

L'INTELLIGENZA NON È ARTIFICIALE

# IL SUPERCALCOLATORE DI BOLOGNA UNA RISORSA PER L'ITALIA

di *Francesco UBERTINI*

*Il supercomputer Leonardo, il quarto più potente al mondo, è una infrastruttura strategica: cuore di un sistema nazionale ed europeo, può far fare un salto di qualità innovativo al nostro paese nei settori tecnologici che decideranno le competizioni mondiali del presente.*

1.  L 24 NOVEMBRE 2022, PRESSO IL TECNOPOLO di Bologna, è stato inaugurato il supercalcolatore Leonardo. La cerimonia si è svolta alla presenza del presidente della Repubblica Sergio Mattarella, di fronte a circa settecento persone tra autorità della Commissione europea, rappresentanti della comunità scientifica internazionale e dei membri dell'Ue, rettori delle università italiane, presidenti degli enti di ricerca nazionali, vertici di molte imprese, politici e amministratori pubblici.

È stato un evento di grande rilevanza non solo per l'eccezionalità dell'infrastruttura tecnologica, ma anche per ciò che essa rappresenta. Il supercalcolatore è un passo cruciale della strategia dell'Unione Europea per la trasformazione digitale e un fattore decisivo di competitività per il nostro paese e per la stessa Ue. Leonardo è solo la punta di un iceberg, la parte più visibile di un percorso cominciato nel 2015, quando una manifattura tabacchi dismessa è stata tramutata in uno *hub* internazionale dell'innovazione digitale (il Tecnopolo di Bologna, appunto) tra i più importanti in Europa e nel mondo. La struttura è un polo di aggregazione della ricerca nazionale sul supercalcolo, sui *big data* e sull'intelligenza artificiale. È un vero e proprio ecosistema per la collaborazione tra pubblico e privato, nel contesto di un avanzamento tecnologico sempre più importante.

Il supercalcolatore Leonardo è un'infrastruttura eccezionale. Un *unicum*, un concentrato di tecnologia disegnato sulla base delle specifiche definite dai tecnici del Centro italiano di supercalcolo (Cineca, che ospita e gestisce Leonardo), da un'industria europea (Atos) e da una internazionale (Nvidia) che ha prodotto un apposito microprocessore.

Il risultato è il quarto supercalcolatore più potente al mondo, con un'enorme capacità produttiva immediatamente disponibile agli utenti. La potenza di picco supera i 240 petaflops, ovvero 240 milioni di miliardi di operazioni al secondo. In

## IL SUPERCALCOLATORE DI BOLOGNA, UNA RISORSA PER L'ITALIA

altri termini, in un solo secondo Leonardo è in grado di eseguire un numero di operazioni pari a quello che tutti gli abitanti della Terra svolgerebbero in un intero anno al ritmo di una operazione al secondo.

Leonardo è composto da 155 racks e 5 mila server, che sono il cuore computazionale del sistema. A collegarli sono oltre 25 mila cavi in fibra ottica, i quali raggiungono una lunghezza complessiva di circa 160 chilometri e costituiscono la rete di interconnessione a larga banda e bassa latenza dell'architettura, per un totale di 360 mila chili distribuiti in un'area di 600 metri quadrati. La sua memoria è superiore a quella di 750 mila personal computer, lo spazio di archiviazione è pari a 32 milioni di dvd e la sua banda permetterebbe di vedere contemporaneamente in streaming 8 mila film in altissima definizione.

Il sistema è stato concepito secondo criteri di massima efficienza energetica: i consumi sono ottimizzati grazie alla tecnologia di raffreddamento diretto a liquido, necessaria a dissipare il calore prodotto dai 5 mila nodi di calcolo. L'intero centro dati è stato progettato e realizzato per Leonardo, una casa su misura sotto la volta di Pier Luigi Nervi, conseguendo un *power usage effectiveness* (pue) pari a 1,08, ovvero meno del 10% di energia elettrica è utilizzata per la distribuzione, il raffreddamento e l'alimentazione dei sistemi ancillari.

2. Il progetto Leonardo ha preso forma nel 2018 come frutto di una visione condivisa e di una convergenza virtuosa di azioni su più livelli: europeo, nazionale e locale. Anzitutto, l'Ue ha elaborato una strategia per il supercalcolo e ha creato la European High Performance Computing Joint Undertaking (EuroHpc), con l'obiettivo di superare le azioni individuali dei vari Stati membri e competere su scala globale con le grandi potenze continentali, Stati Uniti e Cina. Nel frattempo, la Regione Emilia-Romagna (insieme alle istituzioni del territorio) ha promosso la strategia di sviluppo del Tecnopolo di Bologna. Così, quando è arrivato il momento di scegliere dove collocare i tre supercalcolatori europei, l'Italia era pronta e ha deciso di cogliere l'opportunità: un grande investimento pubblico, pari a 240 milioni di euro, finanziato per metà dal ministero dell'Università e della Ricerca e per metà da EuroHpc.

Questo straordinario risultato non va letto come un episodio fortuito, ma si iscrive in una storia cominciata più di cinquant'anni fa. Alla fine degli anni Sessanta, nel periodo in cui nel mondo cominciavano le prime applicazioni del supercalcolo nella ricerca scientifica, quattro università italiane si sono consorziate creando Cineca, con l'obiettivo di unire le forze per dotarsi di un supercalcolatore. Da qui ha preso avvio il percorso che negli anni successivi ha portato l'Italia a un livello di primo piano su scala mondiale in questo settore.

Oggi i consorziati di Cineca sono 112 soggetti pubblici, i dipendenti oltre mille e Leonardo è il diciannovesimo sistema di questo genere reso operativo. Anche i suoi predecessori sono sempre stati nella parte alta della Top500 a livello mondiale: dal 2000 tra i primi cinquanta, negli ultimi dieci anni tra i primi dieci e ora al quarto posto. Un risultato mai raggiunto prima.

## L'INTELLIGENZA NON È ARTIFICIALE

Il segreto di questa storia di successo risiede nel fatto che, come spesso accade per le grandi infrastrutture, a fianco alle risorse di calcolo si è sviluppato negli anni un patrimonio di competenze specialistiche di alto livello in grado di coadiuvare scienziati e altri esperti nell'utilizzo più efficace di tecnologie all'avanguardia. Parallelamente, è cresciuta in Italia un'ampia comunità di utenti, dapprima solo nel mondo della ricerca scientifica, successivamente anche in quello delle grandi aziende e oggi sempre più anche in quello delle piccole e medie imprese e della pubblica amministrazione.

Tutti questi elementi si sono alimentati a vicenda in una spirale virtuosa, permettendo di attrarre molti progetti europei e innescando storie di successo sia nell'avanzamento scientifico sia nell'innovazione industriale. Un esempio è il percorso ormai ventennale di Eni nell'elaborazione di dati sismici; un altro è quello più recente di Dompé nello sviluppo di farmaci. Ma i casi interessanti riguardano anche le piccole e medie imprese che adottano un approccio aperto all'innovazione, sviluppano prototipi e *proof of concept*, forniscono supporto per l'adozione di tecnologie all'avanguardia oppure rivestono un ruolo proattivo nella divulgazione e nell'organizzazione di percorsi di formazione. Queste attività sono monitorate presso il Centro di competenza italiano EuroCc Italy, l'iniziativa europea Fortissimo oppure lo EuHubs4Data. Quest'ultimo, in particolare, affronta il problema del ritardo aziendale nell'innovazione guidata dai dati costruendo una federazione europea di *data innovation hubs* che si basano su realtà già attive, collegandole con incubatori e piattaforme di dati, reti di piccole e medie imprese, comunità di esperti di intelligenza artificiale, enti di formazione e archivi.

3. Il Tecnopolo di Bologna che ospita il supercalcolatore Leonardo apre una nuova fase per l'Italia. Crea le condizioni per far fare al paese un salto di qualità e di scala. Si candida a rappresentare un polo di riferimento nel suo campo a livello globale.

Il progetto, per come lo conosciamo oggi, nasce alla fine del 2015 da un'idea ambiziosa e di lungo periodo della Regione Emilia-Romagna, in sinergia con altre istituzioni: creare una Data Valley per l'innovazione digitale, con il suo cuore presso l'area dell'ex manifattura tabacchi di Bologna. Il Tecnopolo non è quindi semplicemente un luogo, ma il cuore di un ecosistema ben integrato, fin dalla sua concezione, in una strategia europea. Questo progetto ha richiesto un cambio di scala e un nuovo paradigma. Allo sviluppo di una infrastruttura di calcolo competitiva a livello mondiale, occorre affiancare l'aggregazione delle migliori competenze del paese nello sviluppo di applicazioni e di tecnologie innovative. Serviva dunque una virtuosa collaborazione tra pubblico e privato, per superare quella frammentazione che troppo spesso rappresenta per l'Italia un fattore limitante, soprattutto in un contesto altamente tecnologico. Ciò significa realizzare una massa critica indispensabile per essere protagonisti a livello europeo e internazionale e per attrarre investimenti pubblici e privati. In altri termini, accorciare la filiera dell'innovazione, per passare dal concetto di trasferimento tecnologico a quello di

## IL SUPERCALCOLATORE DI BOLOGNA, UNA RISORSA PER L'ITALIA

cosviluppo. Anche il Pnrr richiama questa prospettiva, nota con la formula *from research to business*, dalla ricerca all'impresa.

Dal 2015 a oggi quel disegno si è concretizzato: alcuni tasselli sono già al loro posto pienamente operativi, altri lo saranno a breve. Al Tecnopolo, di fianco alla sede di Cineca che ospita Leonardo, è già operativo il Centro di supercalcolo del Centro europeo di previsioni meteorologiche a medio termine (Ecmwf nell'acronimo in inglese) le cui analisi sono a disposizione di tutti gli Stati membri dell'Ue. Il Centro è inoltre tra i soggetti attuatori del Programma europeo Copernicus di osservazione della Terra e di Destination Earth, uno dei grandi progetti del Green Deal e della strategia digitale dell'Unione Europea, che ha l'obiettivo di simulare le interazioni tra i fenomeni naturali e le attività umane sviluppando un gemello digitale del globo terrestre. I primi obiettivi del progetto riguarderanno lo studio dell'impatto socioeconomico e le possibili strategie di adattamento e mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici e degli eventi meteorologici estremi. Grazie alla collaborazione tra i supercomputer dell'ecosistema europeo e all'utilizzo dell'intelligenza artificiale, il progetto intende potenziare le capacità di osservazione e, tramite le simulazioni, monitorare con estrema precisione e tempestività la salute del pianeta, lo stato degli oceani, la criosfera, la biodiversità, l'utilizzo del territorio e delle risorse naturali. Cineca darà supporto all'ottimizzazione dei codici necessari per consentire le funzionalità dei gemelli digitali, per permettere ai centri di supercalcolo afferenti a EuroHpc di utilizzare in modo efficiente le strumentazioni messe a disposizione.

Oltre all'Ecmwf e a Cineca, a breve troveranno spazio al Tecnopolo anche l'Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia (Arpae) e la neocostituita Agenzia Italia meteo. Quest'ultima consentirà al nostro paese di disporre di un unico servizio meteorologico civile a livello nazionale, coordinando la raccolta e l'elaborazione di dati dei diversi enti meteo presenti in Italia e permettendoci di allinearci a Francia, Spagna, Germania e Regno Unito. A Bologna si realizzerà così un vero e proprio polo europeo per la meteorologia e la climatologia.

In realtà lo *hub* meteo-clima è solo uno dei poli che sorgeranno nell'area bolognese, dove si stabiliranno anche strutture universitarie ed enti di ricerca nazionali in diversi settori. I primi insediamenti riguarderanno un centro di ricerca dell'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Enea) nell'ambito dell'economia circolare; il *data center* dell'Istituto nazionale di fisica nucleare (il nodo principale del sistema che analizza i dati provenienti dagli esperimenti del Cern); due sistemi di supercalcolo: uno del Centro nazionale delle ricerche (Cnr) per lo sviluppo di nuovi materiali e un altro dell'Istituto nazionale di astrofisica a supporto del progetto internazionale Square Kilometre Array di rilevamento di onde radio per sondare lo Spazio profondo.

Lo Stato italiano, insieme alla Regione Emilia-Romagna, ha presentato la candidatura per ospitare al Tecnopolo una sede dell'Università delle Nazioni Unite, l'unica nell'Europa meridionale e riferimento per l'area del Mediterraneo, dedicata ai *big data* e all'intelligenza artificiale. L'obiettivo è duplice: offrire supporto tecno-

## L'INTELLIGENZA NON È ARTIFICIALE

logico alle altre sedi della rete Onu e studiare l'impatto e le implicazioni socioeconomiche di queste tecnologie.

Il progetto prevede inoltre l'insediamento di centri di competenza come il già citato EuroCc Italy, laboratori, incubatori, acceleratori d'impresa e centri di ricerca congiunti tra pubblico e privato.

Di recente è stato compiuto un decisivo passo avanti per lo sviluppo e il consolidamento del Tecnopolo con la nascita del Centro nazionale di ricerca in High-Performance Computing, Big Data e Quantum Computing (Icsc). L'iniziativa federa in un sistema a raggiera l'infrastruttura di supercalcolo, le più importanti realtà industriali del paese, le migliori competenze presenti nelle università e nei centri di ricerca italiani. L'obiettivo è lo sviluppo di applicazioni avanzate in dieci aree tematiche, dall'osservazione del cosmo alla scienza dei materiali, dall'economia nello Spazio ai cambiamenti climatici, dalla genomica alle città gemelle digitali, dalla previsione di eventi naturali estremi alla medicina personalizzata, dalle energie rinnovabili alla cibersicurezza, dall'agroalimentare al patrimonio culturale. È un progetto ad alto valore strategico, competitivo su scala globale, finanziato da fondi Pnrr con un investimento di circa 350 milioni di euro. Aggrega 52 soggetti distribuiti su tutto il territorio nazionale e provenienti dai settori pubblico e privato. Ha come obiettivo la ricerca e l'innovazione con livelli di prontezza tecnologica medi e medio-alti per generare valore e ricadute positive sul tessuto economico-produttivo e sulla pubblica amministrazione. Un'attenzione specifica sarà rivolta alle piccole e medie imprese, attivando strumenti innovativi per fornire loro il necessario supporto anche grazie alla Fondazione Ifab, creata proprio per svolgere il ruolo di ponte tra l'Icsc e l'intero ecosistema del Tecnopolo da un lato e le aziende e la società più in generale dall'altro.

La straordinaria palestra dell'area bolognese ha richiamato l'attenzione dei maggiori fornitori tecnologici internazionali interessati a realizzare al Tecnopolo dei laboratori congiunti per attività di coprogettazione dei grandi sistemi di supercalcolo. Questo processo prevede l'ideazione di prototipi unici al mondo, disegnati per essere in grado di rispondere alle esigenze di un bacino molto ampio di utenti e al tempo stesso in grado di funzionare 24 ore su 24. Di conseguenza, costituisce un'eccellente piattaforma per lo sviluppo delle architetture di sistema, dei microprocessori, dei dispositivi di immagazzinamento, dei componenti di interconnessione e networking. Tecnologie che qui possono essere utilizzate al massimo delle loro potenzialità per realizzare sistemi di supercalcolo con sempre maggiore potenza computazionale e di grande efficienza energetica. E che spesso trovano sbocco nel campo dell'informazione e della comunicazione per essere sfruttate a livello industriale.

In quest'ultimo filone si inserisce un'ulteriore azione altrettanto strategica rivolta al calcolo quantistico, che rientra a pieno titolo tra le tecnologie dirompenti e a presidio della quale è stato attivato un punto dedicato nell'ambito dell'Icsc. Nello specifico, i membri dell'Unione Europea si doteranno della prima rete di computer quantistici (sei in totale); uno di questi sarà installato da Cineca nel corso del 2024

IL SUPERCALCOLATORE DI BOLOGNA, UNA RISORSA PER L'ITALIA

proprio al Tecnopolo. Con una configurazione nell'ordine delle centinaia di qubit (quantum bit, l'unità di informazione quantistica, *n.d.r.*), andrà ad arricchire la palestra tecnologica a disposizione dell'ecosistema.

4. Il Tecnopolo nel suo complesso è senza dubbio uno dei più grandi investimenti pubblici in ricerca e innovazione fatti in Italia – se non il più grande. Posiziona il nostro paese tra i più avanzati in Europa in uno dei settori maggiormente strategici per il futuro.

Il treno è pronto a partire e non deve essere perso, come altre volte è accaduto in passato. La differenza è che questa volta le condizioni ci sono. Sarà però molto importante che questo percorso venga accompagnato da un grande sforzo formativo, a tutti i livelli, per colmare l'attuale carenza di professionisti con competenze digitali. In una società dove i dati sono la nuova materia prima, le competenze faranno sempre più la differenza.

Tuttavia, la visione di medio-lungo termine coerente con la strategia dell'Unione Europea richiede di compiere subito un ulteriore passo. Dopo aver messo a sistema un'infrastruttura di calcolo tra le più potenti al mondo con ricercatori e imprese per lo sviluppo di applicazioni avanzate, è indispensabile rafforzare il posizionamento italiano nella traiettoria di indipendenza tecnologica tracciato dall'Ue. In particolare, l'Italia può e deve assumere un ruolo guida a livello europeo nell'ambito della progettazione dei microprocessori e delle architetture *open source* Risc-V. Le competenze ci sono, l'ecosistema di Bologna ha oggi la massa critica per candidarsi a questo ruolo in Europa e aggregare, sempre in una logica federativa, le migliori realtà italiane pubbliche e private in questo settore. Il Chips Act dell'Ue prevede grandi investimenti e l'Italia ha la credibilità e le capacità per rivendicare questo ruolo. Ciò può aggiungere quell'ulteriore gamba che completerebbe la filiera e permetterebbe all'ecosistema del Tecnopolo di compiere un altro salto di scala: non solo sfruttare l'infrastruttura per creare applicazioni innovative, ma anche sviluppare componenti innovative dell'infrastruttura stessa. Come accade in altre parti del mondo, i centri di supercalcolo più avanzati sono gli ambienti ideali dove condurre attività di coprogettazione e cosviluppo di tecnologie all'avanguardia. Oggi l'Italia è in grado di interpretare questo ruolo.

Nel frattempo, Cineca ha cominciato i lavori per candidare il Tecnopolo di Bologna nel 2026 a ospitare il primo supercalcolatore europeo di classe *post-exa-scale*, cioè con una potenza superiore ai miliardi di miliardi di operazioni al secondo, che probabilmente integrerà acceleratori quantistici e succederà a Leonardo. Del resto è stato proprio Leonardo da Vinci a insegnarci di pensare in grande: «Una volta che avrete imparato a volare, camminerete sulla Terra guardando il cielo».