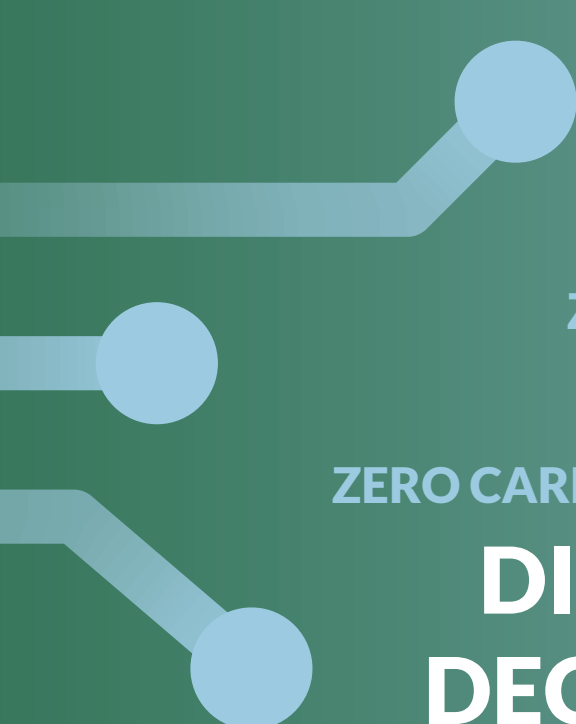




RENEWABLE ENERGY
ENERGY EFFICIENCY
HYDROGEN INNOVATION
SMART MOBILITY
ZERO CARBON POLICY AGENDA
ELECTRICITY MARKET
CIRCULAR ECONOMY
ZERO CARBON TECHNOLOGY PATHWAYS

DIGITALIZATION & DECARBONIZATION

REPORT

20
24

DOCUMENTO RISERVATO
AI PARTNER DELLA RICERCA

Transizione gemella: le principali
opportunità di decarbonizzazione
delle imprese e delle città passano
dallo sviluppo dell'AI

DIGITALIZATION & DECARBONIZATION REPORT 2024

Transizione gemella: le principali opportunità di decarbonizzazione delle imprese e delle città passano dallo sviluppo dell'AI

Presentazione



In un mondo sostenibile e decarbonizzato la gestione innovativa dell'energia e della sostenibilità rappresentano le principali leve strategiche per la crescita e il benessere di imprese, istituzioni e cittadini.

Energy & Strategy supporta imprese, istituzioni e policy maker ad identificare le leve tecnologiche e strategiche in grado di trasformare le imprese in attori protagonisti della transizione ecologica attraverso un'estensiva attività di ricerca applicata e di consulenza strategica e manageriale.

Partner



Team di progetto

TEAM DI PROGETTO

Federico Frattini
Responsabile della ricerca

Vittorio Bentivegna
Project Manager

Davide Guelfi
Analyst

Eleonora Cisana
Analyst

Federico Zucco
Analyst

PROGETTO GRAFICO E IMPAGINAZIONE

Flávia Chornobai

Arianna Fietta

Nicolás Peña

BOARD DI E&S

Vittorio Chiesa

Davide Chiaroni

Federico Frattini

Josip Kotlar

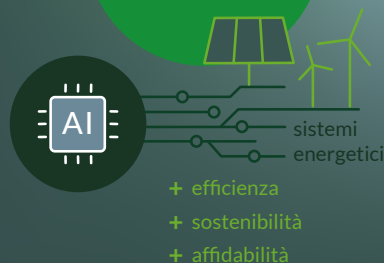


Transizione gemella: decarbonizzazione + sviluppo dell'AI

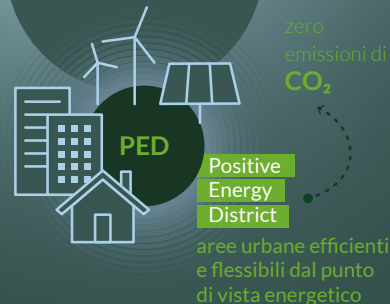
1. L'inquadramento normativo: la transizione gemella e il focus sul digitale



2. L'adozione dell'AI nelle imprese energetiche



3. Le città digitali



L'obiettivo Europeo:
100 PED al 2025

4. La sostenibilità dell'intelligenza artificiale

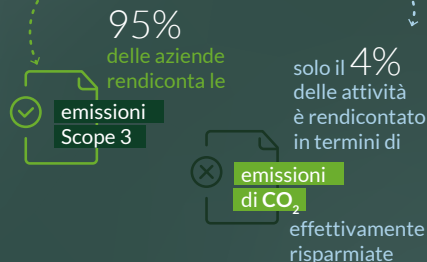
nella fase di inferenza di
un modello LLM si stima
consumo di 150-200
kWh

con emissioni
di CO₂ pari a

55 Kg

È essenziale rendere l'AI più sostenibile
attraverso strategie di efficientamento
energetico e operazioni carbon-aware

5. Il digitale per la sostenibilità: l'analisi dei bilanci di sostenibilità delle aziende MIB ESG



Indice

	Executive Summary	12
1	L'inquadrimento normativo: la transizione gemella e il focus sul digitale	28
2	L'adozione dell'AI nelle imprese energetiche	108
3	Le città digitali	154
4	La sostenibilità dell'AI	200
5	Il digitale per la sostenibilità: l'analisi dei bilanci di sostenibilità delle imprese MIB ESG	234
6	Imprese Partner	294

Executive Summary

Executive Summary

La transizione gemella: verde e digitale per un futuro competitivo

Per mantenere il pianeta vivibile e cogliere le opportunità economiche offerte dal contesto, l'Unione Europea sta promuovendo una **transizione rapida e inclusiva** verso stili di vita e economie sostenibili dal punto di vista ambientale. La **transizione verde** ha l'obiettivo di **raggiungere la sostenibilità e di combattere il cambiamento climatico e il degrado ambientale**.

Allo stesso tempo, la **crescente importanza delle tecnologie digitali** sta trasformando società ed economie. Nella transizione digitale, l'Unione Europea punta a **sfruttare le tecnologie maggiormente innovative al fine di perseguire sostenibilità e prosperità, e per poter fornire maggior potere a cittadini e imprese**.

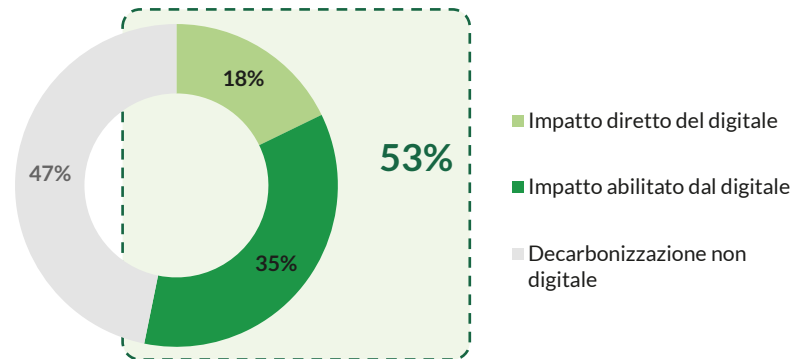
Gestire con successo la «**transizione gemella**» verde e digitale è fondamentale per realizzare un **futuro sostenibile, equo e competitivo**. Le transizioni verde e digitale devono essere raggiunte insieme, in maniera proattiva e integrata, per sbloccare il loro potenziale sinergico.

A tal proposito, grazie alle **tecnologie digitali**, sarà possibile

ridurre le emissioni complessive del 53% nello scenario di neutralità carbonica al 2050 presentato nel Green Deal europeo, attraverso impatti diretti e indiretti.

Il digitale non è solo un supporto per la decarbonizzazione, ma anche un **motore essenziale** per un futuro più sostenibile e responsabile.

Contributo del digitale alla decarbonizzazione



Per quanto concerne le attività economiche, i progressi tecnologici e le nuove soluzioni digitali **consentono alle imprese di perseguire una crescita sostenibile attraverso modelli di business innovativi riducendo le esternalità ambientali senza gravare sui costi aziendali.**

Le aziende che hanno scelto di investire in infrastrutture digitali hanno registrato un **incremento delle loro performance operative:**

- In **Italia** le aziende digitalizzate mostrano in media un **livello di produttività maggiore di circa il 60%** rispetto alle aziende non digitalizzate.
- A **livello europeo** le aziende che hanno adottato soluzioni digitali mostrano una **produttività** che è quasi il **doppio** di quella delle loro controparti non digitalizzate.

A livello normativo, negli ultimi cinque anni, **l'Unione Europea (UE)** ha strategicamente **orientato le sue politiche verso un quadro normativo che indirizza in maniera più decisa la transizione digitale**, riconoscendo la necessità urgente di **modellare lo spazio digitale attraverso investimenti mirati e meccanismi regolatori**

robusti. Questo approccio pone l'UE all'avanguardia della governance digitale globale e dell'innovazione in termini di politiche.

Nel Report 2024 vengono approfondite **alcune delle principali misure** Europee per la regolamentazione del settore digitale, come ad esempio il **Data Act**, il **Chip Act** e l'**AI Act**.

L'AI nel settore energetico: una grande opportunità per la decarbonizzazione

L'intelligenza artificiale può svolgere un ruolo cruciale nel raggiungimento degli obiettivi legati alla transizione energetica. Le sue applicazioni si estendono lungo l'intera filiera del settore energetico, dalla produzione al trasporto e distribuzione, fino al consumo finale.

Alcune di queste applicazioni sono **strettamente connesse alla transizione energetica**, mentre altre, pur offrendo notevoli opportunità di supporto alla decarbonizzazione, trovano impiego anche in ambiti non direttamente orientati a tale obiettivo. Un esempio è rappresentato dalla manutenzione predittiva, una tecnologia già ampiamente adottata, che può essere applicata anche in contesti tradizionali, non connessi alla transizione energetica, come la gestione delle centrali termoelettriche.

Nel Report di quest'anno, l'attenzione si concentra sulle tre applicazioni, sinteticamente descritte nella tabella sottostante, per le quali è stato riconosciuto il **più alto livello di specificità** in relazione alla transizione energetica: **Generation Forecast**, **Grid Stability** e **Demand Response**.

Le applicazioni analizzate nel report

Generation Forecast

Previsione della produzione di energia rinnovabile per ottimizzare la pianificazione e ridurre l'impatto dell'intermittenza delle FER

Grid Stability

Monitoraggio dei parametri della rete elettrica (e in futuro dell'idrogeno) per prevedere e risolvere squilibri, garantendo la stabilità al sistema

Demand Response

Ottimizzazione della domanda energetica dei carichi industriali e residenziali, adattandola a segnali di prezzo o condizioni di rete

Sebbene le tre applicazioni esaminate si riferiscano a fasi della filiera e a tecnologie differenti, condividono un **elemento centrale** che le rende essenziali per la transizione energetica: **la gestione della natura intermittente delle fonti energetiche rinnovabili (FER)**.

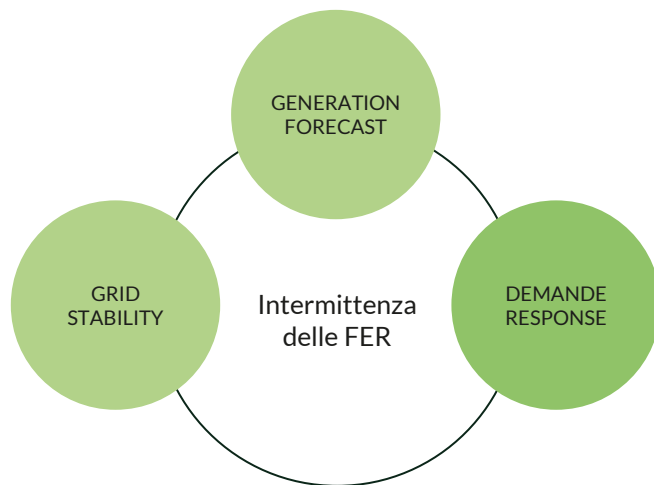
Già oggi, e ancor più in futuro, le FER rappresentano una quota significativa della generazione elettrica nazionale, apportando **importanti benefici ambientali**. Tuttavia, la loro natura non programmabile, dipendente dalle condizioni atmosferiche piuttosto che dai fabbisogni di famiglie e imprese, genera **frequenti squilibri tra produzione e consumo**. Questo fenomeno rappresenta una sfida significativa per il sistema elettrico, che deve affrontare continui **momenti di sbilanciamento**.

Il Report ha pertanto scelto di focalizzarsi su **tre azioni strategiche** che possono mitigare, se non risolvere, le problematiche legate all'intermittenza delle FER:

1. Migliorare la previsione della generazione rinnovabile attraverso tecnologie avanzate di **Generation Forecast**.
2. Potenziare la capacità della rete elettrica di gestire gli sbilanciamenti con soluzioni per la **Grid Stability**.
3. Adattare il profilo di consumo a quello di produzione mediante l'implementazione di meccanismi di **Demand Response**.

È importante sottolineare che tali problematiche non riguardano esclusivamente il sistema elettrico. In prospettiva, una quota crescente di energia rinnovabile sarà infatti destinata alla produzione di **idrogeno a zero emissioni**, il quale verrà trasportato e gestito attraverso un'infrastruttura che presenta molte analogie con quella attualmente utilizzata per il gas naturale (in alcuni casi, le due molecole condivideranno persino le stesse reti di trasporto). Di conseguenza, l'intermittenza delle FER avrà implicazioni anche sul sistema infrastrutturale di gas e idrogeno, e le applicazioni analizzate nel Report, dunque, trovano **un'ampia applicabilità** anche in questo settore emergente, contribuendo a costruire **un ecosistema energetico resiliente e integrato**.

Approccio strategico basato sull'AI



L'analisi della prima applicazione, **Generation Forecast**, evidenzia la necessità di distinguere tra **tecnologia fotovoltaica ed eolica**, le due tecnologie predominanti nel panorama delle energie rinnovabili e oggetto di analisi all'interno del Report. Per entrambe le tecnologie, gli **algoritmi di ensemble** si sono dimostrati particolarmente efficaci grazie alla loro capacità di ridurre il rischio di *overfitting*. Questi algoritmi permettono infatti di distinguere eventi strutturali da quelli contingenti, come giornate insolitamente soleggiate o ventose. Altre famiglie di algoritmi non offrono invece le stesse prestazioni per entrambe le tecnologie. Ad esempio, mentre gli **algoritmi non lineari statici** risultano performanti per il **fotovoltaico**, l'**eolico** richiede **approcci più avanzati** che includano la **dimensione temporale** per modellare adeguatamente la **complessità del vento**. In generale, i casi studio analizzati mostrano che **l'intelligenza artificiale può migliorare l'accuratezza delle previsioni di generazione degli impianti rinnovabili di oltre il 30%**, con benefici significativi per l'intero sistema.

La seconda applicazione, **Grid Stability**, affronta una sfida complessa caratterizzata da una varietà di fenomeni eterogenei, ciascuno dei quali richiede approcci specifici e interventi mirati. L'analisi ha evidenziato che i fenomeni di **small-signal stability e voltage stability** possono essere gestiti efficacemente mediante algoritmi di *ensemble* e modelli non lineari statici. Questi strumenti sono particolarmente adatti a catturare **relazioni statiche** tra variabili di sistema, offrendo previsioni affidabili in contesti relativamente stabili. Al contrario, i fenomeni di **transient stability e frequency stability** necessitano di modelli avanzati che incorporino la **dimensione temporale**. Gli **algoritmi sequenziali** sono risultati particolarmente efficaci per rappresentare l'evoluzione temporale di eventi critici, come oscillazioni o variazioni improvvise nella rete.

Infine, per il contesto della **Demand Response**, l'analisi ha dimostrato che quasi tutti gli algoritmi esaminati possono supportare efficacemente applicazioni quali lo **scheduling dei carichi**, sia a livello individuale che aggregato, e la **definizione di schemi ottimali di incentivi o prezzi**. Tuttavia, le performance e il livello di dettaglio fornito variano significativamente tra i diversi algoritmi. Pertanto, è fondamentale selezionare la soluzione più

adatta in base agli obiettivi specifici e alle condizioni operative del sistema.

In conclusione, il Report conferma che **l'intelligenza artificiale rappresenta uno strumento essenziale per affrontare le sfide legate all'intermittenza delle FER** e per accelerare la loro integrazione nel sistema energetico in modo sostenibile ed efficace.

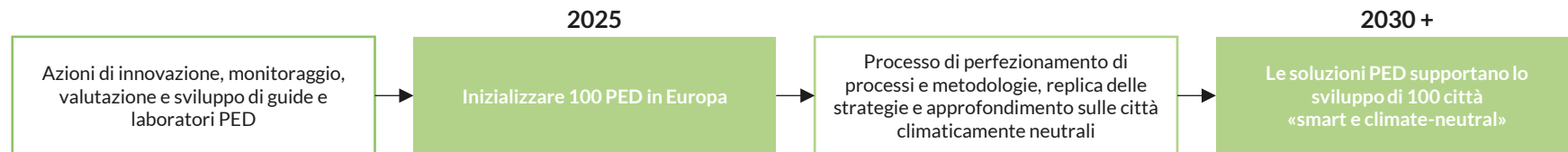
I PED come abilitatori della transizione digitale e le sfide tecnologiche per la decarbonizzazione del sistema urbano

Il gruppo di lavoro europeo per l'implementazione dei distretti a energia positiva per lo sviluppo urbano sostenibile (PED) è stato istituito nell'**ottobre 2018**. Viene sostenuto da molti dei Paesi europei, con i **rispettivi programmi nazionali** di ricerca e innovazione (R&I) e reti di città europee, R&I e industria.

Contribuendo agli ambiziosi obiettivi del **Piano Strategico europeo per le Tecnologie Energetiche (SET)** (Piano SET Azione 3.2), il programma **Urban Europe sui PED**, chiamato «Distretti e quartieri a energia positiva per lo sviluppo urbano sostenibile», ha l'ambizione di supportare la pianificazione, la diffusione e l'implementazione di **100 distretti a energia positiva in tutta Europa entro il 2025**.

L'obiettivo Europeo di realizzare **100 PED al 2025** risulta già ad un ottimo punto, anche se **l'Italia fa ancora fatica** ad implementare queste tipologie di sistemi nelle città e dovrebbe partecipare più attivamente alle prossime iniziative di digitalizzazione dei propri distretti.

Nel Report di quest'anno vengono **anche indagate e approfondite le principali tecnologie digitali in ambito urbano**, sia afferenti a **contesti strutturali** (recupero rifiuti, illuminazione, gestione dati, connettività, sistemi idrici ecc.) sia per **l'ambito della mobilità**, sicuramente impattante dal punto di vista dei consumi e delle emissioni.



		Vantaggi	Criticità
Guida autonoma per la raccolta rifiuti	Veicoli dotati di intelligenza artificiale e sensori che possono pianificare autonomamente i percorsi di raccolta in base ai dati trasmessi dai cassonetti intelligenti.	• Riduce i tempi di percorrenza. • Risponde rapidamente a variazioni nei volumi di rifiuti.	• Costi elevati • Personale tecnico specializzato.
Illuminazione LED connessa	Lampioni a LED integrati con sistemi di comunicazione (Wi-Fi, LoRaWAN, Zigbee) per il controllo remoto.	• Alta efficienza energetica. • Possibile regolare l'intensità luminosa. • Facilità di monitoraggio.	• Costi iniziali elevati. • Infrastrutture di rete affidabili. • Rischi legati alla cyber-sicurezza.
Espansione e diffusione del Wi-Fi free	Creazione e disponibilità crescente di reti Wi-Fi accessibili al pubblico senza costi diretti.	• Connessione Internet per tutti. • Facilitazione dell'accesso a servizi digitali pubblici.	• Rischi legati alla cyber-sicurezza • Problemi di copertura e velocità. • Necessità di infrastrutture e gestione continua della rete.
Comunicazione dati di zona a singolo edificio	Strumenti tecnologici progettati per ottimizzare la gestione e la condivisione delle informazioni all'interno di un edificio.	• Notifiche in tempo reale su consumo energetico o guasti. • Interfacce centralizzate. • Automatizzazione processi.	• Configurazione iniziale complessa. • Problemi di compatibilità. • Rischi legati alla cyber-sicurezza.
Sistemi di raccolta e riutilizzo delle acque piovane integrati	Integrazione di tecnologie per la raccolta, il filtraggio e il riutilizzo delle acque piovane in contesti urbani, gestiti tramite sensori e software.	• Riduzione della domanda di acqua potabile per usi non potabili. • Mitigazione del rischio di inondazioni. • Minore pressione sulle infrastrutture.	• Limitazioni nei periodi di bassa piovosità. • Costi significativi. • Necessità di manutenzione periodica.

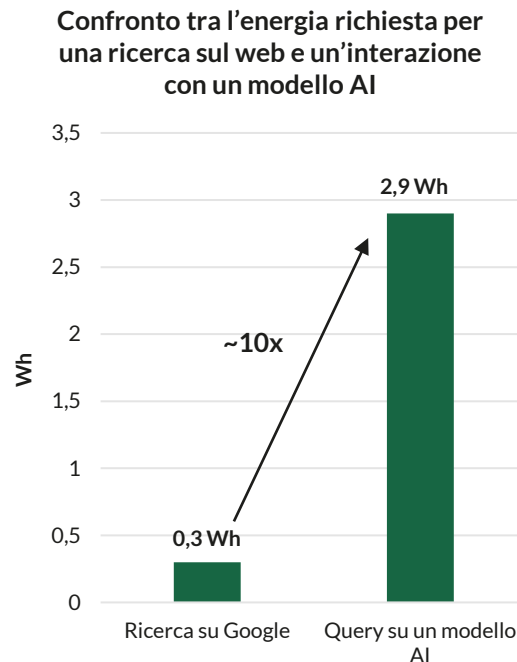
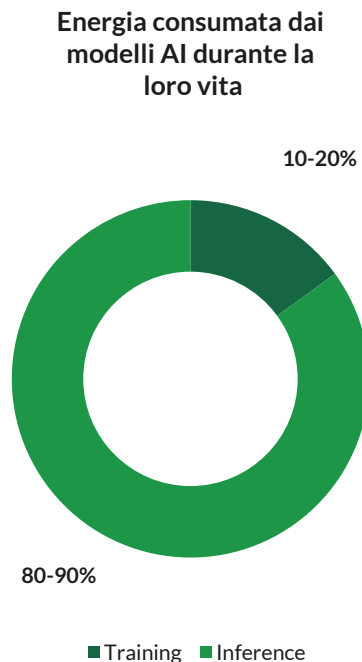
Esiste un'ampia varietà di soluzioni digitali per la **decarbonizzazione**, che coinvolgono in prima linea i cittadini, le loro scelte e richiedono lo sviluppo di un know-how tecnologico in ambito di **sistemi IoT** e di **tecniche per la gestione dell'AI** non indifferente.

I **costi in gioco** e la **complessità tecnica** possono fungere da principali barriere all'integrazione di tali sistemi, ma con un **approccio pragmatico e integrato** si possono ottenere **risultati soddisfacenti** e metterci al passo con i target di decarbonizzazione delle politiche comunitarie.

Per bilanciare i benefici dell'intelligenza artificiale con il suo impatto energetico, sono necessarie strategie di mitigazione su più livelli.

Studi dimostrano che i costi energetici dell'AI derivano principalmente dall'utilizzo dei modelli, ossia dall'inferenza, che rappresenta l'80-90% del workload nei data center, rispetto al 10-20% dell'addestramento. Infatti, il training di un modello AI comporta un costo una tantum, mentre il suo utilizzo continua a consumare energia nel tempo, perciò la maggior parte dei consumi del modello si concentrano in questa fase.

Ciò è dovuto al fatto che in media l'interazione con un modello LLM (Large Language Models) richiede un consumo energetico di circa dieci volte superiore rispetto a quello necessario per una normale ricerca sul web. Prendendo come riferimento il caso di ChatGPT, il quale supera il miliardo di visite mensili, il suo consumo energetico stimato è di almeno **2,9 GWh al mese**. Una quantità simile di energia sarebbe sufficiente per coprire i fabbisogni energetici mensili di circa **7.000 famiglie italiane**.



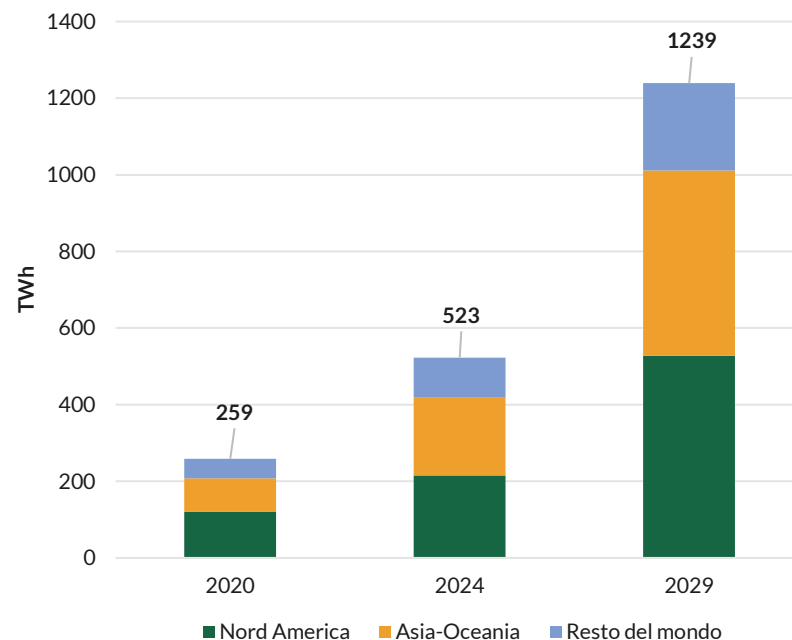
I dati storici indicano che la **domanda di energia dei data center è raddoppiata tra il 2020 e il 2024** e si **prevede possa più che raddoppiare (+137%) entro il 2029**. Questo aumento è trainato principalmente dalla **crescente richiesta di energia per supportare l'uso sempre più diffuso di modelli di intelligenza artificiale**. A livello globale, la **domanda aggiuntiva di energia per i data center legati all'AI sarà stimata in 716 TWh tra il 2024 e il 2029**.

All'interno del Digitalization and Decarbonization Report 2024 si è **sviluppato un modello** esemplificativo per la **stima dei consumi energetici e delle emissioni di CO₂** associati all'utilizzo di un **modello AI** per la stesura di 1.000 report. **L'energia totale consumata è di 197 kWh**, con emissioni pari a **55 Kg di CO₂** se il data center fosse situato in Lombardia.

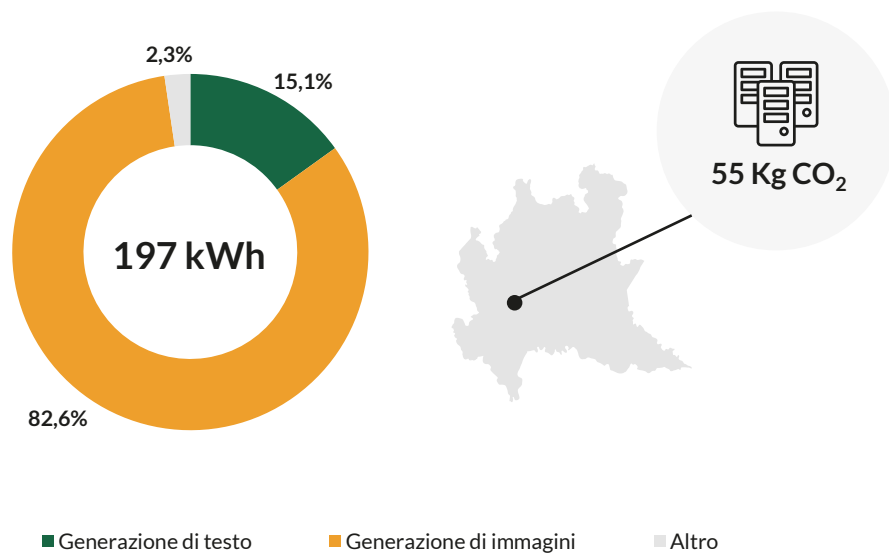
La maggior parte dei consumi è attribuibile alla **generazione di immagini**, seguita dalla **generazione di testo**, mentre altre attività come classificazioni, riassunto del testo e rilevamento di oggetti incidono in misura minore.

Per confronto, l'**energia necessaria equivale a quella utilizzata da un'auto elettrica per percorrere circa mille chilometri**.

Domanda di energia dei data center per l'AI



Consumi ed emissioni associati all'utilizzo di un modello
di AI generativa per la stesura di 1000 report



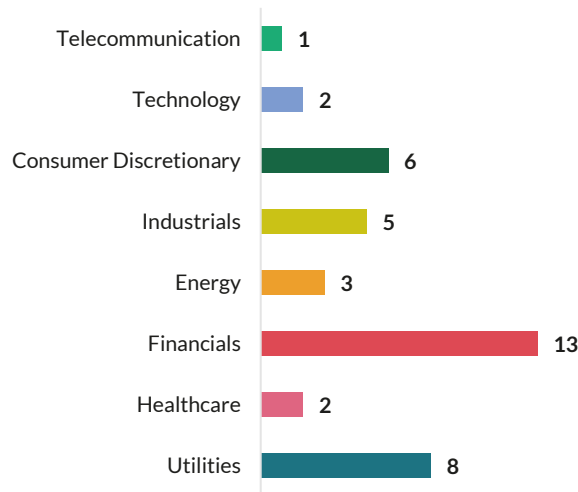
Crescita della digitalizzazione e aumento della standardizzazione nelle aziende dell'indice MIB ESG

All'interno del Report di quest'anno sono state altresì **aggiornate le analisi** riguardanti le iniziative digitali delle **40 aziende dell'indice MIB ESG**.

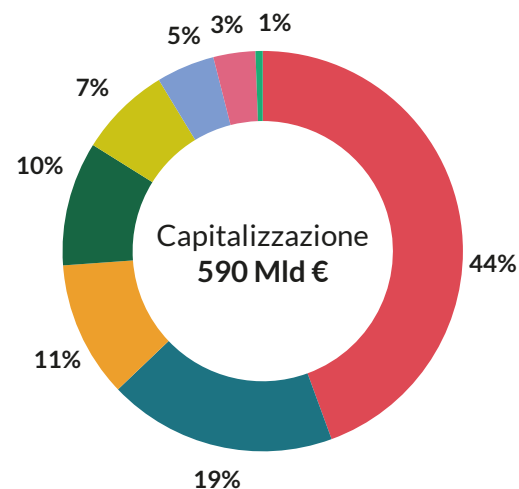
Nel biennio 2023-2024, le **suddette aziende** hanno implementato **902 iniziative digitali**, segnando un **incremento del 23%** rispetto al periodo precedente. Questi progetti si sono focalizzati sull'adozione di tecnologie innovative come IoT, AI e digital twins, con particolare attenzione agli ambiti Operations e Risorse Umane.

Con riferimento alla **Industry Classification Benchmark (ICB)** si riporta la rilevanza delle diverse industrie sia come numerosità delle aziende sia come capitalizzazione.

Numero di aziende nell'indice MIB ESG per settore ICB



Capitalizzazione spartita per settori ICB

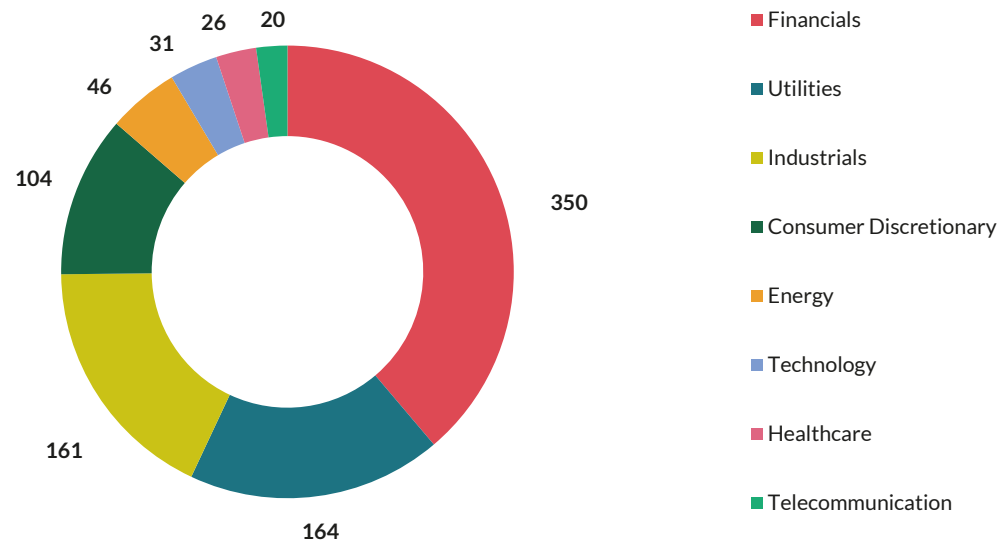


Nota: l'industry classification benchmark è una tassonomia di classificazione del settore lanciata da Dow Jones e FTSE nel 2005 e ora utilizzata da FTSE International e STOXX.

Tra i **settori ICB** delle 40 aziende che compongono l'indice MIB ESG, la maggior parte delle iniziative si concentra nel gruppo **Financials**, seguito da **Utilities** e **Industrials**, riflettendo la maggiore presenza di aziende in questi settori.

Tuttavia, il **crescente numero di iniziative tecnologiche** non si traduce in un'adeguata misurazione dell'impatto ambientale: solo il 4% delle attività è rendicontato in termini di emissioni di CO2 effettivamente risparmiate, evidenziando la necessità di un approccio più strutturato alla valutazione dei benefici sostenibili.

Numerosità iniziative per settore ICB





L'inquadramento normativo:

la transizione gemella e il focus sul digitale

CAP.

01



Messaggi chiave

La transizione gemella: verde e digitale per un futuro competitivo

La **transizione gemella** dell'Unione Europea unisce la **transizione verde e digitale** per un sviluppo sostenibile e competitivo del sistema economico europeo. Questi due processi, centrali nell'agenda politica dell'UE, sono interconnessi e la loro integrazione potrebbe accelerare i cambiamenti necessari.

Il **PNRR** italiano prevede oltre **55 miliardi di euro per la transizione ecologica** e **41 miliardi per la trasformazione digitale**, sottolineando la sinergia tra innovazione tecnologica e sostenibilità. Le **tecnologie digitali**, infatti, favoriscono nuovi modelli di business e incrementano la produttività, con aziende digitalizzate che mostrano una **produttività superiore del 64%** rispetto a quelle non digitalizzate.

Il digitale come chiave per ridurre del 53% le emissioni e guidare il futuro sostenibile

Il **digitale** può contribuire a **ridurre le emissioni del 53% entro il 2050**. Di questa riduzione, il **18%** sarà ottenuto grazie all'impatto diretto derivante **dall'adozione delle tecnologie digitali**, mentre il **35%** sarà raggiunto indirettamente.

Riconosciuto come un **elemento chiave** per raggiungere la neutralità carbonica e costruire un futuro sostenibile, il digitale **facilita** l'adozione di **pratiche di economia circolare** e una **gestione ottimale delle risorse**.

Le leggi che stanno ridisegnando il futuro verde e digitale dell'Europa

Per garantire il successo della transizione gemella, è cruciale mobilitare investimenti strategici e definire un quadro normativo adeguato.

Diverse leggi e regolamenti europei, come il «**Data Act**», il «**Chip Act**» e l'«**AI Act**», supportano lo sviluppo e la governance del digitale, dei semiconduttori e dell'applicazione dell'AI nei diversi settori economici. Questi strumenti normativi favoriscono **l'interoperabilità dei dati**, la **resilienza tecnologica** e la **competitività globale**, facilitando l'adozione dell'innovazione in settori chiave per la transizione verde e digitale.

Obiettivi della sezione

Gli obiettivi della sezione si concentrano sul **ruolo delle normative europee nel sostenere la transizione gemella**, che unisce la trasformazione verde e digitale, essenziale per garantire uno **sviluppo economico sostenibile e competitivo**. L'Unione Europea ha adottato un approccio normativo strategico per **favorire l'integrazione di tecnologie digitali e pratiche ecologiche**, riconoscendo che l'efficace combinazione di questi due ambiti può accelerare i cambiamenti necessari per affrontare le sfide globali, come i cambiamenti climatici e l'innovazione industriale.

In particolare, le normative come il «**Data Act**», il «**Chip Act**» e l'«**AI Act**» sono **strumenti chiave che facilitano la digitalizzazione dei settori economici rilevanti per la transizione ecologica**, promuovendo l'adozione di tecnologie digitali, semiconduttori e intelligenza artificiale.

Queste **leggi supportano l'interoperabilità dei dati**, garantendo che le soluzioni digitali possano essere implementate in modo coerente e sicuro in tutta l'Unione, rafforzando la **resilienza tecnologica** e la **competitività globale**. Inoltre, creano le condizioni necessarie per migliorare la gestione delle risorse e ridurre

l'impatto ambientale, contribuendo alla realizzazione degli obiettivi di neutralità carbonica.

Perché la transizione gemella abbia successo anche a livello Paese, è fondamentale un **quadro normativo che non solo stimoli l'innovazione e l'adozione delle tecnologie, ma che favorisca anche investimenti strategici e un coordinamento tra i vari attori economici e istituzionali**. Ciò è reso possibile dalla **Strategia Italiana per l'Intelligenza Artificiale 2024 - 2026** che permetterà di orientare in modo efficace il sistema economico verso un futuro più verde e digitale, rispondendo alle sfide globali con soluzioni concrete e sostenibili.

1.1

Verso una transizione gemella sostenibile, digitale e competitiva nell'Unione Europea

Transizione gemella

L'Unione Europea mira a essere sostenibile, equa e competitiva

Per mantenere il pianeta vivibile e cogliere le opportunità economiche, l'Unione Europea sta promuovendo una **transizione rapida e inclusiva verso stili di vita e economie sostenibili dal punto di vista ambientale**. La transizione verde ha l'obiettivo di raggiungere la sostenibilità e di combattere il cambiamento climatico e il degrado ambientale.

Allo stesso tempo, la crescente importanza delle tecnologie digitali sta trasformando società ed economie. Nella **transizione digitale**, l'Unione Europea punta a sfruttare le tecnologie digitali per la sostenibilità e la prosperità, e a dare potere a cittadini e imprese.

L'obiettivo della transazione gemella è armonizzare i due processi trasformativi sottostanti, transizione digitale e verde.

Gestire con successo la «**transizione gemella**» è fondamentale per realizzare un futuro sostenibile, equo e competitivo. Le transizioni verde e digitale devono essere raggiunte insieme per sbloccare il loro potenziale sinergico. Per prevenire effetti negativi richiedono una gestione proattiva e integrata.



Transizione gemella

Sinergie e tensioni tra la transizione verde e la transizione digitale

Le transizioni verde e digitale rappresentano le principali tendenze che plasmeranno il futuro dell'Unione Europea. Entrambe occupano un ruolo centrale nell'agenda politica, ed è quindi cruciale considerare come queste due transizioni interagiscono e quali punti di tensione possono emergere. Il concetto di **transizioni gemella** si

riferisce non solo a **due processi di trasformazione paralleli**, ma anche alla loro **integrazione**, che potrebbe accelerare i cambiamenti necessari e avvicinare le società al livello di trasformazione richiesto.

Le **tecnologie digitali** rivestono un ruolo cruciale nella transizione verso la **neutralità climatica**, nella mitigazione dell'inquinamento e nella conservazione della biodiversità poiché offrono strumenti per ottimizzare l'uso delle risorse, per ridurre le emissioni di gas serra, per monitorare l'impatto ambientale in tempo reale, per la comunicazione, favorendo una **gestione trasparente e responsabile dell'impatto ambientale**.



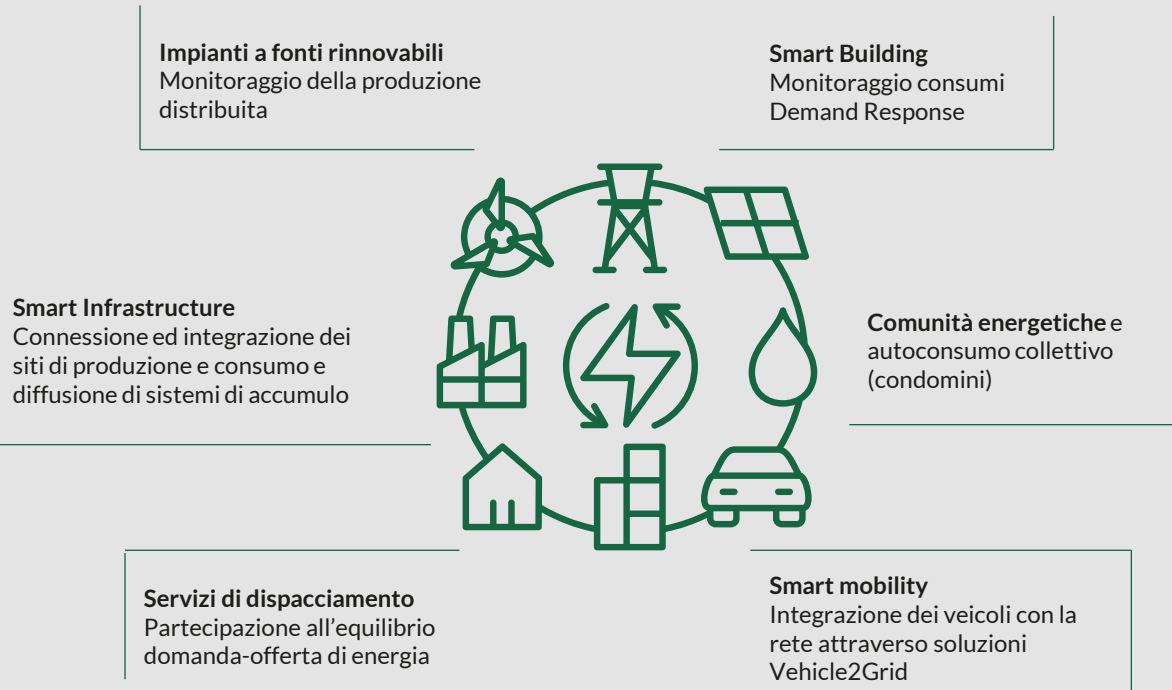
La transizione verde non si limita a trasformare i settori tradizionali, deve infatti anche adattarsi a un crescente fabbisogno energetico. L'adozione di energie rinnovabili, **ridefinisce anche il settore digitale**: idrogeno verde, energia nucleare e, in futuro, tecnologia di fusione nucleare.

Una gestione accurata dei dati lungo tutto il ciclo di vita e la catena del valore di prodotti e servizi può **accelerare la transizione verso un'economia circolare e una sostenibilità competitiva**.

Le politiche che puntano alla neutralità climatica e all'efficienza energetica dei data center e delle infrastrutture cloud entro il 2030 accelereranno l'adozione di tecnologie data-driven più sostenibili, come i big data.

Box: Soluzioni e paradigmi abilitati da tecnologie digitali

Le **tecnologie digitali** giocano un ruolo cruciale nell'implementazione delle **tecnologie verdi** nel **settore energetico**. Possono accelerare la ricerca e lo sviluppo di materiali, prodotti, processi e modelli di business legati a tecnologie a zero emissioni di carbonio, **migliorando l'analisi e la pianificazione**. Ad esempio, favoriscono stime più precise sulla generazione di energia rinnovabile e la gestione dei dati dei contatori intelligenti. Inoltre, **ottimizzano la gestione dei sistemi energetici**, delle centrali e delle reti, nonché dei mercati dell'energia. Le tecnologie ICT facilitano anche la comunicazione tra le parti interessate e gli elementi tecnici di un sistema energetico, come i pagamenti tra produttori e consumatori di energia.



Transizione gemella

Opportunità di sinergia

Le **opportunità di sinergia** vedono come protagonista l'aspetto tecnologico: la penetrazione di sistemi IoT e AI può portare alla ottimizzazione dei consumi, alla riduzione delle emissioni ed allo sviluppo di modelli economici che promuovano il digitale.

Punti di sinergia	
Efficienza e ottimizzazione	Le tecnologie digitali, come l'Internet of Things (IoT) e l'intelligenza artificiale (AI), possono migliorare significativamente l'efficienza energetica attraverso sistemi avanzati come le reti intelligenti (smart grids) e il monitoraggio in tempo reale dei consumi, contribuendo a un uso più razionale delle risorse naturali. Inoltre, la digitalizzazione favorisce l'economia circolare grazie alla tracciabilità dei materiali e delle risorse, che supporta il riciclo e riduce gli sprechi.
Innovazione tecnologica per la sostenibilità	L'intelligenza artificiale e i big data consentono previsioni accurate e ottimizzano i processi industriali, riducendo l'impatto ambientale. Tecnologie come i gemelli digitali (Digital Twins) permettono di simulare e ottimizzare l'efficienza di infrastrutture, città e sistemi produttivi, contribuendo a una gestione più sostenibile.
Riduzione delle emissioni	Tecnologie come il 5G, il cloud computing e l'IoT abilitano lo sviluppo di smart cities e sistemi di mobilità sostenibile, riducendo traffico e inquinamento. Inoltre, la digitalizzazione migliora la gestione delle energie rinnovabili, integrandole in modo più efficace nelle reti energetiche.
Nuovi modelli economici	La transizione digitale supporta nuovi modelli economici come la sharing economy, che promuove un uso condiviso e sostenibile di beni e servizi.

Transizione gemella

Punti di tensione

La transizione gemella presenta una serie di opportunità di sinergia, ma anche **contrasti** che devono essere affrontati per garantire un progresso equilibrato e sostenibile.

Punti di tensione	
Consumo energetico del digitale	I data center e le infrastrutture tecnologiche necessarie per supportare il traffico dati e l'AI richiedono un'enorme quantità di energia, che spesso proviene ancora da fonti non rinnovabili. Inoltre, l'espansione di tecnologie come il 5G e l'IoT aumenta l'impronta ecologica delle infrastrutture.
Impatto ambientale della produzione tecnologica	La fabbricazione di dispositivi digitali richiede materiali rari e comporta un significativo impatto ambientale, sia durante l'estrazione delle risorse che nello smaltimento dei rifiuti elettronici (e-waste). La rapida obsolescenza dei dispositivi aggrava ulteriormente il problema, generando grandi quantità di rifiuti difficili da riciclare.
Costi iniziali elevati	Entrambe le transizioni richiedono ingenti investimenti, che spesso entrano in competizione tra loro per l'allocazione delle risorse finanziarie.
Disparità di accesso	Esiste un divario digitale che impedisce a molte regioni, settori o comunità di accedere alle tecnologie necessarie per sostenere la transizione ecologica, accentuando le disuguaglianze sociali ed economiche.
Dipendenza da tecnologie inquinanti	La dipendenza da tecnologie digitali inquinanti potrebbe ostacolare la riduzione delle emissioni se l'energia utilizzata non proviene da fonti rinnovabili.

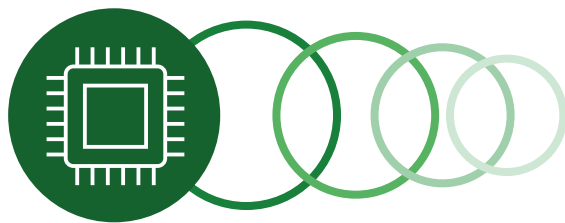
Transizione gemella

Il rapporto tra digitale e sostenibilità e i piani strategici di lungo periodo

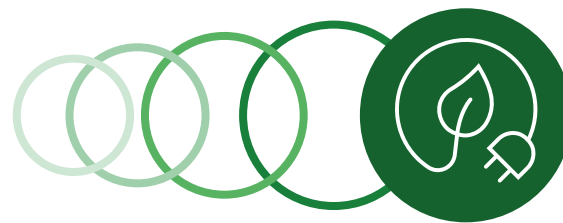
La sinergia tra digitale e sostenibilità è al centro dell'ambizione europea di guidare una doppia transazione che non solo garantisca la leadership tecnologica ma anche un futuro più verde e sostenibile per tutti i cittadini europei.

Il Digital Compass e il Green Deal europeo rappresentano due pilastri strategici dell'Unione Europea per questa doppia transazione.

- Il **Digital Compass** è la bussola con cui l'Europa intende navigare verso il 2030 stabilendo **obiettivi ambiziosi per la digitalizzazione** in quattro aree principali: competenze digitali, infrastrutture digitali, digitalizzazione delle imprese e servizi pubblici digitali.
- Il **Green Deal europeo** punta a rendere **l'Unione Europea il primo continente climaticamente neutro entro il 2050** attraverso un insieme di iniziative politiche che abbracciano settori come l'energia, l'industria, il trasporto e l'agricoltura con l'obiettivo di ridurre le emissioni di gas serra, promuovere l'efficienza energetica e favorire l'uso di fonti rinnovabili.



Digital
Compass



Green
Deal

Transizione gemella

Requisiti chiave per la transizione gemella (1/5)

Molte tecnologie abilitanti per la transizione verde sono vicine alla maturità, ma la loro diffusione su larga scala dipende da vari fattori contestuali. Devono superare sfide significative per essere adottate su ampia scala e sfruttare appieno il loro potenziale. La velocità di implementazione è cruciale, e per **analizzare i vari fattori di transizione** in modo sistematico si usa spesso il **framework STEEP**, che considera le dimensioni sociali, tecnologiche, ambientali, economiche e politiche.



SOCIALE

Assicurare transizioni eque: la società nel suo insieme deve beneficiare delle transizioni gemelle, ad esempio superando il divario digitale ed evitando sussidi che non avvantaggiano i gruppi vulnerabili della società.

Incrementare l'impegno sociale per il cambiamento: sono necessari consapevolezza e dibattiti inclusivi per promuovere comportamenti e valori che sostengano le transizioni gemelle.

Garantire la privacy e l'uso etico della tecnologia: è importante proteggere la privacy attraverso l'anonimizzazione dei dati, limitando la raccolta a dati strettamente necessari e permettendo agli utenti di comprendere l'uso dei propri dati e trarne beneficio.

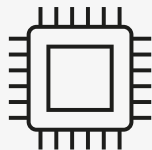
- Rischio di povertà energetica
 - Accesso ineguale ai sussidi verdi
 - Disparità di opportunità create dalla duplice transizione
 - Divario digitale (tra gruppi sociali e regioni)
-
- Gli sforzi ecologici si concentrano su miglioramenti marginali invece di cambi di passo
 - Nessun senso di urgenza nell'attuare la transizione green
 - Concentrarsi sull'aspetto economico e non ambientale
 - Riluttanza a cambiare abitudini
 - I valori stabiliti vengono messi in discussione
-
- Questioni relative alla privacy legate alle tecnologie digitali
 - Minacce etiche e legate alla sorveglianza
 - Mancanza di fiducia nelle nuove tecnologie

Fonte: JRC Science for policy report

Transizione gemella

Requisiti chiave per la transizione gemella (2/5)

Tra i **requisiti tecnologici**, l'implementazione delle infrastrutture, la costruzione di un ecosistema tecnologico e la sicurezza dei dati sono i più rilevanti.



TECNOLOGICO

Implementare infrastrutture per l'innovazione: per sviluppare e migliorare le tecnologie verdi e digitali sono necessari ecosistemi di ricerca e infrastrutture adeguate alla diffusione di queste tecnologie.

- Alcune tecnologie non sono ancora mature
- Insufficiente capacità di innovazione digitale (nelle zone rurali o PMI)
- Le nuove tecnologie e gli standard diventano rapidamente sorpassati
- Infrastruttura abilitante mancante

Costruire un ecosistema tecnologico coerente e affidabile: l'interoperabilità e l'affidabilità delle tecnologie saranno essenziali in un sistema sempre più complesso e interconnesso.

- Aumento della complessità tecnologica
- Patchwork di soluzioni tecnologiche
- Soluzioni isolate che non sono in linea con il sistema
- Mancanza di interoperabilità
- Mancanza di affidabilità tecnologica delle apparecchiature

Garantire disponibilità e sicurezza dei dati: la regolamentazione sulla gestione dei dati deve chiarire proprietà e accesso ai dati, proteggere gli stakeholder e garantire la sicurezza dei dati.

- Riluttanza a condividere i dati
- Proprietà dei dati poco chiara
- Mancanza di accesso ai dati rilevanti
- Minacce alla sicurezza informatica
- Mancanza di interoperabilità e affidabilità dei dati
- Dati di difficile interpretazione

Fonte: JRC Science for policy report

Transizione gemella

Requisiti chiave per la transizione gemella (3/5)

Tra i **requisiti ambientali** i più rilevanti riguardano gli effetti rebound e la riduzione dell'impronta ambientale afferente alle tecnologie verdi-digitali.



AMBIENTALE

Evitare effetti rebound: la sensibilizzazione, sistemi di governance adeguati e meccanismi di mercato che evitino i fallimenti di mercato possono mitigare effetti collaterali indesiderati delle soluzioni verdi e digitali.

- Lo spostamento della domanda verso prodotti ecologici abbassa il prezzo dei prodotti inquinanti
- Prodotti più ecologici ed efficienti fanno aumentare il tasso di consumo

Ridurre l'impronta ambientale delle tecnologie verdi e digitali: consumo di risorse, emissioni e inquinamento delle soluzioni green-digital devono essere ridotti lungo l'intero ciclo di vita.

- Notevole impronta di risorse delle tecnologie digitali
- Difficile riciclabilità dei dispositivi digitali
- Elevato fabbisogno energetico delle tecnologie digitali

Fonte: JRC Science for policy report

Transizione gemella

Requisiti chiave per la transizione gemella (4/5)

Tra i **requisiti economici** i più rilevanti riguardano la creazione di mercati favorevoli, e lo sviluppo di competenze rilevanti.



ECONOMICO

Creare mercati favorevoli: i mercati devono internalizzare i costi ambientali dei prodotti per incentivare investimenti a lungo termine nelle soluzioni verdi e digitali, superando risorse obsolete e costi irrecuperabili.

- Elevati costi operativi delle soluzioni green-digital
- I business si allontanano dai settori in declino
- Rischio di stranded asset e costi irrecuperabili

Assicurare diversità tra gli attori di mercato: il mercato delle soluzioni green-digital dovrebbe includere non solo grandi aziende, ma anche piccole e medie imprese e startup per promuovere competizione e innovazione.

- Vantaggio delle tecnologie legacy (lock-in)
- Barriere all'ingresso nel mercato
- Dominio delle grandi imprese
- I piccoli operatori non hanno la capacità di adattarsi alle nuove tecnologie
- Aumento della capacità tecnologica difficile da gestire per i piccoli player

Dotare la forza lavoro delle competenze rilevanti: l'istruzione e la formazione devono assicurare che la forza lavoro sia qualificata per gestire le tecnologie green-digital e che vi sia un numero sufficiente di esperti per guidare l'innovazione.

- Diminuisce la dipendenza dalle tecnologie digitali conoscenza
- Mancanza di conoscenza delle opzioni della tecnologia digitale
- Lacune di competenze

Fonte: JRC Science for policy report

Transizione gemella

Requisiti chiave per la transizione gemella (5/5)

Tra i **requisiti politici** i più rilevanti riguardano l'implementazione di standard adeguati e gli investimenti nelle soluzioni verdi e digitali.



POLITICO

Implementare standard adeguati: gli standard dovrebbero garantire l'interoperabilità delle diverse tecnologie, mantenere basse le barriere all'ingresso e evitare che le tecnologie diventino obsolete prima della fine della loro vita utile.

- Norme mancanti per le nuove soluzioni tecnologiche
- Standard obsoleti
- Definizione di standard internazionali da parte dei pionieri al di fuori dell'Unione Europea

Garantire coerenza nelle politiche: le normative devono essere coerenti a lungo termine tra i vari livelli di governo e le regioni per facilitare cooperazione e innovazione, evitando complessità superflue.

- Mancanza di consenso politico tra i livelli di governo e gli Stati membri
- Troppa burocrazia
- Normative che non favoriscono l'innovazione e il cambiamento

Canalizzare investimenti nelle soluzioni verdi e digitali: le regolamentazioni devono sbloccare investimenti pubblici e privati nelle soluzioni green-digital.

- Elevato fabbisogno di investimenti per le tecnologie digitali verdi
- Competizione per le risorse pubbliche

Fonte: JRC Science for policy report

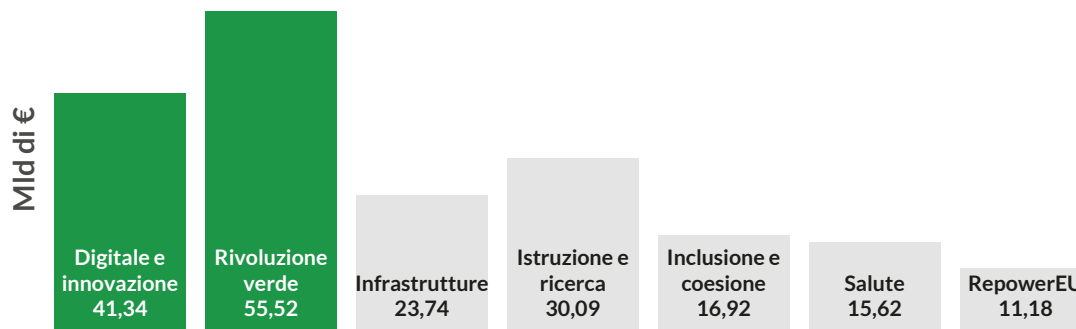
Transizione gemella

Allocazione delle risorse EU alle missioni del PNRR

La gestione della transizione gemella, ovvero la capacità di affrontare le sfide e le criticità legate alla trasformazione digitale, è uno degli obiettivi principali dei progetti che l'Italia finanzia attraverso il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

I progressi registrati nel Paese sono in gran parte attribuibili ai fondi del PNRR, che sottolineano l'importanza della doppia transizione. Da un lato, 55,52 miliardi di euro sono destinati a favorire la transizione ecologica; dall'altro, 41,34 miliardi di euro sostengono la trasformazione digitale. **Di questi, circa 25 miliardi sono investimenti in cui le tecnologie digitali vengono impiegate per promuovere la sostenibilità.** Inoltre, esistono sinergie tra digitale e sostenibilità anche in altre missioni del PNRR, per un totale di circa 5 miliardi di euro.

Allocazione delle risorse alle missioni del PNRR



Transizione gemella

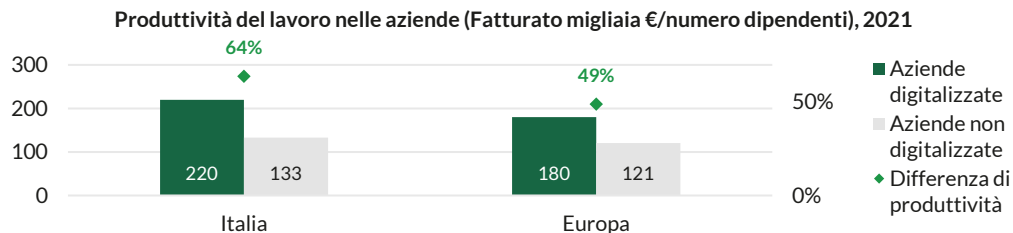
La transizione gemella per le imprese

Oggi, i progressi tecnologici e le nuove soluzioni digitali consentono alle imprese di perseguire una crescita sostenibile attraverso modelli di business innovativi e paradigmi di economia circolare, riducendo le esternalità ambientali senza gravare sui costi aziendali. Grazie al digitale, le iniziative di sostenibilità possono essere ripensate come opportunità di business capaci di generare significativi ritorni economici.

Le aziende che hanno scelto di investire in infrastrutture digitali hanno registrato un **incremento dei loro indicatori operativi**. In Italia le aziende digitalizzate mostrano un **livello di produttività maggiore del 64% rispetto le aziende non digitalizzate**, passando da 133 mila euro per dipendente a circa 220 mila. Anche a livello europeo le aziende che hanno adottato soluzioni digitali mostrano una produttività che è quasi il doppio di quella delle loro controparti non digitalizzate.

Fonte: The European House - Ambrosetti

Il digitale non rende solo più efficiente l'utilizzo delle risorse, ma crea nuovi modelli di business e paradigmi di circolarità



1.2

Il Decennio Digitale e il suo stato di avanzamento

La strategia per la digitalizzazione europea

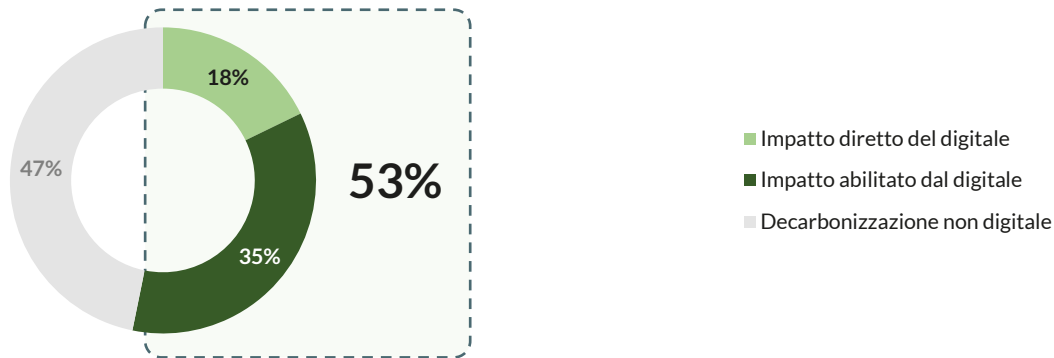
Contributo del digitale al processo di decarbonizzazione

Il digitale è un elemento chiave per il percorso verso la neutralità carbonica, obiettivo condiviso da tutti i Paesi e le aziende dell'UE entro il 2050. **Grazie alle tecnologie digitali, sarà possibile ridurre le emissioni complessive del 53% in uno scenario di neutralità carbonica al 2050, attraverso impatti diretti e indiretti.** L'effetto diretto del digitale porterà a una diminuzione del 18% delle emissioni, mentre l'impatto indiretto avrà un'incidenza ancora maggiore, contribuendo a ridurre le emissioni di un ulteriore 35%.

Fonte: The European House – Ambrosetti.

(1) per valutare l'impatto del digitale sul processo di decarbonizzazione sono state considerate le dimensioni di efficienza, circolarità, elettrificazione, sostituzione delle fonti fossili, conservazione dell'energia, rimozione della CO2 e infrastrutture; otto settori e venti leve digitali con impatto indiretto sulle emissioni, con impatto diretto sulle emissioni e con un impatto trasversale.

Contributo del digitale alla decarbonizzazione¹, % sul totale delle emissioni da abbattere nello scenario Net Zero 2050



La strategia per la digitalizzazione europea

Timeline dei piani di riferimento europei



Fonte: Commissione Europea

Decennio Digitale 2030

Il framework del Decennio Digitale

Il programma del **Decennio Digitale 2023** istituisce un **ciclo di cooperazione annuale** per raggiungere obiettivi e traguardi comuni in ambito digitale. La commissione svilupperà innanzitutto le **traiettorie dell'UE previste per ciascun obiettivo** insieme agli Stati membri che a loro volta dovranno proporre delle **tabelle marcia strategiche nazionali** per raggiungere i suddetti obiettivi.

Il quadro per il Decennio Digitale comprende **quattro macrosettori di azione** per il raggiungimento dei traguardi sopra menzionati:



I **diritti e i principi** cardine riflettono i valori dell'UE e devono essere rispettati nel mondo digitale.



I **target** sono obiettivi misurabili per ciascuna delle seguenti 4 aree: **connettività, competenze digitali, business digitale e servizi pubblici digitali** e guideranno le azioni degli Stati membri.



Il **programma politico** consentirà all'UE e agli Stati membri di collaborare per raggiungere gli obiettivi del Decennio Digitale e stabilire un meccanismo per monitorare i progressi verso il 2030.



I **progetti multinazionali** consentiranno agli Stati membri di mettere in comune gli investimenti e avviare progetti transfrontalieri su larga scala.

Ogni anno, la Commissione trasmetterà al Parlamento europeo e al Consiglio una relazione completa sullo stato del Decennio Digitale esaminando i progressi compiuti nell'Unione, mentre ogni due anni verranno aggiornate le roadmap strategiche nazionali, in cui gli Stati membri descriveranno la azioni adottate o programmate per conseguire gli obiettivi per il 2030.

Fonte: Commissione Europea

Decennio Digitale 2030

Diritti e principi fondamentali

Il 15 dicembre 2022 la presidente della Commissione Europea Ursula von der Leyen ha firmato la dichiarazione europea sui diritti e i principi digitali.

La dichiarazione illustra l'impegno dell'UE a favore di una trasformazione digitale sicura, protetta e sostenibile che metta le persone al centro, in linea con i valori fondamentali e i diritti fondamentali dell'UE.



Le persone al centro

Le tecnologie digitali dovrebbero proteggere i **diritti delle persone**, **sostenere la democrazia** e **garantire che tutti gli attori digitali agiscano in modo responsabile e sicuro**.



Libertà di scelta

Le persone dovrebbero beneficiare di un **ambiente online equo**, essere **al sicuro da contenuti illegali e dannosi** ed essere responsabilizzate quando interagiscono con tecnologie nuove.



Solidarietà e inclusione

La tecnologia dovrebbe **unire, non dividere, le persone**. Tutti dovrebbero avere accesso a Internet, alle competenze digitali, ai servizi pubblici digitali e a condizioni di lavoro eque.



Sicurezza e protezione

L'ambiente digitale deve essere **sicuro e protetto**. Tutti gli utenti, dall'infanzia alla vecchiaia, dovrebbero essere responsabilizzati e protetti.



Partecipazione

I cittadini dovrebbero essere in grado di **partecipare al processo democratico a tutti i livelli** e **avere il controllo sui propri dati**.



Sostenibilità

I **dispositivi digitali dovrebbero sostenere la sostenibilità** e la **transizione verde**. Le persone devono conoscere l'impatto ambientale e il consumo energetico dei loro dispositivi.

Fonte: Commissione Europea

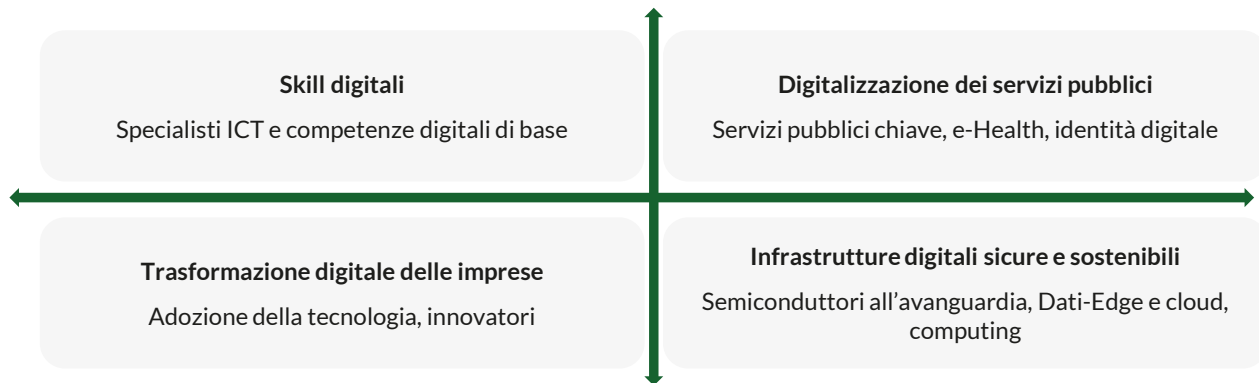
Decennio Digitale 2030

Target della trasformazione digitale

Gli Stati membri dell'UE, in collaborazione con il Parlamento Europeo, il Consiglio dell'UE e la Commissione, sono inoltre chiamati a definire e applicare le loro politiche digitali per **raggiungere i target, entro il 2030, prefissati in 4 aree:**

Fonte: Commissione Europea

- Migliorare le **competenze digitali di base** e **avanzate** dei cittadini;
- Migliorare l'**adozione delle nuove tecnologie**, come **intelligenza artificiale**, **big data** e **cloud**, nelle imprese dell'UE, comprese le piccole imprese;
- Far progredire ulteriormente **la connettività**, **l'informatica** e **l'infrastruttura di gestione dei dati dell'UE**;
- Rendere **disponibili online i servizi pubblici** e l'accesso alle **amministrazioni**.



Decennio Digitale 2030

Target della trasformazione digitale

La sezione corrente contiene la **relazione sullo stato del decennio digitale 2024**, esamina gli sviluppi della politica digitale rispetto al 2023 e presenta i progressi compiuti dall'UE in relazione alle finalità e agli obiettivi concordati per il successo della trasformazione digitale per le persone, le imprese e l'ambiente. Si può notare come a fronte di una diffusione sempre maggiore della conoscenza ci sia una **lenta crescita circa i temi digitali**.

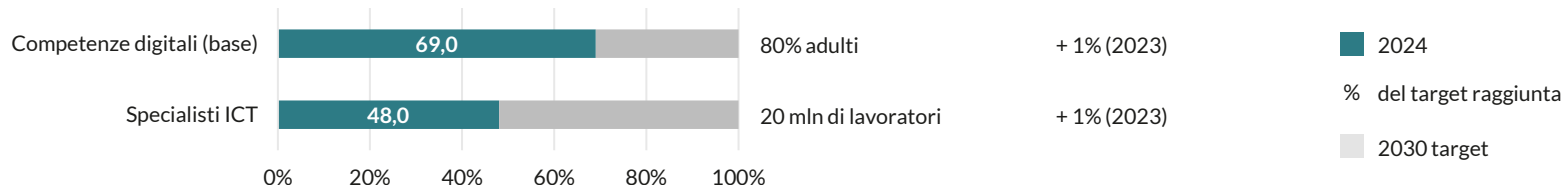
Fonte: Report sullo Stato del Decennio Digitale 2024

Nota: la percentuale fa riferimento al valore del target raggiunto

Skill digitali

Una popolazione dotata di competenze digitali e professionisti altamente qualificati nel settore digitale con l'obiettivo di conseguire l'equilibrio di genere:

- almeno l'**80 % della popolazione di età compresa tra i 16 e i 74 anni** disponga di **competenze digitali di base**;
- gli **specialisti in ICT impiegati** nell'UE siano **almeno 20 milioni**, promuovendo al contempo l'accesso delle donne a questo settore e aumentando il numero di laureati in TIC.



Decennio Digitale 2030

Target della trasformazione digitale

Dall'andamento degli **obiettivi relativi alla trasformazione digitale del business**, ciò che emerge è una forte crescita nell'adozione di tecnologie digitali innovative come i big data e un rallentamento a livello di sviluppo di intensità digitale nelle PMI.

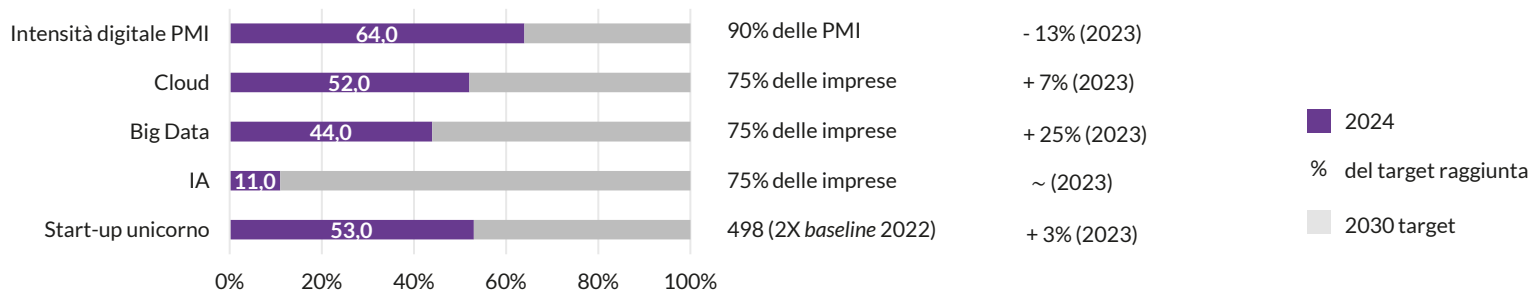
Fonte: Report sullo Stato del Decennio Digitale 2024

Nota: la percentuale fa riferimento al valore del target raggiunto

Trasformazione digitale del business

Trasformazione digitale delle imprese, laddove:

- almeno il **75 % delle imprese** dell'Unione, in base alle proprie esigenze aziendali, **faccia uso di una o più delle tecnologie** tra Cloud, Big Data e IA
- oltre il **90 % delle PMI** dell'Unione raggiunga almeno un **livello base di intensità digitale**
- l'Unione agevoli la crescita di scale-up innovative e favorisca il loro accesso ai finanziamenti, almeno raddoppiando il numero di aziende unicorno (del 2022)



Decennio Digitale 2030

Target della trasformazione digitale

La dimensione legata alla **connettività e alle infrastrutture digitali sicure e sostenibili** racchiude una maggior varietà di stati di avanzamento evidenziando come per alcune tematiche come il quantum computing i progressi siano più lenti.

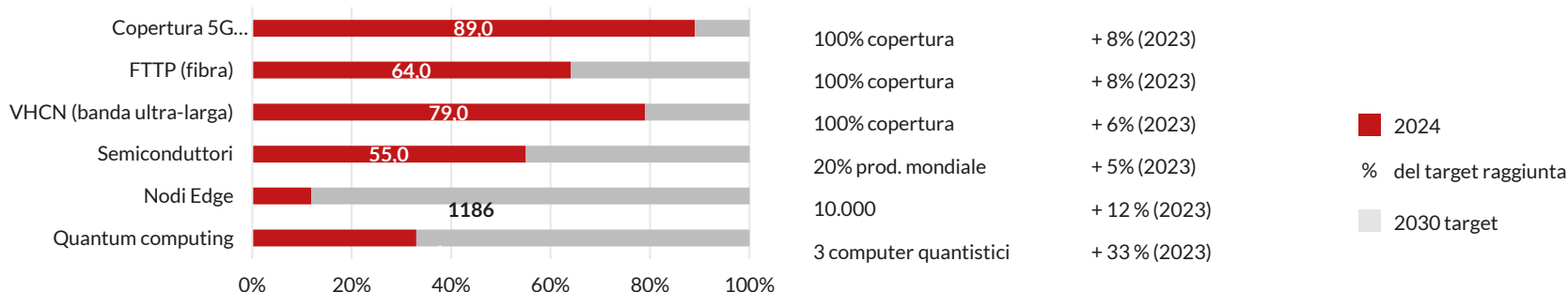
Fonte: Report sullo Stato del Decennio Digitale 2024

(*) la percentuale fa riferimento al valore del target raggiunto

Infrastrutture digitali sicure e sostenibili

Infrastrutture digitali sicure, resilienti, performanti e sostenibili, laddove

- La **rete gigabit estesa a tutti gli utenti finali di rete fissa** e tutte le zone abitate siano coperte da reti senza fili di prossima generazione ad alta velocità
- La **produzione di semiconduttori** nell'Unione rappresenti almeno il **20% del valore della produzione mondiale**
- Almeno **10.000 nodi periferici**
- Entro il 2025, l'UE disponga del primo computer quantistico



Decennio Digitale 2030

Target della trasformazione digitale

Per la dimensione legata alla **digitalizzazione dei servizi pubblici**, l'Europa sembra essere in linea con il raggiungimento degli obiettivi fissati.

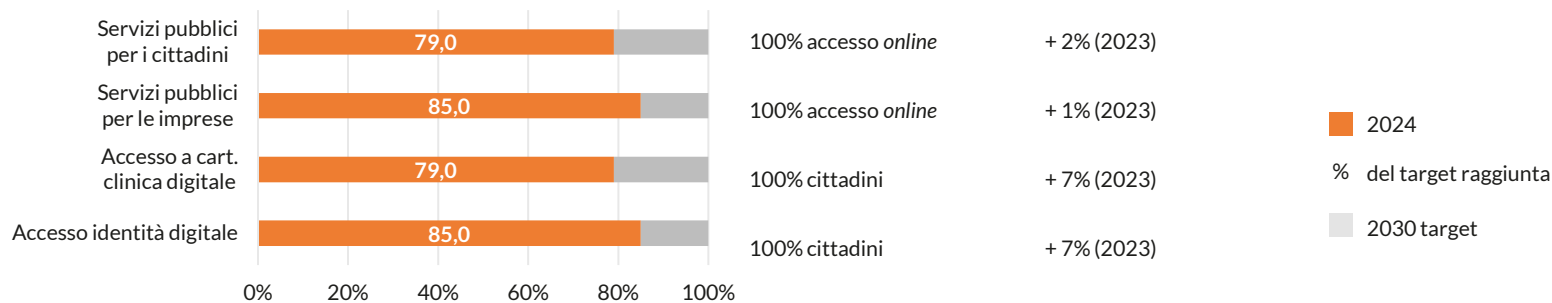
Fonte: Report sullo Stato del Decennio Digitale 2024

(*) la percentuale fa riferimento al valore del target raggiunto

Digitalizzazione dei servizi pubblici

Digitalizzazione dei servizi pubblici, laddove

- il **100 % dei servizi pubblici principali sia accessibile online** e, se del caso, sia possibile per le imprese e i cittadini all'interno dell'Unione interagire online con le amministrazioni pubbliche
- il **100 % dei cittadini dell'Unione abbia accesso al proprio fascicolo sanitario elettronico**
- il **100 % dei cittadini dell'Unione abbia accesso a mezzi di identificazione elettronica sicura**



Decennio Digitale 2030

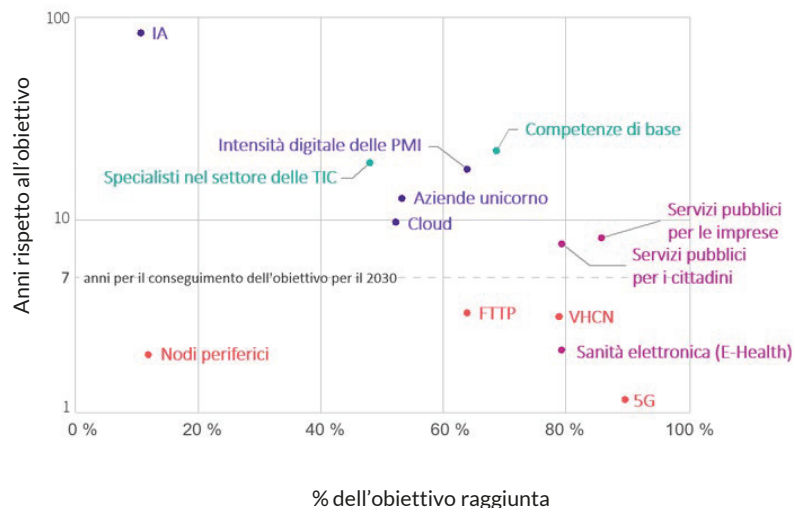
Bilancio dei progressi verso il 2030

Dagli avanzamenti evidenziati, si deduce come:

- Negli ultimi anni, l'Unione Europea ha intensificato le sue azioni, adottando **misure normative e non normative per creare una governance chiara e definire obiettivi specifici**. Il programma strategico per il decennio digitale è stato progettato per coordinare questi sforzi, in stretta cooperazione con Stati membri e altre parti interessate a livello europeo e locale, per garantire il progresso collettivo.
- Grazie a questo quadro abilitante e all'azione comune, sono già stati compiuti alcuni progressi. In particolare, l'attuazione del **dispositivo per la ripresa e la resilienza** ha fornito un contributo importante alla realizzazione del **programma strategico per il decennio digitale**.
- Tuttavia, **mantenendo il ritmo attuale di intervento degli Stati membri il tempo rimanente previsto per il conseguimento degli obiettivi si colloca talvolta ben oltre il termine concordato per il 2030**. Di conseguenza è essenziale che gli Stati membri si mobilitino e intensifichino il loro contributo al conseguimento delle finalità e degli obiettivi del decennio digitale adottando misure e politiche concrete, a partire dall'adeguamento delle loro tabelle di marcia.

Fonte: Report sullo Stato del Decennio Digitale 2024

Bilancio dei progressi verso il 2030



Box: Eurobarometro 2024

Il successo del Decennio Digitale dipende dalla capacità dell'UE di **coinvolgere tutti i suoi cittadini** e territori in questa transizione.

Dalla relazione Eurobarometro 2024 emergono le conclusioni:

3 europei su 4 ritengono che la digitalizzazione dei servizi quotidiani faciliti la loro vita;

il 46 % dei cittadini europei ritiene che l'uso improprio dei dati personali sia una delle questioni online che incidono notevolmente su di loro a livello personale e il 45 % pensa lo stesso per quanto riguarda le notizie false e la disinformazione, mentre la rimozione non giustificata di contenuti e le pratiche di moderazione dei contenuti non trasparenti sono state le due questioni meno menzionate;

l'82 % degli intervistati ritiene importante che le autorità pubbliche garantiscano che le imprese europee possano crescere e diventare campioni europei in grado di competere a livello mondiale, mentre l'86 % crede parimenti nell'importanza di aumentare la ricerca e l'innovazione per tecnologie digitali più sicure e forti;

9 europei su 10 ritengono importante che le autorità pubbliche forniscano un sostegno umano adeguato per aiutare le persone a orientarsi nella trasformazione digitale e nei servizi digitali;

l'insufficiente protezione dei minori sulle piattaforme online è una delle preoccupazioni maggiori per un terzo degli intervistati, con un aumento di 10 punti percentuali rispetto allo scorso anno;

una maggioranza crescente di europei è consapevole del fatto che i suoi diritti che si applicano offline dovrebbero essere rispettati anche online (62 %), ma meno della metà (45 %) ritiene che i suoi diritti digitali siano opportunamente tutelati.

Fonte: Eurobarometro 2024

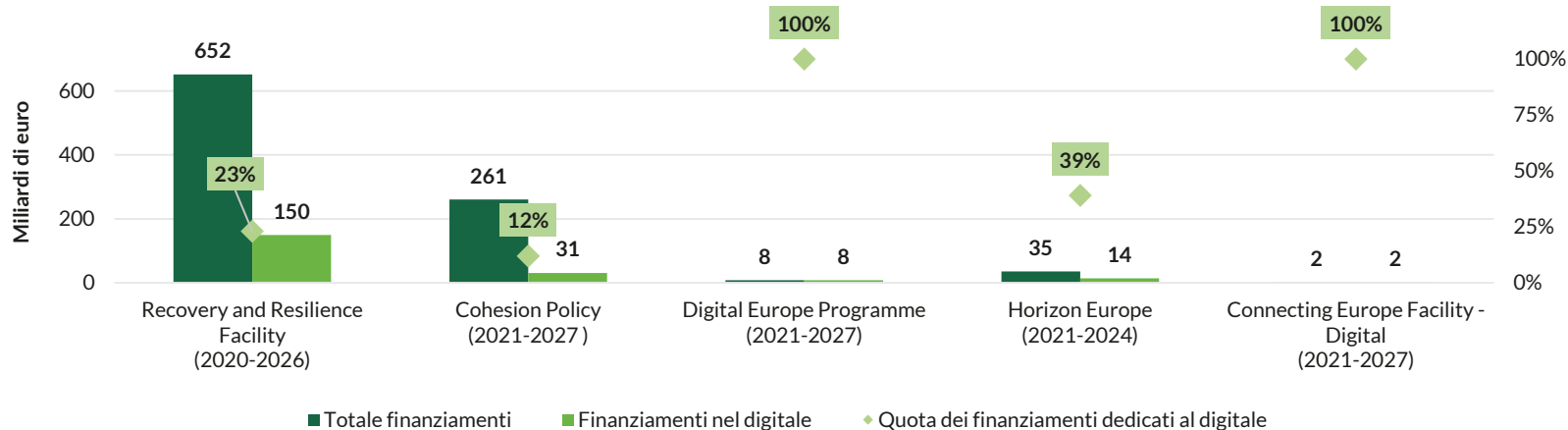
Decennio Digitale 2030

Sostegno finanziario alla transizione digitale (1/3)

Con uno sforzo globale stimato a **205 miliardi di euro** negli ultimi anni, l'UE ha sfruttato appieno la sua capacità di finanziamento per sostenere il decennio digitale. La trasformazione digitale beneficia di un sostegno coordinato e significativo attraverso diversi strumenti di finanziamento dell'UE, tra cui il **Dispositivo per la Ripresa e la Resilienza (RRF)**, la **Politica di Coesione**, il **Programma Europa Digitale (DIGITAL Europe Programme)**, **Orizzonte Europa (Horizon Europe)** e il **Meccanismo per Collegare l'Europa (Connecting Europe Facility - CEF)**.

Fonte: Report sullo Stato del Decennio Digitale 2024

Bilancio pertinente dell'UE per gli obiettivi del decennio digitale, milioni di EUR



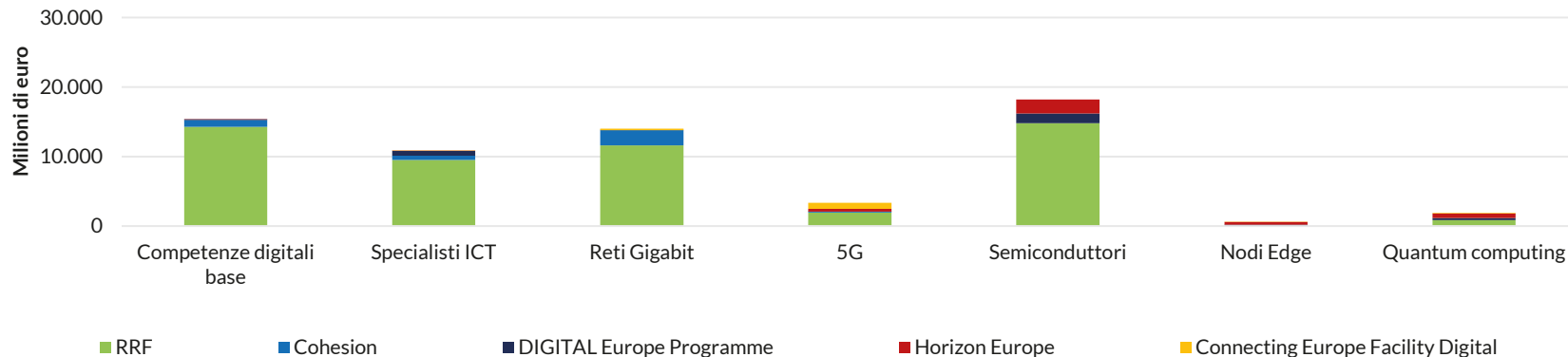
Decennio Digitale 2030

Sostegno finanziario alla transizione digitale (2/3)

Il RRF si conferma come la principale fonte di finanziamento, con circa il 77% del totale, seguito dalla **Politica di Coesione** (14%) e da programmi più specializzati come **Horizon Europe** e **DIGITAL Europe**.

Per le **competenze digitali di base**, sono previsti 15,4 miliardi di euro, principalmente dal RRF con 14,3 miliardi. Gli **specialisti ICT** ricevono un totale di 10,9 miliardi di euro, con il RRF come principale finanziatore. Per le **reti Gigabit**, sono stanziati 14 miliardi di euro, con 11,6 miliardi dal RRF. Il **5G** riceve 3,4 miliardi, di cui 2 miliardi dal RRF. Il settore dei **semiconduttori** ottiene 18,2 miliardi, con 14,8 miliardi dal RRF. I finanziamenti per **edge nodes** e **quantum computing** sono rispettivamente di 609 milioni e 1,9 miliardi.

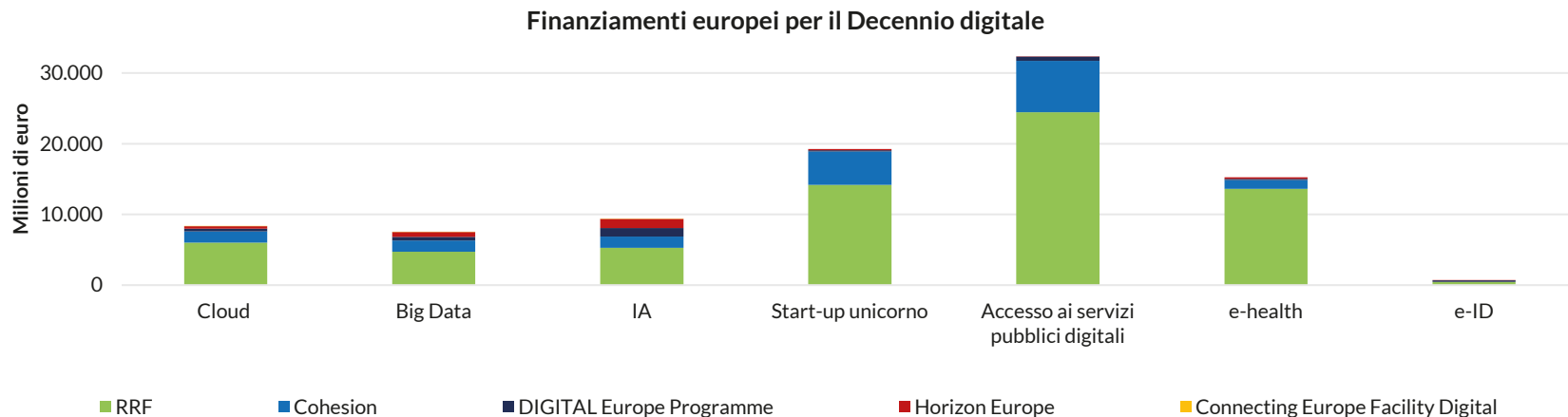
Finanziamenti europei per il Decennio digitale



Decennio Digitale 2030

Sostegno finanziario alla transizione digitale (3/3)

Il **cloud computing** riceve un finanziamento di 8,4 miliardi di euro, con 6 miliardi dal RRF, supportato da DIGITAL Europe con 1,6 miliardi e da Horizon Europe con 337 milioni. L'**analisi dei dati** ottiene 7,5 miliardi di euro, di cui 4,7 miliardi dal RRF e 678 milioni da Horizon Europe. Per l'**IA**, sono stanziati 9,4 miliardi di euro, con 5,3 miliardi dal RRF e il resto da DIGITAL Europe e Horizon Europe (entrambi con 1,6 miliardi). Le **start-up innovative o unicorns** ricevono 19,3 miliardi di euro, di cui 14,2 miliardi provengono dal RRF. Per i **servizi pubblici digitali**, la e-health riceve 15,2 miliardi, di cui la maggior parte proviene dal RRF (13,6 miliardi), mentre per l'e-ID, i 688 milioni di euro di finanziamenti derivano principalmente dal RRF (466 milioni), con un piccolo contributo da DIGITAL Europe (212 milioni).



Decennio Digitale 2030 – L'indice DESI

Le quattro dimensioni

Di seguito vengono elencate le **quattro dimensioni principali** analizzate nei rapporti DESI e riprese nel Decennio Digitale:

Skill digitali	Questa dimensione è formata da indicatori che mappano principalmente il livello delle competenze digitali (di base ed avanzate) della popolazione e le percentuali di specialisti ICT e della relativa formazione nel paese.
Trasformazione digitale del business	L'analisi della integrazione passa attraverso l'utilizzo di indicatori circa il tasso di sviluppo dei business digitali , la tematica « e-Commerce » e lo sviluppo e utilizzo di social media, cloud, IA e big data .
Infrastrutture digitali sicure e sostenibili	Raccoglie i dati circa la copertura complessiva della banda larga fissa , della banda larga mobile , dei prezzi relativi alla banda larga e della diffusione del 5G .
Digitalizzazione dei servizi pubblici	Indaga la digitalizzazione nei servizi pubblici per i cittadini, focalizzandosi verso lo sviluppo di vari «e-Government» nazionali .

Sono dunque mostrati i confronti UE-Italia dei cosiddetti **Punti Cardinali del Decennio Digitale**, un set di indicatori esteso che include sia gli indicatori principali precedentemente descritti, sia i progressi nelle varie aree digitali di interesse per le quattro dimensioni, il cui scopo è dare un overview delle tematiche di importanza socio-economica a supporto agli obiettivi del Decennio Digitale.

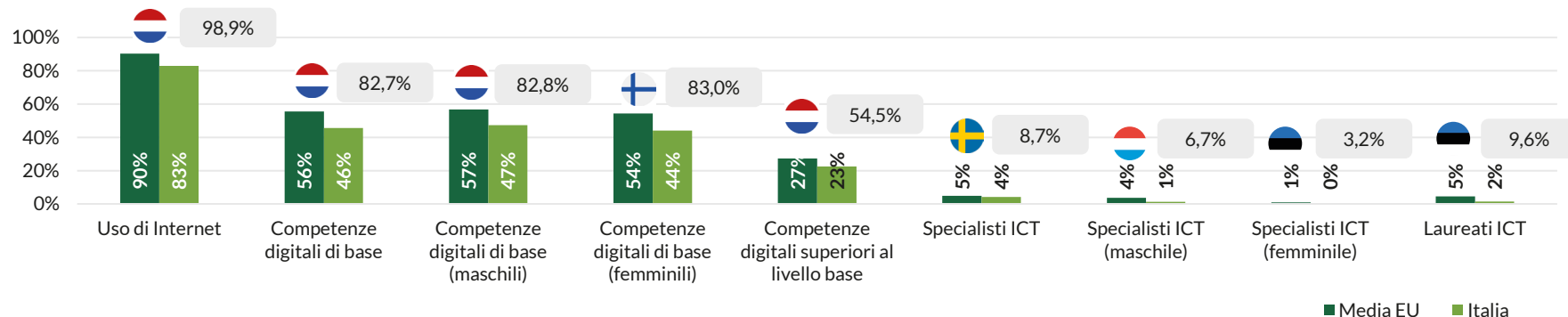
Gli indicatori DESI 24: media EU e Italia a confronto

Skill digitali

Gli ambiziosi obiettivi dell'UE nel capitale umano prevedono che **almeno l'80% della popolazione** di età compresa tra 16 e 74 anni possieda **competenze digitali di base** entro il 2030 e che **20 milioni di esperti ICT** (il 10% della forza lavoro) siano impiegati nell'UE, con **più laureati** e un **migliore equilibrio di genere**.

Nota: le percentuali fanno riferimento alla scala specifica di ogni indicatore (% di individui, di aziende, di specialisti, etc.)
Nota: le bandiere e le relative percentuali indicano il paese «best performing» in quello specifico indicatore

L'Italia dovrebbe mirare a **intensificare gli sforzi sulle competenze digitali**, in particolare nel miglioramento delle stesse e la riqualificazione della sua forza lavoro al fine di soddisfare le esigenze del mercato del lavoro e migliorare in particolare la cooperazione con l'industria e la società civile. Sarebbe necessario anche aumentare la capacità dei sistemi educativi per formare più specialisti ICT, sfruttando i fondi nazionali (PNRR) ed europei. Rispetto all'anno precedente vi sono **miglioramenti nell'uso di internet** (+3%) e **degli specialisti ICT** (+ 5%), pressoché invariato lo sviluppo di competenze di base.



Gli indicatori DESI 24: media EU e Italia a confronto

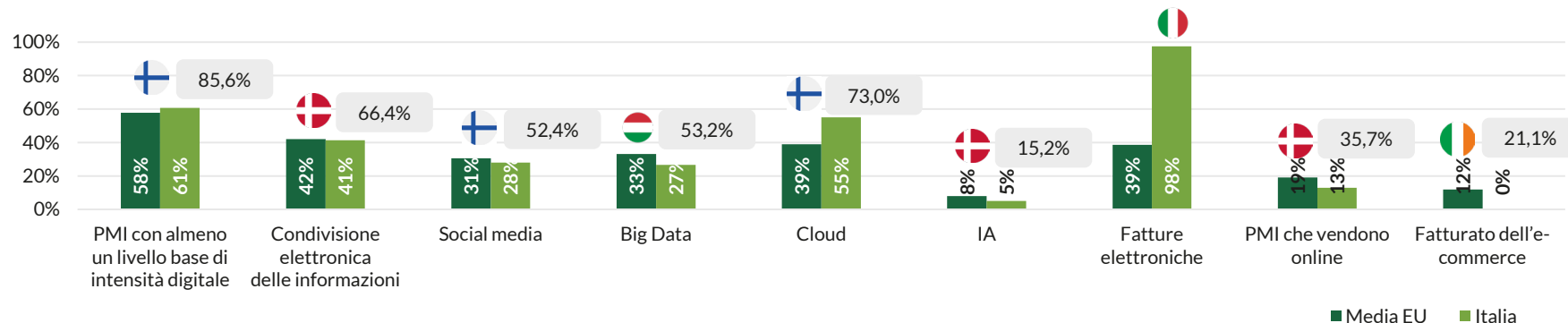
Trasformazione digitale del business

Per la tematica dei **business digitali** si punta ad avere **almeno il 75% delle imprese dell'UE**, in base alle proprie esigenze aziendali, **che faccia uso di una o più di tecnologie** come servizi di cloud computing, big data e intelligenza artificiale. Ci si impegna anche affinché oltre il 90 % delle PMI raggiunga almeno un livello base di intensità digitale.

Nota: le percentuali fanno riferimento alla scala specifica di ogni indicatore (% di individui, di aziende, di specialisti, etc.)

Nota: le bandiere e le relative percentuali indicano il paese «best performing» in quello specifico indicatore

L'Italia dovrebbe **proseguire nell'implementazione delle proprie politiche per la digitalizzazione delle imprese**, favorendo lo sviluppo e l'adozione di tecnologie avanzate, come l'intelligenza artificiale (-1,2% rispetto al 2023) e i big data, e potenziando le competenze e conoscenze digitali. È inoltre necessario intensificare gli sforzi per promuovere l'imprenditorialità nei settori digitali e costruire un ecosistema di innovazione, con particolare **attenzione a start-up e PMI**, che hanno **registrato una flessione**, per favorirne le opportunità di crescita e sviluppo.



Gli indicatori DESI 24: media EU e Italia a confronto

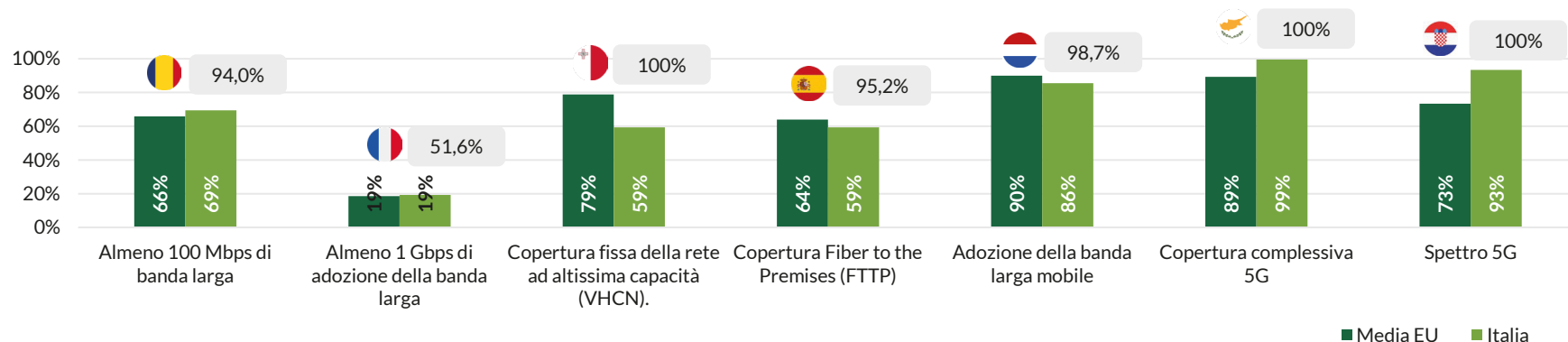
Infrastrutture digitali sicure e sostenibili

Tutte le famiglie europee dovranno poter disporre di una connessione *gigabit* e tutte le aree popolate dovranno essere coperte dal 5G. Risulta necessario rafforzare l'infrastruttura *cloud* a impatto climatico zero e gli investimenti nell'informatica quantistica.

In quest'ultimo anno **l'Italia** ha intensificato gli sforzi sulle infrastrutture di connettività, in particolare la **copertura gigabit**. Sarà cruciale per l'Italia **massimizzare ulteriormente la disponibilità per migliorare la copertura della connettività fissa (VHCN)** (già + 11% rispetto all'anno precedente) e consolidare gli importanti risultati ottenuti (+7%) **nella connettività mobile**, in particolare per applicazioni avanzate.

Nota: le percentuali fanno riferimento alla scala specifica di ogni indicatore (% di individui, di aziende, di specialisti, etc.)

Nota: le bandiere e le relative percentuali indicano il paese «best performing» in quello specifico indicatore



■ Media EU ■ Italia

Gli indicatori DESI 24: media EU e Italia a confronto

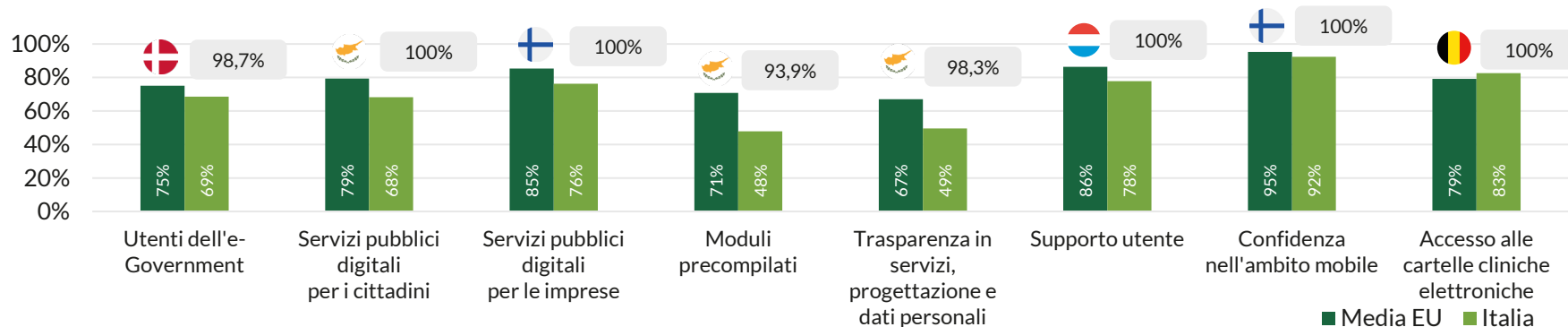
Digitalizzazione dei servizi pubblici

I principali obiettivi UE circa la **digitalizzazione dei servizi pubblici** passano dalla **completa (100%) accessibilità online dei servizi pubblici** e la possibilità per imprese e cittadini di interagire totalmente **online** con le amministrazioni pubbliche. Inoltre, si vuole permettere a tutti i cittadini di avere **accesso al proprio fascicolo sanitario elettronico**.

L'Italia vede i propri indicatori **quasi tutti sotto la media UE** ma nel corso degli ultimi anni **sono stati compiuti maggiori sforzi** in relazione alla **disponibilità, efficienza e sicurezza** delle infrastrutture digitali, all'**interoperabilità dei dati** e delle informazioni attraverso pubbliche amministrazioni e al potenziamento del sistema di **cartella clinica elettronica (+16%)**.

Nota: le percentuali fanno riferimento alla scala specifica di ogni indicatore (% di individui, di aziende, di specialisti, etc.)

Nota: le bandiere e le relative percentuali indicano il paese «best performing» in quello specifico indicatore



Gli indicatori DESI 24: media EU e Italia a confronto

Il contesto italiano

L'Italia ha un potenziale non ancora sfruttato per contribuire agli obiettivi e ai traguardi del Decennio Digitale dell'Unione Europea.

Nell'ultimo periodo, il Paese ha **registrato progressi nell'e-government**, in particolare nell'e-health e nei principali **servizi digitali pubblici per le imprese**, oltre a continuare l'**espansione delle reti gigabit**. Tuttavia, nonostante i passi avanti, persistono **sfide significative**, specialmente nelle **competenze digitali**, e le imprese italiane rimangono indietro nell'adozione di tecnologie avanzate come l'**intelligenza artificiale (IA)**.

Secondo lo Speciale Eurobarometro «Digital Decade 2024», **il 71% degli italiani ritiene che la digitalizzazione dei servizi pubblici e privati stia rendendo la loro vita più semplice** (contro il 73% della media UE), un dato che evidenzia la necessità di coinvolgere tutti i cittadini.

Negli ultimi anni, grazie anche al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), l'Italia ha intensificato gli sforzi per la trasformazione digitale del Paese, potenziando iniziative per digitalizzare la pubblica amministrazione, supportare la digitalizzazione delle imprese e migliorare le competenze digitali su tutto il territorio nazionale. Inoltre, **l'Italia può contare su solide basi in settori strategici come i semiconduttori, l'edge computing e le tecnologie quantistiche**, che sono fondamentali per rafforzare la posizione e la leadership tecnologica del Paese.

Gli indicatori DESI 24: media EU e Italia a confronto

Punti di forza italiani

Possiamo notare come le dimensioni nelle quali l'Italia ha *performance* migliori delle media europea sono afferenti alle aree tematiche delle **infrastrutture digitali** e la **trasformazione digitale del business**, nei quali si trova **decisamente sopra la media UE** per il 43% degli indicatori e guida l'Europa riguardo alla **fatturazione elettronica**.

La media UE viene superata anche in 3 degli **indicatori principali** del Decennio Digitale nei quali **l'Italia si trova sopra paesi come Francia, Germania e Spagna** nella **copertura del 5G** e nei **servizi cloud**.

Indicatori	Valore medio UE [% o scala EU0-100] ⁽¹⁾	Valore nazionale [% o scala 0-100] ⁽¹⁾	Posizione in classifica (su 28 paesi)
PMI con almeno un livello base di intensità digitale	57,7	60,7	10°
Cloud	38,9	55,1	6°
Fatture elettroniche	38,6	97,5	1°
Almeno 100 Mbps di banda larga	65,9	69,5	13°
Almeno 1 Gbps di adozione della banda larga	18,52	19,26	6°
Copertura complessiva 5G	89,3	99,5	6°
Spettro 5G	73,4	93,3	11°

Nota: i valori fanno riferimento alla scala specifica di ogni indicatore (% di individui, di aziende, di specialisti, etc.) o al relativo punteggio (scala 0-100)

Fonte: Rapporto sullo Stato del Decennio Digitale 2024; Digital Decade Cardinal Points; DESI 24 Indicators

1.3

Il contesto normativo europeo

Transizione digitale

Normative europee a supporto

Negli ultimi cinque anni, l'**Unione Europea (UE)** ha strategicamente **orientato le sue politiche verso un quadro normativo digitale più assertivo**, riconoscendo la necessità urgente di **modellare lo spazio digitale attraverso investimenti mirati e meccanismi regolatori robusti**. Questo approccio pone l'UE all'avanguardia della governance digitale globale e dell'innovazione in termini di politiche.

Con il suo quadro normativo digitale, l'UE dovrebbe contribuire a uniformare il panorama tra gli Stati membri, favorendo il raggiungimento degli obiettivi del Decennio Digitale. Tra le leggi più rilevanti approvate in questo mandato:

Artificial Intelligence Act -
Regolamento (UE) 2021/0106

Data Governance Act -
Regolamento (UE) 2022/868

Data Act -
Regolamento (UE) 2023/2854

Chip Act
Regolamento (UE) 2023/1781

**Single Digital Gateway e il sistema
"Once-Only" -** Regolamento (UE)
2018/1724

Interoperable Europe Act -
Regolamento (UE) 2024/903

Digital Services Act (DSA) -
Regolamento (UE) 2022/2065

Digital Markets Act (DMA) -
Regolamento (UE) 2022/1925

Direttiva NIS2 - Direttiva (UE)
2022/2555

**Cyber Solidarity Act e Cyber
Resilience Act -** In fase di
pubblicazione

**Regolamento sull'Identità Digitale
Europea (EUDI) -** Regolamento (UE)
2024/1183

Gigabit Infrastructure Act -
Regolamento (UE) 2024/1309

■ Approfondite nel report

Data Act

Il contesto del Data Act

Negli ultimi anni, le tecnologie basate sui dati hanno rivoluzionato vari settori economici, grazie alla diffusione di dispositivi connessi a Internet, che hanno aumentato il volume e il valore dei dati disponibili.

Fonte: Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, Regolamento (UE) 2023/2854 del parlamento europeo e del consiglio

Benefici nell'utilizzo dei dati

Dati **interoperabili** e di **alta qualità** favoriscono la **competitività**, l'**innovazione** e una **crescita economica sostenibile**, consentendo un utilizzo e un riutilizzo illimitato senza perdita di qualità.

Ostacoli nell'utilizzo dei dati

La **mancaza di incentivi**, **incertezze sui diritti**, **costi** per contratti e interfacce tecniche, **frammentazione** delle informazioni, cattiva **gestione dei metadati**, **assenza di standard** di interoperabilità e **squilibri contrattuali** limitano l'allocazione ottimale dei dati a beneficio della società

Per affrontare le esigenze dell'«economia digitale» e superare le barriere al funzionamento del mercato interno dei dati, è fondamentale creare un quadro normativo che specifichi i diritti di utilizzo dei dati associati a prodotti e servizi. In questo contesto, è entrato in vigore a gennaio 2024 la **normativa dell'UE sui dati (Data Act)**, che sarà applicabile a partire da settembre 2025.

Questa legge rappresenta un pilastro fondamentale della strategia europea in materia di dati e avrà un impatto significativo sul raggiungimento degli obiettivi del Decennio Digitale, mirati a promuovere la trasformazione digitale.

Data Act

Il contesto del Data Act

La normativa **integra la legge sulla governance dei dati**, creando un quadro normativo che favorisce la fiducia nella **condivisione dei dati** e definisce **requisiti di interoperabilità per facilitare il flusso dei dati tra settori e Stati membri**, contribuendo a un **mercato unico dei dati in Europa**.

Governance dei dati	Data Act
La legge sulla governance dei dati disciplina i processi e le strutture che facilitano la condivisione volontaria dei dati.	La legge sui dati, Data Act , chiarisce chi può creare valore dai dati e a quali condizioni.

Il Data Act mette a disposizione dati a beneficio di aziende, cittadini e PA attraverso una serie di misure:

Mitigare l'abuso degli squilibri contrattuali per garantire un'equa condivisione dei dati	Consentire agli enti pubblici di accedere ai dati detenuti dal settore privato e di utilizzarli per specifiche finalità di interesse pubblico	Definire norme per agevolare il passaggio dei clienti tra fornitori di servizi di dati e promuovere l' interoperabilità nel mercato UE del cloud	Rivedere la direttiva sulle banche dati per chiarire il diritto <i>sui generis</i> e applicarlo anche alle banche dati IoT , bilanciando gli interessi tra titolari e utenti	Garantire certezza giuridica nell'uso dei dati IoT, incentivare investimenti e facilitare il trasferimento sicuro dei dati, promuovendo una maggiore partecipazione all'economia dei dati
--	--	--	--	--

Data Act

Gli ambiti di applicazione

Seguendo le disposizioni generali che definiscono l'ambito di applicazione, il Data Act è così strutturato :

Definizione dell'ambito di applicazione



Condivisione dei dati tra imprese e tra imprese e consumatori nel contesto del mercato dell'IoT

Gli utenti degli oggetti IoT possono accedere, utilizzare e trasferire i dati che co-generano attraverso l'uso di un prodotto connesso.



Norme sull'obbligo di condivisione dei dati tra imprese

Chiarisce le condizioni di condivisione dei dati ogni qualvolta un'impresa sia obbligata per legge, anche attraverso il Data Act, a condividere i dati con un'altra impresa.



Clausole contrattuali abusive

Queste disposizioni tutelano tutte le imprese, in particolare le PMI, dalle clausole contrattuali abusive loro imposte.



Condivisione dei dati tra imprese e pubblica amministrazione

Gli enti pubblici saranno in grado di prendere decisioni più basate su dati concreti in determinate situazioni di eccezionale necessità attraverso misure per accedere a determinati dati detenuti dal settore privato.



Passaggio da un servizio di elaborazione dati all'altro

I fornitori di servizi di *cloud computing* e di *edge computing* devono soddisfare requisiti minimi per facilitare l'interoperabilità e consentire il passaggio.



Accesso illegale da parte di governi di paesi terzi

I dati non personali conservati nell'UE sono protetti contro le richieste illecite di accesso da parte di governi stranieri.



Interoperabilità

I partecipanti agli spazi di dati devono soddisfare i criteri per consentire il flusso di dati all'interno e tra gli spazi di dati. Un archivio dell'UE stabilirà le norme e le specifiche pertinenti per l'interoperabilità del cloud.



Applicazione e disposizioni generali

Gli Stati membri devono designare una o più autorità competenti per il monitoraggio e l'applicazione della normativa sui dati. Se sono più di una, deve essere nominato un «coordinatore dei dati» che funga da punto di contatto unico a livello nazionale.

Data Act

Condivisione dei dati tra imprese e consumatori nel contesto del mercato dell'IoT



Uno degli obiettivi principali del Data Act è **promuovere l'equità nell'economia dei dati**, consentendo agli **utenti di trarre valore dai dati generati dai prodotti connessi che possiedono, noleggiato o utilizzano**.

La legge permette agli utenti di accedere ai dati co-creati tramite prodotti connessi, come automobili, dispositivi medici e macchinari industriali, oltre ai servizi correlati che ne influenzano il funzionamento. Questa disponibilità di dati avrà un impatto significativo sull'economia, migliorando i servizi post-vendita e creando nuove opportunità di servizio a vantaggio di imprese e consumatori.

Tipo di dato	In pratica	Limitazioni	Esempi
▪ Si applica ai dati grezzi e pre-elaborati generati da prodotti connessi o servizi correlati, facilmente accessibili dai titolari, e comprende dati personali, non personali e metadati. ▪ Non include dati e contenuti derivati, (materiale audiovisivo), e non influisce sulle normative sui diritti di proprietà intellettuale.	▪ Consente agli utenti di accedere ai dati generati tramite prodotti connessi o servizi correlati. Gli utenti possono condividere i dati con terze parti, direttamente o tramite il titolare dei dati. ▪ Il titolare dei dati non può utilizzare i dati non personali senza il consenso dell'utente, deve informare sui dati generati e facilitare l'accesso, rendendo i dati disponibili gratuitamente.	▪ Divieto di concorrenza ▪ Nessun obbligo di condivisione ▪ Conformità GDPR ▪ Misure di riservatezza ▪ Obbligo di informazione ▪ Diritto di impugnazione	prodotti connessi: prodotti di consumo (automobili connesse, dispositivi di monitoraggio della salute, dispositivi per la casa intelligente), altri prodotti (aerei, robot, macchine industriali). servizio correlato: un utente acquista una lavatrice e installa un'applicazione che gli consente di misurare l'impatto ambientale del ciclo di lavaggio in base ai dati provenienti dai diversi sensori all'interno della macchina e di regolare il ciclo di conseguenza. servizi post-vendita e servizi accessori: servizi di riparazione e manutenzione, assicurazioni basate sui dati.

Data Act

Norme sulla condivisione dei dati e clausole contrattuali



Norme sull'obbligo di condivisione dei dati tra imprese

Il Data Act stabilisce norme specifiche per i casi in cui un'azienda, in qualità di **«titolare dei dati»**, è **giuridicamente obbligata**, in conformità al diritto dell'UE o nazionale, a **condividere i propri dati con un'altra azienda**, il **«destinatario dei dati»**, anche nel contesto dell'Internet delle cose (IoT). In tali situazioni, i termini di condivisione devono essere giusti, ragionevoli e non discriminatori.

Tipo di dato
Si applica a tutti i dati (personali e non personali) detenuti da un'azienda.
In pratica
Compenso ragionevole: I titolari dei dati possono chiedere un compenso ragionevole per condividere i dati, che può includere i costi di disponibilità, diffusione e archiviazione (eccezione per microimprese, PMI e organismi di ricerca). Tutela per l'uso illegale dei dati: La legge prevede misure per proteggere i titolari dei dati in caso di accesso o uso illegale.

Clausole contrattuali abusive

La libertà contrattuale è un principio chiave nelle relazioni tra imprese. Tuttavia, il Data Act si propone di **tutelare** tutte le **imprese europee**, in particolare le PMI, **da clausole contrattuali abusive**. Questa protezione si applica soprattutto quando un'impresa, grazie alla sua posizione dominante sul mercato, impone all'altra clausole non negoziabili «prendere o lasciare» riguardanti l'accesso e l'uso dei dati.

Tipo di dato
Si applica a tutti i dati (personali e non personali) detenuti da un'entità privata e accessibili o utilizzabili in base a un contratto tra imprese.
In pratica
Definizione di clausole sempre considerate abusive, e clausole che si presumono abusive.

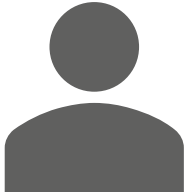
Data Act

Condivisione dei dati tra imprese e pubblica amministrazione



Il Data Act consente agli **enti pubblici di accedere a dati detenuti da soggetti privati in caso di necessità eccezionale**, definita come una situazione imprevedibile e temporanea in cui i dati sono necessari per svolgere un compito di interesse pubblico. Questi dati possono essere cruciali per migliorare il processo decisionale basato su informazioni concrete.

Le situazioni di eccezionale necessità comprendono emergenze pubbliche, come catastrofi naturali, pandemie o incidenti di cybersicurezza, ma anche contesti non di emergenza, come l'uso di dati anonimizzati dei sistemi GPS per ottimizzare il traffico.

Tipo di dato	In pratica	 Principali stakeholder Soggetti autorizzati a richiedere i dati: - Enti pubblici degli Stati membri - Istituzioni dell'Unione Europea - Organi e Agenzie dell'Unione Europea I soggetti autorizzati possono condividere i dati con: - Organizzazioni che svolgono attività di ricerca - Organizzazioni che svolgono attività di finanziamento
Tutti i dati rientrano nell'ambito di applicazione, con particolare attenzione ai dati non personali.	Obbligo di fornire dati: un ente pubblico può obbligare un titolare dei dati a mettere a disposizione specifici dati senza indebito ritardo in caso di emergenza pubblica. Richiesta di dati non personali: in situazioni eccezionali non legate a emergenze pubbliche, un ente pubblico può richiedere dati non personali per adempiere a compiti di interesse pubblico, dimostrando di non poter accedere ai dati con altri mezzi. Condizioni delle richieste: specifiche, trasparenti, proporzionate; devono proteggere i segreti commerciali e devono prevedere la cancellazione dei dati una volta che non sono più necessari. Principio «una tantum»: gli stessi dati non possono essere richiesti più di una volta.	

Data Act

Modifiche di servizi di elaborazione e accessi illegali



Passaggio da un servizio di elaborazione dati all'altro

Per garantire un mercato competitivo nell'UE, i **clienti dei servizi di trattamento dei dati**, inclusi quelli *cloud* ed *edge*, **dovrebbero poter passare facilmente da un fornitore all'altro**. Tuttavia, ci sono diversi ostacoli, come elevati costi di uscita dei dati, procedure lunghe e la mancanza di interoperabilità tra fornitori, che può comportare la perdita di dati e applicazioni. Il Data Act si propone di **rendere questo passaggio libero, veloce e fluido**.

Tipo di dato

- I dati di **input e output**, compresi i **metadati** coinvolti nel passaggio tra servizi (esclusi i dati protetti da IP e i segreti commerciali del fornitore).

In pratica

- **Requisiti contrattuali:** requisiti minimi per i contratti nel settore cloud, per ridurre lo squilibrio di potere tra fornitori e clienti e aumentare la trasparenza contrattuale per i clienti.
- **Facilitazione del passaggio tra fornitori:** garantire al cliente un facile passaggio tra fornitori di servizi senza perdere dati.
- **Eliminazione delle tariffe di passaggio** (dal 12 gennaio 2027).

Accesso illegale da parte di governi di paesi terzi

Le sentenze emesse da paesi al di fuori dell'UE possono richiedere l'accesso e il trasferimento di dati trattati e conservati nell'UE, ma tali richieste possono essere considerate illecite se in contrasto con il diritto dell'UE, le garanzie dei diritti fondamentali, la sicurezza nazionale o i dati sensibili. Il **Data Act** si allinea alla legge sulla governance dei dati per prevenire accessi e trasferimenti illeciti di dati non personali da parte di governi di paesi terzi.

Tipo di dato

- Tutti i **dati non personali** detenuti nell'UE da un fornitore di un servizio di elaborazione dati.

In pratica

La legge sui dati non vieta i flussi transfrontalieri di dati, ma garantisce che la **protezione offerta ai dati nell'UE viaggi con i dati trasferiti al di fuori dell'UE**.

Data Act

Interoperabilità



Le norme e l'**interoperabilità** sono essenziali per **consentire l'utilizzo dei dati provenienti da fonti diverse all'interno e tra gli spazi comuni** di dati europei, favorendo così la ricerca e lo sviluppo di nuovi prodotti o servizi. A questo scopo, la normativa stabilisce requisiti fondamentali che i partecipanti agli spazi di dati devono seguire, i quali possono essere ulteriormente definiti dalla Commissione europea attraverso atti delegati.

In pratica

- **Requisiti per i partecipanti agli spazi dati:**
 - garantire il flusso di dati, rendere pubbliche le descrizioni di strutture, formati e vocabolari dei dati
 - assicurare l'interoperabilità degli accordi di condivisione dei dati, (tramite contratti intelligenti)
- **Obblighi per i fornitori di contratti intelligenti:**
 - garantire l'esecuzione automatizzata degli accordi di condivisione dei dati e proteggerli da manipolazioni esterne



**Principali
stakeholder**



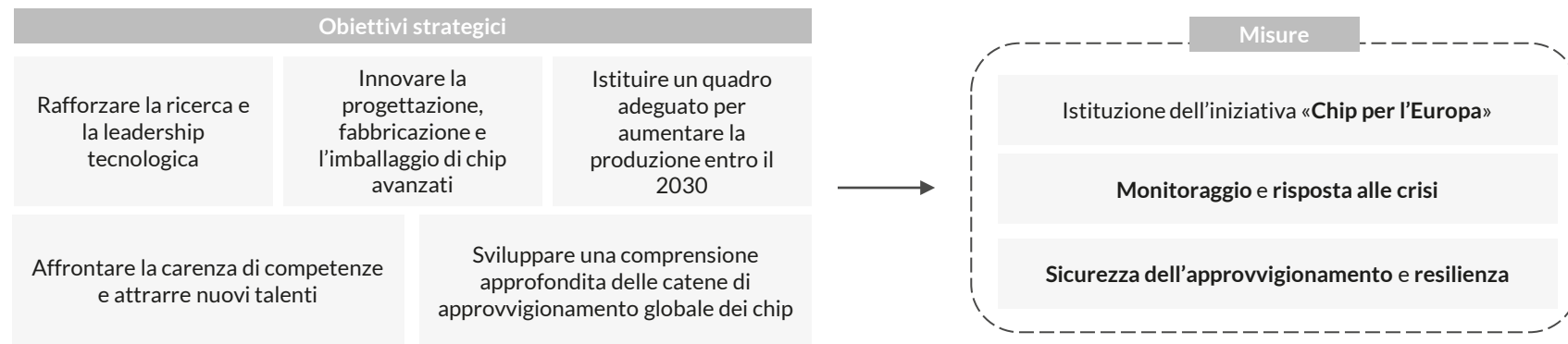
- Partecipanti agli spazi di dati
- Fornitori di contratti
- Fornitori di servizi di elaborazione dati

Chip Act

Il contesto del Chip Act

Il regolamento sui chip, **Regolamento (UE) 2023/1781**, noto come **Chip Act**, rafforzerà la competitività e la resilienza dell'Europa nelle tecnologie e nelle applicazioni dei semiconduttori e contribuirà a realizzare sia la transizione digitale che la transizione verde. A tal fine **rafforzerà la leadership tecnologica dell'Europa** nel settore e garantirà che l'Europa raggiunga **l'obiettivo del decennio digitale** di raddoppiare al **20% la sua quota di mercato globale** dei semiconduttori.

Fonte: Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, Regolamento (UE) 2023/1781 del parlamento europeo e del consiglio



Chip Act

Il contesto del Chip Act

Il regolamento dovrebbe comportare di per sé ulteriori investimenti pubblici e privati per oltre **15 miliardi di euro**. Tali investimenti integreranno i programmi e le azioni in materia di ricerca e innovazione nel settore semiconduttori (Orizzonte Europa, Europa digitale) e il sostegno annunciato dagli Stati membri.

In totale, **oltre 43 miliardi di euro di investimenti** orientati alle politiche **sosterranno la normativa** sui chip **fino al 2030**, e saranno ampiamente accompagnati da investimenti privati a lungo termine.

Il regolamento sui chip propone

Investimenti nelle tecnologie di prossima generazione

Possibilità di accesso in tutta Europa alla **progettazione di strumenti e linee pilota** per la prototipazione, la prova e la sperimentazione di **semiconduttori all'avanguardia**

Procedure di **certificazione per semiconduttori efficienti** sotto il profilo energetico e affidabili per garantire la qualità e la sicurezza delle applicazioni critiche

Quadro più favorevole agli investitori per la creazione di impianti di produzione in Europa

Sostegno alle start-up innovative, alle scale-up e alle PMI nell'accesso al capitale di rischio

Promozione delle competenze, del talento e dell'innovazione nel settore della microelettronica

Strumenti per anticipare e rispondere alle carenze di semiconduttori e alle crisi per garantire la sicurezza dell'approvvigionamento

Creazione di partenariati internazionali per i semiconduttori con paesi che condividono gli stessi principi

Chip Act

Iniziativa «Chip per l'Europa»

Il primo pilastro dell'atto europeo sui chip, l'iniziativa Chips per l'Europa, ha l'obiettivo di **sostenere lo sviluppo di capacità tecnologiche e l'innovazione nell'Unione colmando il divario tra le capacità avanzate di ricerca e innovazione dell'Unione e il loro uso industriale per la durata del quadro finanziario 2021-2027.**

L'iniziativa persegue i seguenti obiettivi operativi:

1

Creazione di una piattaforma di progettazione

2

Migliorare le linee pilota esistenti e sviluppare nuove linee pilota avanzate

3

Sviluppare capacità per accelerare lo sviluppo dei chip quantici e delle tecnologie associate

4

Creazione di una rete di centri di competenza in tutta l'Unione

5

Creazione di un fondo chip * per facilitare l'accesso al finanziamento del debito e al capitale proprio

Azioni chiave

Creare una **piattaforma virtuale di progettazione su scala UE**, integrando strumenti di progettazione avanzati.

Ampliare le capacità di progettazione con nuove architetture e tecnologie a basso consumo.

Rafforzare l'ecosistema dei chip integrando settori nuovi.

Azioni chiave

Rafforzare le capacità produttive di semiconduttori avanzati e preparare lo sviluppo di nuovi nodi tecnologici.

Sostenere l'innovazione attraverso l'accesso a linee pilota per test e convalida.

Fornire accesso equo alle nuove linee pilota per i produttori dell'UE.

Azioni chiave

Sviluppare librerie di progettazione per chip quantistici e creare nuove linee pilota e impianti per la produzione e il testing.

Azioni chiave

Potenziare le competenze nel settore, facilitare l'accesso delle PMI e affrontare la carenza di talenti STEM con programmi di formazione e riqualificazione.

Azioni chiave

Aumentare gli investimenti pubblici e privati nel settore dei semiconduttori, migliorando la sicurezza e la resilienza della catena di approvvigionamento.

Nota: Ad eccezione del Fondo per i chip (che sarà attuato dal Consiglio europeo per l'innovazione e da InvestEU), l'iniziativa sarà attuata principalmente attraverso l'impresa comune "Chips"

Chip Act

Sicurezza dell'approvvigionamento e resilienza

Il secondo pilastro della normativa europea sui chip istituisce un **quadro per garantire la sicurezza dell'approvvigionamento e la resilienza del settore dei semiconduttori** dell'Unione attirando investimenti e rafforzando le capacità di produzione e l'imballaggio avanzato.

Gli elementi principali del secondo pilastro sono lo stato dell'impianto di produzione integrata e fonderia aperta dell'UE e l'etichetta del centro di eccellenza del design.

Stato dell'impianto di produzione integrata e fonderia aperta dell'UE

Gli impianti «primi nel loro genere» sono impianti di produzione di semiconduttori che introducono innovazioni non ancora presenti nell'UE. Questi impianti possono ottenere lo status di **«impianto di produzione integrato» (IPF)** o **«fonderia aperta dell'UE» (OEF)**.

IPF

impianti verticalmente integrati che partecipano a varie fasi della produzione di semiconduttori, dalla fabbricazione di front-end alla progettazione di circuiti integrati, fino alla fornitura di servizi di back-end.

OEF

impianti che producono semiconduttori per conto terzi, in particolare per società che non possiedono fabbriche proprie (*fabless*).

In caso di crisi, la Commissione può richiedere che queste imprese diano priorità alla produzione di semiconduttori di rilevanza strategica.

Etichetta del centro di eccellenza del design

La Commissione può assegnare un marchio di «centro di eccellenza per la progettazione» ai centri di progettazione stabiliti nell'Unione che migliorano in modo significativo le capacità dell'Unione

Chip Act

Monitoraggio e risposta alle crisi

Il terzo pilastro della legge europea sui chip istituisce un meccanismo di **coordinamento tra gli Stati membri e la Commissione** per rafforzare la collaborazione in materia di monitoraggio e risposta alle crisi.



Monitoraggio

La Commissione Europea monitora costantemente la catena del valore dei semiconduttori per individuare potenziali interruzioni.

Questo monitoraggio include:

- Mappatura strategica del settore
- Monitoraggio di indicatore di allarme rapido
- Relazioni degli Stati membri
- Migliori pratiche per la gestione del rischio



Risposta alle crisi

Durante la fase di crisi la **Commissione Europea** intensifica il **coordinamento con il Comitato Europeo dei Semiconduttori**. Gli strumenti di emergenza:

- Raccolta di informazioni
- Acquisto comune
- Ordini prioritari



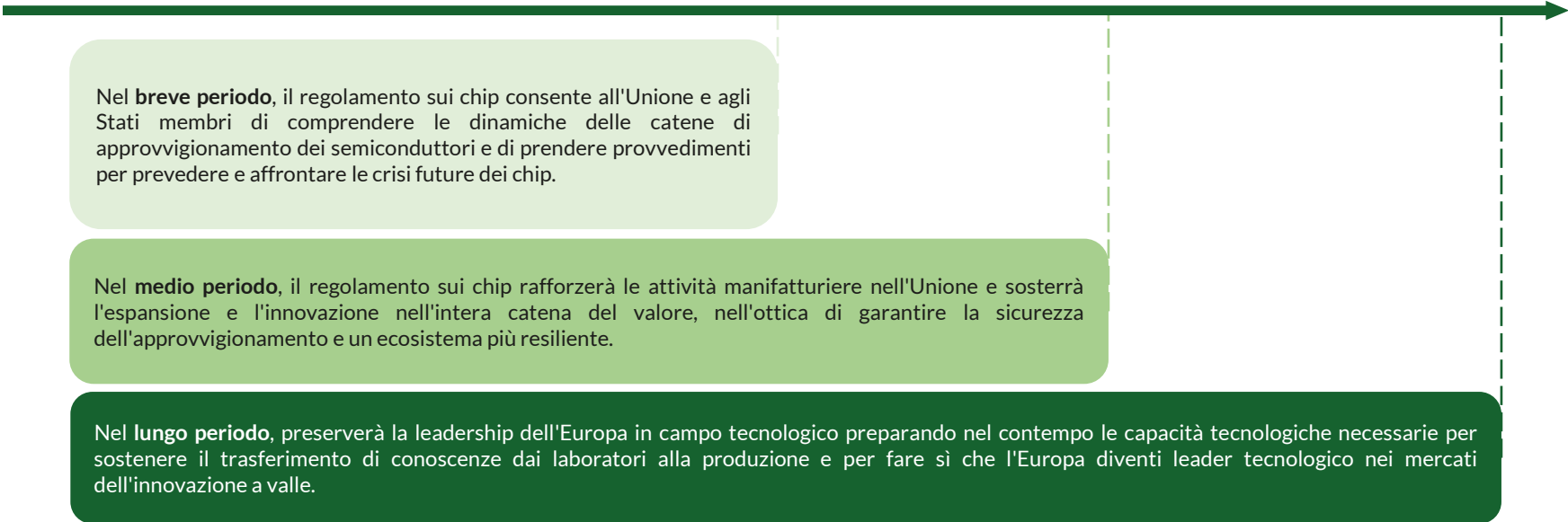
Governance

Il **Comitato Europeo dei Semiconduttori (ESB)** gestisce il meccanismo di governance della legge europea sui chip. Composto da rappresentanti degli Stati membri e presieduto dalla Commissione Europea, il comitato si fonda sul lavoro di esperti nel settore. L'ESB fornisce consulenza alla Commissione riguardo ai tre pilastri d'azione della legge, contribuendo a garantire la competitività e la resilienza del settore dei semiconduttori europeo di fronte alle sfide globali

Chip Act

Opportunità del Chip Act

Il regolamento europeo sui chip costituisce un'opportunità unica per un'azione congiunta europea in tutti gli Stati membri, a vantaggio dell'Unione nel suo complesso.



Nel **breve periodo**, il regolamento sui chip consente all'Unione e agli Stati membri di comprendere le dinamiche delle catene di approvvigionamento dei semiconduttori e di prendere provvedimenti per prevedere e affrontare le crisi future dei chip.

Nel **medio periodo**, il regolamento sui chip rafforzerà le attività manifatturiere nell'Unione e sosterrà l'espansione e l'innovazione nell'intera catena del valore, nell'ottica di garantire la sicurezza dell'approvvigionamento e un ecosistema più resiliente.

Nel **lungo periodo**, preserverà la leadership dell'Europa in campo tecnologico preparando nel contempo le capacità tecnologiche necessarie per sostenere il trasferimento di conoscenze dai laboratori alla produzione e per fare sì che l'Europa diventi leader tecnologico nei mercati dell'innovazione a valle.

AI Act

La legge sull'AI

La **legge sull'AI**, nota anche come AI Act, proposta dalla Commissione nell'aprile 2021 e approvata dal Parlamento europeo e dal Consiglio nel dicembre 2023, affronterà i potenziali rischi per la salute, la sicurezza e i diritti fondamentali dei cittadini, sostenendo nel contempo lo sviluppo di un'IA innovativa e responsabile nell'UE.

Fonte: Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, Regolamento (UE) 2024/1689

La legge sull'AI fa parte di un più ampio pacchetto di misure politiche volte a sostenere lo sviluppo di un'IA affidabile

Queste misure garantiscono la sicurezza e i diritti fondamentali nell'uso dell'IA, promuovendo al contempo l'adozione, gli investimenti e l'innovazione nell'intera UE.

Pacchetto
sull'innovazione
dell'AI

Piano Coordinato
sull'AI

AI Act



L'AI Act è il **primo quadro giuridico sull'intelligenza artificiale** che affronta i rischi legati all'AI, posizionando l'Europa come leader globale. Mira a **creare un mercato interno** più **efficiente** con **regole uniformi** per lo sviluppo e l'uso dell'AI, promuovendo un'AI antropocentrica e affidabile, tutelando salute, sicurezza e diritti fondamentali, e incentivando l'innovazione.

L'AI Act è entrato **in vigore il 1° agosto 2024** e sarà completamente applicabile in due anni. Tuttavia, ci sono eccezioni: i divieti inizieranno a valere dopo sei mesi, le regole di governance e gli obblighi per i modelli di AI generica si applicheranno dopo 12 mesi, mentre le normative per i sistemi di AI integrati in prodotti regolamentati entreranno in vigore dopo 36 mesi. **Per facilitare** questa **transizione**, la Commissione Europea ha introdotto il **Patto per l'AI**, un'iniziativa volontaria che incoraggia gli sviluppatori di AI, sia europei che non, a conformarsi anticipatamente agli obblighi fondamentali stabiliti dalla legge.

■ Focus dell'analisi

AI Act

Il contesto del AI Act

La **AI Act garantisce che gli europei possano fidarsi di ciò che l'intelligenza artificiale ha da offrire.** Mentre la maggior parte dei sistemi pone rischi limitati o nulli e può contribuire a risolvere molte sfide sociali, alcuni sistemi creano rischi da affrontare per evitare risultati indesiderati.

La legislazione vigente è integrata con il nuovo regolamento al fine di garantire la protezione da sfide specifiche che i sistemi di AI possono comportare.

Le nuove regole

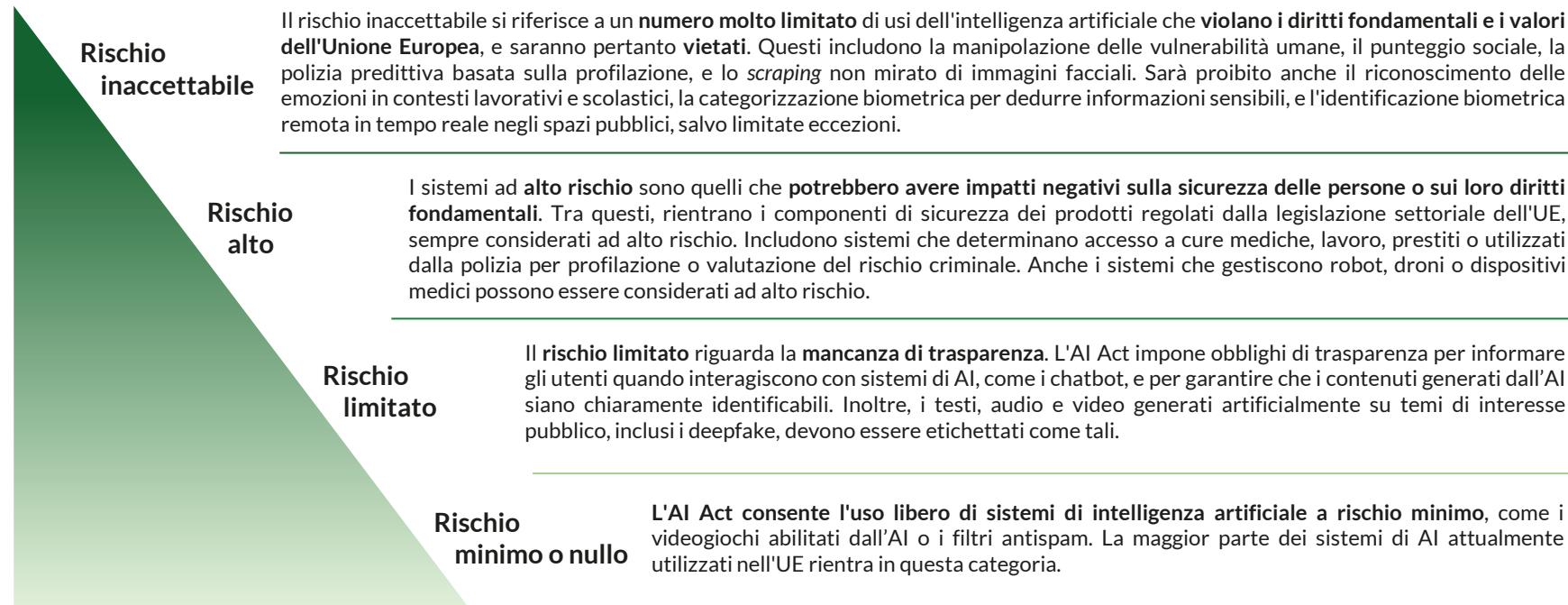
- 1 Affrontare i rischi creati specificamente dalle applicazioni di intelligenza artificiale
- 2 Vietare le pratiche di AI che comportano rischi inaccettabili
- 3 **Determinare un elenco di applicazioni ad alto rischio**
- 4 Stabilire requisiti chiari per i sistemi di AI per applicazioni ad alto rischio
- 5 Definire obblighi specifici per i deployer e i fornitori di applicazioni di AI ad alto rischio
- 6 Richiedere una valutazione della conformità prima che un determinato sistema di AI sia messo in servizio o immesso sul mercato
- 7 Mettere in atto l'applicazione delle norme dopo che un determinato sistema di AI è stato immesso sul mercato
- 8 Istituire una struttura di governance a livello europeo e nazionale

Fonte: Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, Regolamento (UE) 2024/1689

AI Act

I rischi dei sistemi di intelligenza artificiale

Il Quadro Normativo definisce **4 livelli di rischio** per i sistemi di intelligenza artificiale:



AI Act

Sistemi AI a rischio inaccettabile o alto

Un sistema di AI è considerato ad alto rischio se è integrato come componente di sicurezza in prodotti regolati dalla legislazione vigente o se è destinato a casi d'uso ad alto rischio. Tra i settori:



Biometria



Infrastrutture critiche



Istruzione e formazione professionale



Occupazione e gestione dei lavoratori



Accesso a servizi e prestazioni essenziali



Attività di contrasto



Migrazione e controllo delle frontiere



Amministrazione della giustizia

Normazione

- I sistemi ad alto rischio devono rispettare **requisiti specifici**.
- Le norme saranno sviluppate da CEN e CENELEC entro il 2025 e approvate dalla Commissione

Riguarda i sistemi di AI utilizzati nella gestione e nel funzionamento delle **infrastrutture digitali critiche**, come quelle del traffico, e nella fornitura di **servizi essenziali** come acqua, gas, riscaldamento ed elettricità.



Nell'ottica della **decarbonizzazione**, l'AI Act è importante per garantire che l'uso dell'AI nei **settori dell'energia** sia sicuro, trasparente e conforme ai diritti fondamentali.

Le tecnologie di AI applicate alla gestione delle reti energetiche dovranno rispettare gli standard di **trasparenza** e **responsabilità** per evitare discriminazioni o manipolazioni.

Box: Global Conference on Energy & AI

4-5 dicembre 2024



L'intelligenza artificiale (AI) sta rapidamente emergendo come una delle tecnologie più influenti e trasformative del nostro tempo.

La **crescente domanda di servizi digitali**, inclusa l'AI, sta generando investimenti significativi nei data center, sollevando però **preoccupazioni riguardo alla capacità di soddisfare le crescenti esigenze energetiche** di questa tecnologia (**Energy for AI**). Allo stesso tempo, l'AI ha il potenziale per apportare enormi vantaggi anche nel settore energetico, migliorando l'efficienza, modernizzando le reti, accelerando lo sviluppo di tecnologie pulite, promuovendo la decarbonizzazione e stimolando l'innovazione (**AI for Energy**).

Nonostante questi progressi, la rivoluzione digitale è ancora nelle sue fasi iniziali, e il percorso futuro rimane incerto. È quindi urgente avviare un dialogo più strutturato tra i principali attori coinvolti, inclusi **responsabili politici, industria energetica, settore tecnologico, istituzioni finanziarie, accademici** e società civile.

***“Non esiste AI senza energia – in particolare elettricità. Dato il ritmo di adozione dell'AI, è il momento per politici e industria di collaborare su una visione che soddisfi questa crescente domanda di elettricità in modo sicuro e sostenibile,”** ha dichiarato Fatih Birol, Direttore Esecutivo dell'IEA. “Allo stesso tempo, l'AI è pronta a diventare una tecnologia trasformativa per il settore energetico, con il potenziale di accelerare l'innovazione, migliorare l'efficienza e la sicurezza, e velocizzare le transizioni energetiche. Questa conferenza pionieristica dell'IEA ha offerto un'importante occasione per avanzare il dialogo su questi temi in un momento cruciale.”*

Box: Global Conference on Energy & AI

4-5 dicembre 2024



Energia per l'AI

La **domanda di energia** per alimentare i data center sta **crescendo rapidamente**, creando sfide considerevoli per le infrastrutture energetiche, i permessi necessari e i sistemi regolatori esistenti. Parallelamente, è diventato **sempre più urgente affrontare le implicazioni ambientali** di questa crescita, come l'uso delle risorse idriche e la gestione dei rifiuti elettronici. Un approccio basato sul ciclo di vita dei data center potrebbe rivelarsi cruciale per ridurre l'impatto climatico. Per far fronte alla crescente domanda di energia, sono state individuate diverse soluzioni, tra cui l'adozione di fonti rinnovabili, l'energia nucleare, la geotermia e il recupero del calore di scarto.

Ottimizzazione dell'energia per i DC

Un elemento chiave per **affrontare la crescente domanda di energia** è la **pianificazione sostenibile**. È necessario migliorare il coordinamento tra le necessità energetiche e le tecnologie, così da localizzare i data center in aree con minore congestione e maggiore disponibilità di energia pulita. L'innovazione tecnologica gioca un ruolo fondamentale, e **l'AI può contribuire alla modernizzazione delle reti e alla gestione della domanda energetica**. Inoltre, l'emergere di nuove tecnologie, come i reattori nucleari avanzati, l'energia geotermica e i sistemi di accumulo energetico a lunga durata, rappresenta una mossa importante per rendere l'infrastruttura energetica dei data center più sostenibile.

AI per l'energia

L'AI ha il **potenziale per accelerare l'innovazione nel campo delle tecnologie energetiche**, in particolare nello sviluppo di batterie avanzate e materiali innovativi. L'AI è anche considerata un elemento cruciale per ottimizzare i sistemi energetici, prevedendo la domanda di energia, gestendo i flussi nelle reti e migliorando la produttività e la sicurezza delle forniture. Tuttavia, per sfruttare appieno il suo potenziale, è necessario **superare diversi ostacoli**. Questi includono la **carenza di dati di alta qualità, il divario nelle competenze digitali, la necessità di sviluppare quadri normativi adeguati e le preoccupazioni legate alla sicurezza**.

Box: Global Conference on Energy & AI

4-5 dicembre 2024



Il Direttore Esecutivo dell'IEA, Dr. Fatih Birol, ha evidenziato **sei principi chiave per Energia e AI**:

1	Nessuna AI senza energia: Garantire che il settore energetico fornisca energia sostenibile per AI e data center.
2	Sicurezza energetica: L'AI deve contribuire alla sicurezza energetica, anche attraverso la flessibilità delle reti e la cybersecurity.
3	Trasparenza: Promuovere la condivisione di dati e migliori pratiche per pianificazioni informate.
4	Inclusività: Evitare di ampliare il divario digitale e sostenere transizioni energetiche giuste ed eque.
5	Politiche abilitanti: Adottare politiche e modelli aziendali per sfruttare appieno il potenziale dell'AI nelle transizioni energetiche pulite.
6	Dialogo continuo: Coinvolgere responsabili politici, industria, tecnologia, istituzioni finanziarie e società civile.

1.4

Il contesto normativo italiano

Il recepimento delle normative: Italia

Piani di riferimento

2018

2018 - *Piano Nazionale Industria 4.0*

La rivoluzione dell'intelligenza artificiale sta trovando spazio nel panorama italiano, con l'Agenzia per l'Italia Digitale impegnata ad affrontare le sfide legate all'IA nell'ambito del «paradigma dell'Industria 4.0». Il Piano nazionale favorisce lo sviluppo di soluzioni innovative, incluse quelle basate sull'IA, a supporto del settore produttivo e imprenditoriale.

2020

2020 - *Proposta per una strategia italiana per l'Intelligenza Artificiale*

Emanata dal Ministero dello Sviluppo Economico (MISE), ha valore politico e definisce l'apporto italiano al Piano Coordinato sull'IA. La strategia è strutturata in tre parti: la prima dedicata all'analisi del mercato globale, europeo e nazionale dell'IA; la seconda descrive gli elementi fondamentali della strategia, infine la terza approfondisce la governance proposta per l'AI italiana e propone alcune raccomandazioni per l'implementazione, il monitoraggio e la comunicazione della strategia nazionale, una visione con una chiara impronta antropocentrica e orientata verso lo sviluppo sostenibile.

2021

Novembre 2021 - *Programma Strategico Nazionale per l'Intelligenza Artificiale 2022-2024*

In linea con la Strategia Europea, il Programma delinea **ventiquattro politiche** da implementare nei **tre anni** per **potenziare il sistema IA in Italia**, attraverso **creazione e potenziamento di competenze, ricerca, programmi di sviluppo e applicazioni dell'IA**. Queste politiche hanno l'obiettivo di rendere l'Italia un centro sull'intelligenza artificiale competitivo a livello globale, rafforzando la ricerca e incentivando il trasferimento tecnologico.

2024

22 luglio 2024 - *Strategia Italiana per l'Intelligenza Artificiale 2024 - 2026*

Il documento riflette l'impegno del Governo nel **creare un ambiente in cui l'IA possa svilupparsi in modo sicuro, etico e inclusivo**, massimizzando i benefici e minimizzando i potenziali effetti avversi. Dopo un'analisi del contesto globale e del posizionamento italiano, il documento definisce le **azioni strategiche**, raggruppate in quattro macroaree: **Ricerca, Pubblica Amministrazione, Imprese e Formazione**. La strategia propone, inoltre, un sistema di monitoraggio della relativa attuazione e un'analisi del contesto regolativo che traccia la cornice entro cui dovrà essere dispiegata.

Strategia Italiana per l'Intelligenza Artificiale 2024-2026

Visione generale

A pochi giorni dalla pubblicazione dell'AI Act (12 luglio 2024) e dall'avvio delle audizioni sul disegno di legge sull'intelligenza artificiale a livello europeo, l'Italia ha rilasciato la **Strategia Italiana per l'Intelligenza Artificiale 2024-2026**, un piano fondamentale per il ruolo del Paese nella transizione tecnologica globale.

Fonte: Strategia italiana per l'Intelligenza Artificiale 2024-2026, AGID

La strategia mira a **sviluppare un'intelligenza artificiale sicura, etica e inclusiva**, con investimenti mirati in ambiti chiave per il tessuto produttivo e sociale, come:

Industria Made in Italy	Industria Digitale	Industria Finanziaria	Salute	Educazione	Tutela del territorio	Privacy e sicurezza
Manifattura, agroalimentare, turismo, aerospazio	ICT e infrastrutture digitali	Banking e assicurazioni	Prevenzione, cura e stili di vita più sani	Guidare l'uso dell'IA nel sistema scolastico	Beni culturali e ambientali	Focus su cyber security e difesa nazionale

Le azioni strategiche sono raggruppate in quattro macroaree, ciascuna caratterizzata da specifici obiettivi strategici

Strategia Italiana per l'Intelligenza Artificiale 2024 - 2026

Rischi della strategia

Il documento evidenzia i **principali rischi legati all'attuazione della Strategia Nazionale Italiana sull'Intelligenza Artificiale**, sottolineando l'importanza di un approccio specifico al sistema-Paese, in armonia con il quadro regolatorio europeo e internazionale. Di seguito i principali rischi individuati:

Fonte: Strategia italiana per l'Intelligenza Artificiale 2024-2026, AGID

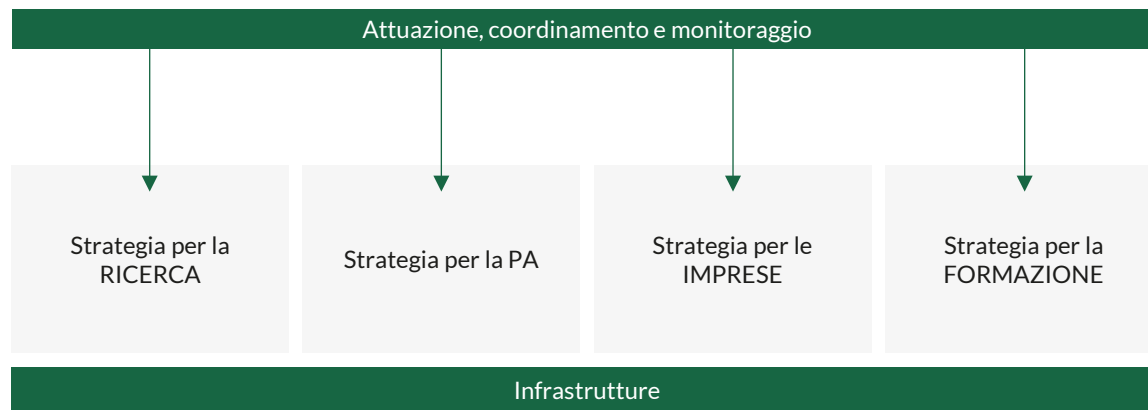
- **Rischio del «Non Fare»:** L'Italia, storicamente lenta nell'adozione tecnologica, rischia di perdere competitività con approcci passivi o importando soluzioni estere senza valorizzare lo sviluppo interno. È essenziale promuovere applicazioni su misura per il contesto nazionale, partecipando attivamente alla competizione geopolitica tecnologica.
- **Rischio dell'Omogeneizzazione:** L'uso di sistemi di IA prevalentemente sviluppati all'estero può introdurre valori e modelli culturali disomogenei rispetto a quelli italiani ed europei. La strategia deve garantire lo sviluppo di tecnologie conformi ai principi costituzionali e democratici, specialmente per la Pubblica Amministrazione e i servizi ai cittadini.
- **Rischio dell'Iperregolazione Nazionale:** In un quadro già complesso di normative europee (come GDPR e AI Act), un eccesso di regolamentazione nazionale potrebbe creare ostacoli e sovrastrutture. È necessario promuovere linee guida agili e orientate alle esigenze delle imprese e dei cittadini.
- **Rischio per il Mondo del Lavoro:** L'adozione dell'IA trasformerà inevitabilmente il mercato del lavoro, richiedendo attenzione al capitale umano. Percorsi di upskilling e reskilling saranno fondamentali per evitare l'esclusione e migliorare la qualità del lavoro.
- **Rischio del Digital Divide:** La scarsa digitalizzazione e le disomogeneità territoriali rischiano di essere accentuate da un programma di innovazione non ben indirizzato. Le iniziative devono essere sistemiche, accessibili e trasparenti, evitando approcci estemporanei.
- **Rischio dell'Inefficacia:** La velocità dei cambiamenti tecnologici e la complessità della strategia aumentano il rischio di inefficacia. È necessario un coordinamento continuo, con sistemi di monitoraggio e indicatori specifici per valutare i progressi.

Strategia Italiana per l'Intelligenza Artificiale 2024 - 2026

Architettura della strategia

Al fine di **creare un contesto** che consenta alle diverse iniziative di svilupparsi in maniera armoniosa, rafforzando la capacità del Paese di sostenere la rivoluzione tecnologica globale e massimizzando l'impatto positivo dell'IA nei vari settori, è necessario un **forte coordinamento tra le macroaree** (Ricerca, PA, Imprese e Formazione) e un'efficace gestione trasversale.

Fonte: Strategia Italiana per l'Intelligenza Artificiale 2024 - 2026



Strategia Italiana per l'Intelligenza Artificiale 2024 - 2026

Obiettivi e azioni strategiche - infrastrutture

Le **azioni strategiche** abilitanti in tema **infrastrutture** si concentrano sulla **creazione gestione di un registro nazionale di dataset e modelli di IA** e affrontano le sfide legate alle infrastrutture di rete per garantire una base solida e scalabile per l'adozione e lo sviluppo delle tecnologie di IA in Italia. Entrambe le **azioni sono interconnesse** e mirano a **supportare l'ecosistema dell'IA** con risorse, infrastrutture e soluzioni sostenibili.

L'azione A.1 prevede la creazione di un **registro nazionale** per la gestione e il riuso di dataset e modelli IA, con focus su trasparenza, eticità e sicurezza. Gli obiettivi principali includono:

- Definire un protocollo nazionale per garantire che i dataset siano **trustworthy-by-design** e **trustworthy-by-default**.
- Implementare una piattaforma integrata per la preparazione dei dati e l'uso di soluzioni **MLops**.
- Promuovere la **condivisione dei dati** e l'uso di **Privacy-Enhancing Technologies (PET)**, con particolare attenzione alla protezione della privacy.
- Sostenere il riuso di soluzioni sviluppate con finanziamenti pubblici nella Pubblica Amministrazione, facilitando la standardizzazione e l'integrazione tra ecosistemi locali.

Azioni strategiche abilitanti **INFRASTRUTTURE**

Azioni strategiche

A.1 | Patrimonio di conoscenza nazionale: dataset e modelli

A.2 | Infrastrutture di rete per l'IA

L'aumento dell'uso dell'IA comporterà una crescita del traffico dati, richiedendo quindi **miglioramenti nelle infrastrutture di rete**. Le azioni afferenti alla strategia A.2 includono:

- Sviluppare **reti intelligenti** che si adattino dinamicamente alla domanda di traffico.
- Incentivare la collaborazione tra il **settore pubblico e privato** per affrontare la congestione delle reti, con incentivi agli investimenti nelle infrastrutture.
- Promuovere soluzioni **interoperabili** e ottimizzare la rete per mitigare la congestione e ridurre il carico di dati.
- Educare e sensibilizzare le aziende sull'uso responsabile delle risorse di rete e sull'ottimizzazione degli algoritmi IA.

Strategia Italiana per l'Intelligenza Artificiale 2024 - 2026

Obiettivi e azioni strategiche - attuazione, coordinamento e monitoraggio

Per garantire l'efficace attuazione della strategia, sarà necessario istituire un soggetto centrale con la responsabilità di coordinare, monitorare e gestire le iniziative previste. Questo ruolo sarà affidato a una **Fondazione per l'Intelligenza Artificiale**, che opererà sotto il controllo della Presidenza del Consiglio dei Ministri. La Fondazione avrà i seguenti compiti principali:

- **Coordinamento e monitoraggio:** Gestire l'attuazione delle iniziative, monitorando il progresso delle azioni strategiche e valutando i risultati.
- **Gestione del Registro IA:** Curare il registro delle soluzioni IA, sviluppando modelli di business per garantire la sostenibilità del progetto.
- **Sostenibilità e fondi:** Creare un fondo che supporti le azioni strategiche e si alimenti anche tramite ricavi derivanti dalle iniziative stesse.
- **Promozione dell'adozione:** Sensibilizzare le PMI sull'adozione dell'IA, promuovendo l'awareness sulle opportunità di business.
- **Sviluppo competenze e certificazione:** Definire criteri per la certificazione delle competenze digitali e di IA delle imprese.
- **Previsioni e iniziative strategiche:** Produrre documenti di previsione sull'uso dell'IA, stimolando l'adozione industriale e supportando finanziamenti per PMI e startup.

Azioni strategiche abilitanti **ATTUAZIONE, COORDINAMENTO e MONITORAGGIO**

Azioni strategiche

A.3 | Fondazione per l'intelligenza artificiale

Strategia Italiana per l'Intelligenza Artificiale 2024 - 2026

Obiettivi e azioni strategiche - ricerca

Per ciascun ambito sono stati definiti obiettivi generali e azioni strategiche.

Strategia per la RICERCA	
Obiettivi	Investire sulla ricerca scientifica fondazionale sull'IA
	Valorizzare la ricerca applicata dell'IA
Azioni strategiche	R.1 Consolidamento dell'ecosistema italiano della ricerca
	R.2 Trattenere e attrarre talenti
	R.3 Progettazione di LMM italiani
	R.4 Progetti interdisciplinari per il benessere sociale
	R.5 Ricerca fondazionale e Blue-Sky per l'IA di prossima generazione
	R.6 Potenziamento delle collaborazioni internazionali

Visione d'insieme

L'obiettivo principale della ricerca scientifica è migliorare la qualità della vita e il contesto sociale. L'Intelligenza Artificiale (IA) potrà offrire strumenti per raggiungere questi obiettivi, grazie alla velocità con cui i risultati della ricerca si trasformano in soluzioni utili. L'Italia deve mantenere e **rafforzare la sua competitività internazionale nella ricerca**, puntando su **tecnologia e trasferimento tecnologico**, con un focus sulle relazioni internazionali, in particolare europee. È necessario sostenere la ricerca in IA con investimenti adeguati, mirando anche a **progetti ad alto rischio e interdisciplinari**, che possano supportare la competitività dell'industria e l'innovazione.

Obiettivi

Investire nella ricerca fondamentale sull'IA, promuovere la **collaborazione interdisciplinare**, sostenere iniziative per attrarre e trattenere talenti, e **valorizzare la ricerca applicata attraverso partenariati pubblico-privati**.

Strategia Italiana per l'Intelligenza Artificiale 2024 - 2026

Obiettivi e azioni strategiche – pubblica amministrazione

Per ciascun ambito sono stati definiti obiettivi generali e azioni strategiche.

Strategia per la PA	
Obiettivi	Supportare i processi amministrativi
	Favorire la fruizione dei servizi della PA
Azioni strategiche	PA.1 Linee guida per promuovere l'adozione dell'IA
	PA.2 Linee guida per il procurement
	PA.3 Linee guida per la realizzazione di applicazioni di IA
	PA.4 Semplificazione per cittadini e imprese
	PA.5 Efficientamento della PA
	PA.6 IA nelle scuole per la PA

Visione d'insieme

L'IA ha il potenziale per rivoluzionare la PA, migliorando sia l'efficienza operativa interna che l'accesso ai servizi per i cittadini. È essenziale **adottare un approccio sistematico per integrare l'IA in modo armonioso in tutti i settori della PA**, evitando soluzioni isolate. Si dovranno definire soluzioni di grande impatto a livello nazionale, mentre si dovranno anche lasciare ampi margini di autonomia per ciascuna amministrazione per adottare l'IA in base alle proprie necessità, ma sempre rispettando standard condivisi.

Obiettivi

Gli obiettivi principali sono:

- **Supporto ai processi amministrativi:** Utilizzare l'IA per ottimizzare le risorse pubbliche e supportare progetti pilota.
- **Miglioramento dei servizi per i cittadini:** Fornire soluzioni IA che migliorino l'accessibilità, la trasparenza e la privacy dei servizi pubblici.
- **Neutralità tecnologica:** Promuovere soluzioni IA che non dipendano esclusivamente da tecnologie proprietarie.

Strategia Italiana per l'Intelligenza Artificiale 2024 - 2026

Obiettivi e azioni strategiche - imprese

Per ciascun ambito sono stati definiti obiettivi generali e azioni strategiche.

Strategia per le IMPRESSE	
Obiettivi	Intercettare i bisogni di innovazione delle imprese italiane
	Sostenere il comparto italiano dell'ICT
Azioni strategiche	I.1 Facilitatori per l'IA nelle PMI
	I.2 Sostegno allo sviluppo e all'adozione di soluzioni di IA
	I.3 Laboratori per lo sviluppo di applicazioni IA contesti industriali
	I.4 Sviluppo di startup in ambito IA
	I.5 Servizi per le aziende ICT sull'IA

Visione d'insieme

Il sistema delle imprese italiane si distingue per un forte orientamento all'eccellenza di processo e di prodotto. L'adozione dell'Intelligenza Artificiale (IA) rappresenta il passo naturale per il sistema produttivo italiano, favorendo la competitività e l'innovazione, soprattutto se integrata in un ecosistema che unisce PMI, grandi imprese, università e centri di ricerca. **L'intelligenza artificiale non solo stimola nuove soluzioni tecnologiche, ma diventa anche il motore di trasformazione per le aziende, migliorando la gestione dei dati, la sostenibilità e la competitività.**

Obiettivi

Gli obiettivi principali sono:

- **Intercettare i bisogni di innovazione delle imprese italiane**
Promuovere l'adozione di tecnologie innovative e sostenere l'introduzione dell'IA nel tessuto produttivo, in particolare nelle PMI.
- **Sostenere il comparto ICT italiano**
Potenziare l'ecosistema delle imprese ICT italiane per facilitare lo sviluppo di nuove soluzioni basate sull'IA, rispondendo alle esigenze di innovazione delle imprese.

Strategia Italiana per l'Intelligenza Artificiale 2024 - 2026

Obiettivi e azioni strategiche - formazione

Per ciascun ambito sono stati definiti obiettivi generali e azioni strategiche.

Strategia per la FORMAZIONE	
Obiettivi	Promuovere una formazione universitaria capillare sull'IA
	Realizzare percorsi educativi sull'IA
Azioni strategiche	F.1 Percorsi per l'avvicinamento all'IA alla scuola
	F.2 Mobilità quale strumento per la formazione sull'IA
	F.3 Didattica diffusa sull'IA nei corsi di laurea universitari
	F.4 Potenziamento del dottorato nazionale in IA
	F.5 Programmi di upskilling e reskilling per imprese e PA
	F.6 Educazione all'utilizzo degli strumenti di IA
	F.7 Corsi ITS focalizzati sull'IA

Visione d'insieme

L'IA ha il potenziale di trasformare il sistema socio-economico italiano, migliorando l'efficienza e creando nuove opportunità di lavoro. Per sfruttarne i benefici, è necessaria una preparazione adeguata in ambito educativo, con attenzione alla formazione di competenze tecniche avanzate, oggi carenti. È urgente potenziare l'insegnamento dell'IA nelle scuole e università, promuovendo percorsi interdisciplinari e riducendo il gender gap nelle discipline STEM. È fondamentale garantire percorsi di reskilling e upskilling per i lavoratori.

Obiettivi

Gli obiettivi principali sono:

- **Promuovere una formazione universitaria capillare sull'IA:** Rispondere alla crescente domanda di competenze nell'ambito dell'IA, sviluppando percorsi trasversali e interdisciplinari, consolidando al contempo la formazione specialistica nei Dottorati nazionali sull'IA.
- **Realizzare percorsi educativi sull'IA nelle scuole:** Preparare le nuove generazioni a un uso consapevole delle nuove tecnologie, sensibilizzando anche la società italiana attraverso iniziative di divulgazione e finanziando percorsi di reskilling e upskilling in tutti i settori produttivi.

Strategia Italiana per l'Intelligenza Artificiale 2024 - 2026

Osservazioni sulla strategia

Il documento sulla strategia italiana per l'IA 2024-2026 evidenzia punti di forza e di debolezza fondamentali, e pone l'attenzione particolare sui rischi, sulla governance e sulla necessità di un coordinamento efficace per assicurare competitività ed efficacia.

Rischio di iperregolamentazione

La **sovrapposizione normativa** è vista come un **rischio** significativo. L'AI Act europeo, prossimo alla piena attuazione, costituisce un quadro completo e sufficiente.

Evitare norme nazionali aggiuntive è essenziale per prevenire confusione e blocchi agli investimenti. Tuttavia, il Disegno di Legge (DDL) del governo potrebbe risultare non completamente allineato a questa esigenza di semplificazione.

Mancanza di coordinamento

La frammentazione tra diverse autorità (Garante della Privacy, ACN, AGID, AGCM, ecc.) può complicare l'implementazione dell'IA. Serve un **coordinamento efficace che coinvolga tutti gli attori istituzionali e di mercato** per garantire chiarezza, velocità e supporto agli operatori.

Salute e discriminazione sociale

Il rischio che l'IA **accentui le disuguaglianze sociali** è sottolineato, soprattutto in settori come la sanità. L'accesso all'IA potrebbe favorire le professioni intellettuali a scapito di quelle meno qualificate, aumentando i divari sociali.

Governance insufficiente

La proposta di istituire una **fondazione per l'attuazione della strategia** è rilevante, ma necessita di maggiore dettaglio. È fondamentale creare un luogo di incontro istituzionalizzato che faciliti la collaborazione tra istituzioni, accademia e industria.

Box: Differenze con il Programma Strategico Nazionale per l'Intelligenza Artificiale 2022-2024

Mentre il **Programma Strategico Nazionale per l'Intelligenza Artificiale 2022-2024** si concentra principalmente **sull'implementazione iniziale** e sulla **creazione di un ecosistema di base**, la Strategia Italiana per l'Intelligenza Artificiale 2024-2026 mira a consolidare l'Italia come un attore di rilevanza internazionale nel campo dell'AI, con maggiore attenzione a sfide globali come l'etica, la regolamentazione e l'innovazione sostenibile.

Programma Strategico Nazionale per l'Intelligenza Artificiale 2022-2024		Strategia Italiana per l'Intelligenza Artificiale 2024-2026
Salute, mobilità, pubblica amministrazione, PMI	Focus Settoriale	Energia rinnovabile, agricoltura 4.0, difesa, nuove applicazioni emergenti
Potenziamento delle tecnologie AI esistenti	Ricerca e Sviluppo	Investimenti nella ricerca avanzata e interdisciplinare, focus su quantum computing e AI per la sicurezza
Adeguamento delle infrastrutture tecnologiche per supportare l'AI	Infrastrutture	Creazione di infrastrutture avanzate per tecnologie emergenti e big data
Sviluppo di competenze di base e formazione di professionisti	Formazione e Competenze	Programmi avanzati, aggiornamento continuo per professionisti e centri di eccellenza
Principi etici generali e linee guida di base	Etica e Regolamentazione	Regolamentazione dettagliata, focus su trasparenza, privacy e responsabilità sociale
Integrazione nell'ambito dell'UE e posizionamento nell'ecosistema europeo	Collaborazione Internazionale	Leadership italiana nell'AI in ambito europeo e internazionale, collaborazione globale



L'adozione dell'AI nelle imprese energetiche

CAP.

02



L'AI nel settore energetico: una grande opportunità per la decarbonizzazione

L'intelligenza artificiale rappresenta una risorsa straordinaria nel settore energetico, offrendo un **ampio spettro di applicazioni** che coprono **tutte le fasi della filiera**, dalla generazione di energia al suo utilizzo finale. Questa versatilità rende l'AI un elemento fondamentale per sostenere la transizione energetica, specialmente in un contesto caratterizzato dalla **crescente diffusione delle fonti rinnovabili**.

Tra le tecniche di AI più utilizzate spiccano gli **algoritmi di ensemble**, come Random Forest e Gradient Boosting, che si dimostrano particolarmente efficaci nel **ridurre il rischio di overfitting** e nell'analisi di grandi quantità di dati eterogenei. Altrettanto rilevanti sono gli **algoritmi non lineari statici**, come le Support Vector Machines e le Artificial Neural Network, che si distinguono per la loro capacità di **modellare relazioni complesse e non lineari** tra variabili. Infine, **gli algoritmi sequenziali**, come le Recurrent Neural Network (RNN) e le Long Short-Term Memory (LSTM), risultano indispensabili per **catturare dipendenze temporali** e gestire fenomeni che si sviluppano lungo un arco temporale prolungato, rendendoli ideali per analisi predittive in contesti dinamici.

Queste tecniche, opportunamente implementate, stanno **rivoluzionando il settore**, contribuendo a migliorare **l'efficienza, l'affidabilità e la sostenibilità** dei sistemi energetici moderni.

Prevedere la generazione di impianti rinnovabili è più facile grazie ad algoritmi innovativi

Migliorare la **previsione della generazione da fonti rinnovabili** è cruciale per l'intero sistema energetico.

Dall'analisi delle **tecnologie fotovoltaiche ed eoliche** emergono sia analogie che differenze. Gli **algoritmi di ensemble** si dimostrano efficaci nella previsione della generazione di **entrambe le tecnologie**, grazie alla loro capacità di **ridurre il rischio di overfitting** dei modelli e di distinguere tra condizioni contingenti (es. passaggio di una nuvola) e condizioni strutturali. Gli **algoritmi non lineari statici** producono risultati soddisfacenti **solo per la generazione solare**, poiché la previsione della generazione eolica richiede algoritmi più sofisticati, come quelli **sequenziali**, che integrano la **dimensione temporale** per modellare la **complessità del vento**. Tali algoritmi risultano invece **eccessivamente onerosi** per la generazione solare, dove la dimensione temporale è una variabile relativamente meno rilevante.

Per entrambe le tecnologie, **le previsioni a lungo termine presentano significative difficoltà**. Tuttavia, per la **generazione solare**, quando sono disponibili **dataset storici ampi**, alcuni **algoritmi non lineari statici** particolarmente avanzati (es. Artificial Neural Network) riescono a raggiungere **performance soddisfacenti**.

Non solo la fase di generazione: l'AI ottimizza anche la rete e le utenze di consumo

Affrontare il problema della **stabilità della rete** è una sfida complessa, in quanto comprende una varietà di fenomeni eterogenei che richiedono approcci differenziati e interventi mirati. Dall'analisi emerge che i fenomeni di **small-signal stability** e **voltage stability** possono essere efficacemente affrontati utilizzando **algoritmi di ensemble** e **modelli non lineari statici**. Questi approcci risultano particolarmente efficaci nel catturare le **relazioni statiche tra le variabili del sistema**, fornendo previsioni affidabili in contesti relativamente stabili. Diversamente, i fenomeni di **transient stability** e **frequency stability** richiedono l'impiego di modelli più avanzati e sofisticati, in grado di integrare la **dimensione temporale**. Gli **algoritmi sequenziali** si dimostrano particolarmente adatti per modellare queste dinamiche, poiché riescono a rappresentare **l'evoluzione temporale di eventi critici**, come variazioni improvvise o oscillazioni nella rete.

Per quanto riguarda il contesto della **demand response**, l'analisi evidenzia che **quasi tutti gli algoritmi** presi in considerazione possono supportare efficacemente le applicazioni analizzate, ovvero lo **scheduling dei carichi**, sia a livello individuale che aggregato, e l'**identificazione del miglior schema di incentivi/prezzi**. Tuttavia, le performance e il livello di dettaglio offerto dai diversi algoritmi variano, rendendo necessaria una **selezione accurata** in base agli obiettivi specifici e alle condizioni operative del sistema.

Obiettivi della sezione

Questa Sezione analizza l'applicazione dell'Intelligenza Artificiale nel settore energetico, con particolare attenzione al suo potenziale nel favorire il processo di decarbonizzazione.

Nella prima parte, viene effettuata una mappatura complessiva delle principali applicazioni dell'AI nel settore, attraverso una revisione della letteratura esistente. Le applicazioni individuate vengono raggruppate in cluster, in modo da fornire una visione strutturata senza entrare in dettagli eccessivamente granulari, ma evidenziando invece le principali famiglie di soluzioni.

Successivamente, l'analisi si focalizza su tre applicazioni specifiche, selezionate sulla base di criteri esplicitati nel testo e ritenute particolarmente rilevanti per gli obiettivi del Report. Per ciascuna di esse viene fornita una descrizione approfondita e un

inquadramento nel contesto energetico, identificando gli algoritmi di Intelligenza Artificiale più adatti per la loro implementazione. Ove possibile, vengono inoltre presentati casi studio per quantificare i benefici derivanti dall'adozione di tali algoritmi.

Infine, la Sezione esplora il ruolo dell'AI nel settore dell'idrogeno, analizzando in che modo le applicazioni precedentemente discusse possano influenzare e ottimizzare le operazioni lungo la catena del valore dell'idrogeno. In particolare, vengono valutati i potenziali impatti sulla produzione, sul trasporto e sull'uso finale dell'idrogeno, con un focus su come gli algoritmi di AI possano migliorare aspetti chiave come l'efficienza operativa, la sicurezza della supply chain e l'integrazione dell'idrogeno nei sistemi energetici decarbonizzati.

2.1

Le applicazioni dell'AI nel settore energetico: Overview

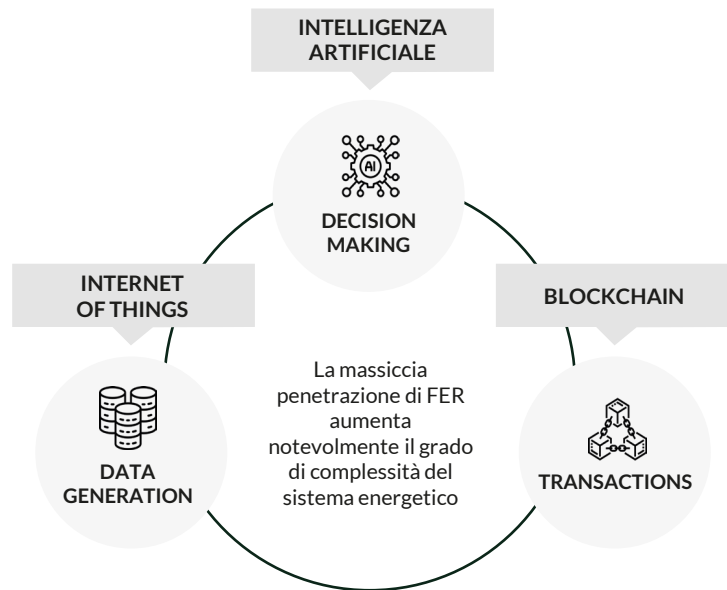
La digitalizzazione del settore energetico

Intelligenza Artificiale, IoT e Blockchain

Il **processo di digitalizzazione** rappresenta un elemento cruciale nella trasformazione del **settore energetico**, poiché abilita la gestione di **enormi volumi di dati** e l'**ottimizzazione** di sistemi sempre più articolati (*).

Il rapporto tra digitalizzazione e settore energetico si basa su tre pilastri fondamentali:

1. **Intelligenza Artificiale:** consente di analizzare grandi quantità di dati per ottimizzare la gestione delle risorse energetiche, migliorare l'efficienza operativa e prevedere eventi futuri.
2. **Internet of Things:** connette dispositivi e sensori intelligenti che raccolgono e trasmettono dati sull'uso in tempo reale, permettendo di monitorare il funzionamento dei dispositivi.
3. **Blockchain:** garantisce sicurezza, trasparenza e tracciabilità nelle transazioni energetiche, risultando particolarmente utile nei sistemi peer-to-peer (P2P), riduce la necessità di intermediari e migliora la fiducia tra gli attori del sistema energetico.



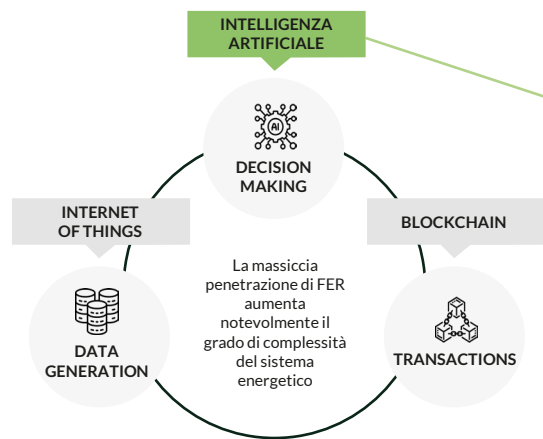
(*) Fonte: *Enabling Technologies* (IRENA, 2019)

L'Intelligenza Artificiale

Definizione

Sebbene tutte e tre le componenti illustrate siano essenziali per il processo di digitalizzazione del settore energetico, il Report di quest'anno ha scelto di focalizzarsi esclusivamente sull'Intelligenza Artificiale (AI).

Non esiste una definizione universalmente condivisa di AI, poiché il **significato del termine cambia in base al contesto applicativo**, all'approccio disciplinare adottato e all'evoluzione delle tecnologie. Alcuni la descrivono come la capacità di una macchina di svolgere attività che normalmente richiedono l'intelligenza umana, mentre altri la considerano un insieme di metodologie avanzate per l'analisi e il trattamento dei dati. Questa diversità di prospettive evidenzia la **complessità e la multidisciplinarietà dell'AI**. Per questo Report, e in relazione allo specifico ambito di analisi, si è deciso di adottare la definizione fornita dall'AI Act dell'Unione Europea.



Definizione fornita all'interno del AI Act



Un **software** [...] che può, per una specifica serie di obiettivi definiti dall'uomo, **generare output** come contenuti, previsioni, raccomandazioni o decisioni che influenzano gli ambienti con cui interagiscono.

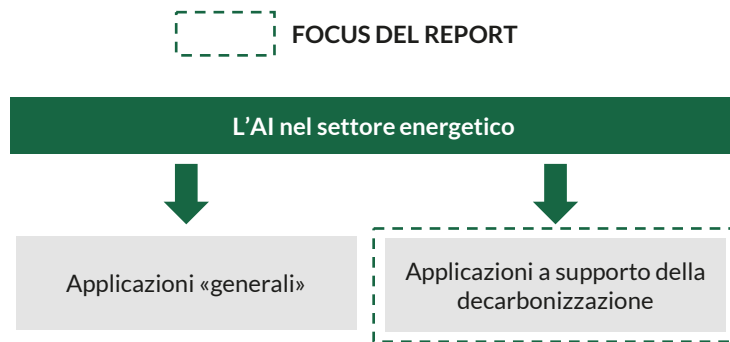
Le applicazioni dell'AI

Il focus del Report

Sebbene l'Intelligenza Artificiale trovi applicazione in numerosi ambiti del settore energetico, non tutte le sue applicazioni hanno un impatto significativo sulla decarbonizzazione. Infatti, mentre alcune applicazioni giocano un ruolo chiave nella riduzione delle emissioni di CO₂, altre, pur essendo preziose per il miglioramento delle performance del settore energetico, non contribuiscono in modo diretto alla transizione verso un sistema a basse emissioni di carbonio. Poiché il Report ha l'obiettivo di analizzare le interazioni tra digitalizzazione e decarbonizzazione, si è scelto di focalizzarsi su quelle applicazioni dell'AI che favoriscono concretamente la transizione energetica, senza estendere l'analisi a tutto il ventaglio di utilizzi possibili.

Si è quindi condotta una **revisione della letteratura** per individuare le **applicazioni dell'AI legate alla decarbonizzazione**. Questo processo ha richiesto la definizione di un livello specifico di granularità, poiché ogni applicazione può articolarsi in un'ampia gamma di sotto-applicazioni.

La revisione della letteratura ha incluso sia articoli scientifici che report di progetti specifici, garantendo così una visione complessiva e approfondita del panorama attuale. Nel processo di mappatura, sono state selezionate esclusivamente le applicazioni caratterizzate da un certo grado di maturità tecnologica, escludendo soluzioni ancora sperimentali o altamente innovative che potrebbero emergere solo in un futuro più lontano.

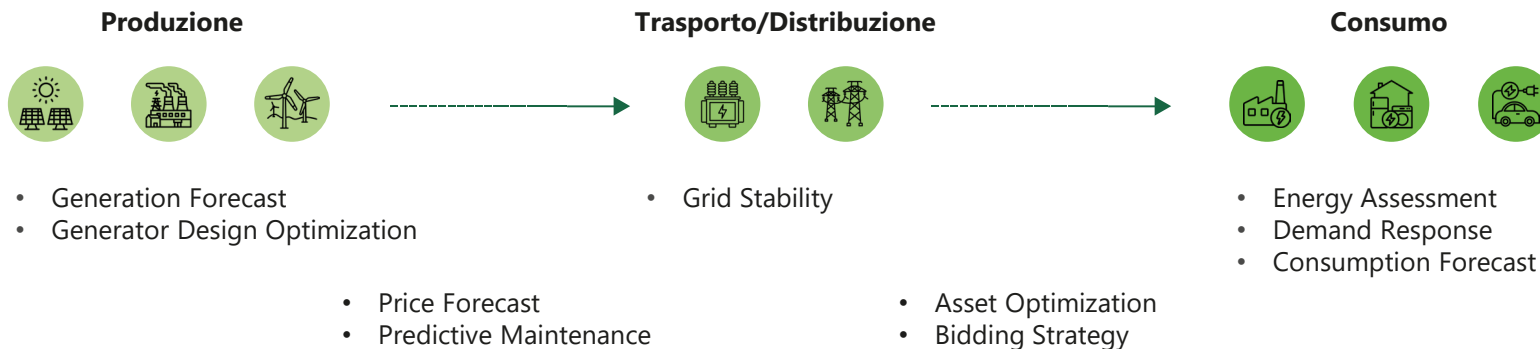


Le applicazioni dell'AI nel settore energetico

La distribuzione lungo la supply chain

La revisione della letteratura ha permesso di individuare dieci applicazioni dell'AI nel settore energetico con un impatto significativo sulla decarbonizzazione.

Come primo criterio di analisi, queste applicazioni sono state classificate lungo le diverse fasi della filiera energetica, evidenziando una **distribuzione relativamente equilibrata**. Nello specifico, due applicazioni riguardano la fase di **produzione**, una è associata al **trasporto e alla distribuzione**, mentre tre si collocano nella fase di **consumo**. Le restanti quattro sono state considerate **trasversali**, poiché trovano applicazione in più fasi della filiera, contribuendo in modo integrato all'ottimizzazione del sistema energetico.



Fonte: Unravelling the role of Artificial Intelligence to achieve energy-related Sustainable Development Goals: a literature review and an empirical analysis (Bonalumi, 2024)

Le applicazioni dell'AI nel settore energetico

Overview (1/2)

APPLICAZIONE	DESCRIZIONE
GENERATION FORECAST	L'AI viene utilizzata per prevedere la produzione di energia da fonti rinnovabili , analizzando dati storici, condizioni meteorologiche e parametri operativi. Migliorare la precisione delle previsioni consente di ridurre l'incertezza legata all'intermittenza delle fonti rinnovabili , ottimizzando la gestione della rete elettrica e riducendo la necessità di interventi correttivi.
GENERATOR DESIGN OPTIMIZATION	L'AI supporta la progettazione di impianti di generazione energetica , identificando le configurazioni più efficienti dal punto di vista tecnico ed economico . Analizzando numerosi parametri e scenari, è possibile migliorare le prestazioni degli impianti, ridurre gli sprechi di energia e ottimizzare i costi di produzione.
GRID STABILITY	L'AI aiuta a mantenere la stabilità della rete elettrica , monitorando continuamente il bilanciamento tra produzione e consumo . Attraverso una gestione più efficiente dei flussi di energia e un controllo in tempo reale delle variazioni di carico, è possibile prevenire squilibri e garantire un funzionamento più affidabile del sistema elettrico.
ENERGY ASSESSMENT	L'analisi avanzata dei dati energetici consente di valutare in modo dettagliato il consumo di impianti, edifici e processi industriali . L'AI individua inefficienze, suggerisce strategie di ottimizzazione e supporta la pianificazione di interventi per migliorare l'efficienza energetica e ridurre i costi operativi.
DEMAND RESPONSE	L'AI consente di modulare la domanda di energia in funzione della disponibilità di produzione e delle condizioni di rete . Regolando i consumi in modo più flessibile e adattivo, è possibile ridurre i picchi di richiesta, migliorare la stabilità del sistema e ottimizzare i costi per i consumatori e gli operatori di rete.

Le applicazioni dell'AI nel settore energetico

Overview (2/2)

APPLICAZIONE	DESCRIZIONE
CONSUMPTION FORECAST	L'AI permette di prevedere il consumo energetico futuro sulla base di dati storici, condizioni ambientali e schemi di utilizzo. Questo consente una pianificazione più efficace della produzione e della distribuzione , riducendo il rischio di sovrapproduzione o carenze di energia.
PRICE FORECAST	L'analisi predittiva dei prezzi dell'energia consente di anticipare le fluttuazioni del mercato, migliorando le strategie di acquisto e vendita. L'AI elabora previsioni basate su numerosi fattori, aiutando gli operatori a prendere decisioni più informate e a ridurre l'esposizione alla volatilità dei prezzi.
PREDICTIVE MAINTENANCE	L'AI monitora il funzionamento degli impianti energetici , identificando potenziali anomalie prima che si verifichino guasti . Questo approccio consente di pianificare in modo efficiente gli interventi di manutenzione, riducendo i tempi di fermo, i costi di riparazione e prolungando la vita utile delle infrastrutture.
ASSET OPTIMIZATION	L'AI migliora la gestione degli asset energetici, analizzando dati operativi e condizioni di utilizzo per ottimizzare le prestazioni . Attraverso un uso più efficiente delle risorse e una gestione dinamica degli impianti, è possibile aumentare la produttività e ridurre gli sprechi.
BIDDING STRATEGY	Nei mercati dell'energia, l'AI aiuta a definire strategie di offerta ottimali, adattandosi alle condizioni di mercato e alla disponibilità di energia . Questo permette di massimizzare i ricavi e migliorare l'efficienza della partecipazione alle aste energetiche, garantendo una gestione più strategica della produzione e della vendita di energia.

2.2

Algoritmi di Generation Forecast, Grid Stability e Demand Response nel sistema elettrico

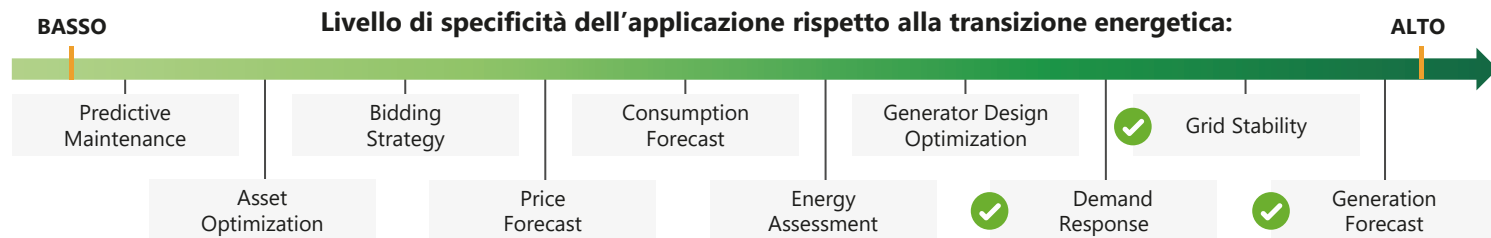
Le applicazioni dell'AI nel settore energetico

La loro specificità rispetto alla transizione energetica

Per il Report 2024 si è scelto di approfondire tre delle applicazioni presentate nel capitolo precedente. L'analisi è stata condotta con l'obiettivo di esaminare più nel dettaglio queste applicazioni, identificare gli algoritmi di AI più adatti e, ove possibile, stimarne il potenziale impatto.

La selezione delle applicazioni è avvenuta sulla base di un **criterio** specifico: il loro **livello di specificità rispetto alla transizione energetica**. Infatti, mentre alcune applicazioni hanno un carattere più generico e possono essere adottate in contesti diversi, altre sono direttamente legate alle necessità della decarbonizzazione.

Sulla base di questo parametro, le applicazioni sono state ordinate (come mostrato nel grafico sottostante) e le tre con il **livello di specificità più elevato** sono state scelte per le successive analisi: **Generation Forecast, Grid Stability e Demand Response**.



✓ Trattati nel report

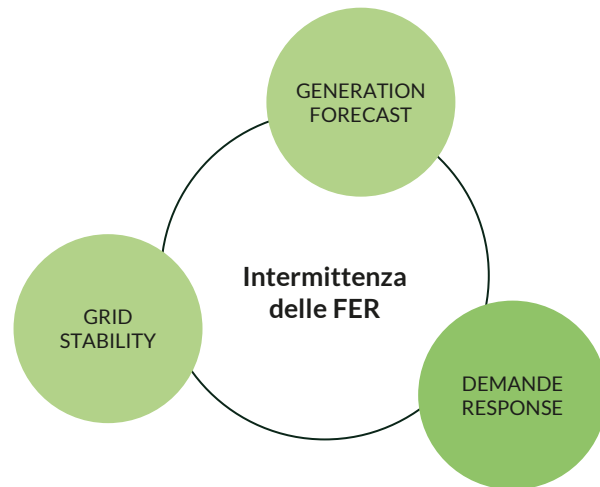
Le applicazioni analizzate nel Report

L'elemento in comune: l'intermittenza delle FER

Le tre applicazioni selezionate, pur riferendosi a fasi diverse della filiera energetica e affrontando aspetti differenti, condividono un elemento chiave che ne giustifica la necessità: la **gestione della complessità introdotta dalla massiccia penetrazione delle energie rinnovabili nel sistema**. L'ampia diffusione di queste fonti, infatti, ha reso imprescindibile **affrontare la sfida della loro natura intermittente, che richiede soluzioni mirate per garantire l'equilibrio del sistema energetico**.

Ognuna delle tre applicazioni contribuisce a mitigare questo problema da una prospettiva specifica. La **Generation Forecast** consente di prevedere con precisione le fluttuazioni della produzione da FER, migliorando la pianificazione e l'allocatione delle risorse. La **Demand Response** interviene invece sull'altro lato del sistema, cercando di adattare il profilo di consumo alle variazioni della produzione rinnovabile, riducendo gli squilibri tra domanda e offerta. Infine, **Grid Stability** assicura la resilienza della rete, consentendole di rispondere efficacemente alle variazioni improvvise e garantendo la stabilità operativa.

L'integrazione di queste tre applicazioni rappresenta un approccio strategico fondamentale per **gestire l'intermittenza delle rinnovabili e favorire una loro adozione sostenibile ed efficiente**.



Il contesto di riferimento

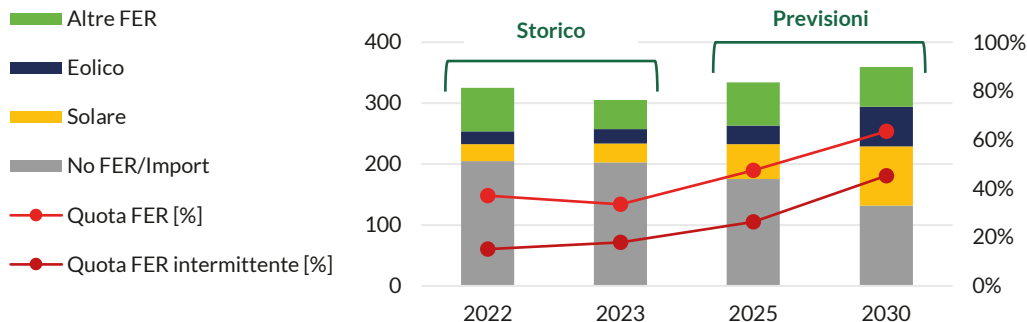
La penetrazione delle FER

Il processo di decarbonizzazione sta trasformando profondamente il sistema elettrico nazionale, assegnando alle fonti di energia rinnovabile (FER) un ruolo sempre più centrale. La loro quota nel mix energetico è in costante crescita, con un impatto significativo sulla produzione complessiva di elettricità.

Nel 2023, le **FER hanno contribuito per il 33% alla produzione nazionale di energia elettrica**, con il solare e l'eolico che, insieme, hanno rappresentato circa il 18% del totale. Questa tendenza è destinata ad accelerare nei prossimi anni, come delineato nell'aggiornamento del PNIEC pubblicato nel 2024. Secondo le proiezioni ufficiali, **entro la fine del decennio le rinnovabili forniranno oltre il 60% dell'energia elettrica nazionale**, con il solare e l'eolico che raggiungeranno complessivamente il 45%.

L'espansione di queste due tecnologie è supportata da un tasso di crescita annuo composto (CAGR) particolarmente elevato: tra il 2022 e il 2030, la capacità installata del solare fotovoltaico è prevista in crescita a un ritmo del 17% annuo, mentre quella dell'eolico seguirà con un incremento del 15% annuo. Questa evoluzione riflette la **volontà di ridurre la dipendenza dai combustibili fossili e accelerare la transizione verso un sistema elettrico più sostenibile, resiliente ed efficiente.**

Il consumo di energia elettrica (TWh) e la quota rinnovabile (%)



Fonte: PNIEC, Terna

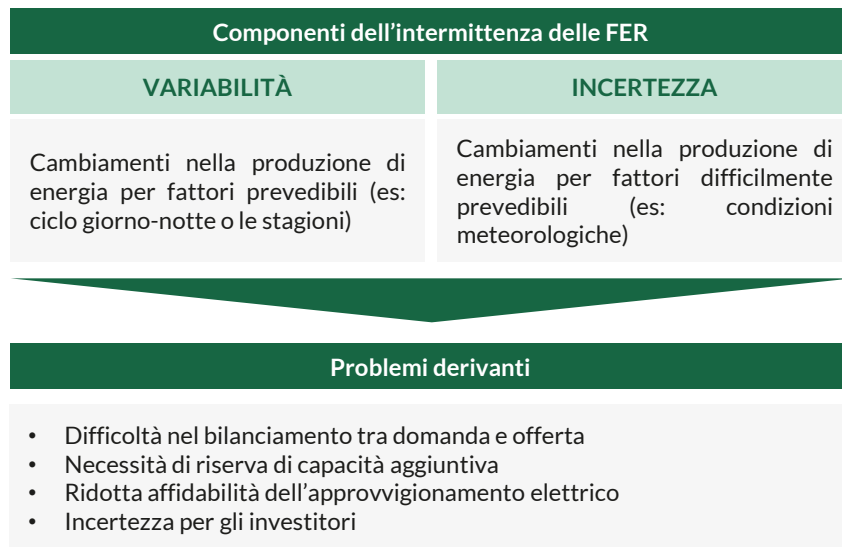
L'intermittenza delle FER

Variabilità e incertezza (1/2)

Come evidenziato in precedenza, la crescente diffusione delle tecnologie solare ed eolica pone una sfida gestionale significativa a causa della loro natura intrinsecamente **intermittente**. Questo fenomeno può essere scomposto in due componenti principali, ognuna con conseguenze specifiche per il sistema energetico:

- la **variabilità**, che riguarda le fluttuazioni prevedibili della produzione rinnovabile e che, pur essendo gestibile, richiede un'attenta pianificazione e un efficace coordinamento delle risorse;
- l'**incertezza**, che fa riferimento alle variazioni non facilmente prevedibili, rendendo più complessa la gestione della rete e introducendo elementi di instabilità nel sistema elettrico.

Questi due aspetti generano una serie di problematiche, tra cui la **difficoltà nel bilanciamento tra domanda e offerta**, la necessità di una riserva di capacità aggiuntiva, la ridotta affidabilità dell'approvvigionamento elettrico e l'incertezza per gli investitori.



L'intermittenza delle FER

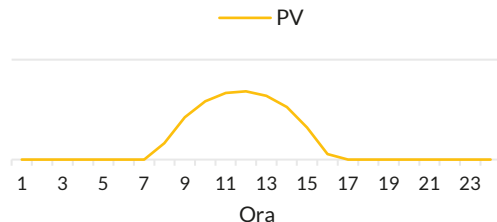
Variabilità e incertezza (1/2)

La **variabilità** include le intermittenze diurne e stagionali, relativamente prevedibili ma non con assoluta certezza. L'**incertezza**, invece, riguarda le fluttuazioni legate alle condizioni meteorologiche, di difficile previsione.

VARIABILITÀ

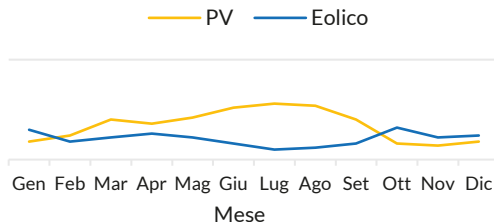
DIURNAL

Si verifica a causa del ciclo naturale giorno-notte e riguarda principalmente **l'energia solare**. Questo tipo di intermittenza è **tendenzialmente prevedibile**, ma crea comunque una sfida per la fornitura di energia durante le ore notturne o nei momenti di picco serale della domanda.



SEASONAL

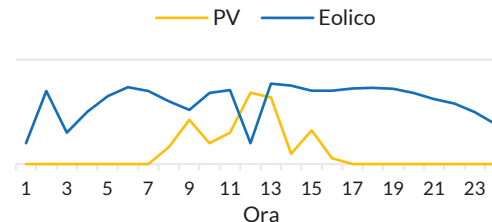
Si verifica a causa dei cambiamenti stagionali e riguarda **sia l'energia solare che quella eolica**. Questa variabilità stagionale rende difficile mantenere una produzione costante di energia rinnovabile durante tutto l'anno, richiedendo strategie di pianificazione a lungo termine.



INCERTEZZA

WEATHER-DEPENDENT

Si verifica a causa di cambiamenti meteorologici difficili da prevedere, come la presenza di una nuvola, e riguarda **sia l'energia solare che quella eolica**. Questo tipo di intermittenza è **meno controllabile** e richiede una maggiore flessibilità da parte della rete elettrica.



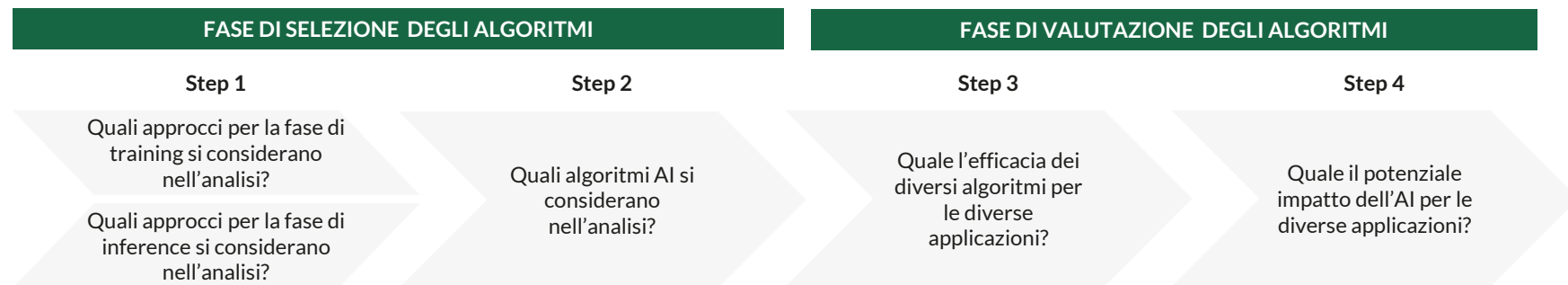
(*) Fonte: Intermittency is Renewable Energy's Major Issue but there are Solutions (PMF IAS, 2023)

Analisi delle applicazioni

La metodologia adottata

L'analisi delle tre applicazioni è stata strutturata seguendo il flusso logico rappresentato nello schema sottostante.

- Il primo passo (Step 1) ha riguardato la **definizione degli approcci di interesse** per le fasi di training e inference, elementi fondamentali per comprendere il funzionamento degli algoritmi e la loro applicabilità.
- Questo aspetto, che verrà approfondito nelle slide successive, ha permesso di individuare gli algoritmi (Step 2) che sono stati successivamente **valutati per le tre applicazioni selezionate**.
- Nella fase successiva (Step 3), si è **valutata l'efficacia di ciascun algoritmo identificato** in relazione alla **specificazione applicazione**.
- Infine, ove possibile, nello Step 4 si è cercato di **fornire un'indicazione del potenziale impatto che l'AI potrebbe avere** sulle applicazioni, valutando il contributo concreto che potrebbe offrire nel migliorare la gestione del sistema energetico e nell'accelerare la transizione verso un mix più sostenibile.



Box: Il confronto tra l'AI e i metodi tradizionali

Indipendentemente dall'applicazione per cui vengono utilizzati, gli algoritmi di AI si distinguono dai metodi tradizionali per una serie di caratteristiche che consentono loro di identificare schemi complessi, ottimizzare processi e prendere decisioni in tempo reale.

La seguente tabella evidenzia le principali **differenze tra le due tipologie di algoritmi**, analizzandole lungo alcune variabili chiave.

	ALGORITMI TRADIZIONALI	ALGORITMI BASATI SULL'AI
Approccio alla modellazione	Modelli fisici o statistici che richiedono un'esplicita comprensione delle relazioni tra variabili	Modelli che non richiedono una definizione a priori delle relazioni tra variabili, ma identificano autonomamente pattern e correlazioni
Adattabilità	Buone performance in condizioni stabili e prevedibili, ma mostrano limiti in scenari con alta variabilità o intermittenza	Capacità di catturare variabilità e non linearità nei dati , gestendo fluttuazioni impreviste delle condizioni esterne
Gestione dei dati	Bassa capacità di gestire dataset formati da una serie di variabili eterogenee	Progettati per gestire efficacemente grandi dataset (i.e. Big Data), integrando dati eterogenei
Tempo di aggiornamento	Modelli che richiedono un intervento manuale per adattarsi a nuove condizioni	Modelli che si aggiornano automaticamente attraverso processi di apprendimento continuo , migliorando costantemente le previsioni.
Robustezza	Modelli con alta sensibilità a dati incompleti e/o rumorosi, che possono introdurre errori significativi	Modelli che hanno la capacità di gestire automaticamente i «processi di denoising» , identificando autonomamente eventuali outlier

Fase di selezione degli algoritmi

Le fasi di vita: Training e Inference

Nel paradigma dell'intelligenza artificiale (AI) esistono **diverse famiglie di algoritmi**, ciascuna caratterizzata da approcci distinti e specificità modellistiche. Queste famiglie di algoritmi si differenziano non solo per il metodo con cui operano, ma anche per gli ambiti di applicazione, che variano in base agli obiettivi e ai risultati desiderati.

Le differenze tra gli algoritmi possono essere analizzate con riferimento alle due fasi del loro utilizzo: **la fase di addestramento** (*training*) e **la fase operativa** (*inference*), qui sotto descritte.



Training

Il modello viene esposto a **un set di dati di esempio** con l'obiettivo di apprendere pattern, relazioni o strategie ottimali. Attraverso iterazioni successive, **l'algoritmo regola i suoi parametri interni per minimizzare gli errori** e migliorare la capacità di generalizzare quando affronta dati non ancora visti.



Inference

Il modello viene applicato a **nuovi dati** per eseguire previsioni, classificazioni o altre funzioni specifiche. In questa fase, il modello utilizza le **conoscenze acquisite durante l'addestramento** per interpretare gli input, riflettendo il processo decisionale automatizzato per cui è stato progettato.

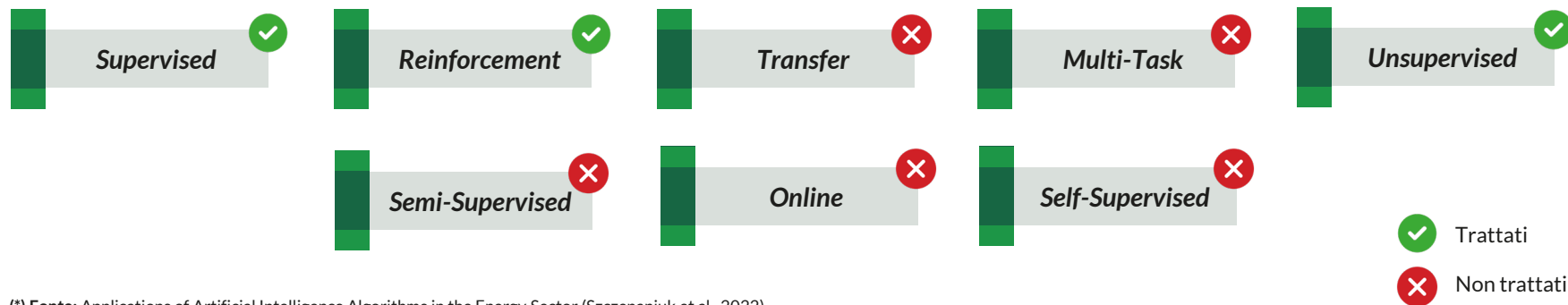
Fase di selezione degli algoritmi

I diversi approcci per la fase di training

In primo luogo gli algoritmi possono essere classificati a seconda dell'approccio utilizzato durante la loro **fase di addestramento** (*).

Il report si concentra su quelli più diffusi nel settore energetico, ovvero:

1. **Supervised Learning:** utilizza **dati etichettati**, dove **ogni input è associato a un output conosciuto**, per addestrare il modello. L'obiettivo è creare una funzione capace di prevedere correttamente gli output per nuovi dati non visti.
2. **Unsupervised Learning:** lavora con **dati non etichettati**, cercando di **identificare pattern nascosti, correlazioni o strutture nei dati**. È utile per attività come clustering, riduzione della dimensionalità o rilevamento di anomalie.
3. **Reinforcement Learning:** coinvolge un **agente che interagisce con un ambiente, prendendo decisioni per massimizzare una ricompensa cumulativa**. Questo approccio è particolarmente adatto a problemi sequenziali o con dinamiche complesse.



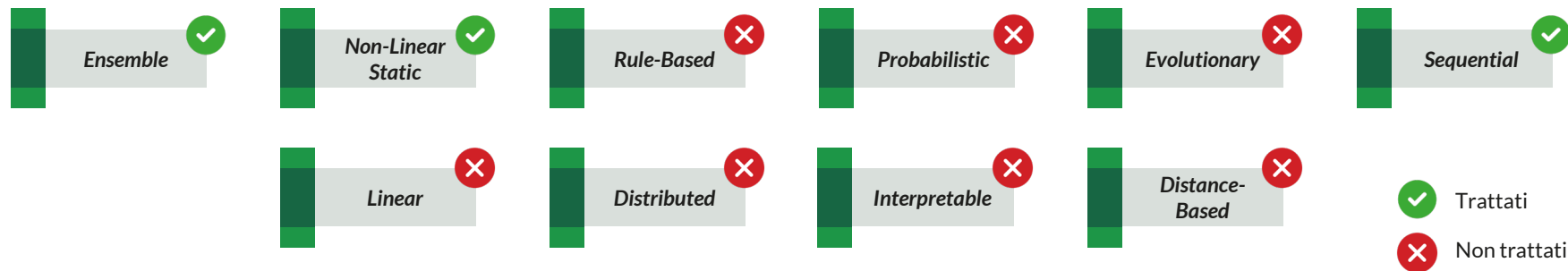
(*) Fonte: Applications of Artificial Intelligence Algorithms in the Energy Sector (Szczepaniuk et al., 2022)

Fase di selezione degli algoritmi

I diversi approcci per la fase di inference

Oltre alla fase di addestramento, gli algoritmi di AI possono essere classificati anche in base all'approccio che utilizzano durante la **fase operativa**. Anche in questo caso, il report si concentra su quelli più diffusi nel settore energetico, ovvero:

1. **Ensemble Algorithms:** combinano le previsioni di più modelli per **migliorare la robustezza e l'accuratezza dei risultati**. Nella pratica questo avviene implementando tecniche di bagging (i.e. ridurre la varianza per evitare overfitting) e boosting (i.e. ridurre il bias per migliorare la precisione).
2. **Non-Linear Static Algorithms:** catturano **relazioni non lineari tra input e output senza considerare la dimensione temporale**. Sono ideali per problemi complessi con dipendenze non lineari statiche.
3. **Sequential Algorithms:** **elaborano dati che si evolvono nel tempo**, catturando dipendenze temporali o sequenziali. Sono spesso utilizzati in analisi di serie temporali.



Fase di selezione degli algoritmi

Intersezione risultante

Una volta definiti gli approcci per la fase di **addestramento** (training) e per la fase **operativa** (inference), è possibile individuare i **specifici algoritmi di AI** che rientrano nel perimetro di analisi del Report.

La tabella sottostante presenta una panoramica degli algoritmi selezionati, evidenziando la loro collocazione in base all'incrocio tra le due fasi analizzate. È bene sottolineare che la tabella non riporta tutti gli algoritmi, ma solo quelli che risultano di particolare interesse per il settore energetico, informazione che è stata raccolta a seguito di aver consultato la letteratura in merito.

		Fase di addestramento		
		SUPERVISED	UNSUPERVISED	REINFORCEMENT
Fase operativa	ENSEMBLE	- Random Forest (RF) - Gradient Boosting (GB) - Extreme Gradient Boosting (XGBoost)	/	/
	NON-LINEAR STATIC	- Support Vector Machines (SVM) - Artificial Neural Network (ANN) - K-Nearest Neighbors (KNN)	K-Nearest Neighbors (KNN)	Deep Neural Network (DNN)
	SEQUENTIAL	- Recurrent Neural Network (RNN) - Long Short-Term Memory (LSTM)	Recurrent Neural Network (RNN)	/

Fonte: Applications of Artificial Intelligence Algorithms in the Energy Sector (Szczepaniuk et al., 2022)

Fonte: Wind Power Forecasting Using Machine Learning: State of the Art, Trends and Challenges (Kathrine Lau Jørgensen et al., 2020)

Box: Descrizione degli algoritmi selezionati (1/3)

La seguente tabella riporta una sintetica descrizione dei **tre algoritmi di ensemble** inclusi nell'analisi.

ALGORITMI DI ENSEMBLE

Random Forest (RF)

È un algoritmo di **apprendimento supervisionato** basato su più **alberi decisionali**, ognuno addestrato su un sottoinsieme casuale dei dati. Per le previsioni, combina i risultati tramite **voto maggioritario** (classificazione) o **media** (regressione), migliorando così l'accuratezza e la stabilità del modello.

Tra i principali vantaggi, è **robusto contro l'overfitting**, gestisce efficacemente dataset con molte variabili e tollera il rumore nei dati. È **meno interpretabile** rispetto a un singolo albero decisionale e può essere **computazionalmente pesante** con dataset molto grandi.

È uno degli algoritmi più utilizzati in machine learning grazie alla sua affidabilità e versatilità.

Gradient Boosting (GB)

Il **Gradient Boosting** è un metodo di **boosting** che costruisce alberi decisionali in sequenza, correggendo progressivamente gli errori del modello precedente tramite l'ottimizzazione di una funzione di perdita. Ogni nuovo albero è addestrato per ridurre gli errori residui, migliorando così la precisione complessiva del modello.

I suoi principali vantaggi sono **elevata accuratezza** e capacità di gestire **dati non lineari**, rendendolo particolarmente adatto per dataset di **piccole e medie dimensioni**. Tuttavia, rispetto al Random Forest, il suo addestramento è **più lento** e più **suscettibile all'overfitting**, richiedendo un'attenta regolazione degli iperparametri.

Extreme Gradient Boosting (XGB)

Questi algoritmi rappresentano una variante avanzata del **Gradient Boosting**, ottimizzata per una gestione più efficiente della memoria. Grazie a miglioramenti strutturali, il loro **addestramento è più veloce**, permettendo di elaborare i dati in modo più rapido rispetto ai classici algoritmi di Gradient Boosting.

Uno dei principali vantaggi è l'integrazione di una **regolarizzazione avanzata**, che limita l'assegnazione di pesi eccessivi alle variabili, riducendo così il rischio di **overfitting**. Tuttavia, il loro utilizzo richiede un **tuning accurato** per ottenere le migliori prestazioni e può risultare **meno interpretabile** rispetto ad altri modelli di machine learning.

Box: Descrizione degli algoritmi selezionati (2/3)

La seguente tabella riporta una sintetica descrizione dei **quattro algoritmi non lineari statici** che sono stati inclusi nell'analisi.

ALGORITMI NON LINEARI STATICI			
Support Vector Machines (SVM)	Artificial Neural Network (ANN)	Deep Neural Network (DNN)	K-Nearest Neighbors (KNN)
È un algoritmo di apprendimento supervisionato che identifica l'iperpiano ottimale per separare le classi in uno spazio multidimensionale. Per gestire dati non lineari, proietta i dati in uno spazio di dimensioni superiori, facilitando la separazione. È molto efficace con dataset piccoli e dati ben separabili, ma la sua complessità computazionale lo rende lento su dataset grandi e difficile da ottimizzare in problemi complessi.	Sono modelli ispirati alla struttura del cervello umano, composti da neuroni artificiali organizzati in strati di input, nascosti e output. Ogni neurone applica una funzione di attivazione e trasmette il segnale agli strati successivi, permettendo al modello di apprendere schemi complessi nei dati. Le ANN hanno una elevata capacità di apprendimento e sono adatte a problemi complessi e non lineari, ma richiedono grandi quantità di dati e un alto costo computazionale. Inoltre, risultano spesso difficili da interpretare.	Sono reti neurali artificiali con più strati nascosti rispetto alle ANN tradizionali, permettendo un apprendimento gerarchico delle caratteristiche e una rappresentazione dei dati attraverso livelli successivi di astrazione. Nel caso di problemi complessi, le DNN possono offrire prestazioni superiori rispetto alle ANN, grazie alla capacità di riconoscere pattern complessi e astratti. Tuttavia, richiedono grandi quantità di dati e elevata potenza di calcolo, e i risultati ottenuti sono difficili da interpretare.	Si basano sulla similarità tra i dati. Per classificare un nuovo punto, identificano i k punti più vicini nel dataset di addestramento usando metriche come la distanza euclidea e assegnano la classe più frequente tra questi vicini. Per la regressione, calcolano la media dei valori dei vicini. Sono facili da implementare e adatti a dataset piccoli con confini complessi, ma risultano poco efficienti con dataset di grandi dimensioni, poiché per ogni nuovo punto è necessario confrontarsi con l'intero dataset.

Box: Descrizione degli algoritmi selezionati (3/3)

La seguente tabella riporta una sintetica descrizione dei due **algoritmi sequenziali** che sono stati inclusi nell'analisi.

ALGORITMI SEQUENZIALI	
Recurrent Neural Network (RNN)	Long Short-Term Memory (LSTM)
Le Reti Neurali Ricorrenti (RNN) sono progettate per gestire dati sequenziali come testi, serie temporali o audio. A differenza delle reti neurali tradizionali, le RNN hanno connessioni ricorrenti che consentono di mantenere una memoria temporale delle informazioni durante l'elaborazione della sequenza. Come le DNN, le RNN apprendono gerarchicamente le caratteristiche, rappresentando i dati tramite livelli successivi di astrazione. L'apprendimento gerarchico avviene tramite strati iniziali, che catturano informazioni locali, strati intermedi, che riconoscono pattern complessi nelle dipendenze temporali, e strati finali, che identificano la struttura generale della sequenza, utile per previsioni o classificazioni. Questi algoritmi sono ideali per dati sequenziali e catturano le dipendenze temporali. Tuttavia, presentano difficoltà nel gestire dipendenze a lungo termine a causa del vanishing gradient, che ostacola l'aggiornamento degli strati iniziali, rendendo difficile apprendere pattern su larga scala. Inoltre, risultano più lenti nell'addestramento rispetto ad altre reti neurali.	Gli algoritmi LSTM (Long Short-Term Memory) sono un tipo avanzato di RNN, progettati per superare il problema del vanishing gradient, consentendo di memorizzare e gestire informazioni su sequenze lunghe in modo più efficace. Utilizzano celle di memoria speciali per preservare informazioni su lunghe sequenze, migliorando la gestione delle dipendenze temporali. L'apprendimento gerarchico nelle LSTM avviene attraverso strati iniziali, che catturano dipendenze a breve termine, strati intermedi, che identificano pattern su intervalli temporali più ampi, e strati finali, che memorizzano informazioni cruciali per il contesto e migliorano la precisione delle previsioni. Il principale vantaggio delle LSTM è la loro capacità di gestire sequenze lunghe, riducendo il problema del vanishing gradient. Tuttavia, sono più complessi e lenti da addestrare, richiedendo più risorse computazionali rispetto agli algoritmi RNN tradizionali.

Generation Forecast

Gli algoritmi più utilizzati

Circoscrivendo l'analisi alle sole tecnologie fotovoltaica ed eolica, il processo di revisione della letteratura ha permesso di giungere alle seguenti conclusioni:

- Algoritmi di ensemble: Random Forest e Gradient Boosting promettono un elevato livello di efficacia, sia la **produzione fotovoltaica** sia **quella eolica**, poiché resistono **all'influenza di condizioni temporanee** (es: nuvola o raffica di vento).
- Algoritmi non lineari statici: ANN e SVM sono efficaci nel prevedere la **generazione solare**, catturando le relazioni complesse tra le variabili. **Meno efficaci per la generazione eolica**, per cui è richiesta la dimensione temporale dei dati.
- Algoritmi sequenziali: RNN e LSTM risultano efficaci nel prevedere la **generazione eolica**, modellando la **complessa dinamica del vento**. Eccessivamente dispendiosi ed elaborati per la previsioni della generazione solare.

	Algoritmi di ensemble		Algoritmi non lineari statici		Algoritmi sequenziali	
	Random Forest	Gradient Boosting	Artificial Neural Network	Support Vector Machines	Recurrent Neural Network	Long Short-Term Memory
						
						

 Casi in cui l'algoritmo raggiunge un livello soddisfacente di efficacia

Generation Forecast

Le variabili più rilevanti per la decisione (1/2)

La valutazione dell'efficacia degli algoritmi per la previsione della **generazione solare ed eolica** dipende da due variabili fondamentali che chi seleziona l'algoritmo deve tenere in considerazione.

La **quantità e qualità dei dati storici** a disposizione è il primo fattore cruciale: infatti, in molte situazioni, specialmente in aree remote senza sistemi di monitoraggio meteo consolidati, i dati su irraggiamento solare e condizioni del vento possono essere limitati o addirittura assenti. Come si vedrà nella slide successiva, la dimensione del dataset influisce notevolmente sulla scelta del miglior algoritmo da implementare.

La **seconda variabile** da considerare è l'**orizzonte temporale** della previsione. Le esigenze possono variare: previsioni a **breve termine** sono essenziali per la gestione operativa e la regolazione immediata della rete elettrica, mentre previsioni a **lungo termine** sono cruciali per la pianificazione strategica e l'allocazione delle risorse. Pertanto, la scelta dell'algoritmo ideale dipende anche da questa variabile.

Numerosità del dataset	Si riferisce alla quantità di dati storici disponibili , un fattore che influisce direttamente sulla capacità dell'algoritmo di apprendere pattern significativi . Dataset ampi e completi permettono l'utilizzo di algoritmi complessi. Al contrario, dataset limitati potrebbero richiedere l'uso di modelli più semplici.
Orizzonte temporale della previsione	Si riferisce alla durata del periodo futuro per cui si vuole effettuare la previsione. Previsioni a breve termine beneficiano spesso di modelli che sfruttano dati ad alta risoluzione temporale. Per orizzonti temporali più lunghi, è preferibile usare modelli che incorporano variabili esogene e riescano a cogliere trend di lungo periodo.

Generation Forecast

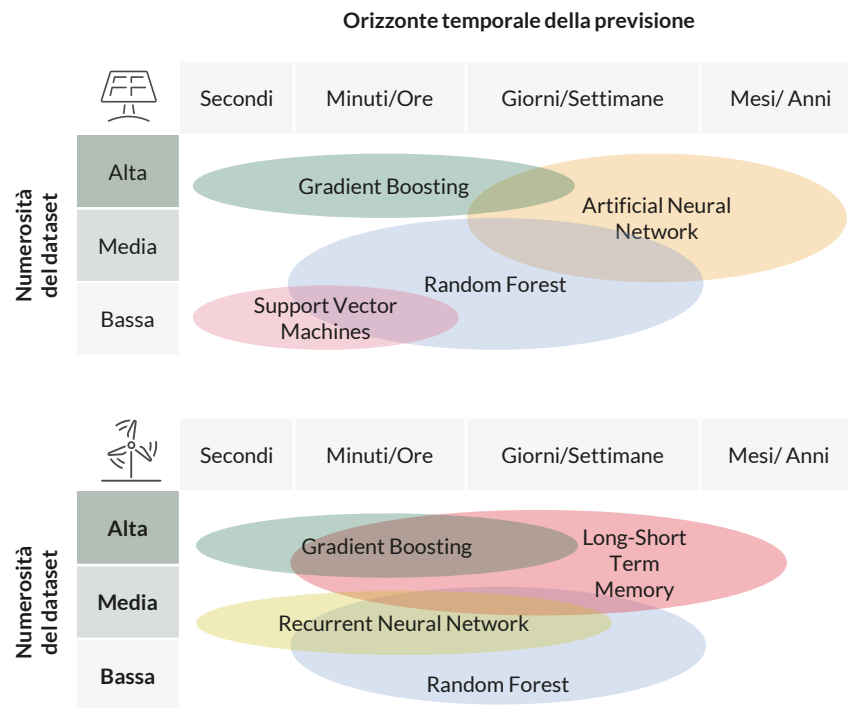
Le variabili più rilevanti per la decisione (2/2)

Per integrare i ragionamenti sulle **variabili appena discusse** (i.e. numerosità del dataset e orizzonte temporale della previsione), è stata creata una matrice che colloca gli algoritmi in base alle condizioni ottimali per la loro implementazione. I principali messaggi che emergono dalla matrice sono i seguenti:

Per entrambe le tecnologie, **solare ed eolica**, risulta particolarmente difficile ottenere previsioni accurate su orizzonti temporali estesi. Nel caso dell'energia solare, le **reti neurali artificiali** offrono buone prestazioni, ma solo se si dispone di **dataset molto ampi**; per l'energia eolica, anche una grande quantità di dati non sempre garantisce risultati soddisfacenti.

In generale, la previsione della **generazione eolica** richiede **dataset ancora più estesi**, poiché la complessità e variabilità del vento richiedono numerose informazioni per inferire correttamente i comportamenti futuri.

Tra gli **algoritmi di ensemble**, il **Gradient Boosting** risulta efficace per fornire **previsioni immediate** (nell'ordine di secondi o minuti), mentre il **Random Forest** si dimostra più adatto in situazioni in cui i dataset a disposizione sono più **limitati**.

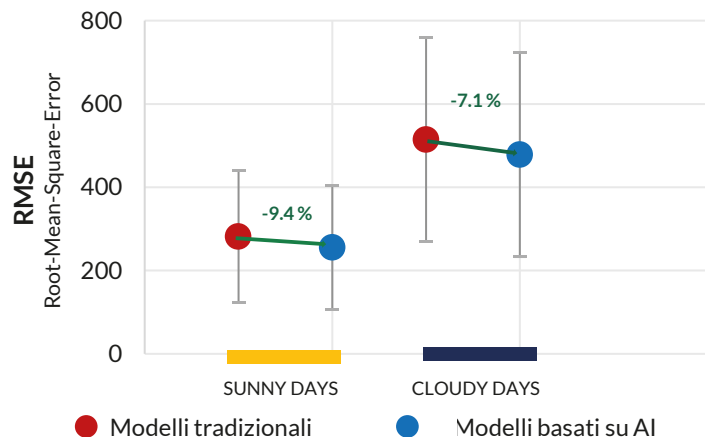


Generation Forecast

Caso studio: il potenziale per la generazione solare

ENEA ha condotto uno studio per valutare le differenze nelle prestazioni tra modelli previsionali tradizionali e **modelli innovativi basati su intelligenza artificiale (AI)**. I modelli tradizionali, che si affidano prevalentemente ai dati meteorologici, sono stati potenziati abbinandoli a un **algoritmo di apprendimento automatico** in grado di integrare i dati storici di generazione.

Entrambe le tipologie di modelli sono state **testate su un dataset** composto da giornate caratterizzate sia da condizioni soleggiate che nuvolose. Confrontando le prestazioni delle due tipologie di modelli, emergono alcuni spunti interessanti.



Fonte: Machine Learning and Weather Model Combination for PV Production Forecasting (Buonanno et al., 2024)

Evidenze emerse

1

Il modello previsionale basato su AI mostra **performance superiori** rispetto al modello tradizionale (-9.4% e -7.1% del RMSE rispettivamente per giornate soleggiate e nuvolose).

2

Prevedere la generazione in giornate **nuvolose** è sensibilmente **più complicato** rispetto alle giornate soleggiate (82.8% e 87.6% del RMSE rispettivamente per modelli tradizionali e modelli basati su AI).

3

Per entrambe le tipologie di modelli e in entrambe le tipologie di giornate, la **variabilità delle previsioni è notevole**, confermando come la **Generation Forecast rappresenti un esercizio molto complesso**.

Grid Stability

Introduzione

La natura intermittente delle FER, che rende complicato prevedere con certezza il loro profilo di produzione, pone seri problemi anche sulla rete elettrica, che deve fronteggiare due tipi di problematiche:⁽¹⁾

GRID INADEQUACY

Attualmente, la rete elettrica presenta una **capacità fisica insufficiente per accogliere tutte le richieste di connessione di nuovi impianti di energia rinnovabile**. Questa carenza è principalmente causata dalle difficoltà nell'**ottimizzazione** di una rete progettata originariamente per la **generazione centralizzata** e da una **pianificazione inefficace**, che hanno limitato la capacità di adattarsi rapidamente alle esigenze di connessione delle fonti rinnovabili. Queste **limitazioni** rallentano lo sviluppo di nuove **installazioni FER**, ostacolando il raggiungimento di **capacità rinnovabili** adeguate e necessarie per il sistema energetico.

Tali limitazioni rallentano lo sviluppo di nuove installazioni FER, impedendo il raggiungimento di livelli di capacità rinnovabile che sarebbero essenziali e altamente desiderabili per il sistema energetico.

«Connection issue»

GRID INSTABILITY

Focus del report

La crescente diffusione di **fonti energetiche intermittenti** presenta sfide rilevanti per la stabilità della **rete elettrica**, poiché il loro profilo di produzione è sempre incerto. Inoltre, l'assenza di "**masse rotanti**", che nei sistemi tradizionali contribuiscono a mantenere l'inerzia e la stabilità del sistema, limita la capacità della rete di auto-bilanciarsi in caso di fluttuazioni del carico o variazioni improvvise nella produzione di energia. Questo deficit richiede spesso l'adozione del **curtailment** per gestire l'energia in eccesso, un intervento necessario ma che riduce l'efficienza complessiva del sistema e comporta una perdita di **potenziale energetico**.⁽²⁾

«Operational issue»

(1): Global Energy Perspective 2023 (McKinsey, 2023)

(2): Electricity security matters more than ever (IEA, 2020)

Grid Stability

Caratterizzazione del fenomeno

Alla luce di quanto esposto, il concetto di **Grid Stability** si riferisce alla capacità dell'**Intelligenza Artificiale** di mitigare o addirittura risolvere le problematiche di **instabilità** della rete. In questo contesto, la stabilità della rete elettrica si articola in quattro fenomeni principali: **small-signal stability**, **transient stability**, **frequency stability** e **voltage stability**. Ognuno di questi fenomeni è caratterizzato da dinamiche specifiche che influenzano il funzionamento complessivo del sistema.

Di seguito, viene fornita una breve descrizione di ciascun fenomeno, evidenziando le condizioni e i contesti in cui si verificano. Analizzare questi aspetti è cruciale, poiché la scelta degli algoritmi più appropriati dipende strettamente dalla natura del problema da affrontare o da attenuare.

GRID STABILITY			
			
Transient Stability	Small-Signal Stability	Frequency Stability	Voltage Stability
Capacità del sistema elettrico di mantenere la sincronizzazione tra generatori dopo una grande perturbazione , come un cortocircuito o la perdita di un'importante linea di trasmissione.	Capacità del sistema elettrico di mantenere la stabilità sotto piccole perturbazioni , come variazioni di carico o generazione, evitando oscillazioni crescenti.	Capacità del sistema elettrico di mantenere la frequenza entro limiti accettabili durante squilibri tra domanda e offerta di potenza attiva.	Capacità del sistema elettrico di mantenere livelli di tensione accettabili sotto carico , evitando collassi di tensione durante variazioni di domanda o condizioni operative critiche.

Grid Stability

Gli algoritmi più utilizzati

L'analisi delle quattro applicazioni evidenzia le seguenti caratteristiche:

- Gli **algoritmi di ensemble** si rivelano efficaci per **small-signal** e **voltage stability**, poiché queste variazioni sono lente e possono essere modellate in modo quasi statico. Tuttavia, per **frequency** e **transient stability**, che sono fenomeni caratterizzati da dinamiche rapide e non lineari, tali algoritmi non sono sufficienti.
- Anche gli **algoritmi non lineari statici** non sono adeguati per i fenomeni di **frequency** e **transient stability**. Inoltre, in presenza di **dataset con molte variabili eterogenee**, il **SVM** ha difficoltà a gestire anche la **voltage stability**.
- Al contrario, gli **algoritmi sequenziali**, capaci di individuare pattern nascosti e relazioni a lungo termine, si adattano bene a **transient** e **frequency stability**, mentre risultano **eccessivamente onerosi** per le altre applicazioni.

	Algoritmi di ensemble		Algoritmi non lineari statici		Algoritmi sequenziali	
	Random Forest	(Extreme) Gradient Boosting	Deep Neural Network	Support Vector Machines	Recurrent Neural Network	Long Short-Term Memory
						
						
						
						

 Casi in cui l'algoritmo raggiunge un livello soddisfacente di efficacia

 Casi in cui l'algoritmo raggiunge un livello discreto di efficacia

Demand Response

Introduzione

I **problemi di stabilità** della rete elettrica, causati dall'elevata penetrazione di **FER**, possono essere affrontati non solo attraverso algoritmi che agiscono direttamente sulla rete, ma anche mediante una gestione attenta della domanda. In questo contesto, la **demand response** rappresenta una soluzione fondamentale per compensare la variabilità delle fonti rinnovabili, permettendo un consumo energetico più **flessibile e reattivo**.

L'adozione di **tecnologie digitali** e **sistemi di controllo avanzati** consente ai consumatori di adattare il proprio utilizzo di energia in base alle condizioni di generazione, contribuendo così a ridurre i picchi di domanda. Questo approccio migliora l'efficienza complessiva del sistema e promuove una partecipazione più attiva degli utenti nella gestione della rete, facilitando la transizione verso un **modello energetico sostenibile**.

Incentive Based

- Direct Load Control
- Interruptible Load Control

Programmi di Demand Response

I programmi di *demand response* possono assumere due principali forme: **incentive-based**, in cui gli utenti ricevono incentivi economici diretti in cambio della riduzione o del rimodellamento dei loro consumi energetici durante specifici eventi di domanda elevata, e **price-based**, in cui gli utenti sono incoraggiati a modificare i loro consumi in risposta a segnali di prezzo variabili nel tempo.

Price Based

- Energy Demand Response
- Demand Bidding Program
- Capacity Market Program
- Ancillary Service Market Program

Demand Response

Caratterizzazione del fenomeno (1/2)

Il supporto **dell'Intelligenza Artificiale per la Demand Response abbraccia una molteplicità di attività**, non sempre direttamente correlate tra loro. In particolare, si possono riconoscere otto diverse attività:

1	Price forecasting	Anticipare l'andamento dei prezzi dell'energia, fornendo dati preziosi per la definizione di tariffe e incentivi. Queste previsioni aiutano a modulare la domanda, favorendo una gestione più equilibrata della rete.
2	Load forecasting	Stimare i consumi futuri dei clienti, offrendo una base solida per pianificare interventi di Demand Response, permettendo di ottimizzare la distribuzione energetica e ridurre i picchi di domanda.
3	Generation forecasting	Prevedere la generazione degli impianti di energia rinnovabile per attivare misure di Demand Response che bilancino la generazione con il consumo.
4	Flexibility forecasting	Prevedere la disponibilità di risorse flessibili all'interno del sistema energetico per supportare la programmazione di interventi dinamici di Demand Response, adattando il consumo alle reali capacità di risposta.
5	Load/Customer segmentation	Raggruppare gli utenti in base a comportamenti e caratteristiche simili, permettendo di indirizzare strategie di Demand Response mirate e più efficaci.
6	Load scheduling and control at the aggregator level	Coordinare il consumo di numerosi utenti, ottimizzando l'efficienza complessiva della rete e favorendo interventi di Demand Response su larga scala, che possano bilanciare domanda e offerta.
7	Load scheduling and control At the customer level	Implementare interventi personalizzati per regolare il consumo energetico del singolo cliente, migliorando la risposta immediata alla variabilità del sistema e rafforza l'efficacia della Demand Response.
8	Design of incentive/pricing scheme	Stimolare comportamenti di consumo responsabile, incentivando la partecipazione attiva alla Demand Response e contribuendo alla stabilità della rete.

Note: Artificial intelligence and machine learning approaches to energy demand-side response: A systematic review

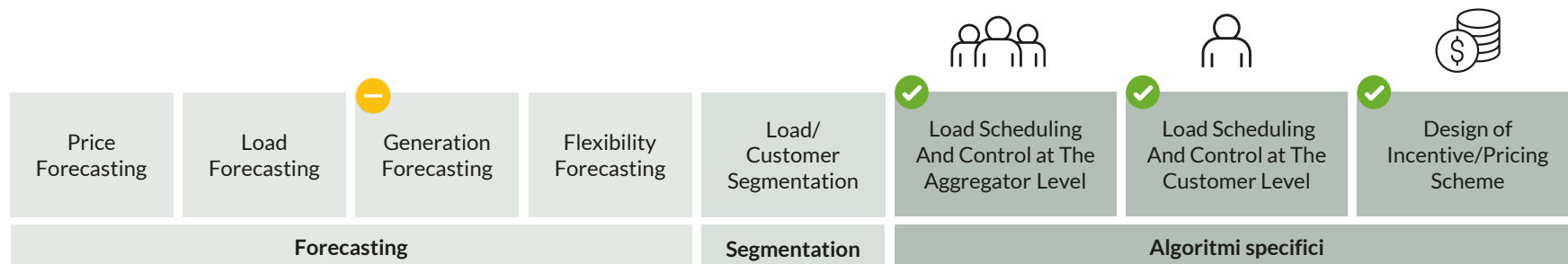
Demand Response

Caratterizzazione del fenomeno (2/2)

Il supporto dell'**Intelligenza Artificiale** per la **Demand Response** copre una vasta gamma di attività, non sempre direttamente collegate tra loro. Dallo schema in esame emergono tre categorie principali:

- La prima categoria include le attività di **forecasting**, che non si limitano solo alla previsione della generazione da **fonti rinnovabili**, già analizzata, ma si estendono anche alla stima dei **prezzi nel mercato energetico**, dei **carichi di consumo** e della **disponibilità di risorse di flessibilità**, tutti elementi cruciali per ottimizzare la gestione della domanda.
- La seconda categoria riguarda le tecniche di **segmentazione** o **profilazione**, finalizzate a identificare e raggruppare utenti con caratteristiche simili, un approccio ampiamente utilizzato anche in settori come la pubblicità e il marketing.
- Infine, la terza famiglia si concentra su attività specifiche per la **Demand Response**, su cui l'analisi si focalizza per il loro elevato grado di specializzazione.

Attività che concorrono alla demand response



Analizzati nel report



Analizzato nelle slide precedenti

Demand Response

Gli algoritmi più utilizzati

Considerando le tre attività individuate, la letteratura è stata esaminata per identificare gli algoritmi di **intelligenza artificiale** più efficaci nella loro implementazione. Da questa analisi emergono alcune considerazioni:

- Gli **algoritmi di ensemble** si rivelano validi per tutte e tre le applicazioni, grazie alla loro capacità di ridurre il rischio di **overfitting**, particolarmente rilevante quando i dati sono soggetti a variazioni imprevedibili, e alla loro abilità nel gestire **dataset eterogenei**, composti da variabili di natura diversa, come i consumi dei clienti o lo stato della rete.
- Per quanto riguarda gli **algoritmi non lineari statici**, sia le **DNN** che gli **SVM** si dimostrano efficaci, operando con successo sia su dati aggregati (a livello di aggregatore) sia su dati granulari (a livello di singolo cliente), mostrando un'alta adattabilità in condizioni variabili, essenziale per il **pricing design**. Al contrario, il **KNN** funziona bene solo quando si lavora con dati a livello di singolo cliente, ossia con una granularità ridotta.
- Infine, gli **algoritmi sequenziali** si adattano bene a tutte le applicazioni, poiché progettati per contesti dinamici piuttosto che statici.



Algoritmi di ensemble		Algoritmi non lineari statici			Algoritmi sequenziali	
Random Forest	(Extreme) Gradient Boosting	Deep Neural Network	Support Vector Machines	K-Nearest Neighbors	Recurrent Neural Network	Long Short-Term Memory



Casi in cui l'algoritmo raggiunge un livello soddisfacente di efficacia

2.3

Focus: Intelligenza Artificiale per l'idrogeno rinnovabile

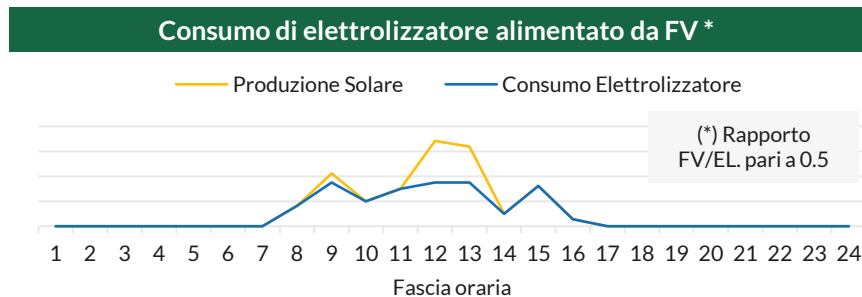
Non solo il settore elettrico

L'AI come fattore abilitante dell'idrogeno rinnovabile

Finora, le analisi condotte in merito agli algoritmi di **Generation Forecast**, **Grid Stability** e **Demand Response** si sono concentrate principalmente sul sistema elettrico e, più in generale, sull'infrastruttura elettrica. Tuttavia, il presente Report ha voluto ampliare il campo di indagine per includere un altro settore che potrebbe essere fortemente impattato dall'Intelligenza Artificiale: il **settore delle molecole**, e in particolare quello dell'**idrogeno rinnovabile**.

L'interconnessione tra questi due settori è evidente. L'idrogeno rinnovabile, infatti, per poter essere certificato come tale, deve essere prodotto esclusivamente da impianti alimentati da **fonti energetiche rinnovabili (FER)**. L'intermittenza intrinseca delle FER, che ha reso necessaria l'implementazione di algoritmi avanzati per la previsione della generazione, la stabilità della rete e la gestione della domanda nel settore elettrico, rappresenta una sfida anche per il settore dell'idrogeno. La produzione di idrogeno tramite **elettrolisi dell'acqua** dipende infatti direttamente dalla disponibilità di energia rinnovabile: variazioni nella produzione fotovoltaica o eolica si riflettono quindi in una produzione **altamente fluttuante** di idrogeno.

A titolo esemplificativo, nel grafico a destra si mostra il profilo di consumo di energia elettrica di un elettrolizzatore accoppiato a un impianto fotovoltaico. Come si può osservare, le fluttuazioni nella produzione solare si riflettono direttamente sulla produzione di idrogeno.

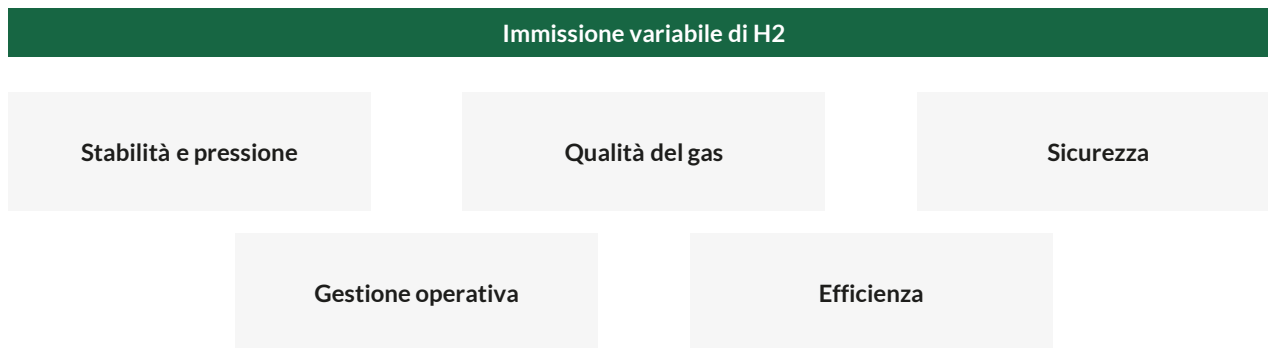


I problemi dell'immissione intermittente

Overview

La variabilità nella produzione di **idrogeno rinnovabile** pone sfide significative alla **rete del gas**. Nelle fasi iniziali di sviluppo del settore, infatti, l'idrogeno rinnovabile verrà immesso parzialmente nella rete del gas per essere trasportato e distribuito ai consumatori finali. Nel medio-lungo periodo, con l'evoluzione del mercato dell'idrogeno e l'aumento della domanda da parte dei settori industriale e dei trasporti, si prevede la costruzione di infrastrutture dedicate, come le **reti di idrogenodotti**, progettate per il trasporto di idrogeno puro, senza la necessità di miscelazione con il gas naturale.

Così come la **rete elettrica**, anche la **rete del gas** (e in futuro la rete dell'idrogeno) richiede un perfetto equilibrio tra produzione, trasporto e consumo. Un'eccessiva variabilità nell'immissione di idrogeno potrebbe causare squilibri e difficoltà di gestione. In generale, l'immissione intermittente di idrogeno rinnovabile in rete presenta cinque sfide principali, che sono di seguito illustrate.



I problemi dell'immissione intermittente

Descrizione

Stabilità e pressione	Le variazioni repentine di pressione all'interno della rete di trasporto e distribuzione richiedono interventi di bilanciamento per evitare stress meccanici sulle infrastrutture e garantire un flusso costante e sicuro. Il fenomeno è particolarmente accentuato quando l'immissione di idrogeno avviene nelle reti progettate per il trasporto del gas naturale , poiché queste ultime sono ottimizzate per ospitare le specifiche caratteristiche termo-fisiche del gas, che differiscono notevolmente da quelle dell'idrogeno.
Qualità del gas	Se l'immissione di idrogeno avviene in modo irregolare, le condizioni operative della rete subiscono cambiamenti continui, con il rischio che i consumatori finali non abbiano piena visibilità e controllo sulla qualità del gas che stanno consumando. Questo introduce un elemento di incertezza per i consumatori, in particolare considerando i vincoli legati alla riduzione del consumo di energie fossili . Tale problema è particolarmente rilevante quando l'idrogeno viene immesso nella rete del gas, mentre non si presenta in presenza di idrogenodotti dedicati , pensati specificamente per il trasporto di idrogeno puro.
Sicurezza	Tra le caratteristiche dell'idrogeno vi sono una maggiore diffusività e una più ampia gamma di infiammabilità , che aumentano il rischio di perdite o esplosioni . L'immissione intermittente potrebbe amplificare tali rischi, poiché le variazioni di pressione o concentrazione potrebbero generare condizioni operative critiche. Ciò rende necessarie misure di monitoraggio avanzate e l'adozione di protocolli di sicurezza più stringenti per garantire la sicurezza dell'intera rete.
Efficienza	Oltre a ciò, potrebbero essere necessari adattamenti tecnologici nei sistemi di utilizzo. Questo fenomeno si verifica nelle reti del gas, dove l'immissione intermittente di idrogeno richiede modifiche per garantire la compatibilità, mentre non si presenta nelle reti dedicate agli idrogenodotti, in cui l'infrastruttura è progettata appositamente per il trasporto di idrogeno puro.
Gestione operativa	L'integrazione dell'idrogeno in una rete esistente richiede un notevole adattamento infrastrutturale, che diventa ancora più complesso in caso di immissione discontinua. La gestione della rete impone l'adozione di sistemi avanzati di monitoraggio, regolazione e controllo , e potrebbe comportare investimenti per aggiornare compressori, valvole e materiali affinché siano compatibili con le caratteristiche specifiche dell'idrogeno.

Le possibili soluzioni

Stoccaggi e AI

Si possono riconoscere 3 soluzioni al problema:

1

L'integrazione di **sistemi di accumulo** lungo la rete permette di bilanciare l'offerta e la domanda, mitigando l'impatto delle fluttuazioni nella produzione di idrogeno. Gli stoccaggi possono avvenire in **serbatoi pressurizzati**, **cavità saline** o altre **infrastrutture geologiche**, consentendo un rilascio controllato del gas per garantire **stabilità di pressione** e **continuità nell'alimentazione** della rete.

Quali soluzioni all'immissione intermittente in rete?

1

Stoccaggi lungo la rete di trasporto e/o distribuzione

2

Stoccaggi accoppiati agli impianti di produzione

3

Tecniche di previsione della produzione di idrogeno

2

L'integrazione di **sistemi di accumulo** agli **elettrolizzatori** permette di modulare l'immissione di idrogeno nella rete in base alle **condizioni operative**. Questo approccio interviene a monte dell'immissione, evitando così di **sovraccaricare l'infrastruttura** di trasporto e distribuzione.

3

L'**Intelligenza Artificiale** può migliorare la gestione dell'idrogeno in rete attraverso diverse applicazioni. Le **Tecniche di Generation Forecast** consentono di stimare con precisione la disponibilità di energia rinnovabile e la conseguente produzione di idrogeno, ottimizzando la gestione degli **elettrolizzatori**. Gli **Algoritmi di Grid Stability** possono monitorare e ottimizzare il flusso di idrogeno nella rete, riducendo squilibri di pressione e qualità del gas. Infine, le **Applicazioni di Demand Response** possono prevedere la domanda di idrogeno nei diversi settori e regolare l'immissione in rete, riducendo sprechi e inefficienze operative.





Messaggi chiave

L'approccio Smart alla digitalizzazione delle città italiane

La crescita costante della popolazione nelle aree urbane in tutti i Paesi determina la **necessità di un approccio molto più integrato** dei servizi e delle **strutture digitali**, al fine di attuare delle **politiche di decarbonizzazione** efficaci.

Secondo lo **Smart City Index 2024**, le uniche tre città italiane considerate nell'analisi hanno perso molte posizioni rispetto all'anno precedente: Bologna (-27), Milano (-9), Roma (-11). Questo ci spinge a **interrogarci sull'efficacia delle attuali manovre** per la digitalizzazione del nostro contesto urbano.

I PED come abilitatori della transizione digitale

I **distretti energetici positivi (Positive Energy District)** sono delle aree urbane **efficienti e flessibili** dal punto di vista energetico, che producono **zero emissioni nette di gas serra** e **gestiscono attivamente la produzione di energia** rinnovabile, autoconsumandola e/o cedendola alla rete quando in eccesso.

Tali distretti fanno parte del «Strategic Energy Technology (SET) Plan» europeo e contribuiranno a **raggiungere gli obiettivi** in termini di **decarbonizzazione**, aumentando parallelamente la qualità della vita nelle città europee.

L'obiettivo Europeo di realizzare **100 PED al 2025** risulta già ad un ottimo punto, anche se **l'Italia fa ancora fatica** ad implementare queste tipologie di sistemi nelle città e dovrebbe partecipare più attivamente alle prossime iniziative di digitalizzazione dei propri distretti.

Le sfide tecnologiche per la decarbonizzazione del sistema urbano

Esiste un'ampia varietà di soluzioni digitali per la decarbonizzazione, che coinvolgono in prima linea i cittadini, le loro scelte e richiedono lo sviluppo di un know-how tecnologico in ambito di **sistemi IoT** e di **tecniche per la gestione dell'AI** non indifferente.

I **costi in gioco** e la **complessità tecnica** possono fungere da principali barriere all'integrazione di tali sistemi, ma con un **approccio pragmatico e integrato** si possono ottenere **risultati soddisfacenti** e metterci al passo con i target di decarbonizzazione delle politiche comunitarie.

Obiettivi della sezione

Gli obiettivi della sezione riguardano **principalmente due aspetti**: il sempre più **marcato sviluppo delle smart cities**, con un occhio di interesse all'evoluzione urbana e all'integrazione di **Positive Energy Districts (PED)**, e la **penetrazione delle tecnologie digitali in vari ambiti del contesto urbano**, soprattutto per favorire la mobilità.

Le città stanno adottando un approccio «smart» alla digitalizzazione, integrando tecnologie avanzate per migliorare la qualità della vita e la sostenibilità urbana. L'uso di sensori IoT, big data e intelligenza artificiale consente una gestione più efficiente delle risorse, dalla mobilità ai rifiuti, fino all'energia. In particolare, le smart city puntano su piattaforme digitali interoperabili per il monitoraggio in tempo reale di traffico, consumi energetici e sicurezza, favorendo decisioni più rapide ed efficaci.

In tal senso, un **ruolo sempre più importante** viene attribuito ai **Positive Energy Districts (PED)**, ovvero quartieri che producono più energia di quanta ne consumano, favorendo la transizione digitale attraverso soluzioni innovative. Grazie a reti intelligenti, accumulo energetico e fonti rinnovabili, i PED ottimizzano i flussi

energetici in tempo reale. Inoltre, integrano servizi digitali per la gestione partecipativa, coinvolgendo cittadini e imprese.

La decarbonizzazione delle città, inoltre, **richiede innovazioni in ambiti chiave come la mobilità sostenibile, l'efficientamento energetico e le infrastrutture digitali**. La sfida principale è digitalizzare i processi urbani, garantendo cybersecurity e interoperabilità tra le piattaforme e aumentare la penetrazione di sistemi IoT e digitali per il monitoraggio, controllo e sviluppo dei servizi per i cittadini, privati e non.

3.1

Le città digitali e lo sviluppo delle smart cities

Le città digitali

L'origine della digitalizzazione urbana integrata

Il concetto di **città digitale** si sviluppa nei primi anni del 2000 ed indica una **città connessa in rete**, dotata di **piattaforme tecnologiche** per la gestione di informazioni e **comunicazioni** in grado di abilitare l'**Internet of Things** e grazie alle quali è possibile offrire **nuovi servizi ai cittadini** e **nuove funzionalità per la gestione dell'ambiente urbano**.

Una **smart city** nasce originariamente come un sistema complesso che utilizza le **infrastrutture digitali** e di **comunicazione** per gestire sistemi come il controllo del traffico, i parcheggi, l'illuminazione e molti altri.

I due concetti sono strettamente collegati e, di fatto, imprescindibili: una città non può dirsi smart senza essere contemporaneamente digitale.

La **Commissione Europea** sottolinea l'importanza dello sviluppo di una smart city secondo alcune aree principali:

- Reti di trasporto urbano intelligenti
- Miglioramento dell'approvvigionamento idrico e delle strutture per lo smaltimento dei rifiuti
- Modi più efficienti per illuminare e riscaldare gli edifici
- Amministrazione cittadina più interattiva e reattiva
- Spazi pubblici più sicuri

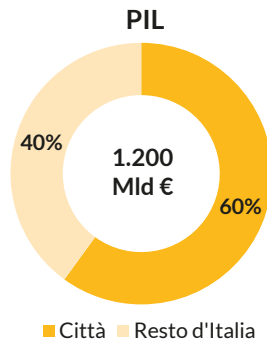
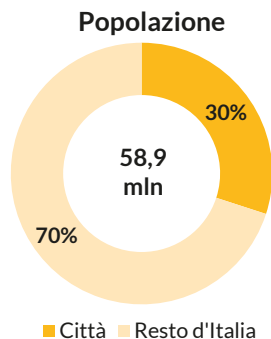
Le città digitali

Il contesto urbano nazionale

Le città **sono intrinsecamente strutturate per essere efficienti**, valorizzando le economie di rete e di aggregazione. Infatti, l'efficienza termica degli edifici, di servizi a rete e della mobilità risultano molto marcate rispetto alle aree extra-urbane, grazie ad una **migliore gestione** e **minori perdite nelle reti**, principalmente dovute alla maggiore concentrazione in aree urbane di edifici composti da elevati numeri di unità abitative e densità maggiori.

In un contesto nazionale, le **città italiane** rivestono un **ruolo centrale** soprattutto dal punto di vista **demografico, sociale ed economico**. Infatti, all'interno delle stesse si concentra circa il 30% della popolazione nazionale, mentre dal punto di vista economico viene generato il 60% del PIL del Paese.

La distribuzione socio-economica



(1) TEHA Group - «Sostenibilità urbana: decarbonizzazione, elettrificazione e innovazione: opportunità e soluzioni per città *future-fit*»

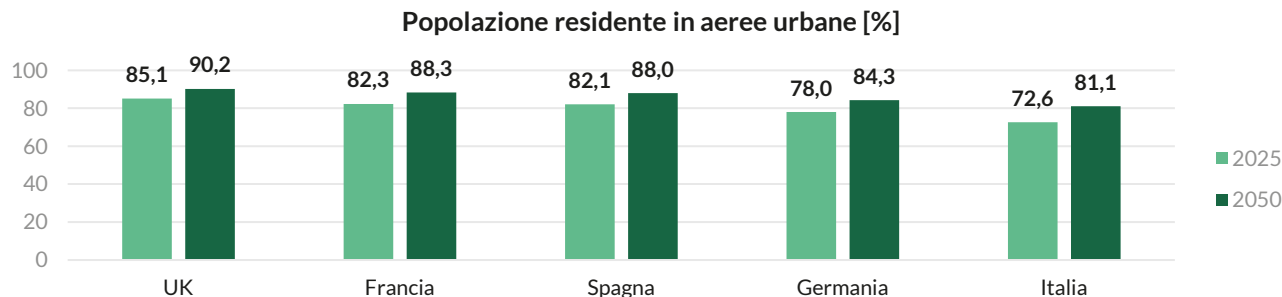
Le città digitali

I residenti nelle aree urbane

Secondo le previsioni delle Nazioni Unite, al 2050 si prevede in Italia una **percentuale di popolazione residente nelle aree urbane** pari all'**81,1%**, un valore superiore di 8,5 p.p. rispetto al 2025.

La crescita costante della popolazione nelle aree urbane è riconducibile al sempre più pronunciato ruolo «**catalizzatore economico e sociale**» svolto dai centri urbani, i quali offrono ai cittadini maggiori e diverse **opportunità economiche** e l'accesso diretto a un **più ampio spettro di servizi**. Il **digitale**, in tale ottica, **svolge sempre più un ruolo di protagonista** nello sviluppo delle città e nell'integrazione di tutte quelle attività che spingono parte della popolazione dei centri extra-urbani, soprattutto dei giovani, a spostarsi.

Considerando che, ad oggi, l'Italia presenta un valore più basso di urbanizzazione rispetto ai peer europei, tale crescita risulterà **la più elevata tra i Big-5 al 2050**: UK (+5,1 p.p.), Francia (+6,0 p.p.), Spagna (6,0 p.p.) e Germania (+6,3 p.p.).



(1) TEHA Group - «Sostenibilità urbana: decarbonizzazione, elettrificazione e innovazione: opportunità e soluzioni per città *future-fit*»

(2) Dati Nazioni Unite 2024

Box: Milano, diversificazione e ampiezza strategica

Tra le città italiane, Milano emerge come il caso più emblematico per la diversificazione delle strategie adottate in materia di decarbonizzazione, digitalizzazione e circolarità.

Il capoluogo lombardo si distingue per un approccio che spazia dall'azzeramento del conferimento dei rifiuti urbani in discarica, allo sviluppo di una rete di teleriscaldamento efficiente ed alla realizzazione del più grande impianto fotovoltaico su tetto in Italia.

Settore di intervento	Azioni intraprese	Benefici attuali e/o attesi
Mobilità elettrica	▪ Gli autobus elettrici rappresentano oltre il 28% della flotta TPL ▪ Presenti 2 stazioni per autobus (140 colonnine e 16 charger hi-tech) ▪ Per il comparto «sharing», sono attivi due modelli di mobilità condivisa	▪ Nel 2024 è entrata nella top-10 delle metropoli europee più all'avanguardia nella mobilità elettrica ▪ Raggiungere il 50% di TPL elettrici entro il 2026 e il 100% entro il 2030 ▪ Risulta il 3° comune italiano per numero di auto elettriche e 6,6 punti di ricarica per km2
Digitalizzazione e produzione di energia	▪ Data Center "Avalon 3" di Retelit ▪ Inaugurato il più grande impianto fotovoltaico su tetto del Paese	▪ Punto di connessione internet più grande d'Italia. Il calore di scarto verrà recuperato e redistribuito per servire circa 1.250 famiglie e contribuire ad una significativa riduzione delle emissioni di CO2, pari a 3.300 tonnellate all'anno. ▪ 50.000 pannelli fotovoltaici, per un totale di superficie pari a 330.000 m2. La produzione attesa è di 21,6 GWh, pari al consumo di circa 8.000 famiglie
Rete di teleriscaldamento	▪ Rete che può contare sul termovalorizzatore «Silla 2», recuperi termici e calore da acquedotto	▪ Porta ad evitare ogni anno 111.000 tonnellate di CO2, 97 tonnellate di emissioni di NOx e 23 tonnellate di emissioni di SO2

Box: Brescia, valorizzazione dei rifiuti

Anche Brescia presenta sul proprio territorio un diffuso ricorso a diverse soluzioni per aumentare la sostenibilità e la qualità della vita dei propri cittadini.

La città risulta seconda provincia in Italia (dopo Roma) per impianti fotovoltaici in esercizio e possiede un'efficiente termovalorizzatore, che alimenta anche la rete di teleriscaldamento.

Inoltre, il Comune sta operando per il potenziamento e la digitalizzazione dell'illuminazione e del Trasporto Pubblico Locale.

Settore di intervento	Azioni intraprese	Benefici attuali e/o attesi
Termovalorizzatore	▪ Trattamento di oltre 720.000 tonnellate di rifiuti ogni anno ▪ Abilita il funzionamento della rete di teleriscaldamento	▪ I rifiuti abilitano la produzione di 530 GWh di energia elettrica e la produzione di 745 GWh di energia termica ▪ Evitare 682.000 tonnellate di CO2 all'anno ▪ evitare il conferimento in discarica di oltre 17 milioni di tonnellate di rifiuti ▪ Il teleriscaldamento produce un risparmio annuo di 115.648 tonnellate di CO2 e di 105,3 tonnellate di NOx
Rinnovabili	▪ Installazioni ubicate a terra di grossa taglia	▪ Evitano, ogni anno, più di 5.000 tonnellate di CO2
Illuminazione	▪ Nel 2021 è stato avviato un progetto di <i>relamping</i> nelle scuole, con l'installazione di sistemi a LED ad alta efficienza e rilevatori di luminosità e di presenza	▪ consumo elettrico degli impianti di illuminazione del 49% ▪ quantità di emissioni di CO2 evitate pari a 155.000 kg ▪ spesa energetica inferiore del 33%, con un risparmio di circa 100.000 euro

Box: Messina e lo sviluppo digitale al sud Italia

Messina si configura come un caso significativo nel Sud Italia, dove le diverse progettualità avviate negli ultimi anni per incrementare la sostenibilità ambientale e la competitività del territorio hanno già prodotto risultati tangibili.

I principali progressi, supportati da innovazioni digitali e tecnologiche, riguardano il miglioramento (qualitativo e quantitativo) dell'offerta di TPL, progetti comunali per una maggiore luminosità e minore inquinamento visivo e un potenziamento rilevante nell'ambito della raccolta differenziata.

Settore di intervento	Azioni intraprese	Benefici attuali e/o attesi
Trasporto Pubblico Locale	▪ Aumento dell'offerta di TPL ▪ Lancio dell'applicazione «Atm MovUp» ▪ Lancio dell'abbonamento «MoveMe» ▪ Sistema di infomobilità	▪ Nel 2023, l'offerta TPL ha avuto un incremento del 50% nei km offerti ▪ Permette a cittadini e turisti di ricevere informazioni su linee e orari aggiornati in tempo reale ▪ Monitoraggio posizione, percorsi e velocità dei mezzi in movimento; sistemi conta passeggeri e di videosorveglianza; tornelli per i bus elettrici
Raccolta differenziata	▪ Triplicato, in soli 3 anni, il proprio tasso di raccolta differenziata	▪ Ciò ha permesso al Comune di evitare – nel periodo 2017-2023 – costi di conferimento in discarica pari a 43 milioni di euro
Illuminazione	▪ Intrapreso un progetto, dal valore di 30 milioni di euro da realizzarsi nell'arco di 6 anni, prevede l'installazione di oltre 28 mila nuove luci a LED gestite da remoto	▪ Migliore concentrazione del fascio luminoso ▪ Risparmio sui consumi elettrici pari a circa il 65% ▪ Riduzione delle emissioni di CO2 di circa 2.400 tonnellate

Le città digitali

Smart City Index 2024

Ogni anno, l'Institute of Management Development (IMD) realizza e pubblica lo «**Smart City Index**», che tiene conto di vari criteri e servizi a disposizione per i cittadini al fine di analizzare le principali città mondiali e la loro capacità di evolversi ed integrarsi in ambito «smart». Su **142 città** analizzate nel report del 2024, solo 3 città italiane mostrano uno sviluppo digitale considerevole: **Bologna, Milano e Roma**.

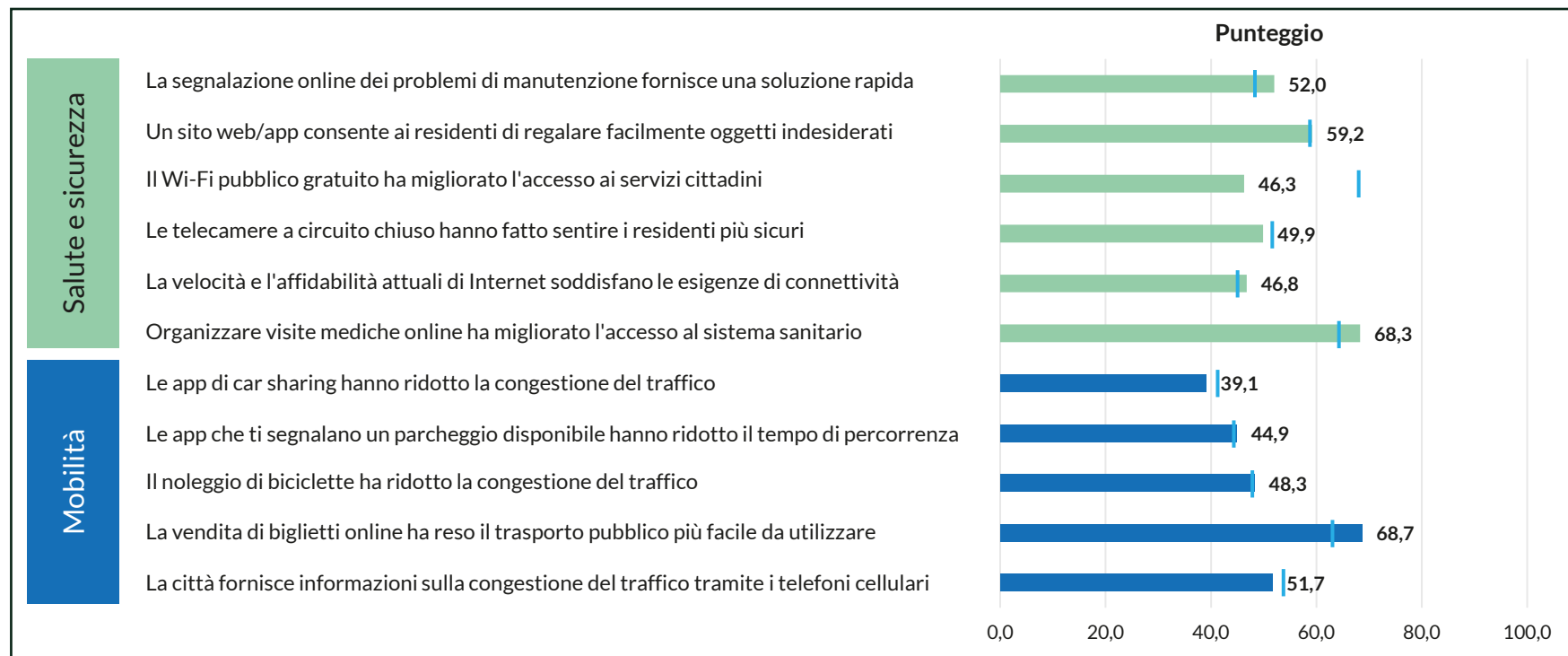
Smart City Index 2024 – Top 20					Posizione
1. Zurigo	6. Copenaghen	11. Stoccolma	16. Taipei City	Bologna	78°
2. Oslo	7. Losanna	12. Dubai	17. Seoul	Milano	91°
3. Canberra	8. Londra	13. Pechino	18. Amsterdam	Roma	133°
4. Ginevra	9. Helsinki	14. Amburgo	19. Shanghai		
5. Singapore	10. Abu Dhabi	15. Praga	20. Hong Kong		

Nelle prossime pagine viene mostrato l'esempio di Milano, con la lista degli indicatori afferenti alle quattro sezioni principali che definiscono una smart city e i punteggi ottenuti nei vari ambiti, in confronto alla media del raggruppamento di città nella quale ricade.

Fonte: IMD - Smart City Index 2024

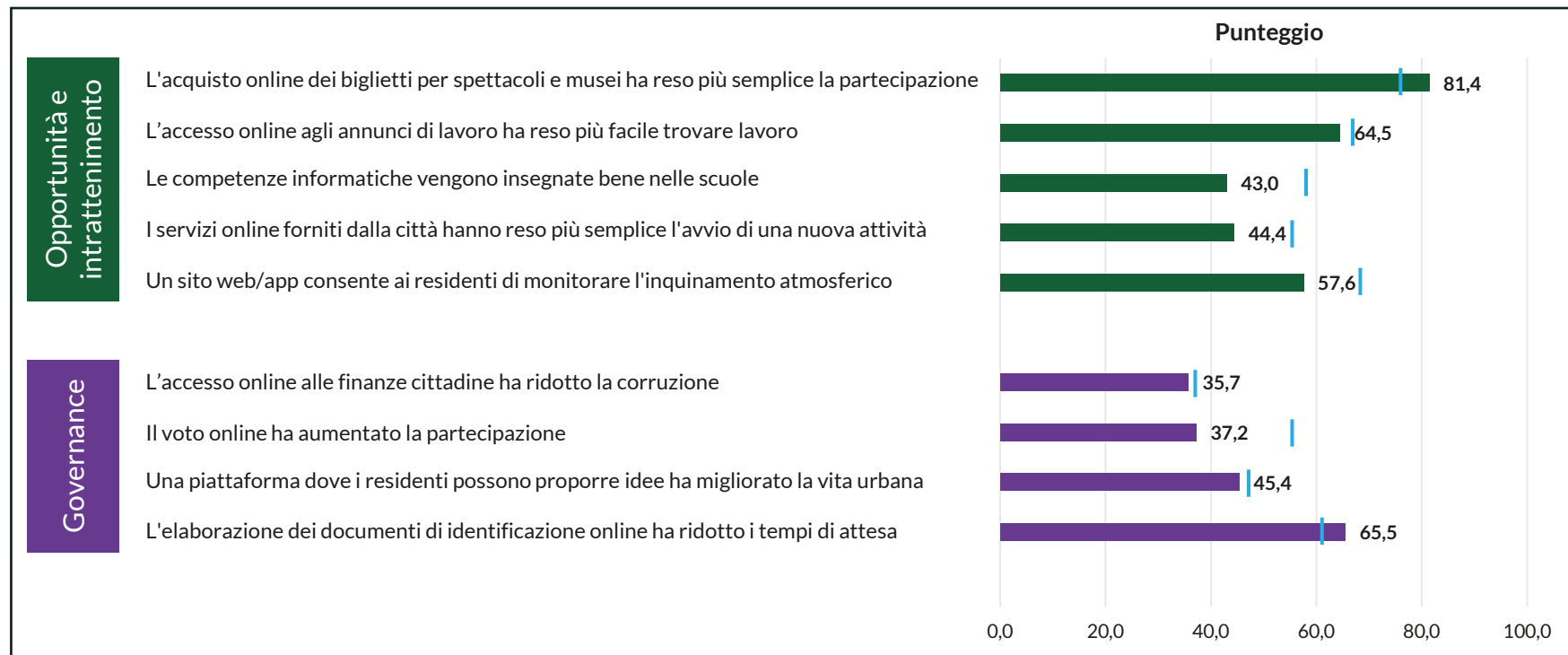
Le città digitali

Smart City Index 2024: Milano



Le città digitali

Smart City Index 2024: Milano



Le città digitali

La sfida dell'integrazione dei Positive Energy Districts (PED)

Un **Positive Energy District (PED)** è un quartiere urbano ad emissioni zero di CO₂, che risulta **autosufficiente dal punto di vista energetico** e, contemporaneamente, svolge un ruolo importante anche nel produrre energia in eccesso da poter reimmettere in rete, grazie all'uso di fonti di energia rinnovabile.

Per fare ciò, un distretto energetico urbano sfrutta **l'integrazione fra edifici, rete energetica, utenti, mobilità e sistemi IT** per unire alcuni obiettivi principali: aumentare l'efficienza energetica, diminuire le emissioni di gas serra e creare valore aggiunto per i cittadini.

Vantaggi

- Ambientali: riduzione delle emissioni di CO₂ e maggiore utilizzo di energie rinnovabili.
- Sociali: coinvolgimento dei cittadini attraverso modelli partecipativi e accesso a soluzioni energetiche economicamente sostenibili.
- Economici: possibilità di risparmio energetico e creazione di nuove opportunità economiche locali.
- Energetici: aumento dell'autosufficienza e riduzione della dipendenza da fonti esterne

Svantaggi e sfide

- Costi iniziali elevati: le tecnologie avanzate e le infrastrutture richiedono investimenti significativi.
- Complessità normativa: le normative attuali spesso non supportano appieno la decentralizzazione energetica.
- Accettazione sociale: richiede il coinvolgimento attivo e la fiducia dei cittadini.
- Gestione integrata: difficoltà nel coordinare diversi attori e tecnologie

Esempi

- Seestadt Aspern, Vienna (Austria): utilizza energia solare e sistemi di accumulo per alimentare edifici a basse emissioni.
- Brunnshög, Lund (Svezia): combina energia solare, eolica e geotermica con un'innovativa rete di teleriscaldamento e raffreddamento.
- Helsinki Smart Kalasatama (Finlandia): unisce soluzioni di smart grid e partecipazione dei cittadini per gestire consumi e produzione

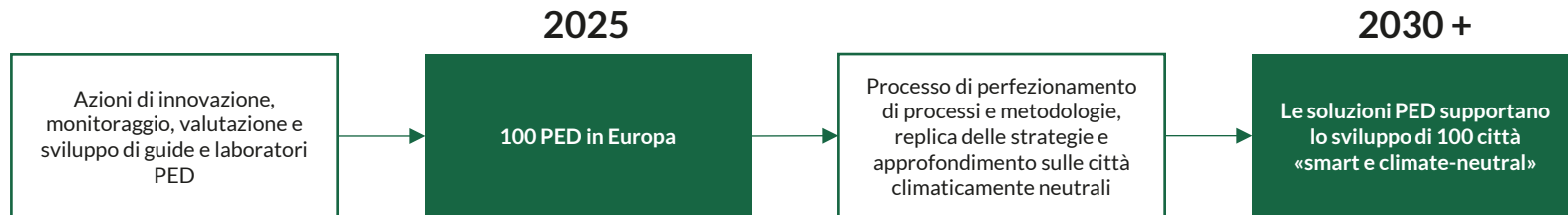
Le città digitali

Positive Energy Districts: le sperimentazioni in UE

Il gruppo di lavoro europeo per l'implementazione dei distretti a energia positiva per lo sviluppo urbano sostenibile (PED) è stato istituito nell'**ottobre 2018**. Viene sostenuto da molti dei Paesi europei, con i **rispettivi programmi nazionali** di ricerca e innovazione (R&I) e reti di città europee, R&I e industria.

Contribuendo agli ambiziosi obiettivi del **Piano Strategico europeo per le Tecnologie Energetiche (SET)** (Piano SET Azione 3.2), il programma **Urban Europe sui PED**, chiamato «Distretti e quartieri a energia positiva per lo sviluppo urbano sostenibile», ha l'ambizione di supportare la pianificazione, la diffusione e l'implementazione di **100 distretti a energia positiva in tutta Europa entro il 2025** per la transizione urbana e l'urbanizzazione sostenibile. Al progetto aderiscono **20 Stati membri dell'UE** ed è condotto da JPI Urban Europe, coinvolgendo le parti interessate delle reti di finanziamento della ricerca e dell'innovazione, delle città, dell'industria, degli organismi di ricerca e delle organizzazioni di cittadini.

I distretti energetici positivi aumenteranno la **qualità della vita nelle città europee**, contribuiranno a raggiungere gli obiettivi europei in termini di decarbonizzazione e miglioreranno le capacità e le conoscenze europee per diventare un modello globale.



Le città digitali

Positive Energy Districts: la più recente «DUT Call»

L'obiettivo dei bandi per la presentazione di proposte è **sostenere progetti transnazionali di ricerca e/o innovazione** che affrontano le sfide urbane per aiutare le città nella loro **transizione verso un'economia e un funzionamento più sostenibili**.

(1) Driving Urban Transitions to a Sustainable Future – European Partnership

Il terzo bando del partenariato **Driving Urban Transitions (DUT)**, finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del programma di partenariato Horizon Europe, raggruppa le sfide in tre temi chiamati «Percorsi di transizione»:



Circular Urban Economies (CUE)

Ambito 1 - Creare un nuovo paradigma per il ciclo dell'acqua

Ambito 2 - Modelli circolari per rigenerare, proteggere e conservare gli spazi urbani dedicati alla biodiversità

Ambito 3 - Strategie multi-città per il monitoraggio e la gestione della economie circolari urbane



15-minute City (15mC)

Ambito 1 - Spinta alla mobilità urbana: innovazioni e inclusività in un sistema di mobilità giovanile

Ambito 2 - Riconsiderare il sistema di mobilità urbana: policy per la sostenibilità

Ambito 3 - Evidenze circa la transizione della mobilità urbana: dati e indicatori per operazioni di «decision-making»



Positive Energy Districts (PED)

Ambito 1 - I PED locali in una prospettiva multi-livello

Ambito 2 - Verso la città a neutralità climatica: integrazione dei sistemi e strategie urbane

Ambito 3 - Gestione della transizione urbana: data management e sistemi di «decision support»

Box: PED: Amsterdam - Buiksloterham

Amsterdam sta trasformando un ex quartiere industriale in un PED intelligente e a basse emissioni di carbonio.

In questo distretto si stanno costruendo nuovi edifici ad alta efficienza energetica, viene installata un'elevata percentuale di soluzioni di generazione di fonti rinnovabili e viene utilizzata la tecnologia intelligente per ottimizzare il bilancio energetico locale e condividerla tra diversi utenti. Ad Amsterdam, soluzioni urbane intelligenti di vasta portata sono agevolate attraverso una deroga speciale alle leggi energetiche olandesi, esentando la PED da una serie di potenziali ostacoli legali che potrebbero altrimenti

ostacolare o addirittura vietare lo sviluppo di un sistema energetico innovativo ed efficiente. Questa deroga consente a coloro ai quali è concessa di sperimentare soluzioni altamente innovative, come una «piattaforma» che permette alle comunità energetiche di scambiare in modo efficiente elettricità e bilanciare il sistema energetico locale.

Gli abitanti vengono attivamente coinvolti nella progettazione dell'ambiente (ad esempio le strutture di car sharing) e nelle valutazioni finali sulle implementazioni.

 Nei nuovi edifici verranno utilizzati tetti verdi e materiali riciclati

 Produzione su larga scala di energia rinnovabile locale

 Verrà implementata una micro-rete intelligente in due edifici di nuova costruzione: controllerà produzione, stoccaggio e l'utilizzo dell'energia elettrica; con il demand-response sarà possibile gestire il carico sulla rete ed evitare i picchi; consentirà lo stoccaggio locale della produzione di energia rinnovabile

 Una piattaforma del mercato energetico consentirà ai residenti e ad altri utenti di commerciare peer-to-peer, da comunità a comunità o con i mercati dell'energia

 Verrà creata una comunità energetica

 Il PED integrerà un hub di mobilità elettrica per 5-10 auto elettriche, nonché strutture per la ricarica di biciclette elettriche e veicoli urbani specifici.

3.2

Le tecnologie abilitanti la digitalizzazione

Le tecnologie abilitanti la digitalizzazione

Come le tecnologie vengono integrate nell'ambito urbano

Negli ultimi decenni, l'**urbanizzazione ha subito un'accelerazione senza precedenti**, ponendo nuove sfide alla sostenibilità ambientale, economica e sociale. In risposta a queste sfide, **l'approccio digitale sta rivoluzionando la gestione e lo sviluppo delle città**, trasformandole in **ecosistemi urbani intelligenti e interconnessi**. L'uso delle tecnologie digitali nei contesti urbani permette di migliorare la qualità della vita, ottimizzare le risorse e promuovere la sostenibilità tramite il monitoraggio e la riduzione dell'inquinamento, promuovendo pratiche di economia circolare e favorendo una gestione più efficiente delle risorse naturali.

Tuttavia, per **massimizzare i benefici** di questa trasformazione, è essenziale **affrontare le sfide legate alla sicurezza, all'accessibilità e alla governance digitale**. Solo attraverso una strategia inclusiva e sostenibile, le città potranno diventare veri ecosistemi intelligenti al servizio dei cittadini e dell'ambiente.

Nelle seguenti pagine vengono mappati i **principali ambiti applicativi** delle tecnologie digitali nel contesto urbano, ovvero:

- Recupero rifiuti
- Smart lighting
- Gestione dati e connettività
- Sviluppo App
- Sistemi idrici

Fra tali ambiti non va dimenticata **la mobilità urbana** che, vista l'importanza in termini di decarbonizzazione, verrà approfondita in alcune sue sfaccettature: l'aspetto urbanistico, le tecnologie digitali per il veicolo e la condivisione delle informazioni.

Le tecnologie abilitanti la digitalizzazione

Gli ambiti applicativi della digitalizzazione

Gli ambiti applicativi

Recupero rifiuti

Tecnologie digitali adatte all'ottimizzazione della raccolta, alla riduzione degli spazi e alla pianificazione intelligente per la gestione dei rifiuti.

Smart lighting

Sistemi di illuminazione, sia stradale che architettureale, intelligenti ed efficienti che si adattino alle condizioni del contesto urbano.

Gestione dati e connettività

Espansione e diffusione dei sistemi di condivisione, analisi e utilizzo dei dati urbani.

Sviluppo App

Integrazione dei principali servizi e sistemi comunicativi tramite app dedicate e facilmente utilizzabili.

Sistemi idrici

Utilizzo di sensori IoT, algoritmi di machine learning e tecnologie digitali per gestire la rete idrica, prevedere guasti, analizzare i dati meteorologici e anticipare fenomeni di scarsità o eccesso.

Le tecnologie abilitanti la digitalizzazione

Sistemi di recupero e gestione dei rifiuti

Elenco di alcuni dei principali sistemi di **recupero dei rifiuti** attualmente in sviluppo nelle aree urbane:

Recupero dei rifiuti	Guida autonoma per la raccolta rifiuti	Veicoli dotati di intelligenza artificiale e sensori che possono pianificare autonomamente i percorsi di raccolta in base ai dati trasmessi dai cassonetti intelligenti.	▪ Riduce i tempi di percorrenza e il consumo di carburante. ▪ Risponde rapidamente a variazioni nei volumi di rifiuti.	▪ Tecnologie avanzate come AI e machine learning possono essere costose. ▪ Richiede personale tecnico specializzato per la manutenzione.
	Compattatori automatici e sensori wireless	Sistemi che riducono il volume dei rifiuti comprimendoli e utilizzano sensori wireless per monitorare il livello di riempimento. Sono generalmente posizionati in aree urbane ad alta densità.	▪ Riduzione della frequenza di svuotamento grazie alla maggiore capacità (fino a 8 volte superiore rispetto ai contenitori tradizionali). ▪ Pianificazione intelligente dei percorsi di raccolta, basata sui dati trasmessi dai sensori.	▪ L'implementazione richiede un investimento significativo in apparecchiature e infrastrutture di rete. ▪ I sistemi di sensori e le componenti elettroniche richiedono manutenzione regolare per prevenire guasti.
	Cassonetti Intelligenti (Smart Bins)	Cassonetti dotati di sensori IoT (Internet of Things) che rilevano il livello di riempimento, il peso, e talvolta la tipologia dei rifiuti. Possono inviare dati in tempo reale a un centro di controllo.	▪ Ottimizzazione dei percorsi di raccolta ▪ Monitoraggio continuo: riduzione dell'accumulo di rifiuti in strada. ▪ Possono integrare sistemi per educare i cittadini al corretto smaltimento.	▪ Costi iniziali elevati per implementazione e manutenzione dei dispositivi IoT. ▪ Rischio di attacchi ai sistemi connessi. ▪ Potrebbero non essere sempre facili da usare.

Fonti: Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., et al. (2014). "Internet of Things for Smart Cities." IEEE Internet of Things Journal, 1(1), 22-32; A. Kumar «A novel framework for waste management in smart city transformation with industry 4.0 technologies», 2024; Chen, W. et al., "Optimization in AI-Driven Waste Collection," Sustainable Cities and Society, 2022.

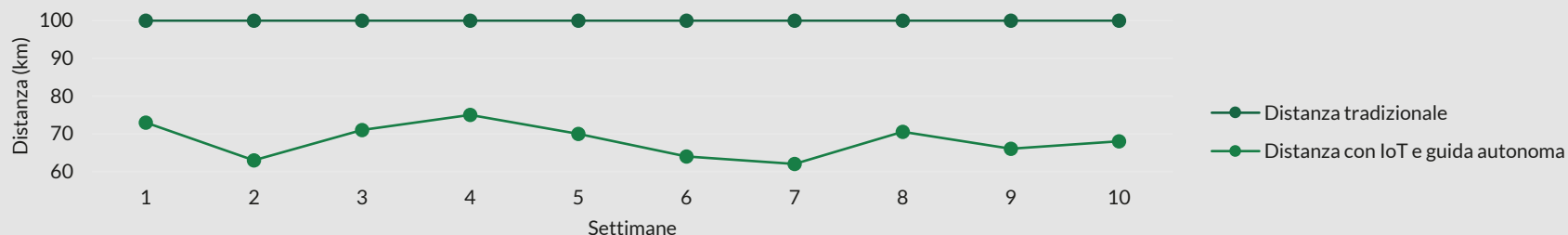
Box: Le tecnologie digitali per il recupero rifiuti

L'adozione di tecnologie di guida autonoma e IoT per il recupero dei rifiuti urbani può portare a riduzioni significative dei consumi e delle emissioni di CO2.

Ad esempio, sistemi con sensori di riempimento e pianificazione intelligente dei percorsi hanno ridotto del 29% le distanze percorse dai camion per la raccolta in città come Lisbona. Inoltre, l'ottimizzazione dei giri di raccolta evita il trasporto inutile, riducendo l'uso di carburante (circa del 30%) e le emissioni associate (fino al 25% in meno).

Nel grafico è mostrato un esempio delle distanze percorse per la raccolta rifiuti in 10 settimane, sia in maniera tradizionale che con l'implementazione delle tecnologie digitali menzionate.

Le analisi simulano benefici particolarmente elevati nei contesti in cui i veicoli operano con alimentazione elettrica o ibrida e, sebbene promettenti, le implementazioni su larga scala risultano ancora limitate da costi e infrastrutture,



Fonti: ITS Deployment Evaluation; MIT-IBM Watson AI Lab; Waste management 2.0 leveraging internet of things for an efficient and eco-friendly smart city solution, 2024.

Le tecnologie abilitanti la digitalizzazione

Sistemi di smart lighting

Elenco di alcuni dei principali sistemi di **illuminazione intelligente** attualmente in sviluppo nelle aree urbane:

Smart lighting	Illuminazione LED connessa	Lampioni a LED integrati con sistemi di comunicazione (Wi-Fi, LoRaWAN, Zigbee) per il controllo remoto.	- Alta efficienza energetica. - Durata maggiore rispetto alle lampade tradizionali. - Possibilità di regolare l'intensità della luce (dimmerazione). - Riduzione inquinamento luminoso. - Facilità di monitoraggio.	- Costi iniziali elevati. - Necessità di infrastrutture di rete affidabili. - Rischi legati alla sicurezza informatica.
	Illuminazione adattiva	Sistemi che regolano automaticamente la luminosità in base a condizioni ambientali (es. luce naturale, traffico).	- Ottimizzazione consumo energetico. - Miglior comfort visivo per utenti. - Adattabilità a contesti diversi (zone residenziali, strade principali).	- Complessità di implementazione e costi iniziali elevati. - Dipendenza da sensori ambientali di alta qualità.
	Illuminazione interattiva per smart city	Sistemi che offrono funzioni interattive, come il cambiamento dei colori per eventi o emergenze.	- Aumento della percezione di sicurezza e coinvolgimento comunitario. - Possibilità di comunicare informazioni ai cittadini in modo visivo. - Personalizzazione delle aree urbane.	- Consumi energetici aggiuntivi se non ben ottimizzati. - Richiede software avanzati per la gestione. - Potenziata difficoltà nell'adozione su larga scala.
	Illuminazione con tecnologia wireless di ricarica	Sistemi che integrano tecnologie di ricarica wireless per droni o dispositivi mobili nei lampioni.	- Utilità per applicazioni specifiche, come la sorveglianza aerea. - Aggiunta di funzionalità avanzate alle infrastrutture esistenti.	- Limitato a casi d'uso particolari. - Costi e complessità elevati. - Efficienza energetica non ottimale rispetto ai metodi convenzionali.

Fonti: ENEL X; Green Planner; Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., et al. (2014). "Internet of Things for Smart Cities." IEEE Internet of Things Journal, 1(1), 22-32; Alawadhi, S., et al. (2018). Internet of Things for Smart Cities: A Review of Research Topics. International Journal of Smart Home, 12(1), 1-22

Le tecnologie abilitanti la digitalizzazione

Sistemi di gestione dati e connettività

Elenco di alcuni dei principali sistemi per la **gestione dei dati** e lo **sviluppo di connettività** attualmente in sviluppo nelle aree urbane:

Gestione dati e connettività	Espansione e diffusione del Wi-Fi free	Creazione e disponibilità crescente di reti Wi-Fi accessibili al pubblico senza costi diretti.	▪ Connessione Internet per tutti i cittadini, riducendo il «digital divide». ▪ Facilitazione dell'accesso a servizi digitali pubblici. ▪ Stimolo alla creazione di nuove applicazioni e servizi.	▪ Rischi di accesso non autorizzato e protezione dei dati personali. ▪ Problemi di copertura e velocità in aree ad alta densità. ▪ Necessità di infrastrutture e gestione continua della rete.
	Analisi dei Big Data per la pianificazione urbana	Approccio innovativo che utilizza grandi quantità di dati complessi, per supportare la progettazione, lo sviluppo e la gestione delle città in modo più efficace e sostenibile.	▪ Utilizzo di grandi quantità di dati per decisioni più precise. ▪ Capacità di anticipare e pianificare in base a trend emergenti. ▪ Offerta di servizi su misura per le esigenze dei cittadini.	▪ Rischi legati alla gestione e protezione dei dati sensibili. ▪ Necessità di dati accurati e aggiornati per analisi efficaci. ▪ Investimenti in hardware e software per la gestione dei Big Data.
	Urban Analytics e Digital Twins	Modellazione digitale della città (Digital Twin) per simulare e prevedere dinamiche urbane.	▪ Pianificazione urbana più efficace. ▪ Predizione di emergenze (es. inondazioni, blackout). ▪ Migliore monitoraggio delle infrastrutture.	▪ Alto costo e complessità. ▪ Richiede dati accurati e aggiornati. ▪ Problemi di privacy e sicurezza dei dati.
	Sistemi di monitoraggio della qualità dell'aria	Sensori distribuiti in città per monitorare in tempo reale i livelli di inquinamento atmosferico.	▪ Maggiore consapevolezza ambientale. ▪ Dati per la protezione della salute pubblica.	▪ Manutenzione e sostituzione regolare dei sensori. ▪ Complessità nella gestione dei dati. ▪ Necessità di standardizzazione a livello legislativo.

Fonti: Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., et al. (2014). "Internet of Things for Smart Cities." IEEE Internet of Things Journal, 1(1), 22-32; Alawadhi, S., et al. (2018). Internet of Things for Smart Cities: A Review of Research Topics. International Journal of Smart Home, 12(1), 1-22.

Box: Digital Twins nel framework urbano

I gemello digitale urbano (UDT) è una rappresentazione digitale realistica degli ambienti urbani, che comprende i loro componenti, le operazioni e i sistemi.

L'architettura è un framework multistrato, che parte dalla realtà fisica e si estende nel dominio informatico attraverso vari livelli di gestione dei dati, modellazione, integrazione e fornitura di servizi.

In Europa esistono almeno 5 casi studio (Dublino, Helsinki, Cambridge, Zurigo, Herrenberg) dei modelli DT per la pianificazione urbana.

Di seguito è mostrato un confronto fra i sistemi 3D tradizionali, i BIM (Building Information Modeling) e la realizzazione dei modelli DT.

Caratteristica	Modelli 3D tradizionali	Modelli BIM	Modelli DT
Rappresentazione statica/dinamica	Statica	Statica, con aggiornamenti dinamici	Dinamica
Flusso di dati	Nessuno	Unidirezionale dal fisico al virtuale	Bi-direzionale e continua
Aggiornamento meccanismi	Non si aggiorna nel tempo	Automatica ma unidirezionale	Automatica e bi-direzionale
Sincronizzazione	Nessuna	Aggiornamenti dal fisico al digitale	In tempo reale
Controllo	Nessuno	Nessun controllo sui sistemi fisici	Manda informazioni al sistema fisico
Integrazione	Solo rappresentazione visuale	Parziale	Completo

Fonte: Navigating urban complexity: The transformative role of digital twins in smart city development, 2024

Le tecnologie abilitanti la digitalizzazione

Sviluppo di App

Elenco di alcuni dei principali sistemi di **gestione e interazione tramite app dedicate** attualmente in sviluppo nelle aree urbane:

Sviluppo di app dedicate	Comunicazione dati di zona a singolo edificio	Strumenti tecnologici progettati per ottimizzare la gestione e la condivisione delle informazioni all'interno di un edificio.	▪ Notifiche in tempo reale su consumo energetico o guasti. ▪ Interfacce centralizzate per la gestione tramite smartphone o tablet. ▪ Automatizzazione processi.	▪ Configurazione iniziale complessa. ▪ Possibili problemi di compatibilità tra dispositivi. ▪ Sicurezza dei dati: è fondamentale evitare accessi non autorizzati.
	Mappe turistiche interattive	Strumenti digitali che combinano cartografia e contenuti interattivi per guidare i visitatori alla scoperta di un'area, migliorando l'esperienza turistica.	▪ Tutte le informazioni sono a portata di mano su smartphone o tablet. ▪ L'utente può adattare l'app alle proprie esigenze. ▪ L'esperienza è arricchita grazie a contenuti dinamici e in tempo reale.	▪ Alcune app richiedono connessione per funzionare correttamente. ▪ Informazioni non aggiornate o inaccurate possono creare disagi. ▪ Non tutte le app funzionano bene su dispositivi più vecchi.
	Piattaforme di E-Government	Uso delle tecnologie digitali, in particolare di Internet, per migliorare l'erogazione dei servizi pubblici, rendere le amministrazioni più efficienti, trasparenti e vicine ai cittadini.	▪ Facilitazione dell'accesso ai servizi pubblici online. ▪ Riduzione dei tempi burocratici. ▪ Maggiore trasparenza nei processi decisionali.	▪ Rischio di esclusione per i cittadini meno tecnologici. ▪ Necessità di proteggere i dati sensibili. ▪ Dipendenza dalla funzionalità e dalla disponibilità delle piattaforme.

Fonti: Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., et al. (2014). "Internet of Things for Smart Cities." IEEE Internet of Things Journal, 1(1), 22-32; Alawadhi, S., et al. (2018). Internet of Things for Smart Cities: A Review of Research Topics. International Journal of Smart Home, 12(1), 1-22.

Le tecnologie abilitanti la digitalizzazione

Sistemi idrici

Elenco di alcuni dei principali sistemi di **monitoraggio e gestione dei sistemi idrici** attualmente in sviluppo nelle aree urbane:

Sistemi idrici	Sistemi di raccolta e riutilizzo delle acque piovane integrati	Integrazione di tecnologie per la raccolta, il filtraggio e il riutilizzo delle acque piovane in contesti urbani, gestiti tramite sensori e software per monitorare i livelli di stoccaggio e la qualità dell'acqua.	▪ Riduzione della domanda di acqua potabile per usi non potabili. ▪ Mitigazione del rischio di inondazioni. ▪ Minore pressione sulle infrastrutture idriche esistenti.	▪ Limitazioni nei periodi di bassa piovosità. ▪ Costi significativi per adattare vecchie infrastrutture. ▪ Necessità di manutenzione periodica dei sistemi.
	Sistemi di monitoraggio IoT e smart metering	Reti di sensori IoT vengono installate per monitorare il consumo idrico, rilevare perdite e ottimizzare la distribuzione dell'acqua. I dati raccolti vengono analizzati tramite algoritmi avanzati o piattaforme cloud.	▪ Feedback in tempo reale ai residenti sul consumo di acqua. ▪ Capacità raccolta dati da remoto ▪ Riduzione delle perdite d'acqua grazie al rilevamento tempestivo. ▪ Maggiore efficienza nella gestione della rete idrica. ▪ Supporto alla pianificazione e ottimizzazione dei consumi.	▪ Funzionamento discontinuo e conseguente mancanza dei dati ▪ Elevati costi iniziali per l'installazione e la manutenzione. ▪ Dipendenza da infrastrutture di telecomunicazione. ▪ Potenziali problemi di privacy legati ai dati raccolti.
	Sistemi avanzati per il trattamento delle acque reflue	Impiego di tecnologie avanzate come il trattamento biologico assistito da sensori per ottimizzare il recupero delle acque reflue, gestito tramite piattaforme di controllo intelligenti.	▪ Incremento del riuso delle acque reflue trattate. ▪ Riduzione dell'impatto ambientale. ▪ Maggiore controllo sulla qualità dell'acqua.	▪ Complessità tecnologica e costi di implementazione. ▪ Richiede energia aggiuntiva per il trattamento intensivo. ▪ Potenziali problemi di affidabilità a lungo termine.

Fonti: Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., et al. (2014). "Internet of Things for Smart Cities." IEEE Internet of Things Journal, 1(1), 22-32; Alawadhi, S., et al. (2018). Internet of Things for Smart Cities: A Review of Research Topics. International Journal of Smart Home, 12(1), 1-22; Smith, J., et al. (2021). Intelligent Wastewater Treatment Systems: Applications and Case Studies. Journal of Environmental Management.

Box: I «Blue Green Roofs»

Un esempio significativo di **infrastruttura digitale integrata per il riutilizzo delle acque piovane** è rappresentato dai **Blue Green Roofs** (BGR), che combinano tetti verdi con avanzati sistemi di gestione avanzati.

Questi tetti sono progettati per raccogliere, conservare e riutilizzare l'acqua piovana, contribuendo alla termoregolazione ambientale e alla mitigazione delle inondazioni urbane.

La **caratteristica distintiva** dei BGR è la **capacità di immagazzinare** l'acqua in eccesso grazie all'utilizzo di tecnologie come sensori, migliorando l'efficienza rispetto ai metodi tradizionali.

Questa integrazione permette non solo di migliorare l'isolamento termico degli edifici e aumentare la biodiversità urbana, ma anche di gestire efficacemente le precipitazioni, riducendo il rischio di allagamenti.

Città	Descrizione
Amsterdam	La città ha implementato il progetto RESILIO , installando oltre 10.000 metri quadrati di tetti blu-verdi su complessi di edilizia sociale in quattro quartieri. Questi tetti sono dotati di tecnologie smart che, basandosi su previsioni meteorologiche, regolano la quantità di acqua trattenuta, contribuendo alla resilienza urbana contro le inondazioni.
Basilea	Fin dagli anni '90, Basilea ha promosso l'adozione di tetti verdi, rendendoli obbligatori per nuovi edifici e ristrutturazioni con tetti inclinati meno di 10 gradi. L'uso di piante autoctone ha favorito la biodiversità, trasformando l'ambiente urbano e offrendo habitat per diverse specie
Viterbo	Uno studio ha valutato l' efficacia idrologica di un tetto blu-verde , evidenziando come la combinazione di vegetazione e sistemi di stoccaggio dell'acqua possa migliorare la gestione delle acque piovane, riducendo il deflusso superficiale e favorendo l'infiltrazione.

Le tecnologie abilitanti la digitalizzazione

L'ambito mobilità

La mobilità urbana rappresenta una delle **sfide più rilevanti per le città moderne**, con impatti diretti sulla qualità della vita, l'efficienza economica e la sostenibilità ambientale. L'aumento della popolazione urbana e della domanda di trasporto richiedono soluzioni innovative per migliorare la gestione del traffico, ridurre la congestione e limitare l'inquinamento.

All'interno di una città digitale, soprattutto grazie a una rete di infrastrutture di ricarica in continua espansione ed evoluzione, si **favorisce lo sviluppo della mobilità elettrica**, con conseguenti effetti quali strade più pulite e meno rumorose.

Visto la **grande quantità di tecnologie digitali** afferenti a tale macro-ambito, alcune soluzioni sono state raggruppate per settore di applicazione:

- **Urbanistica**
- **Veicolo**
- **Condivisione delle informazioni**

Urbanistica

Soluzioni digitali che si applicano principalmente a livello stradale e riguardano la mobilità nello spazio urbano nel suo complesso.

Veicolo

Tecnologie digitali che riguardano direttamente i veicoli che circolano, le loro interazioni con l'ambiente e le possibilità di decarbonizzazione del parco mezzi.

Informazioni

Sistemi informativi e gestionali che, comunicando fra loro e/o con gli utenti, possano garantire la condivisione di dati utili.

Le tecnologie abilitanti la digitalizzazione

L'approccio digitale all'ecosistema stradale

La mobilità urbana, come accennato, rappresenta una delle **sfide più rilevanti per le città moderne**, con impatti diretti sulla qualità della vita, l'efficienza economica e la sostenibilità ambientale. L'aumento della popolazione urbana e della domanda di trasporto richiedono soluzioni innovative per migliorare la gestione del traffico, ridurre la congestione e limitare l'inquinamento.

Per **alleviare la congestione del traffico** e per migliorare sicurezza pubblica, **molte città stanno sperimentando con tecnologie**, come il **parking intelligente** sistemi e **segnali stradali reattivi in tempo reale** alla domanda degli utenti. Anche le app per smartphone ora possono aiutare a **trovare, prenotare e pagare i parcheggi**.

Di seguito sono elencate le **tre tecnologie da attenzionare** in questo ambito:



Le tecnologie abilitanti la digitalizzazione

Urbanistica: l'approccio digitale all'ecosistema stradale (1/3)



Mobilità
individuale
integrata



Semafori
intelligenti



Smart parking



Guida autonoma



Sviluppo V2G



Smart Charging



Ottimizzazione
rotte
commerciali



Concentrazione
di inquinamento
per zone/strade

Approccio in cui diversi mezzi di trasporto sono connessi e coordinati per garantire spostamenti più efficienti e sostenibili. Questo sistema integra opzioni come auto private, car sharing, bici condivise, mezzi pubblici, monopattini elettrici e altro, spesso supportato da tecnologie digitali come app di pianificazione e pagamento unificato.

Vantaggi

- Efficienza e flessibilità
- Sostenibilità ambientale: promuove l'uso di mezzi meno inquinanti
- Riduzione dei costi personali
- Accessibilità migliorata
- Digitalizzazione e praticità (uso di app dedicate)

Svantaggi e sfide

- Dipendenza dalla tecnologia
- Costi infrastrutturali elevati
- Problemi di interoperabilità
- Rischio di acuire disuguaglianze sociali
- Sicurezza e regolamentazione

Le tecnologie abilitanti la digitalizzazione

Urbanistica: l'approccio digitale all'ecosistema stradale (2/3)



Mobilità
individuale
integrata



Semafori
intelligenti



Smart parking



Guida autonoma



Sviluppo V2G



Smart Charging



Ottimizzazione
rotte
commerciali



Concentrazione
di inquinamento
per zone/strade

I semafori intelligenti rappresentano una tecnologia avanzata per la gestione del traffico urbano e stradale, sfruttando sensori, algoritmi di intelligenza artificiale e connessioni a reti di dati per ottimizzare i flussi veicolari e pedonali

Vantaggi

- Riduzione della congestione stradale
- Riduzione dell'inquinamento
- Miglioramento della sicurezza stradale
- Priorità ai mezzi di emergenza e trasporti pubblici
- Maggior efficienza energetica
- Raccolta dati per analisi e pianificazione

Svantaggi e sfide

- Costi elevati di implementazione
- Dipendenza dalla connettività
- Problemi di compatibilità
- Possibile inefficacia in caso di emergenze inattese
- Complessità di gestione
- Impatto sulle abitudini degli utenti

Le tecnologie abilitanti la digitalizzazione

Urbanistica: l'approccio digitale all'ecosistema stradale (3/3)



Mobilità
individuale
integrata



Semafori
intelligenti



Smart parking



Guida autonoma



Sviluppo V2G



Smart Charging



Ottimizzazione
rotte
commerciali



Concentrazione
di inquinamento
per zone/strade

Sistema tecnologico che utilizza sensori, app mobili e altre tecnologie avanzate per ottimizzare la gestione dei parcheggi. Consente agli utenti di trovare rapidamente spazi di parcheggio disponibili, monitorare la durata della sosta e pagare digitalmente.

Vantaggi

- Riduzione del tempo per trovare parcheggio
- Ottimizzazione degli spazi
- Miglioramento traffico urbano
- Pagamento digitale e trasparenza
- Riduzione impatto ambientale
- Accessibilità per categorie particolari

Svantaggi e sfide

- Costi iniziali elevati
- Manutenzione complessa
- Dipendenza tecnologica
- Accesso limitato per alcuni utenti
- Potenziale esclusione digitale

Le tecnologie abilitanti la digitalizzazione

Urbanistica: semafori intelligenti e il progetto Green Light

Le grandi metropoli, con i loro flussi di traffico congestionati, sono tra i **principali responsabili della maggior parte delle emissioni di CO2** in ambito urbano. Fra i tanti, i **punti più critici** per l'ambiente sembrerebbero essere gli **incroci**: secondo gli studi riportati da Google, i continui arresti e avvii che si verificano in queste zone delle città **genererebbero un inquinamento 29 volte superiore rispetto a quello prodotto in altre strade**.

Il progetto **Google Green Light** si articola tramite i seguenti processi:

1. Comprensione dell'intersezione
2. Misurazione delle tendenze del traffico
3. Sviluppo di raccomandazioni per la città
4. Analisi dell'impatto

Il progetto **utilizza l'intelligenza artificiale e le tendenze di guida di Google Maps**, con una delle più solide conoscenze delle reti stradali globali, per **modellare i modelli di traffico e creare raccomandazioni intelligenti** per gli ingegneri del traffico cittadino per ottimizzare il flusso del traffico. I primi numeri indicano un **potenziale fino al 30% di riduzione delle fermate** e del **10% di riduzione delle emissioni di gas serra**.

Green Light è ora **attivo in oltre 70 incroci in 14 città, 4 continenti**, da Haifa, Israele a Bangalore, India ad Amburgo, Germania, e in questi incroci si è in grado di **risparmiare carburante e ridurre le emissioni per un massimo di circa 30 milioni di viaggi in auto al mese**.

Fonte: Google Research – Green Light

Le tecnologie abilitanti la digitalizzazione

La gestione intelligente del veicolo

La **gestione smart** dei veicoli tramite il digitale rappresenta una delle **innovazioni più significative nel settore della mobilità** e dei trasporti. Grazie all'uso di tecnologie avanzate come **l'Internet of Things (IoT)**, **l'intelligenza artificiale (AI)** e **il cloud computing**, è possibile ottimizzare l'uso dei veicoli, migliorare la sicurezza stradale e ridurre i costi operativi.

La gestione dei veicoli è **particolarmente utile anche nel settore del car sharing e del noleggio a breve termine**. Le piattaforme smart permettono agli utenti di prenotare un veicolo tramite app, sbloccarlo con il proprio smartphone e monitorarne l'utilizzo, mentre le stazioni di ricarica intelligenti possono comunicare con i veicoli per **ottimizzare i tempi di ricarica** e le **auto a guida autonoma** possono interagire con infrastrutture connesse per garantire un traffico più fluido e sicuro.

Di seguito sono elencate le **tre tecnologie da attenzionare** in questo ambito:



Le tecnologie abilitanti la digitalizzazione

Veicolo: la gestione intelligente (1/3)



Mobilità
individuale
integrata



Semafori
intelligenti



Smart parking



Guida autonoma



Sviluppo V2G



Smart Charging



Ottimizzazione
rotte
commerciali



Concentrazione
di inquinamento
per zone/strade

Questa tecnologia si basa su una combinazione di sensori (come lidar, radar, e telecamere), intelligenza artificiale, software avanzati di elaborazione dati e mappe digitali. I veicoli autonomi sono classificati in livelli da 0 a 5, dove il livello 5 rappresenta l'autonomia completa senza bisogno di un conducente umano.

Vantaggi

- Riduzione del traffico, dei posteggi e dei costi di trasporto
- Miglioramento della sicurezza stradale
- Integrazione con il trasporto pubblico
- Maggiore efficienza nel traffico

Svantaggi e sfide

- Problemi di cyber security
- Problemi etici e di pubblica sicurezza
- Rischio di perdita di posti di lavoro
- Affidabilità della tecnologia e dipendenza dalla connettività
- Accettazione sociale:

Le tecnologie abilitanti la digitalizzazione

Veicolo: la gestione intelligente (2/3)



Mobilità
individuale
integrata



Semafori
intelligenti



Smart parking



Guida autonoma



Sviluppo V2G



Smart Charging



Ottimizzazione
rotte
commerciali



Concentrazione
di inquinamento
per zone/strade

Tecnologia che consente ai veicoli elettrici (EV) di interagire con la rete elettrica, non solo per ricaricare le proprie batterie, ma anche per restituire energia alla rete stessa. In un sistema V2G, i veicoli diventano una risorsa di stoccaggio energetico distribuita, permettendo la gestione dinamica della domanda e dell'offerta di elettricità.

Vantaggi

- Supporto alla rete elettrica
- Risparmio economico per gli utenti
- Riduzione impatto ambientale
- Ottimizzazione delle risorse (e.g. veicoli come gen. di emergenza)
- Promozione dell'innovazione tecnologica

Svantaggi e sfide

- Degradazione della batteria
- Infrastrutture costose
- Complessità tecnologica
- Disponibilità dei veicoli
- Problemi normativi e di sicurezza

Le tecnologie abilitanti la digitalizzazione

Veicolo: la gestione intelligente (3/3)



Mobilità
individuale
integrata



Semafori
intelligenti



Smart parking



Guida autonoma



Sviluppo V2G



Smart Charging



Ottimizzazione
rotte
commerciali



Concentrazione
di inquinamento
per zone/strade

Tecnologia che consente, utilizzando connessioni digitali e comunicazioni bidirezionali, di gestire il processo di ricarica dei veicoli elettrici in modo ottimizzato, in base a parametri quali la disponibilità di energia, il costo dell'elettricità, le esigenze dell'utente e la capacità della rete elettrica

Vantaggi

- Ottimizzazione dei costi
- Incremento dell'elettrificazione del parco auto, con conseguente riduzione delle emissioni
- Riduzione della pressione sulla rete elettrica
- Integrazione con energie rinnovabili
- Monitoraggio e controllo remoto

Svantaggi e sfide

- Compatibilità limitata
- Sovraccarico della rete elettrica
- Carichi elettrici improvvisi
- Complessità tecnologica
- Regolamentazione e infrastruttura inadeguata

Le tecnologie abilitanti la digitalizzazione

Veicolo: lo smart charging e il V2G

Secondo uno studio¹ su rete urbana che prende in analisi il mix energetico previsto e la domanda totale del Regno Unito per gli anni 2030 e 2040, **l'adozione dello smart charging permetterebbe una diminuzione del consumo energetico totale**, con conseguente riduzioni associate **fra il 12% e il 22%**, grazie alla gestione dinamica della potenza di ricarica in base alla domanda complessiva della rete e all'integrazione di Vehicle-to-Grid (V2G).

Più in generale², l'utilizzo di strategie di **smart charging** possono ridurre le emissioni di CO2 associate ai veicoli elettrici **fino al 30% rispetto alla ricarica tradizionale non controllata**.

Questa riduzione deriva dall'ottimizzazione dei tempi di ricarica, allineandoli con i **periodi di maggiore disponibilità di energia rinnovabile** e con minore impronta di carbonio nella rete elettrica

- (1) I.T. Vadium, R. Das, Y. Wang, G. Putrus, R. Kotter, «Electric vehicle Carbon footprint reduction via intelligent charging strategies», 2019.
- (2) P.V. Dahiwal, Z.H. Rather, I.Mitra, «A Comprehensive Review of Smart Charging Strategies for Electric Vehicles and Way Forward», 2024.

Scenari di riferimento ¹	Emissioni di CO2 (%) rispetto al caso senza EV
Giorno estivo tipico (2030)	- 21,59
Giorno estivo tipico (2040)	- 12

Le tecnologie abilitanti la digitalizzazione

La condivisione delle informazioni nell'ambito mobilità

La **condivisione digitale delle informazioni** sta **rivoluzionando la mobilità urbana e commerciale**, rendendola più efficiente e sostenibile. Grazie a sistemi avanzati di raccolta e analisi dati, è possibile **ottimizzare le rotte commerciali**, riducendo tempi di percorrenza, costi logistici ed emissioni. Le piattaforme digitali elaborano in tempo reale dati su traffico, condizioni meteorologiche e domanda di trasporto, suggerendo percorsi alternativi per evitare congestioni e migliorare la distribuzione delle merci.

Parallelamente, il monitoraggio digitale della concentrazione di inquinamento per zone e strade consente di adottare **strategie mirate per la riduzione dell'impatto ambientale**: sensori IoT installati in punti strategici delle città rilevano livelli di PM10, NOx e CO₂, fornendo informazioni cruciali alle amministrazioni e ai cittadini.

Di seguito sono elencate le **due tecnologie da attenzionare** in questo ambito:



Le tecnologie abilitanti la digitalizzazione

Informazioni: la condivisione nell'ambito mobilità (1/2)



Mobilità
individuale
integrata



Semafori
intelligenti



Smart parking



Guida autonoma



Sviluppo V2G



Smart Charging



Ottimizzazione
rotte
commerciali



Concentrazione
di inquinamento
per zone/strade

Processo che utilizza strumenti e tecniche avanzate, come software di gestione delle flotte, analisi dei dati e algoritmi di pianificazione, per determinare i percorsi migliori che minimizzano i costi e riducono i tempi.

Vantaggi

- Riduzione costi operativi
- Riduzione significativa delle emissioni CO2 derivanti dal commercio
- Riduzione tempi di consegna e aumento dell'efficienza
- Maggiore capacità di risposta a esigenze di mercato
- Riduzione degli sprechi

Svantaggi e sfide

- Costi iniziali elevati
- Criticità a livello geopolitico
- Limite predittivo
- Flessibilità limitata
- Resistenza al cambiamento

Le tecnologie abilitanti la digitalizzazione

Informazioni: la condivisione nell'ambito mobilità (2/2)



Mobilità
individuale
integrata



Semafori
intelligenti



Smart parking



Guida autonoma



Sviluppo V2G



Smart Charging



Ottimizzazione
rotte
commerciali



Concentrazione
di inquinamento
per zone/strade

Infrastruttura tecnologica che utilizza sensori, dispositivi di rilevamento e strumenti software per monitorare in tempo reale i livelli di inquinanti atmosferici (come PM10, PM2.5, NOx, CO2, e ozono) in specifiche aree, come strade, quartieri o zone urbane.

Vantaggi

- Monitoraggio in tempo reale
- Precisione localizzata
- Supporto alla pianificazione urbana
- Integrazione con altre tecnologie
- Riduzione dei costi a lungo termine

Svantaggi e sfide

- Manutenzione continua
- Complessità tecnica
- Possibile mancanza di standardizzazione
- Limitazioni della precisione di rilevamento
- Costi iniziali particolarmente elevati

Le tecnologie abilitanti la digitalizzazione

Informazioni: il «problema dell'ultimo miglio»

Il **problema dell'ultimo miglio** (o l'ultimo chilometro) è una criticità logistica che riguarda la fase finale della distribuzione delle merci, ovvero il tragitto dal centro di smistamento al destinatario finale (abitazioni, uffici, negozi). Questo problema è particolarmente rilevante nel settore dell'e-commerce, della logistica urbana e delle telecomunicazioni ed è la **fase più costosa dell'intero processo logistico**. Infatti, si stima che **rappresenti circa il 55% del costo totale della fornitura**.

I **fattori** che determinano l'**elevato costo** della consegna dell'ultimo miglio sono molteplici:

- Le condizioni di denso sviluppo urbano comportano maggiori problemi di sosta e navigazione.
- La crescita del commercio elettronico aumenta i costi di spedizione su piccola scala.
- Le aspettative dei clienti per una consegna rapida rafforzano la necessità di ricorrere a costose opzioni esprese.
- La bassa efficienza del tempo impiegato.
- Aumento dei prezzi del carburante, della manutenzione e dell'assistenza dei veicoli

La **pianificazione del percorso** può ridurre drasticamente i tempi di consegna: il software può pianificare automaticamente i percorsi in base ai percorsi passati, **tenendo conto di parametri** come **tempo, posizione, capacità del veicolo e traffico** per consigliare i percorsi più efficienti. Qualsiasi aggiornamento sul traffico che potrebbe influire sulle tempistiche può essere comunicato al conducente della consegna in tempo reale, rendendo così possibile il routing dinamico della flotta.

Inoltre, per mitigare il problema dell'ultimo miglio si stanno sviluppando soluzioni come **locker automatici, droni per le consegne, flotte elettriche, crowdsourcing e magazzini urbani intelligenti**.



La sostenibilità dell'intelligenza artificiale

CAP.

04



Messaggi chiave

Le sfide per la decarbonizzazione dell'AI

Attualmente, l'intelligenza artificiale richiede una notevole quantità di elettricità. In particolare, circa l'80-90% del consumo complessivo deriva dal diretto utilizzo dei modelli di AI generativa, poiché eseguiti milioni di volte al giorno, a differenza del training che è un processo una tantum. Per comprendere la portata del fenomeno, basta pensare che una singola query su un modello AI può consumare dieci volte più energia rispetto a una normale ricerca sul web.

Se alimentata da fonti non rinnovabili, questa domanda crescente di energia rischia di avere un impatto ambientale significativo, contribuendo alle emissioni globali di CO₂.

L'impatto ambientale dell'AI

I consumi energetici associati ai modelli AI si traducono in emissioni di CO₂ che dipendono fortemente dalla fonte energetica utilizzata nei data center e dall'efficienza complessiva del modello. Un esempio rilevante è PaLM di Google, che ha registrato emissioni più basse rispetto ad altri modelli, nonostante un consumo energetico più elevato, grazie all'utilizzo di energia proveniente da fonti rinnovabili.

La stima dei consumi energetici e le emissioni di CO₂ nella fase di inferenza di un modello LLM evidenzia come **l'utilizzo su larga scala di queste tecnologie**, come nel caso della redazione di report analitici, **comporti un impatto significativo in termini di consumi elettrici ed emissioni**. I risultati di un modello di stima realizzato per questo report registrano un consumo di circa 150-200 kWh, con emissioni di CO₂ pari a 55 Kg. Questi dati sottolineano la necessità di adottare fonti energetiche rinnovabili per decarbonizzare l'uso dell'intelligenza artificiale, in particolare in vista di un suo impiego sempre più diffuso.

La necessità di efficientare i modelli di AI generativa

Per bilanciare i benefici dell'intelligenza artificiale con il suo impatto energetico, sono necessarie strategie di mitigazione su più livelli. A livello algoritmico, tecniche come il pruning, la quantizzazione e il gradient checkpointing permettono di ridurre i calcoli richiesti senza comprometterne la precisione.

A livello hardware, l'utilizzo di architetture **più efficienti e di dispositivi ottimizzati** consente di abbassare i consumi energetici. Inoltre, l'adozione di strategie operative, come il carbon-aware scheduling, che pianifica le esecuzioni dei modelli AI in base alla disponibilità di energia rinnovabile, può contribuire in modo significativo alla riduzione delle emissioni di carbonio. **Queste azioni sono essenziali per rendere sostenibile l'utilizzo sempre più diffuso dei modelli AI, riducendo i costi computazionali e l'impatto ambientale associato.**

Obiettivi della sezione

Questa sezione esplora il rapporto tra **intelligenza artificiale generativa e sostenibilità ambientale**, ponendo l'attenzione sul **crescente consumo energetico di questi modelli** e sulle strategie per ridurre l'impatto.

L'AI generativa sta diventando sempre più centrale in numerosi settori, ma il suo utilizzo su larga scala comporta una domanda energetica significativa. In particolare, **la fase di inferenza – ovvero l'applicazione pratica dei modelli AI – rappresenta la principale fonte di consumo**, essendo eseguita continuamente su milioni di dispositivi e piattaforme. Se alimentata da fonti non rinnovabili, questa crescente domanda rischia di accentuare le emissioni di CO₂ e l'impatto ambientale complessivo.

Per bilanciare i benefici dell'AI con la necessità di ridurre il consumo di risorse, diventa **cruciale adottare soluzioni mirate all'efficienza**. Strategie come **l'ottimizzazione degli algoritmi, l'uso di hardware più sostenibile e la programmazione intelligente dei carichi di lavoro** possono contribuire a **ridurre l'impronta carbonica** di queste tecnologie.

A supporto di questa analisi, **è stato sviluppato un modello di stima per quantificare i consumi e le emissioni dell'AI generativa** durante la fase di inferenza, fornendo dati utili per guidare scelte più sostenibili nell'adozione di queste tecnologie.

4.1

L'Artificial Intelligence

Introduzione all'AI

I principali modelli di Generative AI

L'AI **generativa** è una branca dell'intelligenza artificiale che permette di **creare nuovi contenuti** partendo da dati esistenti. Questa tecnologia sfrutta modelli avanzati come i **Large Language Models (LLM)**, capaci di comprendere e generare testi complessi, e i **Multimodal/Image Generative Models**, che combinano input

diversi, come testo e immagini, per produrre contenuti visivi o multimediali. Questi strumenti aprono infinite possibilità creative e operative in diversi settori (e.g.: scrittura assistita, generazione di immagini e design grafico, creazione di contenuti multimediali immersivi, sviluppo di chatbot e assistenti virtuali).



Large Language Models (LLM)

I **Large Language Models** sono reti neurali profonde con **miliardi di parametri**, progettate per **comprendere e generare linguaggio umano in modo naturale**. Addestrati su grandi quantità di testo, accumulano una vasta conoscenza linguistica che consente loro di **rispondere a domande, generare testi, tradurre e svolgere compiti complessi** come scrittura creativa o sintesi di documenti.



Multimodal or Image Generative Models

I **Multimodal or Image Generative Models** si distinguono per la capacità di creare **contenuti complessi basati su input eterogenei, come testo, immagini o una combinazione di entrambi**. Questo li rende estremamente versatili e potenti per applicazioni di **creatività assistita**, come la generazione di immagini da descrizioni testuali, l'editing visivo avanzato e la creazione di contenuti immersivi.

Il ciclo di vita dei modelli AI

Addestramento e utilizzo

I modelli di AI generativa nel loro ciclo di vita sono caratterizzati da due fasi principali: il **training** e l'**inference**.

PRIMA FASE



Training

La prima fase è detta di **addestramento** (o training), nella quale i modelli di deep learning richiedono **discrete quantità di dati e risorse computazionali per apprendere**.

SECONDA FASE



Inference

La seconda è quella di **inferenza** (utilizzo dei modelli), in cui il modello servendo milioni di utenti ogni giorno registra un **fabbisogno energetico elevato**. È in quest'ultima fase che il consumo energetico del modello di intelligenza artificiale risulta essere particolarmente energivoro.

I *Large Models*

I cicli di vita degli LLM

Training

Il **training** dei modelli di AI generativa consiste **nell'ottimizzazione dei parametri su enormi dataset**, richiedendo un **lungo periodo di tempo** e un **notevole consumo energetico**.

Ottimizzazione dei parametri su enormi dataset

Durante il training, il modello analizza grandi quantità di dati per riconoscere pattern linguistici, aggiustando continuamente i parametri per migliorare le prestazioni.

Processo di lunga durata

Il processo di training di un modello di AI generativa ha una durata variabile (settimane/mesi) in base al tipo di modello e dati.

Consumi e emissioni elevati

Il training dei LLM consuma migliaia di kilowattora di energia elettrica. Se non supportato da fonti rinnovabili, questo comporta l'emissione di tonnellate di CO₂, ponendo serie questioni sulla sostenibilità.

I *Large Models*

I cicli di vita degli LLM

Inference

Durante la **fase di inferenza**, i modelli LLM utilizzano ciò che hanno appreso per generare output, come risposte o testi. Sebbene richiedano meno risorse rispetto al training, **l'uso frequente su larga scala comporta un consumo energetico significativo**, rendendo **fondamentale ottimizzare l'efficienza delle esecuzioni**.

Applicazione del modello addestrato per generare output

Completato il training, il modello è utilizzato per compiti pratici. Ad esempio, risponde a una domanda o genera un testo a partire da un prompt, sfruttando ciò che ha imparato durante l'addestramento.

Meno risorse per singola esecuzione, ma consumo globale elevato

L'inferenza richiede meno risorse rispetto all'addestramento di un modello, ma i modelli LLM vengono eseguiti milioni di volte al giorno. Questo rende il consumo energetico complessivo rilevante.

Ottimizzazione dell'inferenza

Nei servizi di AI che gestiscono volumi elevati di richieste in tempo reale, il costo energetico cumulativo dell'inferenza può diventare significativo. Migliorarne l'efficienza è cruciale per ridurne i consumi.

I *Large Models*

Una panoramica dei principali modelli di AI

Large Language Models (LLM)		
Nome del Modello	Descrizione	Utilizzo
GPT (Generative Pre-trained Transformer)	Modello generativo basato sui <i>Transformer</i> , addestrato su grandi quantità di testo per comprendere e generare linguaggio naturale.	Creazione di contenuti, assistenti virtuali, scrittura di codice, traduzione automatica.
BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers)	Modello bidirezionale di Google che comprende il contesto leggendo il testo in entrambe le direzioni.	Miglioramento motori di ricerca, classificazione del testo, domande e risposte.
T5 (Text-To-Text Transfer Transformer)	Modello di Google che trasforma qualsiasi compito di <i>Natural Language Processing</i> (NLP) in un problema «testo a testo».	Generazione e trasformazione di testo, traduzione, risposta a domande.
LaMDA (Language Model for Dialogue Applications)	Modello di Google ottimizzato per conversazioni naturali e interazioni dialogiche fluide.	Conversazioni complesse con assistenti virtuali, chatbot avanzati per assistenza clienti.
PaLM (Pathways Language Model)	Modello di Google per gestire compiti linguistici avanzati, con forte capacità di ragionamento e adattabilità a diversi task di NLP.	Traduzione complessa, risposta a domande tecniche, generazione di contenuti avanzati.
LLaMA (Large Language Model Meta AI)	Modello linguistico di Meta altamente efficiente, progettato per essere accessibile e utilizzato in ambienti di ricerca con risorse limitate.	Applicazioni nella ricerca linguistica, assistenti virtuali, e supporto per la creazione di contenuti multilingue.

I *Large Models*

Una panoramica dei principali modelli di AI

Multimodal o Image Generative Models

Nome del Modello	Descrizione	Utilizzo
CLIP (Contrastive Language-Image Pretraining)	Modello multimodale di OpenAI che associa testo e immagini, comprendendo descrizioni testuali e identificando contenuti visivi correlati.	Riconoscimento e descrizione di immagini, supporto per la ricerca visiva, generazione e comprensione di immagini.
DALL-E	Modello di OpenAI in grado di generare immagini realistiche e creative a partire da descrizioni testuali dettagliate.	Creazione di contenuti visivi unici, arte digitale, supporto creativo per design e pubblicità.
Stable Diffusion	Modello di diffusione open-source sviluppato da Stability AI, progettato per creare immagini artistiche e realistiche a partire da descrizioni o input visuali.	Generazione artistica, creazione di contenuti visuali per progetti grafici, design e illustrazione.
Midjourney	Modello di IA per la generazione artistica di immagini partendo da input testuali, noto per i suoi risultati stilisticamente espressivi.	Creazione di immagini per arte digitale, illustrazione e design, ispirazione creativa in vari ambiti artistici e commerciali.
Imagen	Modello di Google che genera immagini fotorealistiche da descrizioni testuali, utilizzando una serie di tecniche per migliorare il realismo e la qualità visiva.	Generazione di immagini realistiche per prototipazione, pubblicità, e ricerca visiva.
Parti	Modello multimodale di Google che collega testo, immagini e, in alcuni casi, video, per una comprensione più ricca dei contenuti visivi e linguistici.	Analisi visuale avanzata, descrizione di immagini, e applicazioni in video processing e realtà aumentata.
Muse	Modello multimodale di Google che genera immagini in modo controllabile e dettagliato a partire da input testuali e visivi.	Generazione di immagini personalizzate, contenuti visivi per moda, design e simulazione.

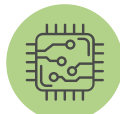
4.2

L'impatto ambientale dell'AI e le azioni di mitigazione

Impatto ambientale dell'AI

Consumo energetico

Creare **stime accurate dell'uso di energia e delle emissioni di carbonio dei sistemi di AI** nel corso della loro vita è **un'operazione complessa** dal momento che questi calcoli dipendono da molti fattori riportati di seguito.



Specifiche tecniche dei chip utilizzati

L'**efficienza energetica** dei chip dipende dalla loro potenza, processo produttivo e ottimizzazione termica.



Design dei data center

Un **design ottimizzato** migliora l'**efficienza**, **riducendo sprechi energetici** tramite una migliore gestione del flusso d'aria e del raffreddamento.



Workload

La **complessità e il volume del carico di lavoro** influenzano direttamente il consumo di risorse.



Sistemi di raffreddamento

Sistemi efficienti, come il raffreddamento ad aria, a liquido o immersione, **riducono i consumi energetici** necessari per dissipare il calore prodotto dai dispositivi.



Software

Codici e modelli ben ottimizzati riducono le operazioni computazionali e il consumo energetico.



Fonte dell'elettricità utilizzata

L'utilizzo di **fonti rinnovabili** permette di ridurre le emissioni di carbonio rispetto ai combustibili fossili.

Impatto ambientale dell'AI

Il consumo energetico del training

Il fabbisogno di energia per mantenere le infrastrutture di calcolo dell'AI si traduce in **una grande richiesta di data center** che funzionino ininterrottamente e richiedano **sistemi di raffreddamento intensivo**. I data center sono i **diretti responsabili del consumo energetico** legato all'addestramento e all'utilizzo dell'AI.

Per quanto riguarda l'ammontare di **energia consumata per l'addestramento** di un modello AI, esso dipende dalla **durata complessiva del training**, espressa in ore, e dal **numero di processori utilizzati**.

$$\text{Energia Consumata Training AI [MWh]} = \text{Ore di Training [h]} * \text{N° Processori} * \text{Potenza Media Processore [MW]} * \text{PUE}$$

Ogni processore possiede una potenza media che varia in base alle sue caratteristiche tecniche. L'effettiva quantità di energia necessaria per la fase di training è legata inoltre al valore del **Power Usage Effectiveness (PUE)**. Esso rappresenta un indicatore che misura l'efficienza energetica di un data center. È calcolato come il

rapporto tra l'energia totale consumata dal data center (inclusi sistemi di supporto come raffreddamento e alimentazione) e l'energia utilizzata esclusivamente per alimentare i dispositivi IT (server, processori, ecc.).

Impatto ambientale dell'AI

Case Study: i consumi e le emissioni per il training

Di seguito vengono riportati i dati relativi alla fase di addestramento di tre modelli di intelligenza artificiale: **GPT-3 (Open AI)**, **Llama 2 (Meta)** e **PaLM (Google)**. Per ciascun modello sono riportati il **numero di parametri**, che ne indica la complessità, l'**energia consumata** durante il training e le **emissioni di CO₂** associate. Si osserva che **a una maggiore complessità, corrisponde**

un maggiore consumo energetico. Tuttavia, il **modello di Google ha registrato minori emissioni di CO₂**, nonostante il maggior consumo energetico, grazie all'utilizzo di elettricità da fonti rinnovabili. Per quantificare più precisamente i significativi consumi registrati durante la fase di training, vengono forniti degli esempi di consumi equivalenti per ciascun modello AI.

GPT 3

175 mld di parametri
355 h di training
1.287 MWh consumati
552 t CO₂ emesse



1.287 MWh corrispondono a:



Consumo annuo di circa
260 famiglie



~18 viaggi a/r Milano – Roma
con un Frecciarossa

Llama 2⁽¹⁾

70 mld di parametri
Ore di training N.D.
688 MWh consumati
291,4 t CO₂ emesse



688 MWh corrispondono a:



Illuminazione di un quartiere
per circa un mese



Consumo mensile di un centro
commerciale

PaLM

540 mld di parametri
1.526 h di training
3.436 MWh consumati
271,4 t CO₂ emesse



3.436 MWh corrispondono a:



Un mese di produzione di
un grande impianto industriale



Consumo mensile di un quartiere
di circa 10.000 abitanti

(1) sono state rilasciate 3 versioni per offrire flessibilità agli sviluppatori e adattarsi a diversi casi d'uso, è stata considerata la versione con le prestazioni maggiori.

Impatto ambientale dell'AI

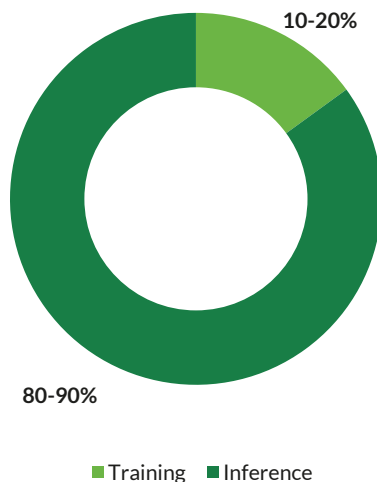
Consumo energetico dell'inferenza

Studi dimostrano che i costi energetici dell'AI derivano principalmente dall'utilizzo dei modelli, ossia dall'inferenza, che rappresenta l'80-90% del workload nei data center, rispetto al 10-20% dell'addestramento. Infatti, il training di un modello AI comporta un costo una tantum, mentre il suo utilizzo continua a consumare energia nel tempo, perciò la maggior parte dei consumi del modello si concentrano in questa fase.

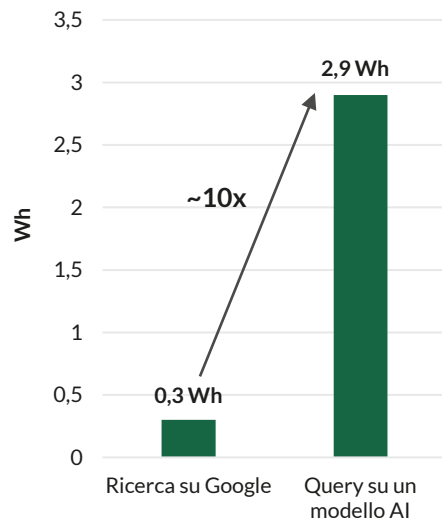
Ciò è dovuto al fatto che in media l'interazione con un modello LLM richiede un consumo energetico di circa dieci volte superiore rispetto a quello necessario per una normale ricerca sul web. Prendendo come riferimento il caso di ChatGPT, il quale supera il miliardo di visite mensili, il suo consumo energetico stimato è di almeno **2,9 GWh al mese**. Una quantità simile di energia sarebbe sufficiente per coprire i fabbisogni energetici mensili di circa **7.000 famiglie italiane**.

Fonte: Centre for Data Innovation, S&P Global.

Energia consumata dai modelli AI durante la loro vita



Confronto tra l'energia richiesta per una ricerca sul web e un'interazione con un modello AI



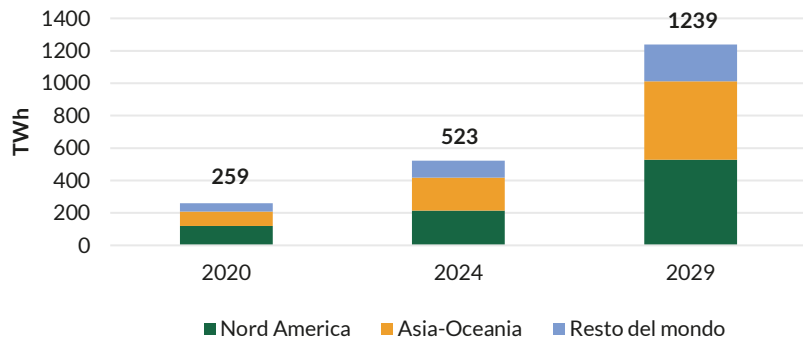
Impatto ambientale dell'AI

Consumo energetico ed emissioni

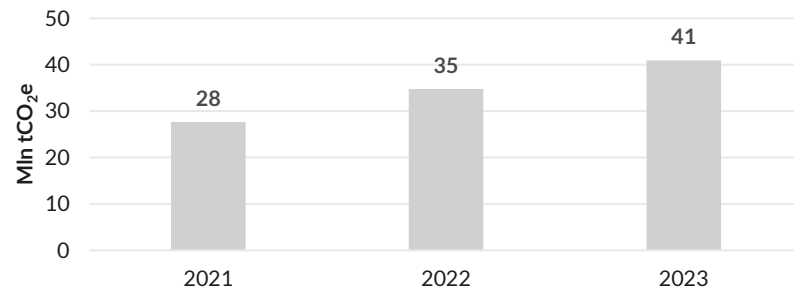
I dati storici indicano che la **domanda di energia dei data center è raddoppiata tra il 2020 e il 2024** e si prevede possa **più che raddoppiare (+137%) entro il 2029**. Questo aumento è trainato principalmente dalla **crescente richiesta di energia per supportare l'uso sempre più diffuso di modelli di intelligenza artificiale**. A livello globale, la **domanda aggiuntiva di energia per i data center legati all'AI sarà stimata in 716 TWh tra il 2024 e il 2029**. Negli

ultimi anni, le emissioni di CO₂ delle aziende che gestiscono o affittano data center sono aumentate. In particolare, **le emissioni indirette classificate come Scope 2, ovvero quelle derivanti principalmente dall'energia acquistata, sono aumentate del 48% tra il 2021 e il 2023** nelle aziende che si occupano di elaborazione dati. Prevedere le future emissioni risulta invece complesso poiché dipende dal mix energetico del paese ospitante i data center.

Domanda di energia dei data center per l'AI



Emissioni Scope 2 per aziende di elaborazione dati



Fonte: S&P Global

Impatto ambientale dell'AI

Efficienza e energia rinnovabile

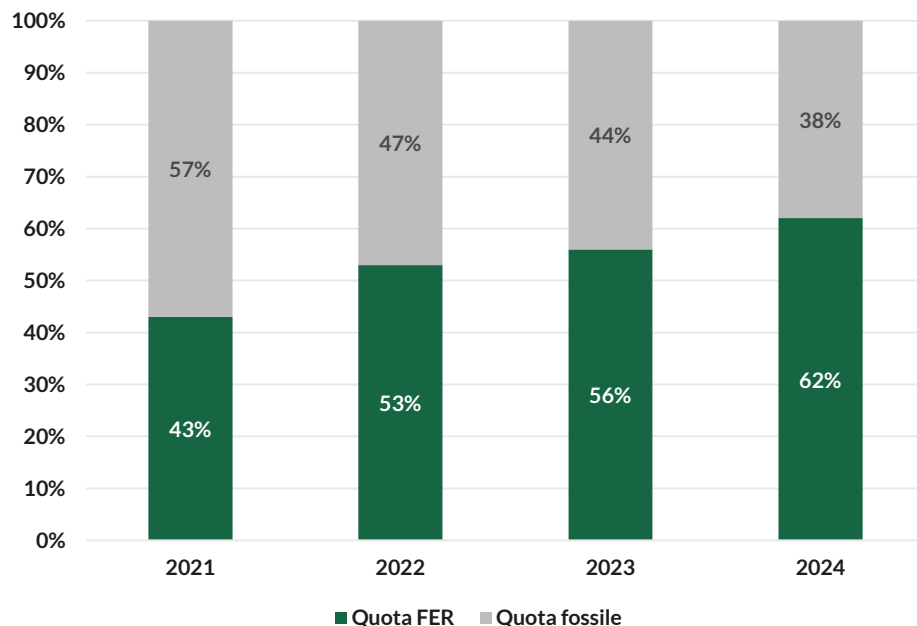
Tuttavia c'è ottimismo sul fatto che i modelli AI diventeranno significativamente più efficienti dal punto di vista energetico nel tempo. Da una parte utilizzando l'AI per aumentare l'efficienza dei modelli stessi, dall'altra i PUE dei data center sono migliorati significativamente negli ultimi 15 anni.

Inoltre, molte aziende tecnologiche stanno cercando fonti di energia rinnovabile per alimentare i loro data center, come eolico e solare, e soprattutto altre fonti prive di carbonio come il nucleare.

Ad oggi, circa il 62% dell'energia utilizzata nei data center proviene da fonti rinnovabili, cifra che è aumentata drasticamente negli ultimi quattro anni.

Fonte: S&P Global.

Quota di energia da fonti rinnovabili nei data center



Impatto ambientale dell'AI

Le azioni di mitigazione

Efficientare il consumo energetico dei modelli di intelligenza artificiale è fondamentale, dato il loro crescente utilizzo. Diverse tecniche algoritmiche possono migliorare l'efficienza energetica mantenendo prestazioni elevate.

Alcune ottimizzano i calcoli complessivi senza compromettere

l'accuratezza, mentre altre sfruttano modelli già addestrati per generare versioni più leggere e efficienti con una precisione quasi equivalente. **Tutte queste tecniche sono utili per ridurre il costo computazionale e, di conseguenza, i consumi e le emissioni di carbonio dei modelli.**

Possibili interventi per l'efficientamento di un modello AI

 Pruning	 Hyperparameter Tuning	 Hardware Ottimizzato	 Efficienza dei Dati
 Quantizzazione	 Architetture Efficienti	 Gradient Checkpointing	 Federated Learning e Edge Computing
 Knowledge Distillation	 Adaptive Computation	 Batch Size e Mixed-Precision Training	 Green AI e Carbon-aware Scheduling

Impatto ambientale dell'AI

Le azioni di mitigazione (1/3)

Pruning

Il *pruning* riduce la dimensione del modello rimuovendo i parametri che hanno un impatto minimo sulle prestazioni, come i pesi che sono vicini allo zero. Il *pruning* può incidere sulla magnitudine, rimuovendo i pesi con valori bassi o sulla struttura, rimuovendo interi *layers* o nodi che contribuiscono scarsamente. Così facendo è possibile ridurre notevolmente la dimensione del modello e le richieste computazionali senza una grande perdita di accuratezza.



La *Knowledge Distillation* trasferisce il sapere da un grande modello «insegnante» a un modello più piccolo «studente», permettendo al modello più piccolo di avvicinarsi alle prestazioni di quello più grande. Lo «studente» impara a imitare le previsioni dell'insegnante, risultando in un modello più piccolo, veloce ed efficiente in termini di energia che può essere utilizzato senza compromettere eccessivamente l'accuratezza.



Knowledge Distillation

Quantizzazione

La quantizzazione determina il numero minimo di bit necessari per rappresentare i pesi e le attivazioni migliorandone la memoria, l'efficienza computazionale e il consumo energetico. Esistono due metodi principali: *quantizzazione post-training*, che converte il modello dopo l'addestramento, e *quantizzazione consapevole del training*, che incorpora la quantizzazione nel processo di addestramento per minimizzare la perdita di precisione.



L'*hyperparameter tuning* migliora l'efficienza dei modelli AI ottimizzando parametri come il tasso di apprendimento e la dimensione del batch. Queste strategie minimizzano i costi computazionali ed energetici velocizzando la convergenza e evitando risorse sprecate. Un buon tuning porta a modelli più veloci ed efficienti energeticamente.



Hyperparameter Tuning

Impatto ambientale dell'AI

Le azioni di mitigazione (2/3)

Architetture Efficienti

Progettare architetture intrinsecamente efficienti, come i *Transformers* con meccanismi di attenzione sparsi o *layers* convoluzionali ottimizzati per operazioni più veloci, può ridurre i requisiti computazionali. Gli algoritmi di ricerca dell'architettura possono anche esplorare e selezionare **architetture ottimali per compiti specifici**, raggiungendo un buon livello di efficienza senza la necessità di un design manuale esaustivo.



L'uso di *hardware* ottimizzato per i calcoli dell'AI, come TPU (Tensor Processing Units), GPU (Graphic Processing Unit) o ASIC (Application-Specific Integrated Circuits), può portare a notevoli risparmi energetici. **L'hardware dedicato progettato specificamente per operazioni di deep learning è molto più efficiente dal punto di vista energetico rispetto ai processori generici.**



Hardware Ottimizzato

Adaptive Computation

Le griglie di computazione dinamiche o la computazione condizionale permettono ai modelli di processare informazioni in modo selettivo, **adattando la quantità di computazione utilizzata per ciascun input in base alla sua complessità**. Ad esempio, indirizzare parti dell'input attraverso sotto-reti specifiche può ridurre il consumo energetico, con dati più semplici elaborati solo da una parte minima del modello, invece che da tutta la rete.



Il *Gradient Checkpointing* **riduce l'uso della memoria salvando selettivamente alcuni risultati intermedi e ricalcolandone altri durante la retropropagazione**. Questa tecnica consente di addestrare modelli più profondi con meno memoria, riducendo il consumo energetico.



Gradient Checkpointing

Impatto ambientale dell'AI

Le azioni di mitigazione (3/3)

Batch Size e Mixed-Precision Training

Batch più grandi e Mixed-Precision Training possono migliorare il *throughput* e ridurre i tempi di calcolo, **riducendo indirettamente l'energia richiesta per ogni training step**. Il Mixed-Precision Training, in particolare, è ampiamente adottato nell'addestramento su larga scala in quanto consente calcoli più veloci senza una sostanziale perdita di accuratezza.



Efficienza dei Dati

Active Learning e Data Augmentation possono migliorare le prestazioni del modello con meno dati. Curando o generando attentamente i dati di addestramento, **il modello può raggiungere un buon livello di accuratezza con meno epochs, riducendo sia i tempi di addestramento che i consumi energetici**. Le tecniche di Self-supervised Learning sfruttano anche grandi quantità di dati non etichettati in modo più efficiente, riducendo la necessità di dati etichettati supervisionati.



Il Federated Learning e l'Edge Computing spostano l'inferenza del modello e alcune operazioni di addestramento sui dispositivi più vicini alla fonte dei dati. Questo approccio **riduce il carico sui server centrali e minimizza la trasmissione dei dati**, riducendo indirettamente il consumo energetico distribuendo i carichi di calcolo.



Le pratiche di «Green AI» consistono nell'ottimizzazione dell'uso dei server e nella pianificazione dei calcoli intensivi durante i periodi in cui l'energia rinnovabile è più abbondante. Il Carbon-aware Scheduling consente di eseguire i carichi di lavoro nei momenti in cui l'energia è meno intensiva in termini di emissioni, aiutando ad allineare le necessità computazionali con le risorse energetiche rinnovabili disponibili.

Federated Learning e Edge Computing

Green AI e Carbon-aware Scheduling

4.3

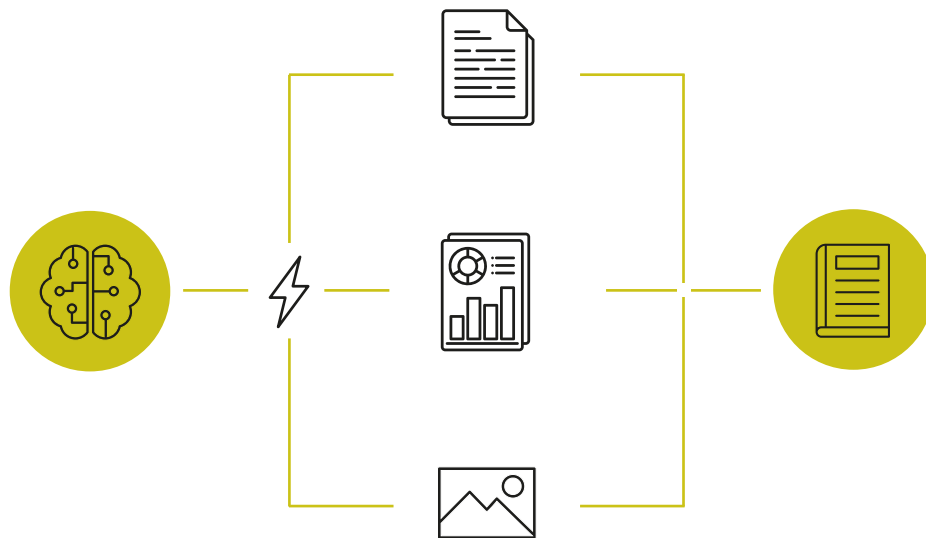
Il modello per la stima dei consumi dell'AI

Il consumo e le emissioni dell'AI

Un modello per stimare consumi e emissioni

Il modello per la stima dei consumi e delle emissioni dell'inferenza di un'AI generativa si basa sulla simulazione di un caso d'uso reale. È stato ipotizzato di **redigere mille report di circa 400 pagine utilizzando un modello AI** svolgendo diversi compiti specifici. Fissando la frequenza con cui questi compiti sono eseguiti, è stato calcolato il **consumo energetico complessivo necessario per completare i report**. Successivamente, questi consumi sono stati tradotti in termini di **emissioni di CO₂**, stimando così l'**impatto ambientale legato all'utilizzo del modello**.

Lo stesso approccio è stato applicato ipotizzando di svolgere la **stesura di mille romanzi da circa 300 pagine**, calcolando i **consumi e le emissioni relativi** alle attività principali richieste per completarli.



Il consumo e le emissioni dell'AI

Le assunzioni



Classificazione del testo

0,002 Wh

Identificazione e categorizzazione di contenuti testuali, ad esempio per distinguere argomenti.



Classificazione delle immagini

0,007 Wh

Analisi e assegnazione di categorie specifiche a immagini, come il riconoscimento di grafici o figure.



Rilevamento degli oggetti

0,038 Wh

Identificazione e localizzazione di oggetti specifici all'interno di un'immagine o video.



Generazione di testo

0,047 Wh

Creazione di contenuti testuali originali, come articoli, racconti o risposte a domande.



Riassunto del testo

0,049 Wh

Sintesi di contenuti testuali più lunghi in versioni più brevi, preservando le informazioni principali.



Generazione di immagini

2,907 Wh

Creazione di immagini digitali a partire da descrizioni testuali o parametri definiti.

Fonte: Centre for Data Innovation.

Il consumo e le emissioni dell'AI

Metodologia (1/2)

Tenendo a mente le assunzioni della precedente slide, per redigere un report di 400 pagine (ispirandosi a un generico long report di E&S) si è ipotizzato di suddividere il report in 5 capitoli, contenenti a loro volta 3 sotto-capitoli. In tabella vengono riportati i parametri adottati.

Task AI	# Frequenza di attivazione del task
Classificazione del testo	400 = 100% delle pagine
Classificazione delle immagini	160 = 40 % delle pagine
Rilevamento degli oggetti	10 = 2,5 % delle pagine
Generazione del testo per la consultazione di informazioni	132 = 33% delle pagine
Generazione del testo per correzione ortografica e migliorare la fluidità del testo	320 = 80% delle pagine
Riassunto del testo per ciascun sotto-capitolo e per ciascun capitolo	15 + 5 = 20
Generazione di immagini	40 = 10% delle pagine

Il consumo e le emissioni dell'AI

Metodologia (2/2)

Mentre, per la stesura di un romanzo di 300 pagine (numero medio per un romanzo) si ipotizza una suddivisione in 10 capitoli da 3 sezioni ciascuno. In tabella vengono riportati i parametri adottati.

Task AI	# Frequenza di attivazione del task
Classificazione del testo	30 = 10% delle pagine
Classificazione delle immagini	20 = 6,7% delle pagine
Rilevamento degli oggetti	-
Generazione del testo per la consultazione di informazioni	$1800 = 300 \text{ parole per pagina (in media)} * 300 \text{ pagine} / 50 \text{ parole per generazione di testo}$
Riassunto del testo per ciascun capitolo	10
Generazione di immagini	15 = 5% delle pagine

Il consumo e le emissioni dell'AI

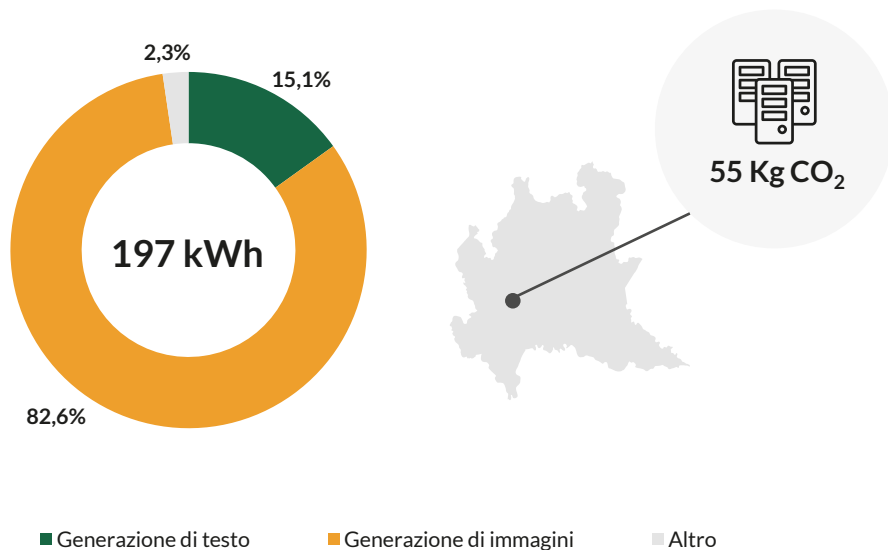
I risultati del modello (1/2)

La stima dei consumi energetici e delle emissioni di CO₂ associati all'utilizzo di un modello AI per la stesura di mille report evidenzia un impatto significativo. **L'energia totale consumata è di 197 kWh, con emissioni pari a 55 Kg di CO₂ se il data center fosse situato in Lombardia.**

La maggior parte dei consumi è attribuibile alla **generazione di immagini**, seguita dalla **generazione di testo**, mentre altre attività come classificazioni, riassunto del testo e rilevamento di oggetti incidono in misura minore.

Per confronto, l'energia necessaria equivale a quella utilizzata da un'auto elettrica per percorrere circa mille chilometri.

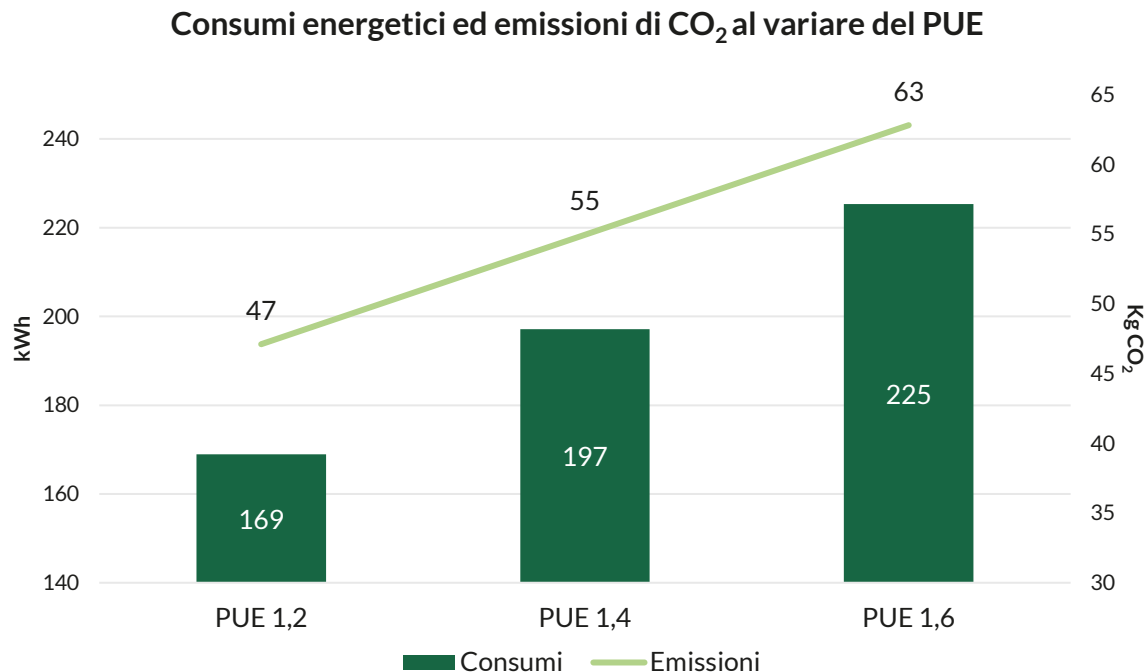
Consumi ed emissioni associati all'utilizzo di un modello di AI generativa per la stesura di 1000 report



Il consumo e le emissioni dell'AI

Analisi di sensitività

I consumi energetici e le emissioni di CO₂ associati all'utilizzo di un modello di AI possono variare in funzione del **PUE (Power Usage Effectiveness)** del data center dove viene eseguito il modello. Considerando il caso dei mille romanzi, qualora il data center possedesse un **PUE di 1,2**, si registrerebbero **169 kWh** di consumo e **47 Kg di CO₂** emessi. Con un **PUE medio pari a 1,4**, i consumi e le emissioni sono quelli visti in precedenza (**197 kWh e 55 Kg di CO₂**) mentre con un **PUE di 1,6** i valori ottenuti ammontano a **225 kWh e 63 Kg di CO₂**. Questi risultati evidenziano l'impatto significativo dell'efficienza del data center sia sul consumo energetico sia sulle emissioni.



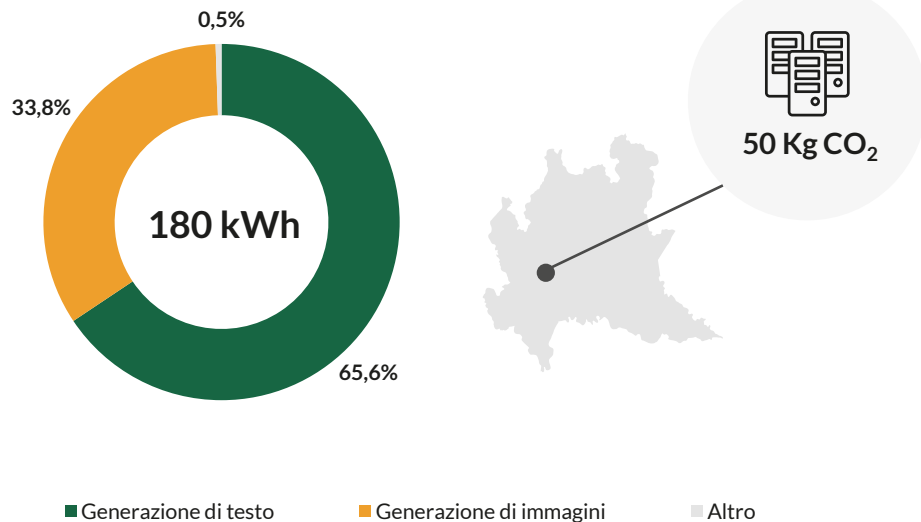
Il consumo e le emissioni dell'AI

I risultati del modello (2/2)

Se ipotizzassimo di scrivere mille romanzi grazie a un modello AI il consumo totale ammonterebbe a circa **180 kWh**, distribuito tra diverse attività, con la **generazione di testo** che rappresenta la quota maggiore, pari a circa il **66%** del totale. Anche la **generazione di immagini**, seppur meno frequente rispetto al caso del report, ha un impatto significativo, costituendo il **33,8%** del consumo complessivo. Le altre attività, come classificazione, rilevamento e riassunto del testo, hanno un peso trascurabile in termini energetici.

Nuovamente, viene ipotizzato che il data center sul quale lavora il modello AI sia situato in Lombardia e dunque a partire dal relativo mix energetico associato è stato stimata la quota emissiva per la stesura dei romanzi.

Consumi ed emissioni associati all'utilizzo di un modello di AI generativa per la stesura di 1000 romanzi





Principali Trend di Sostenibilità nelle Aziende del MIB ESG

CAP.

05



Messaggi chiave

100% delle emissioni Scope 1 e 2 rendicontate, cresce il focus sulle emissioni Scope 3

Nel 2023, il **100% delle aziende** dell'indice MIB ESG ha reso conto delle proprie emissioni **Scope 1 e Scope 2**, mentre il **95% ha riportato le emissioni Scope 3**, con un aumento del 5% rispetto al 2021. Questo riflette un crescente impegno verso la trasparenza e la sostenibilità.

Quasi il **95% delle emissioni** analizzate proviene da **quattro settori ICB** (industry classification benchmark): Consumer Discretionary, Industrials, Energy e Utilities, evidenziando la necessità di concentrare gli sforzi di decarbonizzazione su queste aree prioritarie.

Aumento della standardizzazione nei bilanci di sostenibilità: 73% adotta un documento autonomo

Il 73% delle aziende elabora il bilancio di sostenibilità come un documento autonomo, separato dai report finanziari. Tra queste, emerge una tendenza verso l'adozione di una nomenclatura specifica, indicativa di una progressiva standardizzazione verso un modello unico.

Inoltre, il 75% delle imprese adotta lo standard «in accordance with GRI standards» per la rendicontazione, registrando un incremento del 5% rispetto all'anno precedente. Questo dato evidenzia un impegno crescente verso una maggiore conformità agli standard ESG.

Crescita della digitalizzazione nelle aziende del MIB ESG: +23% di iniziative

Nel biennio 2023-2024, le aziende dell'indice MIB ESG hanno implementato 902 iniziative digitali, segnando un incremento del 23% rispetto al periodo precedente. Questi progetti si sono focalizzati sull'adozione di tecnologie innovative come IoT, AI e digital twins, con particolare attenzione agli ambiti Operations e Risorse Umane.

In base alle aziende analizzate ed al numero medio di iniziative per azienda, i settori ICB (industry classification benchmark) più attivi sono *Industrials*, con 32 iniziative per azienda, seguito da *Financials* con 27 e *Utilities* con 21. Le iniziative sono per oltre il 60% incentrate su Operations (36%) e Human Resources (35%).

Tuttavia, il crescente numero di iniziative tecnologiche non si traduce in un'adeguata misurazione dell'impatto ambientale: solo il 4% delle attività è rendicontato in termini di emissioni di CO2 effettivamente risparmiate, evidenziando la necessità di un approccio più strutturato alla valutazione dei benefici sostenibili.

Obiettivi della sezione

L'obiettivo della sezione è monitorare lo stato di avanzamento delle **iniziative e delle tecnologie digitali adottate e rendicontate dalle aziende presenti nell'indice MIB ESG**, suddivise per settore ICB.

Questa analisi permette di osservare come le **imprese stiano implementando soluzioni innovative**, con particolare attenzione all'integrazione delle tecnologie digitali nei processi aziendali e al **loro impatto sulle performance ESG**. Inoltre, la **suddivisione per settore ICB** consente di evidenziare le aree in cui le aziende stanno concentrando maggiormente gli sforzi di digitalizzazione, nonché le tendenze specifiche di ciascun settore in termini **di adozione di tecnologie emergenti, come IoT, AI e digital twins**.

Il monitoraggio permette così di **valutare i progressi compiuti**, identificare le sfide e le opportunità di miglioramento e fornire indicazioni su come **accelerare la transizione digitale in ottica di sostenibilità**.

5.1

Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità delle aziende dell'indice MIB ESG

Indice MIB ESG

Descrizione

L'indice MIB® ESG è il primo indice ESG (Environmental, Social, and Governance) dedicato alle principali società italiane quotate, con l'obiettivo di identificare i grandi emittenti italiani che adottano le migliori pratiche ESG.

Note: (1) Imprese coinvolte nei seguenti prodotti non sono ammissibili: tabacco, carbone termico, sabbie bituminose, energia da scisto, combustibili fossili, produzione di energia da combustibili fossili, armi leggere e armi controverse.

Questo indice integra la **valutazione della performance economica con criteri ESG**, allineandosi ai principi del Global Compact delle Nazioni Unite (UNGC).

La composizione dell'indice è determinata dall'analisi ESG di Vigeo Eiris, parte di Moody's ESG Solutions, che valuta le performance di sostenibilità degli emittenti. Il metodo di selezione dell'indice premia le **migliori 40 società per criteri ESG**, scelte **tra le 60 società italiane più liquide**, escludendo quelle attive in settori non compatibili con investimenti sostenibili⁽¹⁾.

I componenti dell'indice sono ponderati in base alla capitalizzazione di mercato del flottante. La composizione dell'indice viene rivista trimestralmente, consentendo l'inclusione di aziende che abbiano significativamente migliorato le loro performance ESG.

Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Metodologia (1/3)

Di seguito è presentato il dettaglio relativo alla metodologia adottata per condurre l'analisi dei bilanci di sostenibilità:

L'obiettivo dell'analisi è quello di **fornire una panoramica sulle iniziative di digitalizzazione adottate in ottica business e/o di decarbonizzazione avviate dalle imprese appartenenti all'indice MIS ESG** e descritte all'interno dei loro bilanci di sostenibilità. Verrà proposta dapprima una visione d'insieme su tutte le 40 aziende appartenenti all'indice e successivamente una visione settoriale delle evidenze emerse da questo analisi.

Il processo prevede 2 fasi principali:

- **Analisi integrata della sostenibilità:** In questa fase si cerca di fornire una visione integrata delle **performance economiche e ambientali**. A tal proposito, viene studiata la ripartizione delle emissioni Scope 1, Scope 2 e Scope 3 con relative evoluzioni tra il 2022 e il 2023, ma anche il trend del fatturato insieme ad altre performance quali la capitalizzazione di mercato, il numero di dipendenti, EBITDA e costo del personale.
- Queste prospettive vengono poi unite con il **calcolo dell'indice di «emission-intensity»** che riporta le tonnellate di CO2 equivalente emesse in relazione al valore aggiunto realizzato:

$$\text{Indice di emission intensity} = \frac{\text{Emissioni Scope 1 e Scope 2}}{\text{Valore aggiunto}} = \frac{E.\text{Scope 1} + E.\text{Scope 2}}{\text{EBITDA} + \text{Costo del personale}} \frac{[\text{tCO2eq.}]}{[\text{M€}]}$$

- Per evitare duplicazioni dei dati, Assicurazioni Generali e Banca Generali, sono studiati a livello di Gruppo Generali.

Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Metodologia (2/3)

- **Analisi delle iniziative di digitalizzazione:** In questa fase viene proposta una raccolta e una **classificazione di tutte le iniziative di digitalizzazione** individuate nei bilanci di sostenibilità. In particolare, per ciascun gruppo di iniziative viene definito: **ambito di applicazione, tecnologie abilitanti, numerosità, diffusione percentuale** (quante aziende sul totale del sottoinsieme considerato presentano almeno un' iniziativa di quel gruppo).

Le informazioni utilizzate all'interno dell'analisi sono state reperite direttamente dalla **reportistica pubblica ufficiale** delle aziende considerate, oppure dalle banche dati AIDA e ORBIS sviluppate da **Bureau van Dijk**.

Al fine dell'analisi della carbon footprint delle aziende dell'indice si considerano le emissioni relative allo **Scope 1, Scope 2 e Scope 3**.

Le emissioni considerate in questa analisi fanno riferimento ad un approccio **Market-based**. Tale **approccio permette di considerare le emissioni in funzione delle specifiche scelte dell'azienda in termini di approvvigionamento energetico**. Questo approccio si contrappone a quello **Location-based** in cui il **fattore emissivo considerato per l'energia consumata è esclusivamente quello determinato dal mix energetico del paese in cui l'azienda opera**. Ove non fosse possibile perseguire tale approccio sono state considerate le emissioni rendicontate con un approccio **Location-based**.

Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Metodologia (3/3)

Per i **gruppi societari** presenti all'interno dell'indice sono state prese in considerazione le **emissioni dell'intero gruppo** e non esclusivamente quelle riconducibili alla *holding* finanziaria.

Le iniziative di digitalizzazione presenti nei bilanci di sostenibilità fanno riferimento a **cinque ambiti di analisi**:

- **Operations:** Appartengono a questa categoria tutte le iniziative che hanno un impatto sui **processi attraverso i quali l'azienda fornisce i propri prodotti/servizi al cliente** (produzione, installazione presso il cliente, manutenzione, ...). Sono escluse da questa categorizzazione le iniziative che impattano sulle attività logistiche.
- **Cliente:** Appartengono a questa categoria tutte le iniziative che hanno un impatto sui **processi attraverso i quali l'azienda gestisce ed entra in contatto con i propri clienti al fine di misurarne e aumentarne il livello di soddisfazione** (processi commerciali, assistenza post-vendita, ...).
- **HR:** Appartengono a questa categoria tutte le iniziative che hanno un impatto sui **processi attraverso i quali l'azienda gestisce le proprie risorse umane al fine di curarne il benessere fisico e mentale e al fine di valutarne l'operato professionale** (attività di formazione, work-life balance, gestione HSE, ...).
- **Logistica:** Appartengono a questa categoria tutte le iniziative che hanno un impatto sui **processi attraverso i quali l'azienda gestisce i flussi di tutti i materiali in ingresso e in uscita, le informazioni associate a tali flussi e le relazioni con gli altri operatori coinvolti in questi processi** (fornitori, distributori o altri operatori logistici)
- **Altro:** Appartengono a questa categoria tutte le iniziative che impattano **processi trasversali a quelli menzionati per le altre categorie** (gestione degli asset aziendali, gestione risorse finanziarie, gestione del rischio, *marketing*, *business development*, gestione *ICT*, rendicontazione delle *performance*, ricerca e sviluppo, ...)

L'indice MIB ESG

Le aziende dell'indice

Di seguito vengono riportate le **40 aziende appartenenti all'indice MIB ESG** all' 8 novembre 2024:

Financials



Utilities



Consumer Discretionary



Energy



Healthcare



IT



Telecommunication



Industrial

FINCANTIERI



nexi

Prysmian Group

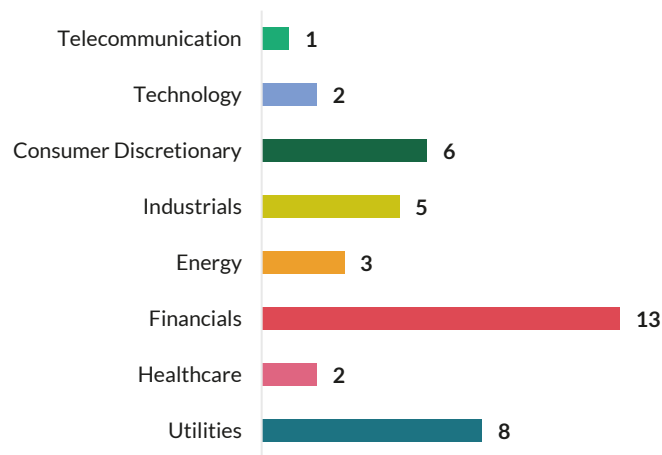


L'indice MIB ESG

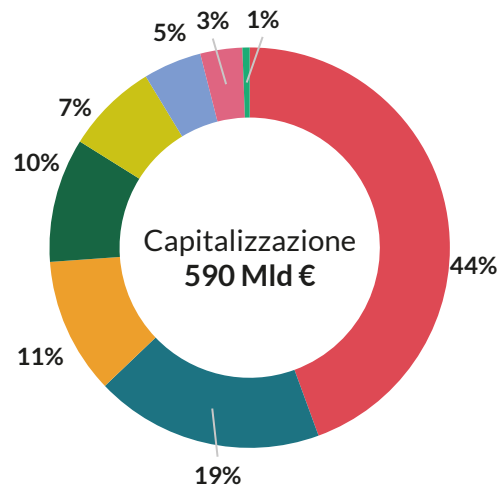
Settori di appartenenza e rilevanza sulla capitalizzazione dell'indice

Con riferimento alla **industry classification benchmark**⁽¹⁾ (ICB) si riporta la rilevanza delle diverse industrie sia come numerosità delle aziende sia come capitalizzazione (aggiornamento all' 8 novembre 2024) nell'indice MIB ESG.

Numero di aziende nell'indice MIB ESG per settore ICB



Capitalizzazione spartita per settori ICB



(1) l'industry classification benchmark è una tassonomia di classificazione del settore lanciata da Dow Jones e FTSE nel 2005 e ora utilizzata da FTSE International e STOXX.

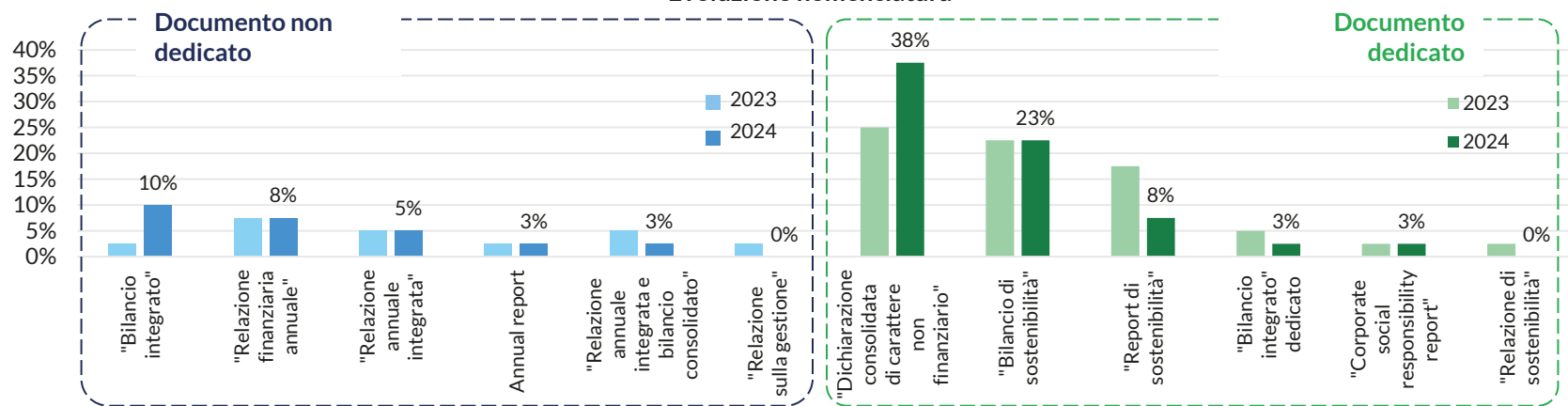
Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Tipologia di documenti e standard adottati

Dall'analisi dei **bilanci di sostenibilità** delle aziende presenti nell'indice MIB ESG, emerge che il **73% delle imprese** (29 imprese) **redige un documento specifico, separato e distinto dai report finanziari**. Nonostante il riconoscimento globale dell'importanza di questi temi, si riscontra una mancanza di nomenclatura univoca per tali documenti dedicati.

Nei casi in cui esiste un documento dedicato **il nome più diffuso** risulta essere **«Dichiarazione consolidata di carattere non finanziario»** (38% dei casi), tra i casi in cui il bilancio di sostenibilità è contenuto in documenti che contengono anche informazioni finanziarie l'alternativa più diffusa è l'**inclusione nel «Bilancio integrato»** (10% dei casi). Questo dimostra una sempre più standardizzazione verso un modello unico.

Evoluzione nomenclatura



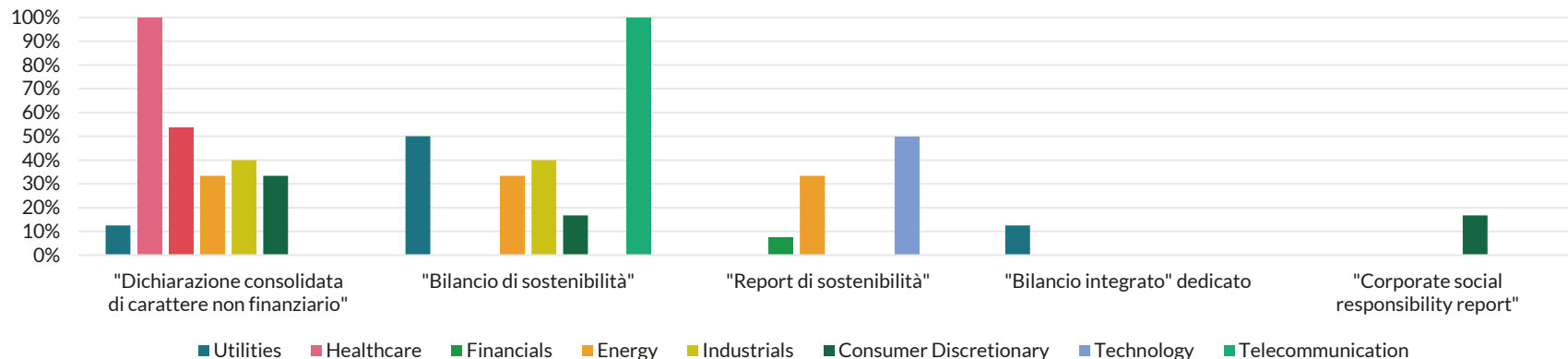
Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Tipologia di documenti per settore ICB

Tra le aziende con documenti di reporting dedicati, l'intero¹ settore healthcare adotta la «dichiarazione consolidata di carattere non finanziario», mentre il settore delle telecomunicazioni predilige il «bilancio di sostenibilità». Negli altri settori non si riscontra ancora una nomenclatura uniforme per i documenti utilizzati. Tuttavia, si evidenzia che la «dichiarazione consolidata di carattere non finanziario» è il documento più diffuso tra tutti i settori analizzati.

Nota: (1) si intende il settore healthcare rappresentato nell'indice MIB ESG.

Tipologia di documenti dedicati, per settore



Box: I bilanci di sostenibilità: evoluzione e terminologia

La rendicontazione non finanziaria nasce con lo scopo di rappresentare i valori e gli effetti che l'attività delle organizzazioni producono sull'ambiente e sull'insieme dei loro stakeholder; nel corso degli anni, diverse tipologie di documenti e diversi framework sono stati sviluppati per rendicontare tali informazioni. Ecco alcuni esempi:

- Il «**Bilancio Ambientale**» è un documento informativo pubblicato volontariamente dall'azienda nei confronti dei propri stakeholder, allo scopo di comunicare direttamente con il pubblico interessato l'impatto sull'ambiente delle scelte di programmazione e di gestione aziendali.
- Il «**Bilancio Sociale**» si basa sullo standard sviluppato nel 2001 da un gruppo di studio creato ad hoc per la definizione dei principi di redazione del Bilancio sociale (Gruppo GBS). Questo documento non focalizza l'attenzione sulle tematiche ambientali, ma illustra agli stakeholder la volontà aziendale di assumere impegni ed obiettivi in riferimento a valori di carattere sociale ed etico e ne descrive i risultati ottenuti lungo questi obiettivi.
- Il «**Bilancio di Sostenibilità**» è il primo documento a prevedere una rendicontazione che integra le tematiche ambientali, sociali ed economiche che riguardano un'organizzazione. I GRI Sustainability Reporting Standards sono stati i primi standard globali per la rendicontazione della sostenibilità e, ad oggi, risultano anche i più utilizzati a livello internazionale.
- Il «**Report Integrato**» amplia ulteriormente la prospettiva del bilancio di sostenibilità andando ad analizzare il modo in cui l'azienda genera valore nel breve, medio e lungo periodo. Gli standard di riferimento per questo documento sono l'Integrated Reporting Framework formulato dall'IIRC (International Integrated Reporting Council) e le Sustainability Reporting Guidelines del GRI.
- La «**Dichiarazione di carattere non finanziario (DNF)**» è un documento la cui rendicontazione è obbligatoria per le organizzazioni di interesse pubblico di grandi dimensioni. La normativa di riferimento per la redazione di questa dichiarazione è il decreto legislativo 254/2016 che attua la precedente direttiva europea (Direttiva 2014/95/UE).

Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

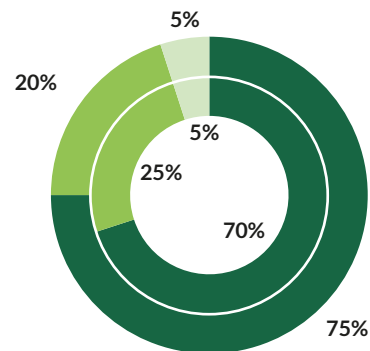
Tipologia di documenti e standard adottati

Tutte le aziende dell'indice fanno riferimento agli standard GRI per la rendicontazione. Il 75% delle aziende analizzate dichiara esplicitamente di aderire agli standard secondo la modalità «**in accordance with GRI standards**», mentre una quota minoritaria, pari al 5%, opta per la rendicontazione «**with reference to GRI standards**». La restante parte non specifica chiaramente la modalità di adesione agli standard.

Rispetto all'analisi precedente, si registra un **incremento del 5%** della quota di aziende che adotta la modalità «in accordance», incremento che deriva principalmente dalla diminuzione di pari entità della quota che sceglie la modalità «with reference».

Questo andamento evidenzia un trend positivo verso una **maggiore adesione formale agli standard GRI secondo la modalità più rigorosa**, garantendo così un livello di trasparenza e conformità più elevato. La riduzione della quota «with reference» riflette un'evoluzione nelle pratiche di reporting, con molte aziende che scelgono di impegnarsi nella conformità integrale.

Standard di rendicontazione adottati
dalle aziende dell'indice MIB ESG
2023 (ext) 2022 (int)



- Aderisce allo standard GRI in modalità "in accordance with"
- Aderisce allo standard GRI in modalità "with reference to"
- Aderisce allo standard GRI, ma non è dichiarata la modalità

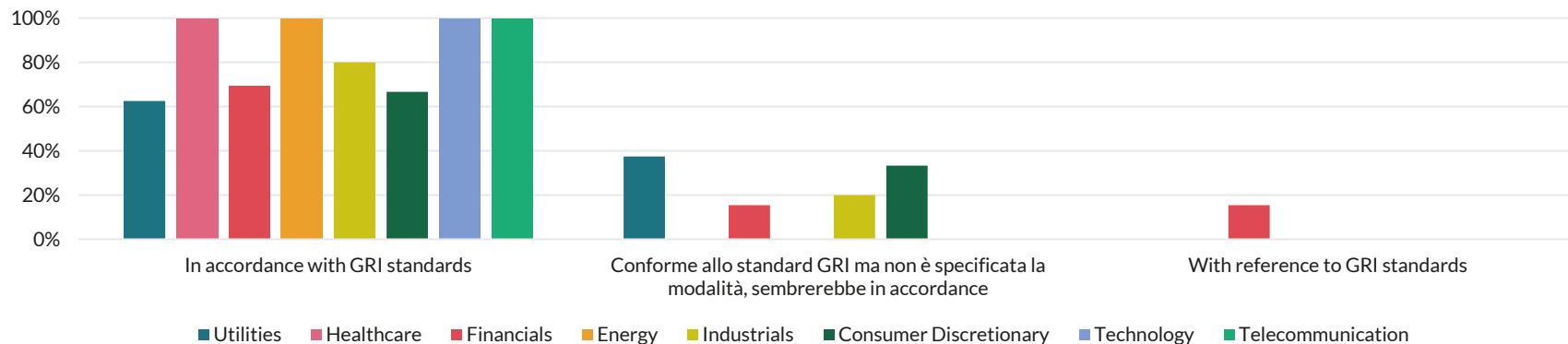
Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Tipologia standard adottati per settore

Nel 75% delle aziende che rendicontano «**in accordance with GRI standards**» rientrano interamente i settori **Healthcare, Energy, Technology e Telecommunication**. Il settore ICB Financials, invece, presenta una suddivisione tra aziende che adottano la modalità «in accordance» e quelle che utilizzano «with reference to GRI standard».

Inoltre, vi sono aziende che non specificano la modalità adottata; tuttavia, sulla base dell'analisi, possono essere interpretate come conformi allo standard GRI in accordance.

Tipologia di standard per settore



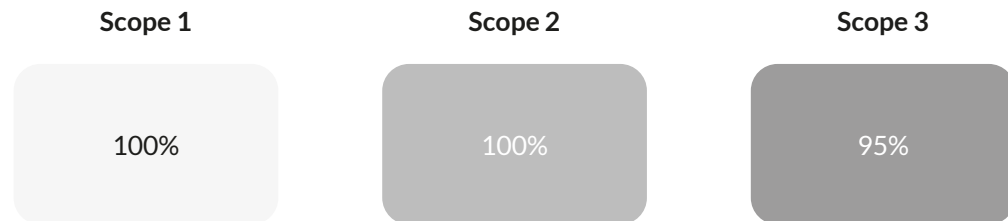
Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Analisi delle emissioni rendicontate

Per quanto riguarda la rendicontazione delle emissioni, si osserva che il 100% delle aziende ha rendicontato sia nel 2021, sia nel 2022, sia nel 2023 le proprie **emissioni Scope 1** e, utilizzando almeno uno dei due approcci tra **Market-based** e **Location-based**, le proprie **emissioni Scope 2**. Inoltre, per quanto concerne le **emissioni Scope 3**, nel 2023 sono state calcolate dal 95% delle aziende analizzate, evidenziando un incremento del 5% rispetto al 2021.

L'incremento del 5% in due anni sottolinea una maggiore attenzione verso una rendicontazione completa e dettagliata, in linea con le crescenti aspettative normative e di mercato in ambito ESG.

Percentuale di aziende che rendicontano le emissioni di Scope 1, 2 e 3 secondo i diversi approcci (dati 2023)



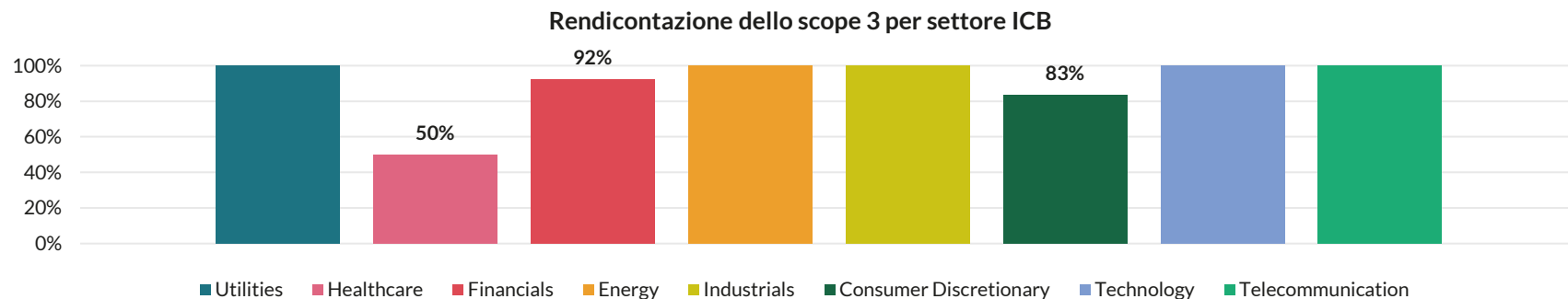
Il 79% delle aziende analizzate calcola lo scope 2 sia secondo una logica *market-based* che *location-based*.

Per il 77% delle aziende dell'indice che riportano le emissioni di SCOPE 3 queste costituiscono la **principale categoria emissiva**.

Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Emissioni scope 3

Tra le 37 aziende che rendicontano le emissioni Scope 3, i settori Healthcare, Financials e Consumer Discretionary si distinguono per un approccio meno sistematico. In particolare, nel **settore Healthcare**, solo il **50% delle aziende rendiconta lo Scope 3**. Nel settore **Financials**, invece, questa percentuale è inferiore: solo il **17% delle aziende non include lo Scope 3** nei propri report. Per quanto riguarda il settore **Consumer Discretionary**, si osserva una tendenza simile, confermando che questi ambiti necessitano di maggiori sforzi per allinearsi alle pratiche di rendicontazione avanzata adottate da altri settori.

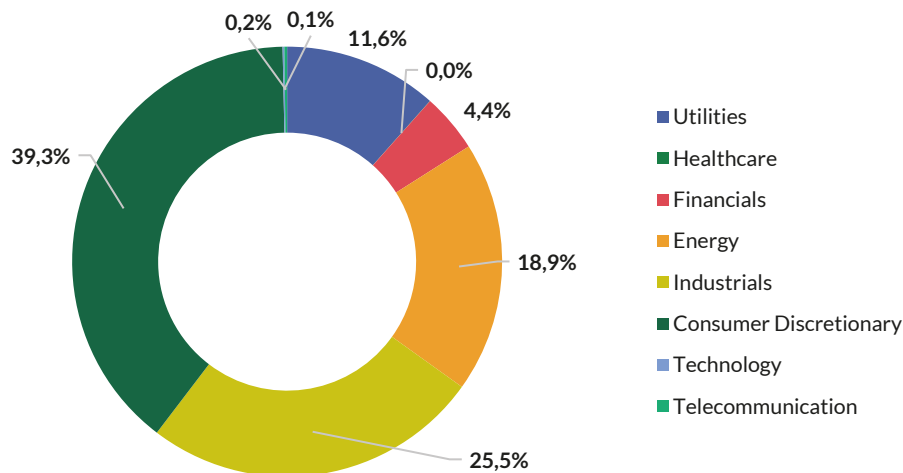


Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Analisi delle emissioni rendicontate

Analizzando la ripartizione delle emissioni complessive dell'indice nel 2023 per settore di appartenenza, è possibile notare che quasi il 95% di queste ultime è prodotto dai quattro settori maggiormente contribuenti, vale a dire: **Consumer Discretionary** (39,3%), **Industrials** (25,5%), **Energy** (18,9%) e **Utilities** (11,6%).

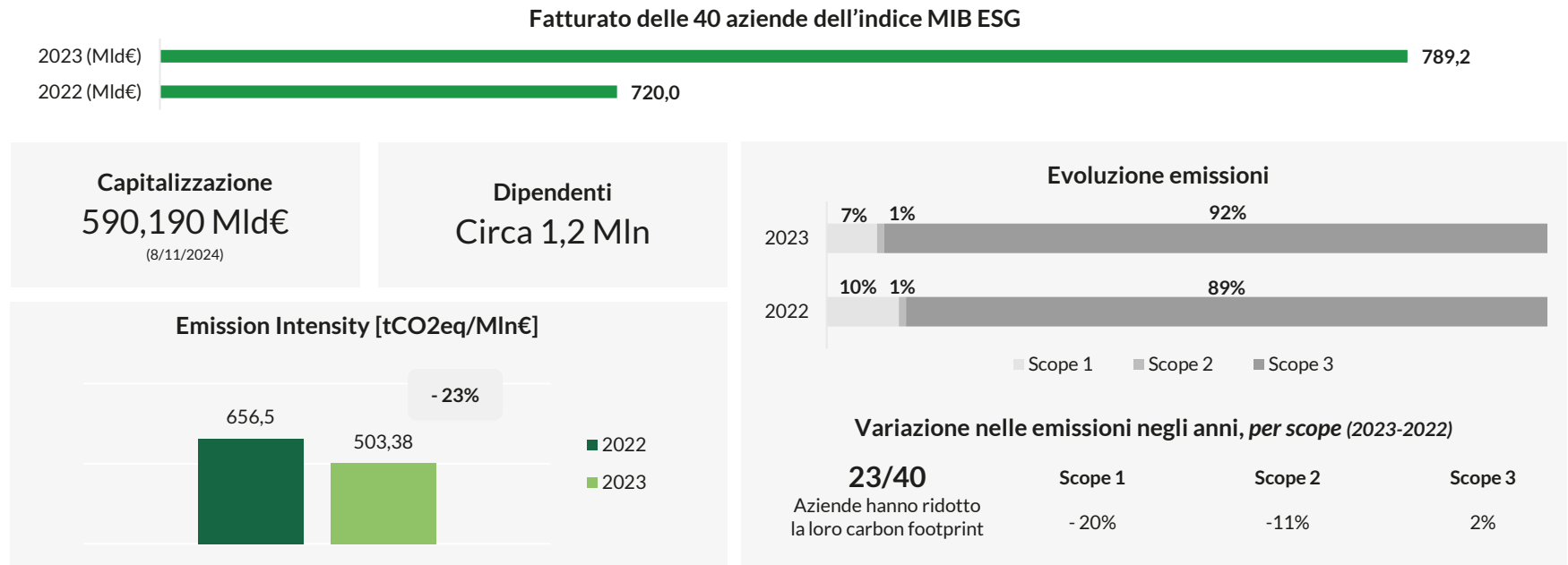
Distribuzione delle emissioni totali per settore ICB 2023



Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Visione complessiva

Di seguito una visione complessiva dei **fattori economici ed emissivi** delle 40 aziende appartenenti all'indice MIB ESG all' 8 novembre 2024:



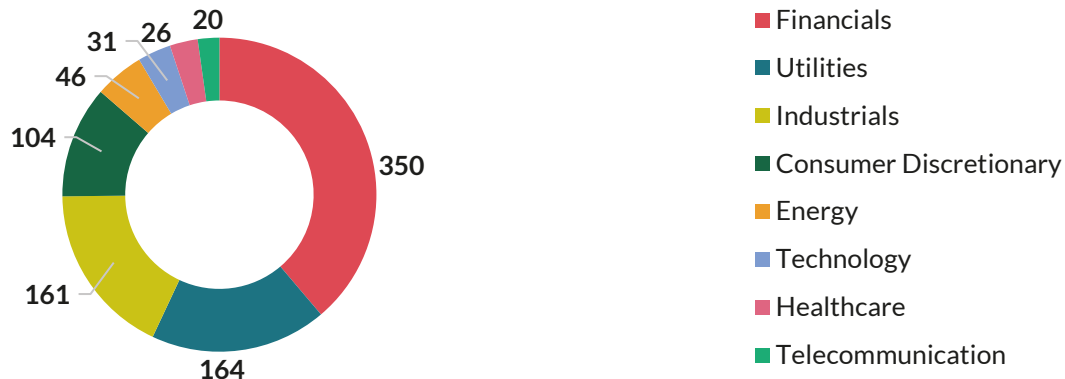
Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Crescita della Digitalizzazione nelle Aziende del MIB ESG

Le 40 aziende incluse nell'indice MIB ESG hanno documentato un **numero sempre maggiore di iniziative digitali** a supporto delle loro operazioni ed obiettivi di sostenibilità pari a un **aumento del 23%** (per un totale di 902 iniziative identificate), rispetto al periodo precedente.

Tra i settori ICB delle 40 aziende che compongono l'indice MIB ESG, la maggior parte delle iniziative si concentra nel gruppo *Financials*, seguito da *Utilities* e *Industrials*, riflettendo la maggiore presenza di aziende in questi settori.

Numerosità iniziative per settore ICB



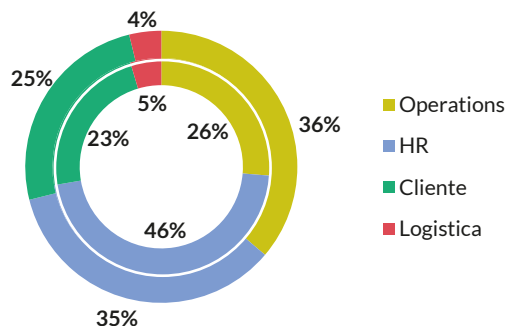
Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Iniziative digitali per ambito di applicazione

L'analisi delle iniziative aziendali rivela una notevole **diversificazione nelle soluzioni tecnologiche adottate**, con una chiara predominanza nelle aree **Operations e Risorse Umane**, seguite da un ampio spettro di progetti trasversali e orientati all'innovazione.

Un **numero significativo di iniziative**, pari a 269, **esula dai settori tradizionali** menzionati e si concentra su **ambiti alternativi**, tra cui: l'implementazione di tecnologie per la building automation e gli smart buildings, la dematerializzazione degli strumenti di comunicazione, e lo sviluppo di applicazioni digitali dedicate sia ai prodotti sia al coinvolgimento dei dipendenti.

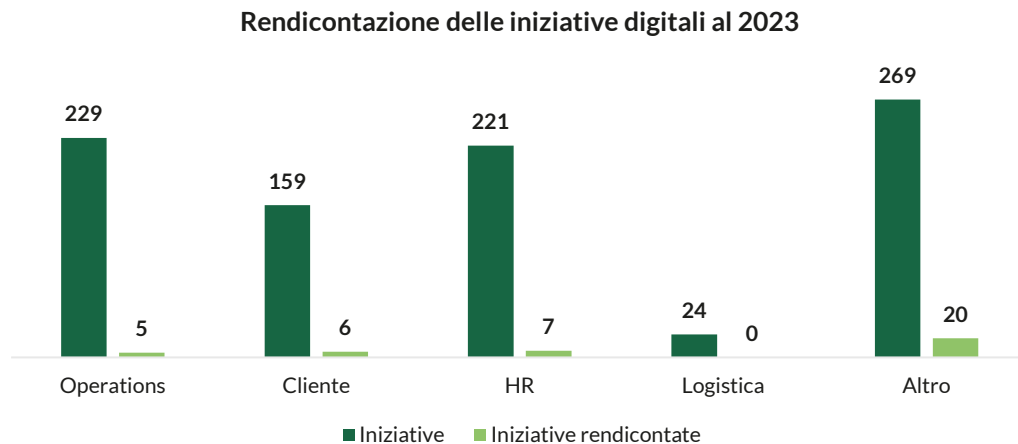
Distribuzione delle iniziative digitali
2024 (ext) e 2023 (int)



Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Iniziative digitali per ambito di applicazione

Nonostante il numero sempre maggiore di iniziative, la rendicontazione non cresce in modo proporzionale: **solo il 4% delle attività viene monitorato** in termini di emissioni di CO₂eq risparmiate in relazione alla tecnologia digitale adottata.



5.2

Analisi della performance economiche-ambientali e delle iniziative digitali per settore ICB

Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Consumer discretionary – performance economiche e ambientali

Consumer Discretionary

MFE
MEDIAFOREUROPE

MONCLER
GROUP

OVS

PIRELLI

Salvatore Ferragamo

STELLANTIS

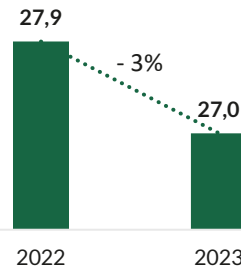
Capitalizzazione

59 Mld €
8/11/2024

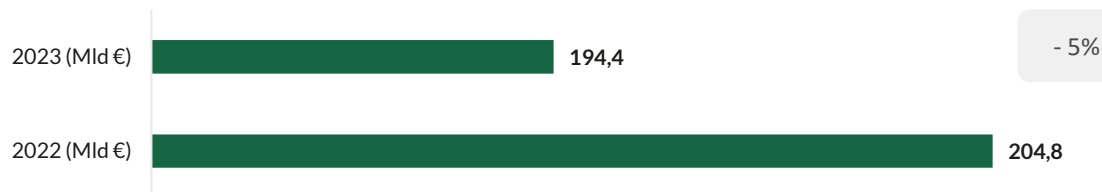
Dipendenti

325 mila

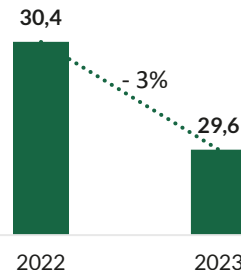
EBITDA (Mld €)



Fatturato del settore



Valore aggiunto (Mld €)



Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

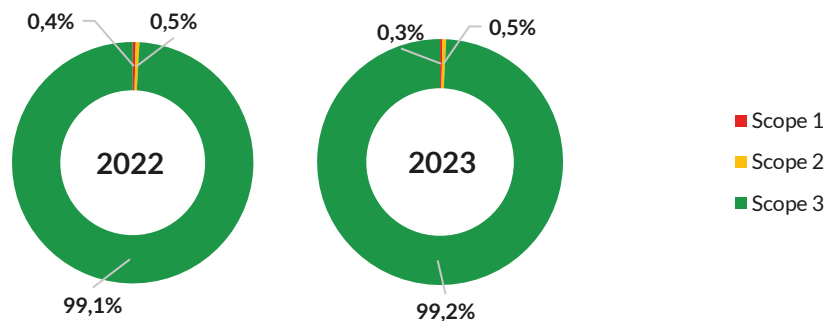
Consumer discretionary - performance economiche e ambientali

2022	2023
455.487 Mton CO2eq	465.020 Mton CO2eq

+ 2 %

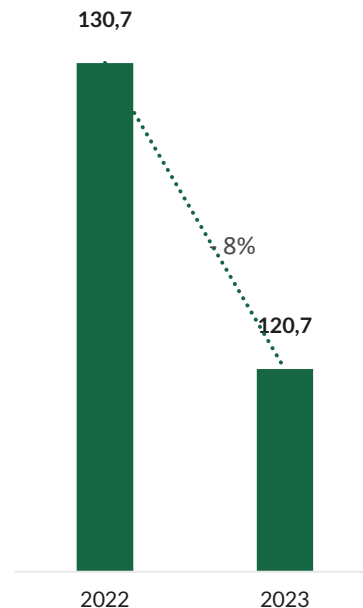
4/6

Aziende hanno ridotto le loro carbon footprint tra il 2022 e il 2023



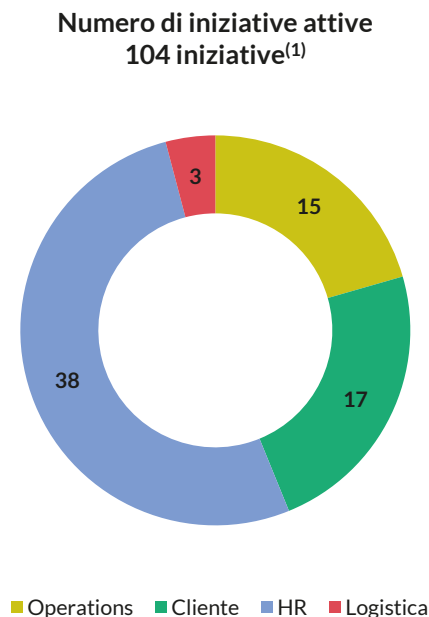
	Emissioni 2023	Variazione 23/22
Scope 1	1.621 Mton CO2eq	- 4%
Scope 2	1.953 Mton CO2eq	- 14%
Scope 3	461.445 Mton CO2eq	+ 2%

Emission Intensity Index (tCO2eq/M€)



Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Consumer discretionary – Iniziative digitali



(1) il valore delle iniziative è al netto delle iniziative appartenenti alla categoria «Altro», non inclusa nel grafico

Nel settore **Consumer Discretionary**, le iniziative più diffuse riguardano principalmente l'ambito delle **risorse umane (38 iniziative)**, con 26 progetti dedicati alla formazione del personale tramite strumenti digitali, come corsi online e piattaforme di e-learning. A seguire, si evidenzia l'adozione dello smart working e di modalità di lavoro ibrido, supportate da tecnologie per videoconferenze e comunicazione interna.

In ambito **cliente**, la maggior parte delle iniziative si concentra sull'impiego di strumenti digitali per l'assistenza clienti e la misurazione della customer satisfaction, evidenziando l'attenzione verso l'esperienza del consumatore.

Un totale di **31 iniziative rientra nella categoria "altro"**, che include interventi su processi trasversali non direttamente classificabili nelle categorie principali. Tra le più significative spiccano l'adozione di tecnologie di building automation e sistemi intelligenti per la gestione degli edifici (BEMS), con soluzioni per illuminazione, riscaldamento e raffreddamento, e l'ampliamento dell'offerta di prodotti e servizi attraverso strumenti digitali. Quest'ultimo ambito comprende lo sviluppo di app legate ai prodotti e servizi principali, applicazioni per il car sharing o pooling aziendale, e l'introduzione di soluzioni più smart e digitali.

Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Consumer discretionary - Iniziative digitali

Iniziative e relative tecnologie	Risparmio emissivo	Attore
Operations		
Verniciatura degli interni dei veicoli effettuata da robot	Riduzione delle emissioni di COV fino a 8 g/m ² rispetto al 2021	Stellantis
Cliente		
Il sistema <i>Match to Traffic</i> ottimizza la pianificazione delle attività in store, migliorando il servizio clienti e l'esperienza d'acquisto attraverso una gestione tecnologica avanzata	-	Moncler
HR		
Strumenti per le videoconferenze o per la comunicazione intra-aziendale per promuovere forme di lavoro ibrido	-	Tutti gli attori della categoria ICB
Altro		
Aggiornamento del sistema di gestione energetica per il controllo su larga scala di HVAC	35.000 t di CO ₂ eq evitate	Stellantis

Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Energy - performance economiche e ambientali

Energy



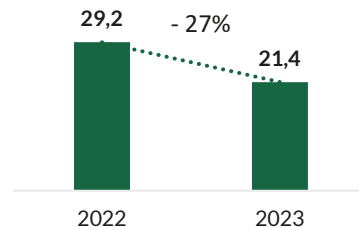
Capitalizzazione

65 Mld €
8/11/2024

Dipendenti

69 mila

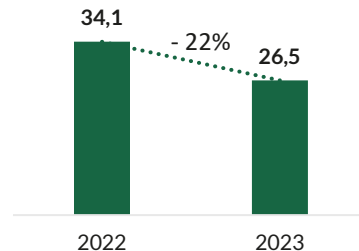
EBITDA (Mld €)



Fatturato del settore



Valore aggiunto (Mld €)



Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

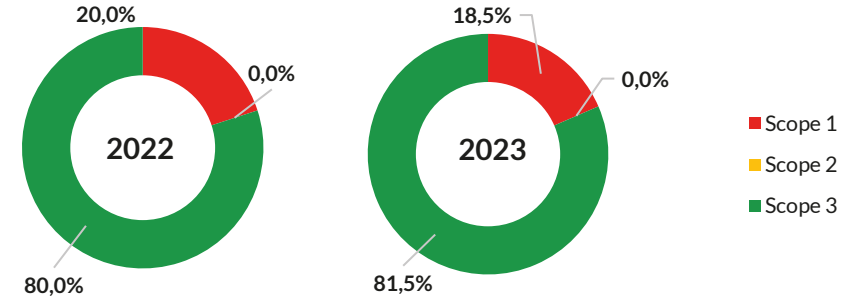
Energy - performance economiche e ambientali

2022	2023
210.640 Mton CO2eq	222.139 Mton CO2eq

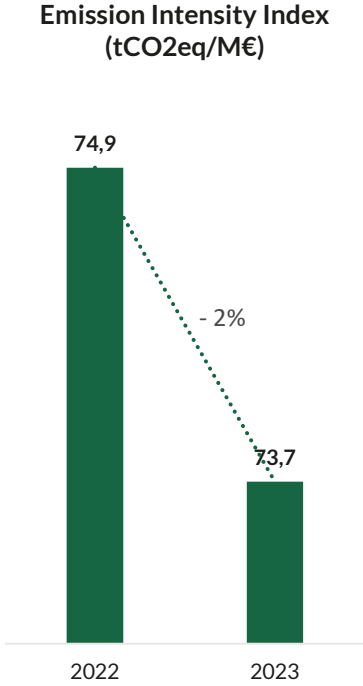
+ 5 %

0/3

Aziende hanno ridotto le loro carbon footprint tra il 2022 e il 2023



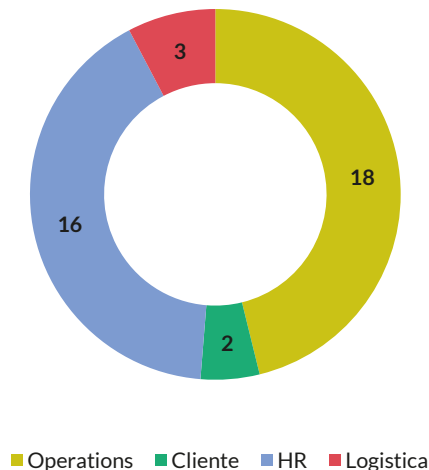
	Emissioni 2023	Variazione 23/22
Scope 1	41.103 Mton CO2eq	- 2%
Scope 2	41.236 Mton CO2eq	- 27%
Scope 3	190.994 Mton CO2eq	+ 7%



Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Energy– Iniziative digitali

Numero di iniziative attive
46 iniziative⁽¹⁾



(1) il valore delle iniziative è al netto delle iniziative appartenenti alla categoria «Altro», non inclusa nel grafico

Nel settore **Energy**, le iniziative più frequenti si concentrano principalmente nell'ambito delle **operations**, con 18 progetti. Tra questi, il 50% riguarda l'**adozione di soluzioni digitali per l'ottimizzazione del funzionamento delle reti**, come strumenti di diagnosi e monitoraggio, ottimizzazione dei parametri tecnici e gestione degli interventi di manutenzione. Inoltre, tre iniziative ciascuna si focalizzano sulla **manutenzione predittiva e sull'impiego di veicoli a guida autonoma o droni per le ispezioni sul campo**.

In ambito **cliente**, le principali iniziative si concentrano sull'utilizzo di strumenti digitali per garantire la **sicurezza del personale, includendo dispositivi wearable, software a supporto dei processi HSE e soluzioni di telemedicina**.

Infine, **7 iniziative rientrano nella categoria «altro»**, comprendendo l'adozione di sistemi digitali per la gestione finanziaria, la rendicontazione ESG, l'implementazione di tecnologie di building automation e l'impiego di componenti smart a supporto del business, come stampanti di ultima generazione, smart meters e piattaforme di facility management.

Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Energy– Iniziative digitali

Iniziative e relative tecnologie	Risparmio emissivo	Attore
Operations		
Soluzioni robotiche innovative (es., droni sottomarini <i>Flatfish</i>) per offrire servizi di monitoraggio e manutenzione a bassa impronta carbonica	-	Saipem
HR		
Utilizzo di dispositivi wearable che allertano gli operatori in condizioni di pericolo	-	ENI
Logistica		
Piattaforma <i>Open-es</i> per la sensibilizzazione e il coinvolgimento dei fornitori per l'internalizzazione dei principi di circolarità nei processi downstream	-	ENI
Altro		
Asset Control Room, sistema digital twin per la gestione degli asset	-	SNAM

Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Financials - performance economiche e ambientali

Financials



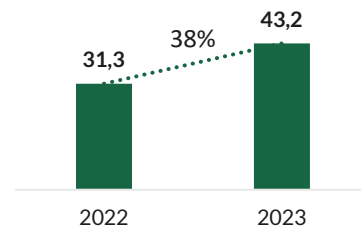
Capitalizzazione

262 Mld €
8/11/2024

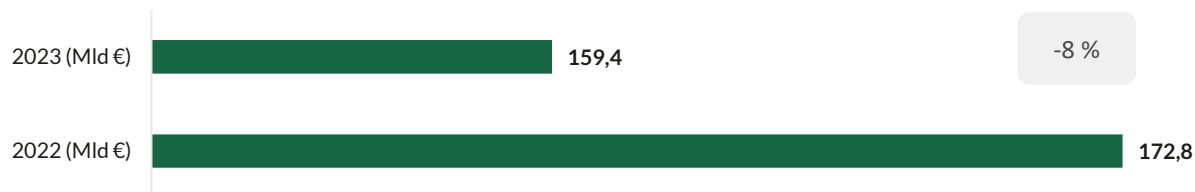
Dipendenti

455 mila

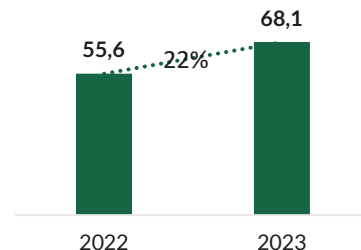
EBITDA (Mld €)



Fatturato del settore



Valore aggiunto (Mld €)



Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

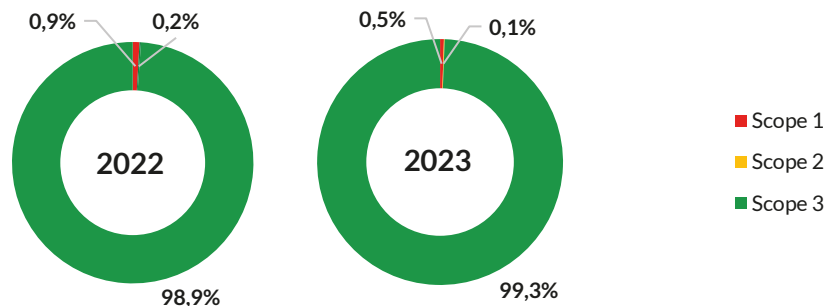
Financials - performance economiche e ambientali

2022	2023
38.275 Mton CO2eq	51.804 Mton CO2eq

+ 35 %

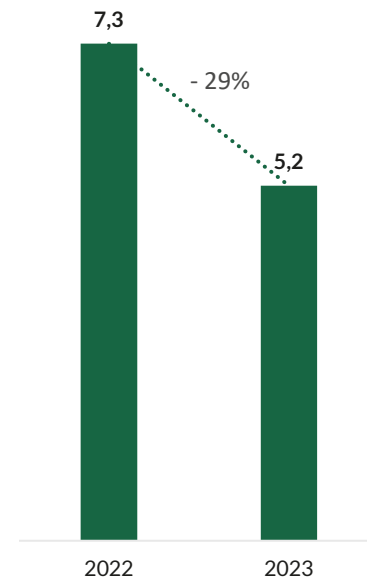
9/13

Aziende hanno ridotto le loro carbon footprint tra il 2022 e il 2023



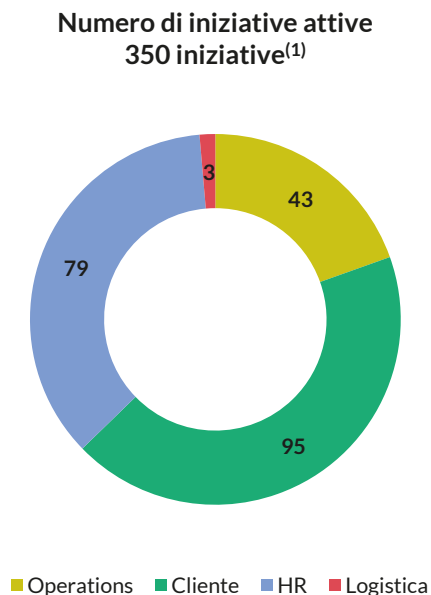
	Emissioni 2023	Variazione 23/22
Scope 1	284 Mton CO2eq	- 13%
Scope 2	68 Mton CO2eq	- 10%
Scope 3	51.452 Mton CO2eq	+ 36%

Emission Intensity Index (tCO2eq/M€)



Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Financials– Iniziative digitali



Nel settore **Financials**, la maggior parte delle iniziative (95) si concentra sull'ambito **cliente**, con oltre 50 iniziative dedicate alla **digitalizzazione e automazione dei processi commerciali** e più di 20 focalizzati su **strumenti digitali per l'assistenza clienti** e la misurazione della customer satisfaction.

In ambito **HR**, quasi 40 iniziative riguardano la **formazione del personale** tramite strumenti digitali, mentre 16 si focalizzano sullo smart working o lavoro ibrido e 13 sulla fornitura di strumenti digitali per semplificare le attività lavorative.

Nella **categoria «altro»** (131 iniziative), circa 40 sono volte ad ampliare l'offerta di prodotti e servizi attraverso soluzioni digitali, mentre circa 80 includono tecnologie di building automation, utilizzo di componenti smart per il business e progetti di dematerializzazione per archivi, comunicazione aziendale e stakeholder engagement.

⁽¹⁾ il valore delle iniziative è al netto delle iniziative appartenenti alla categoria «Altro», non inclusa nel grafico

Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Financials– Iniziative digitali

Iniziative e relative tecnologie	Risparmio emissivo	Attore
Operations		
Le RAM Systematic Equity Strategies sfruttano un'infrastruttura avanzata di deep learning, integrando dati strutturati e non strutturati per individuare opportunità di extra rendimento con un approccio sostenibile	-	Mediobanca
Cliente		
Progetto Firma Elettronica Qualificata (FEQ)	146,11 t di CO2eq evitate	BPER Banca
HR		
Smart working come principale strumento di riduzione delle emissioni	1200 t di CO2eq evitate	Banco BPM
Altro		
Interventi di relamping come sostituzione di lampade a LED	10 t di CO2eq evitate	Banco BPM

Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Healthcare - performance economiche e ambientali

Healthcare

amplifon

RECORDATI

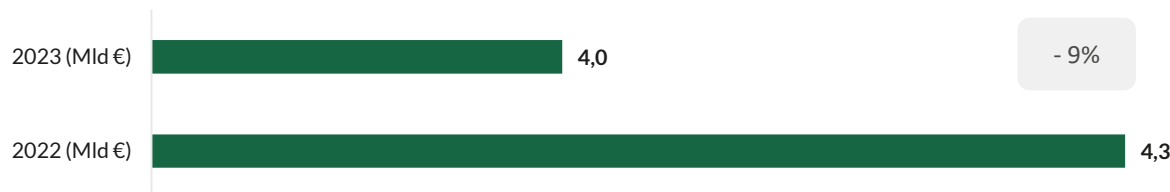
Capitalizzazione

20 Mld €
8/11/2024

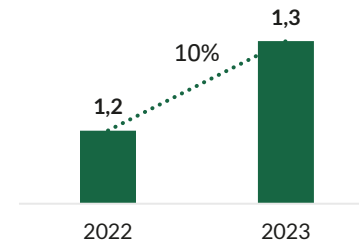
Dipendenti

19 mila

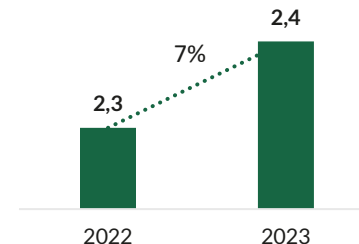
Fatturato del settore



EBITDA (Mld €)



Valore aggiunto (Mld €)



Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

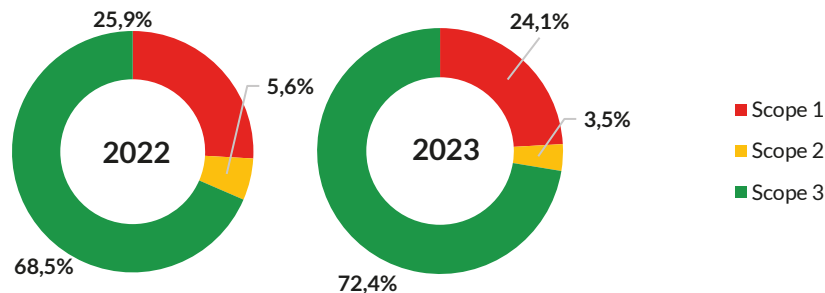
Healthcare - performance economiche e ambientali

2022	2023
168 Mton CO ₂ eq	182 Mton CO ₂ eq

+ 8 %

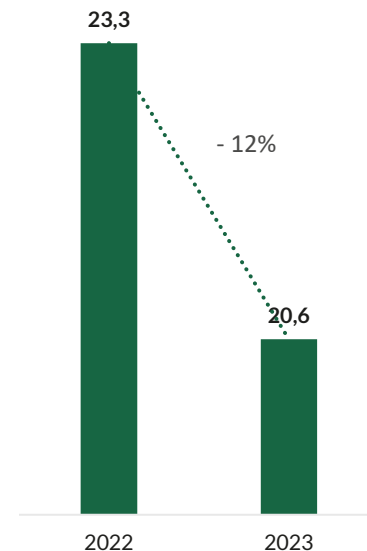
1/2

Aziende hanno ridotto le loro carbon footprint tra il 2022 e il 2023



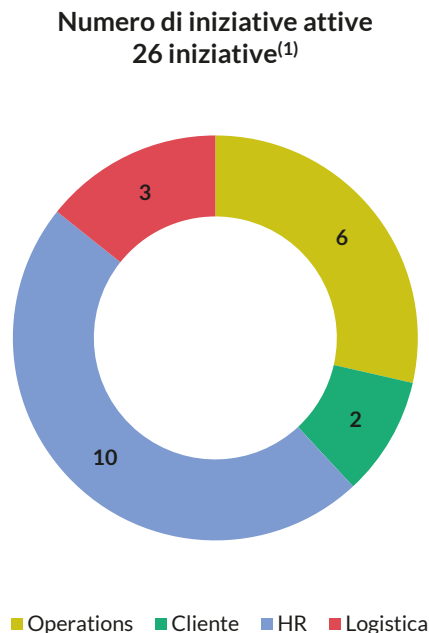
	Emissioni 2023	Variazione 23/22
Scope 1	43 Mton CO ₂ eq	+ 1%
Scope 2	6 Mton CO ₂ eq	- 32%
Scope 3	131 Mton CO ₂ eq	+ 15%

Emission Intensity Index
(tCO₂eq/M€)



Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Healthcare – Iniziative digitali



Nel settore **Healthcare**, le iniziative più numerose (10) si concentrano sull'ambito **HR**, includendo l'adozione di sistemi digitali per la **gestione e valutazione del personale** (permessi, recruiting, onboarding, valutazione performance, ecc.) e la **formazione** attraverso strumenti digitali come corsi online e piattaforme di e-learning.

In ambito **Operations**, 6 iniziative riguardano l'**ottimizzazione dei processi produttivi** tramite strumenti digitali per diagnosi, monitoraggio, automazione e manutenzione.

Nella **categoria «altro»** (5 iniziative), i progetti sono equamente distribuiti tra tecnologie di building automation, ampliamento dell'offerta di prodotti e servizi digitali, dematerializzazione della comunicazione e degli archivi aziendali, e utilizzo di intelligenza artificiale e big data per identificare nuove opportunità di business e supportare decisioni strategiche.

⁽¹⁾ il valore delle iniziative è al netto delle iniziative appartenenti alla categoria «Altro», non inclusa nel grafico

Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Healthcare – Iniziative digitali

Iniziative e relative tecnologie	Risparmio emissivo	Attore
Operations		
Sistema di lavaggio automatico degli impianti di produzione	-	Recordati
Cliente		
Utilizzo dell'AI per sviluppare soluzioni customizzate per i clienti sulla base delle informazioni in possesso presso i punti vendita	-	Amplifon
Altro		
L'installazione di rilevatori di movimento per ridurre il consumo di energia elettrica dovuto all'illuminazione negli stabilimenti	-	Recordati

Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Industrials - performance economiche e ambientali

Industrials

FINCANTIERI

LEONARDO

nexi

Prysmian
Group

webuild

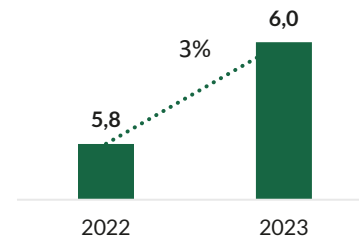
Capitalizzazione

44 Mld €
8/11/2024

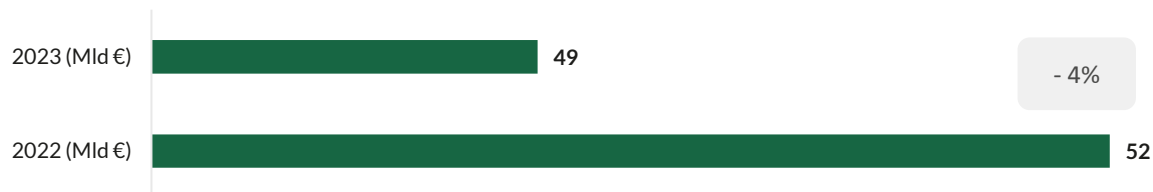
Dipendenti

131 mila

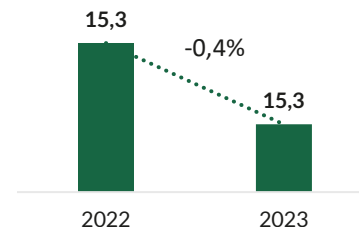
EBITDA (Mld €)



Fatturato del settore



Valore aggiunto (Mld €)



Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

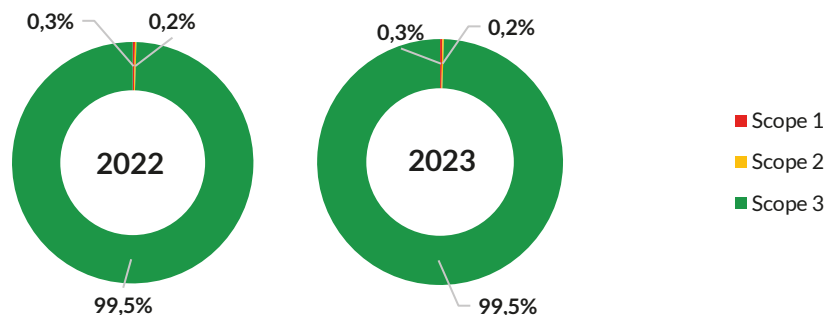
Industrials - performance economiche e ambientali

2022	2023
301.922 Mton CO2eq	300.205 Mton CO2eq

- 1 %

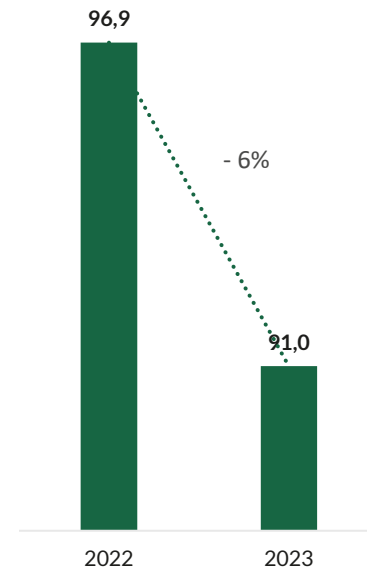
2/5

Aziende hanno ridotto le loro carbon footprint tra il 2022 e il 2023



	Emissioni 2023	Variazione 23/22
Scope 1	848 Mton CO2eq	- 11%
Scope 2	539 Mton CO2eq	+ 2%
Scope 3	298.817 Mton CO2eq	- 1%

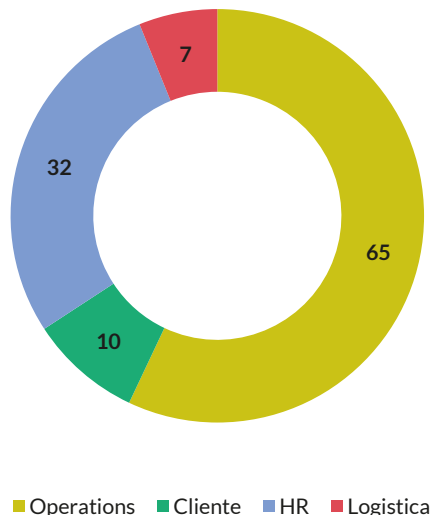
Emission Intensity Index (tCO2eq/M€)



Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Industrials – Iniziative digitali

Numero di iniziative attive
161 iniziative⁽¹⁾



(1) il valore delle iniziative è al netto delle iniziative appartenenti alla categoria «Altro», non inclusa nel grafico

Nel settore **Industrials**, la maggior parte delle iniziative (65) riguarda l'ambito **Operations**. Tra queste, spiccano l'**adozione di soluzioni digitali per ottimizzare i processi produttivi**, come strumenti di diagnosi e monitoraggio, automazione di fasi operative, e ottimizzazione degli interventi di manutenzione. Ulteriori progetti includono l'**utilizzo di robot o co-bots per supportare attività ripetitive** (5 iniziative), la digitalizzazione dei processi di raccolta dati tramite soluzioni paperless (4 iniziative) e l'impiego di **intelligenza artificiale e big data per identificare nuove opportunità di business e supportare decisioni strategiche** (4 iniziative).

In ambito **HR**, 16 iniziative si focalizzano sulla **formazione** del personale tramite strumenti digitali come corsi online e piattaforme di e-learning.

Nella **categoria «altro»** (47 iniziative), quasi la metà riguarda l'ampliamento dell'offerta di prodotti e servizi attraverso il digitale, come app collegate ai servizi principali o per il car sharing aziendale, e progetti di dematerializzazione, tra cui digitalizzazione degli strumenti di comunicazione interna ed esterna e degli archivi aziendali.

Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Industrials – Iniziative digitali

Iniziative e relative tecnologie	Risparmio emissivo	Attore
Operations		
Sviluppo di tecniche di sensing multimodali per piattaforme volanti e robotiche affronta il <i>mapping</i> degli artefatti e il tracciamento di più oggetti, utilizzando un sistema di smistamento basato su riconoscimento oggetti e AI per una mappatura autonoma e navigazione	-	Leonardo
HR		
Installazione di apposite stazioni di ricarica per supportare i dipendenti che utilizzano la micro-mobilità	-	Nexi
Altro		
Riduzione e centralizzazione degli archivi cartacei	Recuperate 30 t di carta	Leonardo

Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Technology - performance economiche e ambientali

IT



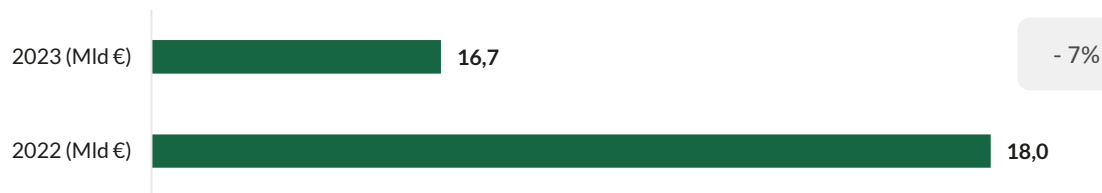
Capitalizzazione

28 Mld €
8/11/2024

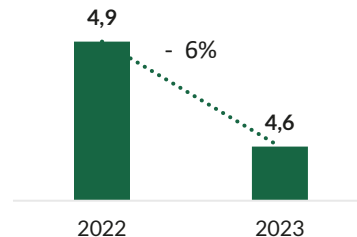
Dipendenti

66 mila

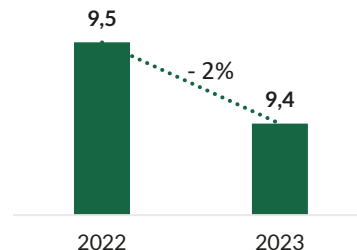
Fatturato del settore



EBITDA (Mld €)



Valore aggiunto (Mld €)



Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

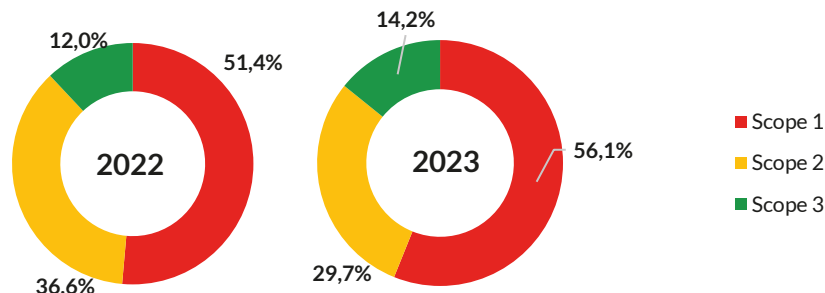
Technology - performance economiche e ambientali

2022	2023
990 Mton CO ₂ eq	925 Mton CO ₂ eq

- 7 %

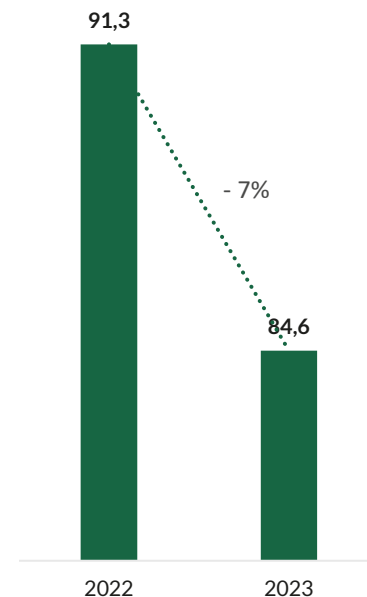
1/2

Aziende hanno ridotto le loro carbon footprint tra il 2022 e il 2023



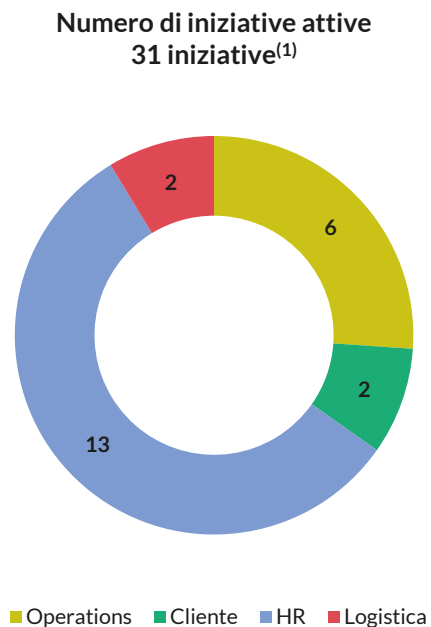
	Emissioni 2023	Variazione 23/22
Scope 1	519 Mton CO ₂ eq	+ 2%
Scope 2	275 Mton CO ₂ eq	- 24%
Scope 3	131 Mton CO ₂ eq	+ 11%

Emission Intensity Index
(tCO₂eq/M€)



Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Technology – Iniziative digitali



Nel settore **Technology**, le iniziative più numerose (13) riguardano l'ambito **HR**, con un focus sulla **formazione** del personale tramite strumenti digitali, come corsi online e piattaforme di e-learning, e sull'adozione di strumenti digitali per la **sicurezza del personale**, inclusi wearable devices, software HSE e telemedicina.

In ambito **Operations**, le iniziative si concentrano sull'**ottimizzazione dei processi produttivi** mediante l'uso di strumenti digitali per diagnosi, monitoraggio, automazione e manutenzione.

Nella **categoria «altro»** (8 iniziative), i progetti comprendono la dematerializzazione degli strumenti di comunicazione interna ed esterna e degli archivi aziendali, l'ampliamento dell'offerta di prodotti e servizi tramite soluzioni digitali, come lo sviluppo di app per il core business o il car sharing aziendale, e l'adozione di tecnologie di building automation e smart buildings, con interventi su illuminazione, riscaldamento e raffreddamento degli edifici.

(1) il valore delle iniziative è al netto delle iniziative appartenenti alla categoria «Altro», non inclusa nel grafico

Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Technology – Iniziative digitali

Iniziative e relative tecnologie	Risparmio emissivo	Attore
Operations		
Adozione di sistemi di monitoraggio online per le emissioni VOC	-	STMicroelectronics
Altro		
Installazione dei pannelli fotovoltaici e l'introduzione di rilevatori PIR di presenza per efficientare il consumo elettrico	-	Reply

Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Telecommunication - performance economiche e ambientali

Telecommunication



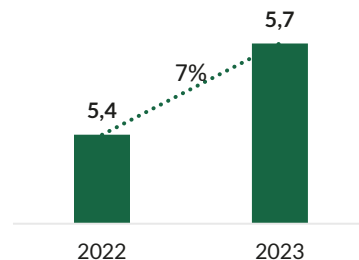
Capitalizzazione

3,4 Mld €
8/11/2024

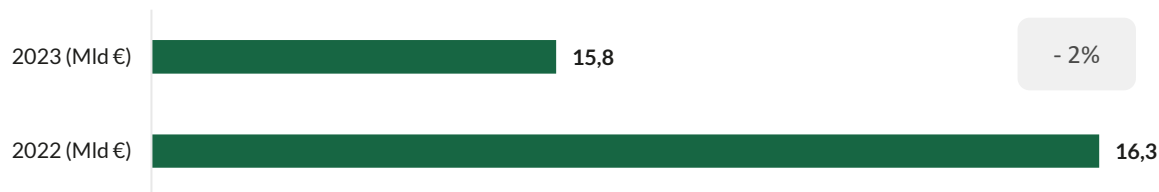
Dipendenti

47 mila

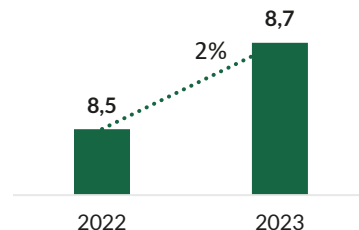
EBITDA (Mld €)



Fatturato del settore



Valore aggiunto (Mld €)



Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

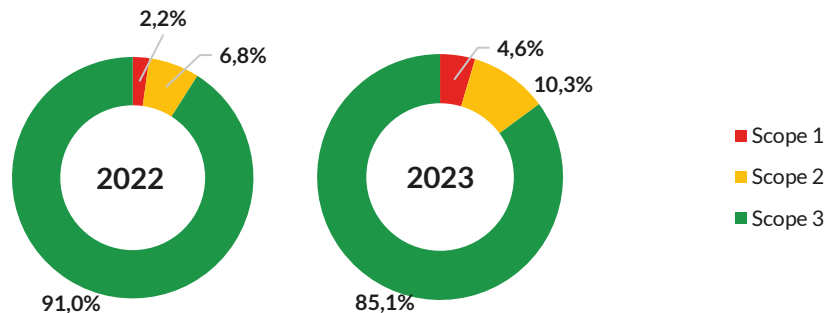
Telecommunication - performance economiche e ambientali

2022	2023
5.061 Mton CO ₂ eq	2.265 Mton CO ₂ eq

- 55 %

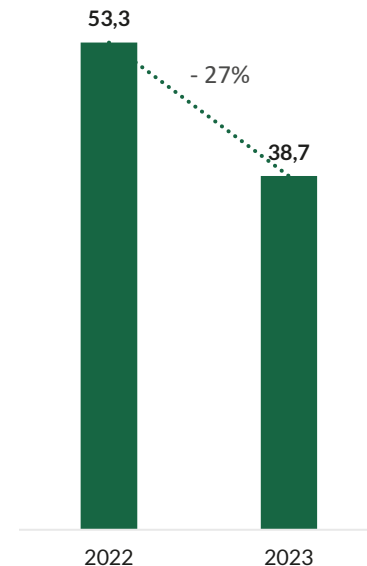
1/1

Aziende hanno ridotto le loro
carbon footprint tra il 2022 e il
2023



	Emissioni 2023	Variazione 23/22
Scope 1	104 Mton CO ₂ eq	- 8%
Scope 2	232 Mton CO ₂ eq	- 32%
Scope 3	1.929 Mton CO ₂ eq	- 58%

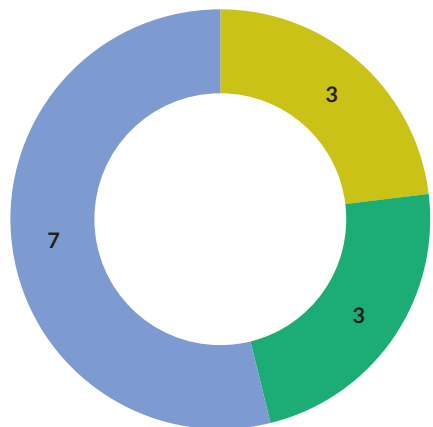
Emission Intensity Index
(tCO₂eq/M€)



Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Telecommunication – Iniziative digitali

Numero di iniziative attive
20 iniziative⁽¹⁾



■ Operations ■ Cliente ■ HR ■ Logistica

Nel settore **Telecommunications**, le iniziative più numerose (7) riguardano l'ambito **HR**, con un forte focus sulla **formazione** del personale tramite strumenti digitali come corsi online e piattaforme di e-learning.

In ambito **Operations e Cliente**, i progetti si concentrano sulla **migrazione in cloud**, sulla **digitalizzazione e automazione dei processi commerciali** e sull'uso di intelligenza artificiale e big data per attività di diagnosi, monitoraggio, ottimizzazione tecnica, manutenzione e automazione dei processi.

Nella **categoria «altro»** (7 iniziative), le attività principali includono l'adozione di tecnologie di building automation e smart buildings, con interventi su illuminazione, riscaldamento e raffreddamento, e l'ampliamento dell'offerta di prodotti e servizi digitali, come lo sviluppo di app collegate al core business o per il car sharing aziendale.

⁽¹⁾ il valore delle iniziative è al netto delle iniziative appartenenti alla categoria «Altro», non inclusa nel grafico

Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Telecommunication – Iniziative digitali

Iniziative e relative tecnologie	Risparmio emissivo	Attore
Operations		
Sviluppato il primo microchip crittografico made in Italy per rispondere alla crescente esigenza di sicurezza in diversi settori: dai dispositivi mobili alle smart city, dalle infrastrutture cloud all'IoT, fino alla difesa militare.	-	Telecom Italia
HR		
Smart working come principale strumento di riduzione delle emissioni	50100 t di CO ₂ eq evitate	Telecom Italia
Altro		
Sistemi di Building Energy Management System (BEMS), utilizzo di cogeneratori per autoproduzione di energia per gruppi frigo e condizionatori	19100 t di CO ₂ eq evitate	Telecom Italia

Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Utilities - performance economiche e ambientali

Utilities



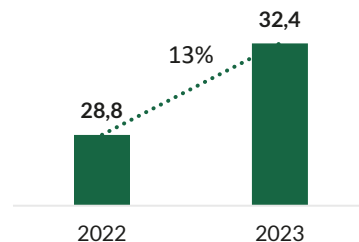
Capitalizzazione

109 Mld €
8/11/2024

Dipendenti

117 mila

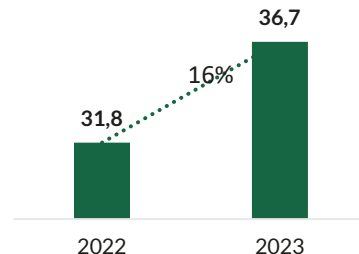
EBITDA (Mld €)



Fatturato del settore



Valore aggiunto (Mld €)



Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

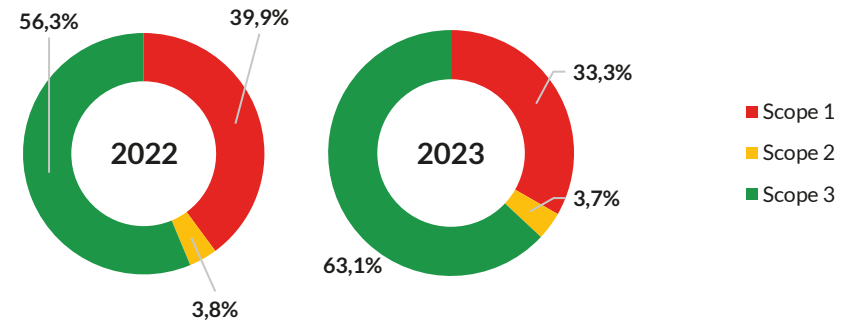
Utilities - performance economiche e ambientali

2022	2023
167.834 Mton CO2eq	136.119 Mton CO2eq

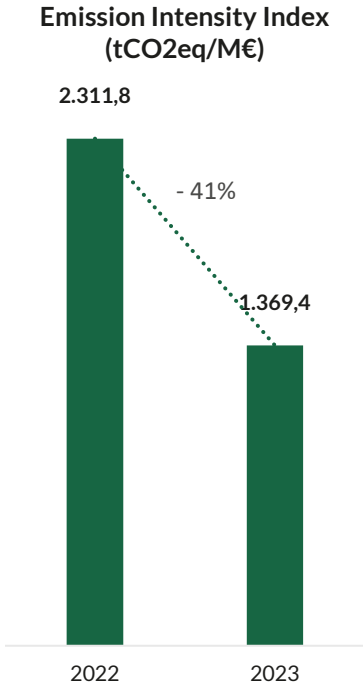
- 19 %

5/8

Aziende hanno ridotto le loro carbon footprint tra il 2022 e il 2023

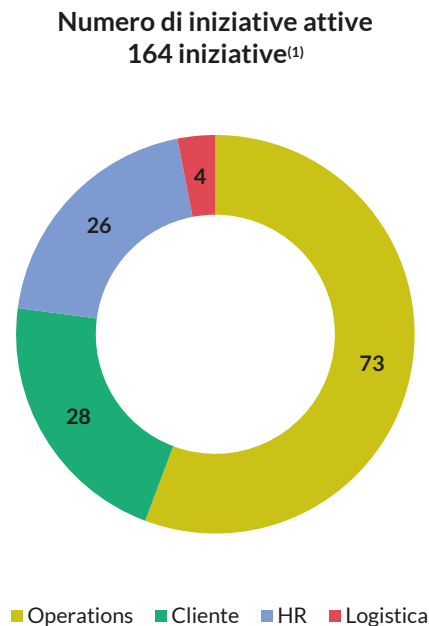


	Emissioni 2023	Variazione 23/22
Scope 1	45.267 Mton CO2eq	- 32%
Scope 2	5.021 Mton CO2eq	- 22%
Scope 3	85.831 Mton CO2eq	- 9%



Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Utilities – Iniziative digitali



Nel settore **Utilities**, la maggior parte delle iniziative (73) si concentra sull'ambito **Operations**. Tra queste, 44 riguardano l'adozione di soluzioni digitali per **ottimizzare il funzionamento delle reti**, come strumenti di diagnosi, monitoraggio, ottimizzazione tecnica e manutenzione, mentre 7 iniziative sono dedicate alla manutenzione predittiva.

In ambito **Cliente**, 13 iniziative si focalizzano sull'uso di strumenti digitali per **l'assistenza e la misurazione della customer satisfaction**, e 11 sull'adozione di tecnologie per la digitalizzazione e automazione dei processi commerciali.

Nella **categoria «altro»** (33 iniziative), le attività principali comprendono l'ampliamento dell'offerta di prodotti e servizi attraverso il digitale, come lo sviluppo di app collegate al core business, soluzioni per il car sharing aziendale e proposte di prodotti e servizi più smart e digitali.

⁽¹⁾ il valore delle iniziative è al netto delle iniziative appartenenti alla categoria «Altro», non inclusa nel grafico

Analisi delle emissioni e dei bilanci di sostenibilità

Utilities – Iniziative digitali

Iniziative e relative tecnologie	Risparmio emissivo	Attore
Operations		
Amsa Plan, digitalizzazione e ottimizzazione dei processi operativi di AMSA	2 ton CO2eq evitate	A2A
Cliente		
Servizi "ClickToGas"- digitalizzazione dei contratti	65.465 t di CO2eq evitate	ITALGAS
HR		
Work Automation Tool, strumenti digitali per la semplificazione delle attività lavorative dei dipendenti	552 800 t di CO2eq evitate	ENEL
Altro		
Illuminazione adattiva, sensori intelligenti in grado di monitorare il flusso di traffico e quindi modulare l'intensità dell'illuminazione sulla base delle condizioni reali	-	IREN



Imprese Partner

CAP.

06





Alperia è il più grande provider di servizi energetici dell'Alto Adige e una delle maggiori aziende italiane nel settore della Green Energy. Siamo sostenibili per natura: da oltre 120 anni produciamo energia rinnovabile con la forza dell'acqua.

Siamo un'azienda orientata al futuro che offre servizi energetici sostenibili al 100%: le nostre attività spaziano dalla produzione di energia rinnovabile, alla gestione della rete elettrica e di sistemi di teleriscaldamento, dalla fornitura di luce e gas green, fino a soluzioni per la mobilità elettrica e l'efficienza energetica.

La transizione energetica è per noi un tema urgente e non più rinviabile. Viviamo un momento storico determinante per il futuro, anni fondamentali per ripensare il nostro approvvigionamento energetico e rivedere le nostre abitudini di consumo.

Per questo sviluppiamo soluzioni tecnologiche innovative, orientando i nostri sforzi per un presente più smart e green e sia-

mo al fianco di tutti coloro che insieme a noi vogliono intraprendere questa strada, come partner per la transizione energetica.

Dal 2020 siamo la prima azienda di servizi pubblici Carbon Neutral d'Italia (per compensazione delle emissioni operative). Ora vogliamo raggiungere il NET ZERO entro il 2040, riducendo e compensando le emissioni di gas serra e promuovendo la produzione di energia a basse emissioni.

A dimostrazione del nostro impegno per la sostenibilità, il Financial Times ci ha designato come una delle aziende leader nella protezione del clima a livello europeo; di fatto Alperia risulta 55a a livello europeo nella lista "European Climate Leaders 2023", riconoscendone i progressi nella riduzione delle emissioni di gas serra e il concreto impegno nella protezione dell'ambiente.



Arcoservizi nasce nel 1987 dalla fusione di storiche aziende operanti in Lombardia e Piemonte nei settori dei servizi per il riscaldamento e della commercializzazione di prodotti combustibili, ed i primi passi della Società sono nell'ambito del trading all'ingrosso di prodotti petroliferi. I primi anni '90 segnano per Arcoservizi l'inizio di un rafforzamento aziendale grazie all'ingresso di Tamoil Italia, che porta nella società l'esperienza e la solidità di un grande gruppo internazionale. Nel 2002 a Tamoil Italia si affianca CCPL, Gruppo industriale Multibusiness. Contestualmente, l'attività di Arcoservizi si amplia grazie all'incorporazione del segmento Gestione calore della società Milano Petroli. Nel 2017 la proprietà di Arcoservizi passa alla società C.M.B. Società Cooperativa, una delle maggiori imprese di costruzioni italiane, che detiene un ruolo primario nella realizzazione di ospedali pubblici, anche con l'apporto di capitale privato (Project Financing), e nella gestione pluriennale dei servizi di Facility Management.

Arcoservizi oggi è una società dinamica che ha saputo anticipare gli sviluppi di un mercato energetico in continua evoluzione, diventando dal 2012 una moderna Energy Service Company (E.S.Co), per poter garantire ai suoi clienti soluzioni sempre all'avanguardia nel campo della climatizzazione degli edifici e della gestione e manutenzione degli impianti tecnologici complessi.

Arcoservizi è uno dei principali competitor nel mercato dei servizi energetici, con una forte attitudine all'innovazione tecnologica, alla riqualificazione dei servizi, al risparmio energetico e rispetto ambientale. Affidabilità, competenza e

innovazione, risorse umane, orientamento al cliente e qualità certificata sono i valori che guidano la nostra attività:

AFFIDABILITÀ

La sicurezza di poter contare su di un partner sempre presente, in grado di capire le esigenze e proporre soluzioni mirate e personalizzate.

COMPETENZA E INNOVAZIONE

Lo staff tecnico si avvale dei più moderni sistemi di progettazione, installazione e conduzione degli impianti, con particolare attenzione ai sistemi di integrazione tra le diverse tecnologie.

RISORSE UMANE

La persona è il perno fondamentale della nostra azione imprenditoriale, dotata di competenze professionali avanzate e di formazione continua per garantire professionalità e un costante miglioramento dei servizi.

ORIENTAMENTO AL CLIENTE

La progettazione di soluzioni "chiavi in mano", altamente personalizzata per ciascun cliente, è il punto di eccellenza Arcoservizi.

QUALITÀ CERTIFICATA

La qualità dei nostri servizi è attestata dai marchi di certificazione Uni En Iso 9001 Sistema di Gestione Qualità; Uni En Iso 14001 Sistema di Gestione Ambientale; Uni En Iso 11352 Erogazione di Servizi Energetici, oltre che dalla certificazione SOA per gli appalti pubblici.



Fondata nel 1962 come Dedem Automatica Srl, oggi il Gruppo Dedem S.p.A. è leader nella realizzazione, gestione e manutenzione di reti di sistemi automatici per la produzione di foto per documenti d'identità, nell'intrattenimento come principale player italiano nella creazione di spazi leisure per bambini nei centri commerciali con "kiddie rides" di propria produzione, nelle attività ICT, nella commercializzazione e nel service di stampa 3D.

Il Gruppo gestisce, supportato da sistemi proprietari di comando, controllo e comunicazione, 9.000 unità automatiche in Italia e Spagna, incluse 3.700 Cabine Fototesera in Italia e 2.200 in Spagna, dotate di sistemi avanzati per la validazione ICAO e la certificazione in blockchain, garantendo fotografie conformi.

Le società del Gruppo DEDEM hanno sede principale ad Ariccia (Roma) e Madrid, con sedi operative a Milano, Correggio, Valenza, Reggio Emilia e Torino oltre ad avere 30 magazzini su tutto il territorio italiano, isole comprese. La struttura di assistenza

DEDEM conta più di 105 tecnici distribuiti su tutto il territorio italiano con 25 ispettori regionali e un responsabile nazionale area tecnica. DEDEM è certificata ISO 9001, ISO 27001 ed ha in corso i processi per ottenere le certificazioni ISO 50001 e ISO 14001.

Nell'ICT e nel Business Process Outsourcing, Dedem ha raggiunto un alto livello di specializzazione, opera con accordi e certificazioni su marchio e fornitore globale, offrendo supporto per personal computer, stampanti, server e ATM, garantisce assistenza tecnica on-site h24 per 365 giorni e servizi di monitoraggio online gestiti da team esperti che assicurano la conformità agli standard ISO.

Dedem sviluppa software C4, sistemi di AI, soluzioni di stampa avanzate, integrazioni multiplatforma e applicazioni digitali. Offre anche servizi di cablaggio, reti wireless, rilevazione dati e presenze. Grazie al Data Center Tier-3, fornisce soluzioni di Infrastruttura e Storage as a Service e Disaster Recovery.



Edison è società leader dell'energia, con 140 anni di storia e primati che ne fanno il più antico operatore del settore in Europa. L'azienda, che avviò l'attività a Milano nel dicembre 1883, ha inaugurato l'inizio di una nuova era attraverso il processo di elettrificazione del Paese, contribuendo in modo tangibile al progresso sociale, culturale, economico ed industriale italiano. Oggi Edison impiega oltre 5.500 persone, operando in Italia ed Europa nella produzione rinnovabile e low carbon, nell'approvvigionamento e vendita di gas naturale, nella mobilità sostenibile, e attraverso Edison Energia ed Edison Next nei servizi energetici, ambientali e a valore aggiunto per clienti, aziende, territori e Pubblica Amministrazione. Il Gruppo è impegnato in prima linea nella sfida della transizione energetica, in coerenza con i Sustainable Development Goals dell'Onu e le politiche europee di decarbonizzazione. Edison ha un parco di produzione di energia elettrica altamente flessibile ed efficiente, composto da 200 centrali tra impianti idroelettrici, eolici, solari e termoelettrici a ciclo combinato a gas ad alta efficienza per una

potenza complessiva di circa 7 GW; e soddisfa l'approvvigionamento di GNL e gas naturale al Paese, grazie a un portafoglio ampio e altamente diversificato pari a 12,6 miliardi di metri cubi all'anno. Nel 2021 Edison ha istituito la Fondazione EOS, Edison Orizzonte Sociale, la fondazione d'impresa con cui la società consolida il proprio impegno sociale contribuendo con le proprie persone e competenze agli obiettivi dell'Agenda 2030.

Edison NEXT sviluppa, realizza e gestisce impianti di produzione di biometano, sia gassoso che liquido, a partire da materiale organico di risulta come la frazione organica dei rifiuti solidi urbani e gli scarti della filiera agricola o alimentare. Aiutiamo i nostri clienti ed i territori a gestire in modo intelligente il problema dei rifiuti.



Icopower è una società operante sul mercato italiano dal 2014, che produce sistemi per l'efficientamento elettrico di clienti commerciali ed industriali.

Attraverso diverse linee di prodotti specificamente dedicate al risparmio energetico, Icopower permette di intervenire in aziende in tutti i settori produttivi:

- Industriale (Fonderie, Cartiere, Metalmeccaniche, Alimentare)
- Commerciale (GDO, Supermercati, Grandi Magazzini, Punti Vendita)
- Terziario (Alberghi, Ospedali, Cliniche, RSA)

Con oltre 2.000 installazioni all'attivo in diversi paesi, Icopower è in grado di gestire tutte le possibili variabili tecniche presso il cliente finale. Icopower propone diverse tipologie di prodotti:

- Ottimizzatori di Voltaggio
- Rifasatori
- Efficientamento dei sistemi di Aria Compressa

- Macchinari per la risoluzione dei problemi di power quality (microinterruzioni, armoniche etc)
- Sistemi di monitoraggio

La nostra Mission, quindi, è quella di fornire, attraverso servizi, soluzioni e sistemi innovativi, la possibilità di ridurre i propri sprechi in ambito energetico, anche valorizzando ciò che oggi è scarto, usufruendo di soluzioni tecnico – economiche innovative e vantaggiose. Nel compiere la nostra Mission, analizziamo la situazione caratteristica di ogni singola realtà, attraverso accurate fasi di audit, per poter così costruire una proposta studiata ad hoc per ognuno.

Icopower è presente sul territorio italiano, operando direttamente ed attraverso partner tecnico/commerciali esclusivi, ed in altre aree del mondo, dove propone i propri servizi con modelli di business adatti alla realtà locale. Inoltre Icopower è presente in diversi paesi in Europa, Africa, Asia, e Sud America.

Il sistema Icopower, seppur adattato in alcuni dettagli alla realtà locale, è applicabile ovunque ci sia un consumo di corrente elettrica.



MAIRE è un gruppo di ingegneria che sviluppa e implementa tecnologie innovative per la transizione energetica.

Il Gruppo offre Soluzioni Tecnologiche Sostenibili e Soluzioni Integrate di Ingegneria e Costruzione per fertilizzanti, idrogeno, cattura della CO2, carburanti, prodotti chimici e polimeri (componenti per la produzione di plastiche).

Con sede principale a Milano, MAIRE è guidata dal Presidente Fabrizio Di Amato e dall'Amministratore Delegato Alessandro Bernini. Il Gruppo crea valore in 45 paesi e conta 6.500 dipendenti, supportati da oltre 20.000 persone coinvolte nei suoi progetti nel mondo. MAIRE S.p.A. (ticker: "MAIRE") è quotata alla Borsa di Milano dal 2007.

MAIRE vanta 130 famiglie di brevetti registrati in diversi Paesi e oltre 1.850 brevetti individuali. Grazie all'ampio know-how tecnologico, realizza soluzioni per la decarbonizzazione dando nuova vita ai rifiuti e sviluppando nuovi processi da materie prime non fossili.

MAIRE fornisce soluzioni per impianti complessi e un'ampia gamma di servizi – dalle prime fasi di project development alla completa esecuzione delle attività di Ingegneria, Procurement e Costruzione – sfruttando le sinergie di business all'interno delle società del Gruppo attraverso la sua rete di centri di ingegneria internazionali, tra cui Milano, Roma, Sittard (Paesi Bassi), Houston (USA), Mumbai (India) e Braunschweig (Germania).

Nel 2022, il Gruppo MAIRE ha realizzato ricavi per 3.463,7 milioni di euro, con un EBITDA di 209,3 milioni di euro, un Utile netto di 90,4 milioni di euro e un portafoglio ordini di 8,6 miliardi di euro.

Manni Energy è la società di Manni Group dedicata alla transizione energetica.

Da oltre 13 anni, Manni Energy progetta, realizza e gestisce impianti di energia rinnovabile e accompagna le aziende durante il processo di gestione dell'energia e dell'efficientamento dei consumi. L'azienda offre un servizio completo che va dall'analisi iniziale alla progettazione e realizzazione degli interventi necessari, fino al monitoraggio delle prestazioni ottenute.

Gli investimenti nel capitale umano e nei progetti di ricerca e sviluppo hanno permesso a Manni Energy di posizionarsi come punto di riferimento nel mercato italiano, sia nel settore del fotovoltaico sia come partner strategico per le aziende che desiderano intraprendere un percorso verso l'efficienza energetica e la sostenibilità. Manni Energy offre consulenza e supporto continuativo, affiancando i clienti in ogni fase del progetto: dall'analisi dei consumi energetici alla progettazione di soluzioni personalizzate, fino alla gestio-

ne operativa degli impianti, con un approccio orientato ai risultati e alla soddisfazione del cliente.

Utilizzando soluzioni avanzate di digital metering & control, Manni Energy offre servizi di monitoraggio di impianti fotovoltaici tramite la piattaforma MEvision e dell'efficientamento energetico e dell'automatizzazione degli edifici tramite le soluzioni IoT Maetrics. Manni Energy garantisce un controllo ottimale e continuo delle performance energetiche.

Innovazione e qualità sono al centro della missione di Manni Energy. Grazie a una costante attività di ricerca e sviluppo, Manni Energy propone soluzioni tecnologiche all'avanguardia che anticipano le tendenze del mercato e rispondono alle sfide energetiche del futuro.



Snam è il primo operatore europeo nel trasporto del gas naturale con una rete, in Italia e all'estero, di circa 38.000 km. L'azienda opera anche nello stoccaggio, di cui detiene oltre il 17% della capacità a livello europeo, e nella rigassificazione, con una capacità annua di 13,5 miliardi di metri cubi di gas che saliranno a 18,5 miliardi di metri cubi nel 2025 per effetto dell'entrata in esercizio del rigassificatore di Ravenna. È tra le principali società quotate italiane per capitalizzazione di mercato.

Con i suoi 80 anni di esperienza nella realizzazione e gestione di infrastrutture, Snam garantisce la sicurezza degli approvvigionamenti e promuove la transizione energetica con investimenti nei gas verdi (biometano e idrogeno), nell'efficienza energetica e nella tecnologia CCS (Carbon Capture and Storage). L'azienda crea, inoltre, nuove aree verdi attraverso una società benefit focalizzata su progetti di forestazione urbana.

Copyright 2015 © Politecnico di Milano
Dipartimento di Ingegneria Gestionale Collana Quaderni AIP
Registrazione n. 433 del 29 giugno 1996 – Tribunale di Milano

ISBN 9788864931173