

Progetti di comunicazione Quantistica nella Regione Friuli Venezia Giulia

Angelo Bassi^{1,2} e Giorgio Giorgetti²

¹INFN sezione di Trieste, ²Università degli Studi di Trieste

Abstract. I progetti "Quantum FVG" e "QuFree" finanziati dalla Regione Friuli Venezia Giulia (FVG) mirano a realizzare una infrastruttura regionale permanente per la comunicazione sicura tramite la Distribuzione Quantistica delle Chiavi (QKD). Il progetto "Quantum FVG" ha stabilito un laboratorio all'avanguardia di comunicazione quantistica presso il CNR-INO di Trieste, promuovendo la ricerca, l'istruzione e lo sviluppo dell'infrastruttura quantistica regionale. Complementariamente, il progetto "QuFree" esplora la comunicazione quantistica nello spazio libero. Le prospettive future includono l'espansione dell'infrastruttura quantistica per ampliare ulteriormente le comunicazioni sicure nella Regione, integrandosi con reti nazionali ed europee e sviluppando applicazioni in vari settori, in particolare in quello marittimo e della logistica.

Keywords. Comunicazione Quantistica, QKD, fibre ottiche

1 Introduzione: La Crittografia Quantistica

La crittografia quantistica rappresenta un cambio significativo nella sicurezza delle comunicazioni, utilizzando la meccanica quantistica per generare e distribuire chiavi di crittografia. A differenza della crittografia asimmetrica tradizionale, vulnerabile agli attacchi dei computer quantistici, la crittografia quantistica garantisce che qualsiasi tentativo di intercettazione alteri gli stati quantistici, rendendolo rilevabile. Questa caratteristica di sicurezza intrinseca è incarnata nella Distribuzione Quantistica delle Chiavi (QKD), che è stata implementata con successo in varie forme in tutto il mondo.

La QKD implica la generazione e la distribuzione delle chiavi utilizzando fotoni, le particelle fondamentali della luce. In virtù dei principi della meccanica quantistica, qualsiasi tentativo di intercettare questi fotoni ne altera lo stato, lasciando tracce rilevabili. Confrontando porzioni della chiave scambiata, il mittente e il destinatario possono rilevare tentativi di intercettazione. Se vengono rivelate discrepanze, indicando una possibile clonazione della chiave, la comunicazione viene terminata. Questo metodo offre un mezzo intrinsecamente sicuro di distribuzione delle chiavi, una pietra miliare della crittografia quantistica.

2 Comunicazione Quantistica in Friuli Venezia Giulia: "Quantum FVG" e "QuFree"

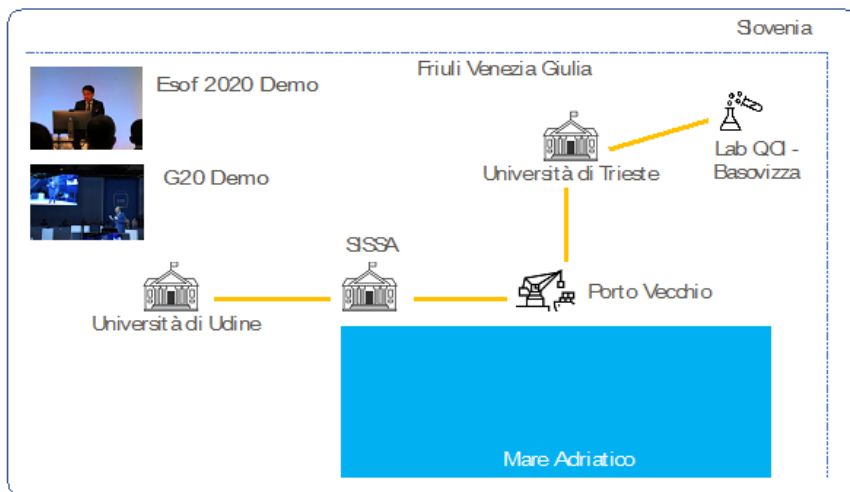
2.1 Il Progetto "Quantum FVG"

Il progetto "Quantum FVG"¹, finanziato dalla Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, ha istituito un laboratorio di comunicazione e informazione quantistica (QCI Lab)² presso la sede del CNR-INO³ a Trieste. Diretto dal Dr. Alessandro Zavatta, questo laboratorio è

dedicato alla ricerca di soluzioni innovative di comunicazione quantistica su fibre ottiche e all'istruzione degli studenti nelle tecnologie quantistiche. Il progetto mira inoltre a costruire la prima infrastruttura quantistica regionale, collegando l'Università di Trieste, con la SISSA (circa 10Km) e con l'Università di Udine (circa 100Km) attraverso una rete di fibre ottiche di proprietà della Regione FVG. È prevista la gestione dell'infrastruttura da parte di LightNet⁴, la rete in fibra ottica regionale che collega le università e la maggior parte degli enti di ricerca regionali.

Il progetto "Quantum FVG" si concentra anche sull'engagement pubblico e sulla dimostrazione delle capacità della tecnologia quantistica. Tra i traguardi significativi ci sono la prima dimostrazione pubblica di comunicazione quantistica in Italia durante ESOF2020⁵ a cui ha partecipato il Primo Ministro G. Conte, e la prima comunicazione quantistica al mondo tra Italia, Slovenia e Croazia durante il G20⁶ sulla Digitalizzazione e la Ricerca nel 2021.

Fig. 1
Il progetto "Quantum FVG" ha portato alla istituzione del QCI lab presso la sede di Trieste di INO-CNR e prevede la realizzazione di una infrastruttura quantistica che collega i tre Atenei della Regione



Il laboratorio ha una duplice funzione: avanzare nella ricerca sulla comunicazione e informazione quantistica e fornire una piattaforma educativa per studenti universitari e laureati. Questo doppio focus assicura che la regione non solo contribuisca agli attuali progressi nella tecnologia quantistica, ma prepari anche la prossima generazione di scienziati e ingegneri in questo campo all'avanguardia.

2.2 Il Progetto "QuFree"

Il progetto "QuFree"⁷, anch'esso finanziato dalla Regione Friuli Venezia Giulia, mira a estendere la ricerca sulla comunicazione quantistica a canali free-space. La comunicazione quantistica nello spazio libero presenta sfide e opportunità uniche. A differenza delle fibre ottiche, che sono limitate dall'infrastruttura fisica, la comunicazione nello spazio libero può coprire distanze vastissime e raggiungere aree dove la posa della fibra è impraticabile. Tuttavia, deve fare i conti con variabili come le condizioni meteorologiche e le ostruzio-

ni fisiche. Il progetto "QuFree" mira a superare queste sfide, rendendo la comunicazione quantistica sicura più versatile e diffusa.

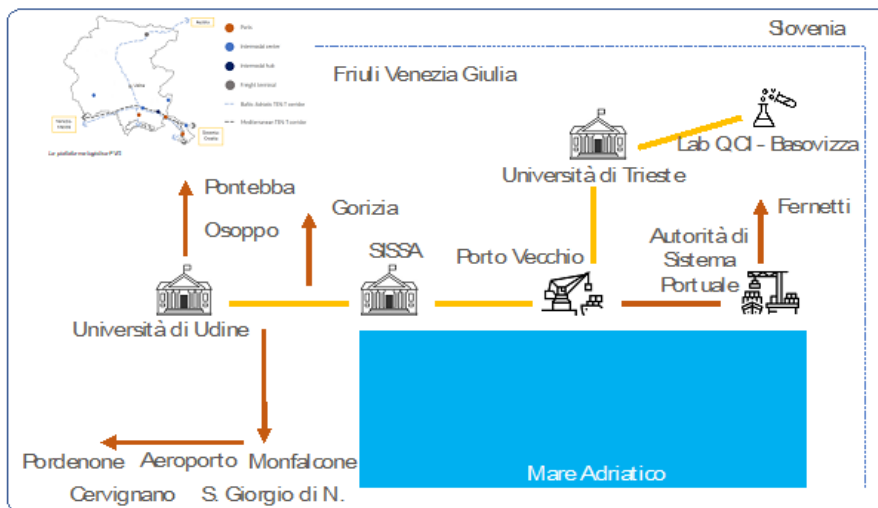
3. Prospettive Future

3.1 Integrazione e Collaborazione Avanzata

I piani futuri per i progetti "Quantum FVG" e "QuFree" includono:

- Espandere l'infrastruttura quantistica al sistema regionale della logistica.
- Favorire un ecosistema collaborativo che coinvolga enti pubblici e privati, centri di ricerca e aziende per promuovere e implementare soluzioni di comunicazione quantistica.
- Sostenere la digitalizzazione dei porti moderni e delle navi, migliorando l'efficienza operativa e la sicurezza.
- Trasformare l'infrastruttura quantistica da uno stato pre-industriale a una rete pienamente operativa che soddisfi le esigenze delle telecomunicazioni moderne.
- Collegarsi ad altre infrastrutture quantistiche nazionali ed europee, creando una rete più ampia di canali di comunicazione sicuri.

Fig. 2
Estensione dell'infrastruttura quantistica prevista dal progetto "Quantum FVG" al sistema regionale della logistica (in fase di studio)



L'espansione dell'infrastruttura quantistica non solo migliorerà le capacità regionali, ma favorirà anche un ecosistema collaborativo che riunisce vari stakeholder.

3.2 Elaborazione di un modello di gestione

Il passaggio dalle attività dimostrative e sperimentali all'utilizzo in pianta stabile della tecnologia di comunicazione quantistica, pone il problema dell'erogazione del servizio, secondo i criteri di affidabilità e resilienza largamente conosciuti dai gestori ed utilizzatori delle infrastrutture classiche. Questi stessi aspetti devono essere indagati ed implementati nelle reti quantistiche, unitamente agli aspetti legati alla presenza di topologie di rete complesse, al loro monitoraggio, alla loro manutenzione, ecc... L'elaborazione di un modello di gestione rappresenta uno degli obiettivi di questi progetti.

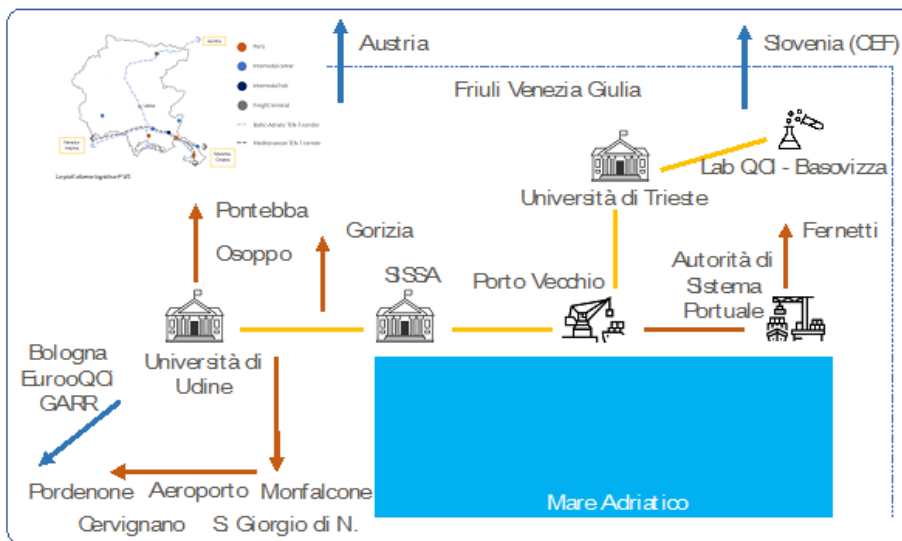
3.3 Integrazione delle Reti Nazionali ed Europee

Trieste è destinata a svolgere un ruolo cruciale nelle iniziative nazionali ed europee di comunicazione quantistica:

- Partecipazione al progetto QUID per un'infrastruttura di comunicazione quantistica nazionale.
- Collaborazione nel progetto QUAPITAL per una rete quantistica dell'Europa Centrale.
- Partecipazione ai consorzi guidati da TASI per promuovere le tecnologie quantistiche in Italia.
- Contributo alla Partnership Estesa sulle Scienze e Tecnologie Quantistiche e al Centro Nazionale per il Calcolo ad Alte Prestazioni e il Calcolo Quantistico, entrambi finanziati dal PNRR.

Queste iniziative posizionano Trieste e la regione Friuli Venezia Giulia come attori chiave nel panorama più ampio della comunicazione quantistica europea. Integrandosi con reti nazionali ed europee, la regione può sfruttare una gamma più ampia di risorse ed esperienze, guidando ulteriori progressi nelle tecnologie quantistiche.

Fig. 3
L'infrastruttura regionale di comunicazione quantistica si inserisce all'interno delle iniziative nazionali (progetto QUID) ed europee (progetto EuroQCI) di comunicazione quantistica



3.4 Applicazione nella Logistica Marittima

L'integrazione delle tecnologie di comunicazione quantistica nella logistica marittima è un focus chiave:

- Implementazione di sistemi di comunicazione quantistica sicuri per proteggere contro le minacce informatiche nel settore marittimo.
- Sviluppo di sistemi di navigazione autonoma per navi utilizzando la QKD, con potenziali applicazioni estese ad altri servizi marittimi e terrestri intelligenti.

Il settore marittimo può trarre vantaggi significativi dai sistemi di comunicazione quantistica sicuri. Questi sistemi possono garantire che i dati critici relativi alle operazioni di

spedizione, alla logistica e alla navigazione rimangano sicuri, proteggendosi contro la crescente minaccia degli attacchi informatici.

3.5 Potenziamento delle Capacità Educative e di Ricerca

Entrambi i progetti "Quantum FVG" e "QuFree" hanno forti componenti di formazione e ricerca. Istituyendo laboratori all'avanguardia e fornendo accesso ad attrezzature avanzate, questi progetti migliorano la capacità della regione di condurre ricerche all'avanguardia nelle tecnologie quantistiche. Inoltre, offrono preziose opportunità di formazione per gli studenti, contribuendo a coltivare la prossima generazione di scienziati e ingegneri quantistici.

3.6 Collaborazione Industriale e Innovazione

I progetti mirano anche a favorire forti collaborazioni con partner industriali, tra cui spiccano Fincantieri, Leonardo, oltre all'Autorità di Sistema Portuale di Trieste. Lavorando a stretto contatto con aziende di vari settori, i progetti "Quantum FVG" e "QuFree" possono stimolare l'innovazione e garantire che le tecnologie sviluppate soddisfino le esigenze del mondo reale. Queste collaborazioni possono portare allo sviluppo di nuovi prodotti e servizi, migliorando ulteriormente la crescita economica della regione e la leadership tecnologica.

Autori

Angelo Bassi abassi@units.it

Ha conseguito il dottorato in Fisica all'Università di Trieste nel 2001. Ha lavorato all'ICTP di Trieste, e alla LMU di Monaco. Ora è professore ordinario di Fisica Teorica all'Università di Trieste. Le sue ricerche si concentrano sulla meccanica quantistica. Ha al suo attivo: 150 pubblicazioni su riviste internazionali; relatore su invito in oltre 70 convegni internazionali, organizzarne di 30 eventi scientifici internazionali. Coordina numerosi progetti di ricerca nazionali e internazionali.

Giorgio Giorgetti giorgio.giorgetti@units.it

Si è laureato in Ingegneria Elettronica, indirizzo Telecomunicazioni. Dal 2000 lavora presso l'Area dei Servizi ICT dell'Università di Trieste occupandosi di sicurezza informatica e dell'infrastruttura di rete dell'Ateneo. Dal 2008 cura la progettazione e implementazione di LightNet, la rete regionale accademica e della ricerca del Friuli Venezia Giulia di cui è Direttore Tecnico.

Notes

¹ <https://www.triestequantum.it/quantum-fvg/>

² <https://portale.units.it/it/notizie/fisica-quantistica-units-inaugura-due-nuovi-laboratori>

³ <https://www.triestequantum.it/infrastructure/>

⁴ <https://www.units.it/notizie/lightnet/>

⁵ <https://www.units.it/news/innovativo-esperimento-quantistico-di-units-ad-esof2020>

⁶ <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/qute.202200061>

⁷ <https://www.triestequantum.it/qfree/>