

LUISS 

Corso di laurea in Economia e Management

Cattedra **Organizzazione Aziendale**

**Intelligenza Artificiale e Sostenibilità
Ambientale: strategie, innovazione e
governance**

Prof. Paolo Spagnoletti

RELATORE

Giuseppe Capoluongo 279801

CANDIDATO

Anno Accademico **2024/2025**

Indice

Capitolo 1 – Contesto e finalità della ricerca	3
1. Introduzione	3
1.1 Contesto Globale: AI e Sostenibilità energetica	4
1.1.1 Nuove forme di energia a supporto dell’AI	5
1.2 Finalità e obiettivi della ricerca	6
1.3 Struttura della tesi	7
Capitolo 2 – La sostenibilità ambientale dell’AI	7
2. AI e sostenibilità ambientale: quadro generale e previsioni	7
2.1 Il ruolo dei data center e delle infrastrutture IT	9
Caratteristiche dell’infrastruttura	10
I consumi	11
2.2 Le metriche di sostenibilità ambientale nei data center	14
2.3 Strategie di sourcing energetico e politiche sostenibili adottate dai provider	19
2.3.1 Quadro integrato per la rendicontazione climatica e la responsabilità ambientale dei provider AI	20
Trasparenza e reporting ESG	20
Certificazioni ambientali	21
SBTi e gli Scope 1,2,3	21
GRI Standards	22
2.4 Domanda di ricerca	23
Capitolo 3 – Il caso Fastweb+Vodafone	24
3. Metodologia	24
3.1 La Fusione Fastweb+Vodafone	25
3.2 L’avvio della strategia AI: infrastrutture e collaborazioni	25
3.3 Strategia e Governance aziendale	26
Un’infrastruttura sostenibile per l’AI e l’uso interno come leva di efficienza	26
Conformità normativa ed etica dell’AI: il progetto MIIA e l’AI Act	27
Efficienza energetica: il ruolo delle BAT e la riduzione dei consumi energetici	28
Obiettivi Sostenibili: Carbon strategy, Net Zero e Decommissioning	30
Approvvigionamento rinnovabile e autoproduzione: PPA e impianti fotovoltaici	33
Data Center e sostenibilità: Certificazioni e Vantaggio Competitivo	33
Capitolo 4 – Discussione e conclusioni	35
4. Considerazioni conclusive	35
Bibliografia	37
Sitografia	39
Acronimi	41

Capitolo 1 – Contesto e finalità della ricerca

1. Introduzione

L'intelligenza artificiale ha assunto un ruolo strategico nella trasformazione digitale delle imprese e delle pubbliche amministrazioni. Le sue applicazioni, che spaziano dalla gestione automatizzata dei dati alla personalizzazione dei servizi, sono sempre più centrali per migliorare l'efficienza, l'innovazione e la competitività nei mercati globali. Tuttavia, l'adozione dell'AI comporta non solo vantaggi tecnologici, ma anche impatti significativi sul piano energetico e ambientale.

Le infrastrutture necessarie per lo sviluppo e l'erogazione di tali servizi richiedono una quantità crescente di energia elettrica, con effetti diretti sull'impronta di carbonio globale. Secondo fonti internazionali, i data center consumano attualmente circa 200 TWh all'anno, una cifra destinata ad aumentare con l'espansione di modelli AI sempre più sofisticati (Hoosain, et al., 2023).

La crescente pressione sui data center e la necessità di garantire prestazioni elevate ha spinto le aziende a cercare soluzioni innovative per contenere consumi ed emissioni. Inoltre, la sensibilità degli stakeholder verso l'impatto ambientale delle attività digitali ha reso la sostenibilità un fattore strategico di rilevante importanza. In questo contesto, il tema della sostenibilità ambientale dei servizi AI emerge come una questione prioritaria sia dal punto di vista accademico che manageriale, ponendo nuove sfide per le imprese, responsabili della gestione delle infrastrutture e della fornitura dei modelli (Shuja, et al., 2016).

L'obiettivo della ricerca si concentra sull'analisi delle modalità adoperate dai provider di AI per affrontare la questione della sostenibilità ambientale, sia attraverso strumenti tecnici (metriche e tecnologie), sia mediante scelte organizzative e strategiche (politiche di sourcing, investimenti, governance).

In questo modo, il lavoro intende contribuire a una maggiore consapevolezza sul ruolo delle infrastrutture digitali nella sfida ecologica globale, offrendo al contempo spunti di riflessione per lo sviluppo di un ecosistema AI sostenibile, efficiente e responsabile.

Per lo sviluppo della tesi sono stati utilizzati strumenti come fonti bibliografiche, pubblicazioni accademiche e aziendali. A supporto della stesura è stata anche utilizzata l'Intelligenza Artificiale generativa (in particolare ChatGPT di OpenAI) esclusivamente come ausilio nella rielaborazione dei testi, nella ricerca di fonti secondarie e nella strutturazione preliminare di alcuni capitoli, senza sostituire in alcun modo l'attività di ricerca, l'analisi critica dei contenuti e la stesura finale, che restano frutto del lavoro personale dell'autore.

1.1 Contesto Globale: AI e Sostenibilità energetica

Il sistema energetico globale è caratterizzato da una crescente complessità e da un'evoluzione continua. Sta diventando progressivamente più elettrificato, digitalizzato, interconnesso e decentralizzato, con una pressione costante sulla riduzione dei costi. In questo paragrafo si evidenzia, a livello settoriale, come le imprese hanno iniziato a sfruttare le potenzialità dell'intelligenza artificiale per ottimizzare i sistemi, migliorare la produzione, ridurre i costi operativi, aumentare l'efficienza, contenere le emissioni e rafforzare la sicurezza.

Salvo diversa indicazione, tutte le statistiche presentate in questo capitolo sono tratte da International Energy Agency (2025).

Le aziende operanti nel **Settore Petrolifero e del Gas** sono state tra le prime a integrare tecnologie avanzate per supportare le attività di esplorazione e produzione. Dal 2010, il numero di supercomputer impiegati in questo ambito è raddoppiato, mentre la capacità di calcolo totale ha registrato un incremento medio annuo di circa il 70%. In uno scenario di adozione diffusa, l'intelligenza artificiale potrebbe contribuire a ridurre i costi di sviluppo e gestione dei

giacimenti, migliorando l'accessibilità economica ai combustibili fossili. Tuttavia, ciò potrebbe avere anche effetti collaterali negativi, come un possibile incremento delle emissioni.

Per quanto riguarda il **Settore Elettrico**, a causa dell'elevata complessità legata alla gestione della produzione, trasmissione e domanda di energia, l'AI ha un potenziale di impiego rilevante. In uno scenario di adozione su larga scala, il suo utilizzo per le operazioni e la manutenzione delle centrali elettriche potrebbe generare risparmi fino a 110 miliardi di dollari all'anno entro il 2035, grazie alla riduzione del consumo di combustibili e dei costi operativi. Inoltre, l'AI può facilitare l'integrazione su larga scala delle fonti rinnovabili nella rete elettrica.

Infine, nel **Settore del Cambiamento Climatico** l'AI ha migliorato la precisione delle previsioni meteorologiche e supporta l'analisi dei cambiamenti climatici in un contesto globale sempre più soggetto a fenomeni estremi. Questi progressi risultano cruciali per ottimizzare la pianificazione, il funzionamento e la resilienza dei sistemi energetici, riducendo al contempo il fabbisogno computazionale.

L'intelligenza artificiale offre un potenziale significativo per rendere il sistema energetico più efficiente, flessibile e resiliente, tuttavia non è priva di ostacoli. Esistono diverse barriere che limitano la scalabilità delle applicazioni attualmente disponibili, rallentando il ritmo di trasformazione. Tra i principali vincoli si segnalano: regolamentazioni sfavorevoli, accesso limitato ai dati, problematiche di interoperabilità, carenze infrastrutturali, mancanza di competenze specifiche, e, in alcuni casi, resistenza culturale al cambiamento. Superare questi ostacoli sarà fondamentale per cogliere appieno i benefici potenziali dell'intelligenza artificiale nel sistema energetico.

1.1.1 Nuove forme di energia a supporto dell'AI

La sostenibilità dell'intelligenza artificiale non può prescindere dalla qualità dell'energia che la alimenta. Oltre al fotovoltaico e all'eolico, si stanno affermando soluzioni complementari che, combinate, possono sostenere carichi computazionali crescenti con un profilo emissivo contenuto.

Negli ultimi anni il mercato dell'energia elettrica ha subito forti scosse, con una volatilità dei prezzi senza precedenti. In questo contesto, molte aziende del settore ICT stanno valutando con maggiore attenzione il ricorso a fonti alternative, incluso il nucleare di nuova generazione, come

parte di una strategia per ridurre la dipendenza dalle fluttuazioni di mercato. Le energie rinnovabili, inizialmente percepite soprattutto come scelta ambientale, si stanno oggi imponendo anche come leva di stabilità: garantiscono una maggiore prevedibilità sia nella produzione che nei costi, un fattore particolarmente rilevante dopo il 2021-2022, anni in cui in Italia il prezzo della materia prima energetica è cresciuto in maniera significativa rispetto ai valori del 2020.

Il nucleare si è presentato come una nuova alternativa verso la quale diversi provider hanno già iniziato a fare affidamento:

Nel settembre 2024, Microsoft ha annunciato un accordo con Constellation Energy per riaprire la centrale nucleare di Three Mile Island per fornire a Microsoft il 100% di tutta l'energia elettrica prodotta dalla centrale per 20 anni. Anche Sam Altman, CEO di OpenAI, di recente ha scelto di investire negli ambiziosi progetti di Oklo, una società con sede a Santa Clara (California), che lavora su reattori a fissione di nuova generazione per produrre energia pulita, abbondante ed economica su scala globale.

1.2 Finalità e obiettivi della ricerca

L'obiettivo della presente tesi è analizzare le modalità con cui i provider di servizi ICT e AI affrontano la sfida della sostenibilità ambientale, individuando metriche, strategie organizzative e scelte tecnologiche che consentano di ridurre l'impatto energetico e, al contempo, sostenere percorsi di innovazione digitale. L'elaborato mira a:

1. Esaminare la letteratura esistente sul rapporto tra AI, data center e sostenibilità, evidenziando metriche e strategie già consolidate.
2. Identificare il gap di ricerca, ovvero la mancanza di analisi empiriche approfondite sul caso europeo, e in particolare sul contesto italiano.
3. Indagare, tramite un caso di studio, le modalità con cui un operatore ICT affronta la sfida della sostenibilità nell'adozione dell'AI, con riferimento ad un caso empirico.

1.3 Struttura della tesi

Il lavoro è articolato in quattro capitoli:

- **Capitolo 1 (Introduzione):** illustra il contesto generale e gli obiettivi dello studio.
- **Capitolo 2 (Quadro teorico e domanda di ricerca):** approfondisce la letteratura sui consumi e le metriche di sostenibilità dei data center, le strategie di governance e gli approcci tecnologici, per arrivare alla definizione del problema e della domanda di ricerca.
- **Capitolo 3 (Metodologia e caso di studio):** descrive l'approccio metodologico adottato e presenta l'analisi del caso Fastweb+Vodafone, selezionato per il suo profilo innovativo e per l'impegno esplicito nella decarbonizzazione.
- **Capitolo 4 (Conclusioni):** sintetizza i risultati, discute le implicazioni per la letteratura e per la pratica manageriale e propone alcune prospettive di sviluppo futuro.

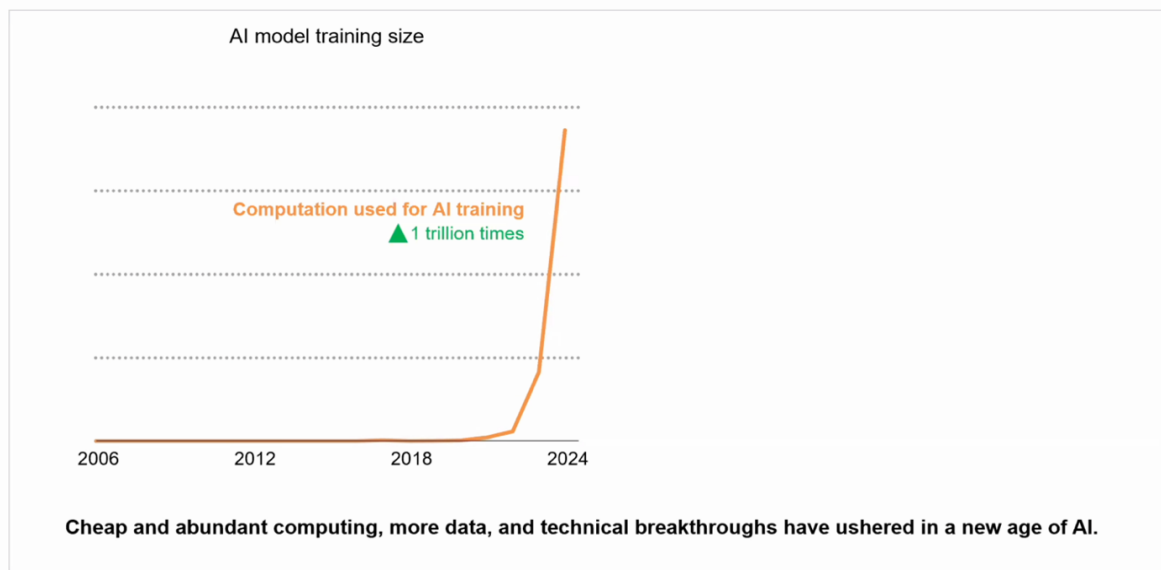
Capitolo 2 – La sostenibilità ambientale dell'AI

2. AI e sostenibilità ambientale: quadro generale e previsioni

La crescente attenzione verso gli impatti ambientali dell'AI, stimolata anche dal rilascio di ChatGPT, ha cambiato il dibattito globale, sia sotto il profilo economico che energetico. Sebbene l'intelligenza artificiale non sia un fenomeno recente – essendo oggetto di ricerca

accademica sin dagli anni Cinquanta – negli ultimi anni si è assistito a un’evoluzione radicale nelle sue capacità. Tale evoluzione è stata resa possibile dalla riduzione dei costi computazionali, dalla crescente disponibilità di dati favorita dalla diffusione di Internet e della digitalizzazione, nonché da significativi avanzamenti tecnici nella progettazione dei modelli. Questi fattori, a partire dal 2006, hanno determinato una crescita della potenza dell’AI di circa mille miliardi, determinando una crescita esponenziale, con un raddoppio stimato ogni otto/nove mesi.

The rise of artificial intelligence



Il concetto di sostenibilità ha assunto una rilevanza crescente nel contesto politico, economico e aziendale a partire dal celebre rapporto Brundtland (1987), che definisce lo sviluppo sostenibile come "un principio che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri". In ambito aziendale, la sostenibilità viene declinata attraverso l'integrazione di criteri ambientali, sociali e di governance (ESG) nei processi decisionali, strategici e operativi delle imprese. Tra questi, la dimensione ambientale rappresenta un elemento centrale, in particolare nel contesto dell'industria digitale.

Secondo il Panel intergovernativo sul cambiamento climatico (IPCC), le emissioni globali di gas serra continuano a crescere ad un ritmo allarmante, contribuendo all'innalzamento delle temperature e all'aumento della frequenza di eventi climatici estremi come l'innalzamento del livello del mare, incendi, tifoni, gravi siccità, nonché ripercussioni sulla salute umana.

Le principali fonti di emissioni sono riscontrabili nel settore energetico, dei trasporti e, in misura crescente, nel comparto ICT.

L'AI genera un'impronta di carbonio significativa a causa del suo crescente consumo di energia, soprattutto nelle fasi di training e utilizzo. In uno scenario intermedio, entro il 2027 i nuovi server potrebbero consumare tra 85 e 134 terawattora (TWh) all'anno. Si tratta di un consumo simile a quello annuale di paesi come Argentina, Paesi Bassi e Svezia, e rappresenta circa lo 0,5% del consumo elettrico globale attuale. Per addestrare un grande modello di intelligenza artificiale, ovviamente è richiesta maggiore quantità di energia. Si stima che il training di un intero modello produca circa 283 tonnellate di anidride carbonica, l'equivalente di 300 voli di andata e ritorno tra New York e San Francisco, o quasi 5 volte le emissioni a vita di un'auto media (Erdenesanaa, 2023).

In questo scenario, le imprese non sono più chiamate solo a conformarsi alle normative ambientali, ma anche a rispondere alle pressioni di consumatori, investitori e istituzioni, che richiedono trasparenza e impegno concreto verso la decarbonizzazione. La sostenibilità, da fattore reputazionale, è oggi una leva strategica per la competitività. In particolare, i fornitori di servizi digitali devono confrontarsi con la doppia sfida di garantire performance elevate e allo stesso tempo contenere l'impatto ambientale delle proprie infrastrutture.

2.1 Il ruolo dei data center e delle infrastrutture IT

I data center rappresentano il cuore pulsante dell'infrastruttura digitale che alimenta i servizi di intelligenza artificiale. Si tratta di ambienti altamente specializzati che ospitano server, sistemi di archiviazione e dispositivi di rete utilizzati per l'elaborazione, la gestione e la distribuzione di enormi quantità di dati.

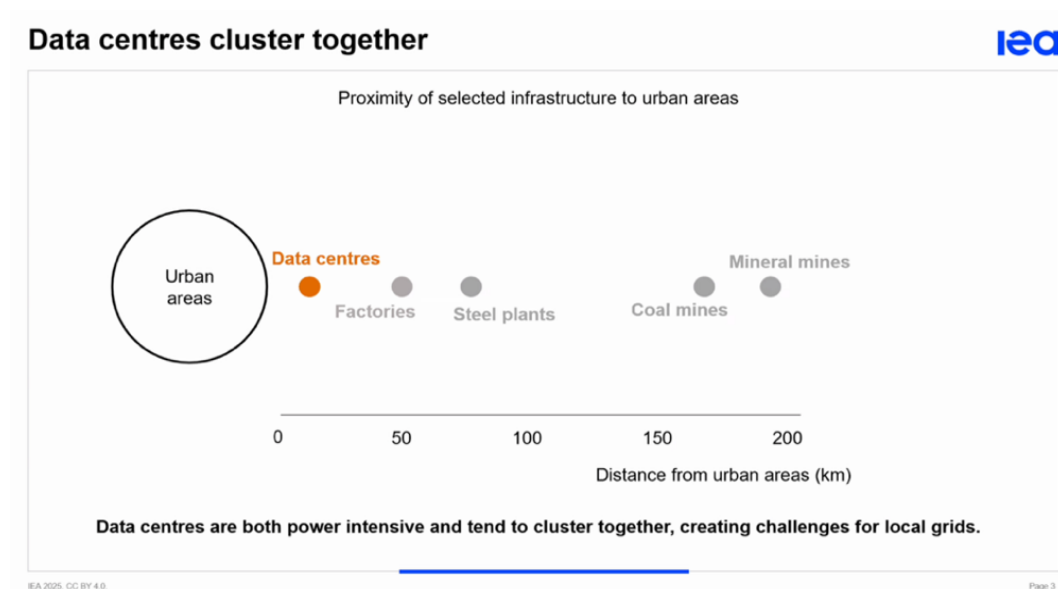
Questo paragrafo è stato sviluppato a partire da una presentazione tecnica della Fondazione Eni Enrico Mattei, alla quale ho partecipato su invito di un membro di Fastweb+Vodafone.

Durante l'evento, sono stati discussi i principali trend relativi ai consumi energetici legati all'intelligenza artificiale e ai data center. I partecipanti hanno avuto accesso a una

documentazione di approfondimento fornita dai relatori, tra cui un file PDF condiviso dagli organizzatori. Le informazioni riportate sono ritenute fondamentali per la contestualizzazione della ricerca, poiché permettono di comprendere l'ecosistema di cui l'AI fa parte.

Caratteristiche dell'infrastruttura

Come rappresentato dall'immagine, a differenza di altre infrastrutture industriali come acciaierie, miniere o impianti a carbone, i data center (DC) tendono a localizzarsi in prossimità dei centri urbani. Questa tendenza alla clusterizzazione urbana, evidenziata anche dall'IEA, risponde all'esigenza di bassa latenza e vicinanza agli utenti nonché di sfruttare reti di comunicazione già strutturate. Inoltre, comportano notevoli implicazioni sul piano energetico. La loro natura altamente energivora, unita alla concentrazione geografica, può infatti determinare una pressione significativa sulle reti elettriche locali, generando criticità per la pianificazione energetica urbana e per gli obiettivi di sostenibilità.

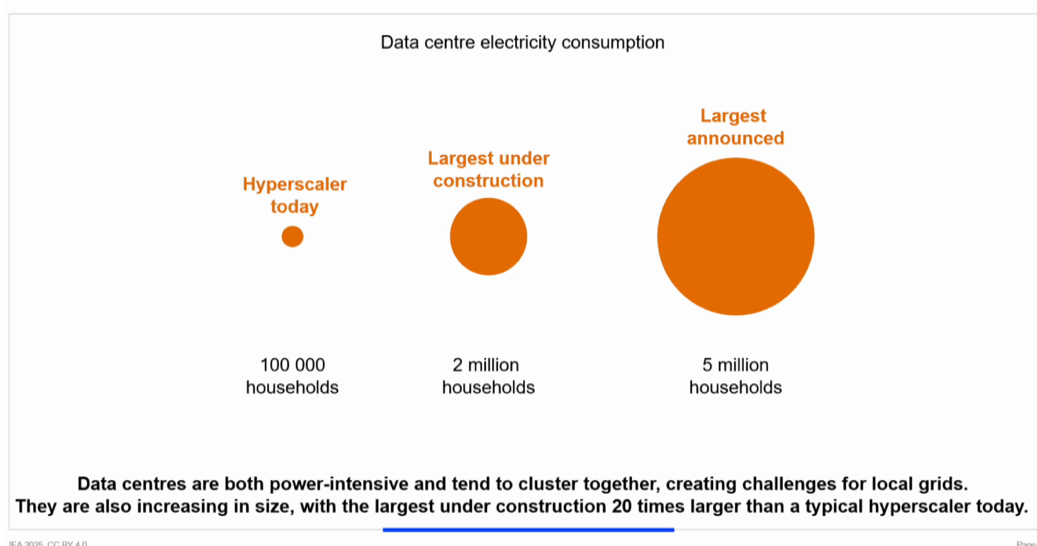


Secondo quanto dichiarato da un membro dell'AI Agency, attualmente, un datacenter di tipo hyperscale può presentare un assorbimento di potenza elettrica istantanea pari a circa 100

megawatt (MW).¹ Tale valore, se mantenuto costante nel tempo, corrisponde a un consumo annuo di energia elettrica dell'ordine di circa 100.000 megawattora (MWh), ossia un quantitativo comparabile al fabbisogno medio annuo di circa 100.000 nuclei familiari.

Le dimensioni e i requisiti energetici di tali infrastrutture risultano in rapida crescita: i datacenter attualmente in fase di realizzazione possono raggiungere assorbimenti di potenza fino a 2 GW, mentre, progetti futuri più ambiziosi prevedono capacità fino a 5 GW. A titolo comparativo, si consideri che un impianto industriale di grandi dimensioni, come una fonderia per la produzione di alluminio, può richiedere una potenza istantanea pari a circa 750 MW.

Data centres cluster together – and are growing in size



I consumi

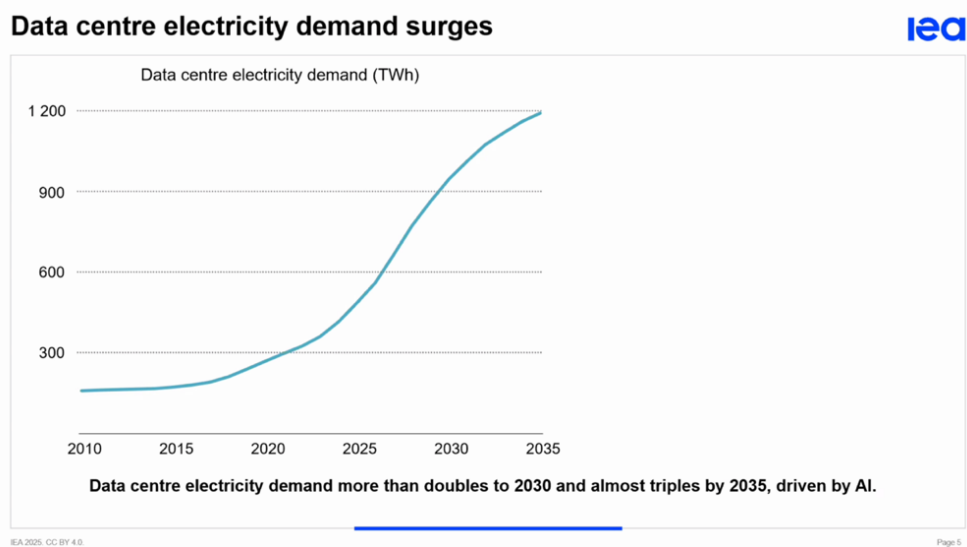
Per quanto riguarda i consumi, ad oggi non ci sono dati validi. I governi non raccolgono statistiche esaustive sul consumo di elettricità dei data center, le aziende del settore IT in genere dichiarano il loro consumo di elettricità ma non suddividono quello dei data center (ad esempio un'azienda come Amazon fornirà il suo consumo totale di elettricità ma includendo edifici adibiti a uffici, i magazzini ma anche i data center). Questo rende difficile stimare il consumo totale di elettricità di tali infrastrutture.

Tuttavia, grazie agli studi statistici di agenzie (come la IEA), e i report di consumo recenti dei gestori, si è comunque in grado di comprenderne l'impatto.

¹ La potenza elettrica, espressa in megawatt o gigawatt, indica il fabbisogno energetico istantaneo di un impianto. Per ottenere il consumo energetico complessivo, espresso in megawattora (MWh), è necessario moltiplicare la potenza per la durata del funzionamento.

I data center contribuiscono per circa lo 0,3% delle emissioni globali di CO₂, mentre l'intero ecosistema ICT (che include anche reti e dispositivi personali) arriva a oltre il 2% delle emissioni mondiali. Alle emissioni legate al consumo diretto di elettricità, si sommano anche quelle derivanti dalla produzione e dallo smaltimento dell'hardware. Inoltre, l'intensità di carbonio dipende fortemente dal mix energetico utilizzato: se l'elettricità proviene da fonti fossili (come carbone o gas), l'impronta ecologica risulta più elevata rispetto all'uso di fonti rinnovabili. L'impatto ambientale di queste infrastrutture è quindi rilevante.

Finora, la domanda di energia, in rapida crescita, è stata accompagnata da strutture sempre più efficienti dal punto di vista energetico, mantenendo il consumo complessivo di elettricità dei data center relativamente stabile. Tuttavia, nei prossimi anni questa stabilità potrebbe essere minacciata: il grafico seguente rappresenta lo scenario più ottimistico secondo cui si prevede un aumento triplo del fabbisogno energetico del settore, che è la principale causa di emissioni di gas serra (GHG), e dei costi ambientali delle operazioni computazionali effettuate tramite data center ed altre strutture.

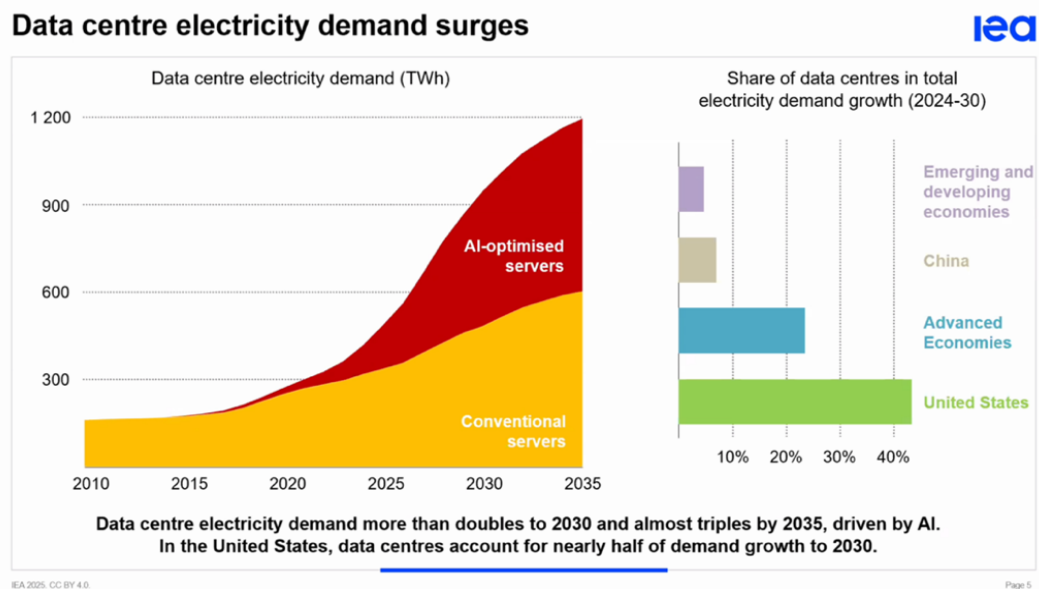


Nei Paesi in via di sviluppo o nelle regioni con scarsa penetrazione di energie rinnovabili, la domanda di elettricità è aumentata per diverse cause: industrializzazione, aumento dei redditi, aumento del consumo di energia di un singolo apparecchio elettronico (ad es. aria condizionata)

e ridotta digitalizzazione rispetto a quelle più avanzate. Per questi motivi in questi paesi, i DC rappresentano una quota inferiore della crescita del consumo di elettricità.

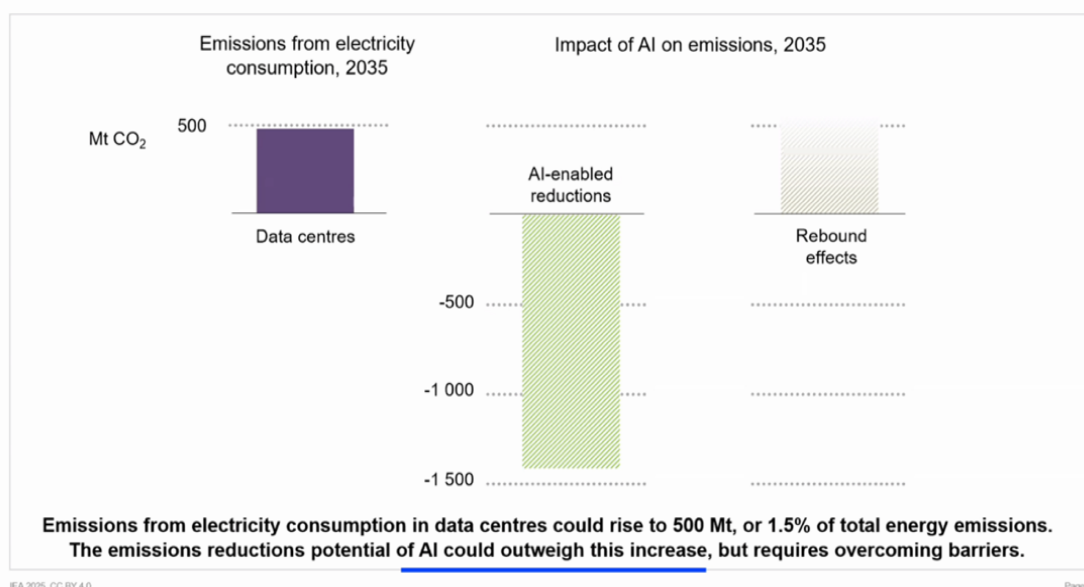
D'altra parte, nelle economie più avanzate, la domanda di elettricità è stata stagnante durante gli ultimi due decenni. Recentemente ha iniziato a invertire la rotta a causa dell'incremento dell'elettrificazione e delle scelte di politica climatica. In questo contesto, i data center si inseriscono come un'altra importante fonte di crescita della domanda di queste economie, rappresentando ben il 45% dell'aumento del consumo di elettricità.

Secondo le stime presentate, solo negli Stati Uniti consumeranno più elettricità di tutte le industrie ad alta intensità energetica (acciaio, cemento, chimica, fusione dell'alluminio) comportando un cambiamento radicale nella struttura del consumo di energia del paese.



Oggi il consumo di elettricità dei data center è responsabile di emissioni equivalenti a circa 180 milioni di tonnellate, ovvero meno dell'1% di quelle globali totali. Nello scenario peggiore, con il massimo consumo di elettricità di queste infrastrutture, questo dato incrementerà fino a 500 milioni di tonnellate entro il 2035, pari a circa l'1,5% delle emissioni globali.

The impact on emissions depends on the uptake of AI in energy



È importante precisare che i dati utilizzati per allenare un Large Language Model (LLM) non vengono archiviati in un luogo ‘astratto’. I data center sono il nucleo centrale che sorregge l’intero sistema AI, e come dimostrato dalle analisi di tale paragrafo può essere dispendioso sia a livello economico che energetico supportare questa infrastruttura, per questo sui provider vertono diverse responsabilità sociali ed ambientali. I seguenti paragrafi delineano gli strumenti e le politiche che incentivano e aiutano questi player ad operare nelle migliori condizioni possibili.

2.2 Le metriche di sostenibilità ambientale nei data center

La misurazione dell’impatto ambientale dei data center è un elemento essenziale per valutare il livello di sostenibilità delle infrastrutture IT, specialmente in contesti in cui la domanda energetica cresce in modo esponenziale a causa dell’adozione dell’intelligenza artificiale.

Per rispondere a questa esigenza, sono state sviluppate diverse metriche riconosciute a livello internazionale che permettono di monitorare e confrontare l'efficienza energetica e l'impatto ambientale dei data center. Queste metriche non solo aiutano a quantificare il consumo di risorse, ma costituiscono anche strumenti fondamentali per l'ottimizzazione delle operazioni, la trasparenza nei report ESG e la conformità agli standard internazionali di sostenibilità (Reddy, 2017).

In funzione al Regolamento Delegato (UE) del 14 Marzo 2024 (Commissione Europea, 2024), la Commissione Europea ha riconosciuto che il settore ICT ha costantemente incrementato i suoi consumi, prevedendo un aumento della domanda di energia del 28% (dal 2018) entro il 2030.

A tal proposito, il sistema ha definito, degli indicatori chiave di prestazione e la metodologia per misurarli, inoltre in funzione alle informazioni da questi reperiti, ha stabilito degli indicatori di sostenibilità dei data center.

Questo regolamento standardizza e regola il processo di comunicazione dei dati, individuando i gestori dei DC, ovvero i soggetti tenuti a comunicare le informazioni che devono essere rese pubbliche e comunicate alla banca dati europea. Gli articoli di maggiore rilevanza individuati per questo studio sono:

- Articolo 1: i dati devono essere comunicati dai gestori di centri dati e con una domanda di potenza pari ad almeno 500 kW;
- Nella seguente **Tabella 1**, sono stati riportati i contenuti dell'Articolo 4, il quale definisce gli indicatori di sostenibilità dei data center e le metodologie per calcolarli.

Metrica	Formula	Approfondimento
Power Usage Effectiveness	$\text{PUE} = \frac{\text{Energia totale}}{\text{Energia IT}}$	<ul style="list-style-type: none"> • È una metrica sviluppata dal consorzio The Green Grid. Misura il rapporto tra l'energia totale consumata dall'intero data center e quella utilizzata esclusivamente dall'apparato IT (server, dispositivi di archiviazione, rete, ecc.). • Un valore pari a 1.0 rappresenta l'efficienza ideale (tutta l'energia è usata dai dispositivi IT), mentre valori superiori indicano una maggiore incidenza dei consumi non IT. I data center più efficienti presentano PUE compresi tra 1.1 e 1.4 (Mahmood, et al., 2021).
Water Usage Effectiveness	$\text{WUE} = \frac{\text{Litri d'acqua annuali}}{\text{Energia IT (kWh)}}$	<ul style="list-style-type: none"> • Misura il consumo idrico di un data center in relazione all'energia utilizzata dai dispositivi IT. • Secondo le linee guida pubblicate da The Green Grid (White Paper 35), il WUE comprende l'acqua usata direttamente per il raffreddamento e quella indirettamente utilizzata nella produzione dell'energia elettrica consumata. Il valore ottimale varia in base al contesto geografico e tecnologico. • È un fattore da considerare, entro il 2027, l'AI potrebbe utilizzare fino a 6,6 miliardi di metri cubi di acqua. Secondo Yang et al., una sessione media su ChatGPT, con 10-50 risposte, può utilizzare fino a mezzo litro di acqua dolce (Yang, et al., 2025).

Metrica	Formula	Approfondimento
Energy Reuse Factor	ERF = Energia riutilizzata / Energia totale consumata	<ul style="list-style-type: none"> • Valuta la quantità di energia termica generata da un data center che viene riutilizzata per altri scopi (ad esempio, riscaldare edifici limitrofi o alimentare impianti industriali). • Un ERF elevato indica un'infrastruttura capace di trasformare parte del proprio consumo in un contributo positivo per altri sistemi, riducendo l'impatto netto (Gmach et al., 2010).
Renewable Energy Factor	REF =Energia da fonti rinnovabili / Energia elettrica totale consumata	<ul style="list-style-type: none"> • Misura la quantità di energia elettrica, proveniente da fonti rinnovabili, utilizzata da un data center rispetto al suo consumo energetico complessivo. • Un valore di REF pari a 1 indica che tutta l'energia elettrica consumata è certificata come rinnovabile. • Utile per valutare il contributo effettivo del data center alla transizione ecologica, poiché consente di ridurre significativamente l'impronta carbonica associata ai consumi energetici.

Metrica	Formula	Approfondimento
Carbon Usage Effectiveness	$CUE = \text{Emissioni CO}_2 \text{ (kg)} / \text{Energia IT (kWh)}$	<ul style="list-style-type: none"> • Non è una metrica prevista dalla normativa della Commissione Europea. Tuttavia, è ritenuta importante per questo studio. • Esprime l'impronta di carbonio generata da un data center in rapporto al consumo energetico dell'apparato IT. L'obiettivo è valutare quanto il mix energetico utilizzato (rinnovabile vs fossile) incida sulle emissioni complessive di CO₂. • Un valore più basso di CUE indica un'infrastruttura alimentata da fonti a basse emissioni (es. solare, eolico), mentre un valore elevato riflette un'elevata dipendenza da fonti fossili. Questa metrica è fondamentale per monitorare la transizione verso l'uso di energie rinnovabili nei data center.

Nonostante la loro utilità a sostegno dei provider, questi sistemi presentano alcuni limiti:

- Il PUE non tiene conto della fonte dell'energia (es. fossile o rinnovabile).
- Il WUE non distingue tra tipologie di acqua (potabile, riciclata, ecc.), complicando il confronto tra regioni con disponibilità idriche differenti.
- L'ERF richiede una raccolta dati più complessa e ancora poco diffusa tra i provider.

2.3 Strategie di sourcing energetico e politiche sostenibili adottate dai provider

Uno degli aspetti fondamentali per la sostenibilità ambientale dei data center è rappresentato dalle strategie di approvvigionamento energetico, ovvero il modo in cui i fornitori di servizi AI e cloud acquisiscono l'energia necessaria per alimentare le proprie infrastrutture. Le decisioni in questo ambito influenzano direttamente l'impronta di carbonio dei provider, incidendo sia sul Carbon Usage Effectiveness (CUE) che sulla percezione pubblica del loro impegno ambientale.

A queste tematiche è strettamente correlata la carbon neutrality, la quale prevede che le emissioni prodotte da un'infrastruttura vengano completamente compensate da iniziative di riduzione o rimozione della CO₂. I provider che perseguono questo obiettivo spesso combinano l'utilizzo di energie rinnovabili con sistemi di compensazione, come l'acquisto di crediti di carbonio o la riforestazione.

Tuttavia, la carbon neutrality è oggetto di dibattito: alcuni critici sottolineano che la compensazione non equivale alla riduzione diretta delle emissioni, e che è preferibile puntare alla "carbon free energy" su base oraria (come il modello 24/7 di Google), piuttosto che su un semplice bilancio annuale.

Tra le soluzioni più comuni, affinché un provider diventi sostenibile riducendo le sue emissioni di carbonio, risaltano i Power Purchase Agreements (PPA), contratti a lungo termine stipulati direttamente con produttori di energia rinnovabile. Sempre più aziende stanno investendo nell'acquisto di energia da fonti rinnovabili, come il solare, l'eolico o l'idroelettrico. Questi accordi permettono ai provider di garantirsi un approvvigionamento stabile e sostenibile, riducendo al contempo l'esposizione alla volatilità dei prezzi dell'energia.

Aziende come Google Cloud e Microsoft Azure hanno firmato PPA per alimentare i propri data center con il 100% di energia rinnovabile, raggiungendo in alcuni casi l'obiettivo di un "bilancio energetico zero" già da diversi anni (Microsoft, 2021).

2.3.1 Quadro integrato per la rendicontazione climatica e la responsabilità ambientale dei provider AI

Nella **Tabella 2** sono riassunti i principali strumenti e riferimenti normativi che un provider AI può adottare per rispondere in modo coerente alle sfide climatiche e alle aspettative di sostenibilità.

Trasparenza e reporting ESG

Definizione Teorica	Contestualizzazione Pratica
<p>Un elemento chiave delle strategie di sourcing energetico è la trasparenza con cui i provider comunicano le proprie performance ambientali. Le aziende più avanzate pubblicano regolarmente report di sostenibilità (ESG Report), in cui dichiarano obiettivi, risultati e indicatori di performance (PUE, CUE, mix energetico, ecc.).</p> <p>Questa trasparenza non solo permette una valutazione indipendente del loro impatto ambientale, ma stimola anche un processo di miglioramento continuo e di benchmarking tra concorrenti (Avgerinou, et al., 2017).</p>	<p>Per un provider rendicontare le proprie performance ESG non è solo una prassi etica, ma un vero e proprio fattore di competitività:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le grandi imprese integrano i criteri ESG nelle procedure di sourcing e valutano i cloud/AI vendor in base a metriche ambientali. - La misurazione continua, attraverso il reporting, fa emergere sprechi (es. cooling o cluster GPU sottoutilizzati) e consente risparmi energetici. <p>Se non svolte queste pratiche espongono a diversi rischi: regolatori, competitivi, finanziari e reputazionali — che, nel settore AI ad altissimo consumo energetico, si traducono rapidamente in una perdita della quota di mercato.</p>

Certificazioni ambientali

Definizione Teorica	Contestualizzazione Pratica
<p>Per garantire la trasparenza i provider si affidano a certificazioni ambientali riconosciute a livello internazionale. Tra le più diffuse troviamo:</p> <ul style="list-style-type: none">• ISO 50001: certificazione per la gestione dell'energia.• ISO 14001: certificazione per la gestione ambientale. <p>Queste attestano l'impegno delle aziende nel monitoraggio e miglioramento continuo delle performance ambientali, fornendo anche un vantaggio competitivo sul mercato (Woeginger, et al., 2021).</p>	<p>Le certificazioni ambientali fungono da "sigillo terzo" che dimostra a clienti, regolatori e investitori la serietà con cui il provider governa questo impatto.</p>

SBTi e gli Scope 1,2,3

Definizione Teorica	Contestualizzazione Pratica
<p>Gli Science Based Targets (SBT) sono obiettivi di riduzione delle emissioni di CO₂ e di altri gas, in linea con le raccomandazioni dell'IPCC e gli impegni assunti con l'Accordo di Parigi (COP 21, 2015).</p>	<p>Diverse aziende (soprattutto europee) stanno già integrando i requisiti SBTi nei propri criteri di fornitura. Un provider AI che non mappa e riduce le proprie emissioni, specialmente Scope 3, rischia di essere escluso dalla supply chain dei clienti più attenti alle performance ESG.</p>

Definizione Teorica	Contestualizzazione Pratica
<p>A fornire il principale riferimento metodologico è la Science Based Targets initiative (SBTi), che mira a supportare le imprese nella definizione di strategie credibili di decarbonizzazione, guidandole verso un'economia a basse emissioni.</p> <p>Secondo la SBTi, i target devono includere almeno le emissioni dirette (Scope 1) e quelle da consumo energetico (Scope 2), e – qualora rappresentino oltre il 40% del totale – anche le emissioni indirette di filiera (Scope 3) (Rete Clima, 2021).</p>	<p>Un esempio significativo è rappresentato da Microsoft, che richiede ai propri fornitori di fissare obiettivi climatici allineati con la SBTi. In particolare, nel suo Supplier Code of Conduct, l'azienda afferma:</p> <p>“Microsoft expects suppliers to calculate and report their greenhouse gas (GHG) emissions, and set SBTi-aligned reduction targets, particularly for Scope 1, 2, and relevant Scope 3 emissions”</p> <p>(Microsoft, 2025).</p>

GRI Standards

Definizione Teorica	Contestualizzazione Pratica
<p>Il Global Reporting Initiative (GRI) è un'organizzazione internazionale indipendente e non profit, che ha sviluppato i GRI Standards, un quadro di riferimento riconosciuto a livello internazionale per la redazione dei report di sostenibilità. Tali standard seguono una struttura modulare e interdipendente, composta da:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Standard universali, validi per tutte le organizzazioni; • Standard tematici specifici per gli ambiti economico, ambientale e sociale; <p>(Global Reporting Initiative, n.d)</p>	<p>Sono uno strumento tecnico chiave per integrare le performance ambientali all'interno di un climate report strutturato. Infatti, contengono standard tematici ambientali perfettamente compatibili con: la mappatura delle emissioni Scope (1-3) e la misurazione dell'impatto ambientale dei modelli AI.</p>

Nell'ambito della crescente pressione normativa, sociale e di mercato sulla sostenibilità, i provider di servizi di Intelligenza Artificiale si trovano al centro di una trasformazione profonda, che richiede trasparenza, responsabilità e capacità di misurare e migliorare il proprio impatto ambientale.

I concetti di reporting ESG, le certificazioni ambientali, gli Standard GRI, gli obiettivi di riduzione delle emissioni secondo SBTi e gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile dell'ONU (in particolare il Goal 13) rappresentano componenti sinergiche di un unico framework operativo.

In particolare, queste tematiche condividono quattro assi fondamentali:

1. Trasparenza: nella raccolta, validazione e pubblicazione dei dati ambientali;
2. Misurabilità: grazie a standard tecnici (GRI, SBTi, Scope 1-2-3);
3. Allineamento globale: tramite le normative europee (es. CSRD);
4. Accountability verso stakeholder: investitori, clienti B2B, regulator, talenti.

2.4 Domanda di ricerca

L'espansione dell'intelligenza artificiale ha generato una crescente attenzione verso l'impatto ambientale delle infrastrutture digitali. Come mostrato nei capitoli precedenti, la letteratura scientifica ha messo in luce numerosi aspetti critici, dai consumi energetici dei data center all'efficacia delle metriche ambientali, fino al ruolo delle politiche aziendali di decarbonizzazione. Tuttavia, nonostante l'ampiezza dei contributi, rimane poco esplorata la dimensione empirica nel contesto italiano ed europeo. Il principale gap riguarda la carenza di studi che analizzino concretamente come i provider ICT affrontano la sfida della sostenibilità nell'adozione dell'AI.

A partire dal problema sopra definito, la presente indagine si propone di rispondere alla seguente domanda di ricerca:

In che modo un provider di servizi ICT affronta la sfida della sostenibilità ambientale nell'adozione dell'intelligenza artificiale, e quali strumenti strategici, tecnologici e organizzativi risultano più efficaci nel contenere gli impatti ambientali?

Questa domanda guida l'analisi del caso, orientandola verso l'identificazione delle pratiche operative e delle logiche di governance che permettono di conciliare l'adozione dell'AI con la decarbonizzazione dell'infrastruttura ICT.

Capitolo 3 – Il caso Fastweb+Vodafone

3. Metodologia

Per rispondere alla domanda di ricerca – in che modo un provider di servizi ICT affronta la sfida della sostenibilità ambientale nell'adozione dell'intelligenza artificiale – è stato adottato il metodo del case study. Tale approccio è particolarmente adatto quando si intende indagare fenomeni complessi all'interno del loro contesto reale, con l'obiettivo di integrare differenti evidenze empiriche e ottenere una visione olistica del caso.

Nel presente lavoro, il caso Fastweb+Vodafone è stato selezionato poiché consente di osservare come un operatore infrastrutturale di primaria importanza, in un settore ad alta intensità energetica, stia affrontando le sfide di sostenibilità connesse all'adozione dell'AI.

L'analisi si fonda su due tipologie di fonti:

- Fonti primarie: l'intervista condotta nel giugno 2025 con due referenti aziendali appartenenti alle aree Sustainability ed Energy Management, che hanno fornito evidenze qualitative sul percorso di sostenibilità e sull'integrazione dell'AI.
- Fonti secondarie: Report di sostenibilità 2024 di Fastweb+Vodafone per usufruire dei dati dichiarati dall'azienda, e il Bilancio 2023-2024 di Vodafone per comprendere le differenze tra le due aziende prima dell'acquisizione.

3.1 La Fusione Fastweb+Vodafone

Nel Marzo 2024, Swisscom ha stipulato accordi vincolanti con il Gruppo Vodafone Plc per l'acquisizione del 100% di Vodafone Italia tramite un'offerta di 8 miliardi di euro, con l'obiettivo di integrarla con Fastweb, la sua controllata in Italia. Il closing dell'operazione di acquisizione è avvenuto il 31 dicembre 2024, portando questo nuovo corporate brand a diventare il principale operatore infrastrutturato sul mercato delle telecomunicazioni nazionali, con oltre 20 milioni di linee mobili e 5,6 milioni di linee fisse, e una rete fissa proprietaria di oltre 74.000 km.

3.2 L'avvio della strategia AI: infrastrutture e collaborazioni

Secondo il Comunicato di Fastweb+Vodafone diffuso l'8/07/2024, l'intelligenza artificiale si conferma una leva strategica centrale per l'azienda, che mira a trasformarsi in una realtà AI-driven, capace di innovare i propri servizi, ottimizzare i processi interni e generare valore diffuso per clienti, dipendenti e stakeholder istituzionali.

Uno degli snodi fondamentali di tale evoluzione è rappresentato dalla NeXXt AI Factory, il supercomputer basato sull'architettura NVIDIA DGX SuperPOD, operativo da luglio 2024 presso il data center di ultima generazione situato nei pressi di Bergamo. Con l'acquisizione esclusiva di 31 nodi NVIDIA DGX H100, Fastweb+Vodafone si è posizionata come unica

azienda privata italiana dotata di tale tecnologia, dando vita al più potente supercomputer NVIDIA per l'intelligenza artificiale attualmente attivo in Italia.

Il sistema rappresenta il cuore infrastrutturale della nuova strategia AI dell'azienda, ed è progettato per supportare attività di addestramento, inferenza e sviluppo di modelli generativi ad alte prestazioni.

Parallelamente, Fastweb+Vodafone ha annunciato il rilascio della prima versione del proprio LLM (Large Language Model) proprietario, denominato MIIA – Modello Italiano Intelligenza Artificiale – basato su software NVIDIA AI Enterprise. Il modello viene messo a disposizione di università, pubbliche amministrazioni, startup e imprese, rafforzando il ruolo dell'azienda come abilitatore tecnologico per l'intero ecosistema nazionale dell'innovazione.

Fastweb+Vodafone ha inoltre stretto collaborazioni con attori rilevanti della scena accademica e industriale – tra cui AWS, Università di Milano-Bicocca, Sapienza, Università di Bari, Università della Calabria, nonché Mondadori, Bignami, Istat e numerose startup italiane – consolidando una rete di conoscenze e risorse funzionale allo sviluppo e alla sperimentazione di soluzioni AI avanzate.

3.3 Strategia e Governance aziendale

L'analisi del caso Fastweb+Vodafone si sviluppa intorno a tematiche pienamente coerenti con la domanda di ricerca ed è stata elaborata a partire dai contenuti reperiti nelle fonti indicate nel paragrafo 3. L'impostazione adottata riflette un approccio metodologico ibrido, che integra la documentazione ufficiale con le testimonianze dirette raccolte, con l'obiettivo di restituire una prospettiva più organica e sistematica del percorso intrapreso dall'azienda.

Un'infrastruttura sostenibile per l'AI e l'uso interno come leva di efficienza

Nel 2024 Fastweb+Vodafone ha avviato un progetto strutturato volto a dotarsi di un'infrastruttura AI proprietaria, basata su un'architettura modulare. I primi server sono stati installati presso il data center di nuova generazione di Bergamo, uno dei siti più efficienti del gruppo, progettato in linea con le migliori tecnologie disponibili e certificato secondo la norma ISO 50001 (Intervista, giugno 2025).

Come sottolineato dai referenti, l'AI rappresenta ancora una novità, in fase di progressiva integrazione tra le attività aziendali. Al momento, la porzione di infrastruttura dedicata all'intelligenza artificiale incide per circa il 2% sui consumi energetici complessivi, un valore limitato ma coerente con lo stato embrionale del progetto e con il numero contenuto di clienti attualmente coinvolti. Nonostante ciò, l'azienda ha già dichiarato la volontà di ampliare progressivamente la capacità del cluster AI, grazie anche a partnership tecnologiche strategiche, come quella con NVIDIA, che consente l'adozione di sistemi ad alte prestazioni e ad alta efficienza, quali l'architettura SuperPOD (Intervista, giugno 2025).

Durante il colloquio è emersa una considerazione centrale: l'introduzione dell'AI deve essere valutata in un settore – quello delle telecomunicazioni – che è per sua natura fortemente “energivoro”. L'eventuale incremento dei consumi generato dall'AI non costituisce dunque un'anomalia, bensì un'estensione coerente di una traiettoria di digitalizzazione già esistente.

Accanto a questa dimensione infrastrutturale, un aspetto particolarmente innovativo dell'approccio adottato da Fastweb+Vodafone riguarda l'utilizzo dell'AI come leva interna di efficienza operativa ed energetica. L'azienda sta infatti sviluppando strumenti basati sull'intelligenza artificiale per il monitoraggio intelligente dei consumi nei propri data center, con applicazioni che spaziano dalla manutenzione predittiva al rilevamento automatico delle inefficienze, fino all'ottimizzazione dei carichi. Tali attività si inseriscono nel progetto di *sub-metering* lanciato nel 2024, che ha coinvolto inizialmente i dieci siti più energivori e che sarà progressivamente esteso nel corso del 2025 (Intervista, giugno 2025; Report di Sostenibilità 2024, p. 145).

Grazie a questa visione strategica, Fastweb+Vodafone consolida la propria identità di leader tecnologico responsabile, capace di combinare innovazione digitale, attenzione agli impatti ambientali e conformità ai più elevati standard internazionali.

Conformità normativa ed etica dell'AI: il progetto MIIA e l'AI Act

La rilevanza strategica dell'AI per l'azienda non si esaurisce sul piano tecnologico ed energetico, ma si estende anche alla dimensione normativa ed etica, considerata un presupposto fondamentale per garantirne l'uso responsabile. Dall'intervista è infatti emerso che l'intero impianto AI è progettato in conformità con le principali linee guida internazionali: l'Artificial

Intelligence Act (COM/2021/206 final), il *Coordinated Plan on AI* della Commissione Europea e le *Recommendation on AI* dell'OCSE (2019).

In questo quadro si colloca il progetto MIIA, sviluppato da Fastweb+Vodafone per rispondere pienamente agli standard previsti dall'AI Act. Il progetto prevede l'utilizzo prioritario di dati in lingua italiana, con l'obiettivo di favorire la trasparenza, la tracciabilità e il rispetto del contesto normativo sia nazionale sia europeo. L'attenzione alla regolazione e all'etica dell'intelligenza artificiale rappresenta dunque un ulteriore elemento distintivo della strategia aziendale, rafforzando la credibilità del percorso intrapreso e la capacità di coniugare innovazione tecnologica e responsabilità sociale.

Efficienza energetica: il ruolo delle BAT e la riduzione dei consumi energetici

Un pilastro centrale della strategia ambientale di Fastweb+Vodafone è rappresentato dal costante investimento in interventi di efficienza energetica, finalizzati a ridurre i consumi all'interno dell'infrastruttura tecnologica, sia nei siti ICT/Network sia negli impianti generali. Anche nel 2024, l'azienda ha perseguito un approccio integrato all'ottimizzazione energetica, orientato non solo al contenimento delle emissioni nel breve periodo, ma anche alla costruzione di una resilienza ambientale di lungo termine.

Tra le iniziative più rilevanti si segnalano gli interventi di revamping impiantistico, volti alla ristrutturazione e all'ammodernamento dei sistemi meccanici ed elettrici nei locali tecnologici, con l'obiettivo di incrementarne l'efficienza e l'affidabilità. Particolare attenzione è stata inoltre dedicata alla progettazione dei nuovi siti, nei quali Fastweb+Vodafone applica sistematicamente le migliori tecnologie disponibili (BAT). In questo contesto, l'adozione del free cooling rappresenta una scelta strategica, poiché consente il raffrescamento passivo degli ambienti, riducendo la dipendenza dai sistemi di condizionamento tradizionali e abbattendo in modo significativo i consumi elettrici (Report di Sostenibilità 2024, p. 144; Intervista, giugno 2025).

Tutte le nuove installazioni vengono quindi selezionate secondo criteri di massima efficienza energetica, garantendo un costante allineamento con le soluzioni tecnologiche più avanzate presenti sul mercato. Tale approccio non solo riflette una visione pragmatica della sostenibilità, ma si traduce anche in benefici strutturali, operativi e ambientali, rafforzando la capacità di

Fastweb+Vodafone di conciliare crescita digitale e responsabilità ecologica. In questa prospettiva, la strategia energetica dell'azienda si fonda su due pilastri complementari: da un lato, il monitoraggio e la razionalizzazione dei consumi delle proprie infrastrutture; dall'altro, l'incremento della quota di energia rinnovabile approvvigionata o autoprodotta. Entrambi gli ambiti hanno registrato progressi significativi nel 2024 (Intervista, giugno 2025).

Il quadro dei consumi conferma tale impostazione. Nel 2024, l'energia complessivamente utilizzata da Fastweb+Vodafone si è attestata a 542.911 GJ, in aumento dell'1,9% rispetto all'anno precedente. L'incremento è principalmente riconducibile all'aumento del traffico dati e alla conseguente crescita dei consumi della rete fissa, che rappresenta oltre il 94% dei consumi indiretti. I consumi diretti – legati a carburante e gas naturale per sedi e negozi – sono rimasti su livelli contenuti, incidendo per meno del 6% sul totale energetico aziendale. Un indicatore chiave del miglioramento prestazionale è rappresentato dall'intensità energetica della rete, misurata in kWh/GB: dal 2015 al 2024, tale valore si è ridotto dell'82%, passando da 0,071 a 0,011 kWh/GB. Ciò dimostra una progressiva ottimizzazione dell'efficienza per unità di servizio, nonostante l'aumento assoluto dei volumi di traffico e dei consumi complessivi (Report di Sostenibilità 2024, p. 146).

All'interno di questo quadro, il monitoraggio rappresenta un elemento fondamentale. Fastweb+Vodafone ha implementato un sistema avanzato di controllo dei consumi energetici, gestito dalla divisione interna di Energy Management. Tale struttura si occupa della raccolta, verifica e rendicontazione dei dati di consumo, nonché dell'analisi di indicatori di performance energetica a supporto delle decisioni operative (Intervista, giugno 2025). Tra gli indicatori utilizzati riveste particolare rilevanza il Power Usage Effectiveness (PUE), trattato ampiamente nel Capitolo 2 (Tabella 1). Oltre a questo, vengono monitorati parametri quali le perdite elettriche e l'efficienza dei sistemi di condizionamento, così da individuare tempestivamente eventuali dispersioni o criticità nei singoli impianti (Report di Sostenibilità 2024, p. 144).

Per rafforzare ulteriormente questa attività, l'azienda ha sviluppato una piattaforma digitale proprietaria, in grado di acquisire e analizzare in tempo reale i dati provenienti dai contatori messi a disposizione dai distributori elettrici. Tale infrastruttura consente di intercettare rapidamente anomalie o derive nei consumi, contribuendo all'affinamento dei processi manutentivi e alla riduzione delle inefficienze (Intervista, giugno 2025).

Il confronto con Vodafone conferma la rilevanza di questo approccio. Secondo quanto riportato nel Bilancio 2023-2024 (p. 14), l'azienda, prima dell'acquisizione, aveva già implementato un sistema di misurazione dei consumi degli apparati TLC per il calcolo del PUE su oltre 800 siti. Tale metodologia consentiva di individuare le principali aree di intervento per migliorare le prestazioni energetiche, in funzione delle diverse configurazioni impiantistiche. L'integrazione tra l'approccio metodologico avanzato di Fastweb e l'esperienza operativa maturata da Vodafone rappresenta dunque un'opportunità di rafforzamento della capacità complessiva di gestione e monitoraggio dell'efficienza energetica.

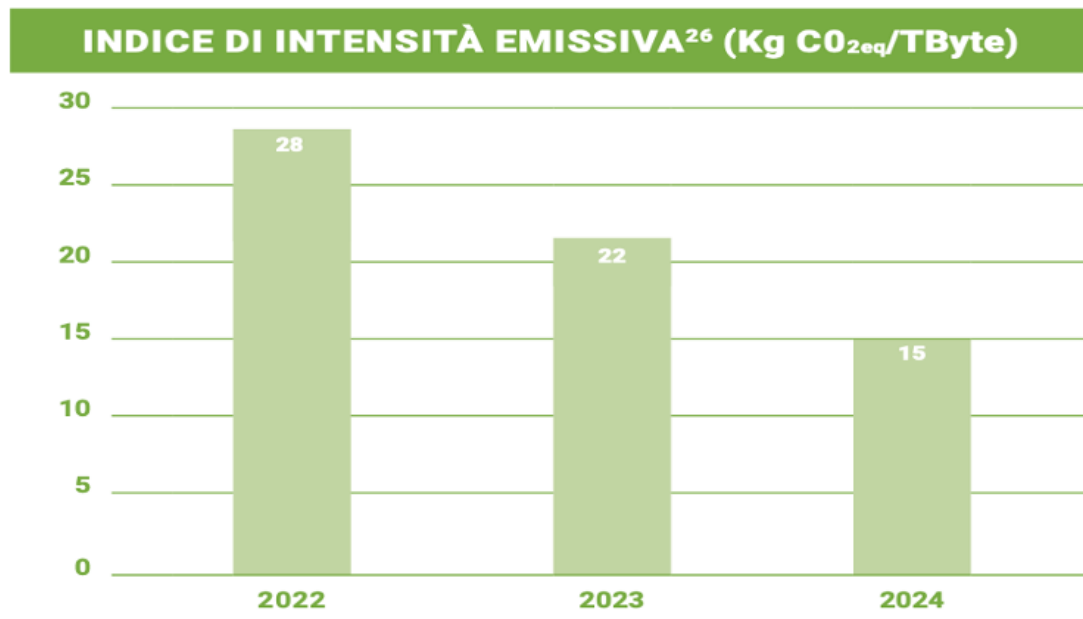
Obiettivi Sostenibili: Carbon strategy, Net Zero e Decommissioning

La lotta al cambiamento climatico rappresenta uno dei pilastri valoriali della strategia di sostenibilità di Fastweb+Vodafone. L'azienda riconosce l'urgenza di un'azione strutturale e continuativa, orientata non solo alla mitigazione delle proprie emissioni, ma anche all'allineamento con gli standard internazionali più avanzati. In quest'ottica, a partire dal 2015, Fastweb+Vodafone acquista il 100% dell'energia elettrica da fonti rinnovabili, certificata mediante Garanzie di Origine (GO), posizionandosi tra le prime imprese italiane del settore a compiere questa scelta. Tale impegno si traduce in una strategia climatica coerente con gli Accordi di Parigi, i cui target sono stati validati dalla Science Based Targets initiative (SBTi) (Report di Sostenibilità 2024, p. 137).

Definito il quadro strategico, è utile esaminare la situazione emissiva più recente. Nel 2024, le emissioni di Scope 2 sono state pari a zero grazie all'uso esclusivo di energia rinnovabile, mentre le emissioni Scope 1 e Scope 3 hanno raggiunto rispettivamente 2.768 tonnellate e 187.443 tonnellate di CO₂eq, con una riduzione dell'11% delle indirette rispetto al 2023 (Report di Sostenibilità 2024, p. 138).

Per interpretare tali risultati, occorre considerare il sistema di misurazione adottato dall'azienda. Dal 2015, Fastweb+Vodafone calcola la propria carbon footprint in conformità con il GHG Protocol, distinguendo tra emissioni dirette (Scope 1), indirette da energia (Scope 2) e indirette lungo la catena del valore (Scope 3). Uno degli indicatori più significativi è l'indice di intensità emissiva, che misura le emissioni in funzione della quantità di dati trasferiti. Nel triennio 2022–2024, tale indice è sceso da 28 kg/TB a 15 kg/TB, con una riduzione del 46% in due anni, a

testimonianza di un miglioramento continuo dell'efficienza energetica della rete e di una progressiva decarbonizzazione dell'infrastruttura, favorita dall'aumento della quota di energia rinnovabile (Report di Sostenibilità 2024, p.139).



Chiarito il quadro metodologico, si possono delineare gli obiettivi di lungo termine. In coerenza con il proprio ruolo all'interno del Gruppo Swisscom, Fastweb+Vodafone ha aderito al traguardo della neutralità climatica (Net Zero Carbon) entro il 2035, anticipando di cinque anni la scadenza fissata in media dal settore telecomunicazioni.

Il percorso verso il Net Zero si articola in obiettivi quantitativi intermedi, aggiornati nel 2023 e approvati da SBTi, che prevedono entro il 2030:

- una riduzione del 64% delle emissioni dirette (Scope 1) rispetto al 2018;
- il mantenimento dell'impegno all'acquisto del 100% di energia rinnovabile (Scope 2);
- una riduzione del 46% delle emissioni indirette (Scope 3), relative alla catena del valore e al ciclo di vita dei prodotti e servizi.

Il raggiungimento di tali obiettivi si fonda su precise leve operative. Tra queste, un ruolo centrale è rivestito dal decommissioning della rete, considerato un elemento strategico della gestione ambientale. Tale attività prevede valutazioni sito per sito per individuare componenti tecnologiche che possano essere rimosse o accorpate senza compromettere la qualità del servizio. Il processo è stato introdotto in forma strutturata, grazie alla creazione di un team dedicato alla pianificazione, gestione e controllo dei progetti di dismissione. Attraverso la progressiva sostituzione della rete storica Metroring con infrastrutture più efficienti e capillari, l'azienda ha potuto migliorare le performance, ridurre i consumi elettrici e rafforzare la sostenibilità complessiva (Report di Sostenibilità 2024, p. 144; Intervista, giugno 2025). Questo approccio integra la sostenibilità nei processi tecnici e operativi, generando benefici in termini di efficienza, costi e semplificazione dei sistemi.

Il posizionamento di Fastweb+Vodafone si comprende appieno se confrontato con le pratiche precedenti di Vodafone Italia. Nel Bilancio 2023-2024 (p. 50) le emissioni Scope 1 ammontavano a 4.878 tonnellate di CO₂eq, evidenziando valori assoluti più elevati rispetto a Fastweb. Inoltre, prima dell'acquisizione, Vodafone aveva fissato l'obiettivo Net Zero al 2040, successivamente anticipato al 2035 in linea con la nuova strategia condivisa. Tale traguardo, ufficialmente riconosciuto da SBTi nel novembre 2023, rappresenta uno dei percorsi più ambiziosi a livello europeo (Intervista, giugno 2025). Dal punto di vista operativo, Vodafone aveva adottato misure pratiche di mitigazione, quali la sostituzione progressiva della flotta aziendale con veicoli elettrici e ibridi, l'installazione di generatori ad alta efficienza e l'ottimizzazione dei consumi energetici degli edifici. Inoltre, richiedeva ai partner strategici piani ambientali coerenti con le best practice di settore, comprendenti l'uso di materiali sostenibili e la rendicontazione periodica della carbon footprint.

L'integrazione dei due approcci: metodologico e quantitativo di Fastweb; operativo e pratico di Vodafone, potrà rafforzare in prospettiva la trasparenza del reporting ambientale e la credibilità della governance climatica della nuova entità.

È opportuno sottolineare che le politiche di decommissioning e di razionalizzazione della rete si integrano con le scelte di approvvigionamento energetico che verranno approfondite nella sezione successiva, dedicata ai Power Purchase Agreements e agli impianti di autoproduzione.

Approvvigionamento rinnovabile e autoproduzione: PPA e impianti fotovoltaici

Fastweb+Vodafone ha rafforzato ulteriormente il proprio impegno nella decarbonizzazione attraverso la sottoscrizione di tre contratti di lungo periodo (Power Purchase Agreements) per l'acquisto di energia rinnovabile. Due contratti, ciascuno da 19 GWh, sono relativi a nuovi impianti fotovoltaici realizzati nel Lazio e in Piemonte su iniziativa dell'azienda, mentre un terzo riguarda un impianto eolico esistente in Puglia da 20 GWh, che verrà potenziato a 30 GWh nel 2025 (Intervista, giugno 2025, Report di Sostenibilità 2024, p.145).

I referenti hanno sottolineato che l'azienda adotta criteri stringenti nella selezione dei PPA. In particolare, richiede che gli impianti fotovoltaici e/o eolici oggetto dei di tali contratti siano nuovi e dedicati, e non strutture già operative, al fine di contribuire attivamente all'espansione della capacità installata nel Paese. Questo approccio riflette una visione proattiva del ruolo aziendale nella transizione energetica nazionale, andando oltre la logica della semplice compensazione delle emissioni (Intervista, giugno 2025).

Parallelamente, l'azienda ha proseguito l'espansione della propria capacità di autoproduzione. Nel 2024, il numero di impianti fotovoltaici on-site è salito a 17, con 9 nuove installazioni aggiunte agli 8 impianti preesistenti. A questi si affianca l'impianto della controllata 7Layers, attivo presso la sede di Montelupo, contribuendo alla generazione diretta di energia pulita e al miglioramento dell'autonomia energetica delle sedi aziendali (Report di Sostenibilità 2024, p.145).

Data Center e sostenibilità: Certificazioni e Vantaggio Competitivo

Fastweb+Vodafone presidia il mercato italiano con tre poli core – Milano, Roma e Bergamo – integrati da una rete di nodi “proximity” a bassa latenza. Questa configurazione le consente di coniugare continuità di servizio, potenza di calcolo e coerenza con gli obiettivi di sostenibilità delineati nel capitolo precedente.

Il data center di Milano, operativo dal 2015, è uno dei pochi siti nazionali a vantare la doppia certificazione:

- Tier IV, ovvero il livello massimo di classificazione internazionale dei data center secondo lo standard Uptime Institute, il quale garantisce la massima continuità operativa.
- Design & Constructed Facility, la quale certifica che il data center non solo è stato progettato secondo i requisiti Tier IV, ma anche costruito e verificato con collaudi indipendenti per soddisfare pienamente tali requisiti.

Il campus è alimentato al 100% da energia rinnovabile, in linea con la Carbon Strategy aziendale.

Nel 2021 Fastweb+Vodafone ha inaugurato il data center di Roma nel Tecnopolo Tiburtino: anch'esso classificato ANSI-TIA Rating 4 (comparabile al Tier IV) e alimentato esclusivamente da fonti rinnovabili.

A nord, presso il campus Aruba di Ponte San Pietro (Bergamo), è operativo dal luglio 2024 il cluster NeXXt AI Factory.

A differenza di Fastweb, che dedica ampio spazio alla descrizione dei propri data center e delle relative certificazioni (Tier IV, ISO 50001), nel Bilancio di sostenibilità 2023/24 di Vodafone Italia non emergono informazioni specifiche su tali infrastrutture. Questa differenza è spiegabile sia con la diversa centralità dei data center nei due modelli di business, sia con la scelta di reporting: Fastweb valorizza i propri poli come asset strategici di sostenibilità, mentre Vodafone focalizza la rendicontazione sulle reti mobili, sui consumi energetici e sulla gestione della supply chain.

L'acquisizione e l'integrazione delle due realtà genera un vantaggio competitivo: da un lato, la capacità di Fastweb di valorizzare infrastrutture certificate come pilastro di sostenibilità, dall'altro l'esperienza di Vodafone nella gestione diffusa delle reti. La nuova entità Fastweb+Vodafone si presenta come un operatore integrato, in grado di unire continuità di servizio e trasparenza infrastrutturale rafforzando la credibilità della propria governance ambientale.

Capitolo 4 – Discussione e conclusioni

4. Considerazioni conclusive

L'analisi del caso Fastweb+Vodafone ha mostrato come la sostenibilità dei servizi di intelligenza artificiale non possa essere ridotta a un semplice esercizio di efficienza energetica. Non basta migliorare i consumi o introdurre tecnologie più performanti: occorre una visione più ampia, capace di intrecciare insieme strategia aziendale, innovazione tecnologica e governance ambientale.

Confrontando i risultati del caso con quanto emerso nel Capitolo 2, appare evidente come l'azienda non si sia limitata a rispettare standard già consolidati, ma abbia cercato di trasformarli in leve di vantaggio competitivo. Un primo esempio è l'infrastruttura. I tre poli core (Milano, Roma e Bergamo), certificati Tier IV e alimentati al 100% da energie rinnovabili, rappresentano non solo un requisito tecnico ma anche una testimonianza concreta di decarbonizzazione. In letteratura, le certificazioni come ISO 50001 o gli standard dell'Uptime Institute sono spesso considerate strumenti di accountability. Qui, invece, diventano un pilastro della strategia aziendale: un modo per garantire resilienza e continuità di servizio, ma allo stesso tempo un segnale forte di coerenza con gli obiettivi climatici.

Il tema delle metriche è altrettanto significativo. Nel capitolo teorico abbiamo visto come indicatori come il PUE o il CUE siano utili ma anche limitati, perché non sempre raccontano l'impatto reale del servizio. L'esperienza di Fastweb+Vodafone arricchisce questa prospettiva: oltre a monitorare i consumi secondo le metriche classiche, l'azienda misura anche l'intensità energetica della rete (kWh/GB) e l'intensità emissiva (KgCO₂/TB). In dieci anni la prima è

diminuita dell'82%, mentre la seconda ha registrato un calo del 46% solo nel triennio 2022–2024. Questi risultati mostrano come affiancare al PUE indicatori più vicini al servizio erogato consenta una fotografia più fedele della sostenibilità, riducendo il rischio di letture parziali o di greenwashing.

Un altro punto centrale riguarda le strategie di approvvigionamento energetico. Nel Cap. 2 si è discusso dei PPA come strumento cruciale per la transizione, ma anche dei dubbi legati alla loro reale efficacia climatica se utilizzati come mere compensazioni. Il caso esaminato porta un elemento di novità: i contratti sottoscritti da Fastweb+Vodafone prevedono che gli impianti siano nuovi e dedicati, quindi realmente aggiuntivi. In questo modo, l'acquisto di energia rinnovabile non è solo un'operazione contabile, ma contribuisce ad aumentare la capacità installata del Paese. È un dettaglio che sposta il discorso dalla teoria alla pratica e che arricchisce la letteratura, indicando una best practice replicabile anche da altri provider.

Un contributo particolarmente interessante emerge poi dal modo in cui l'azienda utilizza l'AI come strumento di efficienza interna.

Nel capitolo teorico si era sottolineato il duplice volto dell'intelligenza artificiale: da un lato un consumo crescente di energia, dall'altro un potenziale di ottimizzazione. Fastweb+Vodafone ha reso concreto questo secondo aspetto attraverso il progetto di sub-metering, la manutenzione predittiva e il monitoraggio intelligente dei consumi. In altre parole, ha trasformato l'AI da fattore di rischio a leva per ridurre il proprio stesso impatto ambientale, offrendo una validazione empirica di un filone di ricerca che finora era rimasto soprattutto concettuale.

Infine, il tema della governance. I riferimenti al quadro normativo europeo, come l'AI Act, mostrano un'attenzione non solo tecnologica ma anche etica e regolatoria. Ancora più rilevante è la scelta di aprire l'infrastruttura a università, startup e pubbliche amministrazioni, e di stipulare PPA con criteri stringenti. Questo approccio segna un cambio di paradigma: da provider chiuso e focalizzato unicamente sui propri interessi a regista di un ecosistema che abilita innovazione diffusa e benefici ambientali collettivi.

È vero che l'adozione dell'AI in azienda è recente e che non tutti gli impatti sono già quantificabili. Tuttavia, l'allineamento agli standard internazionali (SBTi, GRI, CSRD) e i progressi registrati negli indicatori energetici mostrano che la direzione intrapresa è coerente e credibile.

In conclusione, il caso dimostra che anche in un settore notoriamente energivoro come quello delle telecomunicazioni è possibile integrare l'AI in un percorso sostenibile, purché la sostenibilità sia trattata non come un correttivo ex post ma come un vincolo progettuale fin dall'inizio. Rispetto alla letteratura, il contributo di questo lavoro si colloca su tre fronti: propone un framework metrico integrato che affianca al PUE indicatori service-based; documenta l'integrazione nei PPA come elemento cruciale per l'efficacia climatica; e dimostra con dati concreti l'efficacia dell'AI-for-Efficiency.

In questo senso, l'analisi di Fastweb+Vodafone non solo conferma alcune intuizioni teoriche, ma le arricchisce con evidenze pratiche, offrendo un contributo originale al dibattito accademico e manageriale sulla sostenibilità dell'intelligenza artificiale.

Bibliografia

Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile. (n.d.). L'Agenda 2030 dell'ONU per lo sviluppo sostenibile.

Avgerinou, M., Bertoldi, P., & Castellazzi, L. (2017). Trends in data centre energy consumption under the European Code of Conduct for Data Centre Energy Efficiency (EUR 28874 EN). Joint Research Centre.

Baniata, H., Mahmood, S., & Kertesz, A. (2021). Assessing anthropogenic heat flux of public cloud data centers: Current and future trends. 5-6.

Commissione europea. (2024, 14 marzo). Gazzetta ufficiale dell'Unione europea, L 1408, 1–5.

Crescenzi, C. (2025, 12 marzo). La corsa al nucleare di ChatGPT e gli altri. Guerre di Rete.

Erdenesanaa, D. (2023, 10 ottobre). A.I. Could Soon Need as Much Electricity as an Entire Country. The New York Times.

Fastweb Vodafone. (2024, 31 dicembre). Swisscom completa l'acquisizione di Vodafone Italia: nasce Fastweb Vodafone.

Global Reporting Initiative. (n.d.). In Wikipedia, the free encyclopedia.

Gmach, D., Chen, Y., Shah, A., Rolia, J., Bash, C., Christian, T., & Sharma, R. (2010, May 17-19). Profiling sustainability of data centers (pp. 1-6). In Proceedings of the 2010 IEEE International Symposium on Sustainable Systems and Technology (ISSST). IEEE.

Google. (2020, September). 24/7 by 2030: Realizing a Carbon-free Future (White paper). Google LLC.

Han, S., Mao, H., & Dally, W. J. (2015). Deep compression: Compressing deep neural networks with pruning, trained quantization and Huffman coding.

Hoosain, M. S., Paul, B. S., Kass, S., & Ramakrishna, S. (2023). Tools towards the sustainability and circularity of data centers. Circular Economy and Sustainability, pp 173–197.

International Energy Agency. (2025). Energy and AI. IEA.

Li, P., Yang, J., Islam, M. A., & Ren, S. (2025). Making AI less “thirsty”: Uncovering and addressing the secret water footprint of AI models. pp 1-2

Microsoft. (2022, November 23). As the world goes digital, datacenters that make the cloud work look to renewable energy sources. Microsoft Source EMEA.

Microsoft. (2025, luglio). Microsoft Supplier Code of Conduct. pp 14.

Reddy, V. D., Setz, B., Rao, G. S. V. R. K., Gangadharan, G. R., & Aiello, M. (2017). Metrics for sustainable data centers. *IEEE Transactions on Sustainable Computing*, pp 291–292.

Rete Clima. (2021, 31 dicembre). *Science Based Target initiative (SBTi): le aziende verso la decarbonizzazione*.

Shuja, J., Gani, A., Shamshirband, S., Ahmad, R. W., & Bilal, K. (2016). Sustainable cloud data centers: A survey of enabling techniques and technologies. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, pp 195–214.

The Green Grid. (2011). *Water Usage Effectiveness (WUE™): A Green Grid data center sustainability metric (White Paper No. 35)*. The Green Grid.

Woeginger, C. (2021). *Sustainable data centers: A circular design applied to cloud operators to achieve sustainability in multiple dimensions [Bachelor's thesis, Vienna University of Economics and Business]*.

Sitografia

<https://asvis.it>

<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/00f43ee0-dfb9-11e7-9749-01aa75ed71a1/language-en>

<https://peerj.com/articles/cs-478/>

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401408

<https://www.guerredirete.it/la-corsa-al-nucleare-di-chatgpt-e-gli-altri/%20%20Guerre%20di%20Rete>

https://en.wikipedia.org/wiki/Environmental_impact_of_artificial_intelligence

<https://www.nytimes.com/2023/10/10/climate/ai-could-soon-need-as-much-electricity-as-an-entire-country.html>

<https://www.fastwebvodafone.it/area-media/comunicati-stampa/swisscom-completa-lacquisizione-di-vodafone-italia-nasce-fastweb-vodafone/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Global_Reporting_Initiative

https://aliyda.osive.com/downloads/24eb764d00e7984ad9522fa9305fa9a3/Profiling_Sustainability_of_Data_Centers_-_IEEE_Conference_Publication.pdf

<https://www.gstatic.com/gumdrop/sustainability/247-carbon-free-energy.pdf>

<https://arxiv.org/abs/1510.00149>

<https://link.springer.com/article/10.1007/s43615-022-00191-9>

<https://www.iea.org/reports/energy-and-ai>

<https://arxiv.org/abs/2304.03271>

<https://news.microsoft.com/source/emea/features/as-the-world-goes-digital-datacenters-that-make-the-cloud-work-look-to-renewable-energy-sources/>

<https://cdn-dynmedia-1.microsoft.com/is/content/microsoftcorp/microsoft/acces/documents/presentations/Microsoft%20Supplier%20Code%20of%20Conduct.pdf>

<https://ieeexplore.ieee.org/document/7921551/>

<https://www.reteclima.it/science-based-target-initiative-sbti-aziende-protagoniste-della-decarbonizzazione/>

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S136403211630051X>

<https://airatwork.com/wp-content/uploads/The-Green-Grid-White-Paper-35-WUE-Usage-Guidelines.pdf>

https://tinymlbook.com/wp-content/uploads/2020/11/TinyML_preview.pdf#page=18

https://www.researchgate.net/publication/354463182_Sustainable_Data_Centers_-_A_Circular_Design_applied_to_Cloud_Operators_to_achieve_Sustainability_in_multiple_Dimensions?channel=doi&linkId=6139d252eb7d6b0b53294f2f&showFulltext=true

Acronimi

Acronimo	Significato
<i>AWS</i>	<i>Amazon Web Services</i>
<i>B2B</i>	<i>Business-to-Business</i>
<i>CDP</i>	<i>Carbon Disclosure Project</i>
<i>CE</i>	<i>European Commission</i>
<i>CSRD</i>	<i>Corporate Sustainability Reporting Directive</i>
<i>CPU</i>	<i>Central Processing Unit</i>
<i>DC</i>	<i>Data Center</i>
<i>ESG</i>	<i>Environmental, Social and Governance</i>
<i>GHG</i>	<i>Greenhouse Gas</i>
<i>GRI</i>	<i>Global Reporting Initiative</i>
<i>GPU</i>	<i>Graphics Processing Unit</i>
<i>ICT</i>	<i>Information and Communication Technology</i>
<i>IEA</i>	<i>International Energy Agency</i>
<i>IPCC</i>	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
<i>IT</i>	<i>Information Technologies</i>
<i>LLM</i>	<i>Large Language Model</i>
<i>PMI</i>	<i>Piccole e Medie Imprese (Small and Medium-sized Enterprises, SMEs)</i>
<i>PPA</i>	<i>Power Purchase Agreement</i>
<i>SBTi</i>	<i>Science Based Targets initiative</i>
<i>SDGs</i>	<i>Sustainable Development Goals</i>
<i>TLC</i>	<i>Apparati di Telecomunicazioni</i>