



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



SPOKE 10

Paolo Cremonesi
Simone Montangero

Composizione dello Spoke

Leader
Politecnico di Milano

Co-leader
Università di Padova

CINECA

Consiglio Nazionale
delle Ricerche (CNR)

Istituto Italiano di
Tecnologia (IIT)

Istituto Nazionale di
Astrofisica (INAF)

Istituto Nazionale di
Fisica Nucleare (INFN)

Università di Bari

Università di Bologna

Università di Catania

Università di Milano-
Bicocca

Università di Napoli

Università di Pavia

Università di Pisa

Università di Roma-
Sapienza

Società Autostrade

ENI

Engineering

Fincantieri

Intesa Sanpaolo

IFAB

Leonardo

SOGEI

Thales

Unipol SAI

15 pubblici

10 privati

Projects Overview

WPs, Flagship, Innovation, Open Calls

- Flagship projects organized along **three WPs** (SW, MD, FW+HW)
 - budget 25 M€
- **10 Innovation** projects from 9 private and 8 public institutions
 - budget 2 M€
 - all in SW: Simulation, Fintech, Cybersecurity, Utilities
- **16 Open Calls** projects from 12 private and 7 public institutions
 - budget 3.5 M€
 - 3 projects on HW
 - 13 projects on SW: Pharma, AI, Fintech, Utilities, Simulation

WP1 – Algorithms and Applications

- Quantum Approximate Optimization Algorithm (QAOA) with Quantum Natural Gradient
 - **Result:** demonstrated **faster and more robust convergence** compared to classical methods, applied to the Transverse Field Ising Model on Rydberg-atom and superconducting platforms.
 - **Impact:** improves the efficiency of combinatorial optimization on NISQ devices.
 - <https://journals.aps.org/pr/abstract/10.1103/62wx-tvk5>
- Quantum computational method for corrosion inhibition
 - **Result:** developed a **hybrid quantum–classical computational pipeline** to study adsorption energies of anticorrosive molecules on aluminum alloys.
 - **Impact:** winner of the **Airbus–BMW Quantum Challenge 2024**, with industrial applications in the transport sector.
 - <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jctc.5c00469>

WP2 – Middleware

- **QMatcha Tea – GPU-optimized quantum emulator (UniPD, CINECA)**
 - **Result:** completed GPU optimization and implemented a Python user interface for the tensor-network-based emulator, now installed on Leonardo and G100 HPC clusters.
 - **Impact:** enables **scalable emulations up to 750 qubits**, enhancing access to realistic quantum simulations.
 - <https://www.quantumtea.it/>
- Carleman–Lattice–Boltzmann Quantum Circuit
 - Result: developed **explicit quantum circuits for ADR and Lattice–Boltzmann dynamics**, introducing improved amplitude amplification strategies.
 - Impact: paves the way for **quantum simulations of complex fluid dynamics** with polynomial resource scaling.
 - IEEE Trans. Quantum Engineering, 2025](<https://doi.org/10.1109/TQE.2025.3544839>)
C. Sanavio, E. Mauri and S. Succi, "Explicit Quantum Circuit for Simulating the Advection–Diffusion–Reaction Dynamics," in IEEE Transactions on Quantum Engineering, vol. 6, pp. 1-12, 2025

WP3 – Firmware and Hardware

- **Superconducting Quantum Computer**

- **Result:** validated a **25-qubit superconducting processor with gate fidelities above 99.9%**; performed experiments on “local magic,” noise modeling, and quantum finance applications.
- **Impact:** establishes the foundation for **scalable and reliable Italian quantum hardware architectures**.
- <https://link.springer.com/article/10.1007/s10948-025-06968-x>

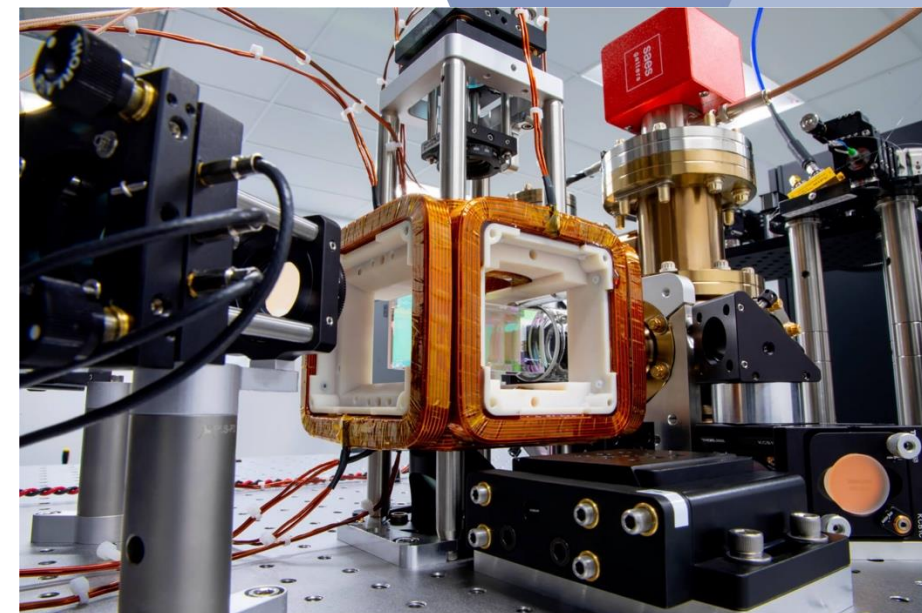
- **12-mode universal photonic processor – Qolossus upgrade**

- **Result:** designed, fabricated, and delivered a 12-mode universal photonic processor, integrated into the Qolossus quantum photonic computer at Sapienza University.
- **Impact:** demonstrated the **first photonic quantum convolutional neural network (PQCNN)**, with promising applications in quantum machine learning.
- <https://doi.org/10.48550/arXiv.2504.20989>

Accordo tra ICSC e Quera

siglato a Settembre 2025

- Utilizzo di **Aquila**, un computer quantistico **analogico** a **256 qubit**
- Basato su **atomi neutri**
- **3000 minuti** di utilizzo
 - il consumo si misura in secondi
- coda di 24 ore
- Accesso: ICSC pubblicherà dei bandi
 - le proposte saranno valutate per rilevanza, fattibilità e impatto atteso



Alleanza Quantistica Italiana (AQI)

nata il 7 Giugno 2025

- «**Garantire che l'Italia possa contribuire come attore di primo piano alla nascita delle tecnologie quantistiche più avanzate al mondo**»
- Al momento **otto** atenei e centri di ricerca «**fondatori**»:
 - CINECA, INAF, INFN, INRIM, Polimi, Unibo, Unipd, Unipv
- Sta già raccogliendo nuove adesioni
- Evento di kick-off **1-2 Dicembre, Padova**

**Quantum Science
Across the Atlantic**

**Harvard and MIT Meet
the Italian Quantum Alliance**

Strategia Italiana per le Tecnologie Quantistiche

versione definitiva pubblicata a Settembre 2025

Obiettivo: Rafforzare la competitività dell'Italia

- Ministero dell'Università e della Ricerca (MUR)
- Ministero delle Imprese e del Made in Italy (MIMIT)
- Ministero della Difesa
- Agenzia Nazionale per la Cybersicurezza (ACN).
- Ministero degli Affari esteri e della Cooperazione Internazionale (MAECI)
- Dipartimento per la Trasformazione Digitale (DTD)
- Presidenza del Consiglio dei Ministri

Strategia Italiana per le Tecnologie Quantistiche

versione definitiva pubblicata a Settembre 2025

- Tre commissioni (MUR, MIMIT, Presidenza del Consiglio) ...
 - ...
 - Antonio Zoccoli (INFN / ICSC)
 - Sanzio Bassini (CINECA)
 - Francesco Saverio Cataliotti (CNR)
 - Chiara Macchiavello (Unipv)
 - Osservatori del Politecnico di Milano
 - ...
 - Gioacchino Massimo Palma (Unipa)
 - Elisa Ercolessi (Unibo)
 - ...

Strategia Italiana per le Tecnologie Quantistiche

versione definitiva pubblicata a Settembre 2025

- 200 milioni di euro all'anno per 5 anni
 - 20% investimenti in equity e supporto alle imprese
 - 30% infrastrutture produttive e di ricerca
 - 15% sviluppo di quantum chips
 - 35% ricerca scientifica
- 100 milioni € come garanzia per fondi di venture capital
- Visione a lungo termine
 - integrazione con programmi europei
 - sviluppo di nuove infrastrutture nazionali per ridurre la dipendenza estera
 - coordinamento tra MUR e MIMIT per dottorati, post-doc e ricerca

Visione strategica

Cosa ha funzionato e cosa no

- Ha contribuito a
 - coordinare la comunità nascente
 - evitare la frammentazione delle risorse
 - superare le inefficienze operative
- Risultati oltre le aspettative
 - progetti flagship: ad esempio, 25 qubits superconduttivi con fidelity al 99% vs 5 qubits pianificati
 - progetti Europei: Quantum Act, Quantum Academy
 - strategia quantistica
- Punti critici
 - TRL non sempre «**all'altezza**»
 - (mancato) accesso a risorse di calcolo quantum

Visione strategica

Futuro

- US vs EU (privato vs pubblico)
 - stesso numero di aziende (circa)
 - US: finanziamenti focalizzati, prevalentemente privati
 - EU: finanziamenti frammentati, prevalentemente pubblici
- Italia vs EU
 - ritardo nei finanziamenti, non nella ricerca
 - PNRR ha aiutato a ridurre/colmare il gap (ricerca, startup, VC, aziende EU/US che si spostano in Italia)
 - **In sintesi:** approccio che ha funzionato, **continuare così**
 - alzare il TRL su tutte e tre i layers (WPs), anche su WP3 (HW)
 - finanziamenti focalizzati e KPI-oriented
 - coinvolgimento di aziende e start-up (italiane e straniere)
 - orizzonte temporale di 5-7 anni
 - finanziamenti ad-hoc per risorse di calcolo



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



Centro Nazionale di Ricerca in HPC,
Big Data and Quantum Computing

