



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA**  
**DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE ED AZIENDALI**  
**"M. FANNO"**

**CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA**

**PROVA FINALE**

**"CATENE GLOBALI DEL VALORE, DATACENTER E  
SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE"**

**RELATRICE:**

**CH.MA PROF.SSA DI MARIA ELEONORA**

**LAUREANDO: BOSCHETTO SIMONE**

**MATRICOLA N. 2031860**

**ANNO ACCADEMICO 2023 – 2024**

Dichiaro di aver preso visione del “Regolamento antiplagio” approvato dal Consiglio del Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali e, consapevole delle conseguenze derivanti da dichiarazioni mendaci, dichiaro che il presente lavoro non è già stato sottoposto, in tutto o in parte, per il conseguimento di un titolo accademico in altre Università italiane o straniere. Dichiaro inoltre che tutte le fonti utilizzate per la realizzazione del presente lavoro, inclusi i materiali digitali, sono state correttamente citate nel corpo del testo e nella sezione ‘Riferimenti bibliografici’.

*I hereby declare that I have read and understood the “Anti-plagiarism rules and regulations” approved by the Council of the Department of Economics and Management and I am aware of the consequences of making false statements. I declare that this piece of work has not been previously submitted – either fully or partially – for fulfilling the requirements of an academic degree, whether in Italy or abroad. Furthermore, I declare that the references used for this work – including the digital materials – have been appropriately cited and acknowledged in the text and in the section ‘References’.*

Firma (signature) 

# Sommario

<b>Introduzione</b>	<b>4</b>
<b>Primo Capitolo – La Catena Globale del Valore dei Datacenter</b>	
1. <i>Panoramica generale sulle catene globali del valore applicate ai Datacenter</i>	<b>5</b>
2. <i>Analisi specifica delle diverse parti che compongono le Catene Globali del Valore concernenti i Datacenter</i>	<b>6</b>
3. <i>Strategie di sostenibilità applicabili nei diversi passaggi che compongono le CGV relative ai Datacenter</i>	<b>11</b>
<b>Secondo Capitolo – I Player nel mondo dei Datacenter</b>	
1. <i>Gli attori dei Datacenter: modelli di business</i>	<b>18</b>
<i>Gli Hyperscale Datacenter</i>	18
<i>I Colocation Datacenter</i>	19
<i>Gli Enterprise Datacenter</i>	21
<i>Servizi MSP e di Cloud Computing</i>	21
2. <i>Dati relativi alla concentrazione di Datacenter a livello europeo e mondiale, oltre a dati di tipo economico e tecnico sulla materia</i>	<b>24</b>
<b>Terzo Capitolo – Sostenibilità Ambientale: le principali strategie</b>	
1. <i>Strategie di sostenibilità attuate dai principali provider di servizi basati su datacenter</i>	<b>28</b>
2. <i>Comparazione delle caratteristiche di sostenibilità concernenti i principali attori del settore</i>	<b>38</b>
<b>Conclusione</b>	<b>39</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>40</b>

## *Introduzione*

All'interno di questo elaborato, partendo da un breve excursus sullo sviluppo dei primi Datacenter, ne viene analizzata la Catena Globale del Valore, in tutte le sue sfaccettature. Questo studio inizia dalle materie prime necessarie alla costruzione delle infrastrutture, passando attraverso l'ideazione e la progettazione delle stesse, e arrivando fino all'erogazione dei servizi di Cloud Computing. Si approfondiscono quindi alcune delle principali fasi del processo, le azioni di sostenibilità attuabili, specialmente per quanto riguarda la pianificazione e realizzazione delle infrastrutture tecnologiche indispensabili, e culminando, dunque, con la distribuzione dei servizi cloud che supportano un'ampia gamma di applicazioni e utenti finali.

Dopo aver presentato e analizzato una serie di dati relativi alla distribuzione geografica dei datacenter a livello globale, l'elaborato offre un approfondimento sulle strategie di sostenibilità ambientale adottate dai principali attori del settore. Viene esaminato come le aziende leader affrontano le sfide ambientali attraverso l'implementazione di tecnologie innovative, pratiche di gestione energetica e iniziative di riduzione dell'impatto ambientale. Questo focus include un'analisi delle politiche di efficienza energetica, l'uso di energie rinnovabili e le pratiche di utilizzo responsabile delle acque, illustrando come l'industria dei datacenter stia evolvendo verso modelli più sostenibili e responsabili.

## *Primo Capitolo – La Catena Globale del Valore dei Datacenter*

### *1. Panoramica generale sulle catene globali del valore applicate ai Datacenter*

Una delle infrastrutture di maggiore rilevanza sulla quale si affidano numerosissimi servizi che vengono utilizzati quotidianamente dalla popolazione mondiale, sono i datacenter: una rete fisica composta da server, dispositivi di archiviazione dati e di networking progettata per archiviare, elaborare e trasmettere informazioni mediante l'utilizzo di internet ed al supporto di diversi servizi che spaziano dalla Ricerca alle Pubbliche Amministrazioni, dai Social Media alle più moderne Intelligenze Artificiali. I datacenter possono presentare diverse capacità, e quindi dimensioni e livelli di complessità, rappresentando un sistema che sorregge una struttura che agli occhi dei consumatori appare piuttosto semplicistica, ignorando le complessità che permettono il corretto funzionamento di servizi oggi considerati essenziali, tra cui quelli già sopracitati. È interessante menzionare che il primo esemplare di datacenter, svolgente le funzioni che intendiamo noi oggi, è stato sviluppato dallo scienziato britannico Tim Berners-Lee, al quale viene conseguentemente attribuito pure l'invenzione del World Wide Web: egli, impiegato presso il CERN (Centro Europeo per la Ricerca Nucleare), nel 1990 fu in grado di ideare e poi sviluppare il primo software per rendere "NeXT", uno dei maggiori elaboratori per la ricerca avanzata, il primo server indirizzato allo scambio di informazioni in tempo reale tra università localizzate a migliaia di chilometri di distanza (CERN, 2024). Come accade anche oggi, per reperire le informazioni archiviate all'interno di questi dispositivi era necessario disporre di un browser e fu lo stesso scienziato, in collaborazione con Nicola Pellow, che fu in grado, già nei seguenti mesi, di rilasciare un applicativo che ben presto iniziò a esser adottato in tutto il mondo.

Riconducendoci verso il secondo argomento chiave di questo elaborato, iniziamo a parlare di Catene del Valore: queste rappresentano un concetto ideato da Michael Porter nel 1985 descritto all'interno del suo libro "Competitive Advantage", ed utilizzate con l'obiettivo di comprendere ed analizzare l'intero range di attività che vengono condotte per portare un prodotto od un servizio dalla semplice idea, fino ad un qualcosa di completamente realizzato, ed idoneo ad essere goduto dal consumatore finale (Zamora E. A., 2016). Durante le molteplici fasi che compongono questo processo, le risorse, siano esse materie prime, conoscenze, o altre di tipo materiale od immateriale, vengono trattate da una molteplicità di operatori, ciascuno dei quali, mediante la manipolazione

di queste, aggiunge un certo valore al prodotto finale. È in questo modo che, grazie a queste catene, si è in grado di meglio comprendere i punti nella filiera in cui tale generazione di valore è maggiormente intensa, e dove invece non lo è, potendo dunque intervenire in modo efficace per migliorare l'efficienza, in modo mirato, delle varie funzioni. Con la progressiva internazionalizzazione delle attività che compongono queste value chain, date ad esempio dall'offshoring di parte della produzione in paesi dove la mano d'opera è economicamente più vantaggiosa, si sono sviluppate nuove ricerche, specialmente da parte di Gary Gereffi, attorno al concetto di Catene Globali del Valore, le quali, per l'appunto, analizzano in modo maggiormente esaustivo tali aspetti relativamente a beni e servizi la cui realizzazione prevede link tra più Paesi ed ideali per lo sviluppo della strategia internazionale delle imprese (Ponte, Gereffi, & Raj-Reichert, 2019).

## *2. Analisi specifica delle diverse parti che compongono le Catene Globali del Valore concernenti i Datacenter*

Procediamo ora nel comprendere quali siano le attività concernenti l'industria dei Datacenter, utilizzando le catene globali del valore. Dato l'elevato livello di specializzazione necessario per la produzione di apparecchiature e server, è ben nota la necessità di creare una rete, a livello mondiale, di fornitori per le componentistiche necessarie alla costruzione di queste infrastrutture. Analizzando infatti l'aspetto relativo alla manifattura dell'hardware, i principali produttori di CPU, GPU, schede di rete ed altri componenti sono, tra i molti, Intel, AMD, Nvidia, Dell, e Cisco, i quali si occupano di una varia gamma di attività concernenti, ad esempio, la ricerca e lo sviluppo, sia nelle tecnologie, ma anche nel design dei prodotti, così da migliorarne l'efficienza, oltre naturalmente, alla manifattura stessa, e all'assemblaggio dei prodotti finiti. Per rimarcare l'internazionalità delle operazioni è interessante notare come le aziende sopracitate basino la propria produzione in diverse parti del mondo: ad esempio Intel possiede numerose fabbriche negli Stati Uniti, ma anche in Irlanda e in Israele, mentre affida l'assemblaggio e il testing dei suoi prodotti in paesi asiatici come la Malesia, il Vietnam e la Cina. Aziende come AMD, Nvidia e Cisco, affidano invece la propria produzione esclusivamente ad altre imprese (Unbranded Vendors) come TSMC, basata a Taiwan,

Foxconn, ed altre cinesi, taiwanesi e malesiane (Miller, 2022). In questo modo, le prime si occupano esclusivamente del design, progettazione e R&D dei vari componenti, mentre le seconde (Original Equipment Manufacturer) si limitano a realizzare e quindi a produrre in larga scala quanto progettato dalle prime (Di Maria & De Marchi, 2023). È naturale notare come queste imprese cerchino di ridurre i costi di produzione localizzando la manifattura in paesi dove il costo della manodopera è notoriamente più basso. Le aree geografiche dell'Asia sono altresì particolarmente favorite dalla presenza di certi tipi di risorse impiegate nella produzione, come le terre rare, di cui la Cina è il maggior produttore al mondo (60% della produzione globale). Facendo un passo indietro, è fondamentale citare l'attività che rappresenta le fondamenta dell'intera catena, ossia l'estrazione di materie prime, come metalli, il silicio ed il loro processamento per la realizzazione dei componenti che verranno poi assemblati per realizzare la tecnologia che alimenterà i datacenter (Di Maria & De Marchi, 2023). Alla produzione dell'hardware per la messa in funzione dei server, si aggiungono pure quelle attività necessarie per il reperimento di ulteriori dispositivi a supporto dei primi e tra i quali menzioniamo i sistemi di raffreddamento, siano essi ad aria o a liquido, ed anche i sistemi per l'alimentazione elettrica delle strutture, includendo anche i gruppi di continuità e tutti i sistemi di backup per garantire il funzionamento del datacenter in caso di problematiche (Di Maria & De Marchi, 2023). Se gli aspetti descritti possono essere racchiusi tra le attività operative e di logistica in entrata e in uscita, passiamo ora ad analizzare quelle di marketing, vendita e post-vendita: come già anticipato, uno degli aspetti sui quali i Service Provider possono fare leva maggiormente per sponsorizzare i propri prodotti è il concetto di sostenibilità ambientale, il quale può essere sfruttato a proprio vantaggio specialmente nei confronti di quei clienti che sono particolarmente attenti al proprio impatto sull'ambiente, magari in quanto, a loro volta, offrono un bene o un servizio completamente green, e quindi per raggiungere i propri obiettivi in ambito ecologico, sono obbligati a fare affidamento su datacenter, ad esempio, a zero emissioni, o la cui energia provenga da fonti rinnovabili. Altri elementi sui quali il SP potrebbe puntare per promuovere il proprio servizio è l'affidabilità, e quindi la percentuale di "uptime" e i sistemi di backup di cui si è dotati, la sicurezza, sia essa fisica, grazie a posizioni geografiche particolarmente isolate, ma soprattutto informatica, con l'adozione di protocolli di sicurezza certificati, ed in fine anche la performance di rete, garantendo quindi maggiori prestazioni rispetto ai competitor, con velocità di trasferimento maggiori e latenze inferiori. Molto importante è

anche la modularità e quindi la prestazione di soluzioni ad hoc per ogni esigenza del cliente. Per quanto riguarda i modelli di vendita, a seconda del tipo di clientela che il SP intende servire, questi possono essere di varie tipologie, partendo dalla più classica stipulazione online di un contratto che permetta di sfruttare l'accesso ai datacenter con la predisposizione di sistemi operativi e software in grado di far comunicare i server con i computer posseduti dal cliente, fino alla vendita di pacchetti maggiormente sofisticati che necessitano dello sviluppo di applicativi su misura alle necessità del cliente, quando le esigenze di quest'ultimo lo richiedano. Dunque, in questo caso, il processo per erogare il servizio all'utente sarà maggiormente complesso e richiederà la cooperazione di ambedue le parti per realizzare una soluzione, anche a livello hardware, che sia soddisfacente per entrambi. Tuttavia, è evidente, che nel caso in cui le esigenze del cliente siano maggiormente "standardizzate", egli possa usufruire anche di servizi non locali, nel senso che non necessiterà di una copiosa comunicazione tra le parti per comprendere quali siano le soluzioni applicabili al suo caso, bensì, potrà più semplicemente valutare le varie offerte del mercato globale, pur sempre considerando l'effettiva distanza geografica del server, un elemento fortemente incidente sulle prestazioni del prodotto. Successivamente, è possibile visionare quali possono essere alcune tra le attività di post-vendita che un SP è generalmente tenuto ad espletare: oltre al classico supporto e assistenza al cliente, che nel caso di utenti business, deve essere particolarmente celere ed efficace, uno degli aspetti principali da considerare è indubbiamente quello della manutenzione, che non include solamente la riparazione e la sostituzione di eventuali apparecchiature danneggiate, bensì anche una varia gamma di upgrade che il cliente potrebbe richiedere, sia a livello software, per garantire la sicurezza informatica delle istanze, ma anche a livello hardware (Donwil, 2024). È evidente come negli anni vi sia stata una sempre crescente necessità di potenza di calcolo fornita dai computer utilizzati in qualsiasi tipo di applicazione, e data la rapida obsolescenza alla quale, generalmente, questo tipo di device è sottoposto, il SP deve esser pronto ad aggiornare la propria offerta con processori e schede video al passo con le tecnologie più moderne.

Passiamo ora a comprendere quali siano le attività concernenti lo sviluppo dell'infrastruttura necessaria al SP per l'erogazione di servizi basati su datacenter. Come prima cosa egli è tenuto ad individuare quale sia la zona geografica dove creare l'impianto, e ciò può dipendere da numerosissimi fattori, uno in primis la vicinanza alla

propria clientela, andando quindi a potenziare le risorse messe a disposizione a questa, cosicché si possa realizzare scalabilità orizzontale. Altresì, egli potrebbe essere incentivato a costruire una nuova infrastruttura in una zona altamente ricca di imprese, laddove quindi la domanda sia già ben elevata, oppure in zone maggiormente remote, dove la concorrenza sia quasi inesistente, costruendo quindi un'infrastruttura ridimensionata secondo le esigenze locali. Non secondariamente, è necessario considerare la disponibilità di infrastrutture idonee al carico elettrico necessario per il funzionamento dell'apparato, ed eventualmente anche di impianti produttori di energia rinnovabile. Un ultimo criterio da tenere in considerazione, ma di primaria importanza, è la disponibilità di collegamenti di rete ai maggiori hub internet nel mondo: a livello pratico, questa disponibilità è rappresentata da collegamenti di dorsali in fibra ottica che permettono la comunicazione tra i server ed internet, e quindi l'utente finale. Se nelle grandi città questo aspetto generalmente non rappresenta una grande problematica ed i collegamenti alle dorsali consistono in degli investimenti minori, in zone maggiormente rurali (ad esempio aree montane o a bassa densità abitativa), l'assenza di infrastrutture aggiornate e quindi performanti è una questione molto diffusa, ed è dunque in questi casi che il SP può dover sostenere degli ingenti costi per poter adeguare i collegamenti in fibra ottica alle proprie esigenze (Internet Society, 2019). In certi casi, quando le prestazioni di banda necessarie non sono quelle di un datacenter Hyperscale, bensì quelle di uno maggiormente ridimensionato, per l'erogazione dei propri servizi l'impresa potrebbe appoggiarsi su tecnologie maggiormente innovative che negli ultimi mesi stanno prendendo sempre più piede nel settore, come ad esempio le bande 5G e le connessioni satellitari, le quali possono garantire una larghezza di banda sufficiente per determinate tipologie di utenza (Huawei Technologies Co., 2019).

Conseguentemente, dopo aver individuato la posizione ideale per la costruzione dell'impianto, sarà necessario prendere ulteriori decisioni riguardanti una molteplicità di elementi di essenziale importanza, come il dimensionamento dei datacenter, e quindi il numero di server, quale componentistica utilizzare, definendone dunque la potenza di calcolo, dopo di che i sistemi di raffreddamento, gli impianti di rete e di energia, ed i rispettivi sistemi di ridondanza. Altre apparecchiature, inoltre, sono i sistemi di sicurezza strutturale per garantire la salvaguardia dei dati e di sorveglianza. Il tutto va ideato definendo un certo tipo di layout della struttura, orientato verso la scalabilità ed anche l'upgrading e l'updating futuro.

Proseguendo con l'analisi della catena globale del valore relativa ai datacenter, troviamo la Gestione delle Risorse Umane: diverse figure professionali sono essenziali per la costruzione, gestione e manutenzione dei data center, tra cui il Datacenter Manager, ingegneri di rete, tecnici hardware e ingegneri del software. Questi ruoli sono cruciali per la progettazione, la manutenzione e la gestione tecnica dell'infrastruttura, garantendo così l'efficienza e la continuità dei servizi offerti.

Continuiamo, dunque, trattando le attività concernenti lo Sviluppo delle Tecnologie aziendali: è essenziale rimarcare l'importanza della ricerca e sviluppo interni con l'obiettivo di mettere a punto nuove tecnologie che permettano un incremento nell'efficienza energetica degli impianti in questione, evidenziando l'importante domanda di elettricità che caratterizza questo tipo di infrastrutture: si stima infatti che nel 2022 il consumo mondiale da parte di datacenter sia stato tra i 240 e 340 TWh, rappresentando circa l'1,3%, in questo secondo caso, dell'energia elettrica totale consumata mondialmente (IEA, 2023). È quindi evidente la necessità di investire nell'efficientamento energetico dei processori impiegati dai server, così anche da ridurre uno dei principali costi variabili che caratterizzano questo tipo di attività. In tal senso è possibile considerare il PUE (Power Usage Effectiveness), un indicatore utilizzato per misurare l'efficienza energetica di un datacenter: quando coincidente con 1, esso indica una situazione di efficienza ottimale, una condizione dalla quale ci si allontana man mano che questo valore cresce (Gillis, 2022). Naturalmente, la ricerca di nuove tecnologie ha ulteriori obiettivi, tra cui l'incremento delle capacità di calcolo delle CPU e GPU, e soprattutto lo sviluppo di nuove infrastrutture per il trasferimento di dati, riducendo le latenze ed incrementando le velocità di connessione.

All'interno della Catena del Valore globale, sarebbe corretto analizzare anche quali siano le differenti iniziative che possono essere intraprese nella fase del "End of Life" relativo all'intero impianto, ma che in questo caso, verrà trattato nel paragrafo seguente.

È quindi in questo modo, mediante le scelte che vengono compiute dall'impresa nelle singole fasi della CGV, che ne deriva il valore effettivamente generato o consumato in ogni singola fase.

### *3. Strategie di sostenibilità applicabili nei diversi passaggi che compongono le CGV relative ai Datacenter*

Iniziamo dal comprendere, come anticipato, quali siano le principali azioni che possono essere intraprese al termine del ciclo di vita (End of Life) dell'intera struttura e componentistica di un datacenter, addentrandoci, dunque, negli aspetti di economia circolare riguardanti questo settore. In primo luogo, è bene separare quest'analisi tra la componentistica hardware, consistente nei server veri e propri, e la struttura fisica che è composta dai vari impianti, i quali naturalmente, sono caratterizzati da un ciclo di vita molto più elevato. Questo aspetto è di rilevante importanza data la celere obsolescenza che caratterizza, in generale, tutti i dispositivi tecnologici, ma ancor di più l'hardware installato all'interno di datacenter che viene sfruttato quotidianamente per durate prolungate e determinandone una vita ben più ridotta e portando dunque, alla necessità di sostituirlo con una certa frequenza. Non solo per l'usura, bensì anche per mantenere un parco macchine sempre aggiornato, è necessario investire periodicamente per mantenere l'attrattiva della propria offerta sempre ben elevata. Risulta quindi essenziale, per un'azienda che intenda mantenere un ridotto impatto sull'ambiente, adottare pratiche di economia circolare, che prevedano un'intelligente dismissione delle apparecchiature nel momento in cui queste non possano più essere impiegate internamente. Quest'approccio può essere realizzato mediante diverse tattiche, prima di tutte, la progettazione sostenibile degli impianti, garantendo un'elevata efficienza energetica grazie alle scelte di processori meno energivori, sistemi di raffreddamento efficienti e fonti di energia rinnovabili, ma in particolare questo aspetto di sostenibilità si sofferma sul riutilizzo e riciclaggio: l'impresa che gestisce il datacenter dovrebbe in primis cercare di sfruttare internamente le apparecchiature, anche in più campi, impiegandole, ad esempio, per operazioni che richiedono minori prestazioni, od offrendo servizi più economici che garantiranno delle performance inferiori. Dunque, solamente quando tali apparecchiature non saranno più sfruttabili, l'impresa dovrà cercare di dar loro nuova vita, ad esempio cedendoli a soggetti terzi, i quali non necessitino di device di punta, o se ciò non fosse possibile, assicurandosi che tutte le risorse preziose di cui questi dispositivi sono composti, vengano correttamente riciclate, così da permetterne uno smaltimento compatibile con l'ambiente (Bettiol, Fano, & Toschi, 2023).

Una delle features principali che possono essere attivate mediante l'analisi delle Catene del Valore è rappresentata dall'implementazione di strategie volte al miglioramento della Responsabilità Sociale d'Impresa: procediamo, dunque, a comprendere quali sono alcune delle tecniche applicabili sotto il punto di vista della sostenibilità ambientale, mantenendo un approccio teorico, in primo luogo, e conseguentemente anche pratico.

Azioni di Sostenibilità nella Catena del Valore – Tabella 1

Attività Primarie	Logistica in entrata	<p><b>Approvvigionamento da fornitori responsabili:</b> le imprese possono scegliere di approvvigionarsi presso fornitori che si impegnano ugualmente in pratiche sostenibili, utilizzando mezzi di trasporto ecologici, preferendo l'utilizzo di risorse rinnovabili.</p> <p><b>Riduzione di imballaggi:</b> allo stesso modo, l'impresa e i suoi fornitori possono studiare delle tecniche o nuovi materiali che permettono il trasporto in sicurezza della merce, senza sperperare risorse materiali inutili, anche semplicemente riutilizzando contenitori o per lo meno riciclandoli.</p> <p><b>Ottimizzazione del trasporto:</b> essenziale è la pianificazione delle tratte impiegate per il trasporto della merce, la quale deve essere eseguita sempre con l'ottica di limitare le emissioni di gas serra, comprendendo per ogni spedizione quale sia il mezzo più efficiente, anche in termini economici, per giungere a destinazione.</p>
	Attività operative	<p><b>Implementazione di processi produttivi ecocompatibili:</b> è da ritenersi essenziale l'adozione da parte dell'impresa di tecnologie che permettano l'espletamento della funzione di produzione tali per cui questa realizzi il minor impatto possibile sull'ambiente.</p> <p><b>Utilizzo di materiali riciclabili:</b> anche nelle fasi di produzione è bene che l'impresa ricerchi e quindi impieghi dei materiali che non siano caratterizzati da un'importante footprint nei</p>

	<p>confronti dell'ambiente, promuovendo quindi il riutilizzo e il riciclo di materiali esausti.</p> <p><b>Certificazioni ambientali:</b> un'ottima tecnica per dimostrare il proprio impegno in tali tematiche e quindi migliorare la propria immagine nei confronti degli stakeholder, è quella di ottenere delle certificazioni che attestino il coinvolgimento in obiettivi di sostenibilità come, ad esempio, la norma ISO 14001 e EMAS.</p>
Logistica in uscita	<p><b>Imballaggi riutilizzabili e riciclabili, riduzione degli scarti:</b> sebbene le iniziative concernenti la logistica in uscita siano pressoché le medesime della logistica in entrata, in questo caso è l'impresa stessa che detiene il potere di attuare delle azioni che promuovano la sostenibilità ambientale, implementando alcune tecniche, tra le quali la logistica inversa.</p>
Marketing e vendite	<p><b>Marketing ecocompatibile:</b> tra queste attività l'impresa è incentivata a promuovere i propri prodotti o servizi in modo compatibile con le best-practice di sostenibilità, preferendo, ad esempio campagne pubblicitarie digitali, utilizzando in ogni caso materiali sostenibili ed evitando gadget superflui. Essenziale in questi casi è anche la comunicazione non solo degli obiettivi prefissati, bensì anche dei risultati raggiunti, in modo da comprovare al cliente che si stiano effettivamente implementando delle iniziative efficaci, ed escludendo quindi ipotesi di greenwashing.</p>
Servizi	<p><b>Servizi di riparazione, rigenerazione e smaltimento dei prodotti:</b> come anticipato precedentemente, mediante la logistica inversa si offre la possibilità ai propri clienti di restituire i prodotti già utilizzati e quindi esausti, inclusi anche gli imballaggi, per permetterne il corretto smaltimento e quindi riciclaggio, talvolta offrendo pure forme di cashback.</p>

Attività di Supporto	Attività infrastrutturali	<p><b>Efficienza energetica:</b> per quanto riguarda le infrastrutture possedute dall'impresa, questa dovrebbe applicare delle iniziative volte a ridurre l'impronta ambientale. Si può parlare dunque di ridurre i consumi energetici utilizzando apparecchiature efficienti e preservando tutti gli impianti sempre ben mantenuti.</p> <p><b>Gestione idrica efficiente e riduzione dei rifiuti:</b> sempre più diffusi sono i sistemi di raccolta delle acque piovane che permettono la riduzione dei consumi idrici all'interno degli ambienti aziendali, sia per scopi civili, ma anche produttivi, oltre, naturalmente, all'installazione di pannelli fotovoltaici o sistemi che permettano di climatizzare gli ambienti mediante l'energia di scarto proveniente dagli impianti di produzione, che altrimenti verrebbe inutilmente rilasciata nell'ambiente.</p>
	Gestione delle risorse umane	<p><b>Formazione del personale:</b> un elemento chiave per permettere lo sviluppo e quindi l'adozione di pratiche di sostenibilità consiste nell'investire nella formazione dei lavoratori per permettere loro di conoscere quali siano le innovazioni in tali ambiti, così da mantenere l'azienda sempre all'avanguardia.</p>
	Sviluppo della tecnologia	<p><b>Sviluppo di prodotti e servizi ecocompatibili e soluzioni circolari:</b> nel momento in cui l'impresa si trova a sviluppare delle nuove tecnologie che verranno integrate anche all'interno dei processi produttivi aziendali, è importante che essa mantenga un elevato livello di attenzione nei confronti dell'impatto che tali tecnologie possono avere sull'ambiente, e pertanto avrà l'onere di agire di conseguenza, ad esempio ideando sin da subito un'ipotetica catena di step che il prodotto compierà durante la sua vita d'utilizzo, fino al completo smaltimento di tutti i materiali che lo compongono.</p>

Approvvi- gionamento	<p><b>Selezione dei fornitori basandosi su criteri di sostenibilità:</b> nel momento in cui l'impresa ha l'esigenza di individuare nuovi fornitori per l'approvvigionamento di risorse, essa dovrebbe mantenere come requisito fondamentale il rispetto di alcune best-practice in ambito di sostenibilità, così da garantire un'ottima RSI lungo l'intera filiera.</p> <p><b>Collaborazione con i fornitori per migliorare la sostenibilità e trasparenza della catena di approvvigionamento:</b> alternativamente, nel caso in cui l'impresa non intenda modificare il proprio portafoglio fornitori, essa potrebbe tentare di cooperare con alcuni di questi, fornendo delle tecniche o delle idee innovative, facendosi così pieno carico delle attività di ricerca, offrendo delle soluzioni pratiche e direttamente implementabili da questi, in modo anche da rendere maggiormente accattivante la disclosure aziendale.</p>
-------------------------	---

In questo caso, i programmi di RSI rappresentano degli obiettivi assunti in modo volontario per migliorare la sostenibilità ambientale dei processi che compongono le Catene del Valore per la prestazione di servizi di telecomunicazione e gestione dati, a livello globale (Porter, 1985), ed uno degli aspetti su cui è necessario soffermarsi maggiormente è proprio il concetto di volontarietà: infatti, secondo opinione comune, è da considerarsi sostenibile, l'impresa che adotta comportamenti di molto superiori rispetto a quanto imposto dalla legge (Gallino, 2005), e che dunque non si limiti a mantenere un grado di integrazione di queste politiche, di tipo "informale", bensì "innovativo" o addirittura "dominante", divenendo veri e propri modelli esemplari per altri competitor, influenzando positivamente questi ultimi nell'adozione di pratiche altrettanto positive, pur sempre mantenendo l'economicità dell'impresa (Molteni, 2007). È proprio in questi scenari dove si assume un approccio maggiormente filantropico ed olistico, volto alla ricerca di nuove pratiche innovative per migliorare non solo la produttività, ma anche l'efficienza nell'impiego delle risorse, incrementando così il valore aggiunto generato per l'intera comunità in cui l'impresa è inserita (Zamagni, 2013).

Analizzando la tematica mediante la prospettiva di Orsato (Orsato, 2003), egli elabora una matrice individuando quattro possibili strategie che un'impresa può adottare dipendentemente al fatto che le azioni di sostenibilità siano maggiormente sbilanciate verso le fasi di produzione o verso il prodotto stesso. Quando si parla di strategia di Eco-efficienza, l'impresa addotta un approccio volto a rendere maggiormente sostenibili ed ottimizzati i processi produttivi, con lo scopo principale di beneficiare di un vantaggio competitivo per ridurre i costi e quindi incrementare i profitti dell'attività. È proprio in questi quadri dove è maggiormente incentivante sviluppare delle soluzioni di economia circolare, andando a guadagnare pure dagli output di scarto generati dalla produzione, il cui smaltimento, altrimenti, genererebbe un ulteriore dispendio di risorse monetarie. In tal senso, è possibile citare l'esempio di Google, uno dei principali attori nel settore di servizi ICT in mercati B2B e B2C, il quale già dal 2007 vanta di essere carbon-neutral e grazie alle pratiche di utilizzo di energie rinnovabili, efficientamento energetico dei locali datacenter e ottimizzazione hardware è riuscito a ridurre significativamente il suo impatto ambientale, ma soprattutto i costi per l'energia elettrica, normalmente uno dei componenti negativi principali a bilancio per le imprese di servizi cloud, ma che nel suo caso è riuscito ad azzerare completamente a partire dal 2017 grazie alla produzione eolica, raggiungendo quindi una condizione win-win, ottima anche dal punto di vista economico (Carbon free for GCP team, 2021). Un'ulteriore strategia analizzata da Orsato è quella della Leadership di costo ambientale, la quale ha lo scopo di offrire un prodotto o servizio a prezzi ridotti rispetto alla concorrenza, raggiungendo tale obiettivo mediante pratiche di sostenibilità ambientale applicate al processo produttivo. Questa, particolarmente adatta a mercati caratterizzati da una clientela molto attenta all'economicità dell'offerta, è una tattica attuata ad esempio da EdgeConneX un Service Provider che si basa principalmente su cosiddetti "edge" datacenter i quali sono più ridotti di dimensione, ma molto più diffusi nelle regioni di interesse, e proprio grazie alla vicinanza al cliente, riducendo il traffico nella rete, ai sistemi smart modulari che permettono di incrementare l'efficienza e allo sfruttamento di energia green in accordo con partner locali, riescono ad offrire servizi a prezzi notevolmente competitivi mantenendo ugualmente l'economicità dell'impresa (EdgeConneX, 2024). Procedendo con l'analisi della terza strategia proposta da Orsato, troviamo quella di Leadership oltre l'obbligatorietà, la quale punta ad incrementare la quota di mercato posseduta dall'azienda facendo leva sui livelli di sostenibilità raggiunti, conferendo quasi un

prodotto differenziato: sono essenziali in questi casi delle efficaci campagne di marketing cosicché la customer base possa venire a conoscenza della superiorità dell'impresa rispetto alla concorrenza. Non si tratta dunque di realizzare un prodotto che presenti particolari

*Generic Competitive Environmental Strategies*

Strategy 1: Eco-Efficiency	Strategy 4: Environmental Cost Leadership
Strategy 2: Beyond Compliance Leadership	Strategy 3: Eco-Branding

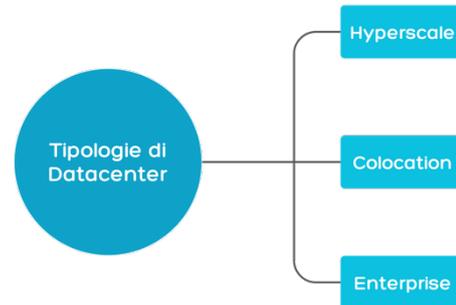
*Fonte: (Orsato, 2003)*

caratteristiche ecocompatibili, bensì, ancora una volta, consiste nel diffondere i valori di sostenibilità aziendale: è possibile in questo caso parlare di Green Mountain, un'azienda il cui DNA si basa completamente su soluzioni amiche dell'ambiente. Citando in primis la provenienza del 100% dell'energia impiegata da fonti rinnovabili, essa adotta una strategia di localizzazione delle proprie facilities in regioni caratterizzate da temperature molto rigide, così da ridurre enormemente il consumo di elettricità per il raffreddamento dei dispositivi (Green Mountain, 2024). In fine analizziamo la strategia di Eco-branding, la quale prevede la realizzazione di un prodotto con delle features tipicamente ecocompatibili, quali ad esempio l'impiego di materiali riciclati o un ciclo di vita prolungato, sempre con l'obiettivo di conferire al cliente un valore aggiunto, il quale, presumibilmente, sarà quindi maggiormente incentivato a pagare un Premium Price. Numerose imprese offrono diverse tipologie di servizi che sono specialmente indirizzati a talune nicchie di mercato, come ad esempio la localizzazione dei datacenter in paesi geopoliticamente strategici, per motivi di sicurezza ma anche di sostenibilità, oppure la realizzazione di impianti su misura per garantire elevati livelli di efficienza nel raffreddamento, così da conferire pure un eccellente grado di affidabilità, come ad esempio sistemi di raffreddamento ad immersione, drasticamente più efficienti rispetto ai sistemi classici ad aria, sebbene i primi presentino una complessità e dei costi molto più elevati.

## Secondo Capitolo – I Player nel mondo dei Datacenter

### 1. Gli attori dei Datacenter: modelli di business

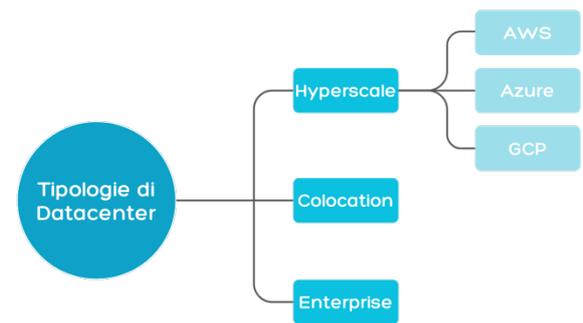
In questa seconda parte dell'elaborato procederemo nel comprendere quali sono i principali attori nel settore dei Datacenter, verificando quindi quali siano i loro ruoli e analizzando le tipologie di servizi e dunque possibili modelli di business applicabili per addentrarsi in quest'industria.



#### *Gli Hyperscale Datacenter*

I principali operatori all'interno del settore sono costituiti dai proprietari dell'infrastruttura, ovvero aziende che possiedono e gestiscono le strutture fisiche dei datacenter, le quali, naturalmente possono presentare diverse scale. Troviamo dunque gli Hyperscale Datacenter, ossia impianti di elevata dimensione, operati generalmente da colossi del settore, e che offrono elevate possibilità di scalabilità in quanto ideate per dei carichi lavorativi di larga scala, idonee dunque, ad offrire servizi ad alta affidabilità, con una latenza ridotta, e performance elevate. Generalmente, questi impianti sono caratterizzati da diverse migliaia di server (almeno 5000), i quali sono collegati alla rete mediante chilometri di cavi: è necessario, dunque, predisporre questi apparati in delle strutture di rilevante ampiezza. Data l'affidabilità che generalmente si vuole conferire, specialmente a degli impianti di tale entità, un concetto fondamentale è quello della ridondanza: esso consiste nel prevedere dei sistemi di backup, ossia sostitutivi, che permettano il funzionamento dell'intera struttura in caso di problematiche, o manutenzione. Generalmente, vengono istituiti dei sistemi ridondanti relativamente all'alimentazione elettrica, prevedendo anche batterie che permettano la continuità nel funzionamento per diverse ore, alle reti di comunicazione da e verso l'esterno, ed infine relativamente anche ai device di archiviazione, specialmente quando questi conservano dati sensibili degli utenti, e che quindi debbono esser memorizzati più volte su più dispositivi, cosicché ne sia garantita la reperibilità da parte dell'utente (IBM, Phill Powell, Ian Smalley, 2024). Analizzando il mercato, è possibile individuare i tre principali attori che offrono servizi basandosi su datacenter Hyperscale: l'impresa che detiene il maggiore market share è Amazon Web Services, con all'incirca il 33%, operando in 102 regioni del mondo e disponendo di una serie di facilities per un'estensione complessiva

di più di 26 milioni di metri quadrati. La seconda impresa per dimensione che offre servizi di cloud è Microsoft Azure, possedendo circa il 23% delle quote di mercato, operando in ben 120 regioni. Ed in fine troviamo Google Cloud Platform, con il 10% del market share, e con una presenza in 118 aree (IBM, Phill Powell, Ian Smalley, 2024). Quest'ultimo, in particolare, sta sviluppando notevolmente la sua rete hardware con l'obiettivo di fomentare i propri servizi basati sull'intelligenza artificiale.

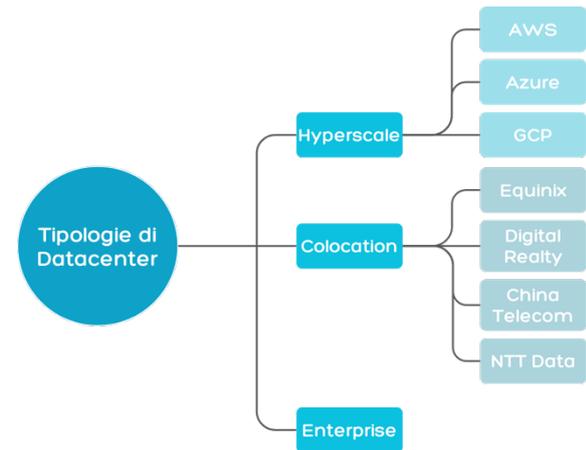


### *Colocation Datacenter*

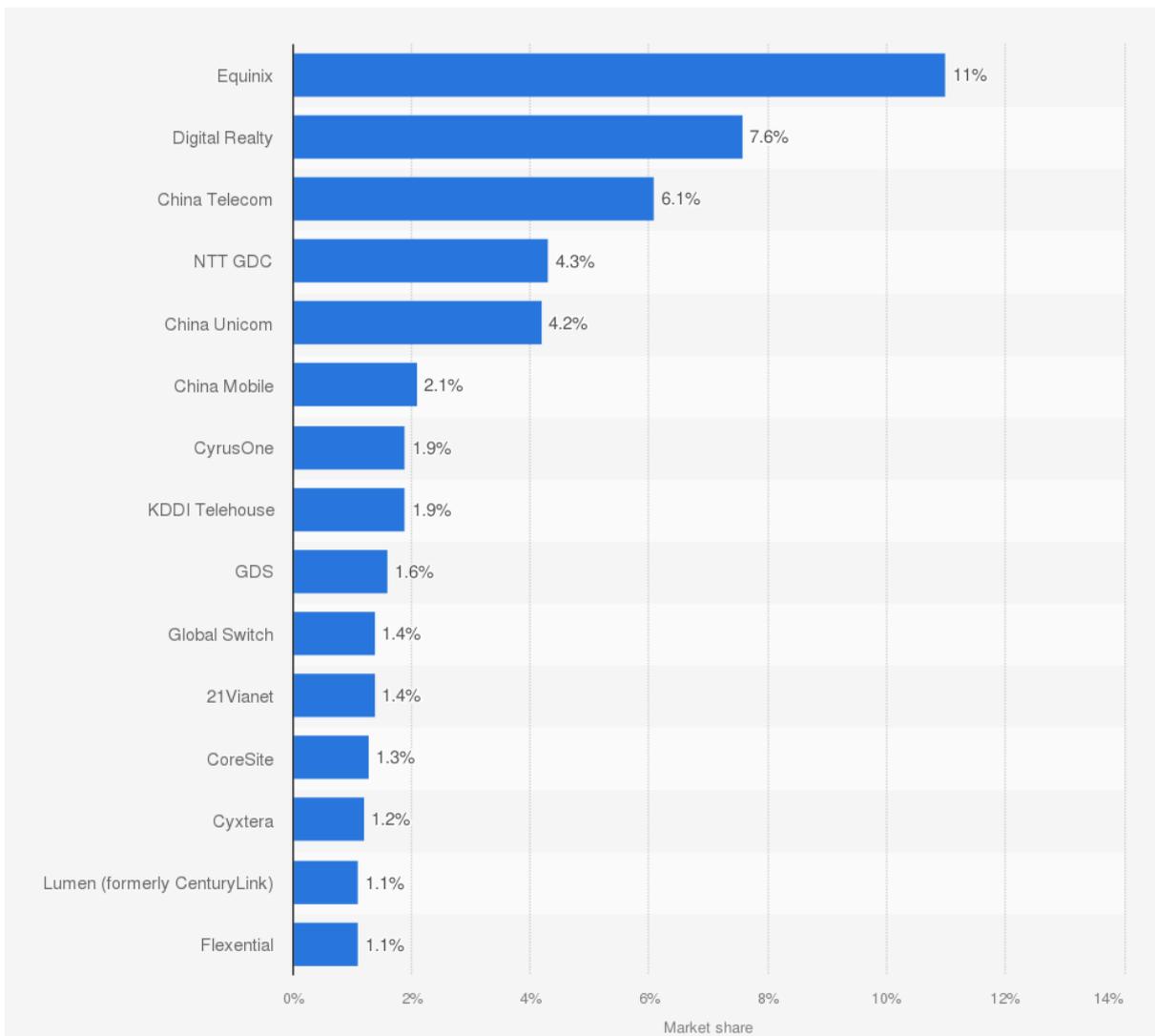
Successivamente, oltre a questa prima tipologia, possiamo individuare i Colocation Datacenter, ossia degli spazi di hosting e delle infrastrutture di rete messi a disposizione ad altre imprese, le quali possono prendere in locazione ed installare le proprie apparecchiature per offrire servizi ai propri clienti. Questo tipo di infrastruttura viene spesso utilizzata da imprese che non possiedono le risorse necessarie per supportare un investimento di rilevante portata e tanto meno la necessità data la minore entità della propria utenza. Difatti, i benefici di questo tipo di infrastruttura sono numerosi, specialmente per quanto riguarda i costi nettamente inferiori, sia per l'installazione di apparecchiature accessorie alle principali, e sia per la manutenzione, che generalmente viene effettuata direttamente dall'impresa di hosting. Inoltre, in questo modo, dato che l'impresa non ha costi relativi ai fabbricati dove localizzare i propri server, essa ha la possibilità di incrementare la propria diffusione e presenza nel mondo. Alcuni esempi di imprese che offrono questo tipo di servizio, generalmente di tipo B2B, sono Equinix, Digital Realty e CyrusOne (Rack Solutions, 2018).

Equinix opera mediante più di 240 datacenter strategicamente localizzati in 70 aree metropolitane in 27 paesi al mondo, detenendo infatti circa l'11% delle quote nel mercato dei colocation datacenter. Mediante i suoi 25 milioni di metri quadrati questo provider eroga i suoi servizi a più della metà delle imprese facenti parte del Fortune 500 (Equinix.com). Anche Digital Realty rappresenta uno dei maggiori SP globali di servizi basati su colocation datacenter, con una customer base di circa 4000 utenti, ed un market share del 7,6%. Questo provider dispone di circa 260 datacenter localizzati in 5 continenti garantendo un'eccellente presenza in hub quali la Silicon Valley, Londra,

Singapore e Sydney (DigitalRealty.com). Alquanto rilevante è anche la posizione di China Telecom, la quale, con i suoi 400 datacenter principalmente localizzati nel territorio nazionale, offre servizi di cloud computing e di colocation garantendosi una quota di mercato pari al 6,1% (CTAmericas.com). Infine, merita menzione NTT, provider di origine giapponese, che con il 4,3% di market share garantisce la propria presenza in 20 paesi con oltre 160 strutture (Services.global.ntt).



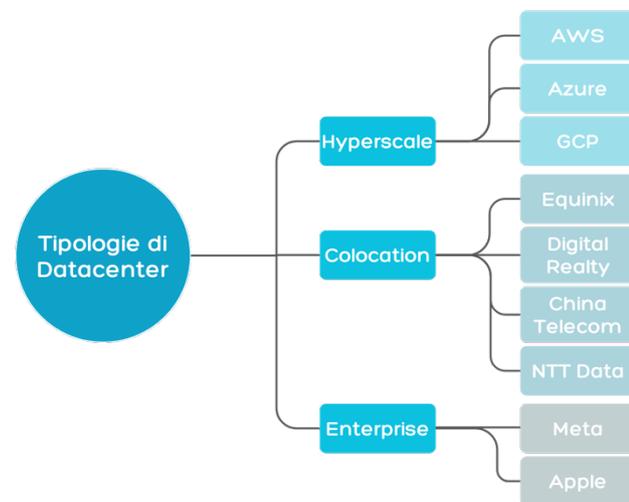
Market share per Service Provider nei servizi di Colocation (2021)



Fonte: Data Center Knowledge - Statista (2022)

### *Gli Enterprise Datacenter*

Infine, come ultima tipologia di datacenter che possiamo individuare, vi sono quelli di tipo Enterprise, ossia impianti completi posseduti direttamente dall'impresa che li utilizzerà per propri scopi interni. Generalmente, data l'entità dei costi da sostenere per tale tipologia di infrastruttura, questa viene adottata specialmente da grandi corporation come banche, compagnie assicurative e più in generale, grandi gruppi industriali (Afcom, Bill Kleyman, 2021). In questo caso, oltre alle già menzionate Amazon, Google e Microsoft, possiamo parlare, ad esempio, di Meta che gestisce circa 23 datacenter posizionati strategicamente per permettere l'utilizzo ai propri utenti delle piattaforme che possiede, tra cui Facebook, WhatsApp ed Instagram (Meta.com, 2024). Un'ulteriore impresa che utilizza propri datacenter per erogare servizi ai propri utenti è Apple, la quale con i suoi 10 datacenter dislocati principalmente negli USA, ma anche in Irlanda, Danimarca e Cina, dà la possibilità ai propri clienti di collegarsi ai vari servizi di iCloud, Apple Music, e molti altri. Oltre che sulla sostenibilità ambientale, l'azienda focalizza le proprie attività specialmente sulla privacy degli utenti (Apple.com, 2024).

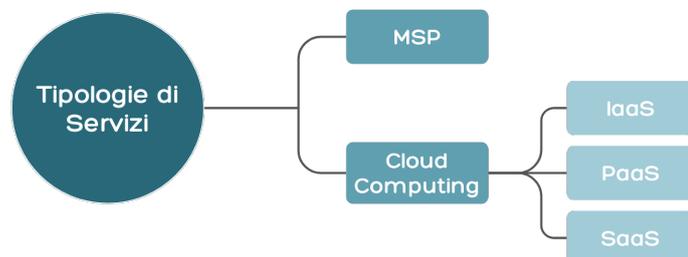


### *Servizi MSP e di Cloud Computing*

Chiudendo questa analisi riguardante alcune delle tipologie di datacenter implementate dalle imprese sul mercato, procediamo nel comprendere, invece, quali siano, in linee generali, le principali tipologie di servizi che possono essere offerti dalle imprese che basano la propria attività sulle infrastrutture appena analizzate. Possiamo individuare in primo luogo i cosiddetti Managed Service Provider, ossia dei servizi che permettono la completa esternalizzazione di tutti i processi riguardanti l'IT relativamente ad una certa azienda. Questi, per l'appunto, includono sia la gestione dell'infrastruttura necessaria per l'erogazione del servizio ma anche della sicurezza, e della progettazione dell'intera struttura hardware e software necessaria, cosicché l'impresa che aderisca a questo tipo di piattaforma, viva un'esperienza completamente "hasslefree". Frequentemente, le PMI esternalizzano pure vari comparti aziendali che si basano su tecnologie informatiche tra

cui la gestione delle risorse umane e quella contabile. È quindi in questo modo che l'impresa è in grado di ridurre quei costi relativi all'installazione di infrastrutture interne adeguate e all'assunzione e alla formazione del personale che possa gestire con competenza ed expertise queste risorse (Shweta, 2022).

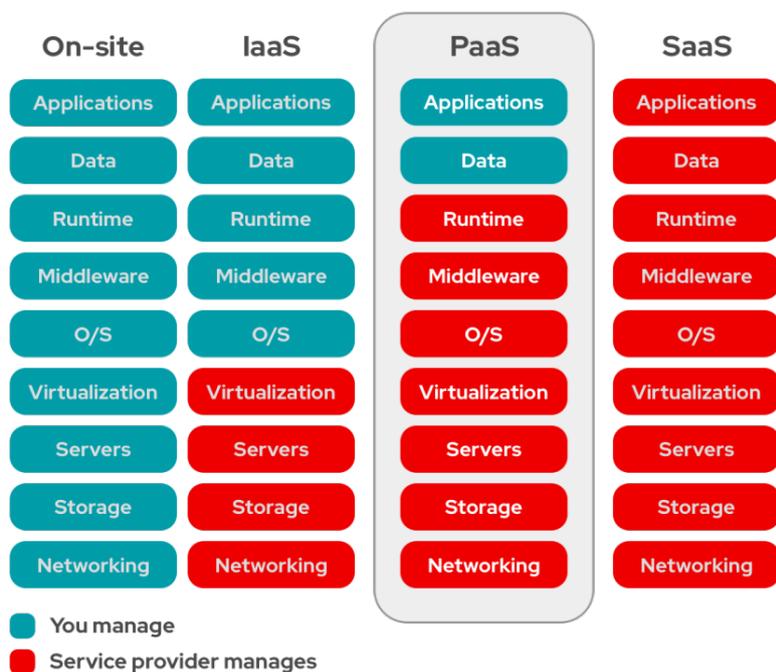
È quindi di fondamentale importanza parlare dei fornitori di Cloud Computing, i quali, offrendo un'amplessima gamma di servizi B2B, ma anche B2C, offrono la possibilità ai propri utenti di sfruttare la capacità di calcolo dei propri server



per scopi che variano a seconda della natura dell'attività imprenditoriale. Individuiamo quindi tre tipologie fondamentali di servizi che possono essere erogati da questi provider: vi sono in primis i servizi di tipo "Infrastructure as a Service" (IaaS), che permettono di erogare risorse infrastrutturali IT come computer, server, dispositivi di archiviazione e di rete, mediante internet, e quindi permettendo all'utente di sfruttarle mediante l'utilizzo di macchine virtuali, ossia delle istanze software installate sulle apparecchiature, e che ne permettono l'utilizzo a distanza, cosicché vengano ridotti i costi per l'acquisto, l'installazione e quindi la manutenzione di tali sistemi. Spesso offerto come servizio "Pay-per-use", ossia con una fatturazione basata sull'effettivo utilizzo dell'infrastruttura, esso conferisce ad entrambe le parti un eccellente grado di flessibilità in quanto il provider rimane in grado di gestire appieno la componentistica hardware, mentre l'utente, quella software, e dato l'elevato livello di standardizzazione ma anche modularità del prodotto, concedendo al cliente di poter scegliere di quale componentistica dotare la propria macchina (senza fisicamente modificare o spostare le apparecchiature), il provider può sfruttare il medesimo hardware per più utenze, se queste non lo utilizzano contemporaneamente, riuscendo quindi a massimizzare l'efficienza dell'infrastruttura, riducendone i costi (Stephanie Susnjara, 2024). Un ulteriore elemento chiave che caratterizza questo tipo di struttura è la scalabilità, ossia la possibilità di poter aggiungere ulteriori server al corpo macchine utilizzato da un certo utente (scalabilità orizzontale) e la potenzialità di migliorare la componentistica che viene impiegata da una singola istanza (scalabilità verticale): in questo modo, l'utente ha la facoltà di adattare costantemente l'hardware utilizzato dal proprio software in modo da garantire continuamente sufficienti prestazioni per l'espletamento delle varie funzioni (Oracle, 2010). Merita di essere menzionato anche il concetto di sicurezza che deve caratterizzare

gli impianti di datacenter, specialmente quando questi archiviano dati sensibili degli utenti: adottando soluzioni IaaS, i provider si accollano gran parte della responsabilità riguardante la sicurezza informatica, ma anche fisica dell'intera infrastruttura, andando quindi a ridurre i costi che altrimenti ogni singola azienda dovrebbe sostenere se possedesse in loco i propri server, generando quindi una vera e propria economia di scala. Tra i principali servizi che possono essere erogati mediante delle piattaforme IaaS, troviamo lo sviluppo ed il testing di applicativi software che debbano essere rilasciati sul mercato e che quindi possono venir testati ripetutamente in elaboratori appositamente predisposti; successivamente è possibile istituire dei sistemi di backup che permettano di riportare in pristino le apparecchiature e i dati utilizzati dall'utente; queste piattaforme vengono poi impiegate, data la loro notevole potenza di calcolo per l'analisi di big data, ossia ingenti quantità di dati raccolti dalle imprese per meglio comprendere vari aspetti aziendali, o relativi anche alle abitudini dei consumatori, così da migliorare la propria performance aziendale; troviamo, specialmente nell'ultimo periodo, un notevole aumento di istanze utilizzate per l'esecuzione di applicazioni basate sull'AI e sul Machine Learning, ossia modelli appositamente sviluppati, tra le altre cose, per efficientare diversi processi eseguiti in azienda (Stephanie Susnjara, 2024).

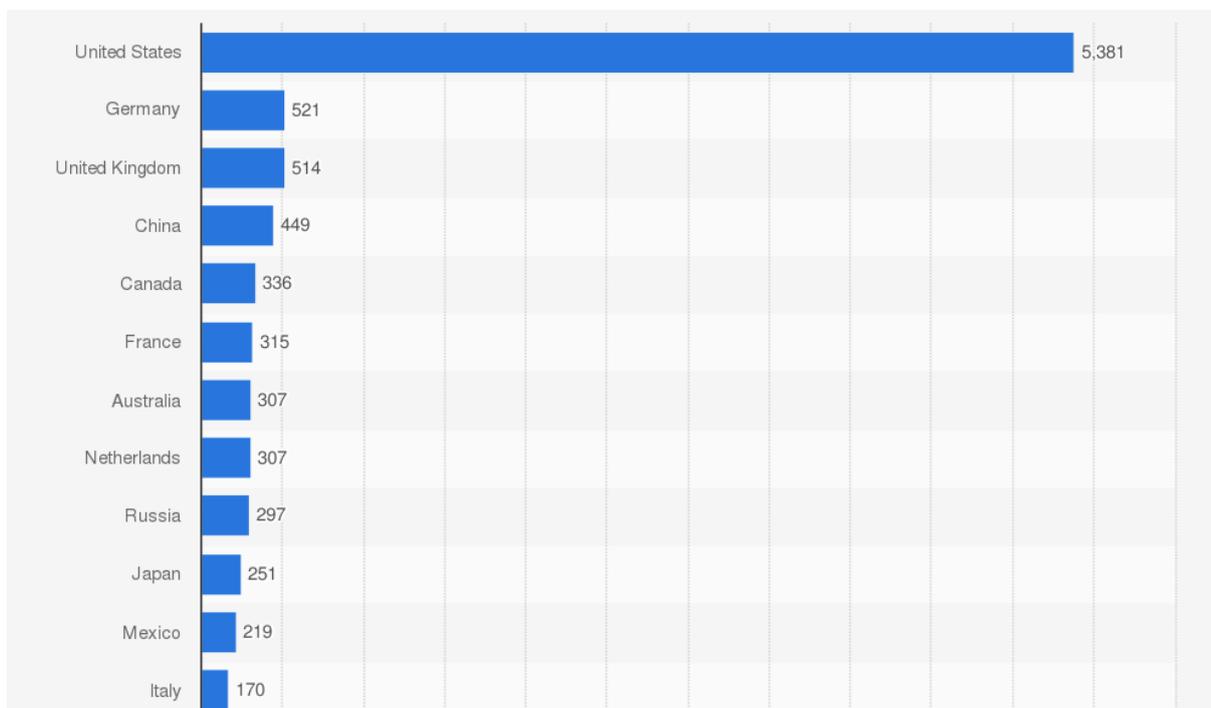
Come anticipato, oltre a sistemi IaaS, vi sono quelli di tipo "Platform as a Service" (PaaS), dove vi è ancora una maggiore semplificazione nell'utilizzo della piattaforma da parte dell'utente in quanto anche aspetti, quali i sistemi operativi, gli applicativi per la connessione e le API vengono completamente gestiti dal provider. Troviamo in fine servizi di tipo "Software as a Service" (SaaS), dove le possibilità di personalizzazione da parte del cliente sono estremamente limitate, in quanto questo è obbligato ad acquistare un pacchetto completo di servizi già predisposti dal SP. Dall'immagine qui a fianco è possibile apprezzare le principali differenze che generalmente caratterizzano queste tre tipologie di servizio di Cloud Computing (Red Hat, 2022).



2. *Dati relativi alla concentrazione di Datacenter a livello europeo e mondiale, oltre a dati di tipo economico e tecnico sulla materia*

Procediamo ora ad analizzare alcuni dati relativi alla concentrazione di datacenter. Come è possibile apprezzare dall'immagine sottostante, a livello mondiale, il paese dove sono installati il maggior numero di datacenter sono gli Stati Uniti con 5381 facilities. Il leader a livello europeo è invece la Germania, dove risiedono 521 strutture: data la centralità e l'eccellente infrastruttura di rete di cui è dotato, questo Paese rappresenta un sito strategico per servire gran parte dei Paesi europei. Essenziale, a livello europeo, è anche la posizione del Regno Unito con 514 stabilimenti e quella della Francia e dei Paesi Bassi, con rispettivamente 315 e 307 datacenter. L'Italia è invece posizionata al dodicesimo posto con 170 infrastrutture. Strategica è pure la posizione della Cina sul cui territorio sono disposti 449 datacenter, ed anche quella del Canada che ne possiede 336.

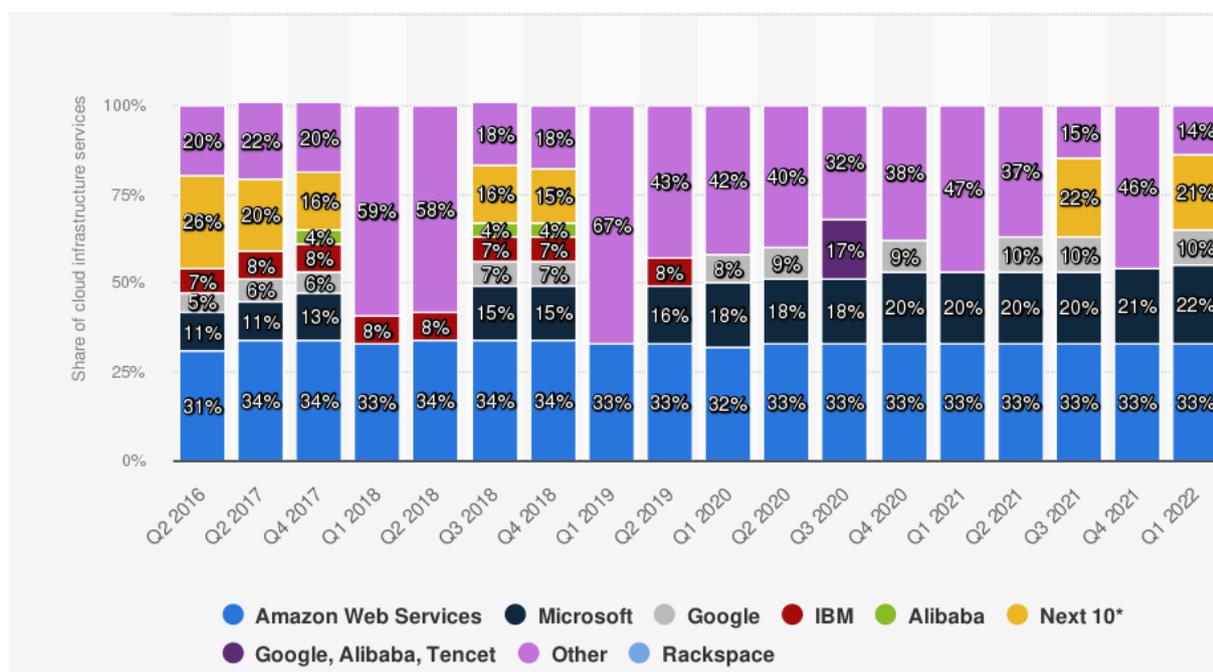
Numero di datacenter nel mondo (Marzo 2024)



Fonte: Cloudscene - Statista (2024)

Dal grafico sottostante è possibile analizzare le quote di mercato (settore Hyperscale) possedute dai principali Service Provider che offrono servizi Cloud dal 2016 al 2023. È chiaro che il principale attore nel settore è Amazon Web Services, con una quota oscillante attorno al 33%. Al secondo posto troviamo Microsoft Azure, il quale sta invece recuperando diversi punti percentuali, arrivando al 23% nello scorso anno. Importante è anche la posizione di Google che negli anni è riuscito a guadagnarsi un decimo del mercato.

Quote di mercato servizi Cloud dal 2016 al 2023 per SP (Aprile 2023)



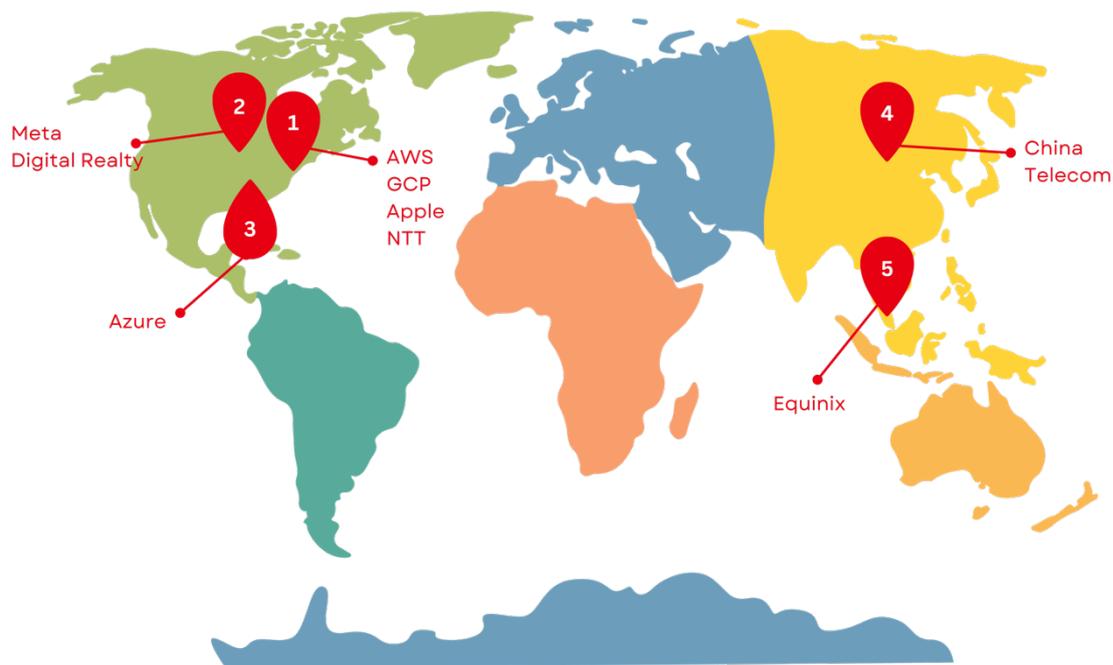
Fonte: Synergy Research Group – Statista (2023)

Dalla mappa sottostante è possibile apprezzare le posizioni geografiche dei maggiori datacenter gestiti dalle imprese sopramenzionate. Al primo punto ritroviamo l'area del North Virginia Data Center Corridor, una delle aree maggiormente concentrate. Più in particolare, in questi luoghi è possibile trovare ben 76 impianti posseduti esclusivamente da AWS, ma anche l'impianto di Loudon Country, il maggiore posseduto da Google Cloud Platform per un'estensione di oltre 18 mila m<sup>2</sup>, e il datacenter VA3 di NTT Data, con una superficie totale di oltre 22 mila m<sup>2</sup>. Leggermente più a sud, nel Carolina del Nord, è situato il principale datacenter su cui si basano i servizi di Apple, il quale conta con

un'ampiezza maggiore di 46 mila m<sup>2</sup>, e del quale, date le notevoli caratteristiche di sostenibilità, parleremo nel prossimo capitolo. Successivamente, al secondo punto, troviamo lo Stato dell'Iowa, dove Meta detiene il principale centro con un'estensione di quasi 134 mila m<sup>2</sup> e dove, non troppo distante, a Chicago, Digital Realty possiede un'infrastruttura di ben 123 mila m<sup>2</sup>. Più a sud, al terzo punto troviamo nell'area metropolitana di Atlanta il principale datacenter gestito da Microsoft Azure di 91 mila m<sup>2</sup>. Spostandoci completamente di continente, arrivando in Asia, e più in particolare nella Mongolia interna, China Telecom possiede il più grande datacenter al mondo, con una massiva estensione che ammonta a quasi 1 milione di m<sup>2</sup>, come possibile vedere al quarto punto della mappa. Al quinto punto, localizzato a Singapore, troviamo il principale datacenter di Equinix, caratterizzato da una superficie di ben 34 mila m<sup>2</sup>. (Datacenters.com, 2024)

È dunque interessante notare come certi Service Provider, indipendentemente dalle proprie quote di mercato, prediligano una maggiore diffusione, con datacenter più piccoli, mentre altri si focalizzano su certi determinati hub, costruendovi delle strutture con capacità ben più elevate.

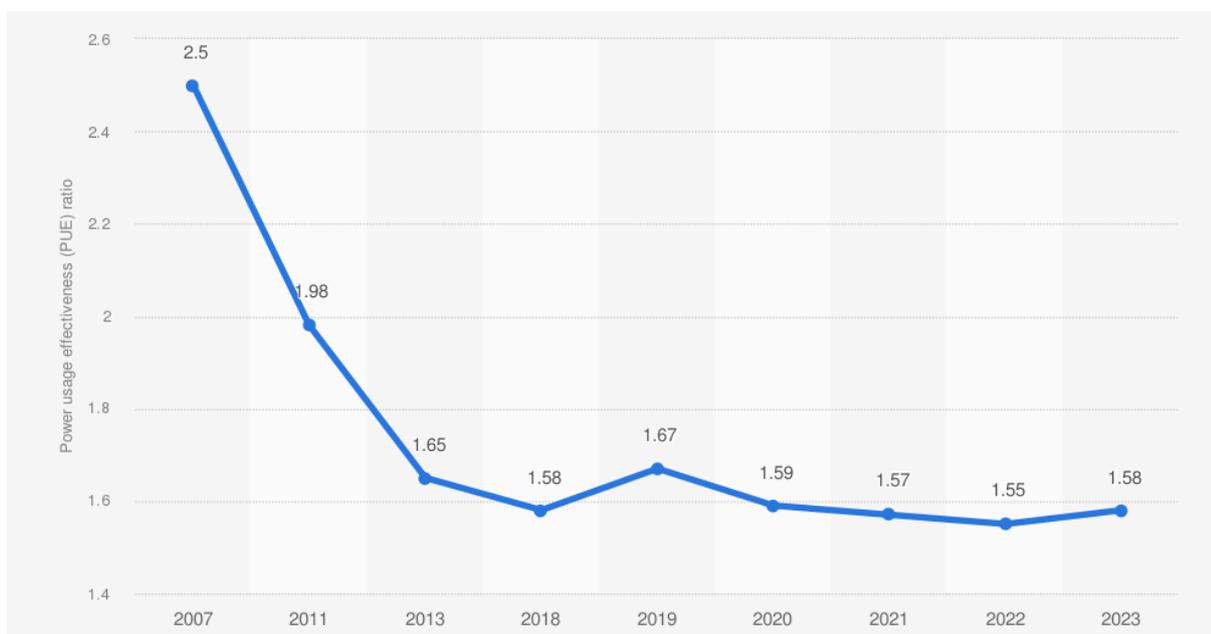
Mappa dei principali Datacenter gestiti dai SP menzionati (2024)



Fonte: Datacenters.com (2024)

Come precedentemente menzionato, uno dei principali elementi da considerare in materia di efficienza energetica è il PUE: come si può verificare nel grafico che segue, mediamente, negli anni il valore è progressivamente diminuito verso 1, significando un effettivo miglioramento dei consumi da parte delle apparecchiature impiegate all'interno dei datacenter, probabilmente realizzato grazie alla ricerca e sviluppo che ha apportato importanti innovazioni tecnologiche nel settore.

Power Usage Effectiveness medio dal 2007 al 2023



Fonte: Uptime Institute – Upsite Technologies – Statista (2023)

## Terzo Capitolo – Sostenibilità Ambientale: le principali strategie

### 1. Strategie di sostenibilità attuate dai principali provider di servizi basati su datacenter

All'interno di questo capitolo, ci focalizzeremo nel comprendere quali siano le principali azioni in materia di sostenibilità ambientale attuate dai maggiori player nell'industria dell'erogazione di servizi basati su datacenter.

#### Amazon Web Services

Amazon Web Services è una piattaforma nata nel 2006 che fornisce tecnologie, leader nell'industria, di cloud computing, ad imprese, comunità ed utenti finali, con l'obiettivo di implementare una maggiore digitalizzazione nelle vite di tutti. Dal punto di vista sociale, l'impresa si impegna a sostenere la democratizzazione dell'accesso alla tecnologia mediante l'erogazione gratuita di workshop per lo sviluppo delle competenze digitali, specialmente nei nuovi ambiti di intelligenza artificiale, con l'obiettivo di raggiungere 29 milioni di persone entro il 2025. Allo stesso modo, l'impresa cerca di sostenere le attività di startup e small business, aiutandole, giorno dopo giorno, a costruire le loro proprie piattaforme in cloud cosicché possano garantirsi uno sviluppo costante nel tempo (AWS, 2024). Per quanto riguarda, invece, gli aspetti di sostenibilità ambientale, l'impresa vanta delle fonti energetiche per il 90% rinnovabili, stando ai dati del 2022, puntando, entro il 2025, alla totale sostenibilità dell'energia impiegata nei suoi datacenter. Gran parte del lavoro svolto da Amazon per diminuire la propria footprint, sta nella Ricerca per incrementare l'efficienza delle proprie infrastrutture, a tutto tondo, e ciò può essere categorizzato in quattro macroaree:

- Efficienza di scala: seguendo il concetto teorico di “Economia di scala”, secondo il quale, incrementando la produzione di un certo bene, il costo medio unitario diminuisce, allo stesso modo, accentrando le operazioni IT, che normalmente

Mapa fonti di alimentazione principali Datacenter AWS  
Viola: Eolico - Giallo: Solare



Fonte: sustainability.aboutamazon.com

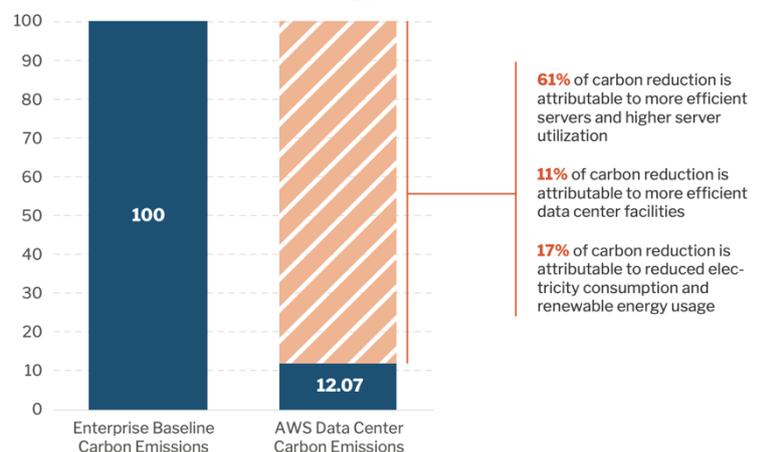
vengono eseguite in loco, nei server locali di ciascuna azienda, in strutture centralizzate, quali quelle di AWS, è possibile incrementare l'efficienza energetica complessiva. Difatti, nonostante la scrupolosità che si può avere riguardo l'elevato consumo da parte di datacenter di tipo Hyperscale, questi sono spesso i più efficienti, garantendo un abbattimento delle emissioni di CO2 (88% in meno rispetto la mediana delle imprese oggetto di studio nel caso di AWS) per espletare le medesime funzioni che verrebbero altrimenti svolte in facilities locali presso le singole aziende. Ciò che veramente permette questo efficientamento, è la possibilità di far lavorare all'unisono l'intera struttura, incrementandone quindi la resa globale. A tal riguardo, AWS, afferma di essere più di tre volte e mezzo maggiormente efficiente rispetto alla mediana dei datacenter aziendali, oggetti di studio, negli Stati

Uniti e questa differenza è il risultato di un'utilizzazione molto più elevata da parte dell'utenza, dotandosi di dispositivi sempre aggiornati, dal punto di vista tecnologico e quindi anche di efficienza, ed in fine mantenendo il focus principale proprio sulla sostenibilità ambientale, diversamente da molte altre imprese dell'industria. Questo importante distacco dalla concorrenza si ha pure in quanto, per gran parte, la

rete elettrica statunitense è basata su fonti fossili, quali carbone e gas, portando ad un'emissione che varia tra i 300 e 500 grammi di CO2 per chilowattora (US Energy Information Administration, AWS, 2024), una rete dalla quale attingono gran parte delle piccole e medie imprese dotate di datacenter interni, ma dalla quale, AWS assorbe oramai quasi esclusivamente energia pulita mediante contratti di acquisto di energia rinnovabile (PPA) e relativi crediti di energia rinnovabile (REC) (Daniel Bizo, 451 Research, AWS, 2019).

- **Predizione delle Performance:** mediante l'utilizzo di metodi di modellazione avanzati, quali ad esempio strumenti computazionali di fluidodinamica, Amazon, è in grado di ottimizzare notevolmente l'efficienza dei propri datacenter, prima ancora che questi vengano costruiti. Grazie a questi applicativi, gli ingegneri hanno la capacità di

*Efficienza in ambito di emissioni di CO2 delle infrastrutture AWS rispetto alle infrastrutture Enterprise oggetto dello studio 451 Research*



Fonte: (Daniel Bizo, 451 Research, AWS, 2019)

comprendere come le varie strutture interne performeranno, e mediante numerose simulazioni, possono individuare quale combinazione garantisca la migliore affidabilità ed efficienza energetica. Non solo in fase ideativa, bensì anche quando l'impianto è pienamente operativo, gli addetti possono continuamente migliorarne la produttività mediante modelli fisici calcolati in tempo reale direttamente nei server stessi di cui AWS è dotata (AWS, 2024).

- Efficienza di raffreddamento: come già anticipato, il raffreddamento è il processo più energivoro nei data center, essenziale per evitare blackout e interruzioni di servizio. AWS investe in tecnologie innovative per ottimizzare questo processo, utilizzando tecniche diverse a seconda delle stagioni e delle condizioni meteorologiche. Grazie ad algoritmi di intelligenza artificiale e machine learning, il SP può monitorare e ottimizzare il sistema, preferendo il raffreddamento ad aria esterna quando le temperature sono basse e il raffreddamento ad acqua nei climi più caldi, migliorando l'efficienza energetica complessiva. (AWS, 2024).
- Efficienza energetica nelle CPU: uno dei principali settori in cui Amazon investe per l'efficientamento delle proprie attività, è lo sviluppo di nuovi processori marchiati AWS, come ad esempio l'AWS Graviton3, che quando implementato nelle strutture di Cloud Computing utilizza fino al 60% in meno di energia in comparazione ai processori di generazione precedente. Per quanto riguarda l'AI e più nello specifico il Machine Learning, Amazon ha sviluppato dei processori "Inertia2" che garantiscono fino al 50% in più di performance per watt, riducendo quindi i costi del 40% rispetto alle alternative precedenti (AWS, 2024).

## Microsoft Azure

Microsoft Azure, come anche le altre, è una realtà che mantiene al centro del proprio focus la sostenibilità e l'azione umana come risposta al cambiamento climatico, ed in particolar modo, grazie alle nuove tecnologie, essa ritiene di essere in grado di offrire un'eccellente risposta a queste nuove sfide ambientali, invitando anche i nuovi clienti ad aderire alla sua offerta per un'azione ancor più efficace. Tra le principali iniziative intraprese da questo provider, abbiamo un utilizzo di energia 100% rinnovabile entro il 2025, un bilancio netto positivo delle acque impiegate dall'intera attività, entro il 2030, immettendo in natura più acqua rispetto a quanta effettivamente ne venga utilizzata. Dopodiché l'impresa si impegna, entro il 2030, a raggiungere la certificazione Zero-Waste, mentre già da ora, garantisce la non deforestazione delle zone in cui essa costruisce nuove strutture (Microsoft Azure, 2024).

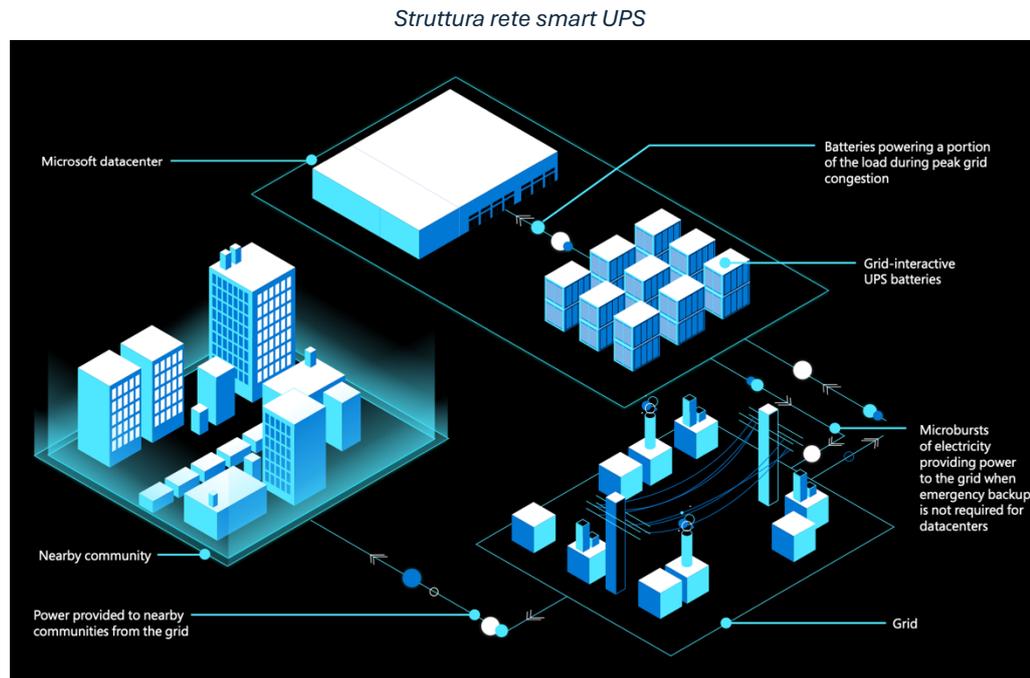
Microsoft Azure si impegna anche in numerose campagne dal lato sociale, le quali comunque generano un impatto anche sugli aspetti ambientali, ad esempio, intraprendendo azioni in Sud Africa per mitigare le problematiche causate dalla crisi idrica agli ospedali, con un impatto generale su oltre cento mila persone al mese, salvando oltre 64 milioni di ettolitri di acqua all'anno (Microsoft, 2024). Oltre a ciò, l'impresa è attiva nel capo della riforestazione in Irlanda, mediante il sussidiare proprietari terrieri locali per la semina di piantagioni native, aiutando quindi la nazione a raggiungere l'obiettivo di creare 137 ettari di foresta, per abbattere di oltre 35 mila tonnellate le emissioni di CO<sub>2</sub> (Microsoft Azure, 2024). Oltre a queste, l'azienda partecipa a più di 40 iniziative, dimostrando un distinto impegno verso le comunità locali.

Dal punto di vista tecnico, Microsoft si è immersa in diversi progetti di innovazione tecnologica per diminuire la propria footprint nei confronti dell'ambiente. È possibile in primis parlare di raffreddamento dei processori mediante immersione in liquido: secondo quanto affermato dall'azienda, questo è solo uno dei tanti metodi mediante i quali riescono a garantire una riduzione del 98% delle emissioni di anidride rispetto a molte altre soluzioni. Già da due anni, per raffreddare i processori impiegati in ambiti di Intelligenza Artificiale, data la loro particolare elevata temperatura di funzionamento, ed essendo quindi non compatibili con i classici metodi di raffreddamento ad aria, questi necessitano di esser completamente immersi in del liquido dielettrico, il quale bollendo a delle temperature molto basse (50° C), permette una migliore dissipazione grazie alle

bolle d'aria che trasportano il calore in superficie, garantendo quindi una performance generale ben più elevata (Microsoft Azure, 2024). In aggiunta a ciò Microsoft ha ideato un

ulteriore meccanismo che le permette di ridurre notevolmente il proprio impatto, consistente dell'utilizzo di una rete smart ed interattiva di UPS (sistemi di accumulo energetico): sostituendo quindi i classici generatori a gasolio di emergenza con delle batterie, queste possono intervenire non solo in caso di black-out,

ma anche quando vi è una domanda locale di energia molto elevata, riducendo quindi l'uso di elettricità proveniente dalla rete prodotta da fonti non sostenibili. Alternativamente, per mantenere la medesima infrastruttura di backup, l'azienda è riuscita a convertire i propri generatori perché possano funzionare anche con risorse più compatibili con l'ambiente, quali gas naturale ed idrogeno liquido (Microsoft Azure, 2024).



*Fonte: (Microsoft Azure, 2024)*

## Google Cloud Platform

Oltre alle classiche iniziative apportate da molti altri competitors, come visto con Amazon e Microsoft, Google si focalizza in particolar modo sulle nuove tecnologie di AI, applicandole alle proprie infrastrutture e a quelle dei propri clienti per creare una migliore ottimizzazione incentrata sulla sostenibilità ambientale. Quest'innovativa integrazione parte dalla misurazione dati che grazie al machine learning, è possibile utilizzare per creare dei modelli ben più resilienti, idonei ad ottimizzare i processi di decision making e gestione della performance in ambito di ESG (environmental, social, governance). Successivamente, applicata ai processi di ottimizzazione, l'AI permette un

miglior impiego delle risorse lungo l'intera catena di approvvigionamento e produttiva, grazie ad una riduzione degli sprechi, ad una scelta intelligente dei percorsi della merce e una migliore predittività dei consumi e della domanda. Non solo questo, bensì anche in ambito di crescita, queste nuove tecnologie permettono l'individuazione di nuove opportunità di crescita nel quadro della transizione energetica, individuando campi di applicazione per energie rinnovabili. In

fine, GCP applica queste tecnologie anche con l'obiettivo di ridurre la propria footprint in ambito di nuove costruzioni, ottimizzando le scelte relative ai luoghi dove installare nuovi datacenter ed infrastrutture di rete (Google Cloud Platform, 2024).

Un dato molto interessante fornito da questo SP è il Google CFE%, ossia la percentuale di energia elettrica pulita consumata in ogni singolo datacenter, tenendo in considerazione anche le iniziative green per abbattere, in via indiretta, le emissioni di CO2: tra le 36 aree analizzate, spiccano quelle in Finlandia (97%), Francoforte (96%), Montréal (100%), e Iowa (92%) (Google Cloud Platform, 2024).

## **Equinix**

Come primo provider di servizi di tipo colocation, troviamo Equinix, il quale, sebbene abbia tra il proprio portfolio una serie di attività volte alla diminuzione della propria footprint, queste appaiono talvolta meno ottimistiche, come ad esempio nel caso dell'obiettivo di raggiungere il 100% di energia pulita "solo" nel 2030, cinque anni più tardi rispetto ad Amazon e Microsoft. Ciò nonostante, già ad oggi vi è un uso medio di energie green pari al 96% del totale ed inoltre, l'impresa punta ad avere un impatto nullo sull'ambiente entro il 2030, questo grazie anche a delle innovative tecniche che le hanno permesso, già da qualche anno, di esportare ben 4000 megawattora di calore, prodotto all'interno delle proprie facilities ad Helsinki, verso le comunità locali, riducendo significativamente la necessità di queste ad utilizzare ulteriori fonti di riscaldamento.

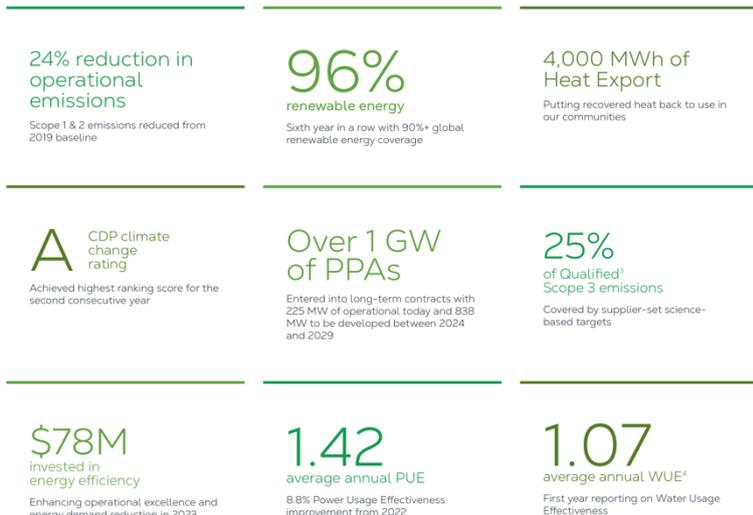
### **Il caso Carrefour**

“Dopo 60 anni di cambiamenti, il desiderio di comprendere le esigenze dei clienti e di offrire la migliore esperienza di vendita al dettaglio sul mercato rimane la ragion d'essere di Carrefour. Oggi, questo significa offrire esperienze omnichannel e incontrare i clienti dove si trovano, che sia online o in negozio. Per rimanere fedele a questa missione, Carrefour ha deciso di modernizzare la sua obsoleta infrastruttura IT passando a Google Cloud come parte del suo ambizioso piano di trasformazione Carrefour 2022”. In questo modo Carrefour ha ridotto i costi operativi del 40% e la consumazione energetica del 45%

*Fonte: (Google Cloud Platform, 2022)*

Analizzando più nello specifico i dati, risulta che nel 2023 l'energia impiegata dall'impresa all'interno dei suoi datacenter localizzati nelle Americhe ed in Europa, proveniva per la sua totalità da fonti rinnovabili, dimostrandosi quindi che la media generale è stata abbassata dalle strutture presenti in Asia e Oceania dove invece ben il 20% di elettricità ha avuto un impatto sull'ambiente (Equinix, 2024).

*Principali risultati raggiunti da Equinix in ambito di Sostenibilità nel 2023*



Fonte: (Equinix, 2024)

### Digital Realty

Questo provider si impegna in una serie di obiettivi che identifica chiaramente all'intero del suo Report ESG, e dal quale si evince che, a differenza dei maggiori competitor, quest'azienda ha deciso di non osare eccessivamente, sfidandosi semplicemente nel diminuire le emissioni di CO2 entro il 2030, invece che di annullarle completamente. Ad ogni modo, già nel 2022 DR ha raggiunto la carbon neutrality per le sue strutture localizzate in Francia, puntando ad estendere questo risultato a tutta Europa entro il 2030. In aggiunta, l'organizzazione garantisce un'alimentazione completamente green a ben 126 datacenter dei suoi 260 e permette inoltre ai propri clienti nordamericani, inglesi ed europei di optare per servizi che utilizzano completamente energia proveniente da fonti non inquinanti. In ambito idrico, l'impresa tenta di ridurre il proprio impatto utilizzando per il 36% acque non potabili, non andando dunque ad impattare comunità locali, e riducendo progressivamente tale consumo negli anni (Digital Realty, 2022).

### China Telecom

Come le altre imprese del settore, China Telecom si impegna nella transizione energetica mediante l'investimento in energia solare ed eolica, incrementando l'efficienza energetica all'intero delle proprie strutture con l'introduzione del raffreddamento dei propri server ad immersione in liquido e riciclando il calore prodotto da tali impianti per climatizzare gli ambienti interni all'azienda (China Telecom, 2022).

## NTT Data

L'impresa giapponese si impegna sotto vari fronti per il miglioramento della sua posizione nei confronti del Globo, impiegando esclusivamente energie rinnovabili in 42 strutture grazie ai numerosi investimenti in impianti fotovoltaici realizzati a partire dal 2009. Oltre a ciò, l'impresa ha sviluppato delle tecnologie per l'ottimizzazione del raffreddamento dei propri impianti come sistemi di raffreddamento a parete dividendo i flussi d'aria calda e raffrescata, e sistemi di raffreddamento evaporativo indiretto, un metodo che permette, mediante l'AI, di selezionare fra tre differenti tecnologie di condizionamento in base alle condizioni meteorologiche esterne. Ad ogni modo, come molte altre, NTT ha deciso di adottare una modalità peculiare per aiutare gli utenti a migliorare la propria ecocompatibilità, ossia implementando il modello "Sustainability as a Service" e pertanto, garantendo la possibilità di utilizzare tecnologie green mediante il pagamento di un sovrapprezzo (NTT GDC, 2024).

## Meta

Meta, una delle imprese che detiene il più elevato numero di datacenter per scopi interni ha adottato negli anni numerose azioni perspicaci per ridurre la propria footprint aziendale, tant'è che già dal 2020 l'impresa presenta un bilancio nullo per quanto riguarda le emissioni di gas serra (Scope 1 e 2), introducendo a partire dal 2017 diverse misure come l'alimentazione completamente green di tutte le strutture aziendali, inclusi i data center, per un abbattimento totale di 12,3 milioni di tonnellate metriche di CO2 dal 2018 al 2023. Se ciò non bastasse, l'impresa intende compensare pure le emissioni provenienti dalla produzione di device acquisiti presso i propri fornitori e anche provenienti dagli spostamenti effettuati dai propri dipendenti, assumendo quindi un

approccio squisitamente filantropico. È stato dunque prefissato l'obiettivo di raggiungere un impatto nullo entro il 2030, per l'intera Catena del Valore, includendo dunque anche soggetti terzi (emissioni Scope 3). Un ulteriore importante obiettivo

Consumo d'acqua nel 2022 da parte di Meta

2022 water data							(in cubic meters)
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Water Withdrawal	1,609,000	2,367,000	3,430,000	3,726,000	5,042,564	4,893,023	
Water Consumption	838,000	1,279,000	1,971,000	2,202,000	2,568,849	2,638,188	
Water Restoration	-	132,000	145,000	2,250,000	2,335,672	2,351,562	

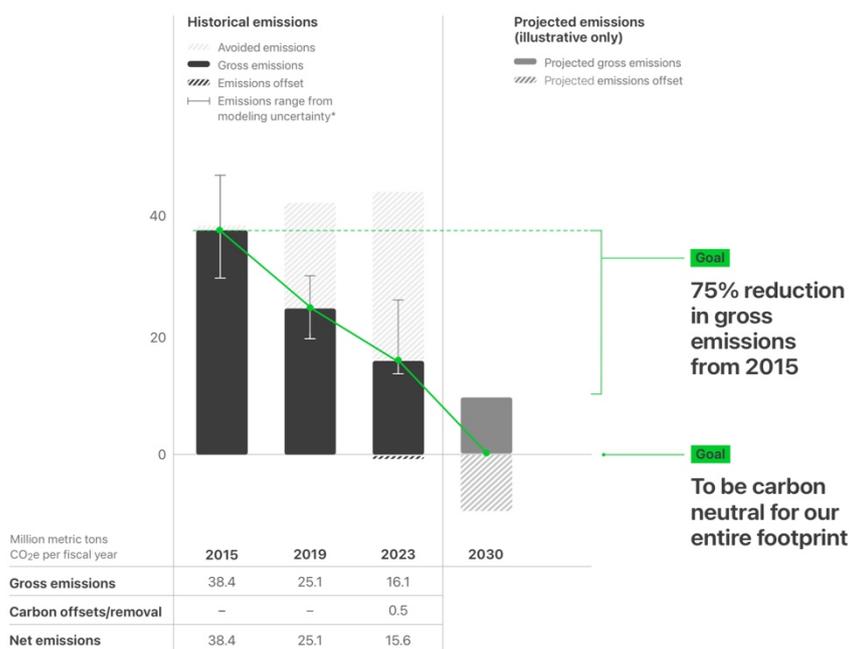
Fonte: (Meta, 2023)

stabilito da Meta è quello di divenire “Water Positive” entro il 2030, promettendo dunque di costantemente ripristinare il 200% dell’acqua consumata nelle zone dove la presenza di tale risorsa è critica ed il 100% nelle rimanenti aree. A tal proposito, l’impresa si è addentrata in un’iniziativa piuttosto unica nel suo genere in quanto supporta la creazione di un’area paludosa di 255 mila metri quadrati in Texas con l’obiettivo di sostenere la flora e la fauna native, ma anche di migliorare la qualità delle acque provenienti dai corsi locali. Meta, inoltre, focalizza il proprio impegno anche sull’economia circolare, e a tal proposito, lungo l’intera supply chain relativa alla produzione di componenti hardware per i propri datacenter, ha ridotto l’utilizzo di materiali nuovi, prediligendo quelli usati, ha minimizzato l’uso di sostanze pericolose per l’ambiente ed ha ottimizzato il riciclo della componentistica hardware, rendendo i propri server facili da smontare ed altamente modulari. Più nello specifico, l’impresa utilizza plastica PCR (post-consumer recycled), e metalli riciclati, oltre ad investire nella durabilità dei prodotti (anche quelli destinati alla fascia consumer) cosicché sia possibile migliorare l’intera downstream chain. Grazie ai rigorosi studi sul campo, a partire dal 2021 l’impresa è riuscita a comprovare le eccellenti performance di centinaia di rack contenenti hardware riutilizzato, e la cui qualità continua a dimostrare ottimi risultati. (Meta, 2023)

## Apple

L’azienda di Cupertino è stata, sin da subito, una fra le organizzazioni che hanno adottato un approccio interamente improntato verso la sostenibilità ambientale e questo è particolarmente visibile anche in ambito di gestione dei dati degli utenti, utilizzando, ad esempio, il 100% di energia elettrica pulita per i propri datacenter ed adottando generatori UPS funzionanti a biogas, il quale risulta essere una delle principali risorse di scarto

Progresso di Apple verso la Carbon Neutrality



Fonte: (Apple, 2024)

proveniente dagli innumerevoli allevamenti intensivi localizzati negli Stati Uniti. Oltre a ciò, Apple si è impegnata nell'investimento in numerosi impianti solari, le cui dimensioni sono talmente importanti, da renderli quasi unici nel mercato: è notevole come gli impianti costruiti adiacentemente ai datacenter presenti in Carolina del Nord ed in Nevada, siano in grado di sostentarli, completamente, come unica fonte, questo grazie anche ai sistemi di stoccaggio di energia, i quali immagazzinano elettricità durante i picchi di produzione, che poi rilasceranno quando invece necessario. Oltre al forte impegno in sistemi per il riciclo dell'acqua impiegata, l'impresa ha pure ricevuto numerose certificazioni per gli standard raggiunti in ambito di sostenibilità, come il certificato LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). (Apple, 2024)

Un ulteriore aspetto su cui Apple ha investito notevoli risorse è la privacy degli utenti, ed un esempio lampante, in tal senso, è la tecnologia Private Cloud Compute, la quale permetterà ai propri clienti di usufruire delle tecnologie di AI all'intero dei propri device, garantendo un elevato livello di privacy, quasi come se le operazioni computazionali venissero eseguite completamente all'interno del dispositivo stesso, cosa che sarebbe impossibile, dato il fabbisogno di potenza necessario per questo tipo di tecnologia. (Apple, 2024)

2. Comparazione delle caratteristiche di sostenibilità concernenti i principali attori del settore

Dati di Sostenibilità - Tabella 2

Service Provider	PUE	WUE	Carbon Neutrality	% Fonti rinnovabili (REF)	PWB	LEED	BREEM	ISO14001	Zero Waste (2030)
Amazon Web Services	1.20	0.25	2030	90% (100% entro 2025)	2030	Platinum	V	V	V
Microsoft Azure	1.12	0.49	2030	100% entro 2025	2030	Gold	X	V	V
Google Cloud Platform	1.10	ND	2030	100% dal 2017	2030	Platinum	V	V	V
Equinix	1.42	ND	2030	96%	X	Gold	V	V	X
Digital Realty	1.25	1.58	2050	64%	X	Gold	V	V	X
China Telecom	1.58	ND	2060	23%	X	Gold	V	V	X
NTT Data	1.30	ND	2040	45%	X	Gold	V	V	X
Meta	1.10	0.20	2030	100% dal 2017	2030	Gold	X	V	V
Apple	1.20	ND	2030	100% dal 2018	2030	Gold	V	V	V

Legenda:

PUE: Power Usage Effectiveness (Quanto più basso è, meglio è)

WUE: Water Usage Effectiveness (Quanto più basso è, meglio è)

Carbon Neutrality: Anno raggiungimento bilancio delle emissioni nette nullo

REF: Renewable Energy Factor

PWB: Positive Water Balance – Bilancio netto delle acque positivo

V → obiettivo fissato/certificazione posseduta

X → obiettivo non fissato/certificazione non posseduta

Certificazioni: per quanto riguarda le certificazioni, queste fanno riferimento ai principali e maggiori Datacenter gestiti dai SP analizzati.

## *Conclusione*

Da quanto analizzato all'interno dell'elaborato, possiamo meglio comprendere le posizioni dei principali attori del mercato e le loro azioni, che influenzano anche le imprese concorrenti con caratteristiche simili. È quindi evidente come i Service Provider di grandi dimensioni, noti come Hyperscale, siano in grado di raggiungere un livello di efficienza significativamente superiore rispetto ai datacenter di dimensioni più ridotte, appartenenti a piccole e medie imprese (Enterprise). Questi ultimi spesso presentano criticità in termini di efficienza, sicurezza e affidabilità. La capacità degli Hyperscale di ottimizzare le risorse e implementare tecnologie avanzate consente loro non solo di abbattere i costi operativi ma anche di garantire standard elevati di sicurezza e continuità operativa, aspetti cruciali in un contesto sempre più digitalizzato e interconnesso.

Dal punto di vista geografico, si riscontrano differenze significative in termini di sostenibilità a seconda della localizzazione dei data center. Ad esempio, quelli situati in occidente, come quelli di Apple e AWS, hanno implementato politiche di sostenibilità molto avanzate. Al contrario, i data center situati in Asia, come quelli di China Telecom, mostrano generalmente un approccio alla sostenibilità meno rigoroso. Queste differenze riflettono non solo le strategie aziendali ma anche le regolamentazioni e le pressioni del mercato locale. Di conseguenza, la localizzazione geografica dei data center gioca un ruolo cruciale nella determinazione della loro efficienza operativa e sostenibilità ambientale.

## Bibliografia

- Afcom, Bill Kleyman. (2021). *The 2021 State of the Data Center Report, Pagine 5-7*. Tratto da [https://datacenterworld.com/sites/default/files/AFCOM\\_State%20of%20the%20Data%20Center\\_FINAL\\_2021\\_5-10-21.pdf#:~:text=URL%3A%20https%3A%2F%2Fdatacenterworld.com%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2FAFCOM\\_State%2520of%2520the%2520Data%2520Center\\_FINAL\\_2021\\_5](https://datacenterworld.com/sites/default/files/AFCOM_State%20of%20the%20Data%20Center_FINAL_2021_5-10-21.pdf#:~:text=URL%3A%20https%3A%2F%2Fdatacenterworld.com%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2FAFCOM_State%2520of%2520the%2520Data%2520Center_FINAL_2021_5)
- Apple. (2024). *A plan as innovative as our products*. Tratto da <https://www.apple.com/environment/>
- Apple. (2024). *Apple Trade In*. Tratto da Apple.com: <https://www.apple.com/shop/trade-in>
- Apple. (2024, Giugno 10). *Private Cloud Compute: A new frontier for AI privacy in the cloud*. Tratto da <https://security.apple.com/blog/private-cloud-compute/>
- AWS. (2024). *Our Values*. Tratto da <https://aws.amazon.com/about-aws/our-values/>
- AWS. (2024). *Sustainability*. Tratto da [Sustainability.aboutamazon.com](https://sustainability.aboutamazon.com)
- Bettiol, M., Fano, S., & Toschi, G. (2023). *La sostenibilità ambientale del digitale: il ruolo dei data center. Pagine 11-38*. (B. Marco, & al., A cura di) Padova: Padova University Press.
- Brown, M. (2023, Maggio 4). *Digging into Data Center efficiency, PUE and the impact of HCI*. Tratto da <https://www.nutanix.dev/2023/05/04/digging-into-data-center-efficiency-pue-and-the-impact-of-hci/>
- Carbon free for GCP team. (2021, Marzo 17). *Quanto è carbon-free il Google Cloud?*. Tratto da <https://blog.google/intl/it-it/prodotti/cloud/quanto-e-carbon-free-il-vostro-cloud/>
- CERN. (2024). *A short history of the WEB*. Tratto da [www.home.cern: https://home.cern/science/computing/birth-web/short-history-web#:~:text=By%20the%20end%20of%201990,This%20machine%20is%20a%20server](https://home.cern/science/computing/birth-web/short-history-web#:~:text=By%20the%20end%20of%201990,This%20machine%20is%20a%20server)
- China Telecom. (2022). *Corporate Social Responsibility Report. Pagine 3-5, 8, 40-41*. Tratto da <http://www.chinatelecom-h.com/en/ir/report/csr2022.pdf>
- Daniel Bizo, 451 Research, AWS. (2019, Ottobre). *The Carbon Reduction Opportunity of Moving to Amazon Web Services. Pagine 3-4, 22-24*. Tratto da <https://sustainability.aboutamazon.com/carbon-reduction-aws.pdf>
- Datacenters.com. (2024). *All Data Centers*. Tratto da [Datacenters.com](https://datacenters.com)

- Di Maria, & De Marchi. (2023). La sostenibilità ambientale del digitale: il ruolo dei data center. Pagine 41-59. In M. Bettiol, & al.. Padova: Padova University Press.
- Digital Realty. (2022). *Environmental, Social and Governance Report*. Pagine 7-9, 29.  
Tratto da [https://go2.digitalrealty.com/rs/digitalrealtytrust/images/DLR\\_2023\\_ESGReport.pdf?\\_ga=2.213874775.2130104281.1718372663-997179967.1718372663](https://go2.digitalrealty.com/rs/digitalrealtytrust/images/DLR_2023_ESGReport.pdf?_ga=2.213874775.2130104281.1718372663-997179967.1718372663)
- Donwil. (2024). *Data center maintenance best practices*. Tratto da <https://www.donwil.com/data-center-maintenance-best-practices/>
- EdgeConneX. (2024). *The EdgeConneX Vision*. Tratto da <https://www.edgeconnex.com/company/sustainability/>
- Equinix. (2024). *Climate Commitments and Greenhouse Gas Emissions*. Tratto da <https://sustainability.equinix.com/environment/climate-commitments-and-carbon-emissions/>
- Equinix. (2024). *Environmental Stewardship*. Tratto da <https://sustainability.equinix.com/environment/>
- Gallino. (2005). *L'impresa irresponsabile*. Torino: Einaudi.
- Gillis, A. S. (2022, Aprile). *Power usage effectiveness*. Tratto da [https://www.techtarget.com/searchdatacenter/definition/power-usage-effectiveness-PUE#:~:text=Power%20usage%20effectiveness%20\(PUE\)%20is,the%20IT%20equipment%20within%20it.](https://www.techtarget.com/searchdatacenter/definition/power-usage-effectiveness-PUE#:~:text=Power%20usage%20effectiveness%20(PUE)%20is,the%20IT%20equipment%20within%20it.)
- Google Cloud Platform. (2022). *Carrefour: Driving a digital transformation to bring healthy, sustainable food to everyone*. Tratto da <https://cloud.google.com/customers/carrefour-gcve>
- Google Cloud Platform. (2024, Giugno 12). *Carbon free energy for Google Cloud regions*. Tratto da <https://cloud.google.com/sustainability/region-carbon>
- Google Cloud Platform. (2024). *Cloud sustainability*. Tratto da <https://cloud.google.com/sustainability?hl=en>
- Green Mountain. (2024). *The Green Standard*. Tratto da <https://greenmountain.no/why-green-mountain/the-green-standard/>
- Green Mountain Data Centres Ltd. (2019, Aprile 10). *Co-location data centres and privacy regulations*. Tratto da <https://www.openaccessgovernment.org/data-centres-privacy-regulations/63028/>
- Huawei Technologies Co. (2019, Febbraio). *Make 5G Backhaul Feasible Everywhere*. Tratto da <https://carrier.huawei.com/~media/CNBG/Downloads/Spotlight/5g/Make-5G->



- Ponte, S., Gereffi, G., & Raj-Reichert, G. (2019). *Handbook on Global Value Chains*. Edward Elgar Publishing.
- Porter, M. (1985). *Competitive Advantage*. New York: The Free Press.
- Rack Solutions. (2018, Gennaio 16). *What is a Colocation Data Center?* Tratto da <https://www.racksolutions.eu/news/data-center-trends/what-is-a-colocation-data-center/>
- Red Hat. (2022, Agosto 26). *What is PaaS?* Tratto da <https://www.redhat.com/en/topics/cloud-computing/what-is-paas>
- Shweta, F. (2022, Settembre 26). *What is a Managed Service Provider?* Tratto da <https://www.forbes.com/advisor/business/what-is-managed-service-provider/>
- Stephanie Susnjara, I. S. (2024, Aprile 18). *What is infrastructure as a service (IaaS)?* Tratto da [https://www.ibm.com/topics/iaas#:~:text=Infrastructure%20as%20a%20service%20\(IaaS\)%20is%20a%20form%20of%20cloud,as%2Dyou%2Dgo%2Dbasis.](https://www.ibm.com/topics/iaas#:~:text=Infrastructure%20as%20a%20service%20(IaaS)%20is%20a%20form%20of%20cloud,as%2Dyou%2Dgo%2Dbasis.)
- Zamagni. (2013). *Impresa responsabile e mercato civile*. Bologna: il Mulino.
- Zamora, E. A. (2016). *Value Chain Analysis: A Brief Review*. Tratto da Asian Journal of Innovation and Policy, 5(2), 116–128: <https://doi.org/10.7545/AJIP.2016.5.2.116>
- Zamora, E. A. (2016, Agosto 31). *Value Chain Analysis: A Brief Review*. Tratto da koreascience.kr: <https://koreascience.kr/article/JAKO201627939359571.page>