



European and National Plans in Quantum Science and Technology

Francesco Saverio Cataliotti

Director CNR-INO

Office +39 055 2308 1

Email: francescosaverio.cataliotti@cnr.it



The future is Quantum.

— The Second Quantum Revolution is unfolding now, exploiting the enormous advancements in our ability to detect and manipulate single quantum objects. The Quantum Flagship is driving this revolution in Europe.



HORIZON 2020
2014-2020

HORIZON EUROPE
2021-2027

HORIZON EUROPE

INFRASTRUCTURES

DIGITAL EUROPE

Give funding support to international research projects in the field of Quantum Technologies

Bring quantum technologies from the lab to the market and consolidate European scientific leadership in quantum research

EUROPEAN QUANTUM SENSING AND METROLOGY INFRASTRUCTURE (EuroQSM)



Build and deploy dedicated measurement services for quantum devices and support the creation of globally accepted standards

QUANTUM COMMUNICATION INFRASTRUCTURE (EuroQCI)



Build and deploy in the next decade a certified secure pan-European end-to-end QCI for cyber-security services

QUANTUM COMPUTING AND SIMULATION INFRASTRUCTURE (EuroQCS)



Build and deploy an infrastructure for big data, artificial intelligence, high performance computing, among others

Flagship examples proposed in the FET ISTAG WG Report

June 2009

Indicative list

- **Understanding Life through future ICT**
 - Diseases and bio-computation (hardware and software)
- **Anticipation by simulation**
 - Managing complex systems with future ICT
- **Future Information Processing Technologies**
 - Quantum and other novel information processing technologies
- **The team player**
 - Future Problem Posing and Solving Technologies to circumvent the software crisis
- **Robot Companions for Citizens**
 - Truly autonomous, adaptive, and more helpful to humans

Criteria: **Ambition, Impact, Integration, Plausibility**

••• 5



European Commission
Information Society and Media

Beyond Autonomic Systems - the Challenge of Consciousness (BASCC)

There are no generally accepted scientific definitions of consciousness. For the purpose of this call, we focus on specific attributes, which CHIST-ERA considers pertinent. The creation of such systems is a major, long-term challenging goal, which will require substantial research and collaboration across many disciplines, including Computer Science, Automatics, Networks, Neurosciences, and others. The projects of this call topic seek excellent, innovative and multidisciplinary objectives which initiate research into systems that will exhibit at least two, and preferably more of the attributes of "consciousness" and propose new methodologies that will lay the foundation for the eventual achievement of these ambitious goals.

Quantum Information Foundations and Technologies (QIFT)

Projects address one or more of the following topics: Quantum information theory, algorithms and paradigms; Scalability of quantum processing systems; Long distance quantum communication; Entanglement-enabled quantum technologies exploiting several qubits for performing ICT tasks, quantum simulators, quantum state engineering.

FET Flagships

concept, roadmap and the way ahead



Head of Unit, FET - Proactive
wolfgang.boch@ec.europa.eu



European Commission
Information Society and Media



Indeed in 2013...



BACK TO THE DRAWING BOARD





39

Research Funding Organisations (RFOs) from



31

countries

6

years of implementation

2016

2022



QUANTERA

Quantum Technologies Research & Innovation in Europe



77

funded projects



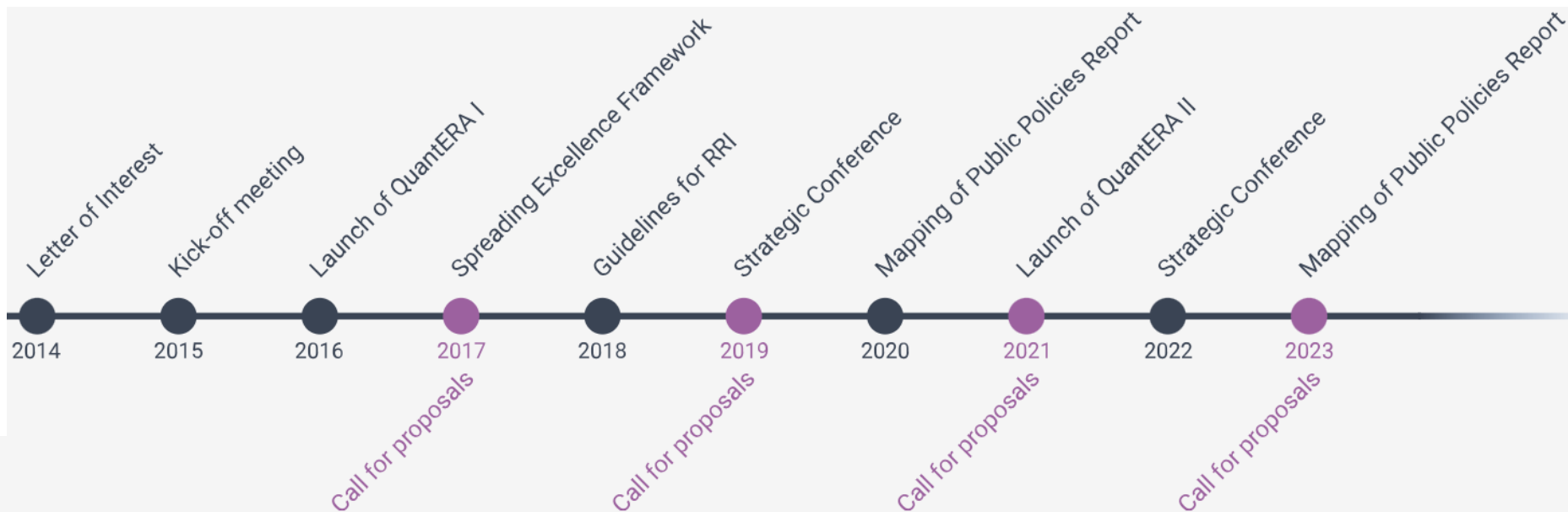
400

research teams



€89million

total funding





EUROPEAN QUANTUM TECHNOLOGIES FUNDING OPPORTUNITIES

RESEARCH BASED

HORIZON EUROPE

QT Fund
FINANCING THE GROWTH AND BUILDING A
SUSTAINABLE EUROPEAN QUANTUM INDUSTRY



INFRASTRUCTURES & INDUSTRY

DIGITAL EUROPE

Bring quantum technologies from the lab to the market and consolidate European scientific leadership in quantum research

- FUNDAMENTAL R&D
- TECHNOLOGY SUPPLY

Work Programme 2021-22
DESTINATION

DIGITAL AND EMERGING
TECHNOLOGIES FOR
COMPETITIVENESS AND FIT
FOR THE GREEN DEAL



ADVANCED DIGITAL SKILLS



Develop short term training courses and Master programmes in key capacity areas

QUANTUM COMMUNICATION INFRASTRUCTURE (EuroQCI)



Build and deploy in the next decade a certified secure pan-European end-to-end QCI for cybersecurity services

- QKD INFRASTRUCTURE
- TESTING OF CROSS-BORDER QCI LINKS

QUANTUM COMPUTING INFRASTRUCTURE (EuroHPC)



Build and deploy an infrastructure for big data, artificial intelligence, high performance computing, among others

- QT/HPC HYBRID
- QUANTUM SIMULATION/COMPUTATION

QuantumManifesto

A New Era of Technology

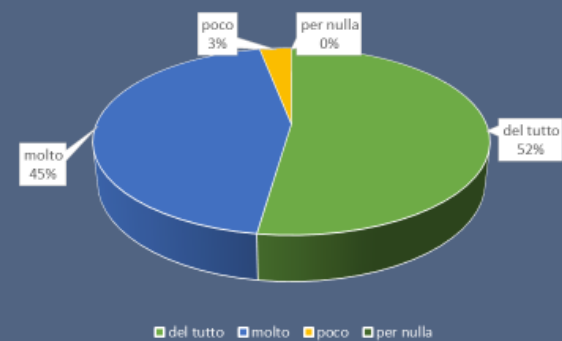
May 2016



Consiglio Nazionale delle Ricerche

Consultazione Italiana su Quantum Manifesto

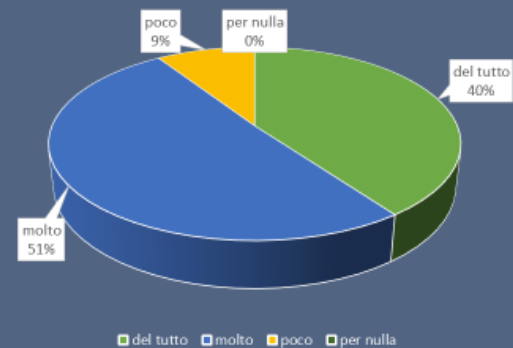
Concordate con gli obiettivi del Quantum Manifesto?



Consiglio Nazionale delle Ricerche

Consultazione Italiana su Quantum Manifesto

Concordate con la timeline del Quantum Manifesto?



Consiglio Nazionale delle Ricerche

Consultazione Italiana su Quantum Manifesto

Project Search Tool

Project Status

- All Items
- Completed (14)
- In Progress (20)

Call

- Call 2017 (14)
- Call 2019 (8)
- Call 2021 (12)
- Call 2023 (0)

Topic

- Applied Quantum Science (AQS) (2)
- Quantum Phenomena and Resources (QPR) (10)

Areas of Research

- Quantum communication (9)
- Quantum computation (10)
- Quantum information sciences (7)
- Quantum metrology sensing and imaging (7)
- Quantum simulation (7)

Project Acronym

Country

Researcher

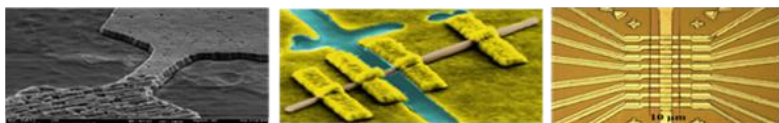
Project Coordinator

Research Funding Agency

[Clear All Filters](#)

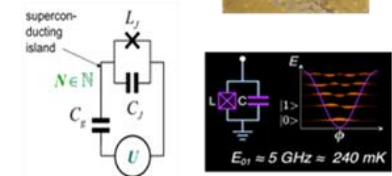
PIATTAFORME QUANTISTICHE ITALIANE

Superconducting Quantum Technologies



Transmon Qubit

$$H = \frac{Q^2}{2C} + \frac{(\phi - \phi_0)^2}{2L}$$



Quantum Theory and Algorithms

Quantum Sensing

Quantum Machine Learning

Fundamental Quantum Theory

Dark Matter

Cavity + Qubit

Quantum Optimal Control

Quantum Biology

Light Harvesting

Bird Navigation

QUANTUM THERMODYNAMICS

energy and information transfer at the nanoscale

National Quantum Infrastructures

Italian Quantum Backbone: 1850 km fibre link



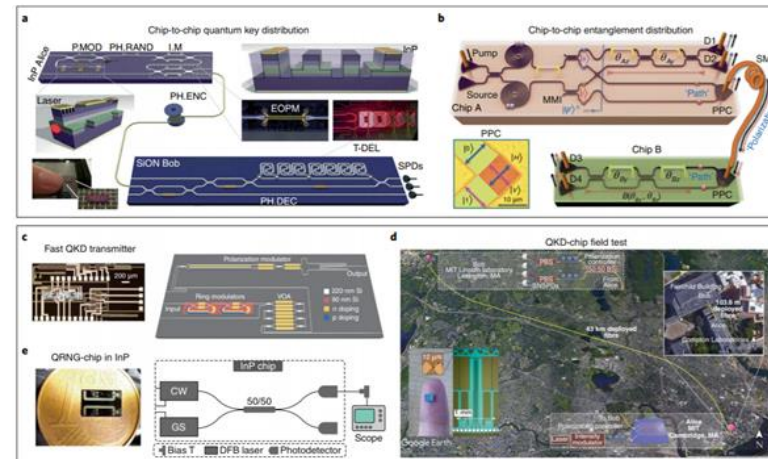
- Quantum Technologies
- Finance
- Security
- Galileo Satellite system

Connects:

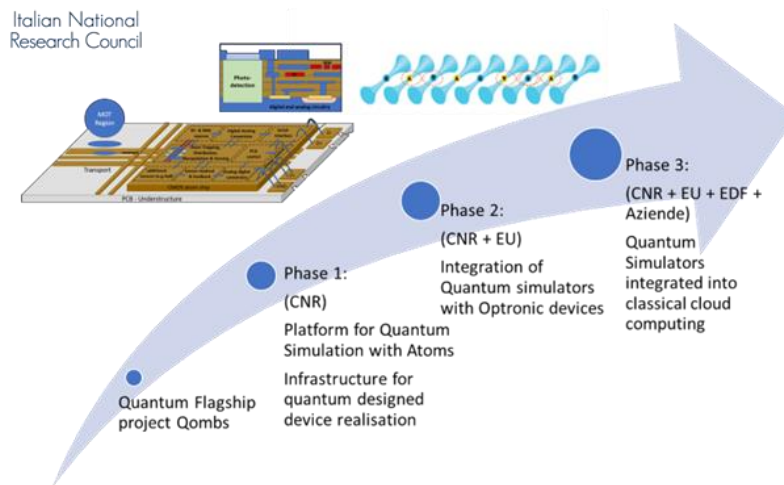
- Research Institutes
- Industrial Users
- Strategic Assets

Built between 2012 and 2018,
Operational since 2013

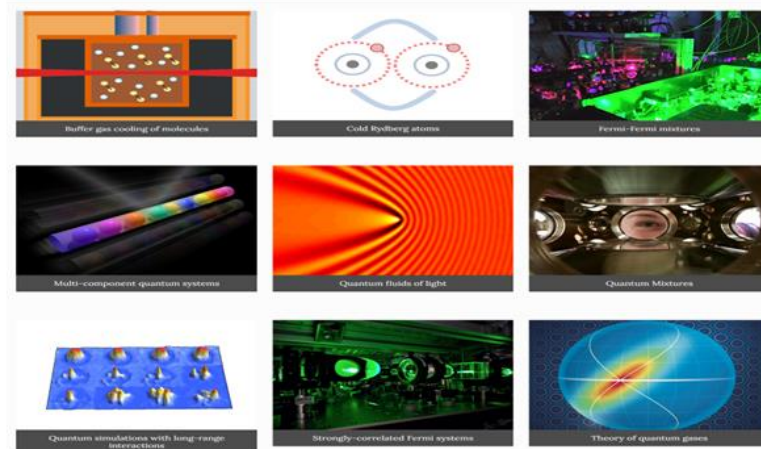
Photonic Quantum Technologies



PASQUA: Quantum Simulation Platform with Atoms and Photons



Atom-based Quantum Technologies



Key Actors and Players of National Public Funded Research Ecosystem

MAIN FUNDING SOURCES



MAIN FUNDING SOURCES



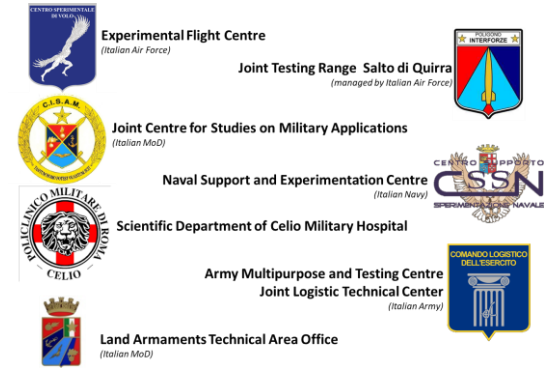
PUBLIC RESEARCH CENTRES



GOVERNMENT AGENCIES & RESEARCH CENTRES



ACADEMICS & HIGHER EDUCATION



DEFENCE EXPERIMENTATION CENTRES

PUBLIC RESEARCH CENTRES



PUBLIC ENTERPRISES - PRIVATE NON-PROFIT - PRIVATE COMPANIES





Ministero dell'Università e della Ricerca



PNR 2021-2027

Programma nazionale per la ricerca

**GRANDE AMBITO DI RICERCA E INNOVAZIONE:
DIGITALE, INDUSTRIA, AEROSPAZIO**

| AMBITO TEMATICO | ARTICOLAZIONI DI RICERCA |
|---------------------------------------|--|
| Transizione Digitale - I4.0 | <ul style="list-style-type: none">● Servizi Human-Centered● Comunità Sostenibili● Competitività del Paese● Dispositivi e Sistemi Eterogenei● Reti di Sistemi Intelligenti |
| Tecnologie Quantistiche | <ul style="list-style-type: none">● Tecnologie quantistiche per computer e simulatori● Tecnologie quantistiche per la comunicazione● Tecnologie quantistiche per la sensoristica e la metrologia● Tecnologie quantistiche per l'efficienza e la sostenibilità energetica● Infrastrutture di ricerca per le tecnologie quantistiche● Formazione e capitale umano |
| High Performance Computing e Big Data | <ul style="list-style-type: none">● Hardware e software a supporto della realizzazione ed evoluzione dei grandi Hub HPC&BD europei e nazionali per il calcolo scientifico, la ricerca e la scienza aperta.● Ricerca di base in Ingegneria, Scienze e Tecnologie Informatiche per HPC e Big Data.● Strutture distribuite e decentralizzate di calcolo e dati, per IoT, I4.0 e applicazioni sociali e di rete.● Architettura, Ingegneria, Scienze e Tecnologie Informatiche per la evoluzione dei dati della PA verso sistemi aperti, Big Data e servizi Cloud.● Applicazioni HPC, BD e Sistemi di servizi Cloud per la società, per la sua resilienza, per lo sviluppo sostenibile, per gli spazi dati comuni locali, nazionali e europei |
| Intelligenza Artificiale | <ul style="list-style-type: none">● Intelligenza artificiale per l'intelligenza artificiale● Intelligenza artificiale per l'individuo e la salute● Intelligenza artificiale per la società● Intelligenza artificiale per l'ambiente e le infrastrutture critiche● Intelligenza artificiale per la produzione industriale |
| Robotica | <ul style="list-style-type: none">● Robotica in ambiente ostile● Robotica per Industria 4.0● Robotica per l'ispezione e la manutenzione di infrastrutture● Robotica per il settore agro-alimentare● Robotica per la salute |



PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

#NEXTGENERATIONITALIA



9,09
miliardi di euro

M4 C2
Dalla RICERCA
all'IMPRESA



Obiettivi 2021 – 2027

- **RENDERE** l'Italia un *key player* nell'ambito delle QT per **computer e simulatori**, sia come fornitore di tecnologie abilitanti, sia come sviluppatore di piattaforme integrate ed algoritmi, sia come *end-user* industriale.
- **RENDERE** l'Italia tecnologicamente indipendente con la creazione di filiere produttive verticali dei dispositivi di **comunicazione quantistica**.
- **REALIZZARE**, attraverso la **sensoristica e metrologia quantistica**, standard di misura universali e altamente riproducibili, ad esempio per misure di tempo, frequenza o elettriche, di forte impatto su ricerca di base, industria, economia e società.
- **DIMOSTRARE** le possibilità delle QT per l'**incremento dell'efficienza** di dispositivi e sistemi per la produzione, il trasporto e la conversione dell'energia e per il miglioramento della sostenibilità dei processi industriali e l'efficienza energetica dei prodotti di consumo.
- **FEDERARE** in rete le realtà fabbricative nazionali per **garantire una supply chain** per le QT per: i) circuiti integrati elettro-ottici, fotonici e ibridi scalabili; ii) dispositivi basati su semiconduttori, superconduttori, nanomagnetici molecolari, sistemi fotonici, atomici ed ibridi per la computazione e la comunicazione quantistica; iii) sensori quantistici miniaturizzati basati su atomi neutri, superconduttori e dispositivi opto-elettromeccanici; iv) apparati di imaging quantistico; v) interfacce quantistiche in grado di combinare diverse piattaforme; vi) test, validazione e certificazione di apparati QT. **Integrare** tale rete con infrastrutture esistenti, complementari in diversi ambiti (superconduttività, criogenia...).
- **DOTARE** il sistema Italia di una **infrastruttura** di computazione/simulazione quantistica collegata alla *European Quantum Computing and Simulation Infrastructure*.
- **COMPLETARE** l'**infrastruttura** di comunicazione quantistica *Italian Quantum Backbone* collegandola alla *European Quantum Communication Infrastructure*. L'espansione dell'attuale infrastruttura digitale getterà le basi per i quantum Internet facendo progredire le **comunicazioni quantistiche** principalmente in tre direzioni: **prestazioni, integrazione ed industrializzazione**.
- **REALIZZARE** un **Istituto Nazionale per le Tecnologie Quantistiche** che consenta di preservare e valorizzare il grande capitale umano nazionale e le tecnologie chiave per lo sviluppo industriale. L'Istituto avrà un ruolo federativo per la comunità nazionale e di coordinamento e sostegno tra la Ricerca e lo Sviluppo Industriale così come tra le diverse QT, all'interno di una rete e di una strategia europea.
- **CREARE nuovi percorsi interdisciplinari di Alta Formazione** (Laurea Magistrale e Dottorato) in questo settore scientifico avanzato e in rapida evoluzione per preparare **personale altamente specializzato** ed in possesso di competenze trasversali coinvolgendo le realtà industriali nella formazione e nella ricerca accademica.

Grazie per l'attenzione

www.ino.cnr.it

