che individua le soluzioni più efficienti per ciascuna tipologia di edificio, l'analisi ha preso in considerazione un set di tecnologie mature e installabili nella maggior parte degli edifici della PA, in linea con quanto previsto dal PNIEC, per quantificare il beneficio incrementale dello strumento del Partenariato Pubblico Privato per la decarbonizzazione della PA. L'analisi modella quindi solo una parte del potenziale di ottimizzazione energetica per la PA abilitato dai PPP.
44. Per calcolare il beneficio degli interventi di ottimizzazione energetica nella PA, sono state considerate 3 soluzioni tecnologiche mature (in linea con il PNIEC) calcolando il beneficio incrementale derivante dall'integrazione delle 3 leve rispetto al singolo beneficio associato a ciascuna leva. Le 3 soluzioni tecnologiche considerate sono:
 - sistemi BACS (Building Automation and Control Systems) e BEMS (Building Energy Management System) per ottimizzare la gestione energetica dell'edificio a seconda delle condizioni interne ed esterne;
 - sistemi HVAC efficienti (es. pompe di calore) per elettrificare i consumi termici associati alla climatizzazione;
 - impianto fotovoltaico per valorizzare l'impiego di fonti rinnovabili e decarbonizzare i consumi energetici del parco edilizio della Pubblica Amministrazione. In caso di vincoli tecnici a realizzare un impianto PV, è possibile realizzarlo attraverso la configurazione dell'autoconsumo a distanza.

45. Successivamente, per quantificare il vantaggio derivante dall'utilizzo di strumenti di partenariato pubblico-privato, l'analisi ha stimato i minori costi a carico della PA per raggiungere gli obiettivi previsti dal PREPA, evidenziando il beneficio incrementale dei PPP a parità di spesa pubblica della PA attraverso 2 scenari:
- scenario 2022 ottimizzato standard, in cui si prevede il raggiungimento degli obiettivi stabiliti dal PREPA al 2030 attraverso un modello standard di procurement, con i costi interamente a carico dello Stato;
 - scenario 2022 ottimizzato con PPP, che quantifica, a parità di spesa pubblica, il beneficio incrementale dell'ottimizzazione energetica grazie all'utilizzo dello strumento del PPP rispetto allo scenario *standard*.
46. La riqualificazione del parco edilizio della PA integrata con i PPP agisce su tutte e 5 le leve di ottimizzazione energetica. Sul tema di integrazione della gestione energetica con i dati, i sistemi BACS e BEMS per ottimizzare la gestione energetica con la produzione da FER e le condizioni interne ed esterne all'edificio. Grazie al PPP, viene inoltre promossa la combinazione sinergica delle diverse tecnologie attraverso soluzioni *tailor-made* basate sulle esigenze di ciascun edificio e sulle tecnologie più efficienti e adeguate a ciascun contesto. Il supporto degli operatori privati rappresenta una leva cruciale per ottimizzare la gestione energetica degli edifici e ridurre i costi degli interventi per la PA, valorizzando i benefici di una cultura della collaborazione pubblico-privata e creando gli elementi abilitanti per una connessione degli edifici pubblici con la rete energetica in una logica di *smart city* integrata. Per promuovere questa visione, diventa tuttavia fondamentale un miglioramento del sistema degli incentivi per la PA (Conto termico, TEE, FNEE) che valorizzi lo strumento del Partenariato Pubblico-Privato.
47. Dall'analisi emerge che l'applicazione ottimizzata delle leve di decarbonizzazione porterebbe a un risparmio annuo per un edificio del 76% associato alla climatizzazione degli ambienti, 6 p.p. in più rispetto alla somma dei benefici associati alle singole leve. Integrando anche strumenti finanziari alternativi nel perimetro di analisi, è evidente il beneficio incrementale abilitato dal PPP che, a parità di spesa pubblica, permetterebbe di aumentare la superficie riqualificata della PA dal 18% al 41%, incrementando significativamente la riduzione di consumi e di emissioni rispetto allo scenario di *procurement standard*. In particolare, osservando i consumi finali di energia, l'ottimizzazione energetica con PPP permetterebbe di aumentare di 2,4 volte la riduzione dei consumi nazionali (da 0,5% a 1,2%), riducendo i consumi del settore edifici in Italia di circa il 2,7% (vs. 1,1% nello scenario *standard*). Il beneficio risulta significativo anche a livello ambientale, con una riduzione delle emissioni climalteranti del 4,7% nel settore degli edifici (0,8% a livello nazionale), 2,2 volte superiore rispetto allo scenario *standard*. Inoltre, l'ottimizzazione energetica della PA permetterebbe di rafforzare la sicurezza energetica dell'Italia, riducendo l'indice di dipendenza energetica dell'1,0% (x2,5 vs. scenario *standard*) e di dipendenza del gas naturale del 2,3% (x2,3 vs. scenario *standard*) rispetto al 2022. Complessivamente, l'ottimizzazione energetica con PPP del parco

edilizio della PA ridurrebbe i costi in bolletta per la climatizzazione degli ambienti di circa il 23%, con un risparmio pari a circa 650 milioni di Euro ogni anno.

	Scenario <i>standard</i> vs. 2022	Scenario ottimizzato con PPP vs. 2022	Delta ottimizzazione energetica (scenario ottimizzato vs. <i>standard</i>)
% ottimizzata degli edifici della PA	18%	41%	+23%
Risparmio su consumi energetici	-0,5%	-1,2%	+0,7%
Risparmio di emissioni di CO _{2-eq}	-0,4%	-0,8%	+0,4%
Risparmio annuo in bolletta per la PA	€290 milioni	€650 milioni	+€360 Mln (+124%)
Spesa pubblica per <i>target</i> PREPA al 2030	€6,6 miliardi	€2,9 miliardi	-€3,7 Mld (-56%)

Figura 10. Beneficio incrementale dell'ottimizzazione energetica con PPP per la decarbonizzazione degli edifici della PA rispetto allo scenario *standard* (valore assoluto e % rispetto al totale nazionale al 2022). *Fonte: elaborazione TEHA su dati fonti varie, 2024.*

48. Per raggiungere il *target* del PREPA al 2030 (18% della superficie della PA riqualificata), l'utilizzo dei PPP abiliterebbe un risparmio per la PA di circa 3,7 miliardi di Euro, riducendo l'onere a carico dello stato degli investimenti per la riqualificazione edilizia. Il PPP abiliterebbe infatti un risparmio di circa il 10-15% del costo dell'intervento grazie al trasferimento dei rischi al soggetto privato (es. rischio di progetto, rischio di costruzione, rischio di disponibilità) e all'ottimizzazione della gestione del progetto grazie al coinvolgimento di soggetti specializzati con competenze tecniche a supporto della PA.

2.4 I BENEFICI PER IL SISTEMA-PAESE

49. Alla luce dei benefici significativi abilitati dalle leve di ottimizzazione energetica nel settore industriale e degli edifici della Pubblica Amministrazione, lo Studio mira ora a quantificare i benefici aggregati per il sistema-Paese. L'effetto combinato potrebbe abilitare una riduzione dei consumi energetici nazionali pari al 2,9% (vs. 1,1% dello scenario *standard*), aumentando di 2,6 volte il risparmio energetico grazie all'ottimizzazione. Anche a livello ambientale i benefici risultano considerevoli con una riduzione delle emissioni di gas serra pari a circa il 7,6% delle emissioni totali del Paese, un valore 2,5 volte maggiore rispetto allo scenario *standard*. La riduzione risulta ancora più significativa considerando i consumi ed emissioni dei due settori combinati, ottenendo una riduzione pari al 4,3% dei consumi e al 22,7% delle emissioni.
50. Dal punto di vista economico, questi interventi garantirebbero un risparmio complessivo di 6,3 miliardi di Euro, grazie alla diminuzione dei costi associati al sistema ETS e alla riduzione delle importazioni di gas naturale (vs. 2,1 miliardi di Euro nello scenario *standard*). Dal punto di vista della sicurezza energetica, l'ottimizzazione permetterebbe di ridurre sensibilmente la dipendenza dall'importazione di energia, di 5,5 p.p. nell'indice di dipendenza complessiva e 14,8 p.p. per l'indice di dipendenza del gas naturale, maggiore di circa 2,9 volte rispetto a quella ottenibile in uno scenario non ottimizzato.

L'indice di intensità energetica registrerebbe dunque un miglioramento significativo grazie alle misure di ottimizzazione considerate. Ad oggi l'indice risulta pari a 0,77, ma potrebbe scendere fino a 0,75 riducendosi del 2,9% (vs. 1,1% nello scenario *standard*).

	Scenario ottimizzato vs. 2022	Scenario <i>standard</i> vs. 2022	Delta ottimizzazione energetica (scenario ottimizzato vs <i>standard</i>)
Riduzione dei consumi energetici	-2,9%	-1,1%	+1,8
Risparmio di emissioni di CO _{2-eq}	-7,6%	-2,5%	+5,1
Risparmio economico complessivo*	€6,3 miliardi	€2,1 miliardi	+€4,2 Mld (+200%)
Riduzione dell'indice di dipendenza totale	-5,5 p.p.	-1,9 p.p.	+3,6 p.p.
Riduzione dell'indice di dipendenza del gas naturale	-14,8 p.p.	-5,1 p.p.	+9,7 p.p.
Miglioramento dell'indice di intensità energetica	-2,9%	-1,1%	+1,8 p.p.

Figura 11. Beneficio incrementale dell'ottimizzazione energetica per la decarbonizzazione del settore industriale e degli edifici della PA rispetto allo scenario *standard* (valore assoluto e % rispetto al totale nazionale al 2022). (*) Risparmio economico complessivo da ETS e importazione di gas naturale. Fonte: elaborazione TEHA su dati fonti varie, 2024.

51. Le azioni di ottimizzazione proposte determinano dunque un contributo rilevante al raggiungimento degli obiettivi PNIEC sul *mix* energetico in termini di decarbonizzazione della generazione e dei consumi termici e dell'elettrificazione dei consumi finali, valorizzando tecnologie mature e *ready-to market* che sono attivabili nel breve termine. In termini di riduzione dei consumi energetici primari, queste azioni contribuirebbero per il 23% della riduzione totale prevista per il 2030. Considerando un obiettivo di riduzione dei consumi di 16,9 Mtoe, le sole leve di ottimizzazione nei settori industria e PA abiliterebbero una riduzione di 3,8 Mtoe. Questo beneficio è stato calcolato escludendo settori come i trasporti e gli edifici privati, che costituiscono una parte rilevante dei consumi energetici residui, rappresentando circa il 60% dei consumi energetici nazionali. Pertanto, l'analisi si focalizza sulle aree con il più alto potenziale di ottimizzazione nel breve periodo sottolineando l'importanza di promuovere l'ottimizzazione energetica e la valorizzazione sinergica delle diverse leve tecnologiche. Grazie all'ottimizzazione, le leve considerate contribuirebbero a un incremento di 4,5 p.p. della quota di fonti rinnovabili nei consumi energetici primari rispetto al 2022, ovvero per il 31% dell'aumento previsto dal PNIEC (16,8 p.p.) entro il 2030.

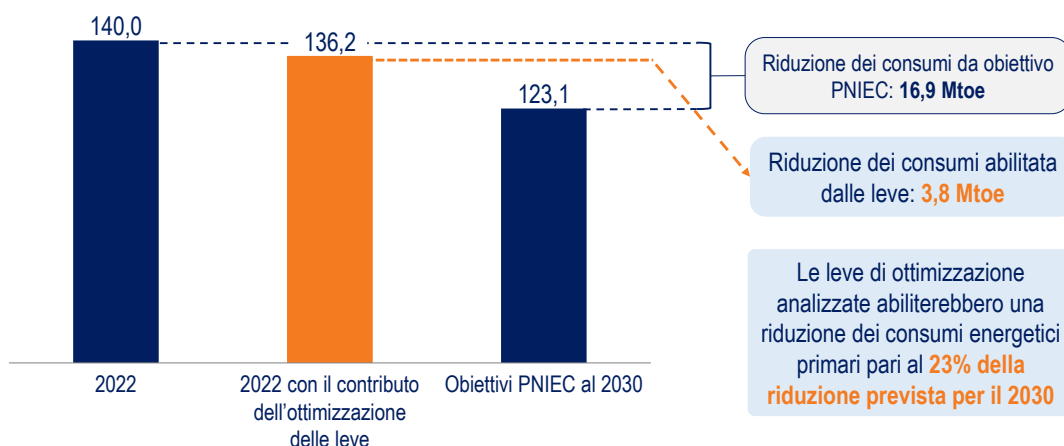


Figura 12. Consumi energetici primari e contributo delle leve di ottimizzazione al raggiungimento degli obiettivi PNIEC (Mtoe). Fonte: elaborazione TEHA su dati PNIEC e fonti varie, 2024.

52. Il beneficio risulta inoltre significativo considerando i singoli consumi termici, dove le leve contribuirebbero per il 33% al raggiungimento dell'obiettivo PNIEC, con una riduzione di 3 Mtoe rispetto a un *target* di 9 Mtoe al 2030. Inoltre, l'applicazione delle leve di ottimizzazione applicate all'industria e agli edifici della PA supporterebbe un incremento di 8 p.p. nella quota di fonti rinnovabili nei consumi termici finali rispetto al 2022, rappresentando il 49% dell'aumento complessivo previsto dal PNIEC (20,2 p.p.) entro il 2030.

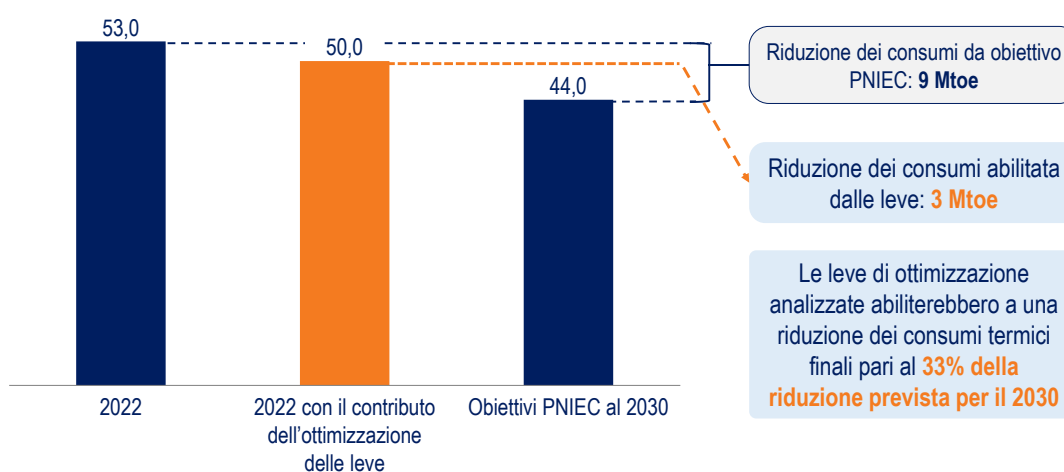


Figura 13. Consumi energetici primari e contributo delle leve di ottimizzazione al raggiungimento degli obiettivi PNIEC (Mtoe). Fonte: elaborazione TEHA su dati PNIEC e fonti varie, 2024.

CAPITOLO 3

LE PROPOSTE DI *POLICY* OPERATIVE PER FAVORIRE IL DISPIEGAMENTO DELLE LEVE DI OTTIMIZZAZIONE ENERGETICA

53. Alla luce dei benefici dell'ottimizzazione energetica per la decarbonizzazione, è fondamentale introdurre un *framework* normativo di supporto che promuova e incentivi gli interventi di ottimizzazione nei settori strategici per la transizione energetica. In particolare, lo Studio ha identificato 9 proposte di *policy* con specifiche soluzioni operative, suddivise in 3 macro-aree di intervento, per favorire la diffusione delle soluzioni di ottimizzazione energetica, valorizzando anche il ruolo e supporto tecnico degli operatori privati e specializzati in queste tipologie di interventi. In particolare, i 3 macro-ambiti riguardano la decarbonizzazione dei consumi termici delle imprese, l'importanza di conciliare sostenibilità ambientale e competitività per le imprese e il supporto allo sviluppo del Partenariato Pubblico-Privato, innovazione e sostenibilità per la Pubblica Amministrazione. Queste proposte mirano a valorizzare il ruolo chiave dell'ottimizzazione energetica nel processo di decarbonizzazione di due settori chiave per la transizione energetica italiana, promuovendo un'azione coordinata tra il settore pubblico e quello privato che salvaguardi la competitività del sistema-Paese.



Figura 14. Le proposte di *policy* e i macro-ambiti di intervento per valorizzare e promuovere il ruolo dell'ottimizzazione energetica per il raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione (illustrativo). Fonte: elaborazione TEHA su fonti varie, 2024.

54. Riguardo alla decarbonizzazione dei consumi termici, le proposte di *policy* mirano a sostenere la diffusione della cogenerazione ad alta efficienza come soluzione pragmatica per efficientare il fabbisogno di calore ad alta temperatura delle industrie in vista di una progressiva alimentazione con vettori decarbonizzanti come i *green gas*, riconoscendo il ruolo prioritario e determinante del biometano e valorizzando anche il potenziale delle biomasse solide. A livello operativo, le proposte di *policy* a supporto della cogenerazione prevedono di:

- rafforzare il sistema dei TEE (Titoli di Efficienza Energetica) considerando i benefici che la cogenerazione porta all'efficienza di sistema, facendo leva su una ridistribuzione dei ricavi delle aste ETS per emissioni da cogenerazione a beneficio degli impianti più efficienti;
 - rivedere gli obiettivi del PNIEC in coerenza con il potenziale della cogenerazione e dare un impulso agli investimenti, superando l'interpretazione restrittiva del PNRR dei vincoli DNSH (*Do No Significant Harm*);
 - avviare un tavolo di discussione su come promuovere nuovi impianti di cogenerazione ad alta efficienza superando il limite dettato dall'incremento delle emissioni *Scope 1* (o *Scope 2*) per i gruppi industriali nel transitorio prima della disponibilità di vettori decarbonizzanti come i *green gas*;
 - favorire il potenziale supporto degli impianti di produzione a livello industriale al bilanciamento della rete sfruttando anche le potenzialità delle diverse forme di accumulo.
55. Per valorizzare il ruolo del biometano per la decarbonizzazione degli usi termici del settore industriale, le proposte operative mirano a promuovere le sinergie tra le filiere industriali e agricole per sostenere lo sviluppo di un mercato a livello nazionale, inserendo la politica di sviluppo del biometano in un più ampio disegno di competitività per le industrie HTA (*Hard to Abate*) con meccanismi di garanzia per ridurre le variabilità della filiera. Un elemento cruciale in questa strategia riguarda la convergenza delle politiche di supporto all'agricoltura con i piani di sviluppo delle agroenergie, attraverso 3 leve di sviluppo principali:
- promozione di modelli di co-investimento tra produttori di biometano e consumatori industriali, ad esempio con schemi di autoconsumo a distanza, garantendo così sicurezza di approvvigionamento e sostenibilità economica a lungo termine per entrambe le parti;
 - promozione dell'aggregazione della filiera agricola in modo da superare l'ostacolo legato alla frammentazione degli interlocutori e quindi l'incertezza sulla garanzia del *feedstock*;
 - revisione delle disposizioni del Decreto Agricoltura relative all'autoconsumo di biometano, attualmente limitate alle sole imprese energivore, per estendere questa opportunità anche ad altre tipologie di impresa.
56. Infine, per valorizzare il potenziale delle biomasse occorre rivedere le linee di indirizzo dettate dal PNIEC ed equiparare le biomasse solide alle altre forme di bioenergia citate, al fine di consentire agli utenti finali di selezionare la soluzione più indicata per la decarbonizzazione degli specifici contesti di riferimento. A livello operativo, è necessario:
- equiparare la biomassa solida nei piani e nei sistemi incentivanti, anche per taglie superiori ai 300 kW elettrici previsti nel decreto FER2, con incentivi maggiorati per sistemi circolari a scala locale. Sono infatti gli impianti di taglia maggiore a poter dare

impulso allo sviluppo di filiere locali in grado a loro volta di alimentare anche piccoli impianti;

- favorire la collaborazione tra settore agro-forestale e industriale con contratti di filiera che contribuiscano anche alla difesa del suolo ed alla prevenzione del dissesto idrogeologico.

57. Sul tema della competitività del sistema produttivo, lo Studio evidenzia l'importanza di quantificare gli impatti in termini di costi e benefici delle soluzioni di transizione ecologica sulla competitività delle imprese, in modo da individuare le linee di indirizzo migliori sia per il sistema nel suo complesso sia per gli operatori economici. In questo senso è fondamentale avviare un tavolo di lavoro pubblico-privato con le associazioni di settore, il mondo della ricerca e le università per integrare quanto previsto nel PNIEC con considerazioni di costo, competitività e valore generato (economico, sociale e ambientale) e promuovere una riflessione su come suddividere equamente i costi della decarbonizzazione su tutta la filiera di produzione e consumo di beni e servizi, evitando che l'onere ricada unicamente sulle imprese soggette ad ETS.
58. Con l'obiettivo di conciliare la sostenibilità ambientale con la competitività per le imprese è fondamentale spostare, gradualmente e in coerenza con un quadro di stabilità normativa e regolatoria, il *focus* del supporto pubblico dalle specifiche tecnologie ai risultati che gli interventi integrati sono in grado di produrre (es. riduzione emissioni, riduzione consumi), prevedendo un supporto crescente per gli interventi che permettono di ottenere risultati più ambiziosi grazie all'integrazione sinergica delle diverse leve di ottimizzazione. A livello operativo si propone di:
- limitare gradualmente i meccanismi di sostegno delle singole tecnologie mature a quanto necessario per renderle neutrali, in modo che la scelta della migliore soluzione venga presa sulla base delle specificità di ogni singolo contesto;
 - sostenere gli interventi integrati attraverso specifiche campagne di bandi pubblici che allochino le risorse disponibili ai progetti che garantiscono i migliori risultati;
 - promuovere la raccolta e l'utilizzo dei dati in abbinamento all'implementazione delle soluzioni efficienti per ottimizzare l'integrazione delle diverse tecnologie.
59. In questo scenario, sarà determinante valorizzare il ruolo delle ESCO come operatori qualificati a supporto delle aziende e della PA nell'identificazione e implementazione del *mix* di soluzioni e tecnologie più adatte a ciascuna esigenza, grazie ad un approccio *tailor-made* che ricerca il miglior equilibrio tra sostenibilità economica e ambientale. A tal fine, è fondamentale che il sistema di incentivi e bandi pubblici includa le ESCO tra i beneficiari diretti in quanto facilitano la messa a terra delle iniziative, assumendosi la responsabilità dei risultati economici ed ambientali degli interventi attraverso gli *Energy Performance Contract*.

60. Infine, riguardo alla Pubblica Amministrazione, è fondamentale promuovere una nuova cultura di collaborazione pubblico-privata a livello di sistema, anche oltre il settore energia, per cogliere i vantaggi di efficacia, competitività ed innovazione che lo strumento consente. In ambito energetico il PPP può essere ancor più efficace per sostenere la decarbonizzazione della PA se abbinato all'*Energy Performance Contract* (EPC) che garantisce i risultati limitando l'onere finanziario degli interventi. Su questo tema, le proposte operative prevedono di:
- rafforzare le competenze della PA attraverso la creazione di specifici enti di supporto e assistenza tecnica a livello regionale, supportati dal DIPE (Dipartimento per la programmazione e il coordinamento della politica economica), che affianchino e supportino la PA locale nella predisposizione e gestione dei contratti PPP e la creazione di una cabina di regia che promuova la formazione dei funzionari pubblici sul PPP e sui contratti EPC;
 - sostenere lo sviluppo di PPP a iniziativa privata attraverso specifiche campagne di bandi pubblici che valorizzino il beneficio integrato delle soluzioni tecnologiche sulla base dei risultati attesi degli interventi di ottimizzazione energetica;
 - favorire la comunicazione e la diffusione di *best practice* di utilizzo di PPP e strumenti di dialogo competitivo.
61. Alla luce delle limitate disponibilità di risorse pubbliche da investire, è cruciale valorizzare le potenzialità delle tecnologie digitali e dell'Intelligenza Artificiale per abilitare l'erogazione di servizi avanzati che consentano di incrementare sensibilmente il livello di ottimizzazione complessiva dell'energia. In tal senso, è necessario creare una piattaforma unica per la raccolta dati del patrimonio immobiliare della PA che valorizzi gli strumenti di Intelligenza Artificiale al fine di governare i processi di *decision making* e ottimizzazione degli interventi. Lo Studio sottolinea l'importanza dello sviluppo dell'IA nella Pubblica Amministrazione, promuovendo l'efficienza energetica negli edifici come banco di prova e investendo in progettualità che poi possano avere un impulso anche in altri settori.
62. Infine, l'ultimo punto considera i benefici sociali ed ambientali legati alle iniziative di ottimizzazione energetica (es. salute - minor spesa sanitaria in relazione alla riduzione delle emissioni di CO₂, minor costo per fronteggiare eventi climatici estremi, maggiore sicurezza energetica, minor costo risorse finanziarie per progetti sostenibili), utilizzando il *procurement* pubblico come strumento di politica industriale a beneficio anche degli operatori privati. In questo senso, sarebbe funzionale passare da un modello di gare e PPP che prevede una valutazione esclusivamente economica (*value for money*) ad un modello che integri il valore creato in termini economici di risparmio sulla spesa storica, con il valore creato per l'ambiente, il territorio, la società (*value for society*), guardando anche al risparmio delle spese future per quantificare il potenziale costo del non fare.