

# OVER DATA.



Artificial Intelligence  
& Tech Culture

# INDEX



4

## La solitudine del Pilota

Come costruire una  
strategia IA che duri  
nel tempo

10

## Governo e responsabilità

Chi tiene le redini  
dell'IA in azienda?

18

## Il trikle-down dell' intelligenza

Come la cultura  
dell'IA scende  
(e risale) nelle  
organizzazioni



24

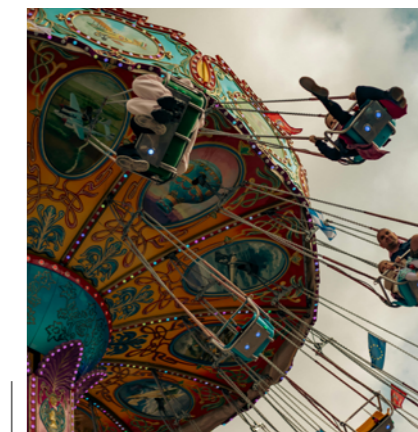
## Misurare l'impatto metriche, KPI e ROI nei progetti IA

30

## Paradiso perduto Distopia di un'IA in- sostenibile

40

**Il mio tesoro  
digitale**  
L'intelligenza artificia-  
le tra etica e seduzio-  
ne



44

## L'IA prima che fosse di moda l'IA

La piattaforma  
Ublique©

54

## L'intelligenza del discernimento

L'approccio di  
Spindox all'IA

60

**Le traiettorie futu-  
re dell'intelligenza  
artificiale**



# La solitudine del Pilota

Come costruire una strategia IA che duri nel tempo

C'è una sensazione che accomuna le aziende alle prese con l'intelligenza artificiale: quella di essere sole davanti al cruscotto, con il motore acceso e nessuna strada chiara davanti. Molte hanno lanciato un pilota – un progetto sperimentale di IA, un chatbot, un modello predittivo, una dashboard automatizzata – ma poi si sono trovate sospese tra entusiasmo e incertezza. **Il "pilota" vola, ma da solo. E spesso non sa dove andare.**

Negli ultimi anni l'adozione dell'intelligenza artificiale ha seguito un copione ricorrente: entusiasmo iniziale, piccola sperimentazione, risultati promettenti, e poi stallo. **Il salto dai proof of concept all'impatto reale è molto più complesso di quanto sembri.** Secondo diverse ricerche di settore, oltre il 70% dei progetti di IA rimane confinato nella fase pilota. Le cause sono molteplici: mancanza di governance, assenza di metriche condivise, dati non pronti, competenze frammentate. Ma il nodo centrale è uno solo: manca una strategia di lungo periodo.

Avere una strategia IA significa saper rispondere a **tre domande fondamentali:**

1. Perché vogliamo adottare l'intelligenza artificiale?
2. Come la colleghiamo agli obiettivi del business?
3. In che modo la renderemo sostenibile e controllata nel tempo?

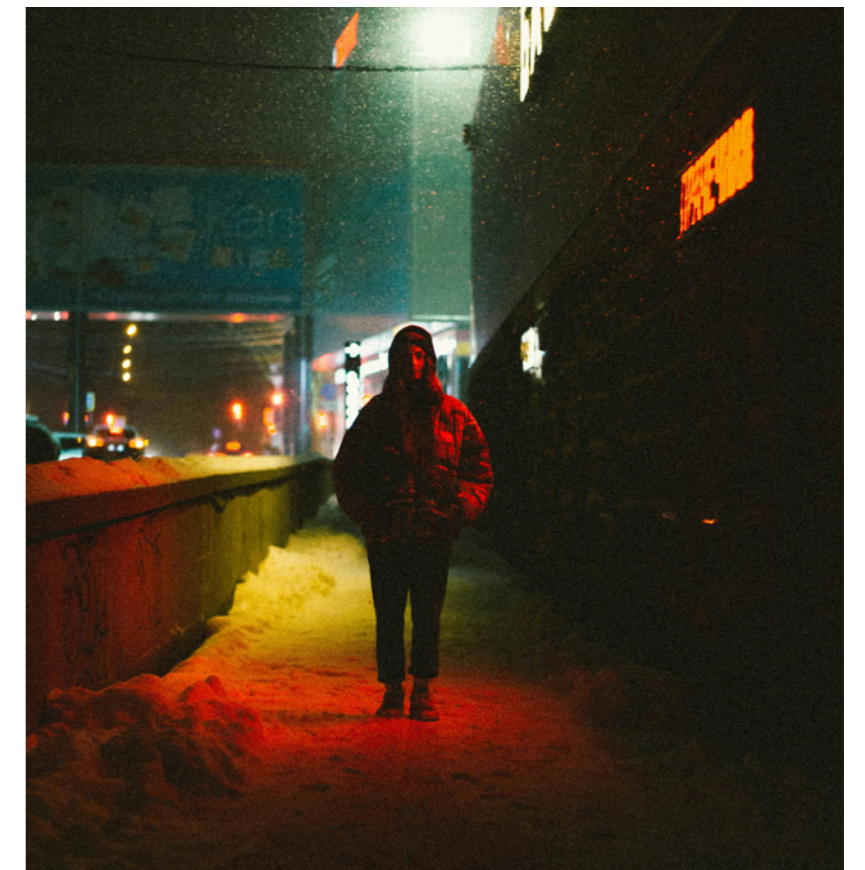
Senza queste risposte, ogni pilota resta un episodio isolato, incapace di trasformarsi in un sistema ripetibile.

La metafora del pilota è intensa proprio per questo: è qualcuno che guida da solo, senza compagni, senza mappa, con la responsabilità del volo e l'ansia dell'ignoto. Quando un progetto IA rimane confinato entro i

confini di una business unit tecnologica, incapace di dialogare con strategie, culture, processi e persone, si rischia di dare vita a una IA priva di concretezza e senza prospettiva di crescita sostenibile.

## Tra utopia e tecnicismo

Il dibattito sull'intelligenza artificiale sembra spesso oscillare tra due poli: da una parte **l'utopia del potere trasformativo**, dall'altra **il tecnicismo che riduce l'IA a una questione di modelli, codici e dataset.** In entram-





bi gli estremi, ciò che sfugge è il riconoscimento dell'IA come fenomeno innanzitutto culturale e organizzativo. È un equivoco grave - e pervasivo - immaginare l'IA come "strumento specialistico" relegato al perimetro dell'IT, oppure come promessa irrealistica che, una volta tradotta in pratiche concrete, implode contro resistenze, vincoli legali, scarsa qualità dei dati, barriere interne.

In una prospettiva più teorica, possiamo interpretare l'adozione dell'IA come un **esercizio di transizione sociotecnica**: una trasformazione che non riguarda solo

ciò che facciamo, ma come pensiamo, come ci organizziamo, come poniamo il confine tra decisione umana e automazione. **Ogni algoritmo è, in fondo, una ipotesi cognitiva: estende capacità, ma impone vincoli e nuove responsabilità.**

### **La strategia come orizzonte, non come programma**

Se la caduta più frequente è quella di pensare la strategia come un piano da eseguire, l'errore più comune è credere che basti predisporre un documento strategico e ap-

plicarne le azioni. In realtà, la strategia in contesti dinamici, come quelli tecnologici, è meglio se concepita come orizzonte fluido, una stella polare che guida le scelte, ma si muove di continuo. Nel tempo, quel riferimento cambia, le priorità evolvono, il contesto si sposta. **Una vera strategia IA è dunque un atto riflessivo generativo**: tiene insieme coerenza e mutamento, integrazione e sperimentazione.

All'interno di questo orizzonte, ogni progetto deve essere pensato come un pezzo di un disegno più ampio, non come modulo prefissato. Le domande

fondamentali non riguardano "quali modelli usiamo" o "quanti dati abbiamo", bensì "in che misura l'IA estende o modifica il senso dell'organizzazione" e "come trasformiamo quell'estensione in un sapere che attraversa silos e ruoli".

### **L'(auto) organizzazione come principio**

Il difficile non è fare "qualche progetto utile", è progettare l'auto-generatività dell'intelligenza artificiale in azienda: strutture che sanno rigenerarsi, apprendere, contaminarsi. **Questo richiede che l'IA non sia confinata, ma permei la struttura organizzativa stessa, integrandosi nei processi decisionali, nei piani operativi, nei codici di comportamento.** Le organizzazioni che si limitano a orizzonti limitati, delegando l'IA ai tecnici, rischiano una dicotomia sempre più marcata tra "chi conosce gli algoritmi" e "chi governa il sistema". Invece serve che l'IA diventi una lingua comune, un modo di pensare, non solo uno strumento specialistico.

Il punto non è costruire un "centro di eccellenza" separato (una torre d'avorio

digitale), ma favorire la nascita di microsistemi autonomi, dotati di spazi di sperimentazione, ma integrati in un contesto condiviso. **In questo senso, la sfida non è solo tecnica, ma istituzionale**: chi decide, chi valuta, chi monitora? E come si connette quell'autorità molteplice con la responsabilità operativa?

### **La misura e la riflessione: una dialettica necessaria**

Spesso in azienda l'IA viene giudicata solo sui numeri: riduzione di costi, incremento delle vendite, efficienza operativa. Ma la misura, pur indispensabile, rischia di diventare una gabbia se non è accompagnata da una riflessione sul senso dei numeri stessi. Ogni KPI ridefinisce obiettivi, orientamenti, gerarchie implicite. In che misura misuriamo il benessere degli utenti? La trasparenza? L'equità? Il costo dei bias? E chi definisce questi criteri?

Una strategia IA che duri non può ignorare il paradosso della misurazione: i sistemi misurano solo quello che è misurabile, e ciò che è misurabile non sempre cor-

risponde a ciò che è importante. Occorre che l'atto di misurare sia pensato come atto politico e riflessivo: in ogni scelta metodologica, in ogni metrica inserita, emergono visioni, valori, bilanciamenti. Così come non si fuggono le domande sulle responsabilità algoritmiche: quali decisioni lasciamo all'IA? Con quali vincoli? Dove manteniamo l'intervento umano? L'orizzonte della strategia non è eliminare il rischio, ma accoglierlo deliberatamente, governarlo con trasparenza, ridefinire l'orizzonte delle deleghe.

### **Verso una strategia che resista**

Alla radice della "solitudine del pilota" c'è una mancanza di tempo collettivo: nessuna organizzazione porge l'orecchio all'IA se non riconosce che l'IA è un cambiamento che richiede tempo, istituzioni intermedie, spazi di dialogo. **Le esperienze isolate, non integrate, perdono forza. Solo dove la sperimentazione dialoga con le pratiche radicate, solo dove la riflessione alimenta l'azione e l'azione stimola la riflessione, si genera un ordine emergente.**

Una strategia IA che duri

non si compra: si costruisce. Si costruisce coltivando contesti, alimentando visioni plurali, accogliendo la deriva come opportunità, restando capaci di cambiare rotta. Non serve un volo solitario: serve un sistema che sappia volare insieme.

**Nel framework di adozione sviluppato da Spindox, il primo passo è definire una visione e una strategia IA a lungo termine:** non un documento tecnico, ma una bussola strategica. Significa allineare l'intelligenza artificiale agli obiettivi aziendali, capire dove può generare valore concreto (in termi-

ni di efficienza, nuovi ricavi, migliore esperienza utente) e dove, invece, serve ancora maturazione tecnologica o culturale.

Questa visione non si improvvisa e richiede:

- Analisi di maturità su cinque dimensioni chiave: strategia e governance, persone e competenze, dati e infrastrutture, casi d'uso e impatto, etica e sostenibilità.

- Workshop di allineamento tra business e tecnologia: dirigenti, data scientist, IT, marketing e compliance

devono parlare lo stesso linguaggio.

- Scenari di opportunità, per individuare i domini in cui l'IA può diventare un vantaggio competitivo e non solo un esperimento da laboratorio.

Il risultato è un orizzonte di opportunità: **una mappa dei punti in cui l'intelligenza artificiale può davvero fare la differenza.**

### **Conclusione: il pilota non deve volare da solo**

Nessuna organizzazione può permettersi che la propria intelligenza artificiale resti confinata nei laboratori. Il vero salto è culturale e strategico: passare dall'IA come esperimento all'IA come leva strutturale. E per farlo serve una visione condivisa, una governance solida e la capacità di apprendere costantemente dal proprio percorso.

In fondo, **la solitudine del pilota si supera solo quando il volo diventa collettivo** – quando l'azienda intera, dal top management ai gruppi operativi, partecipa alla rotta. Solo così l'intelligenza artificiale smette di essere un orizzonte incerto e diventa un motore di trasformazione duraturo.





# Governo e responsabilità

Chi tiene le redini dell'IA in azienda?

Quando si parla di intelligenza artificiale in azienda, un interrogativo torna ossessivo: **chi governa, chi decide, chi controlla?** È un tema che si intreccia con la politica del potere, con le responsabilità morali, con la struttura interna delle istituzioni. L'IA non è un mero strumento, è una forma di automazione decisionale o, meglio, è una co-decisione tra macchina e uomo che distribuisce potere. Dove un algoritmo prende una decisione (o la suggerisce), entra in scena un'autorità tecnica: il proprietario del modello, chi lo addestra, chi lo monitora, chi decide i limiti. In altre parole, l'IA richiama la domanda su chi detiene l'ultimo atto di sovranità, e su come quel confine venga definito.

Nelle aziende che sperimentano l'IA, spesso si assiste a una tensione interna tra chi "fa" l'innovazione (IT, data science) e chi "governa" (linee di business, compliance, giuridico). Ma questa tensione va interpretata non come conflitto, bensì come sintomo di un problema più profondo: la struttura del potere all'interno dell'organizzazione. Chi ha il diritto di "mettere mano" a un modello, di modificarlo, di disattivarlo? Chi può accedere ai dati sottostanti? Con quale traspa-

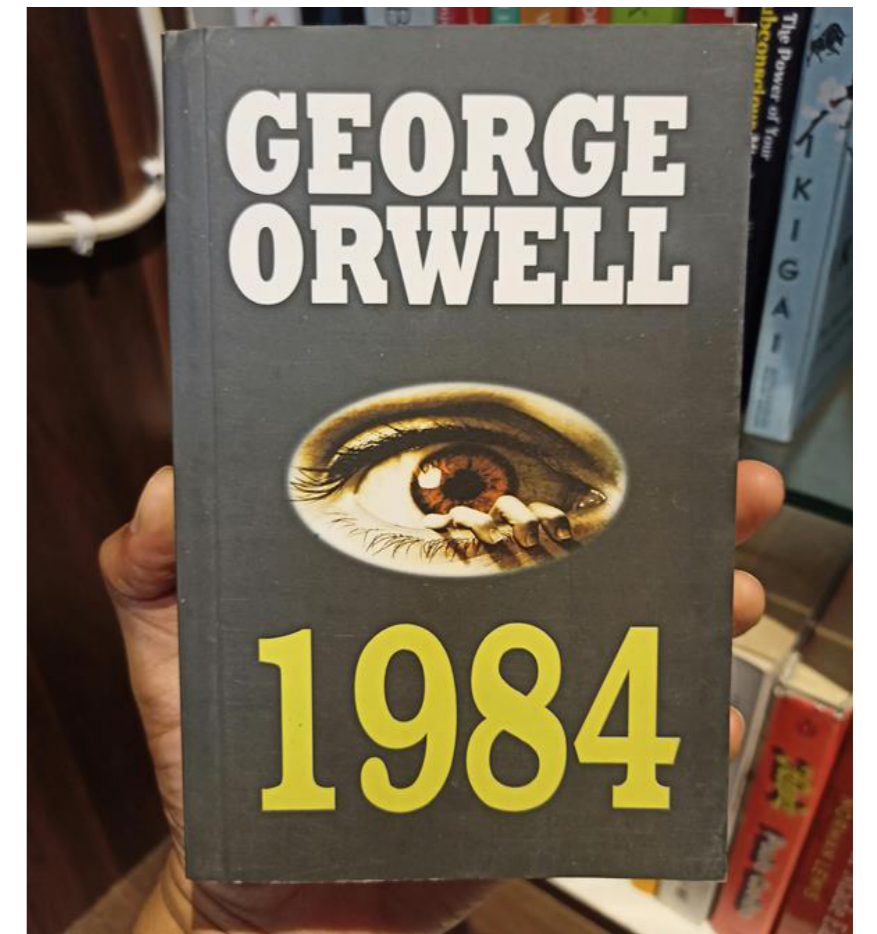
renza?

La questione è fondamentale: l'algoritmo ha effetti, non solo sui processi aziendali, ma sui soggetti con cui interagisce (clienti, dipendenti, stakeholder). Dare potere a un modello significa assumersi una responsabilità che non è tecnica, ma istituzionale.

**Viviamo un tempo in cui l'intelligenza artificiale è diventata il nuovo interprete delle nostre decisioni.** I sistemi di IA non si limitano più a eseguire comandi: suggeriscono, prevedono, decidono, spesso prima an-

cora che un essere umano intervenga. Eppure, l'altra metà del paradosso è che siamo noi, umani, a decidere come l'IA deve decidere. La addestriamo, la regoliamo, la correggiamo. In questo gioco di rimandi, **si crea un loop decisionale in cui è difficile distinguere chi guida e chi viene guidato.**

Se l'IA nasce per aiutarci a prendere decisioni migliori, oggi siamo noi che dobbiamo prendere decisioni per migliorare l'IA. Ma cosa accade quando questo ciclo si chiude su sé stesso, e non è più chiaro chi influenza chi?





Chi addestra chi?

Chi corregge chi?

Chi giudica chi?



A quel punto, citando Orwell da "chi controlla i controllori?" potremmo chiederci:

Chi addestra chi?  
Chi corregge chi?  
Chi giudica chi?

### L'intelligenza che ci giudica

In 1984, la sorveglianza era il volto esterno del potere: un controllo visibile, opprimente, incarnato nel Grande Fratello. Nell'era dell'IA, invece, il potere è spesso invisibile: non impone, ma suggerisce; non ordina, ma prevede; non punisce, ma ottimizza. L'IA non è il nuovo Grande Fratello: è piuttosto il suo algoritmo, silenzioso e impersonale, che impara da ciò che vede, ma anche da ciò che noi decidiamo di fargli vedere.

Ogni volta che un'organizzazione introduce un modello di IA per supportare processi decisionali - dall'assunzione di personale alla concessione di crediti, dalla manutenzione predittiva alla gestione dei clienti - affida a quella macchina un pezzo della propria capacità di scelta. Ma ogni decisione algoritmica è il riflesso di decisioni umane precedenti: chi ha selezionato i dati? Chi ha fissato le soglie di rischio? Chi ha definito cosa significa "successo" o "errore"?

Il punto non è più solo controllare l'IA, ma comprendere come essa ci controlla mentre la controlliamo.

**Orwell ci ammonisce: non basta creare un meccanismo di controllo se il controllore stesso non è sottoposto a verifica.** In un sistema democratico questo significa che chi vigila deve essere a sua volta vigilato. In un'impresa che adotta l'IA, questa lezione si applica con forza: avere comitati etici, unità di auditing, team di compliance è necessario, ma non basta se questi organi restano immuni da garanzie, trasparenza, rotazione, esposizione al dialogo interno. Immaginate che un "comitato etico IA" operi come un'entità isolata: i regolamenti dell'IA vengono approvati dietro porte chiuse, senza un contraddittorio aperto con i gruppi tecnici o gli utenti. In quel caso, la governance rischia di diventare tecnicamente legittima, ma politicamente sterile, uno strato burocratico privo di legittimazione. **Il nodo è che l'IA, più di qualsiasi altra tecnologia, rende visibile il confine del potere:** chi decide i criteri, chi valuta i rischi, chi interviene, tutto diventa oggetto di disputa epistemica.

Una via possibile è quella di un modello duale: riconoscere che il sistema necessita di soggetti capaci di gestire i rischi, ma al contempo preservare spazi per sperimentazio-

ne e autonomia. È necessario un equilibrio tra autorità responsabile e libertà operativa, tra vincoli esterni e spazi interni. In altre parole: non un modello monolitico di comando, ma una architettura di responsabilità distribuita.

In questa architettura, si possono immaginare ruoli distinti: guardiani orizzontali, soggetti operativi, organi misuratori e valutatori, spazi di dialogo e trasparenza. Nessun attore è "supremo": ogni livello di controllo è esso stesso sorvegliato da una pluralità di istanze. Il rischio che "chi controlla" diventi immune va evitato istituzionalizzando rotazioni, audit esterni, procedure di appeal, documentazione pubblica.

### Dati, privacy e responsabilità: il nuovo contratto morale

Le aziende amano parlare di "IA governance", come se esistesse un punto da cui l'IA possa essere gestita con chiarezza e linearità. In realtà, il rapporto tra uomo e macchina è una spirale. **Ogni volta che un modello viene corretto da un umano, il suo comportamento futuro cambia.** E ogni volta che l'algoritmo influenza una decisione umana, quella decisione modifica il contesto da cui il modello apprende.

Ne nasce un sistema circolare di influenza reciproca, in cui non si può più parlare di controllo in senso classico. L'IA non è un



soggetto passivo, ma un partner cognitivo, e ciò rende il tema della responsabilità più complesso: quando una scelta è il risultato di questo ciclo, chi risponde delle sue conseguenze?

L'errore più grave è pensare che basti costruire un "centro di controllo" per tenere a bada l'intelligenza artificiale. Al contrario, **serve un'architettura di controllo distribuita, dove la responsabilità sia diffusa e tracciabile lungo tutto il ciclo di vita del modello: dalla raccolta dei dati all'uso operativo.**

L'AI Act europeo – approvato nel 2024 e in corso di attuazione – ha proprio questo obiettivo: ridefinire le responsabilità di chi sviluppa, distribuisce e utilizza sistemi di intelligenza artificiale. Introduce quattro

categorie di rischio (minimo, limitato, alto, inaccettabile) e impone obblighi precisi:

- tracciabilità e documentazione completa del ciclo di vita del modello;
- obbligo di supervisione umana per i sistemi ad alto rischio;
- trasparenza sugli algoritmi che impattano diritti fondamentali;
- valutazioni di impatto e meccanismi di audit continuo.

**In parallelo, il GDPR e le norme sulla Data Governance completano il quadro:** ogni dato utilizzato deve essere lecito, proporzionato, pertinente, spiegabile. Non è più possibile delegare la compliance: privacy, sicurezza, etica e responsabilità devono es-



sere integrate fin dalla fase di progettazione. È il principio del compliance by design, esteso oggi al campo dell'intelligenza artificiale.

**La vera sfida per le aziende non è solo rispettare la norma, ma costruire un'etica operativa:** un insieme di pratiche che rendano trasparenti le scelte, comprensibili i processi, condivise le responsabilità. Governare l'IA, oggi, significa governare anche l'infrastruttura dei dati che la alimenta – perché è nei dati che risiede il primo potere e il primo rischio.

## Dall'audit alla coscienza collettiva

Nelle aziende più mature, la governance non è solo un insieme di comitati o policy. È un sistema nervoso che collega compliance, risk management, IT, legal e business. Ogni decisione algoritmica deve poter essere spiegata, riprodotta e, soprattutto, contestata. Le funzioni di auditing non sono più meri revisori, ma mediatori epistemici: aiutano a tradurre la logica del modello nel linguaggio umano, e viceversa.

Ma c'è un passo ulteriore. Se l'IA apprende dalle scelte umane, allora anche gli umani devono apprendere dall'IA. **Questo è il cuore del nuovo equilibrio: un circuito di apprendimento reciproco.** Ogni errore del modello è un'occasione di introspezione organizzativa. Ogni decisione "assistita" è una finestra sui nostri stessi bias. Il futuro della governance aziendale sarà costruito da aziende che accettano di essere osservate dai propri algoritmi, per diventare più consapevoli del modo in cui decidono. Oltre ai ruoli e alle strutture, potremmo pensare la governance dell'IA come una infrastruttu-



ra cognitiva: un gesto tecnico-politico che produce un humus di orientamenti condivisi. **Ogni intervento di governance non è "in più" rispetto al fare, ma ne è parte integrante:** il codice politico che plasma i modelli, che orienta le scelte di feature engineering, che produce limiti e possibilità, che modula i rischi. In questa prospettiva, governare l'IA non significa metterla sotto tutela, bensì esserne co-autori consapevoli. Ne va del destino dell'IA non come strumento, ma come soggetto di mediazione tra valori, poteri e istituzioni aziendali.

## Conclusione: oltre la torre di controllo

Il rischio di molte aziende è costruire una torre separata di controllo, una sala comandi isolata, che approva l'IA dall'alto ma non la

vive sul terreno. In quel caso, la governance diventa una forma di decorazione morale.

**La vera sfida è intrecciare governo e produzione, controllo e autonomia, responsabilità esposta e pratica condivisa.**

Bisogna che l'IA diventi un oggetto attraversato dalla politica interna dell'azienda. A quel punto non è più richiesta l'illusione di un "controllore supremo": è sufficiente una rete di vigilanza integrata, critica e partecipativa dove chi controlla è a sua volta controllato. In questo modo, si assicura che l'IA replichi e rinforzi la cultura della responsabilità aziendale, piuttosto che stabilire una deriva incontrollata.

Per costruire fiducia, serve un governo dell'IA che sia integrato, tracciabile e par-

tecipativo. Integrato, perché la compliance non è un capitolo a parte, ma una dimensione che attraversa tutto: progettazione, dati, sicurezza, etica. Tracciabile, perché ogni decisione deve lasciare una scia verificabile di responsabilità. Partecipativo, perché solo una pluralità di sguardi – tecnici, legali, etici, umani – può evitare derive autoreferenziali.

In questa prospettiva, **l'IA non è né servo né padrone, ma compagno critico del processo decisionale.** E forse la vera governance, oggi, è imparare a convivere con questa ambiguità: accettare che il controllo non è più una linea verticale, ma un cerchio che ci comprende entrambi. **Come suggeriva Kevin Kelly, oggi occorre "perdere il controllo per conservare la guida".**





# Il trikle-down dell'intelligenza

Come la cultura dell'IA scende (e risale) nelle organizzazioni

**Ogni innovazione porta con sé un doppio movimento: si diffonde e si trasforma, scende dall'alto e risale dal basso, viene adottata e reinterpretata.** L'intelligenza artificiale non fa eccezione. Nelle aziende, la cultura dell'IA si propaga con la stessa logica dei fenomeni sociali studiati da Georg Simmel all'inizio del Novecento: l'innovazione come segno di distinzione, prima imitata, poi interiorizzata, infine normalizzata.

Nel suo celebre saggio sulla moda, Simmel descrive la tendenza delle élite sociali a introdurre uno stile, un gusto, un comportamento che poi si diffonde verso le classi inferiori, perdendo progressivamente il suo potere distintivo. **Oggi parleremmo di trickle-down effect.** È un meccanismo di influenza dall'alto verso il basso, ma anche di appropriazione dal basso verso l'alto perché ogni volta che la massa adotta uno stile, lo reinventa, lo adatta, lo rende proprio.

Ecco, l'adozione della cultura dell'intelligenza artificiale nelle aziende funziona in modo sorprendentemente simile.

## Il trickle-down dell'IA

Nelle organizzazioni, il processo di adozione dell'IA parte quasi sempre dai vertici: i board, i direttori dell'innovazione, i responsabili IT. Sono loro a definire visioni, budget, strategie, roadmap. L'intelligenza artificiale, in questa prima fase, è un oggetto di potere simbolico: rappresenta la modernità, la competenza, la promessa di un vantaggio competitivo.

È il momento della moda manageriale: tutti la citano, pochi la praticano davvero. Come nella teoria di Simmel, la distinzione è culturale prima che funzionale. Dire "stiamo lavorando su progetti di intelligenza artificiale" è un segnale di status organizzativo, un modo per mostrare appartenenza al gruppo dei pionieri.

**Ma la cultura dell'IA non diventa reale finché non scende di livello,** finché non penetra nei processi, nei gruppi, nelle decisioni quotidiane. È qui che il trickle-down effect incontra il suo limite: un linguaggio troppo tecnico o astratto rischia di non tradursi mai in comportamento diffuso. L'IA resta confinata nel perimetro dei data scientist, come la moda d'élite resta confinata nelle passerelle.

## Quando l'innovazione scende, ma non attecchisce

Ogni tecnologia attraversa una soglia simbolica prima di diventare operativa. Finché l'IA resta nel dominio delle presentazioni e dei workshop, la cultura che la sostiene rimane fragile. Il middle management, spesso, diventa il punto di rottura: non comprende appieno il potenziale, ma ne percepisce le minacce alla stabilità, ai ruoli, ai flussi decisionali. È in questa zona grigia che si gioca la vera adozione culturale.

**Come la moda, anche l'IA ha bisogno di traduzione: di interpreti che sappiano tradurre i principi in linguaggio comprensibile.** Serve qualcuno che spieghi, con parole

semplici, cosa significa davvero lavorare con un modello predittivo, come cambiano i processi, quali competenze nuove servono. **Quando questo non accade, si crea uno scollamento tra “chi parla di IA” e “chi la vive” – e la cultura si arena.**

Le aziende che non riescono a superare questo scarto diventano una caricatura del cambiamento: parlano di intelligenza artificiale come un tempo si parlava di “digital transformation”, senza mai farla davvero.

## Ma può esistere anche un effetto “bottom-up”?

Sì, e sempre più spesso. Nel-

le imprese più dinamiche, la cultura dell'IA non è soltanto un messaggio che discende dall'alto, ma una spinta che sale dal basso. Piccoli gruppi sperimentano strumenti di automazione, dipendenti curiosi provano assistenti generativi per semplificare il lavoro, community interne condividono prompt, script, modelli. È un moto spontaneo, non autorizzato, ma fertile: **la cultura si propaga per contaminazione.**

Questo fenomeno potrebbe essere definito un IA bottom-up effect, un flusso inverso rispetto al trickle-down classico. Il sapere non si limita a scendere lungo la gerarchia, ma la attraversa in entrambe le direzioni. L'innovazione, in questi

casi, nasce nei margini e costringe i vertici a ridefinire le proprie priorità.

Molte aziende si sono trovate a gestire esattamente questo scenario dopo l'esplosione dei modelli generativi: non sono stati i piani strategici a introdurli, ma i dipendenti, che li hanno sperimentati per primi. L'IA, in un certo senso, ha reso poroso il confine tra chi decide e chi applica.

## Cultura come conversazione, non come programma

In questa dialettica tra alto e basso, la cultura dell'intelligenza artificiale diventa

un ecosistema conversazionale. La cultura dell'IA si consolida quando le persone ne parlano, la criticano, la interrogano, la mettono alla prova.

**Nel modello di adozione sviluppato da Spindox, la maturità dell'IA si misura su cinque dimensioni:**

- strategia e governance,
- persone e competenze,
- dati e infrastrutture,
- casi d'uso e impatto,
- etica e sostenibilità.

Fra queste, la dimensione **“Persone e competenze”** è quella che più di tutte influenza le altre. Un'azienda può avere la migliore infrastruttura dati e una roadmap impeccabile, ma se le persone non comprendono il senso della trasformazione, il sistema si ferma.

Le competenze in gioco non riguardano solo il sapere tecnico - comprendere i modelli, gestire i dati, leggere i KPI - ma anche il saper dialogare con l'intelligenza artificiale, valutarne le decisioni, riconoscerne i limiti e le opportunità. In un'organizzazione matura,

il capitale umano diventa il motore della governance, non il suo destinatario passivo.

Promuovere una cultura dell'IA significa costruire un linguaggio condiviso tra chi guida la strategia e chi la realizza ogni giorno. Molte aziende, invece, vivono una frattura tra “vision” ed “execution”: la direzione parla di trasformazione, ma i gruppi operativi continuano a lavorare con logiche analogiche.

Il passaggio critico è quello della traduzione culturale. Serve che la leadership comunichi non solo cosa fare, ma perché farlo e che i collaboratori, a loro volta, si sentano liberi di sperimentare, segnalare, migliorare.

**Nel framework di adozione di Spindox, la crescita delle competenze è una leva trasversale:** accompagna ogni fase del percorso (dalla definizione strategica al roll-out dei casi d'uso); si adatta al livello di maturità dell'organizzazione; bilancia competenze hard e soft. In questo modo, la cultura dell'intelligenza artificiale diventa un'infrastruttura cognitiva:

si rinnova ogni volta che un gruppo adotta un nuovo strumento o sperimenta un nuovo modello. La formazione, dunque, non è solo trasmissione di conoscenze, ma costruzione di fiducia verso la tecnologia.

## Il capitale culturale come fattore competitivo

**Simmel avrebbe detto che la cultura è il modo in cui la società “assorbe” la modernità.** Nelle imprese, potremmo dire che la cultura dell'IA è il modo in cui l'organizzazione digerisce la tecnologia, la trasforma in significato e valore condiviso.

Il capitale tecnologico - infrastrutture, dati, modelli - non è sufficiente. Senza capitale culturale, ogni innovazione resta sterile. Non basta introdurre strumenti intelligenti: serve introdurre persone consapevoli del perché e del come li usano.

L'IA, in questo senso, non sostituisce le persone, ma le costringe a ridefinire il proprio ruolo cognitivo: da esecutori a co-decisor, da destinatari a protagonisti.



L'intelligenza artificiale non è "una macchina che pensa", ma un ecosistema di pensieri in cui umani e algoritmi co-evolvono.

**Promuovere cultura e competenze non significa solo fare aggiornamento tecnico, ma costruire un senso di appartenenza al cambiamento.** Le persone devono sentirsi parte di una trasformazione che le riguarda, non di un processo che le travolge. Le aziende che riescono in questo sforzo usano la formazione come strumento di dialogo, non di addestramento.

## Verso una cultura "simmetrica"

Un errore frequente è considerare la cultura un elemento "soft", difficile da misurare. In realtà, è il principale fattore di scalabilità dell'IA. Un'organizzazione che ha costruito consapevolezza diffusa può replicare un progetto IA in più reparti senza dover ripartire da zero; può gestire il rischio con agilità, adattarsi a normative e contesti nuovi.

La cultura, in questo senso, è una forma di governance distribuita: garantisce coerenza anche dove i processi cambiano rapidamente. Per questo, nella prospettiva Spindox, la cultura dell'IA è considerata parte integrante del modello di Execution, Scaling & Compliance. Governare la tecnologia significa anche diffondere la conoscenza necessaria per farlo in modo responsabile. E la conoscenza, per sua natura, cresce solo se è condivisa.

Oggi la diffusione dell'IA nelle imprese non

segue più solo un movimento top-down. Sempre più spesso, le idee nascono dal basso, da chi sperimenta strumenti generativi, automatizza piccoli task, propone nuovi casi d'uso. Questi segnali, se riconosciuti e valorizzati, diventano motori di innovazione interna.

**La cultura dell'IA, quindi, non è né verticale né orizzontale: è simmetrica.** Fluisce in entrambe le direzioni, creando un equilibrio tra visione strategica e partecipazione diffusa. Quando le persone si sentono parte del processo, l'adozione smette di essere imposizione e diventa collaborazione.

La vera infrastruttura dell'intelligenza artificiale non è fatta solo di dati, modelli e piattaforme, ma di persone consapevoli e competenti. Sono loro a garantire che la tecnologia produca valore, resti etica, generi fiducia.

**Promuovere una cultura dell'IA significa costruire una forma di intelligenza collettiva: una rete di conoscenze, responsabilità e linguaggi condivisi.** È questo il vero significato di "mettere le persone al centro": non un gesto retorico, ma una scelta di architettura organizzativa.



# Misurare l'impatto

## Metriche, KPI e ROI nei progetti IA



Nel mondo dell'intelligenza artificiale, la parola d'ordine è diventata "impatto". Dopo l'euforia dei primi prototipi e dei PoC lanciati in ogni direzione, le aziende stanno finalmente ponendo una domanda cruciale: **come misuriamo il valore reale dei progetti di IA?** Non si tratta solo di verificare se un modello funziona tecnicamente, ma di capire se ciò che produce genera un beneficio tangibile, sostenibile e coerente con la strategia dell'organizzazione.

### Il paradosso del ROI dell'intelligenza artificiale

Ogni nuova tecnologia attraversa una fase di entusiasmo e una di disillusione. L'intelligenza artificiale non fa eccezione. Negli ultimi anni molte imprese hanno investito in IA senza definire indicatori chiari di successo. I risultati? Piloti che non scalano, progetti che non trovano sponsor, aspettative disallineate. Oggi il ROI dell'IA non è solo una misura economica: è una lente strategica che rivela la maturità digitale e culturale dell'organizzazione.

Ma calcolare il ROI di un progetto IA non è semplice. Il valore può manifestarsi in forme diverse: riduzione dei tempi, miglioramento della qualità, crescita della soddisfazione dei clienti, oppure in metriche più sottili come la capacità di prendere decisioni più informate o di costruire fiducia nei sistemi automatizzati. La sfida non è solo misurare di più, ma misurare meglio.

Perché il valore generato da un progetto di intelligenza artificiale è multidimensionale. Esiste un valore diretto, facilmente quantificabile, legato a benefici economici immediati: efficienza operativa, automazione di compiti ripetitivi, riduzione dei costi di processo, miglioramento della produttività. Ma accanto a questo esiste un valore indiretto, spesso più profondo, che emerge nel tempo: la capacità di migliorare la qualità delle decisioni, accelerare l'innovazione, ridurre i rischi operativi grazie a una conoscenza più granulare dei dati. **Vi è poi un valore intangibile, che riguarda l'impatto sull'esperienza umana: la soddisfazione dei clienti, la fiducia degli stakeholder, la reputazione dell'organizzazione come attore tecnologicamente responsabile.** Quando un sistema IA rende più trasparente un processo, o riduce l'ambiguità nelle scelte, sta generando un valore culturale e reputazionale che, pur difficile da misurare, incide sulla competitività nel lungo periodo.

Infine, esiste un valore sistemico, quello che si crea quando un progetto di IA diventa leva di apprendimento collettivo e trasforma l'organizzazione. È il momento in cui la tecnologia smette di essere un esperimento isolato e diventa parte del modo in cui l'azienda osserva, comprende e agisce sul mondo. In questa prospettiva, **il ROI dell'IA non è più un indicatore statico ma un processo di apprendimento continuo:** ogni progetto genera dati, conoscenza e competenze che alimentano il ciclo successivo di innovazione.

## Cosa misuriamo davvero?

Dietro ogni metrica c'è una scelta politica e culturale. Concentrarsi solo sui KPI economici rischia di oscurare altre dimensioni dell'impatto: quella sociale, etica, ambientale. Nei progetti IA, soprattutto in quelli generativi, il "valore" non è sempre traducibile in euro. È anche capacità di innovare processi, di far crescere competenze, di migliorare la qualità del lavoro umano.

Ecco perché **parlare di "metriche dell'IA" significa parlare di responsabilità**. I numeri non bastano se non raccontano il contesto, se non includono la governance, la sostenibilità e la fiducia degli utenti. In questo senso, le metriche diventano strumenti di dialogo tra tecnologia e cultura aziendale.



## Dalla maturità alla misurazione: un approccio sistemico

Un modo per orientarsi in questa complessità è adottare un approccio di maturità. **Spindox, ad esempio, propone un modello di IA Maturity Assessment che valuta le organizzazioni su cinque dimensioni:** strategia e governance, persone e competenze, dati e infrastrutture, casi d'uso e impatto, etica e sostenibilità.

Questo tipo di framework permette di spostare l'attenzione dal singolo progetto al sistema: non si misura più solo la performance di un modello, ma la capacità dell'azienda di integrare l'intelligenza artificiale nei propri processi decisionali in modo scalabile, sicuro e conforme. È un cambio di paradigma: dall'IA come esperimento, all'IA come infrastruttura strategica.

**Una volta definito il livello di maturità, la vera sfida diventa prioritizzare i casi d'uso.** Per farlo, occorre una griglia di valutazione che tenga insieme business, tecnologia, etica e governance. Spindox propone cinque criteri integrati che aiutano a rendere questa scelta trasparente e comparabile:

1. **Business Value (BV)** – misura l'impatto economico e competitivo generato dal progetto. Non riguarda solo la redditività diretta, ma anche il contributo all'innovazione, alla soddisfazione dei clienti, alla reputazione del brand. È la dimensione che traduce la tecnologia in risultati concreti, e aiuta a capire quanto un'iniziativa di IA sia

allineata al valore percepito dal mercato e dagli stakeholder.

2. **Technical Feasibility (TF)** – valuta la disponibilità dei dati, la maturità delle tecnologie e le competenze interne necessarie per rendere il progetto realistico. È un indicatore di "fattibilità" ma anche di sostenibilità tecnica: un sistema che non può essere mantenuto o scalato non genera valore duraturo.

3. **Strategic Alignment (SA)** – verifica la coerenza del progetto con gli obiettivi aziendali di lungo periodo. Un progetto di IA ben allineato alla strategia d'impresa non solo produce risultati, ma rafforza la direzione strategica dell'organizzazione, contribuendo alla sua identità digitale.

4. **Complexity/Effort (CE)** – stima l'impegno richiesto in termini di tempi, risorse e cambiamento organizzativo. Non misura solo la difficoltà tecnica, ma anche la capacità dell'azienda di assorbire il cambiamento. È la dimensione che mette in relazione il valore atteso con lo sforzo necessario per ottenerlo.

5. **Risk/Compliance (RC)** – analizza i rischi legali, etici e reputazionali legati all'uso dell'IA. Integra il concetto di fiducia nella misurazione dell'impatto, assicurando che l'innovazione sia conforme ai principi di responsabilità e trasparenza.

Combinando queste dimensioni con pesi differenti – crescita, efficienza, compliance – si ottiene una "mappa dell'impatto" che aiuta le organizzazioni a scegliere dove investire davvero. **Non più quale modello**

**è più intelligente, ma quale iniziativa genera valore sostenibile nel tempo.**

Le cinque dimensioni del valore rappresentano anche cinque prospettive su cui un'organizzazione matura deve saper bilanciare le proprie decisioni. Nessuna è sufficiente da sola: la massima efficacia nasce dall'integrazione. Un caso d'uso con alto Business Value ma basso Risk/Compliance può essere economicamente vantaggioso ma reputazionalmente rischioso; uno con alto allineamento strategico ma bassa fattibilità tecnica può diventare un'aspirazione irrealizzabile. **La vera arte della misurazione sta nel comporre il mosaico: dare priorità ai progetti che uniscono impatto, sostenibilità e coerenza con il percorso evolutivo dell'impresa.**

## **Oltre i numeri: l'etica della misurazione e la cultura della misura**

La vera maturità, però, non si raggiunge solo con dashboard e KPI. Si raggiunge quando l'azienda è in grado di discutere criticamente le proprie metriche, di capire cosa resta fuori dal perimetro della misurazione. Ad esempio, quanto un sistema IA modifica la percezione dei lavoratori? Quanto incide sulla fiducia degli utenti o sulla reputazione del brand?

In un contesto regolato da normative come l'AI Act, la misurazione non è più un esercizio tecnico ma un atto di responsabilità. Ogni KPI diventa una forma di governance, un

segnale di come l'organizzazione interpreta il rapporto tra innovazione e rischio. Il ROI dell'intelligenza artificiale, in fondo, è anche un ROI di fiducia: la capacità di dimostrare che l'uso dell'IA crea valore senza compromettere i valori.

L'IA non è una corsa a chi ha più modelli, ma a chi sa misurarne meglio l'impatto. Le aziende che vinceranno non saranno quelle che implementano più algoritmi, ma quelle che sapranno collegare ogni sperimentazione a un indicatore di valore reale, tangibile, comprensibile.

Misurare l'impatto dell'IA significa imparare a leggere la tecnologia come parte di un ecosistema umano. **Non basta un ROI per raccontare il futuro: serve una cultura della misura, capace di unire numeri e narrazione, efficienza e senso, strategia e consapevolezza.** Solo così l'intelligenza artificiale potrà diventare davvero ciò che promette: un abilitatore di valore condiviso e di progresso sostenibile.





# Paradiso perduto

Distopia di un'IA insostenibile.

Impatti ambientali, governance e obiettivi sociali per un futuro intelligente

---

di Paolo Costa

---

## Il paradosso del futuro insostenibile

Immaginiamo un futuro non troppo lontano in cui l'intelligenza artificiale ha smesso di essere uno strumento al servizio dell'uomo e del pianeta per diventare un motore cieco di efficienza. **Un futuro in cui nessuno si preoccupa più del consumo energetico dei modelli, del calore generato dai data center o dei milioni di litri d'acqua necessari a raffreddarli.** Un mondo in cui le emissioni di CO<sub>2</sub> crescono in modo invisibile, mentre i sistemi di machine learning si moltiplicano in nome della produttività.

In questo scenario, le politiche green sono considerate un ostacolo all'innovazione, la governance etica un lusso, i bias di genere o culturali un dettaglio statistico. Le decisioni vengono prese da algoritmi opachi che ottimizzano solo per il profitto, e i modelli più potenti divorano energia e risorse senza

controllo. L'IA continua a crescere, ma lo fa come una pianta che consuma il terreno su cui poggia.

Il paradosso è evidente: un'intelligenza che aspira a essere "artificiale" ma dimentica la realtà materiale e sociale che la sostiene. Una tecnologia nata per migliorare la vita umana che finisce per minacciarla, accelerando le crisi che dovrebbe contribuire a risolvere, dal surriscaldamento globale alla disuguaglianza sociale, dalla povertà informativa alla perdita di fiducia collettiva.

## Paradiso perduto

Secondo il rapporto "Energy and AI" dell'International Energy Agency (IEA, 2024), i data center che alimentano l'intelligenza artificiale potrebbero consumare entro il 2030 fino al 4% dell'elettricità mondiale. Un solo modello



linguistico di grandi dimensioni può generare emissioni equivalenti a centinaia di tonnellate di CO<sub>2</sub>, mentre una semplice query può richiedere decine di watt-ora.

Se le attuali tendenze non verranno corrette, i consumi legati all'IA potrebbero superare quelli dell'intero settore dell'aviazione civile. L'UNEP (United Nations Environment Programme) stima che le infrastrutture digitali richieda-

no già miliardi di litri d'acqua l'anno per il raffreddamento, spesso in regioni geografiche già esposte a stress idrico. E **ogni nuova generazione di chip e GPU implica estrazione di terre rare, trasporti, produzione e smaltimento con impatti ambientali significativi.**

In un futuro senza politiche di mitigazione, il prezzo dell'efficienza diventerebbe insostenibile: aria più inquinata,

acqua più scarsa, ecosistemi sotto pressione e una spirale di consumo che amplifica il cambiamento climatico invece di contenerlo. L'IA, nata per ottimizzare, diventerebbe paradossalmente una delle cause principali dell'inefficienza globale.

### L'impatto sociale e il rischio dell'indifferenza

In un mondo dominato da un'IA non sostenibile, anche la dimensione sociale ne uscirebbe deformata. **Gli algoritmi, se non governati, tendono a riflettere e amplificare i bias già presenti nei dati:** discriminazioni di genere, etnia, lingua, provenienza. Senza regole di equità e inclusione, il rischio è di creare una società automatizzata che riproduce le stesse ingiustizie con una velocità mai vista prima.

In un simile contesto, l'accesso all'IA diventerebbe privilegio di pochi: i Paesi più ricchi accumulerebbero modelli e potenza computazionale, mentre quelli in via di sviluppo resterebbero dipendenti



da piattaforme esterne. L'IA generativa, strumento di conoscenza, si trasformerebbe in una barriera cognitiva tra chi ha i mezzi per addestrare modelli e chi può solo usarli passivamente.

Il lavoro umano subirebbe una trasformazione radicale. Non una sostituzione immediata, ma una graduale perdita di centralità. **Gli individui sarebbero valutati attraverso metriche algoritmiche e sistemi automatizzati di performance, mentre la creatività, l'empatia e il pensiero critico verrebbero compressi in logiche di produttività.**

Senza una governance trasparente, l'IA smetterebbe di essere "intelligente" nel senso umano del termine, diventando un riflesso amplificato delle nostre contraddizioni.

### Ripensare la governance: Sustainability by Design

Per evitare questo scenario, la sostenibilità deve essere incorporata nella progettazione dell'IA fin dal principio. Non può essere un'aggiunta ex post, ma una dimensione costitutiva della governance.



Il World Economic Forum (2025), nel report "Why AI Infrastructure and Governance Must Evolve Together", sottolinea che l'unica via per rendere l'IA sostenibile è integrare standard ambientali, etici e sociali direttamente nei processi di sviluppo e distribuzione. **Ciò significa rendicontare i consumi, adottare metriche comuni, certificare l'origine dei dati e includere valutazioni di impatto ambientale nei piani di adozione tecnologica.**

La sostenibilità dell'IA non riguarda solo le emissioni o l'efficienza dei data center: riguarda anche la capacità di costruire fiducia. La trasparenza degli algoritmi, la supervisione umana e la partecipazione pubblica sono pilastri di un'intelligenza che non si limita a "funzionare", ma sa perché e per chi lo fa.

Un'IA sostenibile è quella che mette al centro la sobrietà dei modelli, la trasparenza, l'efficienza e la revisione continua. Essere sobri significa sviluppare solo ciò che serve davvero, evitando la corsa alla complessità fine a sé stessa.

Significa progettare modelli modulari, capaci di riuso e aggiornamento, riducendo sprechi di energia e di calcolo.

Ma significa anche "integrare metriche ambientali e sociali" in ogni fase del ciclo di vita di un progetto: dal design alla produzione, dall'addestramento alla manutenzione. Significa pubblicare dati e aprire spazi di verifica indipendente, affinché la fiducia non sia un atto di fede ma una conseguenza della trasparenza. E, soprattutto, significa rendere partecipi le persone. Una governance sostenibile coin-

volge utenti, comunità e istituzioni nella definizione dei limiti etici e ambientali dell'IA. Solo così l'intelligenza artificiale potrà diventare non una minaccia per il pianeta, ma un alleato per la sua rigenerazione.

## Dalla governance alla scienza dell'efficienza

Le riflessioni sulla governance e la sostenibilità etica dell'intelligenza artificiale trovano un'estensione naturale nella ricerca tecnica e industriale, che mira a rendere i modelli più sobri e performanti anche sul piano energetico.

La questione ambientale, infatti, si traduce in un problema ingegneristico: **come costruire architetture e algoritmi che richiedano meno energia, meno dati e meno potenza di calcolo, mantenendo la stessa efficacia?**

È in questo contesto che entra in gioco la ricerca sull'efficienza dei modelli di IA generativa e, in particolare, dei Large Language Models.

Quando diciamo che l'IA è poco sostenibile sul piano ambientale, formuliamo in realtà un'affermazione alquanto generica. Se fossimo più specifici, ammetteremmo che il problema della sostenibilità riguarda questa IA, ossia l'IA che si fonda su un sottoinsieme di tecniche di statistica computazione, rubricate come machine learning, e che oggi occupa tutte le nostre speculazioni di business, ma anche le nostre fantasie e i nostri incubi. In particolare, fanno parte di tale sottoinsieme

i modelli di apprendimento basati su reti di tipo transformer e diffusion, ossia l'IA generativa. È solo di essa che oggi si parla, come se da decenni non applicassimo altre tecniche di IA, usandole per risolvere problemi di natura eterogenea e per prendere decisioni anche molto complesse. **Si arriva così al paradosso, quando si leggono titoli giornalistici come «Arriva l'IA in Google Maps!», con riferimento all'integrazione di Gemini nel popolare servizio di mappatura e navigazione di Mountain View.** Titolo davvero fuorviante, considerando che Google Maps fonda il proprio funzionamento su tecniche di intelligenza artificiale da quanto esiste: algoritmi di ottimizzazione matematica per il routing (come Dijkstra, A\* e Route Optimization API) e per la localizzazione (più o meno gli stessi usati per il ranking dei contenuti da Google Search).

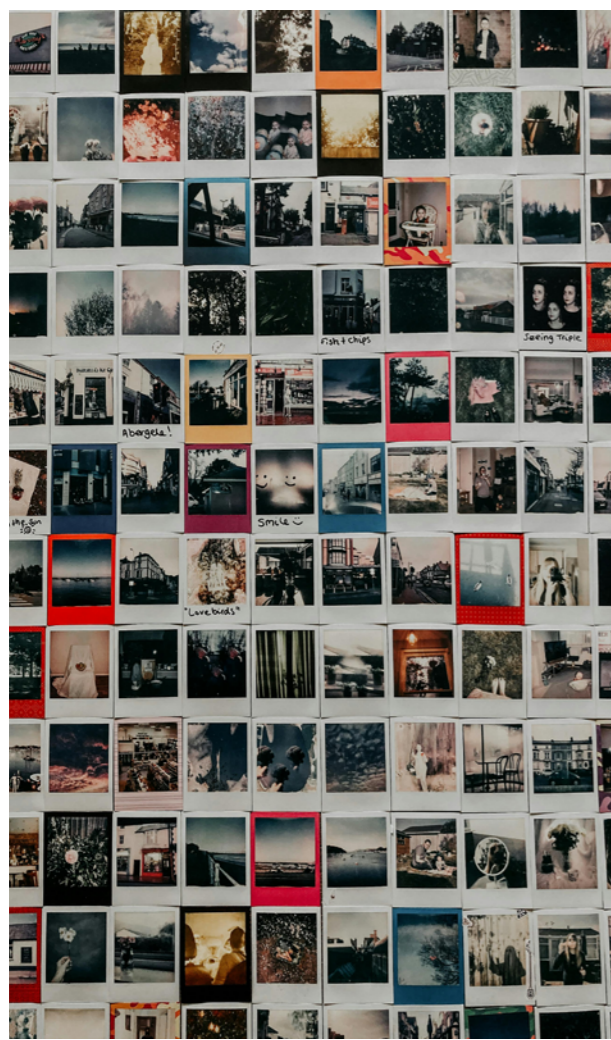
Ma – si obietterà – se parliamo di Gemini è un

altro discorso. Certo, l'IA generativa (Gemini, GPT, Claude ecc.) è un altro discorso, nel senso che è l'oggetto di una narrativa totalizzante, capace di rendere invisibile tutto il resto. E, se parliamo di IA generativa, il problema della sua sostenibilità si pone in termini drammatici. Perché si tratta di tecniche basate sull'esecuzione di calcoli molto complessi, che presuppongono un numero di parametri, una quantità di dati di addestramento e una capacità di codifica delle rappresentazioni interne enormi. **L'IA generativa ha fame di dati e di capacità di calcolo, per cui ha bisogno di infrastrutture energivore.** Ciò non significa che non si stiano cercando soluzioni per un'IA generativa più efficiente. Potremmo distinguere tre approcci, focalizzati rispettivamente su 1) hardware e infrastruttura, 2) modelli e algoritmi, 3) filosofia commerciale.

Con riferimento al primo punto, basti citare i progressi conseguiti da NVIDIA, in termini di



performance-per-watt, nel passaggio dalle «vecchie» GPU della famiglia Hopper alle più recenti Grace-Blackwell, anche se le indicazioni ufficiali del costruttore vanno prese con estrema cautela. Più interessante è la scelta di NVIDIA integrare nei suoi Tensor Cores e nelle sue librerie tecniche come la precisione numerica ridotta, la quantizzazione e la sparsità. Un recente studio di Yasha-svi Makin e Rahul Maliakkal (Sustainable AI Training via Hardware-Software Co-Design, 2025) esplora proprio come combinare tecniche di ottimizzazione hardware e software (kernel-level, memoria, scheduling, quantizzazione) sulle architetture emergenti, incluse quelle di NVIDIA, per aumentare l'efficienza



energetica dell'IA generativa.

**Un'altra strada tentata – non solo da NVIDIA – è quella di migliorare la gerarchia di memoria e minimizzare il movimento dei dati, dato che una delle fonti principali di consumo energetico è proprio il movimento dei dati fra memoria principale e cache, ma anche fra chip e chip e fra nodo e nodo.**

Analogamente, si cerca di razionalizzare l'architettura di interconnessione, introducendo tecnologie di networking ad alta efficienza e lavorando su reti con fotonica integrate. Nel data center, nel frattempo, si sperimentano tecniche di raffreddamento più efficaci (liquid cooling e raffreddamento diretto) per ridurre l'energia spesa in dissipazione termica, ma anche nuovi sistemi di alimentazione (regolatori di tensione integrati e gestione dinamica delle tensioni e frequenze) e architetture «accelerator farms» ottimizzate.

Va detto che il ritorno ottenuto seguendo le strade fin qui descritte è marginale: man mano che le architetture diventano efficienti, ottenere ulteriori miglioramenti richiede sforzi sempre più sofisticati. E allora è forse più interessante valutare il potenziale impatto derivante dall'approccio sugli algoritmi e dalle relative strategie commerciali. **In questo caso gli sforzi per rendere gli LLM meno energivori si stanno concentrando su quattro livelli principali: algoritmi, architettura del modello, inferenza, e training.** Senza entrare in dettagli troppo tecnici, nel primo caso si tratta di ridurre la complessità computazionale, che nel modello dell'attenzione classica ha complessità quadratica rispetto alla lunghezza del contesto, attra-



verso tecniche di attention lineare o sub-lineare, local attention, attention compressa o gerarchica. L'altra strada è quella di creare modelli più piccoli, senza perdita di qualità. A tale scopo rispondono le tecniche di distillazione del modello da un modello più grande (detto «teacher»), di pruning strutturale e di sparsità indotta. Analogamente, si ricorre ad architetture di tipo Mixture of Experts (MoE), nelle quali non tutti i parametri sono attivi per ogni input, ma si procede a un'attivazione selettiva in base al principio del minimo neces-

sario.

**Un altro fronte chiave è la quantizzazione: l'uso di formati numerici ridotti (FP8, INT8, INT4) consente minori operazioni floating point e minore uso di memoria, con risparmi energetici fino a un ordine di grandezza.** Si interviene anche sull'inferenza: tecniche come speculative decoding, cache ottimizzate e early exit riducono i passi di calcolo necessari. Per evitare che i modelli contengano internamente tutta la conoscenza, si diffon-

dono soluzioni come il retrieval-augmented generation (RAG) e i micro-modelli specializzati, che limitano il numero di parametri realmente attivi. Sul versante del training, si ottimizzano dataset, ottimizzatori e parallelismo per evitare calcoli ridondanti.

Infine, software e hardware vengono co-progettati: compilatori, kernel e scheduler sono adattati per ridurre movimenti di memoria, spesso più energivori del calcolo stesso. In sintesi, l'efficienza si ottiene facendo meno lavoro, attivando meno neuroni, usando meno bit e riducendo i passaggi inutili, senza perdere qualità nell'output.

## Sostenibilità come condizione di intelligenza

Se l'intelligenza artificiale del futuro dovesse dimenticare l'ambiente, ignorare i bias, trascurare la dimensione sociale e la responsabilità collettiva, non sarebbe più "intelligente": sarebbe soltanto potente.

**E la potenza, senza misura e senza coscienza, non genera progresso, ma entropia.**

Oggi sappiamo che la sostenibilità non è soltanto una questione etica o politica, ma anche un problema ingegneristico e cognitivo. Un sistema davvero intelligente è quello capace di ottimizzare non solo i propri risultati, ma anche le proprie risorse: di calcolare meglio, ma consumando meno; di apprendere di più, ma con dati più puliti; di essere complesso, ma anche sobrio.

La vera sfida non è costruire modelli sempre più grandi, ma modelli che comprendano meglio – del mondo, dei dati e di sé stessi.

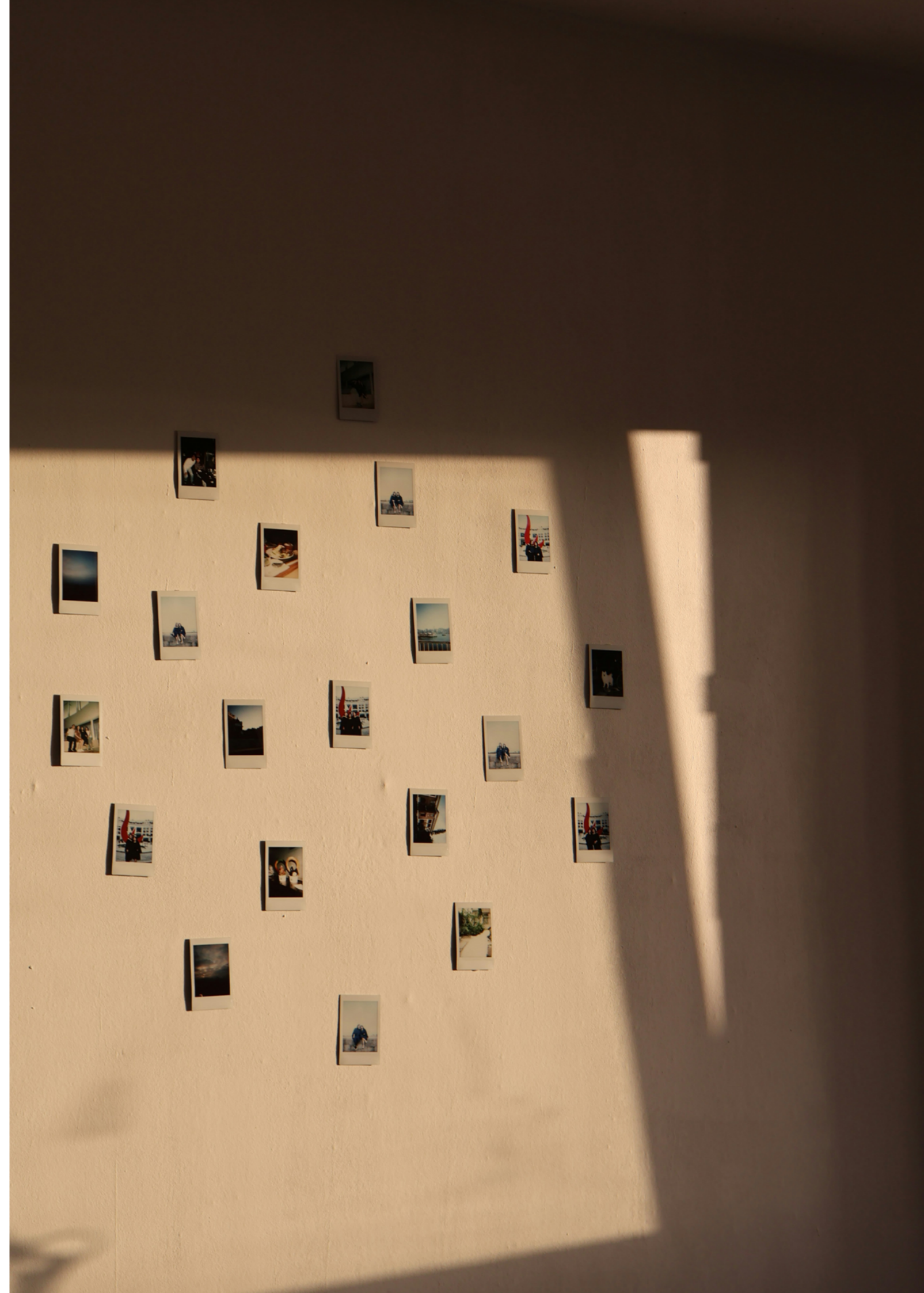
**È una sfida che si gioca tanto nel campo della governance quanto in quello della ricerca tecnologica: tra algoritmi che imparano a risparmiare energia, architetture che riducono i movimenti di memoria, e organizzazioni che sanno misurare e responsabilizzare l'impatto delle proprie scelte.**

La sostenibilità – ambientale, sociale, etica, ma anche computazionale – non è un vincolo all'innovazione, bensì la sua condizione di continuità.

Un'IA che consuma meno, spiega di più e coinvolge meglio non è una rinuncia, ma un salto di qualità: un'intelligenza che ha imparato a essere cosciente delle proprie conseguenze.

Un'IA sostenibile, dunque, non è solo un obiettivo tecnico né un ideale morale: è un atto di civiltà tecnologica.

È la scelta di una specie che decide di non consumare il mondo per conoscerlo, ma di conoscerlo per custodirlo, rigenerarlo e imparare a convivere con esso.





# Il mio tesoro digitale

Etica e seduzione dell' IA

## Il potere che corrompe chi lo impugna

C'è un momento, ne "Il Signore degli Anelli", in cui Frodo guarda l'Anello e ne percepisce tutta la seduzione. **È un oggetto piccolo, apparentemente innocuo, ma dotato di un potere assoluto: può dare forma ai desideri più ambiziosi, ma allo stesso tempo li deforma.** Chi lo impugna per troppo tempo ne viene corrotto, consumato, "ghermito", fino a confondere la propria volontà con quella dell'Anello stesso. Ecco: l'intelligenza artificiale, oggi, è il nostro Anello del Potere. Una tecnologia capace di amplificare enormemente la capacità cognitiva dell'uomo, ma anche di soggiogarlo. Il suo fascino risiede nella promessa di conoscenza totale, di decisioni perfette, di un'efficienza che supera i limiti biologici. Ma in questa promessa si nasconde la tentazione più pericolosa: delegare all' algoritmo la responsabilità di decidere "al posto nostro". Non è un caso che molti studiosi di etica digitale parlino oggi di delegation bias: **la tendenza a fidarsi delle decisioni automatiche perché statisticamente corrette, anche quando non lo sono.**

In altre parole, come Gollum con il suo "tesoro", l'uomo tende a venerare l'algoritmo non per ciò che è, ma per il potere che rappresenta.

## L'illusione della neutralità

Dietro l'apparente oggettività del calcolo, ogni algoritmo incorpora scelte umane: se-

lezione dei dati, definizione delle metriche, struttura del modello, pesi di ottimizzazione. I sistemi di intelligenza artificiale non sono entità neutrali, ma specchi amplificati delle società che li creano.

Lo dimostrano casi recenti:

- il sistema di valutazione dei rischi giudiziari COMPAS, usato in diversi tribunali statunitensi, ha mostrato bias razziali sistematici, sovrastimando la pericolosità di imputati afroamericani;

- il recruiting engine di Amazon, basato su dati storici, ha penalizzato i curricula femminili per posizioni tecniche, perché il dataset era sbilanciato verso uomini;

- e, più recentemente, diversi modelli generativi di immagini e testo hanno riprodotto stereotipi culturali (volti caucasici per ruoli "dirigenziali", associazioni tra genere e professione).

Il bias non è un errore casuale: **è una conseguenza strutturale di ciò che l'algoritmo apprende.** Se i dati che lo nutrono sono iniqui, anche le sue decisioni lo saranno, solo in modo più silenzioso e difficilmente contestabile.

## Explainable IA: la trasparenza come resistenza

L'unico modo per non essere "ghermiti" dal potere dell'IA è comprenderne il funzionamento. **L'Explainable AI (XAI)** è la

disciplina che si occupa di rendere trasparenti i processi decisionali dei modelli, traducendo il linguaggio statistico in spiegazioni umanamente intelligibili. Le tecniche oggi più diffuse come SHAP, LIME, Integrated Gradients, Saliency Maps, permettono di individuare quali fattori hanno influenzato una decisione, rendendo visibili i meccanismi interni del modello. **Ma la spiegabilità non è solo un tema tecnico: è una questione epistemologica e democratica.** Un modello che decide senza spiegarsi mina il principio stesso di responsabilità.

Come possiamo contestare un errore, correggere un pregiudizio o anche solo comprendere un risultato se non conosciamo i criteri che l'hanno generato?

Il recente AI Act europeo impone che i sistemi "ad alto rischio" garantiscano tracciabilità, supervisione umana e spiegabilità. Non si tratta di un vincolo burocratico, ma di un principio fondativo: l'intelligenza artificiale deve restare comprensibile all'intelligenza umana che la crea.

## La fiducia come atto di equilibrio

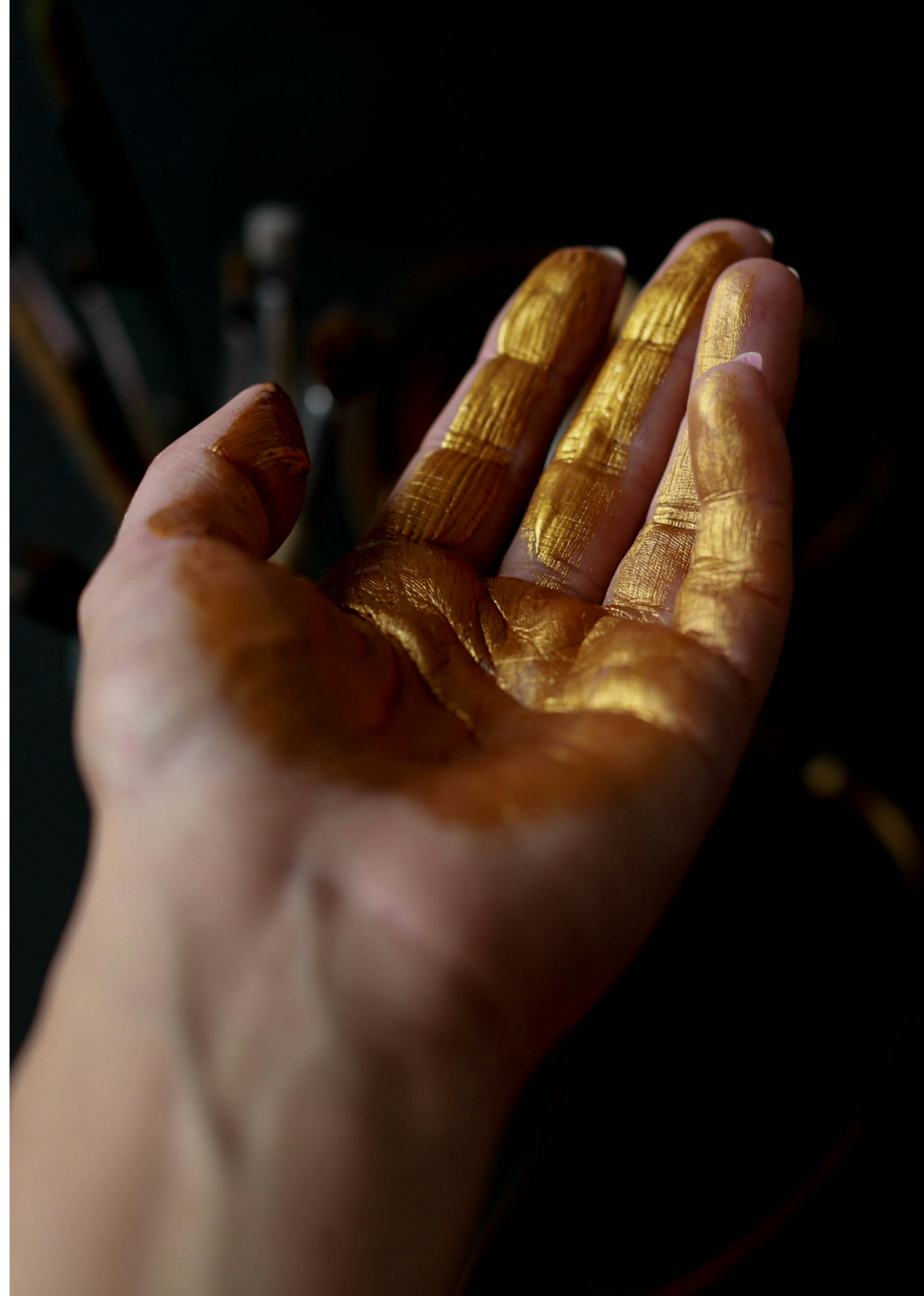
La fiducia, in questo contesto, non nasce dall'efficienza tecnica ma dalla trasparenza relazionale. Un'IA affidabile non è quella che "funziona meglio", ma quella che sa rendere conto delle proprie decisioni. Questo implica un cambio di paradigma: dal culto

della performance al governo della responsabilità. Le aziende più lungimiranti stanno integrando team di AI Ethics e Governance, che monitorano l'intero ciclo di vita dei modelli: dall'origine dei dati al loro riutilizzo, dal design del modello alla fase di retraining. L'obiettivo non è frenare l'innovazione, ma renderla **responsible by design**, secondo logiche di auditabilità e documentazione continua. Come afferma la IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), **"non esiste IA etica senza IA spiegabile"**.

## L'anello, l'IA e la scelta giusta

Nella saga di Tolkien, Frodo comprende che l'unico modo per non cadere in balia dell'Anello è rinunciare al suo potere. **La vera forza non sta nel dominarlo, ma nel riconoscerne i limiti.** Allo stesso modo, l'etica dell'algoritmo non consiste nel "controllare tutto", ma nel sapere dove fermarsi. Significa costruire modelli che ammettano il dubbio, che lascino spazio alla revisione, che accettino la fallibilità come parte della loro intelligenza.

La sfida dei prossimi anni non sarà creare algoritmi più forti, ma algoritmi più giusti, capaci di coesistere con la complessità morale del mondo che descrivono. Un'IA trasparente, verificabile e inclusiva non riduce la nostra libertà: la estende. È il gesto con cui l'uomo sceglie di restare padrone dell'Anello, senza diventare il suo schiavo.



# L'IA prima che fosse di moda l'IA

La piattaforma Ublique©



## Decision Intelligence e casi d'uso

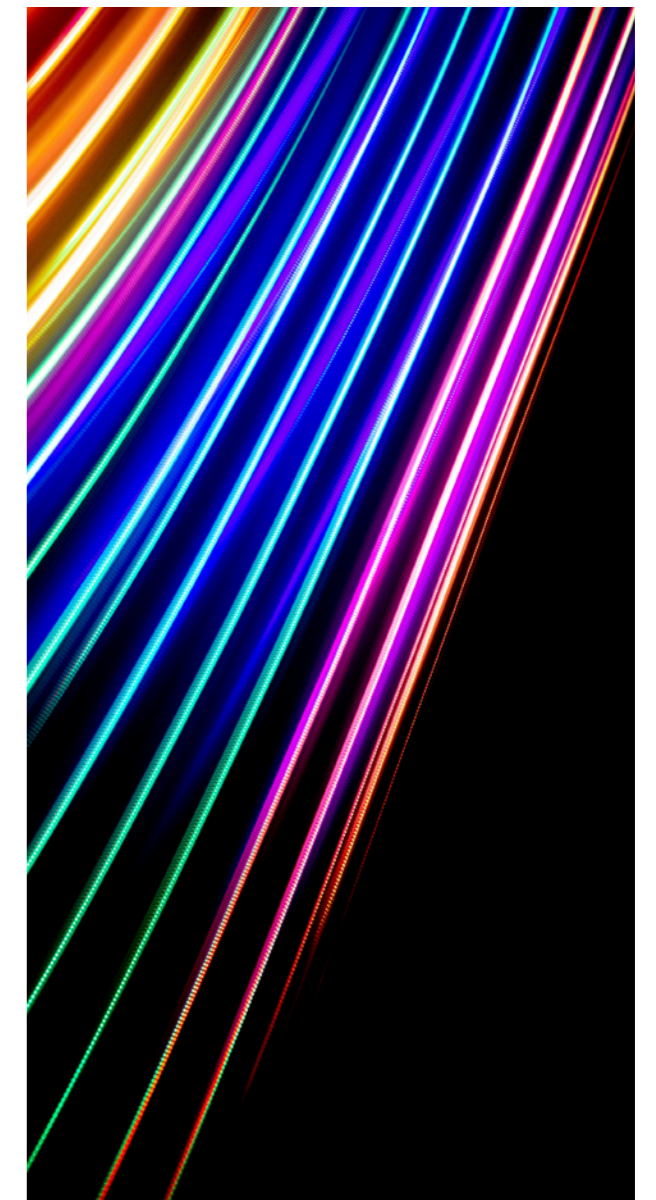
Quando nel 2020 Spindox ha acquistato ACT Operations Research, società di ingegneria matematica specializzata nella fornitura di software decisionali aziendali e soluzioni di controllo dei processi, l'intelligenza artificiale non era ancora il centro del discorso pubblico che è oggi. Lontano dai riflettori dei modelli generativi e dall'hype dei chatbot, quell'acquisizione rispondeva a una visione aziendale chiara: l'IA sarebbe diventata la spina dorsale delle organizzazioni data-driven, ma solo se capace di supportare le decisioni umane, non di sostituirle.

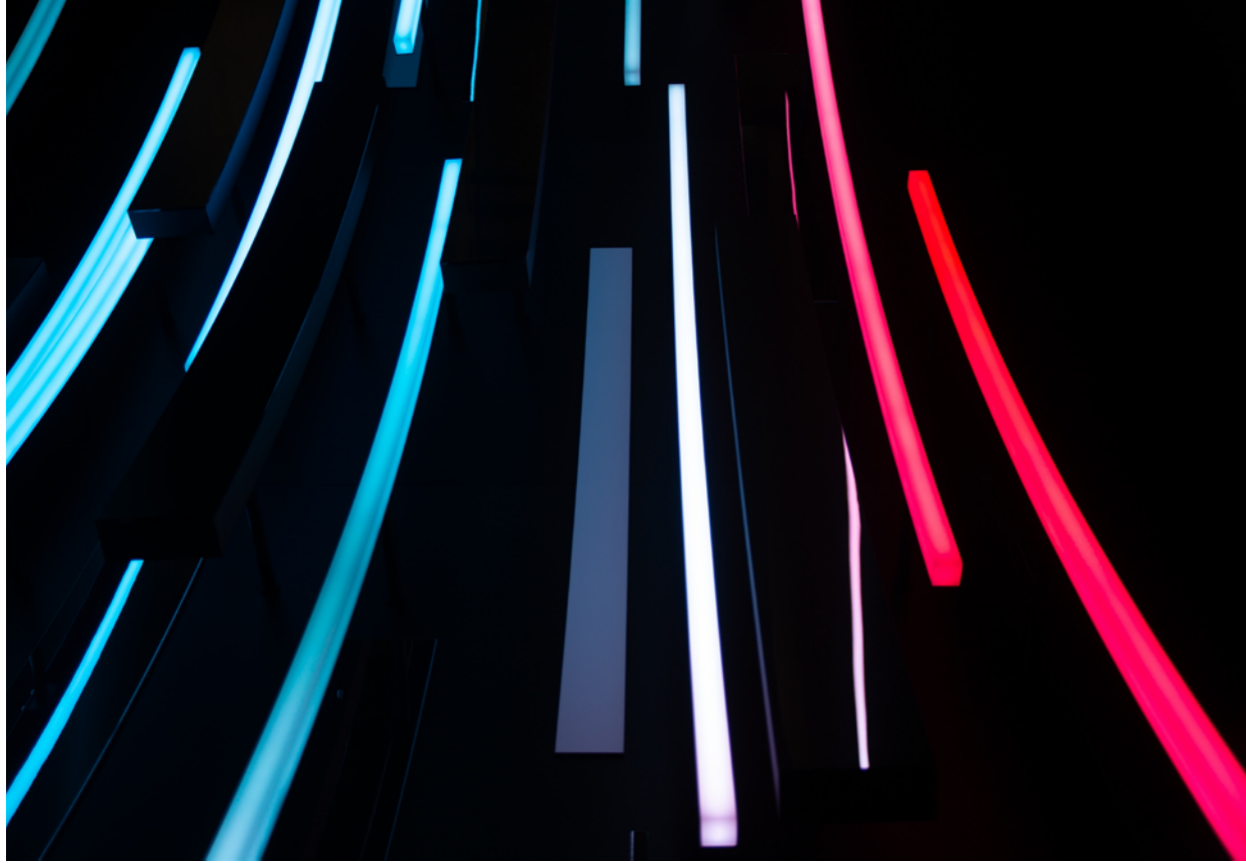
Da quella intuizione è nata **Ublique©**, la piattaforma di **Decision Intelligence** che anticipava di anni la **convergenza tra analisi, ottimizzazione matematica, machine learning e simulazione**. Spindox aveva compreso prima di molti che l'IA, per essere realmente trasformativa, doveva essere intelligente nel modo in cui veniva applicata – non uno strumento di moda, ma un metodo di pensiero.

Oggi, in un panorama dominato da soluzioni "plug and play" e da promesse di automazione totale, Spindox può parlare di IA con maturità e consapevolezza. L'esperienza di Ublique© dimostra che la vera sfida non è costruire modelli più potenti, ma mettere l'intelligenza artificiale al servizio della capa-

bilità di decidere. È questa la differenza tra chi adotta la tecnologia e chi la governa.

Ogni rivoluzione tecnologica attraversa un momento di verità. Per l'intelligenza artificiale, quel momento è adesso. Dopo anni di sperimentazioni, proof of concept e prototipi, le aziende più mature si confrontano con la sfida cruciale: **trasformare la promessa dell'IA in valore concreto, duraturo e misurabile**.





Spindox ha affrontato questa transizione con una convinzione solida: per rendere scalabile e sostenibile l'intelligenza artificiale serve un modello che metta al centro le decisioni. Ublique© è il risultato di questa visione. **Non è un semplice strumento tecnologico, ma un sistema di pensiero digitale che replica e potenzia la logica decisionale umana, trasformando l'intuizione in metodo e la complessità in vantaggio competitivo.**

Riconosciuta da Gartner® nella Market Guide for Decision Intelligence Platforms 2024, Ublique© rappresenta la sintesi della filosofia Spindox: un'IA che si integra nel business senza sostituirlo, una tecnologia che amplifica la capacità di scegliere e di prevedere, mantenendo sempre l'uomo al centro.

### L'intelligenza che decide

Ublique© rappresenta la visione Spindox di un'IA che si integra nel business, non che lo sostituisce. Attraverso una struttura componibile e modulare, la piattaforma consente di modellare i processi decisionali, simulare scenari alternativi e automatizzare le scelte più ricorrenti, lasciando alle persone il compito di interpretare, validare, correggere.

**Le aziende che l'hanno adottata operano in settori molto diversi come energy, trasporti, retail, manufacturing, sanità, ma condividono un obiettivo comune: rendere la complessità un vantaggio competitivo.**

Ecco come l'hanno fatto.

## Energia – Il valore della logistica invisibile

Gestire la disponibilità di ricambi per impianti di generazione elettrica - termici, eolici, idroelettrici o solari - è una sfida nascosta, ma cruciale. Ogni componente mancante può significare fermo produzione, penali e inefficienze. Per un grande operatore energetico internazionale, Spindox ha realizzato una soluzione che unisce ottimizzazione matematica, simulazione e machine learning, integrando Ublique© con SAP e con la soluzione di Inventory Policy Optimization.

Il sistema classifica migliaia di materiali in base alla criticità e alla frequenza d'uso, suggerendo politiche di riordino ottimali e compensando i vuoti informativi con modelli predittivi avanzati. Dove mancano dati storici, Ublique© applica algoritmi di regressione e clustering per stimare pattern di consumo. Gli utenti possono simulare scenari what-if variando parametri come domanda, tempi di consegna o costi logistici e osservare l'impatto diretto sui KPI di business (capitale circolante, service level, scorte minime).

I risultati sono concreti: **una riduzione del capitale immobilizzato superiore al 6% e un miglioramento dei livelli di servizio di quasi il 50%**. La piattaforma monitora costantemente indicatori di performance e attiva alert automatici in caso di deviazioni. Ublique© non solo suggerisce decisioni più efficienti, ma costruisce un ecosistema predittivo che impara nel tempo, rendendo la supply chain più resiliente e sostenibile.



## Infrastrutture – Il treno che riconosce il verde

Lungo i binari, la vegetazione può diventare un nemico insidioso. I convogli adde- detti al diserbo percorrono chilometri rilasciando erbicida in modo manuale, con rischi di spreco e inefficienza. Per un operatore ferroviario italiano, Spindox ha sviluppato una soluzione basata sulla piattaforma Ublique© e su un sistema di computer vision edge-powered.

Le telecamere di bordo catturano immagini in tempo reale che vengono ana- lizzate da una rete neurale convoluzionale addestrata a riconoscere la presenza effettiva di vegetazione. Solo le aree che necessitano di trattamento attivano automaticamente gli ugelli di spruzzatura. I dati video vengono salvati in cloud per garantire tracciabilità, auditing e analisi successive. Il sistema integra anche algoritmi di ottimizzazione online per regolare quantità e frequenza di spruzzo in base alla velocità e alle condizioni ambientali.

L'impatto è notevole: **riduzione del 30% dell'erbicida utilizzato, del 50% del personale di controllo e maggiore sicurezza per gli operatori.** Un esempio concreto di intelligenza artificiale applicata alla sostenibilità delle infrastrutture.



## Retail – Il negozio che prevede, adatta e decide

Nel settore della GDO, ogni ora di lavoro è una decisione economica. Per una delle principali catene retail italiane, Spindox ha implementato su Ublique© un sistema di Forecasting e Simulation per prevedere carichi di lavoro e ottimizzare la pianificazione delle risorse.

A partire dalle previsioni di vendita giornaliere suddivise in slot di 15 o 30 minuti, il simulatore calcola la durata e la distribuzione delle attività in ciascun reparto, stimando fabbisogni di personale e orari ottimali. I manager possono testare scenari alternativi di allocazione, confrontare risultati e decidere sulla base di indicatori quantitativi e qualitativi.

Il modello sfrutta algoritmi di time-series forecasting basati su LSTM e Prophet, integrati con moduli di simulazione discreta per la pianificazione di scenari stagionali. I **risultati: +30% di accuratezza previsionale, -75% del tempo di pianificazione e un miglioramento tangibile della produttività complessiva.** L'intelligenza artificiale non sostituisce l'esperienza del manager, ma la amplifica, rendendo la pianificazione un processo scientifico e collaborativo.

## Moda – L'eleganza della logistica predittiva

Nel fashion retail, il ritmo delle stagioni si intreccia con la complessità logistica. Un grande marchio italiano si è rivolto a Spindox per ottimizzare la distribuzione dei prodotti e gestire i trasferimenti tra negozi in modo dinamico. Ublique© analizza vendite, scorte e flussi logistici, integrando moduli di machine learning e ottimizzazione matematica.

Attraverso modelli di previsione multivariata, la piattaforma identifica la probabilità di vendita residua di ogni SKU e suggerisce i trasferimenti più efficienti tra punti vendita. Tiene conto di costi di trasporto, stagionalità e variabili geografiche, come affluenza e meteo. **I risultati: riduzione del 60% delle rotture di stock, 80% di tempo risparmiato per i planner e aumento del sell-through del 4%.** L'IA diventa il motore invisibile della distribuzione, migliorando efficienza e customer experience.



## Crociéristico – La precisione a bordo

Per un grande operatore globale del settore crocieristico, Spindox ha introdotto Ublique© come piattaforma di Decision Intelligence per la gestione dei ricambi nelle aree cucina e lavanderia di bordo. Le navi richiedono la disponibilità immediata di componenti essenziali anche in mare aperto.

Ublique© integra moduli di machine learning, simulazione e ottimizzazione matematica per classificare materiali in base alla criticità, prevedere consumi futuri e suggerire strategie di riordino. Attraverso scenari di simulazione 'what-if', il sistema consente di valutare l'impatto di diverse politiche di approvvigionamento. **I risultati: SLA prossimi al 100%, riduzione significativa dei costi di acquisto e maggiore affidabilità del sistema di manutenzione.** La Decision Intelligence diventa una bussola per navigare l'incertezza.

## Sanità e logistica – L'ossigeno della previsione

Per un grande distributore europeo di gas medicali e industriali, Ublique© ha rivoluzionato la pianificazione della domanda e dei trasporti. Nel settore sanitario, la puntualità è sinonimo di sicurezza: ogni consegna deve essere esatta.

I moduli di Forecasting e Transport Planning di Ublique© prevedono i consumi analizzando dati storici, telemetria dei serbatoi e stagionalità. Il motore di ottimizzazione pianifica le rotte ottimali considerando vincoli di tempo, capacità e disponibilità dei mezzi. **I risultati: -60% del tempo di pianificazione, riduzione dei costi di trasporto e un sistema just-in-time più efficiente e sostenibile.** Meno viaggi a vuoto, meno emissioni, più affidabilità per un settore dove ogni decisione può fare la differenza.

## L'IA come maturità, non come moda

Quando si parla di intelligenza artificiale, la differenza non la fa la tecnologia, ma la competenza.

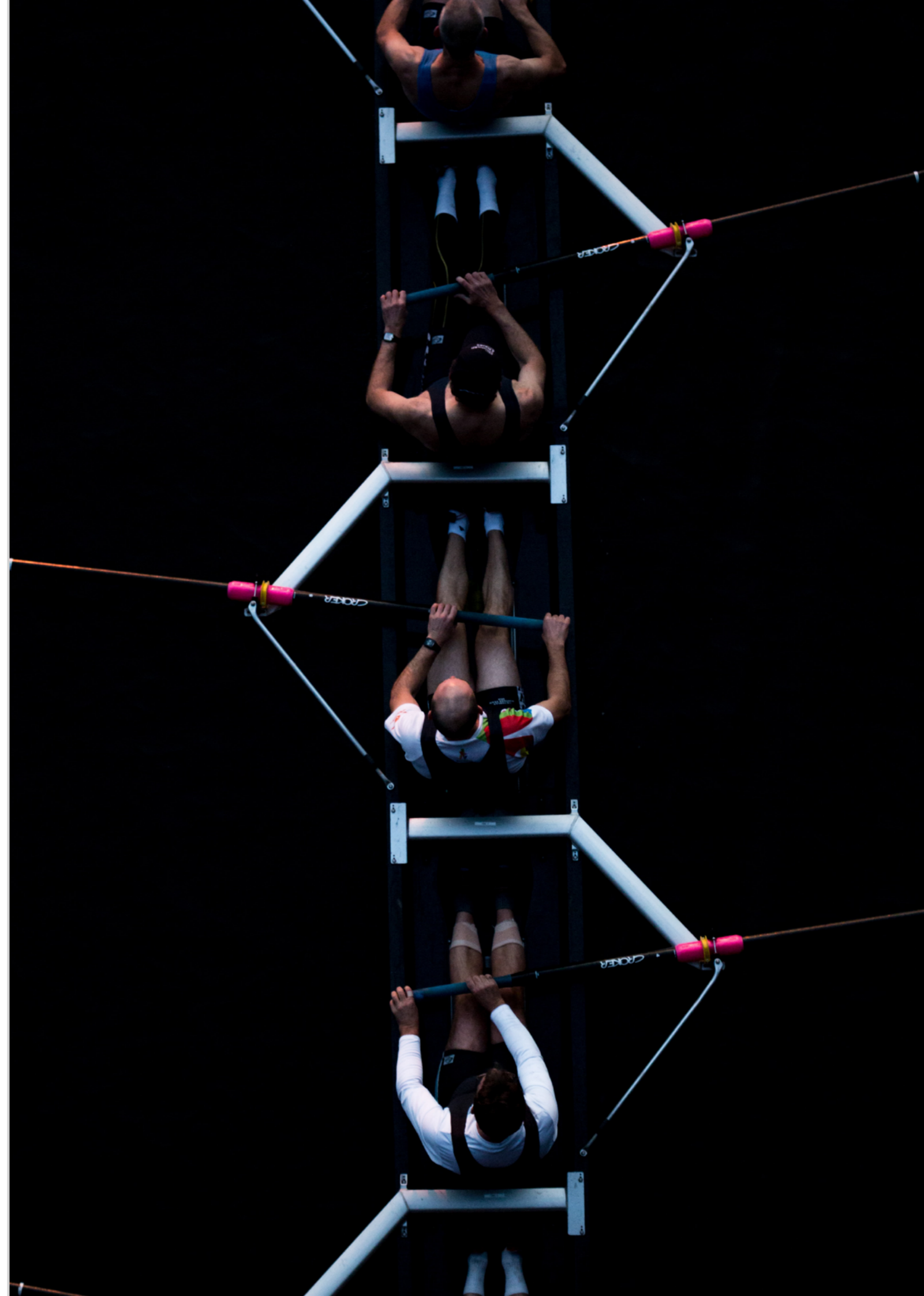
C'è chi insegue le mode e chi, come Spindox, ci arriva prima perché ne intuisce il potenziale profondo. L'acquisizione di ACT Operations Research nel 2020 non è stata una scommessa tattica, ma una scelta strategica: riconoscere che il valore dell'IA nasce non dal clamore, ma dal rigore con cui la si applica. Ublique© incarna questa visione. È una piattaforma, ma anche un principio: che l'intelligenza artificiale non serve a decidere al posto nostro, bensì a decidere meglio.

La Decision Intelligence non trasfor-

ma solo i dati in insight, ma gli insight in azione, con un approccio misurabile, trasparente e sostenibile. Ogni progetto, ogni caso d'uso sviluppato con Ublique©, dimostra che l'IA può generare valore solo se integrata nei processi reali, nelle dinamiche aziendali, nelle responsabilità quotidiane delle persone.

**Oggi che l'IA è ovunque, Spindox ne parla con maturità e consapevolezza.** Ha vissuto la fase della ricerca, quella della sperimentazione e ora quella della scala. Mentre molti si affannano a rincorrere la prossima ondata generativa, Spindox consolida una prospettiva più ampia.

In questo senso, Ublique© non è solo una tecnologia. È una metafora del modo in cui Spindox intende l'IA: come infrastruttura del pensiero, come linguaggio condiviso tra dati e decisioni, come strumento di co-evoluzione tra persone e algoritmi. **L'intelligenza artificiale, prima che fosse di moda, per Spindox è stata una scelta di metodo, di cultura e di responsabilità.**





# L'intelligenza del discernimento

L'approccio di Spindox all'IA

Nel mercato dell'intelligenza artificiale, tutti promettono "più IA": più modelli, più automazione, più trasformazione. Ma la vera sfida, oggi, non è quanta IA adottare, bensì quando e perché farlo. Spindox parte da questa domanda semplice e radicale, capovolgendo la logica prevalente dell'industria del cosiddetto *IA Consulting*, ancora troppo legata a un paradigma tecnologico e autoreferenziale. **Se la maggior parte dei consulenti vende soluzioni basate su algoritmi, Spindox sceglie un'altra via:** non vendere tecnologia, ma *intelligenza sull'IA*. Non spingere le aziende a "fare IA", ma aiutarle a capire se e come l'IA serve davvero. È un ribaltamento concettuale che mette al centro il valore dell'uso consapevole e la capacità di discernimento, non la corsa all'adozione.

Oggi il mercato italiano ed europeo dell'IA consulting soffre di un paradosso evidente: progetti costosi, tecnologie sofisticate, risultati mediocri. Si parte dalla soluzione e solo dopo si cercano i problemi da risolvere. **Que-**

**sto genera un tasso di fallimento elevato, scetticismo crescente e un fenomeno diffuso di IA-washing:** la vendita di innovazione di facciata che non produce impatti reali. Spindox affronta questo scenario con un approccio che combina competenza tecnologica, ricerca industriale e visione strategica. L'obiettivo non è costruire più intelligenza artificiale, ma costruire organizzazioni più intelligenti, in grado di integrare la tecnologia nel proprio processo decisionale con rigore, misura e responsabilità. **L'IA diventa così una leva cognitiva, non una moda o un obbligo di mercato.**

## La democrazia (dell'IA) è sopravvalutata

La visione di Spindox si fonda su una convinzione controcorrente: *l'intelligenza artificiale non è democratica*. Nelle imprese, non basta "democratizzare" gli strumenti di IA; serve



invece competenza, criterio e leadership per farli funzionare davvero. **L'IA non è una tecnologia da distribuire a tutti indistintamente, ma una disciplina strategica che richiede discernimento.** Il valore non risiede nei modelli, ma nella capacità di distinguere tra ciò che è utile e ciò che è superfluo, tra ciò che genera valore e ciò che

produce solo complessità. In un mercato dominato da un entusiasmo spesso acritico, Spindox propone un approccio "impact-first": partire dal valore di business e dall'impatto organizzativo, e solo dopo dalla tecnologia.

Questa filosofia prende forma concreta nella metodologia *IA Consciousness*,

il framework proprietario di Spindox che valuta la maturità delle organizzazioni su più livelli: tecnico, strategico, culturale e umano. Ogni progetto parte da un'analisi che misura la readiness dei dati, la coerenza con gli obiettivi aziendali, la sostenibilità delle soluzioni e la capacità delle persone di comprenderne il significato. **In questa prospettiva, Spindox dice "no" quando l'IA non serve, perché crede che la trasparenza e la selettività siano parte integrante dell'etica del lavoro e della credibilità consulenziale.** L'obiettivo non è implementare sistemi intelligenti, ma costruire organizzazioni consapevoli: imprese capaci di decidere quando fidarsi dei dati e quando dell'intuizione, quando delegare al calcolo e quando al giudizio umano.

### **Spindox come abilitatore di decisioni intelligenti**

Questo approccio si traduce in un concetto non certo nuovo, ma sempre più centrale: *Decision Intelligence*.

L'IA non deve sostituire il pensiero umano, ma amplificarlo, rendendolo più lucido e informato. Spindox accompagna i manager in un percorso di crescita che li trasforma da semplici utenti a orchestratori consapevoli dei processi di IA. L'intelligenza artificiale diventa un alleato cognitivo, non un automatismo cieco. In questa logica, anche **la piattaforma di Spindox, Ublique©, non è solo un prodotto ma un acceleratore di apprendimento.** Ublique© integra modelli predittivi, analytics e simulazioni decisionali, consentendo alle aziende di testare scenari e valutare l'impatto delle scelte prima di agire. È un laboratorio dinamico in cui dati e intuizioni dialogano, e dove la tecnologia diventa strumento di consapevolezza.

Come partner strategico che trasferisce criterio e autonomia, Spindox lavora su relazioni di lungo periodo, costruendo nel cliente la capacità di diventare progressivamente indipendente nelle decisioni sull'IA. **L'azienda non si limita a "fare progetti", ma aiuta a sviluppare una cultura della scelta, in cui ogni adozione tecnologica viene vagliata, misurata e governata.** È un percorso che richiede tempo e fiducia, ma che costruisce valore duraturo.

L'approccio Spindox è, in fondo, un ritorno all'essenza stessa dell'intelligenza: la capacità di distinguere, non di accumulare. In un'epoca dominata dalla retorica della potenza computazionale, Spindox propone un'intelligenza più umana, fatta



di criterio, misura e apprendimento continuo. Non un'IA che sostituisce l'uomo, ma un'IA che pensa con l'uomo. La vera rivoluzione non sarà quella dei modelli sempre più grandi, ma quella delle organizzazioni che sapranno usarli con consapevolezza.

Per Spindox, l'intelligenza artificiale non è il fine. È un mezzo per coltivare un nuovo tipo di intelligenza: quella ibrida, funzionale ed etica.



# Le traiettorie future dell' IA



---

di Massimo Canducci

---

L'accelerazione straordinaria degli ultimi anni, caratterizzata dall'adozione diffusa dei grandi modelli linguistici e dall'integrazione capillare dell'intelligenza artificiale in ogni settore, rappresenta soltanto il capitolo iniziale di una narrazione molto più complessa che si dispiegherà nei prossimi anni. Quando cerchiamo di intuire l'orizzonte futuro, anche se nessuno ha la sfera di cristallo, possiamo intravedere percorsi evolutivi piuttosto chiari che l'intelligenza artificiale con tutta probabilità seguirà, trasformando profondamente non solo il nostro rapporto con la tecnologia, ma la natura stessa del lavoro, della creatività e dei rapporti tra esseri umani.

**La questione fondamentale non riguarda semplicemente quali nuove capacità tecniche emergeranno, ma come queste capacità ridisegneranno i confini stessi di ciò che consideriamo possibile e umano.** Stiamo entrando in una fase in cui le trasformazioni non sono più esclusivamente incrementali, ma sistemiche e profondamente intrecciate con gli aspetti più intimi dell'esperienza umana, dalla nostra capacità di comprendere il mondo fino ai meccanismi attraverso cui prendiamo decisioni e definiamo la nostra identità.

**Questa esplorazione mappa alcune traiettorie evolutive cruciali che definiranno lo sviluppo dell'intelligenza artificiale, dalle innovazioni che si stanno materializzando fino alle trasformazioni di lungo periodo.** Ciascuna di queste traiettorie evolutive va intesa non come un percorso isolato, ma come filo intrecciato in una trama complessa che ci offre una mappa per comprendere e influenzare quella tecnologia che più di ogni altra sta ridefinendo i confini della condizione umana nel ventunesimo secolo.

## Le trasformazioni che stanno già ridefinendo il presente

Nel breve termine dei prossimi ventiquattro mesi, assisteremo a trasformazioni che modificheranno radicalmente il modo in cui le macchine apprendono ed elaborano informazioni.

La prima grande rivoluzione riguarda il **superamento dei limiti che rendono i sistemi attuali essenzialmente statici dopo l'addestramento iniziale**, incapaci di evolvere organicamente come invece accade nel cervello umano che apprende costantemente senza perdere memoria delle esperienze precedenti. Questa limitazione sta per essere superata grazie allo sviluppo di architetture capaci di quello che potremmo definire **apprendimento continuo e multimodale**, sistemi in grado di assimilare costantemente nuove conoscenze e di integrare simultaneamente informazioni da diverse modalità sensoriali, creando rappresentazioni unificate della realtà che rispecchiano il modo in cui gli esseri umani percepiscono il mondo, superando la frammentazione che oggi caratterizza i sistemi specializzati in singole modalità di interazione.

La seconda trasformazione riguarda la distribuzione dell'intelligenza artificiale attraverso paradigmi che spostano l'elaborazione dai grandi data center centralizzati verso dispositivi periferici distribuiti nella vita quotidiana. **Questa evoluzione verso intelligenza distribuita e federata risponde a esigenze fondamentali di privacy e sicurezza che diventano sempre più pressanti man mano che l'intelligenza artificiale penetra in ambiti sensibili**, dalle conversazioni personali alle decisioni mediche o

finanziarie. I sistemi federati permetteranno molto presto a dispositivi diversi di apprendere collettivamente senza condividere dati grezzi, preservando la riservatezza mentre si beneficia della conoscenza collettiva, creando un paradigma in cui privacy individuale e apprendimento collettivo non saranno più in conflitto. Come piacevole effetto collaterale inizieranno a rompersi alcuni dei lock-in che obbligano spesso a utilizzare piattaforme in cloud di cui si conoscono poco i funzionamenti, il trattamento dei dati e, soprattutto, le future tariffe di accesso.

Nel mondo aziendale stiamo assistendo alla proliferazione di sistemi altamente specializzati per settori verticali, quella che potremmo definire **l'era dell'intelligenza artificiale verticale e degli ecosistemi di co-pilot digitali**. Questi sistemi incorporano non solo conoscenza enciclopedica ge-

nerale e ottima capacità conversazionale, ma anche sfumature terminologiche, best practice settoriali e quegli aspetti taciti che caratterizzano l'expertise professionale e che tradizionalmente richiedevano anni di esperienza. Parallelamente si consolidano i sistemi co-pilot, progettati per amplificare la produttività e il giudizio umani attraverso assistenza intelligente in grado di adattarsi dinamicamente e contestualmente, trasformando in modo radicale la produttività nella programmazione, creazione di contenuti, analisi dati e progettazione.

**Nel panorama delle interazioni tra esseri umani e macchine sta emergendo una nuova frontiera: quella dell'empatia artificiale, la capacità delle macchine di riconoscere gli stati d'animo, interpretare le emozioni e rispondere agli esseri umani in modo coerente e attraverso canali tradi-**

**zionali come i testi scritti e la voce.** Non si tratta più solo di analizzare dati o generare testo, ma di comprendere i segnali deboli del comportamento, tono della voce, ritmo del linguaggio, microespressioni, e tradurli in interazioni capaci di adattarsi alla sensibilità dell'interlocutore. L'empatia artificiale segna l'evoluzione dai sistemi "intelligenti" ai sistemi "empatici", in grado di modulare il proprio comportamento a seconda della situazione emotiva. È un passo che ridefinisce il concetto stesso di interfaccia tra esseri umani e macchine: non più strumenti neutri, ma partner relazionali che apprendono come comunicare, sostenere e persino confortare. In ambiti come la sanità, l'educazione o l'assistenza, queste tecnologie aprono la strada a una nuova forma di intelligenza: non solo cognitiva, ma anche affettiva.

L'ultima traiettoria nell'orizzonte di breve periodo riguarda l'evoluzione verso sistemi di intelligenza decisionale avanzata, capaci di supportare decisioni complesse in contesti di incertezza e obiettivi conflittuali. Questi sistemi integreranno presto capacità di ottimizzazione, simulazione e ragionamento probabilistico per fornire supporto ad ampio spettro dalla supply chain alla pianificazione strategica, distinguendosi per l'abilità di fornire raccomandazioni, quantificare l'incertezza e considerare trade-off multipli, rendendo il processo decisionale più trasparente e meglio controllabile.

## Verso intelligenze più profonde e collaborative

Osservando un orizzonte temporale tra i due e i cinque anni in avanti, possiamo intravedere trasformazioni ancora più pro-

fonde che ridisegneranno l'architettura stessa dell'intelligenza artificiale. Una limitazione significativa delle attuali piattaforme risiede, infatti, nella sostanziale incapacità di comprendere relazioni causali profonde tra eventi e fenomeni, limitandosi a identificare correlazioni statistiche che non catturano i veri meccanismi sottostanti che governano il mondo fisico e sociale. **Nei prossimi anni assisteremo allo sviluppo di sistemi capaci di quello che potremmo definire ragionamento causale e intelligenza artificiale spiegabile, sistemi che possono costruire modelli causali espliciti, ragionare su scenari ipotetici e alternativi e comprendere non solo le correlazioni superficiali ma anche le catene causali profonde.** Questa evoluzione si intreccia con la crescente richiesta di intelligenza artificiale spiegabile, quella caratteristica che permette ai sistemi di articolare in linguaggio comprensibile le ragioni sottostanti alle proprie decisioni, superando l'opacità delle "scatole nere" attuali che minano la fiducia e limitano l'adozione in contesti critici dalla diagnostica medica alle decisioni giudiziarie.

**Un'altra direzione promettente riguarda l'integrazione tra l'approccio basato sulle reti neurali e l'approccio simbolico tradizionale dell'intelligenza artificiale.** Questi sistemi, basati su reti neurali o su modelli simbolici e ibridi, uniscono la capacità di imparare da dati complessi con quella di ragionare in modo strutturato e verificabile. Le architetture emergenti non si limitano semplicemente a collegare tra loro componenti neurali e simboliche, ma le integrano profondamente permettendo alle rappresentazioni simboliche di guidare l'apprendimento neurale e viceversa, superando i limiti che hanno caratterizzato entrambi gli approcci e in modo da creare intelligenze capaci di combinare flessibilità e rigore, cre-



attività e precisione logica.

**Una trasformazione significativa riguarda lo sviluppo di sistemi capaci di apprendere principalmente da dati non etichettati attraverso auto-supervisione sempre più sofisticata, riducendo la dipendenza da costosi archivi di dati etichettati manualmente.** Ancora più ambiziosa è la prospettiva di sistemi in grado di auto-migliorarsi in modo autonomo, capaci non solo di apprendere continuamente ma anche di identificare le proprie lacune conoscitive, di cercare attivamente informazioni per colmarle e persino di modificare le proprie architetture per ottimizzare le prestazioni future, rappresentando un salto qualitativo verso forme di intelligenza artificiale veramente autonome.

L'ultima traiettoria evolutiva di medio periodo riguarda lo sviluppo di sistemi di intelligenza collettiva e sciami, ispirati al modo di agire di organismi sociali dove comportamenti intelligenti complessi emergono dall'interazione di molti agenti semplici senza coordinamento centralizzato. Questi sistemi distribuiti trovano applicazione nell'ottimizzazione logistica, nel coordinamento di veicoli autonomi, nella gestione di reti energetiche e nella ricerca scientifica collaborativa, promettendo di replicare e superare la capacità umana di collaborare in gruppi numerosi per raggiungere obiettivi che trascendono le capacità individuali.

## Ridefinire i limiti del possibile

Oltre l'orizzonte quinquennale si estende un territorio di trasformazioni radicali dove le linee di sviluppo evolvono verso possibilità

che potrebbero ridefinire la natura stessa dell'elaborazione dell'informazione e i rapporti tra esseri umani e macchine. Una sfida pressante riguarderà il consumo energetico proibitivo dei grandi modelli che richiederanno data center enormi e consumeranno smisurate quantità di energia elettrica. **Questa insostenibilità spingerà la ricerca verso architetture hardware radicalmente diverse, ispirate direttamente alla morfologia del cervello umano.** I chip neuromorfici, già in fase di ricerca e sviluppo, saranno in grado di replicare caratteristiche delle reti neurali biologiche come l'elaborazione parallela e la comunicazione asincrona, promettendo di ridurre di ordini di grandezza il consumo energetico e migliorando la democratizzazione dell'accesso all'intelligenza artificiale.

Allo stesso modo possiamo intravedere l'emergere dell'integrazione tra intelligenze artificiali veramente agentiche e corporeità fisiche. Si tratterà di sistemi dotati di autonomia decisionale e capaci di perseguire obiettivi complessi, pianificare strategie che si adattano dinamicamente e interagire con il mondo fisico attraverso corpi robotici sofisticati, alcuni dei quali potranno essere antropomorfi per meglio adattarsi ad ambienti costruiti per essere compatibili con le forme fisiche degli esseri umani. Il concetto di "fornire un corpo all'IA autonoma" non riguarderà soltanto la presenza fisica, ma implicherà una fondamentale riorganizzazione dell'architettura cognitiva che dovrà navigare la complessità del mondo reale con tutte le sue imprevedibilità e vincoli fisici, sviluppando un'intelligenza radicata nell'interazione continua tra i sensi. A questo va aggiunto che oggi le macchine non sono dotate di una vera e propria sensorialità, questo avverrà quando avranno a disposizione un corpo fisico robotico do-

tato di sensori, e a quel punto avremo una ulteriore complessità da gestire: l'incredibile superiorità dei sensi artificiali rispetto a quelli tipici degli esseri umani. **Una sfida critica riguarderà il cosiddetto "allineamento", cioè la governance e il design di queste piattaforme in modo da renderle compatibili con i valori etici tipici degli esseri umani, ovvero la necessità di garantire che sistemi sempre più potenti possano operare coerentemente con i valori umani anche in contesti non predicibili in anticipo.** Questo è un tema particolarmente delicato, perché non tutti gli esseri umani condividono gli stessi valori etici, ma è ragionevole pensare che almeno un sottoinsieme di questi possa essere comune. Oltre agli aspetti tecnici, emergerà presto la necessità di framework di governance che coinvolgano governi, società civile ed esperti di etica, non solo tecnologi e aziende, per sviluppare approcci che garantiscano l'integrazione di caratteristiche etiche fin dalla progettazione di macchine e algoritmi, evitando quindi l'approccio della correzione a posteriori di risultati eticamente sgradevoli e non desiderabili.

**All'estremo dell'orizzonte si colloca la convergenza tra intelligenza artificiale e computazione quantistica.** I computer quantistici sfruttano principi come sovrapposizione ed entanglement per eseguire calcoli con efficienza radicalmente superiore, aprendo prospettive nuove per l'accelerazione di algoritmi di apprendimento e ottimizzazione. Oltre all'accelerazione, questa intersezione potrebbe generare paradigmi completamente nuovi di elaborazione che trascendono i limiti della computazione classica, inaugurando un'era di capacità cognitive che attualmente possiamo a malapena immaginare.



## Navigare consapevolmente il futuro che stiamo costruendo

Queste traiettorie evolutive non sono percorsi isolati che procederanno in parallelo senza intersecarsi, ma fili intrecciati in una trama complessa dove ciascuna evoluzione influenzerà e verrà influenzata dalle altre, creando dinamiche emergenti e interazioni difficilmente prevedibili che potrebbero generare sorprese sia positive che negative e che dovremo essere pronti ad affrontare. **La sfida che ci attende come società non consiste semplicemente nell'anticipare questi sviluppi tecnologici con maggiore o minore accuratezza, esercizio che rimane comunque utile ma inevitabilmente limitato dall'incertezza intrinseca di qualsiasi previsione a lungo termine, ma nel modellare attivamente il loro impatto in modi che massimizzino i benefici collettivi minimizzando i rischi e le esternalità negative che potrebbero minacciare l'autonomia individuale, l'equità sociale o la sostenibilità ambientale.**

Questa navigazione consapevole richiede un impegno multidisciplinare che trascende i confini tradizionali tra tecnica, etica, politica ed economia, coinvolgendo tutte le componenti della società in un dialogo costruttivo e informato su quale futuro desideriamo costruire con queste tecnologie trasformative, dialogo che deve essere inclusivo e democratico per garantire che le scelte riflettano veramente i valori e le aspirazioni collettive e non soltanto gli interessi di ristrette élite economiche. L'intelligenza artificiale non è un destino inevitabile che ci accade indipendentemente dalla nostra volontà, ma uno spazio di possibilità che noi stessi stiamo attivamente costruendo attraverso le scelte che compiamo oggi, dal-

le decisioni di investimento nei laboratori di ricerca fino alle politiche pubbliche che incentivano o limitano certi sviluppi, dalle sale riunioni aziendali dove si definiscono strategie commerciali fino alle conversazioni quotidiane dove si formano le aspettative e i valori collettivi che influenzeranno l'accettabilità sociale di diverse applicazioni.

**Il compito che abbiamo di fronte è tanto entusiasmante quanto impegnativo: accompagnare l'evoluzione dell'intelligenza artificiale in modi che amplifichino le capacità umane e non si concentrino sul sostituirla, che promuovano l'equità e l'inclusione invece di esacerbare le disuguaglianze esistenti creando nuove divisioni tra chi ha accesso a queste tecnologie e chi ne rimane escluso.**

Il futuro dell'intelligenza artificiale sarà determinato non dalla tecnologia in sé, che rimane uno straordinario abilitatore di innovazione, ma dalle scelte che faremo come individui e come società nel governarne lo sviluppo e l'utilizzo, scelte che dovranno essere guidate dalla saggezza collettiva e da una visione chiara del tipo di mondo che vogliamo costruire per le generazioni future, un mondo in cui l'innovazione tecnologica non sia fine a se stessa ma strumento per l'arricchimento autentico dell'esperienza umana e per la costruzione di società più giuste, sostenibili e fiorenti.



# OVER DATA.

Un magazine di proprietà  
di Spindox sui temi  
dell'artificial intelligence  
e della tech culture

## Contact us

[info@spindox.it](mailto:info@spindox.it)

[www.spindox.it](http://www.spindox.it)

**SPINDOX**  
MAKE A MARK