



Spianare la strada al supercalcolo europeo



UN PROJECTS INFO PACK A CURA DI CORDIS

Ricerca
e innovazione

INTRODUZIONE



«Grazie all'unione delle forze di numerosi partner differenti, l'impresa comune EuroHPC intende schierare l'Europa al primo posto nella corsa mondiale al supercalcolo. L'ecosistema di supercalcolo di prim'ordine sviluppato dall'EuroHPC JU sta migliorando la qualità della vita dei cittadini, promuovendo la scienza e rinvigorendo il potenziale di innovazione delle imprese.»

Anders Dam Jensen

Direttore esecutivo dell'impresa comune EuroHPC

I supercomputer sono sistemi avanzati provvisti di capacità computazionali estremamente elevate. Sono in grado di risolvere problemi ed eseguire calcoli che richiedono maggiore velocità e potenza rispetto ai computer tradizionali.

I servizi di calcolo ad alte prestazioni (HPC, High Performance Computing) offerti dai supercomputer ricoprono un ruolo cruciale per la scoperta di nuovi farmaci, l'accelerazione della diagnosi e del trattamento delle malattie, l'anticipazione di condizioni meteorologiche gravi, il miglioramento della sicurezza informatica e lo sviluppo di prodotti più sostenibili.

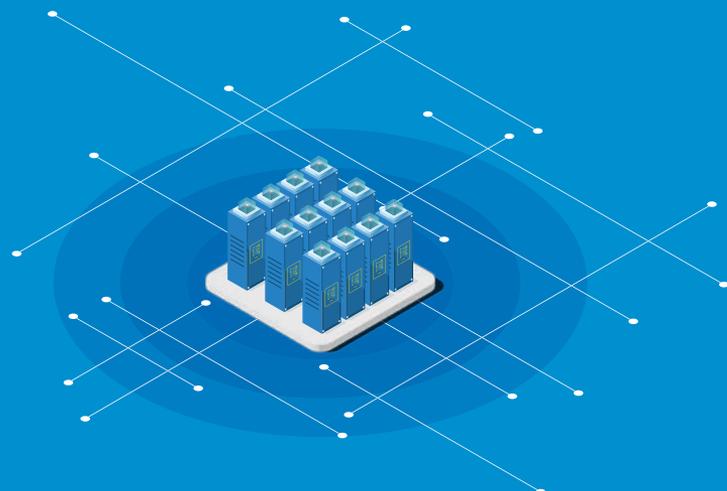
L'impresa comune per il calcolo ad alte prestazioni europeo (EuroHPC JU) è un'iniziativa congiunta istituita nel 2018 che riunisce le risorse dell'Unione europea, 31 paesi europei e tre partner privati mossi dall'ambizione di rendere l'Europa leader mondiale del supercalcolo.

A questo proposito, l'EuroHPC JU si sta occupando dell'approvvigionamento e dell'installazione di supercomputer in tutta Europa. A prescindere da dove si trovino in Europa, scienziati e utenti europei della sfera pubblica e del mondo industriale potranno trarre vantaggi dall'uso dei supercomputer dell'EuroHPC JU, che si classificano tra i più potenti al mondo. Al tempo stesso, l'EuroHPC JU sta finanziando un programma di ricerca e innovazione ambizioso volto alla creazione di una catena di distribuzione del supercalcolo europea, che spazia da processori e software alle applicazioni eseguibili sui supercomputer fino ad arrivare alle competenze per lo sviluppo di conoscenze specialistiche europee.

Nel presente Projects Info Pack appositamente commissionato, avrete modo di scoprire nove progetti selezionati dall'EuroHPC JU che promuovono l'informatica verde, contribuendo così all'indipendenza tecnologica e digitale e alla leadership dell'Europa.



EuroHPC
Joint Undertaking



EDITORIALE

I supercomputer stanno già cambiando la vita di cittadine e cittadini europei: queste macchine migliaia di volte più potenti rispetto a un computer desktop stanno innescando una rivoluzione in diversi ambiti, tra cui modellizzazione climatica, medicina personalizzata, strategie per il risparmio energetico e controllo delle epidemie. Questo Projects Info Pack presenta l'impresa comune per il calcolo ad alte prestazioni europeo, (EuroHPC JU), di recente istituzione, e le sue attività tese allo sviluppo delle capacità dei supercomputer europei.

Al momento, nessun paese europeo dispone della capacità di sviluppare per conto proprio risorse di supercalcolo di alto livello. Per questo motivo, la cooperazione, la condivisione delle conoscenze e il raggruppamento delle risorse a livello europeo si dimostrano di fondamentale importanza. L'EuroHPC JU riunisce le risorse e le competenze di 31 paesi europei e partner per instaurare un ecosistema di supercalcolo europeo di punta. L'obiettivo è offrire a ogni paese partecipante maggiori opportunità rispetto a quelle che avrebbero altrimenti, affinché assumano il timone nella corsa mondiale al supercalcolo.

Dalla sua istituzione nel 2018, l'impresa comune ha nettamente aumentato gli investimenti complessivi nell'ambito dell'HPC a livello europeo e ha avviato il processo di ripristino del ruolo dell'Europa quale potenza HPC capofila nel panorama mondiale. L'impresa comune non si occupa solo della fornitura dei supercomputer, ma anche degli investimenti in attività di ricerca per lo sviluppo di tecnologie, applicazioni, competenze e conoscenze specialistiche innovative e competitive nell'ambito del supercalcolo, basate su una catena

INDICE

6	Innalzare il livello dell'Europa	18	MICROCARD
7	Costruire il futuro	20	NextSim
8	HPCQS	22	Collocare l'EuroHPC JU sulla mappa
10	EPI SGA2	23	Competenze del XXI secolo
12	HEROES	24	EuroCC
14	Una macchina dei numeri snella ed ecologica	26	FF4EuroHPC
15	Informatica applicata	28	EUMaster4HPC
16	LIGATE	30	Glossario

di distribuzione che attenuerà la dipendenza dell'Europa da aziende produttrici straniere.

Dalla rosa iniziale di 29 progetti di ricerca attualmente gestiti dall'EuroHPC JU, questo Projects Info Pack pone sotto i riflettori nove progetti che rispecchiano il ventaglio eterogeneo degli argomenti trattati dall'impresa comune.

L'obiettivo principe dell'impresa comune consiste nello sviluppo di tecnologie HPC innovative, locali e sostenibili, tra cui si annoverano la realizzazione di un microprocessore a bassa potenza (**EPI SGA2**), una piattaforma rivolta agli utenti per la presentazione di richieste di simulazione complesse ai centri di dati HPC (**HEROES**) e un incubatore unico di calcolo ibrido che nasce dal connubio tra calcolo quantistico e calcolo ad alte prestazioni (**HPCQS**).

Un ulteriore obiettivo dell'EuroHPC JU è la creazione di applicazioni, algoritmi e software eseguibili sui supercomputer da utenti pubblici e privati. Tra questi figurano la progettazione di farmaci (**LIGATE**), la modellizzazione delle malattie (**MICROCARD**) e l'ingegneria aerospaziale (**NextSim**), nonché energia, ricerca sul clima e molto altro.

Un terzo obiettivo riguarda il potenziamento delle competenze necessarie per ampliare l'impiego del calcolo ad alte prestazioni a un numero più vasto di utenti pubblici e privati, dovunque si trovino in Europa. **EuroCC** sta creando una rete di centri di competenza HPC nazionali per agevolare l'accesso a opportunità HPC a livello europeo in settori differenti, mentre **FF4EuroHPC** sostiene le PMI che desiderano beneficiare dell'uso di servizi HPC per mettere a punto prodotti e servizi innovativi. Infine, **EUMaster4HPC** ha istituito un programma paneuropeo all'avanguardia per un corso di laurea magistrale in scienze HPC volto a formare la prossima generazione di figure esperte di calcolo ad alte prestazioni in Europa.

Al momento sono operativi cinque supercomputer dell'EuroHPC JU, situati in Bulgaria, Cechia, Finlandia, Lussemburgo e Slovenia. La costruzione di altri tre supercomputer è in corso in Italia, Portogallo e Spagna e sono previsti ulteriori sistemi per il prossimo futuro. Gli investimenti compiuti dall'impresa comune ricoprono un ruolo di fondamentale importanza per lo sviluppo di un ecosistema di supercalcolo di massimo livello in Europa, che incentiverà la competitività e l'innovazione europee e migliorerà la vita di cittadine e cittadini di questo continente.

L'impresa comune EuroHPC

L'impresa comune per il calcolo ad alte prestazioni europeo è stata istituita il 28 settembre 2018 dal regolamento (UE) 2018/1488 del Consiglio ed è attualmente disciplinata dal [regolamento \(UE\) 2021/1173](#) del Consiglio. Riunendo paesi, il settore industriale ed enti pubblici per spianare la strada al supercalcolo europeo, l'EuroHPC JU dispone di una dotazione di bilancio combinata di 7 miliardi di euro, provenienti dal programma Europa digitale, da Orizzonte Europa e dal meccanismo per collegare l'Europa 2.0, nonché di contributi da parte dei paesi partecipanti e di membri del settore privato.

I supercomputer sono strumenti essenziali necessari per il conseguimento degli obiettivi in materia di clima, energia e trasporti dell'Europa. Inoltre, risultano cruciali per la sicurezza, la difesa e la sovranità nazionali. L'EuroHPC JU integra gli obiettivi della [legge europea sui semiconduttori](#) per rafforzare la competitività e la resilienza dell'Europa nel settore delle tecnologie e delle applicazioni dei semiconduttori poiché i chip sono componenti fondamentali di un supercomputer.

Un obiettivo cardine dell'EuroHPC JU concerne la promozione di tecnologie verdi e sostenibili nell'ambito degli obiettivi dell'UE di raggiungere la neutralità carbonica stabiliti nel [Green Deal europeo](#). L'impresa sta realizzando alcuni dei supercomputer più ecologici al mondo, attingendo a tecnologie quali raffreddamento ad acqua, riciclaggio del calore residuo e microprocessori di prossima generazione efficienti dal punto di vista energetico.

L'EuroHPC JU fornisce il suo contributo alla priorità CE, [un'Europa pronta per l'era digitale](#), intesa a far sì che la transizione digitale giovi alle persone e alle imprese.

Innalzare il livello dell'Europa

Presto, pensate a un numero; ora moltiplicatelo per sette. Questo tipo di aritmetica mentale corrisponde esattamente a ciò che fa un computer, a eccezione del fatto che quest'ultimo è in grado di destreggiarsi tra numeri a 19 cifre. Un supercomputer, dal canto suo, può eseguire trilioni di queste operazioni in virgola mobile (o FLOPS) contemporaneamente. Cento laptop top di gamma che lavorano insieme potrebbero riuscire a effettuare una singola operazione petaflop (*). Tuttavia, i supercomputer europei sfoggiano una potenza di gran lunga superiore. Quando tutti gli otto sistemi EuroHPC saranno in funzione, l'EuroHPC JU fornirà 876 petaflop agli utenti europei. Entro la fine del 2023, questa cifra sarà più che raddoppiata, arrivando a 1 950 petaflop con l'introduzione del primo sistema a esacala e ulteriori supercomputer di gamma media.

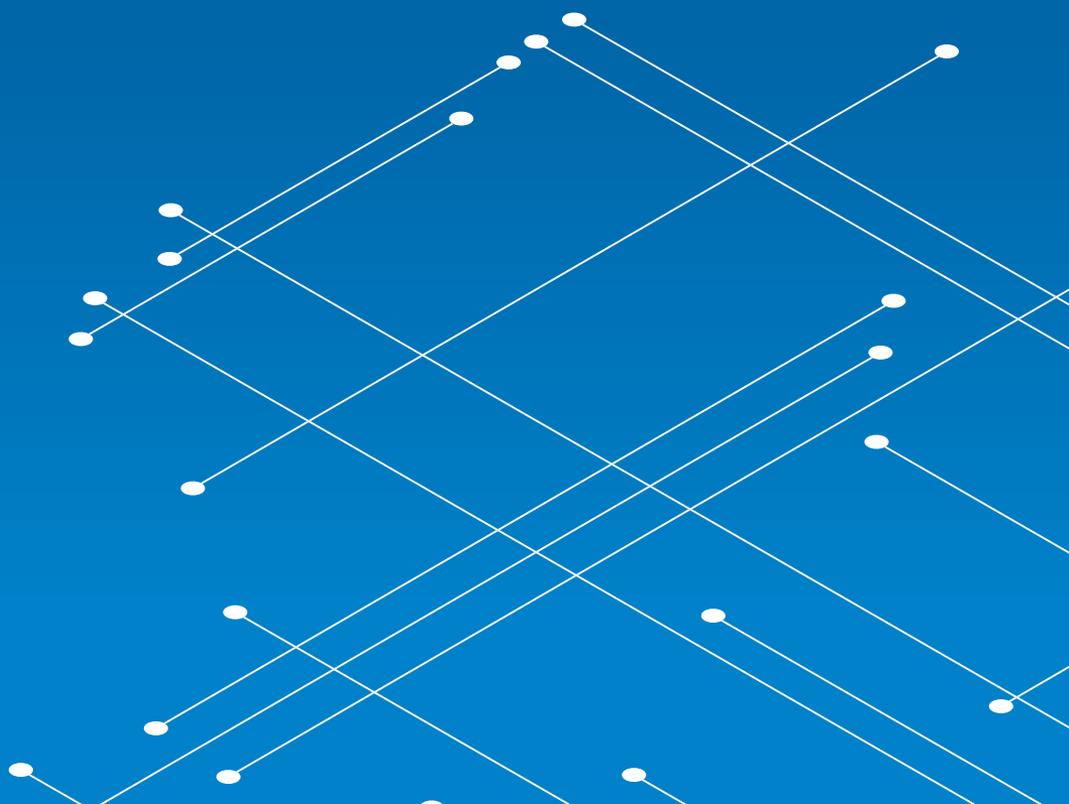
(* Un petaflop equivale a 1 000 000 000 000 000 calcoli al secondo.



I numeri indicano la quantità di petaflop disponibili.

Fonte dei dati: EuroHPC JU

COSTRUIRE IL FUTURO



«La tecnologia dell'informazione sviluppata dal progetto posizionerà l'Europa all'avanguardia del calcolo quantistico.»

Kristel Michielsen, coordinatrice del progetto HPCQS



CARTA DI IDENTITÀ DEL PROGETTO

Nome completo: High Performance Computer and Quantum Simulator hybrid

Date del progetto: dal 1° dicembre 2021 al 30 novembre 2025

Coordinato da: Centro di ricerca Jülich, Germania

Finanziato da: Horizon 2020-LEIT-ICT

Scheda informativa CORDIS: cordis.europa.eu/project/id/101018180/it

Bilancio complessivo: 12 000 000 EUR

Contributo dell'UE: 6 000 000 EUR

HPCQS

Preparare l'Europa a un futuro all'insegna del calcolo quantistico

A volte anche un supercomputer non si rivela abbastanza super per portare a termine un lavoro. È per questo motivo che questo progetto sta compiendo un salto verso il calcolo quantistico.

In ambito industriale e scientifico, esiste una serie di attività di calcolo importanti che i supercomputer tradizionali fanno fatica a risolvere. Alcuni esempi di tali problemi complessi comprendono l'ottimizzazione dei flussi di traffico e problemi numerici fondamentali nel settore della chimica e della fisica per lo sviluppo di nuovi farmaci e materiali.

È qui che entra in campo il calcolo quantistico.

«Lo sviluppo del calcolo quantistico orientato al sistema e alle applicazioni apre le porte a nuovi approcci per risolvere questi problemi difficili da calcolare», spiega Kristel Michielsen, professoressa presso il [Centro di ricerca Jülich](#), in Germania. «Dato che molti di questi problemi hanno implicazioni rilevanti per la ricerca e l'economia, attualmente aleggia una certa urgenza attorno al calcolo quantistico.»

Grazie al sostegno del [progetto HPCQS](#), finanziato dall'UE, Michielsen è alla guida di uno sforzo per preparare la ricerca, l'industria e la società europee a un futuro connotato dal calcolo quantistico. «Il progetto sta sviluppando, distribuendo e coordinando un'infrastruttura di calcolo quantistico europea federata», afferma.

Per costruire questa infrastruttura, HPCQS, parte dell'impresa comune EuroHPC, si avvale dei cosiddetti simulatori quantistici. «È possibile considerare un simulatore quantistico una versione analogica di un computer quantistico che, non richiedendo il controllo completo di ogni singolo componente, è più semplice da costruire», osserva Michielsen.

Il progetto si dedicherà alla fornitura e al coordinamento di due simulatori quantistici pilota, ognuno in grado di controllare oltre 100 qubit. Uno sarà situato presso [GENCI/CEA](#), in Francia, e l'altro presso il [Jülich Supercomputing Centre](#). I due siti integreranno il simulatore quantistico nei rispettivi centri di dati, facendoli funzionare per il loro intero ciclo di vita. Verrà prestata particolare attenzione per comprendere se è possibile condividere servizi HPC fondamentali. I ricercatori analizzeranno inoltre l'impiego effettivo del simulatore quantistico da parte di scienziati e ingegneri.

«La tecnologia dell'informazione sviluppata dal progetto posizionerà l'Europa all'avanguardia del calcolo quantistico», conclude Michielsen. Una volta ultimata, l'infrastruttura di HPCQS sarà resa subito disponibile a utenti europei pubblici e privati tramite il cloud su base non commerciale.

«EPI SGA2 rappresenterà un grande passo per munire l'UE della sua personale tecnologia di supercalcolo di prim'ordine.»

Etienne Walter, direttore generale di EPI



CARTA DI IDENTITÀ DEL PROGETTO

Nome completo: SGA2 (Specific Grant Agreement 2) OF THE EUROPEAN PROCESSOR INITIATIVE (EPI)

Date del progetto: dal 1° gennaio 2022 al 31 dicembre 2024

Coordinato da: Atos (Bull S.A.S.), Francia

Finanziato da: Horizon 2020-Science with and for Society

Scheda informativa CORDIS: cordis.europa.eu/project/id/101036168/it
(questa pagina sarà presto disponibile sul sito web CORDIS)

Sito web del progetto: european-processor-initiative.eu

Bilancio complessivo: 70 000 000 EUR

Contributo dell'UE: 35 000 000 EUR

EPI SGA2

Rafforzare le capacità del calcolo ad alte prestazioni dell'Europa

Tramite lo sviluppo di nuovi processori e acceleratori, questo progetto finanziato dall'UE si propone di dotare l'UE della sua personale tecnologia di supercalcolo di massimo livello.

Poiché il calcolo ad alte prestazioni possiede la capacità di elaborare simulazioni su vasta scala che sono semplicemente impossibili da eseguire con un unico sistema, è in grado di trasformare la ricerca e il mondo aziendale.

La costruzione dei supercomputer di cui abbiamo bisogno per affrontare queste sfide richiede una serie di componenti complessi. La realizzazione di questi materiali necessita di una catena di distribuzione digitale solida che al momento non esiste.

«L'Europa deve migliorare la sua capacità di sviluppare componenti HPC, in particolare per quanto riguarda i processori di alto livello», spiega Etienne Walter dell'impresa francese [Atos](#). «In caso contrario, resteremo alle dipendenze delle importazioni estere, un aspetto che non solo solleva dubbi relativi alla sicurezza e alla sovranità, ma che si ripercuote anche sulla bilancia dei pagamenti europea e sulla competitività del settore industriale europeo.»

Progetti come l'[iniziativa europea in materia di processori](#) (EPI), per la quale Walter ricopre il ruolo di direttore generale, stanno aiutando a rafforzare le capacità HPC dell'Europa. Durante la prima fase, il progetto ha concepito e sviluppato una nuova famiglia di processori a bassa potenza, compresi un processore generico e acceleratori.

«I nostri processori innovativi costituiscono elementi essenziali per la costruzione dei supercomputer e per offrire le prestazioni richieste dalle applicazioni HPC, nonché dai megadati e dalle applicazioni di apprendimento automatico», sostiene Walter. «Inoltre, i nostri acceleratori forniscono l'efficienza energetica tanto necessaria per i futuri sistemi a esascala.»

Nella seconda fase del progetto, finanziato dall'impresa comune EuroHPC, i ricercatori si propongono di fare avanzare i propri processori verso la commercializzazione. Per raggiungere questo obiettivo, intendono convalidare i processori di prima generazione e realizzare una versione di seconda generazione ancora più potente.

Entro la fine della seconda fase, Walter prevede che i processori di alto livello saranno pronti per l'uso in centri di dati che mettono a disposizione applicazioni HPC.

«Riuscire in questo intento si rivelerà un grande passo per munire l'UE della sua personale tecnologia di supercalcolo di prim'ordine», conclude Walter.

«I vantaggi potenziali sono enormi: i centri HPC acquisiranno nuovi flussi di reddito, i fornitori di servizi cloud saranno in grado di creare nuovi mercati e le grandi imprese trarranno benefici dall'HPC ibrido.»

Philippe Bricard, coordinatore del progetto HEROES



CARTA DI IDENTITÀ DEL PROGETTO

Nome completo: Hybrid Eco Responsible Optimized European Solution

Date del progetto: dal 1° marzo 2021 al 28 febbraio 2023

Coordinato da: UCit, Francia

Finanziato da: Horizon 2020-LEIT-ICT

Scheda informativa CORDIS: <https://cordis.europa.eu/project/id/956874/it>

Sito web del progetto: heroes-project.eu

Bilancio complessivo: 890 375 EUR

Contributo dell'UE: 328 346 EUR

HEROES

Mercati HPC per prodotti industriali di maggiore efficienza

HEROES promette di convogliare i vantaggi del calcolo ad alte prestazioni al settore energetico e a quello manifatturiero. Il quadro futuro del progetto consentirà a piccole e medie imprese, grandi aziende, università e centri di ricerca di creare prodotti a maggiore efficienza energetica.

L'eccezionale tecnologia HPC è alle porte; eppure, finora la sua complessità ha reso molto difficile per coloro che hanno bisogno di tutto il suo potere di calcolo, tra cui attori industriali e scienziati, di sfruttarne il pieno potenziale.

Con [HEROES](#), il coordinatore del progetto, Philippe Bricard, e altri partner desiderano eliminare gli ostacoli che intralciano questi utenti. Pertanto, hanno lavorato a una soluzione software utilizzabile per presentare flussi di lavoro di simulazione e apprendimento automatico complessi a centri di dati HPC e infrastrutture cloud.

«HEROES è un quadro per creare ciò che chiamiamo mercati», spiega Bricard, amministratore delegato e fondatore di [UCit](#), azienda che fornisce soluzioni HPC. «Stiamo lavorando a un modulo decisionale in grado di selezionare la piattaforma più adatta ai flussi di lavoro di intelligenza artificiale o apprendimento automatico specifici degli utenti, sulla base di strategie che definiscono. Gli utenti devono solo accedere, selezionare un flusso di lavoro per l'applicazione e stabilire la loro strategia di posizionamento.»

Ad esempio, questi criteri contemplano prestazioni migliori, un migliore rapporto prezzo/qualità, costi più bassi, una migliore responsabilità ambientale e un migliore rapporto energia/prestazioni.

Il gruppo del progetto si concentrerà in particolare sui requisiti per i flussi di lavoro del settore dell'energia rinnovabile e di quello dell'industria manifatturiera, per contribuire allo sviluppo di prodotti che vantano una maggiore efficienza energetica, tra cui veicoli efficienti dal punto di vista energetico.

In definitiva, il software e i rispettivi mercati potranno essere utilizzati da grandi aziende per costruire la propria infrastruttura HPC, così come da fornitori di servizi per realizzare piattaforme HPC multicloud o multicluster, oppure ancora da università e laboratori di ricerca alla ricerca di risorse per la distribuzione dei propri codici di applicazione e dei flussi di lavoro.

«I vantaggi potenziali di HEROES sono enormi: è possibile applicare la piattaforma a contesti e requisiti differenti per tipi diversi di utenti. I centri HPC acquisiranno nuovi flussi di reddito, i fornitori di servizi cloud saranno in grado di creare nuovi mercati e le grandi imprese trarranno benefici dall'HPC ibrido», afferma Bricard.

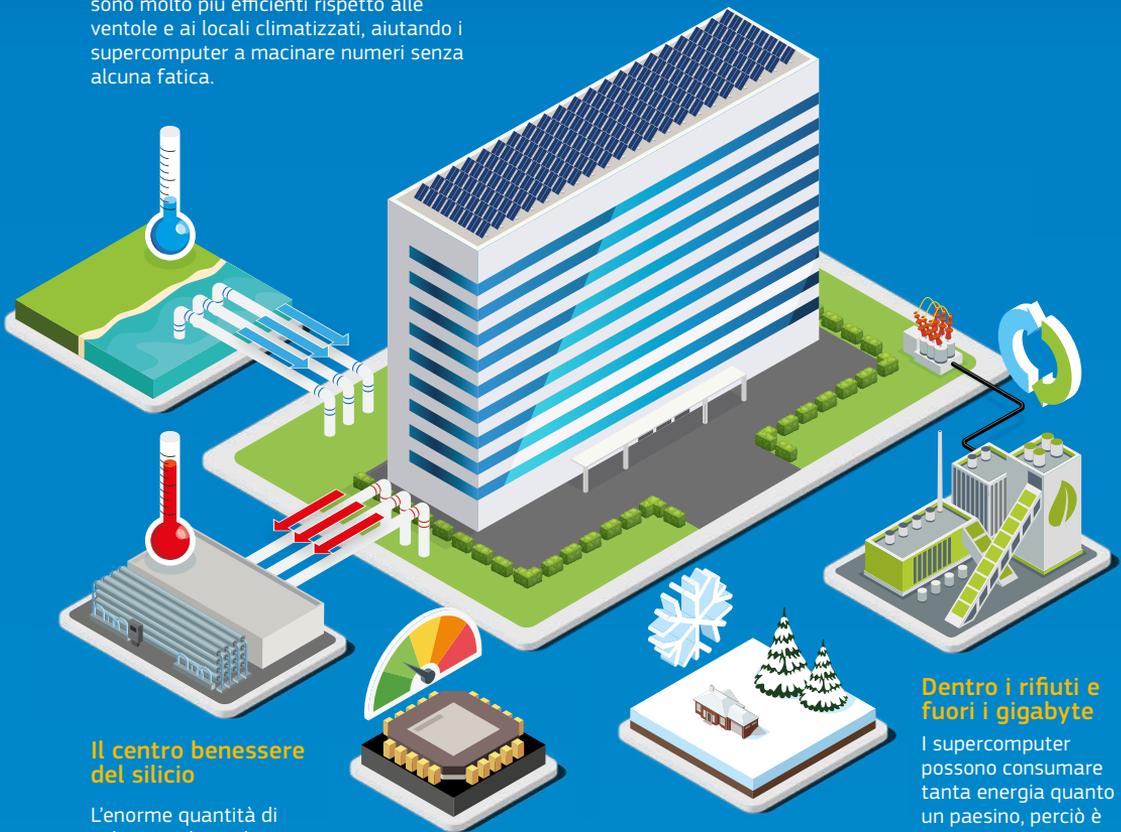
«Quando terminerà il progetto, il nostro obiettivo è procedere con le vendite dirette o la concessione di licenze per aiutare i clienti a creare i propri mercati HPC. Inoltre, scorgiamo un'opportunità concreta nella progettazione e nella messa in funzione di un servizio che ci permetterebbe di portare le risorse HPC alla comunità di ricerca o alle PMI europee.»

Una macchina dei numeri snella ed ecologica

La potenza non è tutto. In linea con i piani ambiziosi dell'UE di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050, l'EuroHPC JU si è dimostrata determinante nel sostenere lo sviluppo di supercomputer di forte potenza, ma gentili con l'ambiente.

Una serie di tubi

I supercomputer producono molto calore. I sistemi di raffreddamento ad acqua sono molto più efficienti rispetto alle ventole e ai locali climatizzati, aiutando i supercomputer a macinare numeri senza alcuna fatica.



Il centro benessere del silicio

L'enorme quantità di calore prodotta dai supercomputer deve pur finire da qualche parte. Invece di sfogarla nell'ambiente, LUMI, in Finlandia, usa l'acqua scaldata dai supercomputer per riscaldare gli edifici circostanti.

Chip a bassa energia

L'EuroHPC JU contribuisce inoltre a riprogettare i supercomputer da cima a fondo. I microchip dotati di efficienza energetica sviluppati da EPI SGA2 favoriranno ancora di più la riduzione del consumo energetico.

Esposizione a nord

Un altro modo di aiutare i supercomputer a mantenersi freschi è costruirli in climi adatti. La temperatura ambiente a Kajaani difficilmente supera i 16 °C: il posto ideale per il LUMI finlandese.

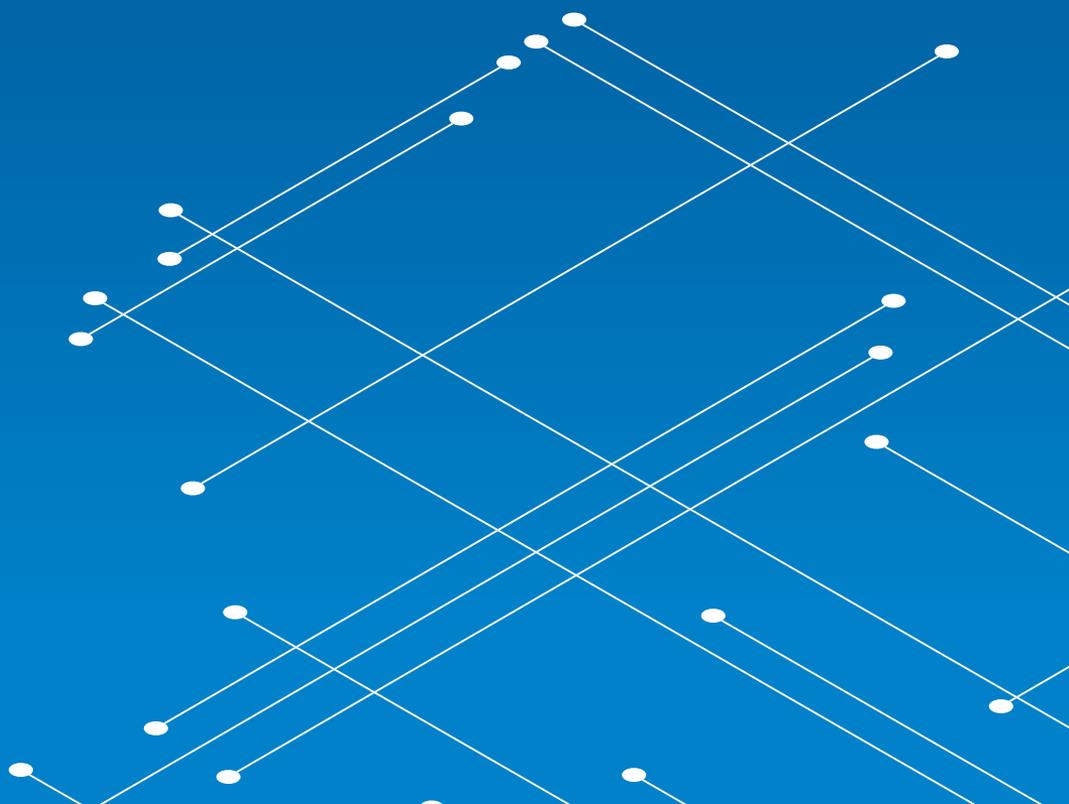
Dentro i rifiuti e fuori i gigabyte

I supercomputer possono consumare tanta energia quanto un paesino, perciò è importante assicurare che l'elettricità provenga da fonti sostenibili. A Bissen, in Lussemburgo, una centrale elettrica locale brucia i rifiuti di legno per tenere accese le luci di MeluXina.

Due dei sistemi EuroHPC hanno già conquistato i primi dieci posti della classifica Top500 dei supercomputer ecologici.

Fonte dei dati: EuroHPC JU e [top500.org](https://www.top500.org)

INFORMATICA APPLICATA



«La nostra intenzione è cominciare dall'individuazione di farmaci antivirali ad ampio spettro inediti, vagliando trilioni di molecole rispetto a decine di bersagli funzionali virali.»

Andrea Beccari, direttore senior e responsabile di EXSCALATE presso Dompé farmaceutici



C A R T A D I I D E N T I T À D E L P R O G E T T O

Nome completo: Ligand Generator and portable drug discovery platform AT Exascale

Date del progetto: dal 1° gennaio 2021 al 31 dicembre 2023

Coordinato da: Dompé farmaceutici, Italia

Finanziato da: Horizon 2020-LEIT-ICT

Scheda informativa CORDIS: cordis.europa.eu/project/id/956137/it

Sito web del progetto: ligateproject.eu

Bilancio complessivo: 5 938 656 EUR

Contributo dell'UE: 2 612 060 EUR

LIGATE

La scoperta di farmaci accelerata interviene su esigenze mediche insoddisfatte

LIGATE promette di introdurre un rivoluzionario processo di scoperta dei farmaci basato sul calcolo a esascala in grado di individuare farmaci efficaci nel giro di giorni, anziché anni.

Un farmaco può impiegare più di 13 anni per avanzare dall'iniziale scoperta dei composti alle sperimentazioni cliniche e all'approvazione normativa. Ciò non prende neppure in considerazione il tasso di successo molto basso di questo processo: meno del 10 % delle sperimentazioni cliniche si dimostra di successo, appena un farmaco su 5 000 approda sul mercato. Inoltre, i farmaci commercializzati sono spesso adatti solo a una parte di pazienti.

L'inefficienza e il tasso di successo ridotto contribuiscono al costo estremamente elevato richiesto per lo sviluppo di nuovi farmaci. Il gruppo del [progetto LIGATE](#) scommette su una nuova generazione di piattaforme di simulazione e modellizzazione basate sull'intelligenza artificiale per sopperire a questi problemi.

«Stiamo facendo leva sulla disponibilità senza precedenti delle risorse di calcolo e sugli algoritmi di apprendimento avanzato», afferma Andrea Beccari, direttore senior e responsabile di [EXSCALATE](#) presso l'azienda biofarmaceutica [Dompé farmaceutici](#). «Il nostro obiettivo consiste nella realizzazione di una piattaforma HPC di progettazione di farmaci interamente integrata, non destinata a esperti di programmazione, ma piuttosto agli scienziati che ne hanno bisogno per verificare più velocemente le proprie teorie.»

I membri del consorzio promettono niente di meno che «la velocità e la precisione più elevate» agli utenti della loro piattaforma. Nel caso di esigenze di calcolo urgenti, una situazione che i ricercatori si sono di recente trovati ad affrontare con la COVID-19, il sistema condurrà perfino campagne di scoperta dei farmaci in silicio in meno di un giorno.

A differenza dei sistemi odierni, LIGATE è in grado di tenere conto di tutte le complessità e delle perturbazioni sistemiche generate da una malattia. Un ulteriore vantaggio di rilievo di una piattaforma del genere risiede nella necessità limitata di test sugli animali.

«La nostra intenzione è cominciare dall'individuazione di farmaci antivirali ad ampio spettro inediti, vagliando trilioni di molecole rispetto a decine di bersagli funzionali virali (elicasi, polimerasi, proteasi, ecc.)», spiega Beccari. «In seguito, verranno convalidati i migliori composti in modo sperimentale.»

Sebbene i risultati globali del progetto non saranno disponibili prima della fine del 2023, alcune rivoluzioni scaturite da [ANTAREX](#), che ha individuato un potente inibitore del virus Zika, e da [EXSCALATE4CoV](#), che ha convalidato il farmaco anti-osteoporosi raloxifene quale trattamento efficace dei processi infiammatori indotti dalla COVID-19, rappresentano certamente il preludio di grandi evoluzioni.

«Grazie a MICROCARD, saremo in grado di effettuare la simulazione di campioni di tessuto notevoli: si spera di cuori interi, con geometrie di cellule realistiche.»

Mark Potse, coordinatore del progetto MICROCARD



CARTA DI IDENTITÀ DEL PROGETTO

Nome completo: Numerical modeling of cardiac electrophysiology at the cellular scale

Date del progetto: dal 1° aprile 2021 al 30 settembre 2024

Coordinato da: Università di Bordeaux, Francia

Finanziato da: Horizon 2020-LEIT-ICT

Scheda informativa CORDIS: cordis.europa.eu/project/id/955495/it

Sito web del progetto: microcard.eu

Bilancio complessivo: 5 858 546 EUR

Contributo dell'UE: 2 777 053 EUR

MICROCARD

Modellare ogni singola cellula di un cuore affetto da aritmia cardiaca

Il progetto MICROCARD si auspica di assistere meglio i pazienti che soffrono di disturbi del ritmo cardiaco, riunendo informatici, matematici e ingegneri biomedici. Si presume che il loro nuovo software risolverà numerosi problemi inerenti ai modelli numerici attuali.

Quasi tutte le persone hanno provato la sensazione di sentire battere all'impazzata il cuore o una sorta di svolazzamento nel petto. Per la gran parte di esse si tratta di un episodio momentaneo e innocuo, mentre per altre costituisce la prova di un'anomalia negli impulsi elettrici che regolano il battito cardiaco. Questa condizione potenzialmente letale è chiamata aritmia cardiaca.

Per giungere a una migliore comprensione e curare questa condizione, i cardiologi si sono avvalsi di modelli elettrofisiologici numerici che suddividono il cuore in elementi, ognuno riguardante qualche centinaio di cellule. Tuttavia, questo tipo di approccio ha rivelato i propri limiti.

«Fondamentalmente, questi modelli presuppongono che le cellule in ciascun gruppo stiano più o meno svolgendo la stessa funzione. Questa è un'ipotesi ragionevole quando si esamina un cuore sano, dove l'accoppiamento elettrico tra queste cellule è forte, ma ciò non vale per i cuori strutturalmente danneggiati», afferma Mark Potse, professore di ricerca specializzato in modellizzazione cardiaca presso l'istituto [IHU Liryc](#), in Francia, e coordinatore del [progetto MICROCARD](#).

In presenza di un cuore malato con cicatrici lasciate da un infarto o cardiomiopatie diverse, l'attivazione elettrica potrebbe finire per girare a vuoto, portando il cuore a una possibile aritmia fatale. Poiché il comportamento specifico di ogni cellula è fondamentale in questi eventi, Potse e il suo gruppo impegnato nel progetto MICROCARD si propongono di rappresentare ognuna di esse in simulazioni alimentate dal calcolo ad alte prestazioni.

«Esistevano modelli precedenti delle singole cellule, ma risultavano eccessivamente semplificati. Grazie a MICROCARD, saremo in grado di effettuare la simulazione di campioni di tessuto notevoli: si spera di cuori interi, con geometrie di cellule realistiche. Ovviamente, ciò richiede computer di gran lunga più potenti unitamente alle competenze per utilizzare in modo corretto queste macchine», spiega Potse. Finora, il progetto ha creato vari elementi costitutivi della nuova piattaforma.

Siccome i modelli numerici sono impiegati ogni giorno da dozzine di gruppi di ricerca in tutto il mondo, è probabile che MICROCARD sarà adottata da vari gruppi per lo studio del comportamento di tessuti danneggiati e strutture cardiache complesse, tra cui i legami tra le fibre cardiache di Purkinje e il tessuto muscolare.

«Ci serve una nuova generazione di strumenti di dinamica dei fluidi computazionale in grado di sfruttare appieno i sistemi da un esaflop e, più avanti, i sistemi a esascalà.»

Oriol Lehmkuhl, coordinatore del progetto NextSim



CARTA DI IDENTITÀ DEL PROGETTO

Nome completo: CODA: Next generation of industrial aerodynamic simulation code

Date del progetto: dal 1° marzo 2021 al 29 febbraio 2024

Coordinato da: Barcelona Supercomputing Center, Spagna

Finanziato da: Horizon 2020-LEIT-ICT

Scheda informativa CORDIS: cordis.europa.eu/project/id/956104/it

Sito web del progetto: nextsimproject.eu

Bilancio complessivo: 3 978 097 EUR

Contributo dell'UE: 1 884 705 EUR

NextSim

Algoritmi di prossima generazione per un settore aerospaziale più competitivo

Il consorzio del progetto NextSim sente che è giunto il momento per l'industria aerospaziale di trarre vantaggi dalla potenza del calcolo ad alte prestazioni. I nuovi strumenti di simulazione originati dal progetto renderanno più veloce la risoluzione dei problemi durante le fasi di ricerca, sviluppo e collaudo dei modelli di velivoli di prossima generazione.

Le campagne di prototipazione e collaudo in galleria del vento, congiuntamente a prove di volo concrete, fanno sì che l'attività di ricerca aerospaziale sia molto costosa. La replicazione di tali prove in uno spazio digitale, noto come dinamica dei fluidi computazionale, ha nettamente ridotto i costi dei collaudi e i tempi di commercializzazione. Tuttavia, questi modelli faticano a stare al passo con la crescente potenza di calcolo, privando così le aziende costruttrici di velivoli di risorse fortemente necessarie.

«Ci serve una nuova generazione di strumenti di dinamica dei fluidi computazionale che può sfruttare appieno i sistemi da un esaflop e, più avanti, i sistemi a esascalas, che dovrebbero diventare disponibili in meno di tre anni», afferma Oriol Lehmkuhl, responsabile del gruppo della [dinamica dei fluidi computazionale su larga scala](#) presso il Barcelona Supercomputing Center.

Tramite [NextSim](#), il coordinatore del progetto Lehmkuhl e i suoi partner promettono la comparsa di una serie di nuovi algoritmi connotati da una migliore convergenza e precisione. Come spiega, «la ricerca di NextSim valuterà e migliorerà gli algoritmi fondamentali utilizzati nei risolutori di simulazione aeronautici. Puntiamo a ultimare in meno di un'ora una simulazione di velivolo tridimensionale e di impiegare una notte per fornire soluzioni destinate alla risoluzione di simulazioni di scale di turbolenza instabili tridimensionali complesse. Queste soluzioni permetteranno ai progettisti dei velivoli di ottenere un numero maggiore di risultati ottimizzati in minor tempo.»

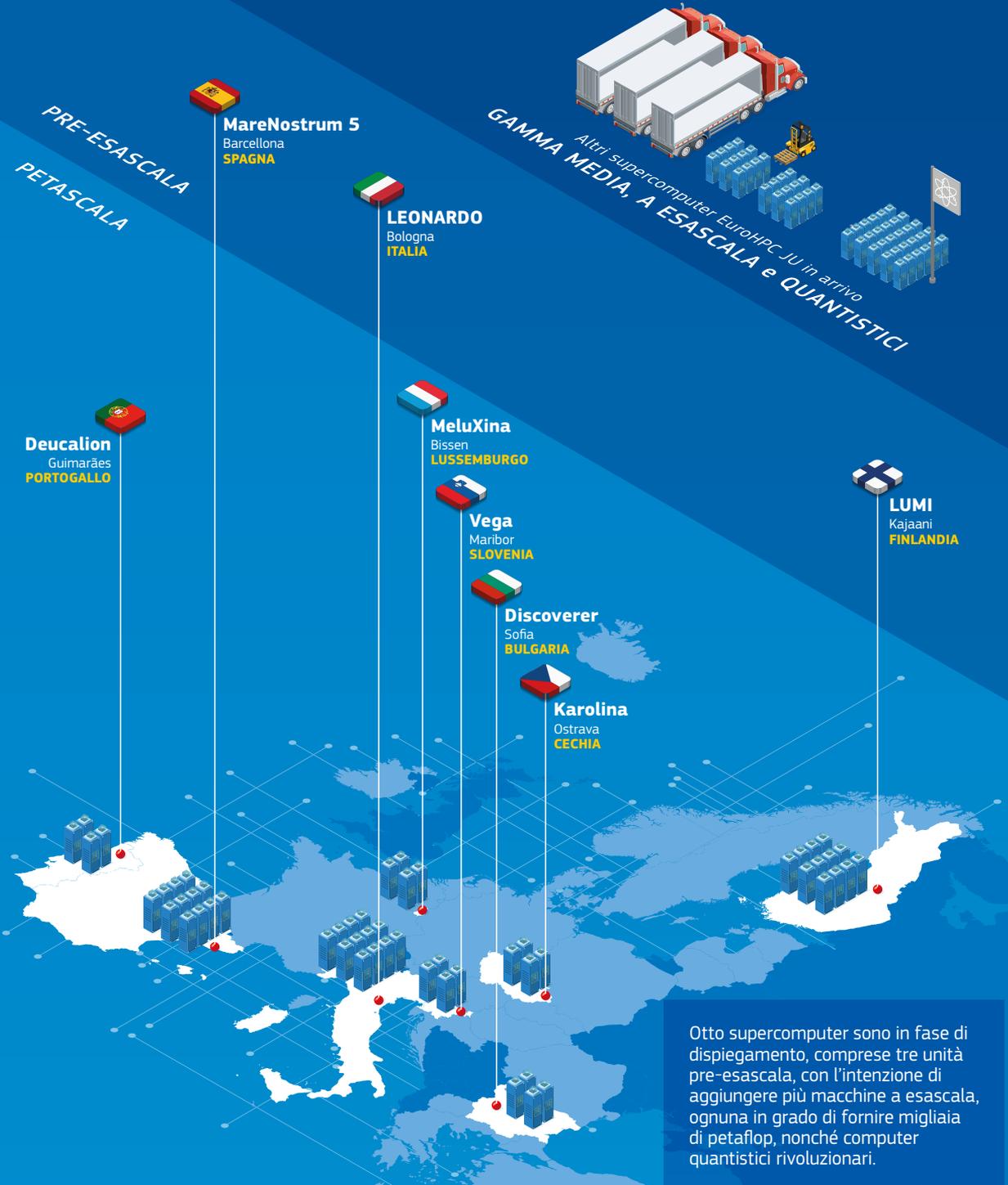
Il progetto si colloca nella cornice di un maggiore utilizzo della dinamica dei fluidi computazionale e della domanda del settore per simulazioni di portata e durata più ampia. Gli attuali strumenti numerici offrono tempi di calcolo eccessivamente lunghi per problemi di rilevanza industriale. Inoltre, gli utenti si sono trovati a fare i conti con una mancanza di affidabilità e precisione di tali soluzioni in presenza di condizioni di volo estreme.

Come osserva Lehmkuhl, «questi punti deboli impediscono il pieno dispiegamento industriale di strumenti virtuali per la progettazione e la certificazione. Ciò vale non solo per il settore aeronautico, ma anche per quello automobilistico, eolico, della propulsione, della produzione additiva e tanti altri.»

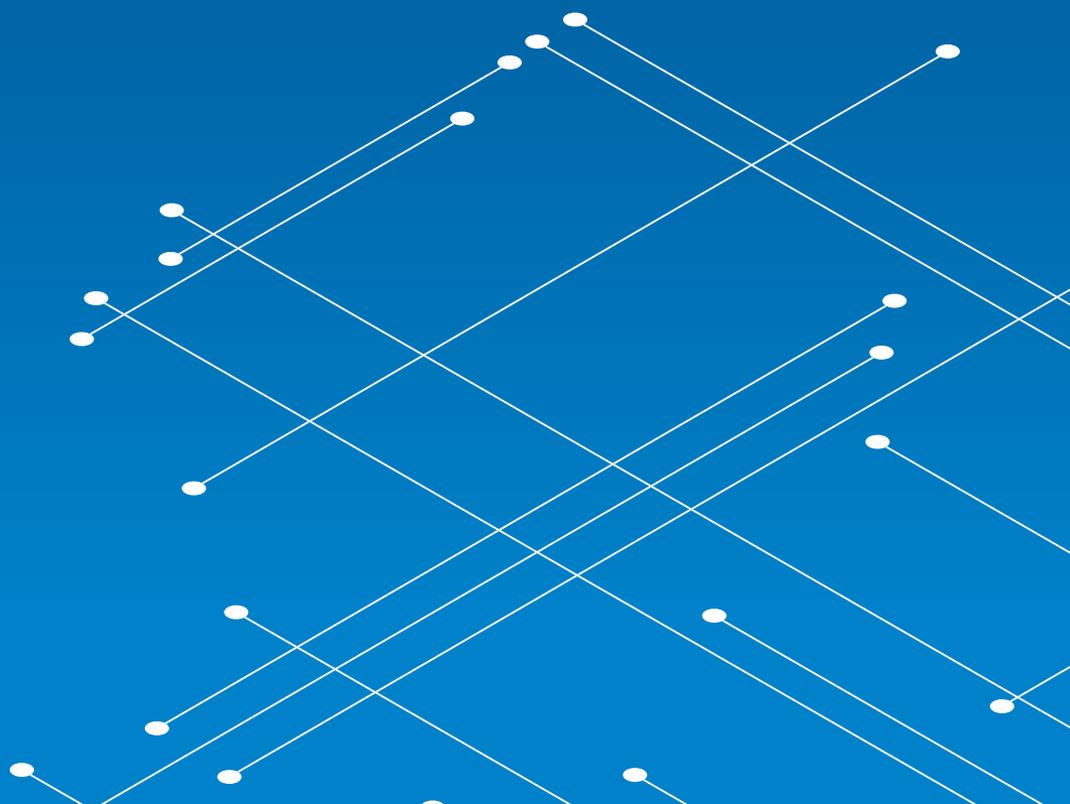
Tra i tentativi principali di NextSim figurerà la dimostrazione delle sue metodologie volte ad affrontare problemi rilevanti per il mercato definite dal partner del progetto [Airbus](#). Sebbene l'attività di ricerca del progetto verterà su problemi aeronautici, quali la riduzione delle emissioni, la sicurezza, il rumore e le prestazioni, si potrà applicare a qualunque settore che si basa sulla discretizzazione numerica e sull'integrazione di equazioni differenziali parziali per i propri modelli.

Collocare l'EuroHPC JU sulla mappa

L'EuroHPC JU comprende 31 paesi che collaborano per costruire le risorse di supercalcolo dell'Europa.



COMPETENZE DEL XXI SECOLO



«Grazie alla collaborazione su questioni di interesse comune, i centri di competenza nazionali danno vita a un ecosistema HPC fiorente basato sullo scambio reciproco tra il livello europeo e quelli nazionali.»

Bastian Koller, coordinatore del progetto EuroCC



CARTA DI IDENTITÀ DEL PROGETTO

Nome completo: National Competence Centres in the framework of EuroHPC

Date del progetto: dal 1° settembre 2020 al 31 agosto 2022

Coordinato da: Università di Stoccarda, Germania

Finanziato da: Horizon 2020-Science with and for Society

Scheda informativa CORDIS: cordis.europa.eu/project/id/951732/it

Sito web del progetto: eurocc-access.eu

Bilancio complessivo: 56 329 834 EUR

Contributo dell'UE: 27 936 679 EUR

EuroCC

Sportelli unici nazionali per le competenze all'insegna del calcolo ad alte prestazioni

I centri di competenza nazionali di EuroCC fungono da poli per la promozione e l'agevolazione dell'HPC e delle tecnologie correlate in un ampio ventaglio di settori, migliorando l'accesso a opportunità e offrendo soluzioni su misura per questo ambito in rapida evoluzione.

Anche se l'avvio delle iniziative europee precedenti aveva l'obiettivo di incentivare l'adozione dell'HPC e delle tecnologie associate, molte di queste accordano la priorità a un'attenzione nazionale, comportando la comparsa di un panorama di competenze variabili.

«Per sviluppare davvero una base di competenze HPC europee competitive a livello internazionale, con un impatto evidente su società, industria ed eccellenza scientifica, occorre che i paesi europei si trovino a livelli di competenza paragonabili», afferma Bastian Koller, coordinatore del [progetto EuroCC](#), finanziato dall'UE.

EuroCC ha istituito 33 centri di competenza nazionali: si tratta della prima iniziativa nell'ambito di EuroHPC a riunire un numero così folto di paesi. Ogni centro di competenza nazionale riceve sostegno dal rispettivo Stato membro, il che comprende il 50 % di condivisione dei costi, ed è guidato dagli obiettivi di consolidamento, integrazione e scambio.

I singoli paesi, occupandosi innanzitutto dell'individuazione delle competenze disponibili, hanno la possibilità di ottimizzare le sinergie per creare portafogli delle competenze nazionali. Per far sì che queste giovinco all'intera rete, le attività a livello europeo sono coordinate dal progetto gemello [CASTIEL](#). La rete dei centri di competenza nazionali coopera inoltre con organismi esterni, tra cui i centri di eccellenza, [ETP4HPC](#) e [PRACE](#).

Poiché alcuni paesi hanno già beneficiato di investimenti nazionali considerevoli nel calcolo ad alte prestazioni, una delle sfide più difficili per il progetto EuroCC è stata la normalizzazione dei livelli di competenza all'interno della rete. Per farvi fronte, è stato istituito un programma di gemellaggio e tutoraggio tra centri di competenza nazionali, finanziato da CASTIEL, per la condivisione di conoscenze e competenze.

Tuttavia, come chiarisce Koller, «in realtà, le disparità si dimostrano utili per mettere in luce gli ambiti specifici per una collaborazione incisiva, guidando la traiettoria collettiva e la visione della rete.»

Le disparità hanno inoltre contribuito alla realizzazione di un catalogo di diverse soluzioni comprovate e collaudate ai problemi riscontrati nella rete. Attualmente, EuroCC si sta concentrando sull'erogazione di formazione, sull'interazione continua con il settore, sulla mappatura delle competenze e sulla comunicazione. Un altro aspetto importante riguarda l'esplorazione di nuovi ambiti, tra cui il calcolo quantistico e l'intelligenza artificiale (IA), al fine di individuare le future questioni prioritarie per i centri di competenza nazionali.

«Grazie alla collaborazione su questioni di interesse comune, i centri di competenza nazionali danno vita a un ecosistema HPC fiorente basato sullo scambio reciproco tra il livello europeo e quelli nazionali per alzare la posta in gioco», conclude Koller.

«Ora, il calcolo ad alte prestazioni può aiutare le PMI a risolvere problemi semplicemente impossibili da sciogliere in passato, spesso innescando nuovi modelli aziendali.»

Guy Lonsdale, membro del gruppo del progetto FF4EuroHPC



CARTA DI IDENTITÀ DEL PROGETTO

Nome completo: FF4EuroHPC: HPC INNOVATION FOR EUROPEAN SMES

Date del progetto: dal 1° settembre 2020 al 31 agosto 2023

Coordinato da: Università di Stoccarda, Germania

Finanziato da: Horizon 2020-LEIT-ICT

Scheda informativa CORDIS: cordis.europa.eu/project/id/951745/it

Sito web del progetto: ff4eurohpc.eu

Bilancio complessivo: 9 998 475 EUR

Contributo dell'UE: 9 998 475 EUR

FF4EuroHPC

L'accesso a tecnologia all'avanguardia dona slancio alle aziende

Le storie di successo del progetto FF4EuroHPC, nate dal sostegno a esperimenti che collegano imprese e risorse HPC, stanno ispirando le piccole e medie imprese (PMI) ad abbracciare le tecnologie all'avanguardia.

Le PMI costituiscono il [99 % di tutte le imprese europee](#), confermandosi la spina dorsale dell'economia di questo continente. Tuttavia, per cogliere le opportunità offerte dal ritmo e dall'ambito di applicazione della digitalizzazione, molte hanno bisogno di un migliore accesso alle risorse di calcolo.

Il progetto [FF4EuroHPC](#), sostenuto dall'UE, aiuta le PMI ad accedere a fondi e competenze specialistiche per rafforzare il proprio potenziale commerciale, nonché l'innovazione e la competitività europee.

Guy Lonsdale, appartenente al gruppo del progetto e con alle spalle esperienza nei software di simulazione, ha osservato l'evoluzione nell'utilizzo dell'HPC dalla progettazione assistita da computer all'analisi dei dati avanzata e all'apprendimento automatico.

«Questo ambito si sta adesso avvicinando alla maturità data la convergenza tra progressi tecnologici ed esigenze aziendali», afferma Lonsdale. «Ora, il calcolo ad alte prestazioni può aiutare le PMI a risolvere problemi semplicemente impossibili da sciogliere in passato, spesso innescando nuovi modelli aziendali.»

FF4EuroHPC fa seguito a due progetti passati sostenuti dall'UE: [Fortissimo e Fortissimo 2](#). Entrambi hanno raggiunto le PMI tramite bandi aperti per il finanziamento di esperimenti della durata di 18 mesi volti alla dimostrazione dei vantaggi aziendali dell'HPC. I partner del progetto hanno sostenuto i consorzi fornendo l'accesso a risorse di calcolo tramite un'infrastruttura basata su cloud.

Ciò è sfociato in [79 storie di successo](#) che presentano una vasta gamma di innovazioni, da simulazioni per l'aerodinamica di velivoli leggeri alle valutazioni di composti di farmaci pre-esistenti per trattamenti potenziali che vanno oltre le prescrizioni attuali.

Il progetto FF4EuroHPC, guidato dallo stesso approccio, ha avviato due bandi di finanziamento per esperimenti di 15 mesi.

Il primo bando ha erogato 3 milioni di euro a favore di 16 proposte, coinvolgendo 53 organizzazioni, tra cui 27 PMI. Il secondo bando ha erogato quasi 5 milioni di euro per 26 proposte finanziate, coinvolgendo 79 organizzazioni, tra cui 47 PMI.

Come nei progetti precedenti, le selezioni attuate da FF4EuroHPC abbracciano un ampio spettro di applicazioni.

«Questi bandi riservano sempre delle sorprese, come ad esempio l'impiego di tecniche di HPC e apprendimento automatico, abbinato a sensori e a una piattaforma di Internet delle cose per l'allevamento di galline di prossima generazione», spiega Lonsdale.

Per contribuire a mettere in piedi un ecosistema HPC eterogeneo e in rapida evoluzione, FF4EuroHPC incentiva lo scambio di conoscenze tra esperimenti, anche tramite workshop. «I nostri nuovi esperimenti sono sulla strada giusta per fornire ulteriori storie di successo rivoluzionare orientate alle imprese, promuovendo così una diffusione ulteriore dell'HPC da parte delle PMI europee», conclude Lonsdale.

«Gli studenti e le studentesse che otterranno una laurea dal programma disporranno delle competenze e della fiducia necessarie per trainare la trasformazione digitale dell'Europa.»

Pascal Bouvry, coordinatore del progetto EUMaster4HPC



CARTA DI IDENTITÀ DEL PROGETTO

Nome completo: European Master for High Performance Computing (EUMaster4HPC)

Date del progetto: dal 1° gennaio 2022 al 31 dicembre 2025

Coordinato da: Università del Lussemburgo, Granducato del Lussemburgo

Finanziato da: Horizon 2020-Science with and for Society

Scheda informativa CORDIS: cordis.europa.eu/project/id/101051997/it (questa pagina sarà presto disponibile sul sito web CORDIS)

Sito web del progetto: eumaster4hpc.uni.lu

Bilancio complessivo: 7 000 000 EUR

Contributo dell'UE: 7 000 000 EUR

EUMaster4HPC

Padroneggiare la scienza del calcolo ad alte prestazioni

Un nuovo corso di laurea magistrale si prefigge di fornire all'Europa la forza lavoro qualificata necessaria per sfruttare le opportunità offerte dal calcolo ad alte prestazioni.

L'HPC rappresenta un tassello fondamentale della trasformazione digitale europea. «L'HPC è un ambito di ricerca e sviluppo in forte espansione con un grande potenziale, capace di trainare la crescita economica», sostiene Pascal Bouvry, professore presso l'[Università del Lussemburgo](#).

Tuttavia, avvalersi del pieno potenziale dell'HPC richiede innanzitutto la disponibilità di forza lavoro altamente qualificata. «Senza professionisti formati sull'HPC e sugli ambiti correlati, quali scienza dei dati e intelligenza artificiale, l'Europa rischia di lasciarsi sfuggire questa opportunità unica di promuovere il proprio [mercato unico digitale](#)», aggiunge Bouvry.

Se da un lato l'informatica di base e i linguaggi di programmazione sono contemplati in molti piani di studio universitari, dall'altro tali competenze non riescono a soddisfare le esigenze dell'ecosistema tecnologico HPC in rapida evoluzione. Per questo motivo, l'Università del Lussemburgo con il sostegno del [progetto UMaster4HPC](#), finanziato dall'UE, sta coordinando gli sforzi per elaborare un corso di laurea magistrale europeo in scienze HPC.

«Il nostro obiettivo è la raccolta di tutte le competenze e le conoscenze attualmente disponibili presso università europee, centri di ricerca, settore industriale, imprese, amministrazioni pubbliche e PMI per convogliarle in un singolo programma paneuropeo di livello universitario», spiega Bouvry, che ricopre il ruolo di coordinatore del progetto.

Il corso di laurea magistrale di due anni si soffermerà prima sui principi fondamentali dell'HPC per poi passare ai diversi ambiti di specializzazione durante il secondo anno di studio. Il programma comprenderà inoltre un'iniziativa di tutoraggio e un tirocinio presso un centro, un laboratorio di ricerca o un'azienda in Europa operante nel settore HPC. Per ottenere la laurea, studenti e studentesse dovranno scrivere una tesi e difenderla dinanzi a una giuria di esperti.

«Gli studenti e le studentesse che otterranno una laurea dal programma disporranno delle competenze e della fiducia necessarie per trainare l'adozione delle tecnologie HPC e la trasformazione digitale dell'Europa», aggiunge Bouvry.

Il nuovo programma di laurea magistrale sarà introdotto e sperimentato in diverse università europee di spicco. Mentre alcune sperimentazioni impiegheranno programmi e corsi esistenti sull'HPC, altre si avvarranno di nuovi materiali preparati dal progetto. Sulla base di queste sperimentazioni, il progetto intende creare un approccio coordinato e sistemico alla formazione sull'HPC che renderà disponibile per l'uso da parte di altre università.

Glossario

Acceleratore si riferisce a un dispositivo hardware o a un programma software che ha come funzione principale il miglioramento delle prestazioni complessive del computer. Esistono vari tipi di acceleratori volti al potenziamento di aspetti diversi del funzionamento di un computer.

Algoritmi si riferisce a una sequenza finita di istruzioni ben definite, solitamente utilizzate per la risoluzione di una classe di problemi specifici o per l'esecuzione di un calcolo. Gli algoritmi sono impiegati in matematica e informatica per effettuare calcoli e l'elaborazione dei dati.

Apprendimento automatico si riferisce a un tipo di intelligenza artificiale che permette alle applicazioni software di diventare più precise senza essere espressamente programmate per farlo.

Il **calcolo ibrido** fonde le migliori tecnologie del calcolo quantistico e del calcolo ad alte prestazioni classico per l'esecuzione in parallelo di numeri ancora più elevati di operazioni.

Il **calcolo quantistico** utilizza le tecnologie quantistiche per calcolare milioni di possibilità in parallelo, anziché una alla volta come nel caso dei normali computer.

Chip si riferisce a un dispositivo elettronico costituito da diversi elementi funzionali presenti su un unico pezzo di materiale semiconduttore, che di solito assume la forma di memoria, logica, processore e dispositivi analogici, indicato anche come circuito integrato.

Cloud computing si riferisce a una tecnologia che permette agli utenti di Internet di salvare o utilizzare software su un server eseguito su Internet. È possibile accedere alle informazioni salvate da qualsiasi dispositivo da qualunque luogo, a condizione che sia disponibile l'accesso a Internet.

Codici di applicazione si riferisce a software che svolgono attività specifiche per gli utenti, ad esempio la risoluzione di un problema numerico.

Ecosistema HPC si riferisce a tutti gli elementi della catena del valore del calcolo ad alte prestazioni: le comunità e le parti

interessate, ma anche i sistemi e le tecnologie, gli elementi software e l'hardware che stanno alla base di questi sistemi: da processori, acceleratori, software, algoritmi e applicazioni alle competenze e conoscenze specialistiche.

Intelligenza artificiale (IA) si riferisce a un ambito dell'informatica che conferisce ai sistemi la capacità di analizzare il proprio ambiente e prendere decisioni con un grado di autonomia per conseguire obiettivi stabiliti. I sistemi IA sono utilizzati per l'esecuzione di attività complesse in un modo che assomiglia alla risoluzione dei problemi compiuta dagli esseri umani.

Megadati si riferisce a grandi quantità di dati che non è possibile elaborare mediante applicazioni tradizionali. I dati possono essere creati da persone o generati da macchine, come ad esempio immagini satellitari, fotografie e video digitali, segnali GPS e tanto altro.

PMI si riferisce a piccole e medie imprese.

Processori si riferisce al circuito elettronico che esegue le istruzioni volte a far funzionare un computer. I processori sono gli elementi costitutivi dei supercomputer.

I **simulatori quantistici** sono computer quantistici che manipolano bit quantistici (qbit) come un insieme, piuttosto che gestire qbit singoli.

Software si riferisce a una raccolta di istruzioni che addestrano un computer su come funzionare. A differenza del software, l'hardware è ciò che costituisce il sistema e che svolge effettivamente il lavoro.

I **supercomputer a esascala** sono in grado di eseguire più di 10^{18} (un miliardo di miliardi) di operazioni al secondo. In confronto, un laptop arriva a circa 1 000 miliardi di operazioni al secondo.

I **supercomputer a petascala** sono in grado di eseguire più di 10^{15} (un milione di miliardi) di operazioni al secondo.

I **supercomputer pre-esascala** sono in grado di eseguire più di 10^{17} (100 milioni di miliardi) di operazioni al secondo.

Pubblicato

da CORDIS per conto della Commissione europea presso
l'Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea
2, rue Mercier
L-2985 Lussemburgo
LUSSEMBURGO

cordis@publications.europa.eu

Coordinamento editoriale

Carlos LÁZARO MAZORRIAGA, Paula ESCUDERO DÍAZ

Liberatoria

Le informazioni relative ai progetti e i collegamenti pubblicati online nell'attuale numero del presente Projects Info Pack redatto da CORDIS sono corretti al momento della stampa dell'edizione.

L'Ufficio delle pubblicazioni non può essere ritenuto responsabile della presenza di informazioni non aggiornate o di siti web non più attivi. L'Ufficio delle pubblicazioni o qualsiasi altro soggetto che agisce per suo conto non sono responsabili dell'utilizzo che può essere fatto delle informazioni contenute in questa pubblicazione, o di eventuali errori che possano essere riscontrati nei testi, nonostante la cura impiegata per la loro redazione.

Le tecnologie presentate in questa pubblicazione possono essere oggetto di diritti di proprietà intellettuale.

Questo Projects Info Pack nasce da una collaborazione tra CORDIS e l'impresa comune per il calcolo ad alte prestazioni europeo.



@EuroHPC_JU



@eurohpc-ju

Print ISBN 978-92-78-42918-8 doi:10.2830/004713 ZZ-01-22-319-IT-C

HTML ISBN 978-92-78-42898-3 doi:10.2830/82971 ZZ-01-22-319-IT-Q

PDF ISBN 978-92-78-42906-5 doi:10.2830/491787 ZZ-01-22-319-IT-N

Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, 2022

© Unione europea, 2022

Riutilizzo autorizzato previa indicazione della fonte.

La politica sul riutilizzo dei documenti della Commissione europea è regolamentata dalla decisione 2011/833/UE (GU L 330 del 14.12.2011, pag. 39).

Per qualsiasi utilizzo o riproduzione di foto o di altro materiale non protetto dal diritto d'autore dell'UE, è necessario richiedere l'autorizzazione direttamente ai titolari dei diritti d'autore.

Immagine di copertina: © Unione europea, 2022



Ufficio delle pubblicazioni
dell'Unione europea



Seguici anche sui social media!
facebook.com/EUresearchResults
twitter.com/CORDIS_EU
youtube.com/CORDISdotEU
instagram.com/eu_science