

# IL COSTO ENERGETICO DEGLI ALGORITMI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE



*A cura di Massimo Nannini (\*)*

## Sommario

**Potenza assorbita: il ruolo dei Data Center**  
**L'impatto ambientale: emissioni di CO<sub>2</sub>**  
**Potenza assorbita degli algoritmi di AI**  
**Strategie per la Riduzione dell'Impatto Ambientale**

Il progredire dello sviluppo dell'intelligenza artificiale (AI) sta rivoluzionato numerosi settori, dall'assistenza sanitaria alla mobilità, dall'automazione industriale alla finanza. Tuttavia, dietro i risultati entusiasmanti raggiunti si cela un aspetto spesso trascurato: il consumo energetico.

Il costo energetico degli Algoritmi di Intelligenza Artificiale è un elemento da non sottovalutare soprattutto alla luce delle emissioni globali di CO<sub>2</sub> che portano con sé evidenti effetti sul cambiamento climatico in corso.

La crescente domanda di calcolo

L'AI richiede enormi quantità di calcolo per addestrare modelli complessi e gestire flussi di dati massicci. I progressi nella ricerca hanno portato all'adozione sempre più diffusa di algoritmi di apprendimento profondo (deep learning), che richiedono risorse computazionali considerevoli. Stime recenti calcolano che entro il 2030 l'AI potrebbe rappresentare fino al 4% del consumo di energia elettrica globale. Allo stato attuale Google afferma che dal 10% al 15% del loro consumo energetico totale è dovuto alla loro AI. Siamo nell'ordine di 2,3 TWh all'anno.

Da una delle prime analisi volte a quantificare la domanda di energia che si sta utilizzando, come recentemente pubblicata sulla rivista Joule, emerge che il mantenimento dell'attuale tendenziale in termini di capacità e adozione dell'intelligenza artificiale porterà Nvidia a immettere sul mercato 1,5 milioni di unità server che, funzionanti a pieno regime, consumeranno almeno 85,4 TWh di elettricità all'anno: più del consumo annuo di molti piccoli paesi.

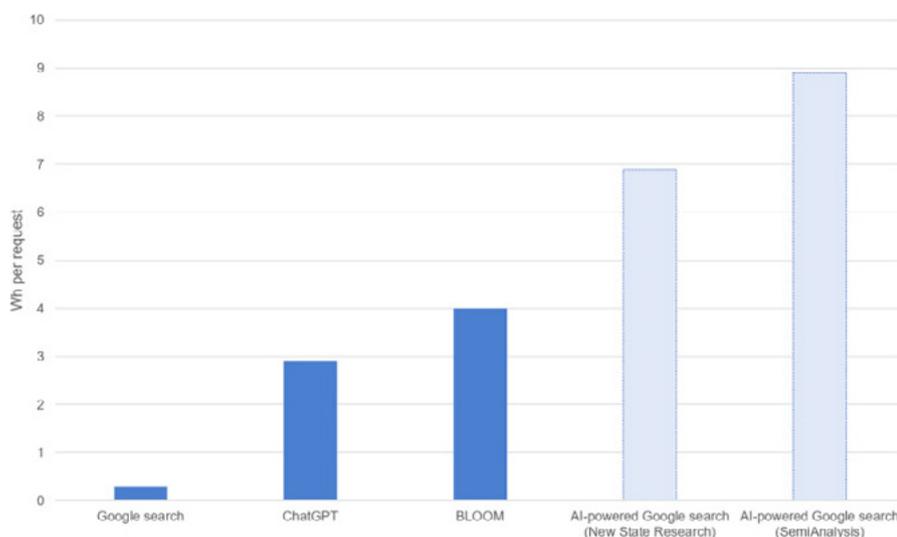
### Potenza assorbita: il ruolo dei Data Center

I data center sono i pilastri dell'infrastruttura informatica moderna e giocano un ruolo cruciale nell'esecuzione degli algoritmi di AI. Queste strutture, spesso composte da migliaia di server, consumano quantità significative di energia per raffreddare gli impianti e mantenere le operazioni in funzione. Come è noto dalle leggi della fisica il consumo di energia è fortemente influenzato dalla complessità delle operazioni che devono essere svolte e dal tempo richiesto per portarle a termine, elementi che AI sfrutta in modo intensivo a causa dell'elevato livello di risorse richieste degli algoritmi.

Dati interessanti ci vengono forniti dalle ricerche condotte da Alex de Vries, data scientist presso la banca centrale dei Paesi Bassi e Ph.D. alla Vrije University Amsterdam, che studia i costi energetici delle tecnologie emergenti, ed è noto soprattutto per aver lanciato l'allarme sugli enormi costi energetici del mining e delle transazioni di criptovalute. Egli ha stimato che

l'utilizzo dell'intelligenza artificiale generativa come ChatGPT per ogni ricerca fatta su Google richiederebbe più di 500.000 server A100 HGX di Nvidia, per un totale di 4,1 milioni di elaborazioni unità grafiche o GPU. Sarebbe necessaria una di potenza di 6,5 kW per server con un consumo giornaliero di elettricità di 80 GWh e un consumo annuale di 29,2 TWh.

De Vries afferma che con gli attuali livelli tecnologici di hardware e software risulta improbabile un'adozione così dilagante dell'AI a causa degli elevati costi e dell'effettiva disponibilità di server. In sintesi sono i fattori tecnologici ed economici che potrebbero porre freno all'espansione dell'utilizzo pervasivo dell'AI e quindi al problema del consumo energetico.



La crescente impronta energetica dell'intelligenza artificiale (ScienceDirect)

### L'impatto ambientale: emissioni di CO<sub>2</sub>

Il consumo energetico degli algoritmi di AI non è solo una questione di costi operativi, ma anche di impatto ambientale. L'energia utilizzata per alimentare i data center spesso proviene da fonti non rinnovabili, contribuendo così alle emissioni di CO<sub>2</sub> e all'accelerazione dei cambiamenti climatici. È dunque fondamentale valutare e mitigare queste emissioni per garantire uno sviluppo sostenibile dell'AI.

Secondo uno studio condotto da Carbon Trust, un'organizzazione no profit specializzata in sostenibilità, il funzionamento continuo di un data center di medie dimensioni per un anno può generare emissioni di CO<sub>2</sub> pari a diverse centinaia di tonnellate, principalmente a causa dell'uso di energia elettrica da fonti non rinnovabili.



## Potenza assorbita degli algoritmi di AI

La potenza assorbita dagli algoritmi di AI dipende da diversi fattori, tra cui la complessità del modello, la dimensione del set di dati e la frequenza di addestramento o inferenza. La domanda di energia necessaria per l'addestramento è molto più elevata e concentrata rispetto alle tradizionali applicazioni dei data center elementi importanti a cui fare riferimento nella fase di dimensionamento degli impianti. Considerando la fase di addestramento del modello, che è anche la più studiata, l'analisi svolta dai ricercatori di Google e dell'Università di Berkeley in California (Patterson et al., 2021) riporta che i valori del consumo energetico richiesto per l'addestramento di alcuni modelli di AI si aggirano intorno al centinaio di MWh, con un picco di 1.287 MWh per GPT-3. Valori impressionanti soprattutto perché associati alla sola fase di addestramento a cui poi vanno sommati i valori di assorbimento necessari al funzionamento degli algoritmi per ogni richiesta.

## Strategie per la Riduzione dell'Impatto Ambientale

### Ottimizzazione dell'Algoritmo

Un approccio chiave per ridurre il consumo energetico è ottimizzare gli algoritmi stessi. Ciò può includere la progettazione di modelli più efficienti in termini di calcolo o l'implementazione di algoritmi più leggeri che richiedono meno risorse per l'addestramento e l'inferenza.

### Utilizzo di Energia Rinnovabile

Promuovere l'adozione di fonti energetiche rinnovabili per alimentare i data center può ridurre in modo significativo l'impatto ambientale dell'AI.

### Consolidamento delle Risorse

Il consolidamento delle risorse computazionali attraverso l'adozione di tecnologie come la virtualizzazione e il cloud computing può contribuire a ottimizzare l'utilizzo dell'energia nei data center. Riducendo il numero di server inutilizzati o sottoutilizzati, si può migliorare il consumo complessivo di energia.

### Conclusioni

Il consumo energetico degli algoritmi di intelligenza artificiale rappresenta una sfida significativa, sia in termini di costi che di impatto ambientale. Misurare e comprendere questo consumo è essenziale per adottare strategie efficaci di mitigazione. Ottimizzare gli algoritmi, utilizzare energie rinnovabili e consolidare le risorse sono solo alcune delle azioni che

“ Sono i fattori tecnologici ed economici che potrebbero porre freno all'espansione dell'utilizzo pervasivo dell'AI e quindi al problema del consumo energetico ”

possono essere intraprese per ridurre l'impatto ambientale dell'AI e garantire uno sviluppo sostenibile nel lungo termine. Tutto questo nel contesto in cui gli straordinari successi ottenuti nel campo delle tecnologie digitali, mi riferisco alla miniaturizzazione ed alla ottimizzazione, hanno fatto sì che si potesse consumare meno energia per effettuare le medesime operazioni ad una velocità di gran lunga superiore. Non possiamo poi trascurare il fattore economico della riduzione dei costi che ha permesso l'enorme ed inarrestabile pervasività di queste tecnologie in tutti gli ambiti della nostra vita quotidiana. Grazie a questi progressi, il consumo energetico globale dell'ICT non ha fatto che crescere e l'avvento della AI non è altro che un ulteriore tassello di questo mosaico che richiede una particolare attenzione visti i numeri in gioco, ma è pur sempre una parte di un sistema che all'apparenza e totalmente green mentre in realtà non lo è proprio.

**Keywords:** AI, Alex de Vries, ChatGPT, Efficienza energetica, CO<sub>2</sub>, ICT



**(\*) Massimo Nannini**

IT engineer and business consultant,  
info@gemaxconsulting.it

# THE ENERGY COST OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ALGORITHMS

The advancing development of artificial intelligence (AI) is revolutionizing numerous sectors, from health care to mobility, from industrial automation to finance. However, behind the exciting achievements lies an often overlooked aspect: energy consumption.

By Massimo Nannini (\*)

The energy cost of Artificial Intelligence Algorithms is an element that should not be underestimated especially in light of global CO2 emissions that bring with them obvious effects on ongoing climate change.

The growing demand for computation

AI requires huge amounts of computation to train complex models and handle massive data streams. Advances in research have led to the increasingly widespread adoption of deep learning algorithms, which require considerable computational resources. Recent estimates calculate that by 2030 AI could account for up to 4 percent of global power consumption. At present, Google says that 10% to 15% of their total energy consumption is due to their AI. We are in the range of 2.3 TWh per year.

One of the first analyses aimed at quantifying the energy demand that is being used, as recently published in Joule magazine, shows that maintaining the current trend level in terms of capacity and adoption of artificial intelligence will result in Nvidia bringing to market 1.5 million server units that, operating at full capacity, will consume at least 85.4 TWh of electricity per year—more than the annual consumption of many small countries.

## Power consumed: the role of data centers

Data centers are the mainstays of modern computing infrastructure and play a crucial role in running AI algorithms. These facilities, often consisting of thousands of servers, consume significant amounts of power to cool the systems and keep operations running. As is known from the laws of physics, energy consumption is strongly influenced by the complexity of the operations that must be performed and the time required to complete them, elements that

AI exploits intensively because of the high level of resource requirements of the algorithms.

Interesting data comes to us from research conducted by Alex de Vries, data scientist at the central bank of the Netherlands and Ph.D. at Vrije University Amsterdam, who studies the energy costs of emerging technologies, and is best known for raising the alarm about the huge energy costs of cryptocurrency mining and transactions. He estimated that using generative artificial intelligence such as ChatGPT for every search done on Google would require more than 500,000 A100 HGX servers from Nvidia, for a total of 4.1 million graphics unit or GPU processing. A power of 6.5 kW would be required per server with a daily electricity consumption of 80 GWh and an annual consumption of 29.2 TWh.

De Vries says that with current levels of hardware and software technology, such rampant adoption of AI is unlikely due to the high cost and effective availability of servers. In summary, it is the technological and economic factors that could put the brakes on expanding the pervasive use of AI and thus the problem of energy consumption.

## The environmental impact: CO2 emissions

The energy consumption of AI algorithms is not only a matter of operational costs, but also of environmental impact. The energy used to power data centers often comes from nonrenewable sources, contributing to CO2 emissions and accelerating climate change. It is therefore critical to assess and mitigate these emissions to ensure sustainable AI development.

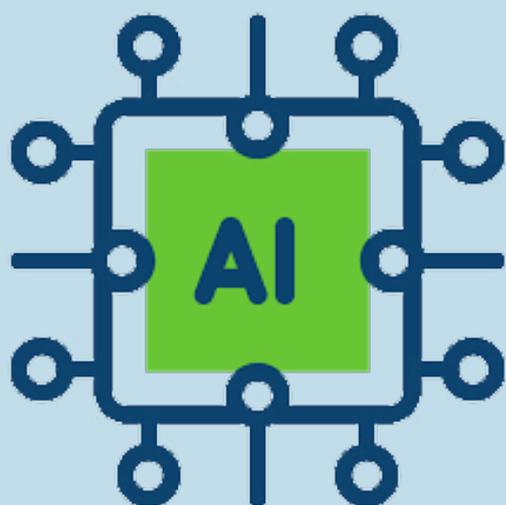
According to a study conducted by Carbon Trust, a nonprofit organization specializing in sustainability, the continuous operation of a medium-sized data center for a year can generate CO2 emissions of several hundred tons, mainly due to the use of electricity from nonrenewable sources.

## Power consumed by AI algorithms

The power consumed by AI algorithms depends on several factors, including the complexity of the model, the size of the dataset, and the frequency of training or inference. The power demand required for training is much higher and more concentrated than in traditional data center applications. Important elements to refer to when sizing facilities.

Considering the training phase of the model, which is also the most studied, the analysis

carried out by researchers from Google and the University of California Berkeley (Patterson et al., 2021) reports that the values of energy consumption required for training some AI models are around a hundred MWh, with a peak of 1,287 MWh for GPT-3. Impressive values especially since they are associated with the training phase alone to which then must be added the power consumption values required to run the algorithms for each request.



### **Strategies for Reducing Environmental Impact**

#### **Algorithm Optimization**

A key approach to reducing energy consumption is to optimize the algorithms themselves. This can include designing more computationally efficient models or implementing lighter algorithms that require fewer resources for training and inference.

#### **Use of Renewable Energy**

Promoting the adoption of renewable energy sources to power data centers can significantly reduce the environmental impact of AI.

#### **Resource Consolidation**

Consolidating computational resources through the adoption of technologies such as virtualization and cloud computing can help optimize energy use in data centers. By reducing the number of unused or underutilized servers, overall energy consumption can be improved.

### **Conclusions**

The energy consumption of artificial intelligence algorithms represents a significant challenge, both in terms of cost and environmental

impact. Measuring and understanding this consumption is essential to adopt effective mitigation strategies. Optimizing algorithms, using renewable energy and consolidating resources are just some of the actions that can be taken to reduce the environmental impact of AI and ensure long-term sustainable development. This is all in the context in which the extraordinary achievements in the field of digital technologies, I am referring to miniaturization and optimization, have meant that less energy could be consumed to perform the same operations at a far greater speed. We also cannot overlook the economic factor of cost reduction that has enabled the enormous and unstoppable pervasiveness of these technologies in all areas of our daily lives. Thanks to these advances, the global energy consumption of ICT has only grown, and the advent of AI is just one more piece in this mosaic that requires special attention given the numbers involved, but it is still a part of a system that is on the surface and totally green while in reality it really is not.

**Keywords:** AI, Alex de Vries, ChatGPT, energy efficiency, CO2, ICT

(\*) Massimo Nannini, IT engineer and business consultant, [info@gemaxconsulting.it](mailto:info@gemaxconsulting.it)