

Padova, 10 febbraio 2022

Bando World Class Research Infrastructures

NASCONO A PADOVA UN NUOVO COMPUTER QUANTISTICO E MINIATURE, UNA NUOVA TECNOLOGIA PER VEDERE L'INFINITAMENTE PICCOLO

L'Università di Padova ha stanziato 7,5 milioni di euro per promuovere l'acquisizione di **"World Class Research Infrastructures"** (WCRI), ovvero infrastrutture di ricerca fortemente innovative aventi caratteristiche di **eccellenza scientifica** e tali da costituire un punto di riferimento nel panorama internazionale.

Con questo finanziamento l'Ateneo vuole imprimere un avanzamento decisivo di impatto in direzioni di ricerca di grande rilevanza nel panorama internazionale e di carattere fortemente innovativo rispetto alla progettualità già consolidata all'interno dell'Ateneo, che necessitano quindi di piattaforme tecnologiche abilitanti secondo lo stato dell'arte e di carattere emergente nella più recente letteratura scientifica.

Le infrastrutture di ricerca sono strutture che forniscono risorse e servizi alle comunità di ricerca per condurre ricerche e promuovere l'innovazione

Le Research Infrastructures che rispondono alla definizione della CE sono definite World Class se sono uniche in un territorio ampio. Inoltre l'utenza di tali infrastrutture è molto ampia in termini di provenienza degli utilizzatori (altre regioni italiane, stati esteri) e di varietà degli utilizzatori (enti di ricerca, istituzioni, imprese).

«La realizzazione di un computer quantistico e l'acquisizione di immagini infinitamente piccole, a livello molecolare e metabolico: grazie allo stanziamento per *World Class Research Infrastructures* il nostro Ateneo si dota di due infrastrutture scientifiche di valore mondiale, uniche nel nostro territorio – **afferma Daniela Mapelli, rettrice dell'Università di Padova** –. Continuiamo a lavorare per far crescere il valore scientifico delle infrastrutture a disposizione di donne e uomini che ogni giorno lavorano per costruire un futuro migliore per tutte e tutti: l'investimento fatto è uno dei tanti segnali dell'importanza che riveste la ricerca per l'Università di Padova».

A seguire i PROGETTI VINCITORI del Bando World Class Research Infrastructures:

Quantum Computing and Simulation Center

Un computer quantistico a Padova

Una cordata di enti e istituzioni nazionali e internazionali per realizzare un progetto d'avanguardia sulle tecnologie quantistiche

Realizzare un computer quantistico a Padova è da oggi concretamente possibile grazie all'imponente investimento del Bando World Class Research Infrastructure (WCRI) dell'Università di Padova; un cofinanziamento, a cui contribuiscono anche numerosi partner, per l'acquisizione di infrastrutture di ricerca che hanno caratteristiche di eccellenza tali da costituire un punto di riferimento nel panorama internazionale.

Il Dipartimento di Fisica e Astronomia (DFA) è capofila e coordinatore del progetto denominato *Quantum Computing and Simulation Center* (QCSC) al quale partecipano dieci Dipartimenti dell'Università di Padova, il centro interdipartimentale per le tecnologie quantistiche Padua QTech e un centro di Ateneo, oltre a una cordata di enti di ricerca, imprese private e istituzioni pubbliche locali, nazionali e internazionali di altissimo livello, come Cineca, INFN o Neat, a sottolineare la natura interdisciplinare del programma.

«Ci proponiamo – spiega **Simone Montangero, del DFA e Principal Investigator del progetto QCSC** - di realizzare il primo computer quantistico a ioni intrappolati di uso generale in Italia e creare attorno ad esso, assieme agli altri attori, un centro di competenza in grado di guidare lo sviluppo e l'inclusione delle tecnologie quantistiche nelle università italiane e nel settore business. La costruzione di un efficiente processore quantistico scalabile è una formidabile sfida tecnologica, si tratta di un cambio di paradigma che può portare a una potenza di calcolo senza precedenti e ad algoritmi che possono risolvere problemi complessi in modo molto più efficiente».

Le principali applicazioni possono essere in settori cruciali come la sicurezza informatica, la privacy, la crittografia. In prospettiva si potranno avere inoltre applicazioni nel campo della medicina, nella ricerca di vaccini o nuovi farmaci, nell'analisi del genoma e dei big data, oltre che nella soluzione di equazioni differenziali per l'esecuzione di previsioni metereologiche, sociali o finanziarie; dal *machine learning* al teletrasporto di informazioni.

«Avere accesso al nuovo paradigma informatico, sia in termini di know how, che in termini di disponibilità di un'infrastruttura informatica all'avanguardia – afferma **Flavio Seno, Direttore del Dipartimento di Fisica e Astronomia UNIPD** - darà un vantaggio competitivo per qualsiasi ambiente accademico, di ricerca e imprenditoriale. L'istituzione del QCSC avrà un forte impatto e renderà l'Università di Padova un attore chiave della seconda rivoluzione quantistica. Grazie a questo progetto saremo pronti a cogliere e sfruttare al meglio i benefici che ne possono derivare».

Il QCSC è inoltre un candidato naturale a partecipare al Centro per L'High Performance Computing, i Big Data e il Calcolo quantistico previsto dal nuovo Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza. Inoltre si pone l'obiettivo di diventare un centro di riferimento per il tessuto industriale regionale e nazionale sulle sfide future poste dall'avvento del calcolo quantistico.

A livello europeo il panorama è ancora più interessante, grazie al programma decennale Quantum Flagship di Horizon 2020, in cui anche Padova è coinvolta. Programmi su queste sfide comuni si stanno ora delineando anche fra UE e Usa e UE e Giappone. Partecipare a questi programmi renderà più visibile l'apporto italiano a livello internazionale.

L'Ateneo ha già stanziato altri fondi per realizzare un nuovo avveniristico laboratorio nei pressi del Dipartimento di fisica e astronomia che ospiterà il QSQC e che sarà a disposizione entro la fine del 2022.

«L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare ha sempre ritenuto che per i prossimi anni il calcolo quantistico sia una attività strategica e ha quindi ha sostenuto questo progetto fin da subito investendo nelle sue potenzialità e in particolare nelle applicazioni nel campo della Fisica fondamentale» **conferma Antonio Zoccoli, presidente dell'INFN.**

IL COMPUTER QUANTISTICO

L'idea del computer quantistico è nata nel 1982, quando R. Feynman propose di costruire un pc che funzionasse secondo le leggi della meccanica quantistica, sostituendo le leggi classiche che regolano il funzionamento di tutte le informazioni e comunicazioni tecnologiche che ci circondano (ICT). Le tecnologie quantistiche sostituiscono il classico bit (binario 0,1) con il qubit. Grazie a questo sono possibili nuove operazioni più complesse. Nel 2019 Google ha infatti annunciato di aver raggiunto la “supremazia quantistica”: un microprocessore che sfrutta i principi della meccanica quantistica è riuscito a compiere in pochi minuti un'operazione di calcolo per la quale anche il più grande supercomputer della NASA avrebbe impiegato 10.000 anni. Sebbene questo risultato sia stato poi contestato, insieme a nuovi risultati apparsi negli ultimi anni, dimostra come siamo alle soglie di una nuova rivoluzione tecnologica.

Ad oggi, sono numerose le architetture candidate a diventare i futuri processori quantistici: materiali superconduttori, atomi di Rydberg e ioni intrappolati. Quest'ultima è l'architettura scelta per il pc di Padova, ma il centro di competenze sarà in grado di seguire tutte le ultime ricerche nel settore.

La tecnologia a ioni intrappolati presenta notevoli vantaggi, come tassi d'errore bassissimi e tempi di coerenza molto lunghi. Inoltre la tecnologia laser impiegata è matura da 50 anni.

MINIATURE

L'infrastruttura di livello mondiale per l'acquisizione di immagini a livello molecolare e metabolico

La possibilità di vedere l'infinitamente piccolo ha rivoluzionato le scienze naturali e della vita: queste tecniche hanno applicazioni che spaziano dalla biologia cellulare alla chimica, dallo studio dei nanomateriali alla patologia, dalla biofisica alla medicina clinica, fino all'archeologia.

Padova ha una lunga tradizione nel settore, ma mancava sino ad ora un'infrastruttura centralizzata, avanzata, di punta che potesse spingere l'infinitamente piccolo ad un livello estremo. MINIATURE è un acronimo evocativo delle antiche miniature che al loro interno celavano meravigliosi disegni ma che in realtà indica una "infrastruttura per le immagini molecolari e metaboliche".

MINIATURE garantirà all'Università ed alle aziende sul territorio una filiera di analisi di immagini avanzata ma soprattutto integrata con l'analisi chimica della composizione del campione studiato. Insomma, grazie alla combinazione dell'expertise di ben 10 dipartimenti del nostro Ateneo [Dip. di Biologia (DiBIO), Scienze Biomediche (DSB), Medicina Molecolare (DMM), Scienze Chimiche (DiSC), Scienze Farmaceutiche (DSF), Medicina (DIMED), Scienze Vascolari Cardiotoraciche e Sanità Pubblica (DSCTV) e Salute della Donna e del Bambino (SDB)], coordinati dal Prof. Luca Scorrano (DiBIO), MINIATURE consentirà di ottenere una "carta d'identità" completa del campione che i ricercatori universitari e le aziende vorranno analizzare.

Non solo: **MINIATURE contiene al suo interno delle filiere di analisi totalmente robotizzate ad alta efficienza: una per l'analisi dei campioni di anatomia patologica, così da poter identificare nuovi marcatori di malattia, ed una seconda per l'analisi degli effetti di migliaia di farmaci e composti chimici su cellule, così da poter identificare nuovi farmaci rapidamente.**

«Grazie a MINIATURE si potrà in sostanza ottenere una caratterizzazione completa del campione che viene analizzato – **spiega il prof Luca Scorrano del Dipartimento di Biologia dell'Università di Padova** - con una definizione mai vista prima. Grazie a una microscopia avanzata chiamata "Microscopia a raggi X", simile alla TAC comunemente usata in clinica, i ricercatori potranno ispezionare i campioni senza doverli manipolare fino al livello del dettaglio dei singoli componenti della cellula. Questi potranno poi essere visualizzati ancor più accuratamente tramite un set di microscopi avanzatissimi che permettono di visualizzare addirittura le singole proteine e grazie a microscopi elettronici che indagano addirittura la composizione chimica del campione.

Proprio per consentire ai ricercatori di comprendere non solo come il loro oggetto di studio si presenta, ma anche da cosa è fatto, MINIATURE integra una filiera analitica che consente di misurare in dettaglio i costituenti chimici dei materiali viventi, dalle proteine alle molecole coinvolte nel metabolismo. Infine, forma e funzione sono integrati da un avanzato sistema chiamato imaging a spettrometria di massa che combina la chimica analitica con l'imaging, e consente di visualizzare nelle cellule i composti chimici. **Pensiamo alle potenziali applicazioni: i ricercatori potranno individuare nuovi marcatori clinici per una migliore diagnosi dei tumori, seguire i farmaci nelle cellule e vedere dove si distribuiscono, visualizzare il metabolismo.**»

Questa tecnica può essere applicata non solo sui campioni biologici, ma anche su qualsiasi tipo di superficie, dai polimeri al metallo alla carta. Non sorprende quindi che sia stata usata anche in archeologia, per identificare per esempio i pigmenti usati in antichi manoscritti e quindi datarli e localizzare dove siano stati scritti, e che possa essere utilissima in ambito industriale per mappare con estrema precisione per esempio i contaminanti sulla superficie di manufatti complessi.

Insomma, grazie a MINIATURE l'Ateneo ed il tessuto produttivo di Padova potranno dare uno sguardo non solo sull'infinitamente piccolo, ma soprattutto sul futuro della ricerca e dell'industria.