



L'infrastruttura tecnologica e il funzionamento di VenQCI

Paolo Villoresi

Padua Quantum Technologies Research Center

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

Università di Padova

Meeting VSIX 2025 - Padova 26 novembre 2025



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



REGIONE DEL VENETO



CONCESSIONI
AUTOSTRADALI
VENETE

PADUA Q TECH

Padua Quantum Technologies Research Center

L'obiettivo primario di QTech è la ricerca nel campo delle scienze quantistiche e l'approfondimento e la diffusione delle tecnologie quantistiche nel campo del calcolo, delle simulazioni, delle comunicazioni e dell'informazione:

- promuovere, sostenere e coordinare le attività di ricerca e di insegnamento finalizzate allo studio delle tecnologie quantistiche;
- provvedere alla comunicazione, all'integrazione e allo sviluppo delle conoscenze tra studiosi di diversa estrazione scientifica;
- acquisire e gestire risorse da utilizzare ai fini delle attività di ricerca di interesse specifico del Centro.



Evoluzione Europea del contesto nelle comunicazioni sicure

Safer Together Strengthening Europe's Civilian and Military Preparedness and Readiness

Report by Sauli Niinistö, former President of the Republic of Finland,
In his capacity as Special Adviser to the President of the European Commission



→ The race to control disruptive technologies will intensify.

Disruptive technologies can shift economic performance to a higher level. Controlling them can add to the arsenal for power and global influence. The pace of innovation, spurred on by AI-enabled technologies, will only further rise. Disruptive technologies offer untold possibilities, but also come with **new vulnerabilities and security concerns**. Unmanned air and naval systems, enabled by artificial intelligence, will further **change our societies as well as the nature of warfare**. Quantum computing can set off a new wave of innovation, while posing severe risks to encryption keys used worldwide.

In particular in view of geopolitical confrontations, the EU needs to be more resilient and to minimise **external dependencies in critical sectors that are vital for society in crisis situations**. This requires the EU to focus even more on **regaining and strengthening its innovative and competitive edge**, while stepping up its work to enhance supply chain resilience and to de-risk unwanted dependencies. The Union needs to protect its science and technology potential and **safeguard its ability to access, develop, operate, control, produce and secure critical goods and technologies, including those related to military capabilities**.

https://commission.europa.eu/document/download/5bb2881f-9e29-42f2-8b77-8739b19d047c_en?filename=2024_Niinisto-report_Book_VF.pdf

Evoluzione Europea comunicazioni sicure

Safer Together Strengthening Europe's Civilian and Military Preparedness and Readiness

Report by Sauli Niinistö, former President of the Republic of Finland,
In his capacity as Special Adviser to the President of the European Commission



Communication in times of crisis: building new secure, resilient and interoperable systems

To respond to a major security incident or a natural disaster that requires a European response, it is essential that authorities can communicate. Today, communication equipment used by law enforcement, border guards, firefighters or medical responders cannot be used in the territory of other Member States. Moreover, in many cases, the equipment does not allow for communication between different types of responders and, in particular, with the military.

Member States and the Commission have been working on the creation of a European system that is able to connect all EU civil security and public safety authorities across borders, which could be designed to also enable interoperability with military communication systems, such as the military Communications and Information System being developed for European Union Military Staff (EUMS) / the Military Planning and Conduct Capability (MPCC). **This European Critical Communication System (EUCCS)** should be the centre of a united approach to security and preparedness, as announced in the Political Guidelines (2024-2029).

Moreover, the EU will deploy the **EU Infrastructure for Resilience, Interconnectivity and Security by Satellite (IRIS²)** – a secure connectivity low and medium-orbit satellite constellation that would ensure its capacity to connect crisis actors in the most demanding circumstances. IRIS² will provide resilient and uninterrupted communication and connectivity services for government and military users in the event of natural disasters, hybrid attacks, acts of aggression, or operational – civilian and military – deployments worldwide. In particular, it will contribute to the continued functioning of critical infrastructure (e.g. dams, power stations, local 5G cells), ensure the uninterrupted coordination of citizens and public authorities in the event of emergencies, and serve as backup telecommunication infrastructure for critical users in areas where terrestrial networks have been disrupted.

To further enhance the security of communications, the Commission, Member States, the European Space Agency (ESA) and the European quantum industry are also working on **the development and deployment of quantum communication infrastructure (EuroQCI)**. EuroQCI will reinforce the protection of communication between Europe's governmental institutions, their data centres, hospitals, energy grids, and more by strengthening our capacity to prevent and detect potential eavesdroppers.

https://commission.europa.eu/document/download/5bb2881f-9e29-42f2-8b77-8739b19d047c_en?filename=2024_Niinisto-report_Book_VF.pdf

Evoluzione Europea comunic

Safer Together Strengthening Civilian and Military Preparedness

Report by Sauli Niinistö, former President of the
In his capacity as Special Adviser to the President



EUROPEAN
COMMISSION

Brussels, 2.7.2025
COM(2025) 363 final

COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL

Quantum Europe Strategy: Quantum Europe in a Changing World

will reinforce the protection of communication between Europe's governmental institutions, their data centres, hospitals, energy grids, and more by strengthening our capacity to prevent and detect potential eavesdroppers.

Communication in times of crisis: building new secure, resilient
and interoperable systems

It requires a European response, communication equipment used by law enforcement does not allow for communication with the military.

The creation of a European system of authorities across borders, which communication systems, such as developed for European Union (MPCC). **This European** of a united approach to security (2024-2029).

Resilience, Interconnectivity and medium-orbit satellite constellation in the most demanding circumstances, hybrid attacks, acts of aggression. In particular, it will contribute to power stations, local 5G cells), authorities in the event of emergency for critical users in areas where

Commission, Member States, the European are also working on **the development of a quantum communication infrastructure (EuroQCI)**. EuroQCI

https://commission.europa.eu/document/download/5bb2881f-9e29-42f2-8b77-8739b19d047c_en?filename=2024_Niinisto-report_Book_VF.pdf

Il contesto

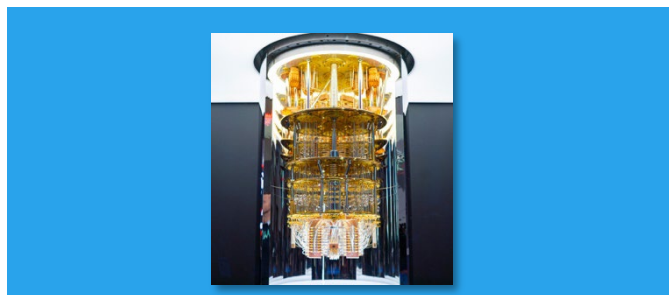
Computer quantistici e cybersecurity



La ciphersicurezza è parte integrante della sicurezza delle persone

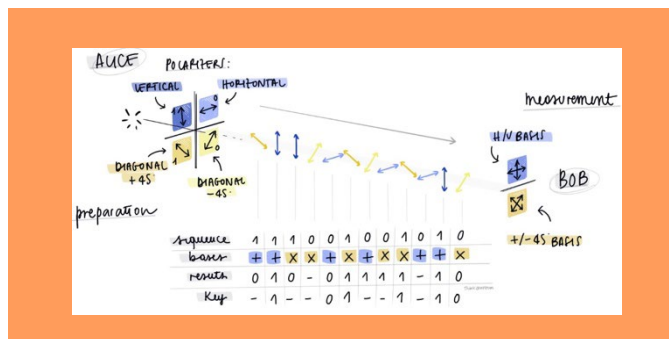
"Migliorare la ciphersicurezza è essenziale affinché le persone possano fidarsi, utilizzare e beneficiare dell'innovazione, della connettività e dell'automazione, nonché per salvaguardare i diritti e le libertà fondamentali, compresi i diritti alla vita privata e alla protezione dei dati personali, la libertà di espressione e di informazione»

EC, 2020 [The EU's Cybersecurity Strategy for the Digital Decade](#)



Il Quantum computing metterà a rischio gli attuali sistemi crittografici

- Capacità di violazione dell'attuale crittografia (5 anni)
- 'Harvest now, decrypt later' (HNDL)
- Settori critici a rischio: sanità, banche e finanza, energia, ecc



La distribuzione quantistica di chiavi crittografiche, Quantum Key Distribution (QKD)

- sfrutta le proprietà della fisica quantistica
- consente la distribuzione di chiavi crittografiche attraverso la trasmissione di Qubit nelle comuni reti di telecomunicazioni in fibra
- garantisce una sicurezza intrinseca, superiore a quella fornita dagli attuali protocolli basati sulla complessità computazionale

Evoluzione Italiana del contesto nelle comunicazioni sicure

3.1.4 Comunicazione quantistica

Obiettivo OSc-4A

Realizzazione di reti di comunicazione quantistica sicure e integrate

Sviluppare le reti di comunicazione quantistica, rendere quantum-ready e quantum-resilient le attuali reti di comunicazione ed integrare la comunicazione quantistica sicura nelle reti classiche

Linee di azione

- Completare la dorsale quantistica italiana e collegarla a EuroQCI integrando comunicazioni quantistiche satellitari, connessioni transfrontaliere in fibra ottica e reti metropolitane;
- Definire una roadmap per EuroQCI e la dorsale quantistica italiana, valorizzando in particolare le risorse presenti a livello locale;
- Progettare architetture e protocolli per reti quantistiche nella prospettiva di uno stack protocollare quantistico, con il duplice obiettivo: i) rispondere ad esigenze pratiche riducendo i requisiti hardware richiesti, ii) massimizzare l'interplay/interoperabilità tra infrastruttura classica di comunicazione ed infrastruttura quantistica, abilitando la coesistenza tra traffico classico e traffico quantistico e/o integrando i protocolli quantistici e lo stack protocollare classico;

https://www.mur.gov.it/sites/default/files/2025-09/QIS_FINAL_IT%200809.pdf



[Home](#) | [Strategia italiana per le tecnologie quantistiche](#)

Strategia italiana per le tecnologie quantistiche



Evoluzione Italiana del contesto nelle comunicazioni sicure

L'Alleanza Quantistica Italiana (AQI), con sede a Padova, è un'associazione che riunisce università, enti di ricerca, industrie e istituzioni pubbliche che riconoscono il ruolo strategico delle tecnologie quantistiche per il futuro dell'Italia. L'associazione nasce con l'obiettivo di costruire un ecosistema nazionale unificato e competitivo a livello internazionale, capace di valorizzare le eccellenze italiane e di integrare in una visione comune il mondo accademico, scientifico, industriale e politico.

Le attività di AQI coprono tutti i principali ambiti del settore: calcolo quantistico, comunicazioni quantistiche, sensori, simulazioni, metrologia, intelligenza artificiale quantistica e quantum networking.

AQI si propone di favorire sinergie strategiche tra ricerca e industria, promuovendo una roadmap condivisa per lo sviluppo delle scienze e tecnologie quantistiche italiane. L'associazione sostiene la formazione di nuove competenze, il trasferimento tecnologico, la creazione di infrastrutture nazionali e paneuropee, nonché un coordinamento unitario nei confronti delle istituzioni politiche italiane ed europee.



https://commission.europa.eu/document/download/5bb2881f-9e29-42f2-8b77-8739b19d047c_en?filename=2024_Niinisto-report_Book_VF.pdf



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



REGIONE DEL VENETO



CONCESSIONI
AUTOSTRADALI
VENETE



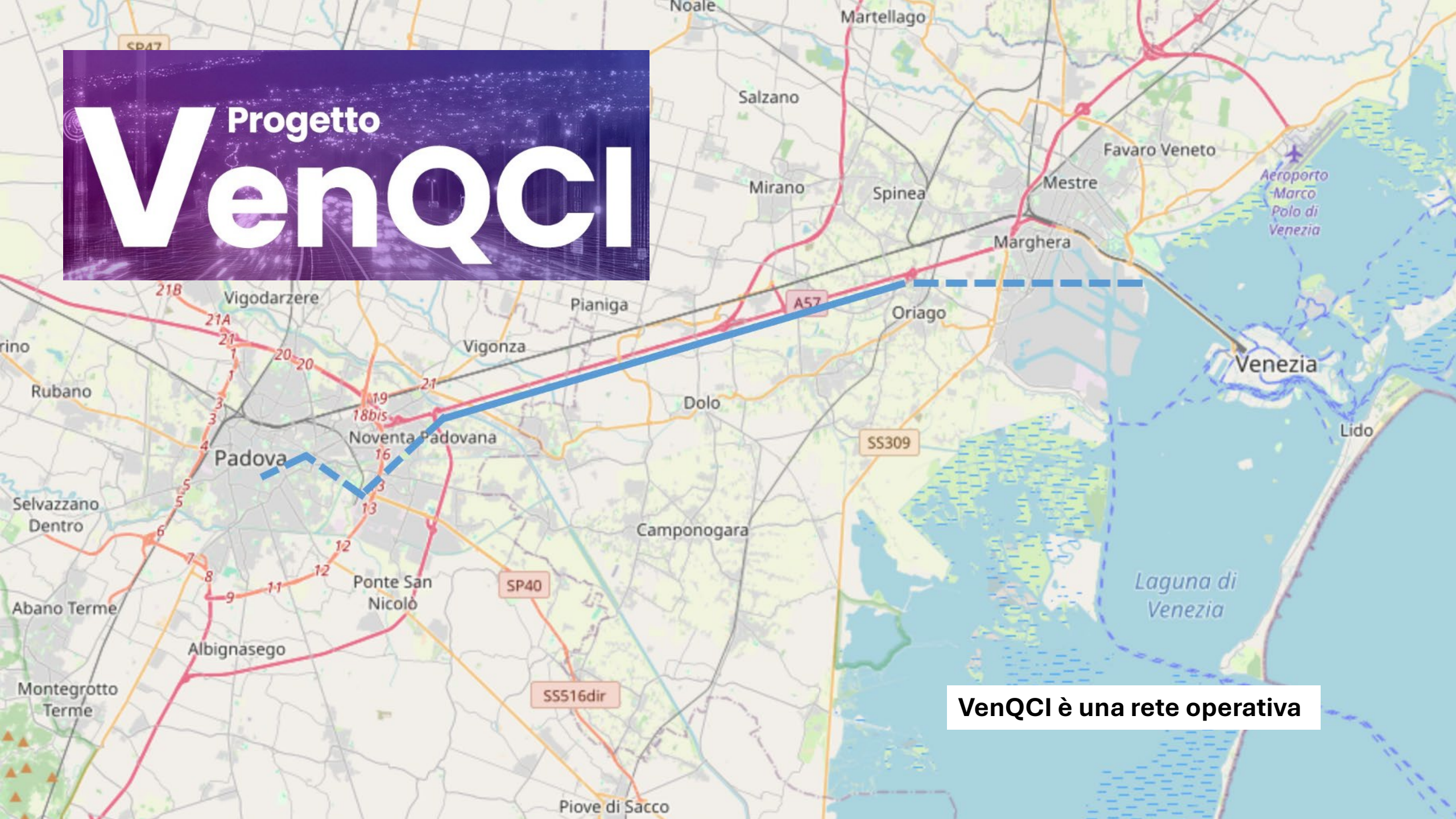
Il progetto VenQCI

Il **progetto VenQCI** (*Veneto Quantum Communication Infrastructure*) si prefigge di realizzare una rete regionale quantistica che consenta di introdurre le **tecnologie quantistiche** per la distribuzione di chiavi crittografiche con l'obiettivo di innalzare il profilo di **cyber sicurezza del territorio**

L'iniziativa è svolta attraverso una convenzione (12/2023) e la collaborazione tra partners

- *Agenzia Digitale del Veneto per **Regione Veneto***
- ***QTech** Center e **Vsix** per l'**Università degli Studi di Padova***
- ***CAV** Concessioni Autostradali Venete, coordinatore del progetto*

Progetto VenQCI



VenQCI è una rete operativa

VenQCI: Obiettivi

Obiettivi



- Far nascere la progettazione sulla base di **CASI D'USO** reali ovvero sulle necessità, presenti e future, di ciascun partner (Disaster recovery, business continuity, ...)
- **Realizzazione** e messa in esercizio di un'infrastruttura come rete quantistica regionale
- Identificazione di **scenari di governance** per sviluppi futuri

Rete quantistica regional



- **Cross-partner**
- Permanente e operativa **“in produzione”**
- **Multi-nodo** (5+)
- Scalabile e predisposta alla crescita

Casi d'uso



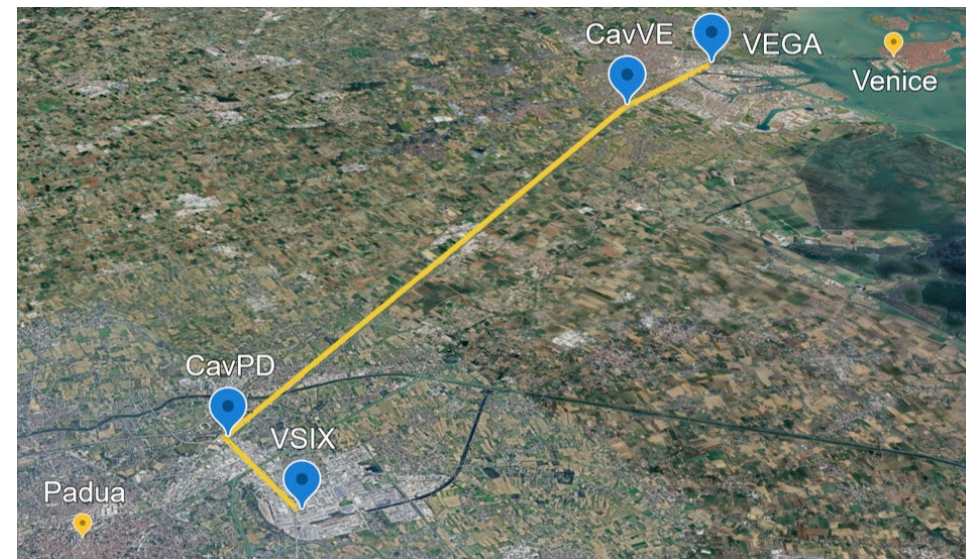
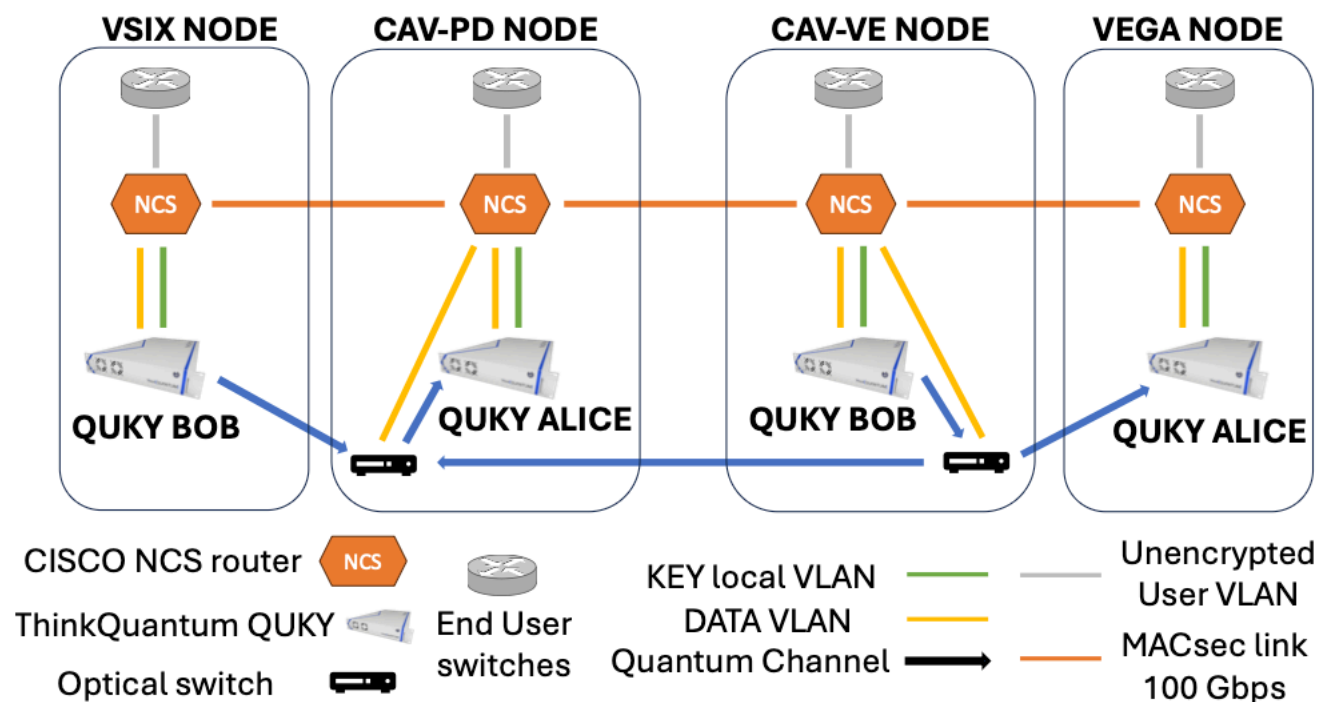
- Disaster Recovery & Business Continuity
- Authentication & Integrity (i.e. VPN, VideoCall, Research projects)
- Mobility Hub, CAV Cloud Services @ Vsix
- Dynamic Back-up / load balance / Metro Cluster

Governance



- Studio ed analisi del contesto e di iniziative internazionali
- Definizione di scenari per la gestione della rete
- Predisposizione all'estensione a nuovi partner pubblico/privati
- Identificazione di kpi per l'infrastruttura ed il servizio

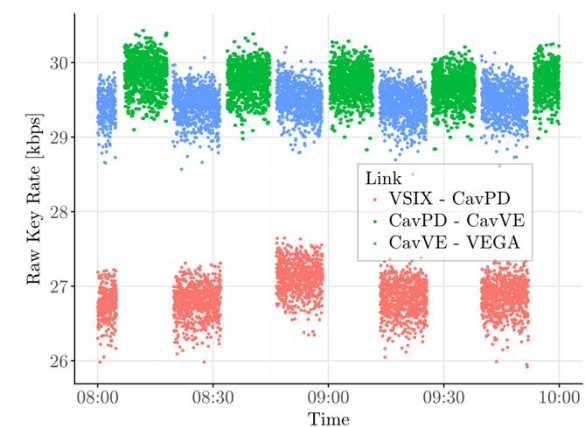
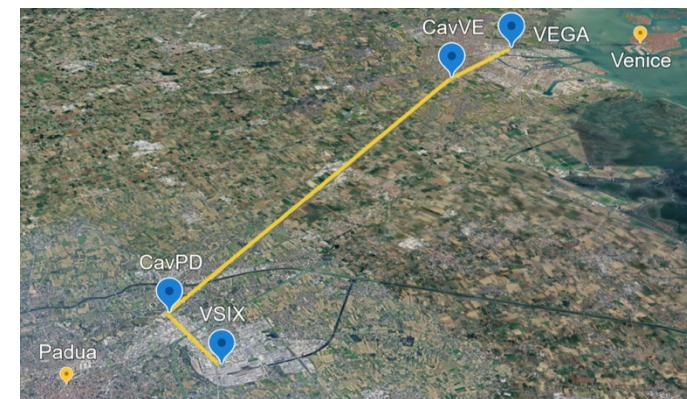
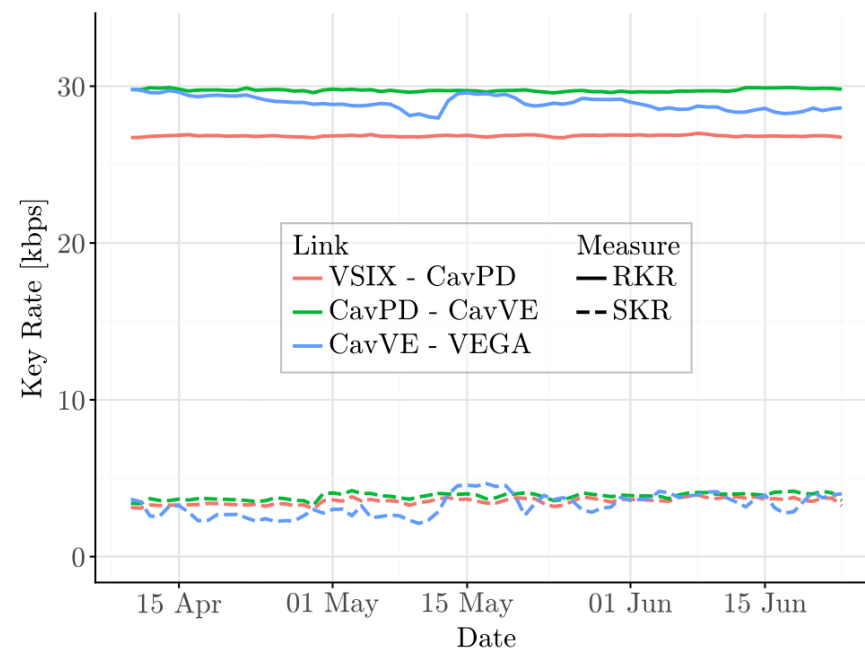
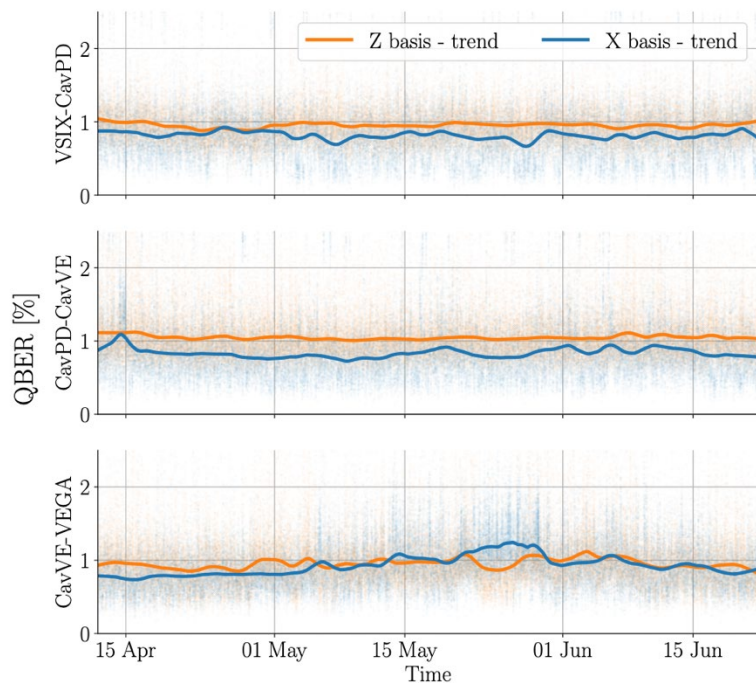
VenQCI al lavoro: analisi estesa dell'operatività



implementazione dello switching per rendere flessibile il network

A. De Toni et al. Long-term analysis of efficient-BB84 4-node network with optical switches in metropolitan environment <https://arxiv.org/abs/2510.16867>

VenQCI al lavoro: analisi estesa dell'operatività

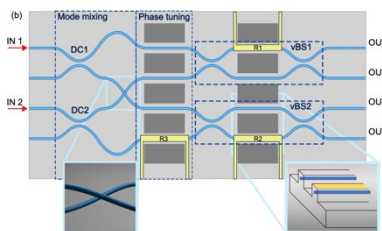
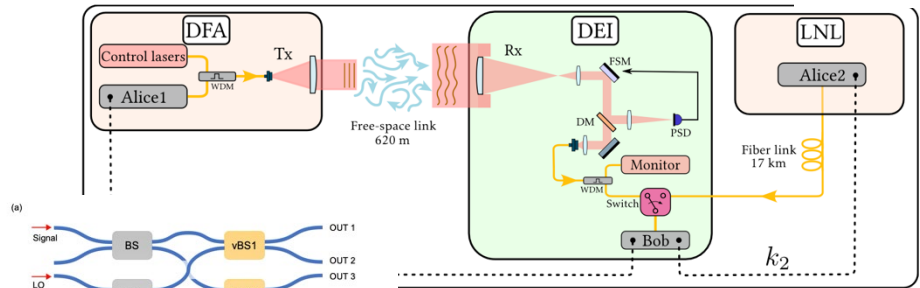
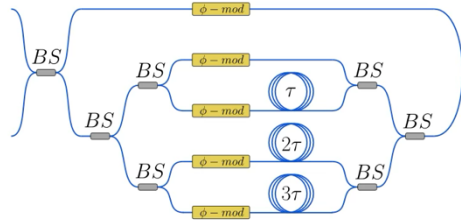
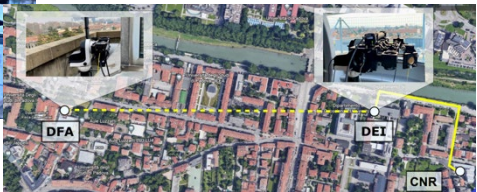
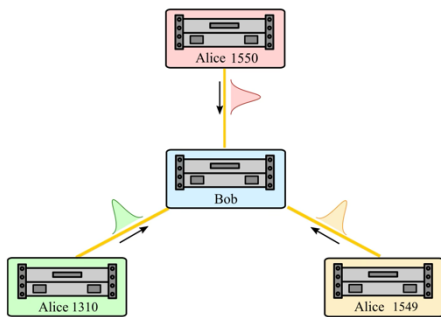
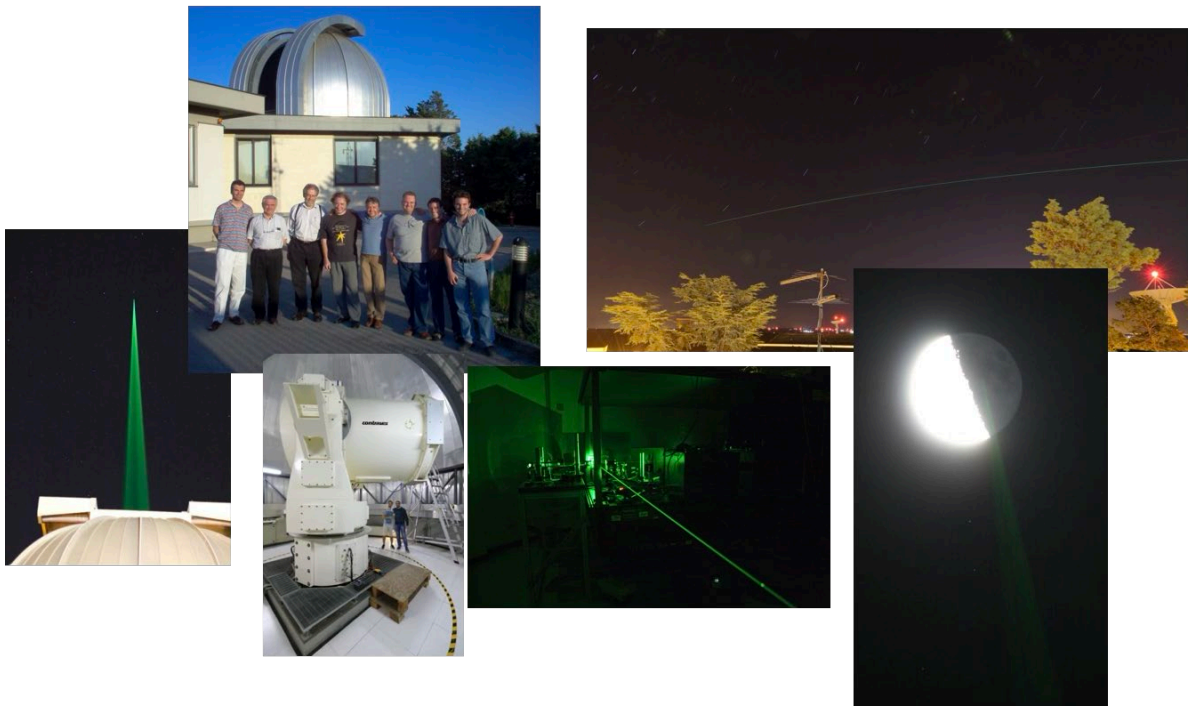


distribuzione continua delle chiavi monitorata nell'arco di due mesi

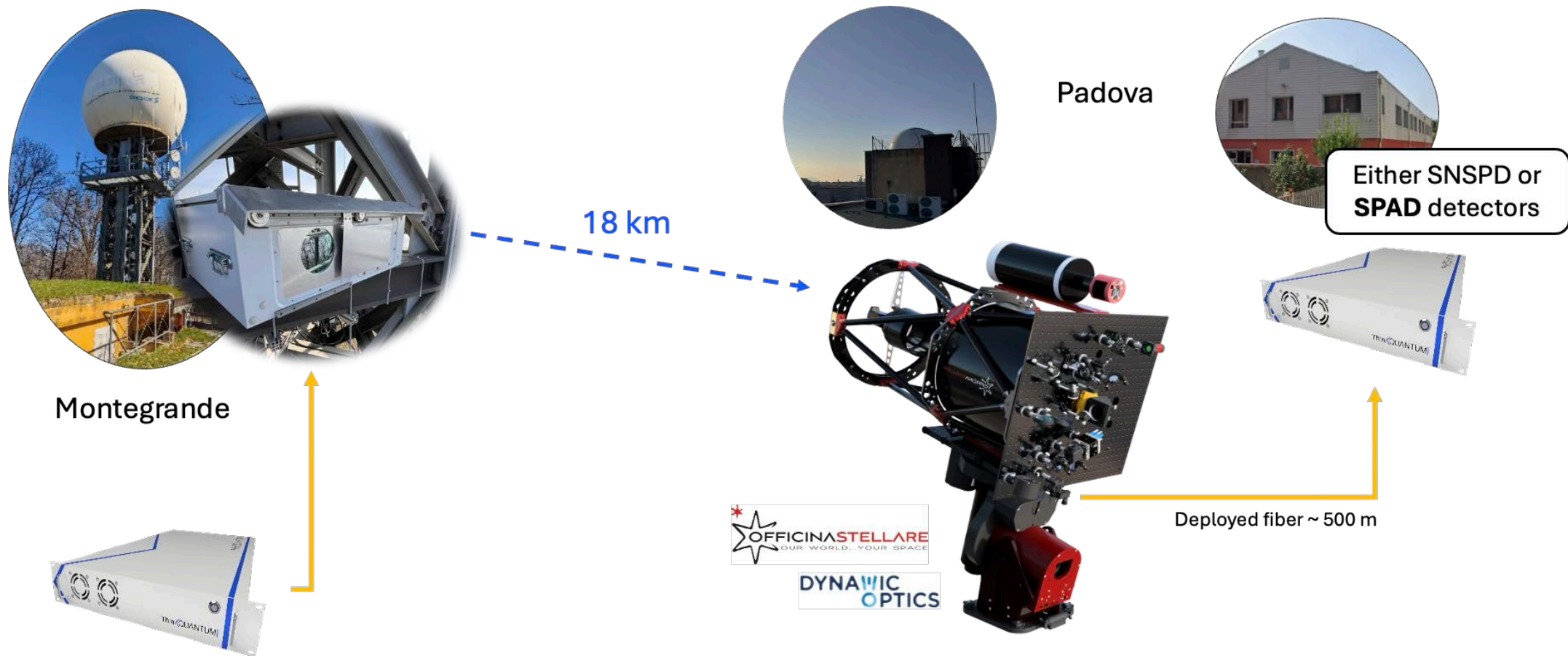
A. De Toni et al. Long-term analysis of efficient-BB84 4-node network with optical switches in metropolitan environment <https://arxiv.org/abs/2510.16867>

sviluppi dalla ricerca

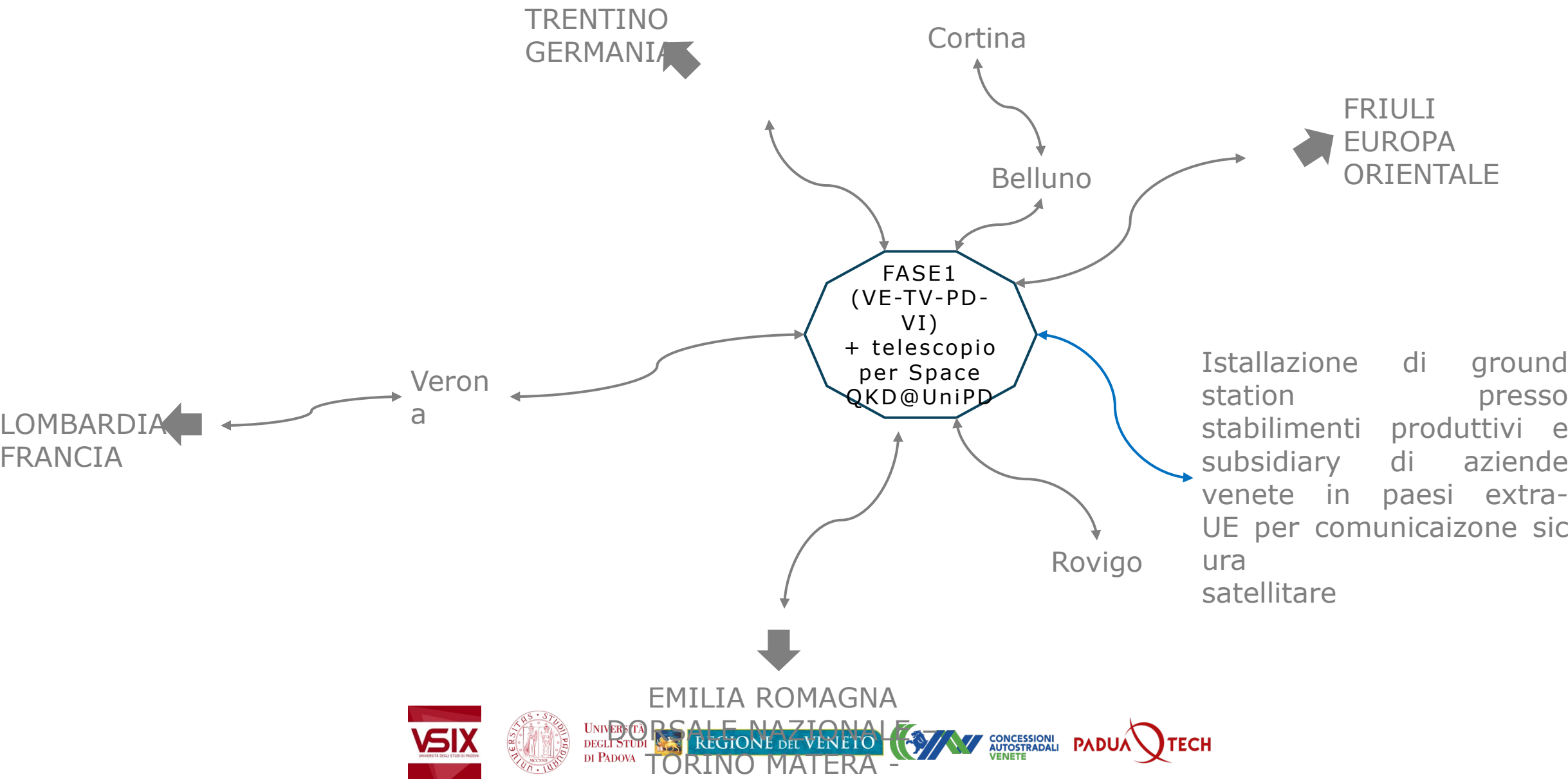
*network in fibra
canali free-space
canali spaziali*



sviluppi dalla ricerca

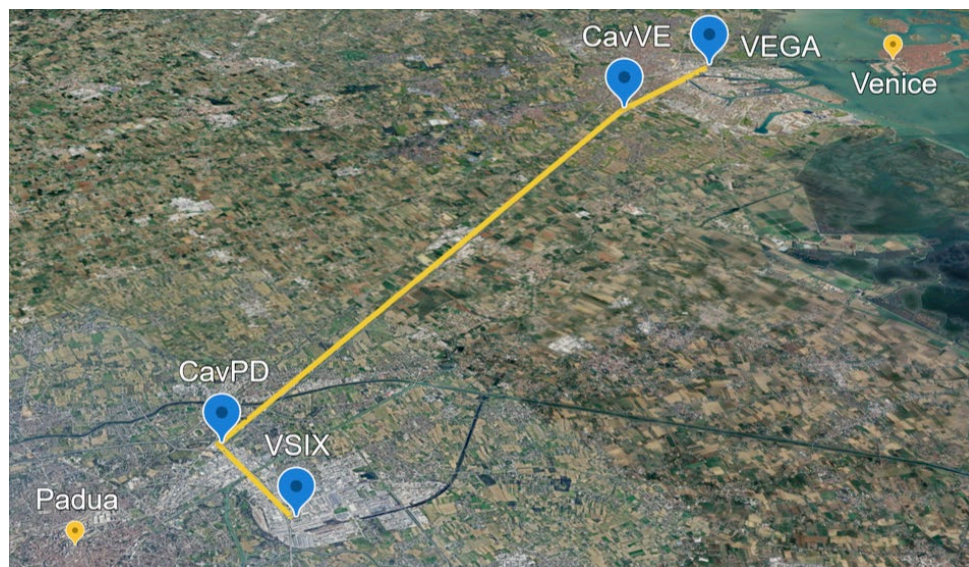


Prospettiva di crescita e integrazione continentale



Progetto VenQCI

Buon 16° Compleanno VSIX!!



paolo.villoresi@unipd.it
www.qtech.unipd.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



REGIONE DEL VENETO



CONCESSIONI
AUTOSTRADALI
VENETE

