

**» L'INTERVISTA**

**L'EUROPA PROGETTA  
I SUPERCOMPUTER DEL FUTURO**

*Intervista a Piero Vicini, coordinatore per l'INFN di ExaNeSt, progetto europeo di supercalcolo*

*Un miliardo di miliardi di operazioni al secondo, una cifra a 18 zeri. È la potenza di calcolo dei supercomputer del futuro. La loro realizzazione è l'ambizioso obiettivo di un progetto europeo ai nastri di partenza in questi giorni. Si chiama ExaNeSt, European Exascale System Interconnect and Storage, e vede il coinvolgimento di vari partner italiani, tra cui l'INFN - con il CNAF (il centro nazionale per le tecnologie informatiche e telematiche) e la sezione di Roma presso Sapienza Università di Roma - l'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), e le società eXact LAB e il ramo italiano di ENGINSOFT. Ci siamo fatti raccontare da Piero Vicini, coordinatore per l'INFN del progetto, perché nell'era della cosiddetta Big Science è importante disporre di supercalcolatori con prestazioni sempre più elevate.*

**Può descriverci in che cosa consiste il progetto ExaNeSt?**

ExaNeSt è un progetto di ricerca finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del programma quadro Horizon 2020. Contribuirà alla realizzazione dei sistemi di calcolo parallelo HPC (*High Performance Computing*) a grande scala, che dovrebbero entrare in produzione nell'arco dei prossimi 5-7 anni. Si prevede che questi sistemi raggiungeranno una potenza di calcolo dell'ordine dell'ExaFLOPS, dove FLOPS è un acronimo inglese che sta per *FLoating point OPerations per Second* (numero di operazioni aritmetiche al secondo), e il prefisso "Exa" indica, invece, la cifra esponenziale  $10^{18}$ , un numero pari a uno seguito da 18 zeri. In parole povere, stiamo parlando di un sistema di calcolo capace di eseguire un miliardo di miliardi di operazioni aritmetiche al secondo, cioè un milione di volte più potente del più moderno pc presente oggi sulle nostre scrivanie.

L'acronimo "NeSt" nel nome del progetto ne riassume l'ambito di applicazione ovvero la *Network* e lo *Storage*: ExaNeSt, infatti, vuole proporre soluzioni tecnologiche innovative, verificandone la loro efficienza con la costruzione di un prototipo ridotto, per la rete di interconnessione processore-processore e l'architettura distribuita di archiviazione dati.

## » L'INTERVISTA

### **Qual è il ruolo dell'INFN nel progetto?**

In ExaNeSt il gruppo INFN di tecnologie del supercalcolo di Roma (APE) e il CNAF di Bologna lavorano in tandem, nell'ambito di una *partnership* internazionale eterogenea e interdisciplinare, in grado di garantire il raggiungimento di risultati estremamente innovativi. Sono presenti enti di ricerca, università e industrie provenienti da 7 Paesi europei differenti (oltre all'Italia, troviamo Grecia, Inghilterra, Francia, Olanda, Germania e Spagna), e attivi da molti anni nel campo della realizzazione e dell'utilizzo di sistemi HPC a scala estrema.

L'INFN contribuirà verticalmente all'intero processo di design essendo presente con ruoli di leadership e responsabilità di progetto per molte delle attività previste: dallo studio e implementazione della rete di interconnessione e del sistema distribuito di archiviazione dati, all'ottimizzazione, sul prototipo di piattaforma hardware, delle applicazioni scientifiche su larga scala.

### **Come funzionano i supercomputer e perché è così importante il loro impiego nell'era della Big Science?**

Possiamo definire un supercalcolatore HPC come un insieme molto grande di nodi di calcolo composto da processori ad alte prestazioni e in grado di lavorare in maniera parallela, coordinata e sincronizzata alla risoluzione di un problema computazionale di particolare complessità numerica. In quest'ottica, si comprende l'impatto che le prestazioni della rete di comunicazione processore-processore e l'architettura del sistema distribuito di archiviazione hanno sulle prestazioni globali del supercomputer e, di conseguenza, quanto sia critico avere a disposizione network di interconnessione e sistemi di archiviazione dati ben progettati ed efficienti.

Lo sforzo costruttivo richiesto dalla realizzazione di sistemi caratterizzati da questo ordine di complessità è necessario, se si pensa che avere a disposizione questa potenza di calcolo permetterà di far fronte, non solo a problemi computazionali ancora non completamente risolti di fisica di base, ma anche ad alcune tra le applicazioni scientifiche su larga scala con enorme impatto sociale. Solo per citarne alcune, la scoperta di nuovi farmaci tramite simulazioni di dinamica molecolare "ab-initio", modelli più complessi e accurati di meteorologia e climatologia, che garantiscano una migliore comprensione dell'evoluzione climatica e anche previsioni del tempo più precise a medio-lungo termine, simulazione e studio delle proprietà di nuovi materiali, simulazione di reti neurali a scala abbastanza grande da generare risultati confrontabili con misure ottenute da esperimenti in vivo.

### **Quali sono le applicazioni di ExaNeSt in fisica?**

L'elenco di applicazioni è ampio, riflette la ricca eterogeneità dei *partner* applicativi e, in un'ottica di supporto applicativo allo sviluppo del sistema, possono innescare un'interazione virtuosa tra chi disegna e costruisce la macchina e chi in futuro dovrà usarla in maniera efficiente. Per citarne solo alcune, si va dall'INAF che contribuisce con codici di simulazione per cosmologia numerica e astrofisica, alle simulazioni di scienza dei materiali e di climatologia di ExaCtLab, per arrivare ai

## » L'INTERVISTA

codici ingegneristici di fluidodinamica computazionale (ENGINSOFT). INFN contribuirà con codici di simulazione di fisica teorica, e anche con un'applicazione di simulazione a larga scala di reti neurali. È importante sottolineare la forte componente italiana dei *partner* applicativi, che conferma la buona scuola di produzione di codici di simulazione numerica, ancora attiva nonostante le difficoltà strutturali che la ricerca italiana sta sperimentando da molti anni.

Una prima fase di analisi e selezione sceglierà sulla base delle caratteristiche e necessità computazionali, e anche del loro impatto sociale, un set di applicazioni a partire dalle quali la collaborazione costruirà l'insieme dei programmi orientati alla valutazione della piattaforma.

### **Quali sono i collegamenti con lo *Human Brain Project*?**

I punti di contatto riguardano, soprattutto, le sinergie di obiettivi e attività. Nell'ambito del progetto bandiera di Horizon 2020 *Human Brain Project* (HBP), l'INFN coordina, infatti, il progetto WAVESCALES, un'iniziativa che ha lo scopo di realizzare una simulazione, basata su reti neurali, del funzionamento cerebrale su grande scala, con particolare riferimento alla propagazione di onde cerebrali durante il sonno profondo e l'anestesia, e durante la transizione allo stato cosciente. L'applicazione ha una enorme valenza, sia dal punto di vista delle ricadute sociali, sia dal punto di vista dell'architettura dei sistemi, presentando peculiarità molto interessanti. I programmi che svilupperemo in WAVESCALES saranno la base da cui partire per realizzare il codice di simulazione di reti neurali attraverso il quale valutare il prototipo di ExaNeSt.

### **Qual è la tradizione dell'INFN in questo settore?**

A partire dagli anni '80 e grazie ad una intuizione geniale di Nicola Cabibbo e Giorgio Parisi, a loro volta circondati e supportati da un gruppo di giovani fisici con forti interessi in fisica computazionale e informatica, l'INFN ha realizzato quattro generazioni di supercomputer dedicati a calcoli di fisica teorica. Il capostipite è APE (*Array Processor Experiments*), per anni riferimento scientifico/tecnologico per la comunità internazionale attiva nello sviluppo di supercomputer dedicati alla computazione scientifica. Negli ultimi anni si sono aggiunte altre attività tecnologiche orientate all'ottimizzazione di sistemi di calcolo scientifico tra le quali lo sviluppo di reti di interconnessioni per cluster di pc accelerati da GPU (APEnet), e sistemi a bassa latenza per *readout* da *detector* agli esperimenti HEP (NaNet). Inoltre, l'esperienza INFN di collaborazione con l'industria e la capacità di favorire azioni di trasferimento tecnologico - per citarne solo alcune quelle con Finmeccanica/QSW della metà degli anni 90 e con Eurotech degli anni 2000 - risulta fondamentale per giocare un ruolo importante nella collaborazione ExaNeSt, che mostra una spiccata impronta industriale.

## »» L'INTERVISTA

### **Quali risultati vi attendete alla fine dei primi tre anni e quali sono gli scenari futuri?**

Nel piano della Commissione Europea i primi tre anni rappresentano solamente la prima fase di un ciclo della durata di 5-8 anni, con il quale l'Europa ambisce ad acquistare un ruolo più importante nel mercato globale delle tecnologie correlate al supercalcolo. Se in questa fase iniziale analizzeremo le tecnologie hardware e software abilitanti, prevediamo in seguito almeno altre due fasi destinate allo sviluppo di sistemi pre-competitivi, e alla loro industrializzazione e commercializzazione. Una sfida lanciata ai colossi del settore, quelli consolidati, americani e giapponesi, ma anche a quelli emergenti, tra tutti la Cina.

Al termine del progetto, il prototipo del sistema ExaNeSt dovrebbe permettere di lanciare appunto la fase di sviluppo pre-competitivo e, in seguito, la sua ingegnerizzazione. In quest'ottica, l'INFN sarà ancora una volta presente nei sistemi HPC del futuro, in termini di idee e capacità di implementare soluzioni innovative e non convenzionali. ■