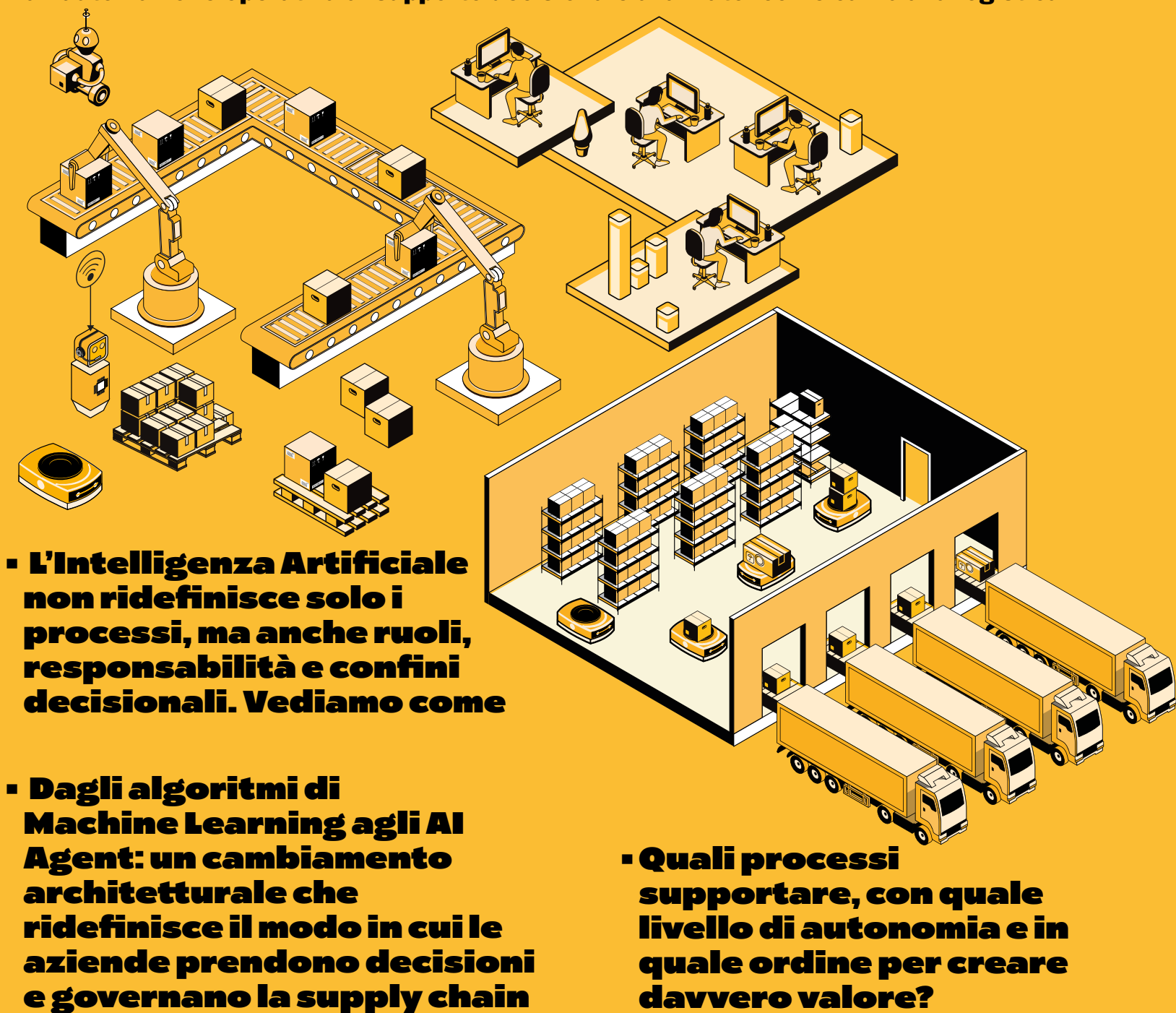
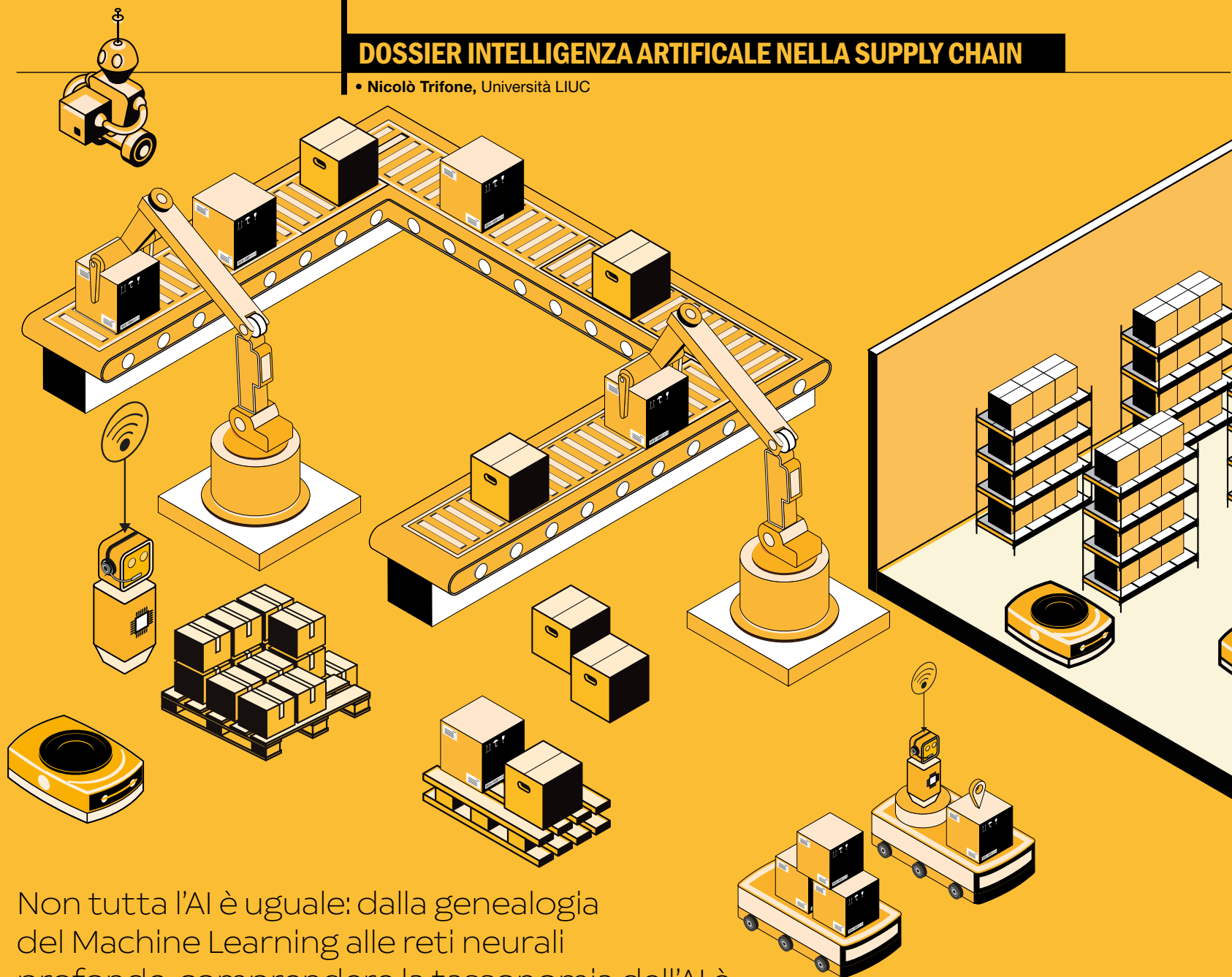


DOSSIER Logistica

L'IA NELLA SUPPLY CHAIN

Dall'automazione operativa al supporto decisionale avanzato: come cambia la logistica

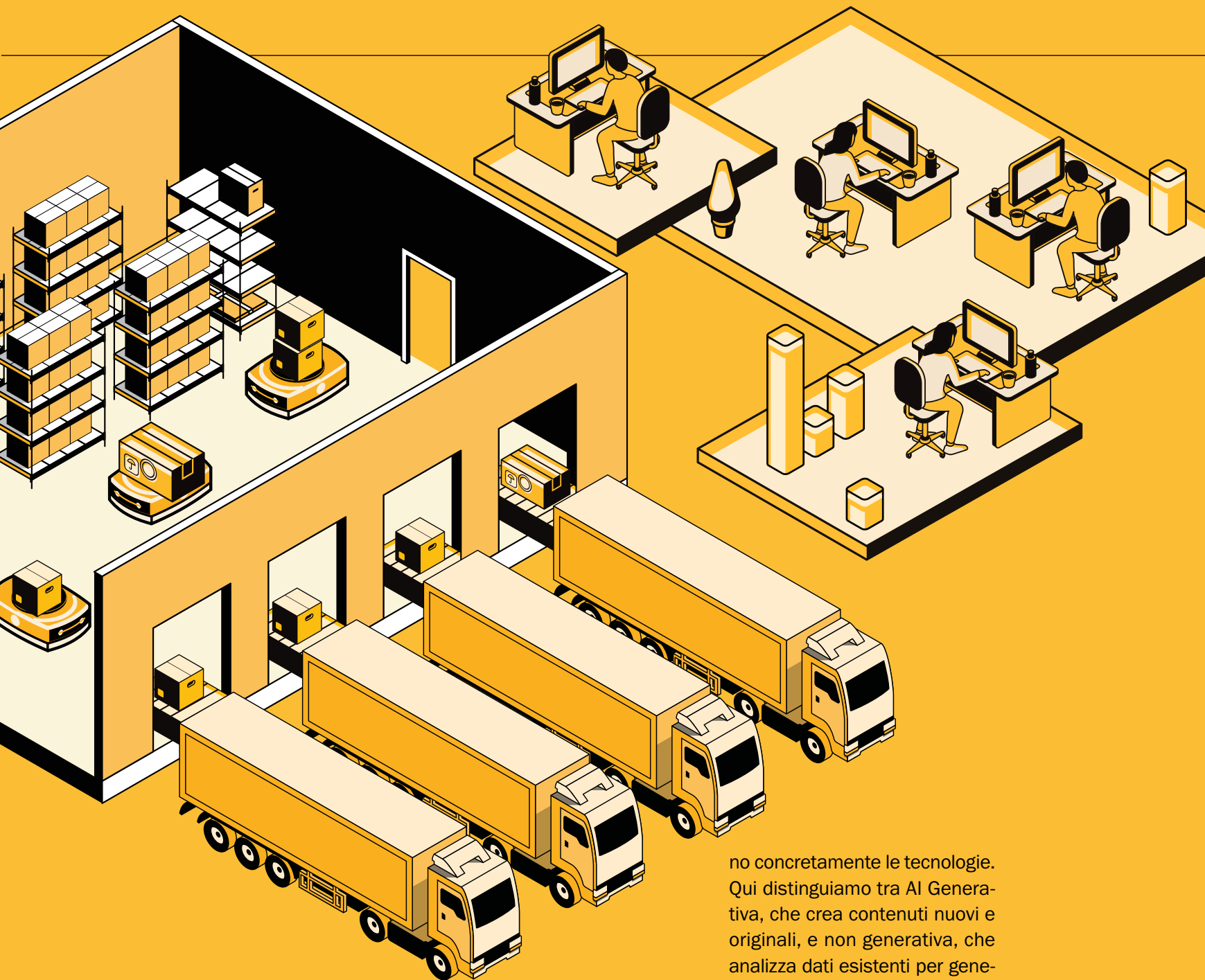




Non tutta l'AI è uguale: dalla genealogia del Machine Learning alle reti neurali profonde, comprendere la tassonomia dell'AI è essenziale per valutarne capacità, limiti e requisiti implementativi nei processi logistici

Una GUIDA per orientarsi tra TECNOLOGIE e FRAMEWORK

Nel cuore pulsante della moderna rivoluzione tecnologica, l'Intelligenza Artificiale (IA) emerge come forza invisibile che sta trasformando ogni aspetto della nostra vita quotidiana. Questa diffusione riguarda naturalmente anche il campo della logistica e della gestione della supply chain, dove oggi numerose aziende offrono prodotti dotati di "intelligenza". Tuttavia, essendo un tema caldo di cui tutti parlano, è fundamenta-



le fare chiarezza terminologica per evitare il rischio di confusione. Per questo motivo, il nostro obiettivo in queste pagine è fornire una mappa concettuale chiara che permetta di orientarsi nel panorama dell'Intelligenza Artificiale, distinguendo tra tecnologie, funzioni e framework architetturali. Per comprendere appieno il panorama dell'Intelligenza Artificiale è necessario adottare due prospettive complementari.

- La prima dimensione riguarda

la tassonomia tecnica, che considera come sono costruite le tecnologie: si tratta della “genealogia” degli algoritmi, che parte dal Machine Learning come famiglia principale e si ramifica in sottofamiglie sempre più specializzate come il Deep Learning e i Large Language Models. Questa prospettiva aiuta a comprendere le capacità tecniche e i requisiti implementativi.

- La seconda dimensione è funzionale e si concentra su cosa fan-

no concretamente le tecnologie. Qui distinguiamo tra AI Generativa, che crea contenuti nuovi e originali, e non generativa, che analizza dati esistenti per generare previsioni e classificazioni.

Solo combinando queste due lenti è possibile fare scelte tecnologiche informate e sviluppare aspettative realistiche sulle potenzialità dell'AI nella supply chain.

La tassonomia tecnica: la famiglia del Machine Learning

Il Machine Learning (ML) rappresenta la famiglia principale dell'Intelligenza Artificiale e può essere definito come l'insieme di algoritmi che apprendono dai dati senza

essere esplicitamente programmati per ogni singolo compito. A differenza della programmazione tradizionale, dove ogni regola deve essere codificata manualmente, gli algoritmi di ML identificano automaticamente pattern e relazioni nei dati, migliorando le proprie prestazioni con l'esperienza. Questa famiglia include sia approcci "classici" sia tecnologie più avanzate basate su reti neurali, e costituisce la base su cui si costruiscono tutte le applicazioni di IA che oggi stanno spopolando.

Algoritmi "tradizionali" di machine learning

Gli algoritmi "classici" di Machine Learning includono tecniche consolidate come Decision Trees, Random Forest, Support Vector Machines (SVM), regressioni lineari e logistiche, e algoritmi di clustering come K-means. Questi approcci si caratterizzano per la loro interpretabilità e richiedono tipicamente un processo di selezione e trasformazione manuale delle variabili rilevanti. Sono partico-

larmente efficaci quando si lavora con dati tabulari strutturati.

Esempi nella Supply Chain includono Random Forest per classificare fornitori in base al livello di affidabilità, regressione lineare per la previsione dei costi di trasporto, K-means per la segmentazione clienti, Decision Tree per l'allocazione intelligente degli ordini ai magazzini.

Deep Learning: l'evoluzione tramite reti neurali

Il Deep Learning rappresenta una sottofamiglia del Machine Learning basata su reti neurali artificiali "profonde" (deep), ovvero composte da multipli strati di neuroni interconnessi. La caratteristica distintiva di queste architetture è la capacità di apprendere automaticamente rappresentazioni complesse dei dati, senza necessità di feature engineering manuale. A differenza degli algoritmi tradizionali, il Deep Learning eccelle nell'elaborazione di dati non strutturati o altamente complessi come immagini, sequenze temporali

e linguaggio naturale. Tuttavia, richiede grandi quantità di dati per l'addestramento e significativa potenza computazionale. Esistono varie sottofamiglie del Deep Learning, tra cui Computer vision (in grado di identificare oggetti, riconoscere pattern visivi e analizzare scene complesse con una precisione spesso superiore a quella umana), architetture Sequence Models (progettate per elaborare dati sequenziali e identificare dipendenze temporali complesse e pattern ricorrenti), Large Language Models (comprensione e generazione del linguaggio naturale), modelli multimodali per elaborare simultaneamente diversi tipi di input, o Generative Models (Generative Adversarial Networks, Diffusion Models e Variational Autoencoders) in grado di creare contenuti visivi ex novo.

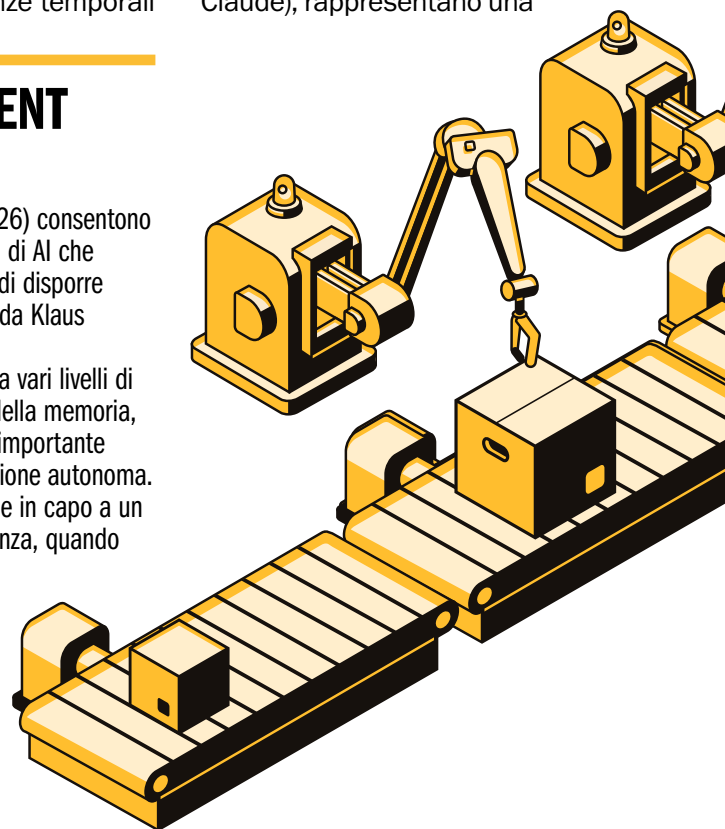
Large Language Models (LLM)

Più nello specifico, i Large Language Models (LLMs), basati su architetture Transformer (GPT, BERT, Claude), rappresentano una

IL FRAMEWORK COME DISTINZIONE TRA AI AGENT E LE SOTTOFAMIGLIE DI AI

Le componenti del framework (LLM, Tools, Memory, Planning, Actions, vedi paragrafi a pagina 26) consentono di comprendere come il reale valore incrementale dell'Agentic AI, rispetto alle altre applicazioni di AI che sono in grado di supportare la logistica e la gestione della supply chain, risiede nella capacità di disporre di queste cinque componenti chiave e in particolare della capacità di agire, come sottolineato da Klaus Dohrmann, Vice President, Sector Development presso DHL Customer Solutions & Innovation:

"Esistono diverse applicazioni di intelligenza artificiale che le aziende hanno già implementato a vari livelli di maturità (ad esempio AI Analytics, Computer Vision AI e altre) e che possono offrire i benefici della memoria, della pianificazione e dell'uso di strumenti. Per valutare il contributo di valore degli AI Agent, è importante comprendere il valore aggiunto di questi sistemi, che deriva da un elemento fondamentale: l'azione autonoma. Mentre i "sistemi di AI" aiutano già a prendere decisioni più intelligenti - che restano comunque in capo a un essere umano - un "AI Agent" prende decisioni più intelligenti in modo autonomo. Di conseguenza, quando le aziende valutano l'implementazione di un AI Agent, devono considerare il valore aggiunto derivante da questo ulteriore passaggio del processo coperto dall'AI Agent, in termini di riduzione dei costi e/o dei tempi di processo. L'esito di questa valutazione dipende dal processo specifico, dal tempo richiesto, dalla frequenza delle decisioni e da fattori simili."



sottofamiglia del Deep Learning: sono stati addestrati su enormi corpus di testo e hanno dimostrato capacità sorprendenti non solo nella manipolazione del linguaggio, ma anche nel ragionamento e nella risoluzione di problemi complessi.

Essi stanno diventando sempre più popolari, ad esempio per l'estrazione automatica di informazioni rilevanti da documenti di trasporto non strutturati, classificazione automatica dei reclami clienti per tipologia e urgenza, sintesi automatica di report di performance dei fornitori, risposta automatica a richieste di tracking da parte dei clienti.

La distinzione funzionale: Traditional AI vs Generative AI

Se si considera il tipo di output prodotto, non la tecnologia utilizzata, è possibile distinguere IA Generativa da IA "non generativa".

IA non generativa

IA non generativa si concentra sull'analisi, classificazione, predizione e ottimizzazione di dati esistenti. L'output tipico di questi sistemi consiste in numeri, classi di appartenenza, decisioni binarie o configurazioni ottimali. Può utilizzare qualsiasi tecnologia di Machine Learning per compiti di classificazione o analisi.

IA Generativa

La Generative AI si distingue per la sua capacità di creare contenuti nuovi e originali: testo, immagini, video, codice e strutture dati complesse. Utilizza principalmente tecnologie di Deep Learning moderne, in particolare Large Language Models, GAN e Diffusion Models. Il valore aggiunto sta principalmente non nell'analizzare dati esistenti ma nel generare output creativi che prima non esistevano. AI Generativa, per quanto potente, presenta limiti significativi quando

utilizzata in modo isolato. Può rispondere a domande con competenza, generare contenuti di qualità e fornire analisi approfondite, ma non può agire autonomamente nel mondo reale.

AI Agent

Un AI Agent (Agente AI) è un'unità autonoma basata su language model progettata per eseguire specifici task di ragionamento all'interno di un framework. Ogni Agente è configurato tramite un prompt accuratamente ingegnerizzato che ne definisce il ruolo, i confini operativi e il formato di output desiderato: una progettazione che abilita gli Agenti a ope-

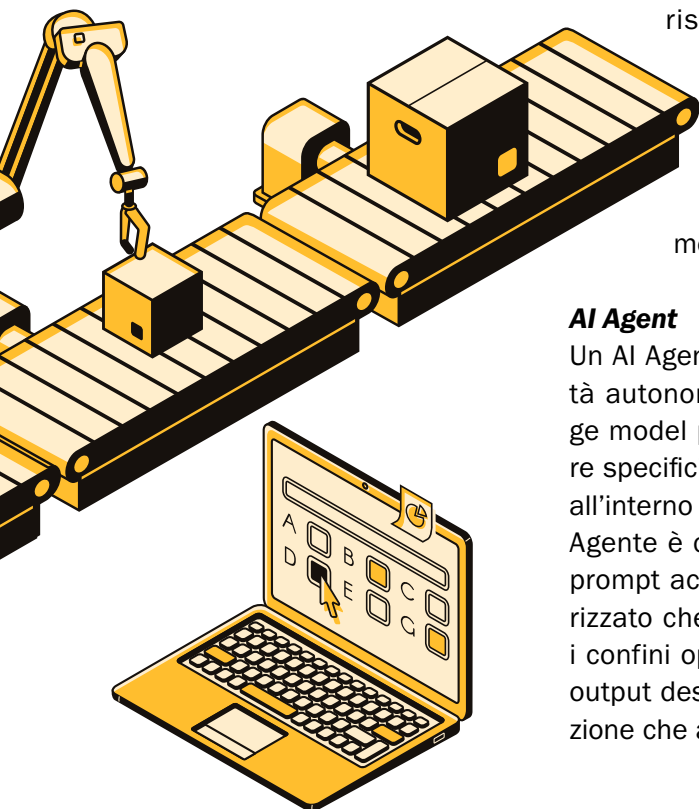
rare in modo indipendente, ragionare su informazioni complesse della supply chain e interagire sia con strumenti esterni sia con altri Agenti nel sistema.

È cruciale comprendere che un AI Agent non è una nuova tecnologia ma un paradigma architetturale: un modo di strutturare e utilizzare i Large Language Models che li trasforma da "oracoli passivi" in "attori autonomi". La differenza diventa evidente confrontando gli approcci. Con AI Generativa pura, un manager chiede: "Genera un report sulla situazione del porto di Shanghai" e riceve un documento basato su conoscenze generali. Con un AI Agent, invece, il sistema monitora autonomamente e continuamente le fonti di notizie, rileva la chiusura del porto, interroga automaticamente la supply network aziendale per identificare i fornitori potenzialmente impattati, calcola il livello di rischio per ciascuno, cerca fornitori alternativi disponibili e notifica i decisori con raccomandazioni concrete e azioni già preparate. Il passaggio è da esecuzione su comando a iniziativa proattiva.

Agentic AI come framework

Agentic AI consiste in un framework che orchestra componenti diversi per creare sistemi autonomi e goal-oriented. Non sostituisce le tecnologie esistenti, le coordina: è l'evoluzione naturale verso sistemi AI che non solo comprendono e generano ma anche pianificano ed eseguono autonomamente.

Tale framework, ripreso dal centro SCAIL dell'Università di Cambridge (Almahri et al., 2025), è costituito da cinque componenti chiave.



Il “cervello”: LLM come reasoning engine

Al cuore di ogni AI Agent si trova un Large Language Model che funge da motore di ragionamento. Questo componente non si limita a processare linguaggio naturale ma esegue inferenze complesse, comprende contesti articolati, formula piani d'azione e prende decisioni ponderate. L'LLM fornisce anche l'interfaccia attraverso cui l'Agente comunica sia con gli utenti umani sia con altri sistemi, rendendo possibile un'interazione naturale e intuitiva senza necessità di interfacce grafiche complesse.

Tools: l'orchestrazione della toolbox

La capacità di utilizzare strumenti esterni è ciò che trasforma un LLM da sistema conversazionale a sistema operativo. Un AI Agent può chiamare API, interrogare database, eseguire codice, utilizzare algoritmi specializzati e interagire con sistemi aziendali. Questo aspetto è particolarmente cruciale: l'Agente non sostituisce gli algoritmi di Machine Learning tradizionale ma li orchestra intelligentemente.

Memory: continuità e apprendimento

La memoria conferisce agli Agenti la capacità di mantenere contesto e apprendere dall'esperienza. Si distinguono due tipologie. La short-term memory mantiene il contesto della conversazione o del task corrente: ad esempio, quando si discute del fornitore A e si chiede “e i suoi lead time?”, l'Agente ricorda che ci si riferisce al fornitore A senza bisogno di ripetizioni. La long-term memory, invece, conserva lo storico delle interazioni e degli apprendimenti: ad esempio, l'Agente può ricordare che nelle disruption precedenti l'azienda ha preferito fornitori europei, adattando di conseguenza le sue raccomandazioni future.

Planning: decomposizione autonoma di obiettivi

La capacità di pianificazione è ciò che distingue un Agente da un semplice sistema reattivo. Tecniche come Chain-of-Thought permettono il ragionamento esplicito passo-passo, Tree of Thoughts abilita l'esplorazione di percorsi



«Per valutare il contributo di valore degli AI Agent, è importante comprendere il valore aggiunto di questi sistemi, che deriva da un elemento fondamentale: l'azione autonoma»

Klaus Dohrmann

VICE PRESIDENT, SECTOR DEVELOPMENT PRESSO DHL CUSTOMER SOLUTIONS & INNOVATION

alternativi, mentre meccanismi di Reflection consentono l'autovalutazione e la correzione.

Actions: dall'output all'azione

Le azioni rappresentano l'interfaccia tra ragionamento ed esecuzione. Un Agente può chiamare tool specifici, comunicare con altri Agenti in sistemi multi-agenti, interagire con operatori umani richiedendo approvazioni o fornendo aggiornamenti, e produrre output strutturati come report, decisioni formalizzate o alert. Questa capacità di azione concreta è ciò che trasforma il ragionamento in valore operativo. ✕

Il cuore del problema

Il panorama dell'Intelligenza Artificiale applicata a logistica e supply chain può essere compreso attraverso tre dimensioni interconnesse. AI Agents rappresentano un'evoluzione qualitativa importante: il passaggio da strumenti passivi che attendono istruzioni a partner attivi che possono prendere decisioni. Non è l'ultima moda destinata a essere superata dal prossimo trend, ma piuttosto l'architettura che porta l'Intelligenza Artificiale da capacità computazionale a vera autonomia operativa. Per chi opera nella supply chain e nella logistica, comprendere queste distinzioni non è un esercizio accademico ma una necessità pratica. Solo con questa chiarezza concettuale è possibile fare scelte di investimento informate, sviluppare aspettative realistiche sulle potenzialità e i limiti di ciascuna tecnologia, e sperimentare con cognizione di causa. Nei prossimi articoli del dossier, sarà esaminata nel dettaglio la trasformazione dei processi della supply chain e della logistica attraverso gli Agenti AI. Saranno analizzati punti di vista reali di professionisti della supply chain che hanno già intrapreso questo percorso di trasformazione. L'obiettivo sarà fornire non solo comprensione teorica ma anche indicazioni pratiche per chi deve valutare investimenti e guidare l'adozione di queste tecnologie nelle proprie organizzazioni.