



POLITÉCNICA

En línea con la infraestructura cuántica Europea.

Plan Complementario en Madrid y EuroQCI en la Universidad Politécnica de Madrid

JJT RedIRIS 2024. Tecnologías emergentes

Universidad Politécnica de Madrid
Centro de Simulación Computacional
Grupo de Investigación en Información y Computación Cuántica

Alberto Sebastián-Lombraña, Juan P. Brito, Laura Ortiz, Rubén B. Méndez, Rafael García, Jaime S. Buruaga, Marta Cid, José Luis Bejarano, Vicente Martín.

Contenidos

- Plan Complementario en Comunicación Cuántica, MADQuantum-CM y EuroQCI.
- Red cuántica de Madrid.
- Comunicaciones cuánticas en la UPM.

Plan Complementario de Comunicación Cuántica



Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

Comunidad de Madrid

PC3

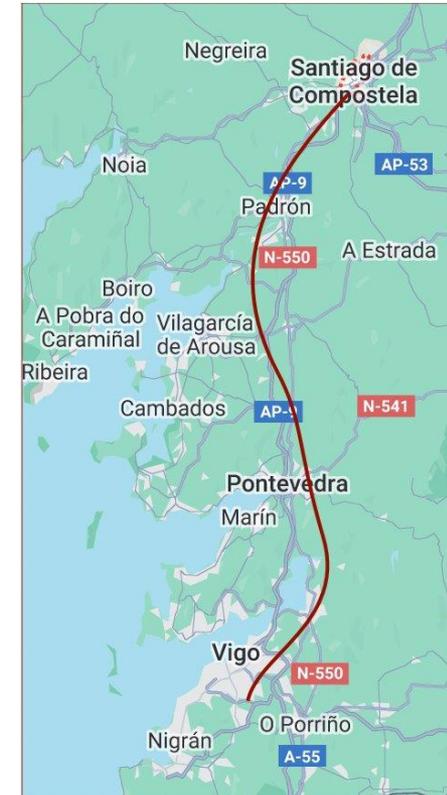
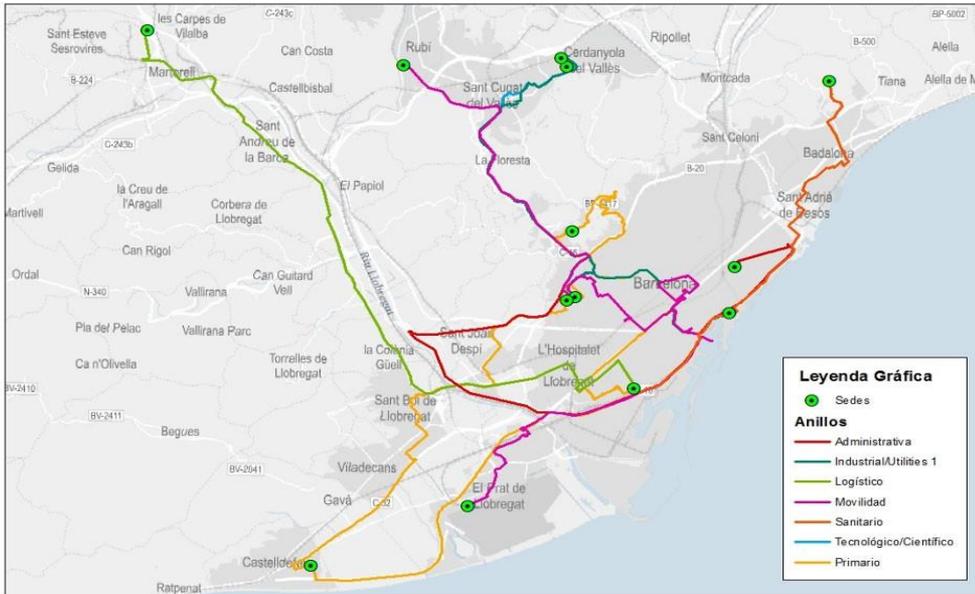
PLAN COMPLEMENTARIO DE
COMUNICACIONES CUÁNTICAS

Plan Complementario de Comunicación Cuántica



PLAN COMPLEMENTARIO DE COMUNICACIONES CUÁNTICAS

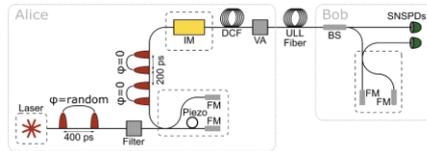
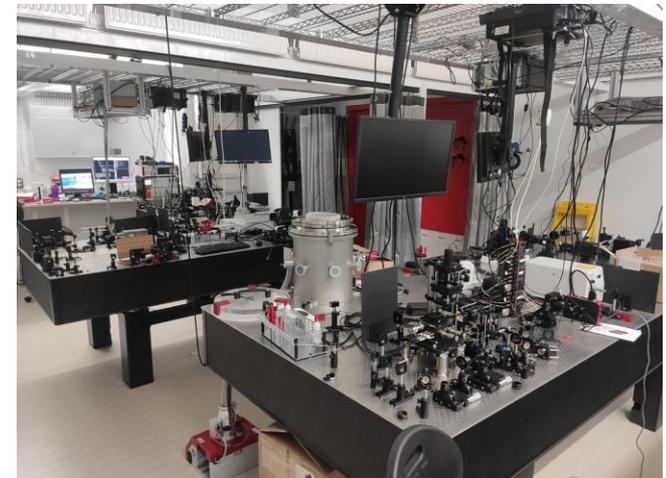
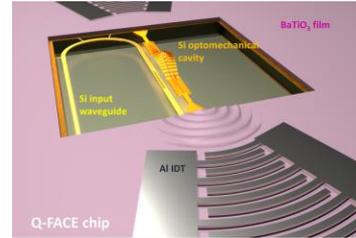
(1) EuroQCI – Hacia una infraestructura europea de CC



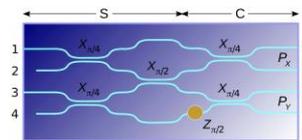
Plan Complementario de Comunicación Cuántica



(2) Hardware de comunicación cuántica



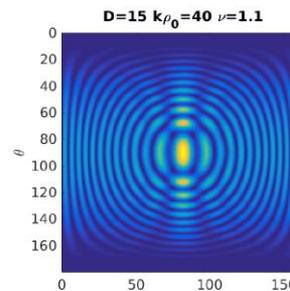
Implementaciones de QKD sobre fibra



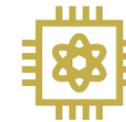
Fotónica integrada para QKD



OGS para QKD para enlaces aéreos

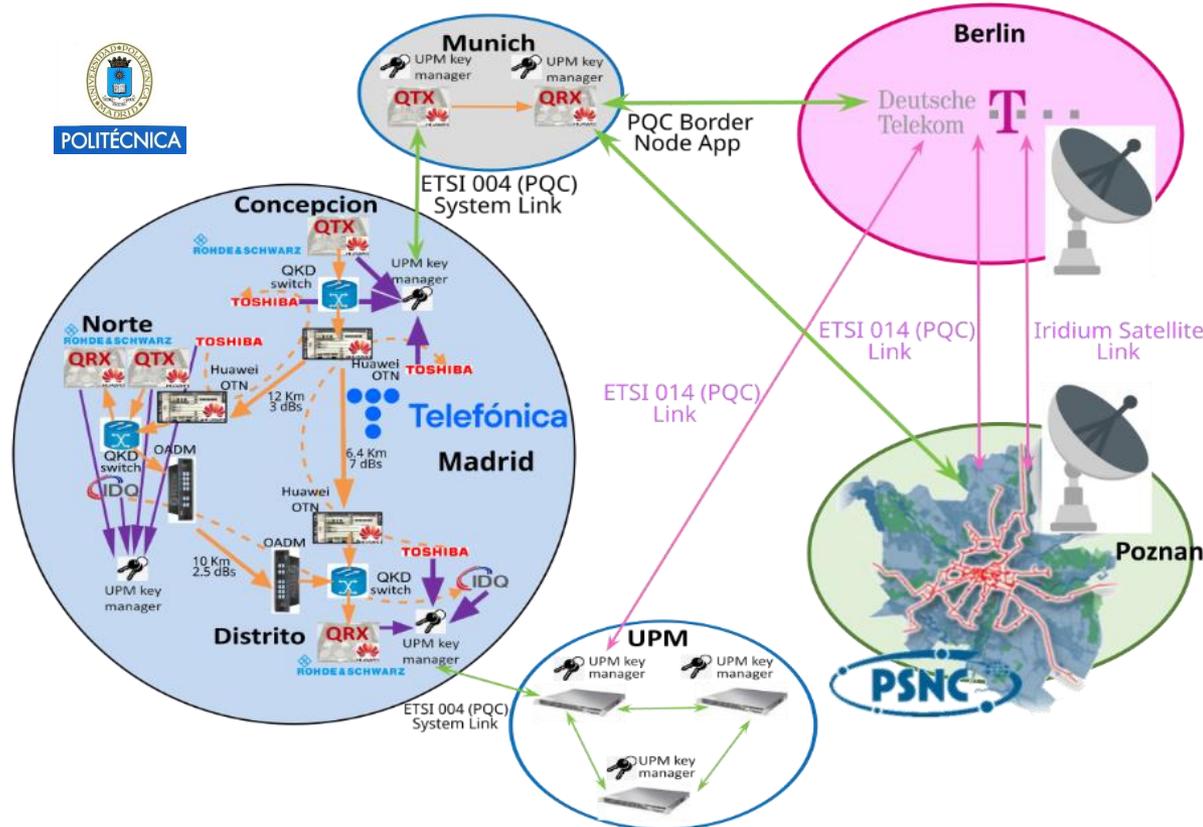


Universidad de Valladolid



Plan Complementario de Comunicación Cuántica

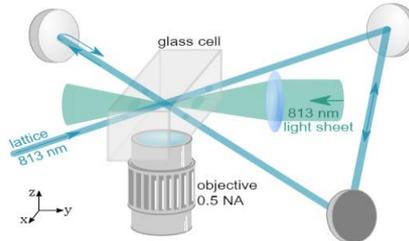
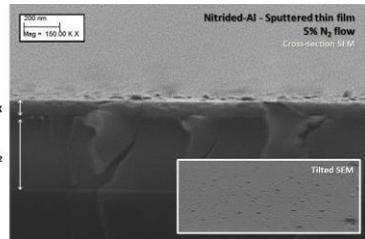
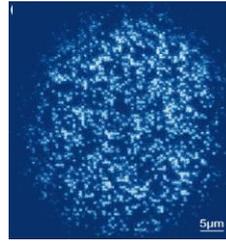
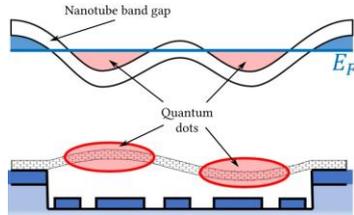
(3) Software de comunicación cuántica



Plan Complementario de Comunicación Cuántica



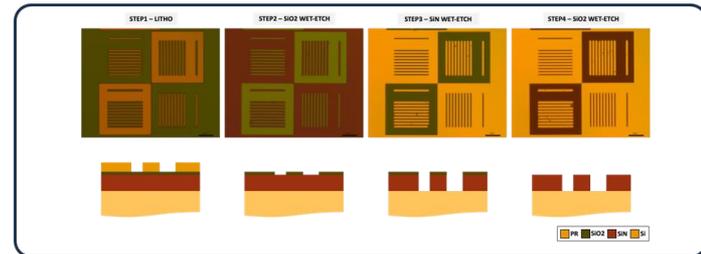
(4) Hardware de procesamiento cuántico



Cryogenic enabling technology

Crvoelectron
nol
SC chips

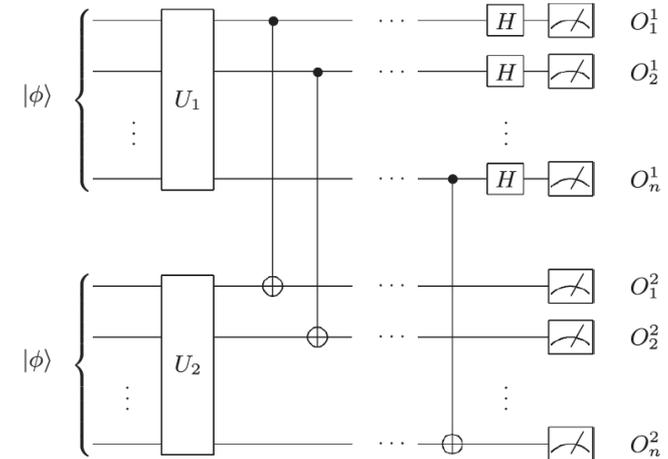
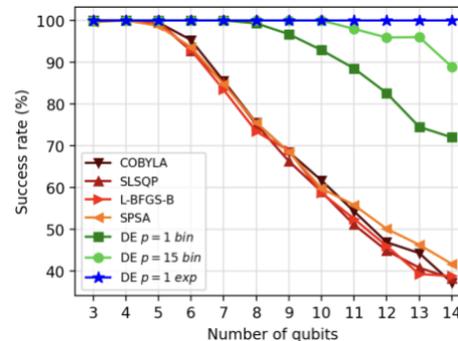
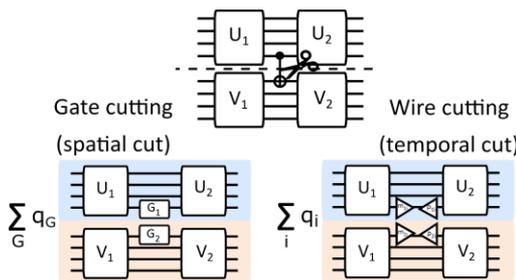
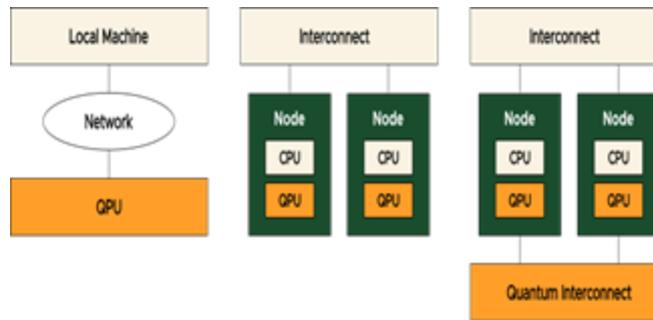
Novel qubits
Qudit quantum



Plan Complementario de Comunicación Cuántica



(5) Software de procesamiento cuántico



Proyecto MADQuantum-CM



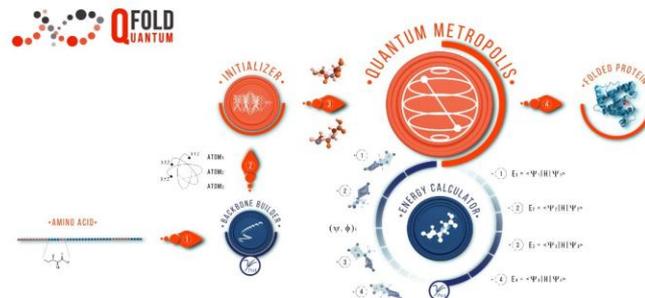
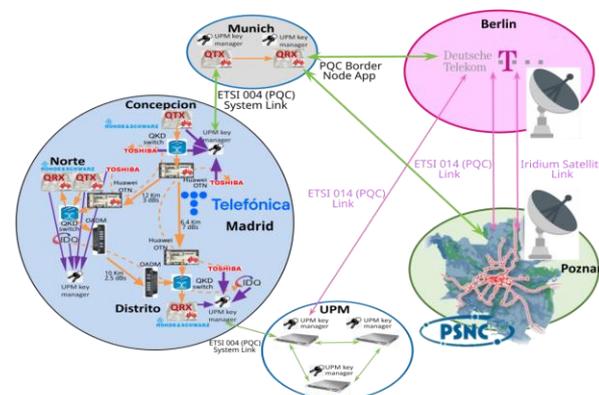
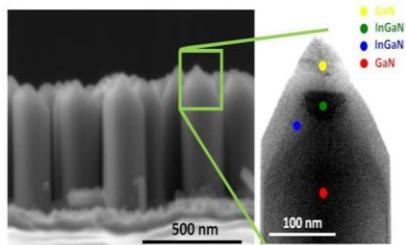
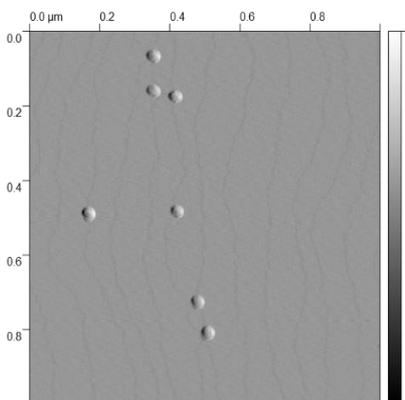
Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU



Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia



MadQ-CM



Proyecto MADQuantum-CM



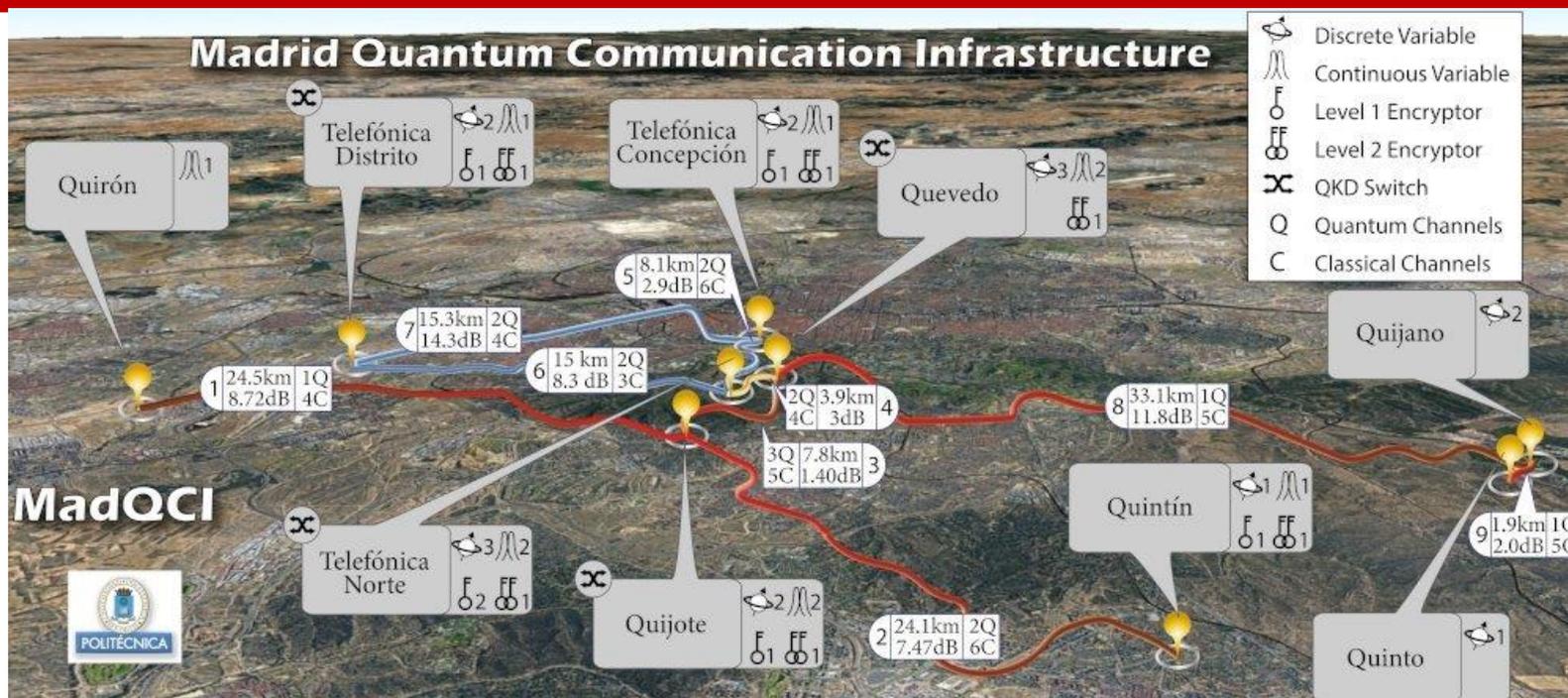
Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU



Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia



MadQ-CM



POLITÉCNICA



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID



Iniciativa EuroQCI



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



Plan de
Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

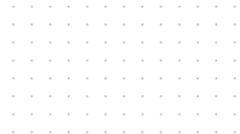


Comunidad
de Madrid



EuroQCI

DECLARATION ON A
**QUANTUM COMMUNICATION
INFRASTRUCTURE**
FOR THE EU



Digital Europe Programme



Iniciativa EuroQCI



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



Plan de
Recuperación,
Transformación
y Resiliencia



EuroQCI

DECLARATION ON A
QUANTUM COMMUNICATION
INFRASTRUCTURE
FOR THE EU

Digital Europe Programme



EUROQCI SPAIN



POLITÉCNICA



Com. cuánticas en la UPM



Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

- (6) RRHH y formación
- (7) Ecosistema y difusión
- (3) Software de comunicación cuántica
- (2) Hardware de comunicación cuántica
- (1) EuroQCI – Hacia una infraestructura europea de CC
- (4) Hardware de procesamiento cuántico
- (5) Software de procesamiento cuántico

2021 2024 Tiempo

POLITÉCNICA

CCS

GCC

MadQCI

EuroQCI

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

Comunidad de Madrid

POLITÉCNICA

imdea software

INTA

imdea networks

CEM

UAM

vithas

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID

CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA

Universidad Autónoma de Madrid

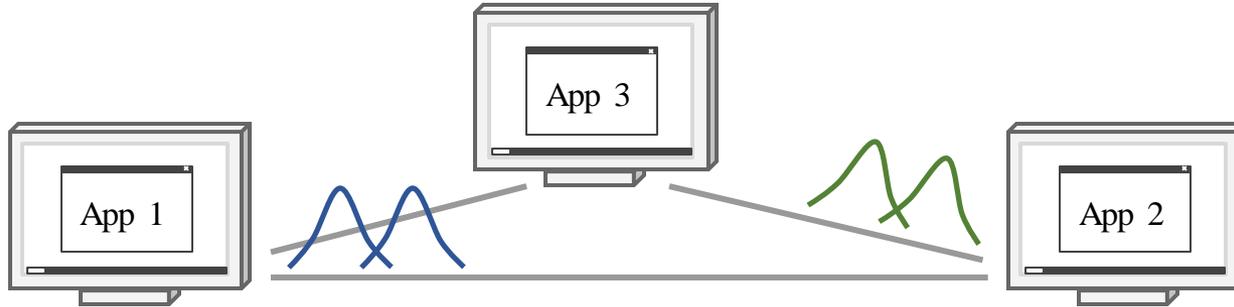
DECLARATION ON A QUANTUM COMMUNICATION INFRASTRUCTURE FOR THE EU

All 27 EU Member States

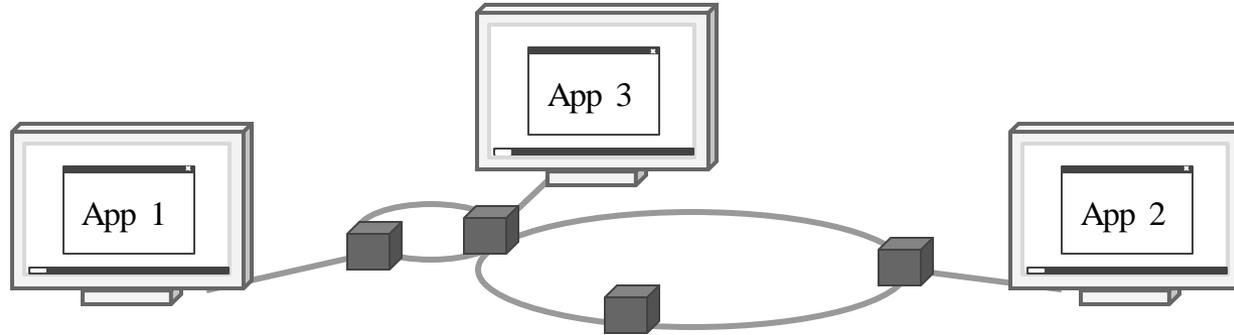
+ EUROQCI SPAIN

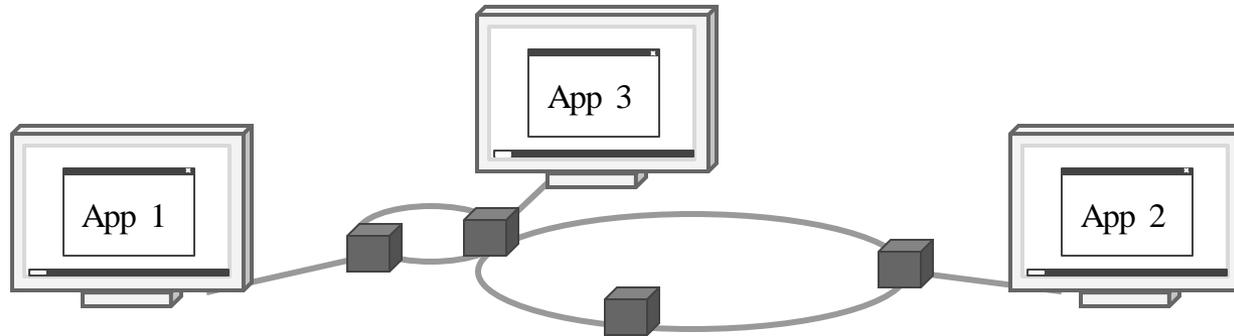
@FutureTechEU #EuroQCI

Comunicaciones cuánticas



Comunicaciones cuánticas



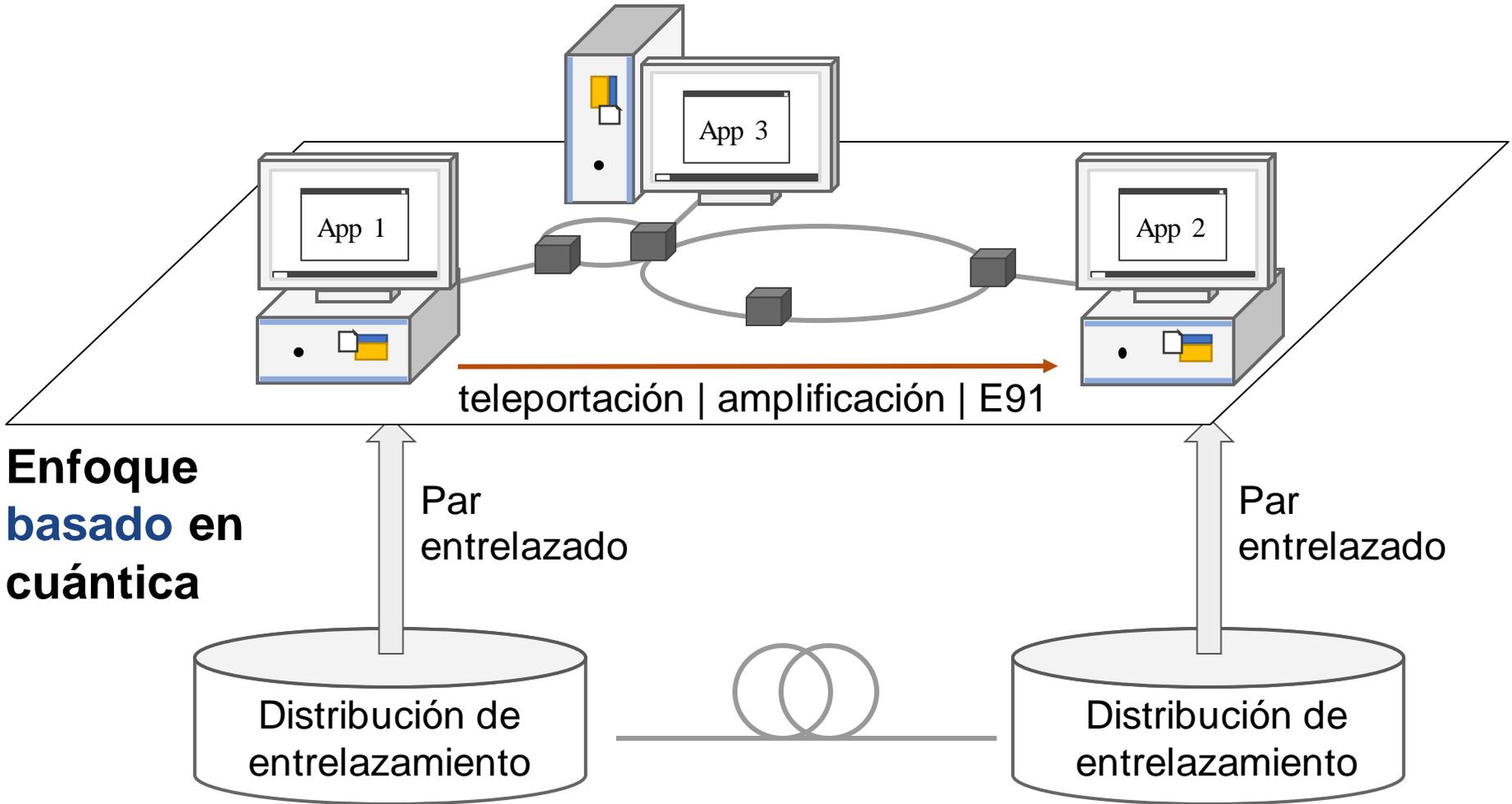


Técnicas y tecnologías de **vanguardia**

Tecnología **madura**

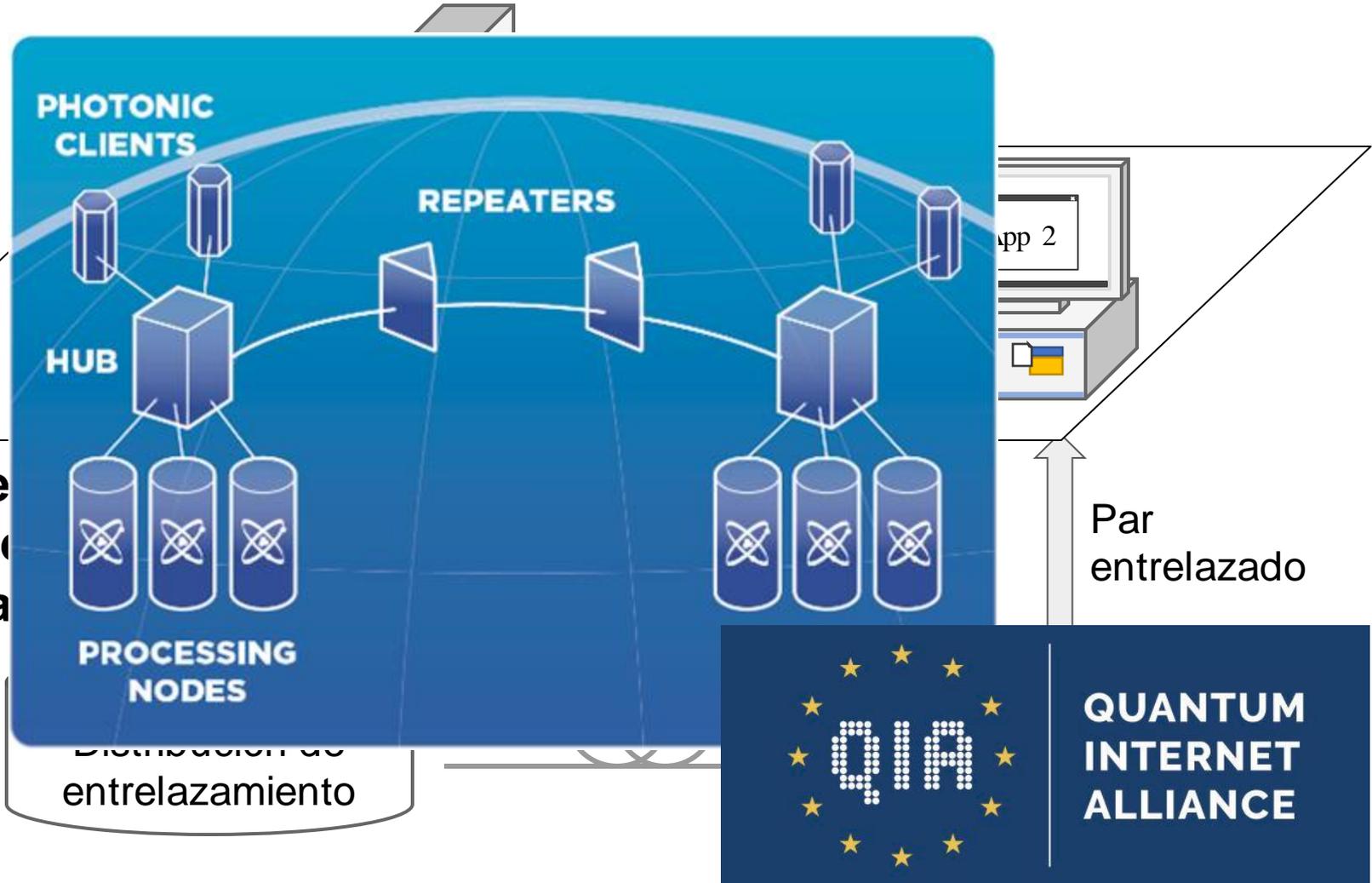
- **comparado** con otras

Comunicaciones cuánticas



Funciones cuánticas de red

Comunicaciones cuánticas



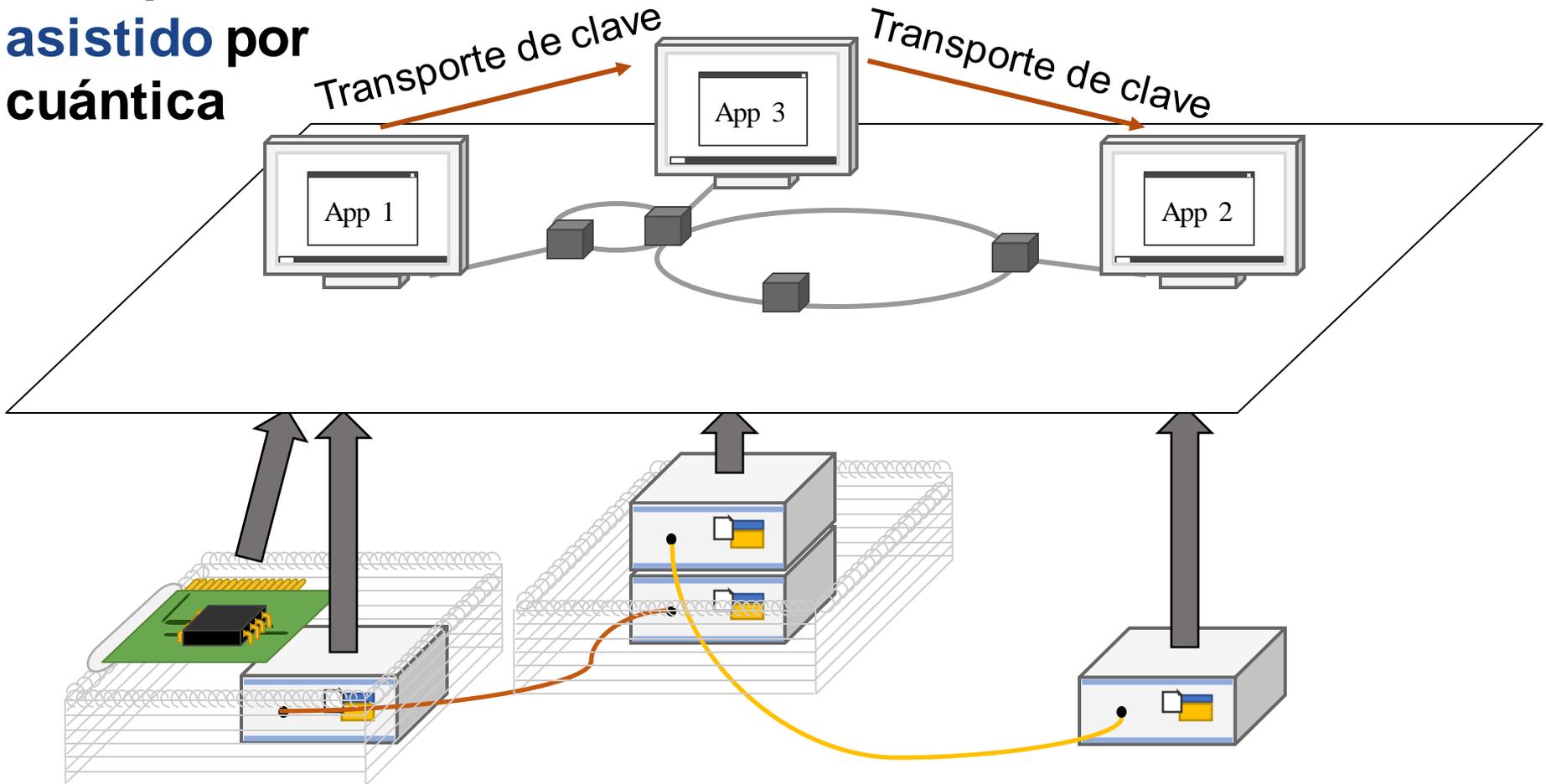
Enfoque
basado en
cuántica

Funciones cuánticas de red

<https://quantum-internet.team>

Criptografía cuántica

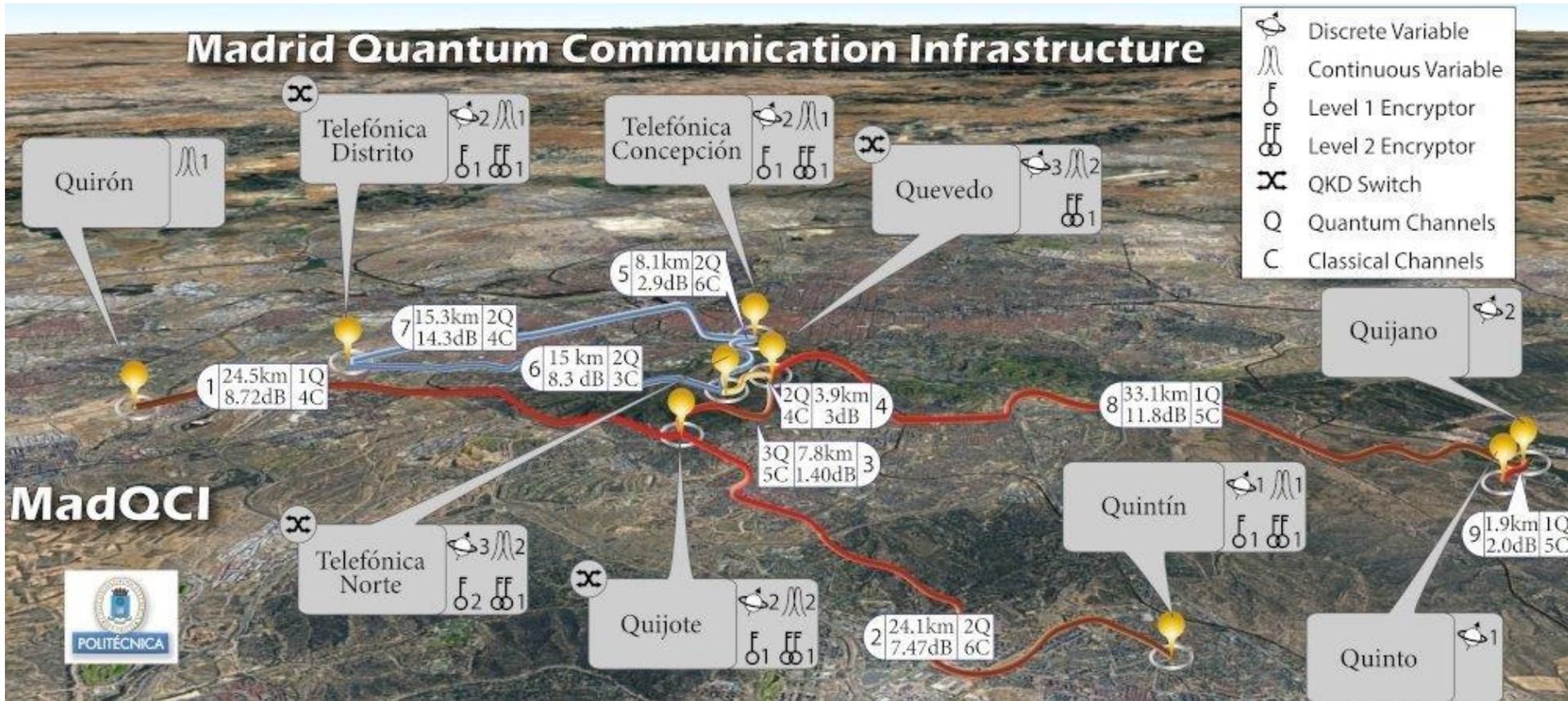
Enfoque asistido por cuántica



Funciones cuánticas de red

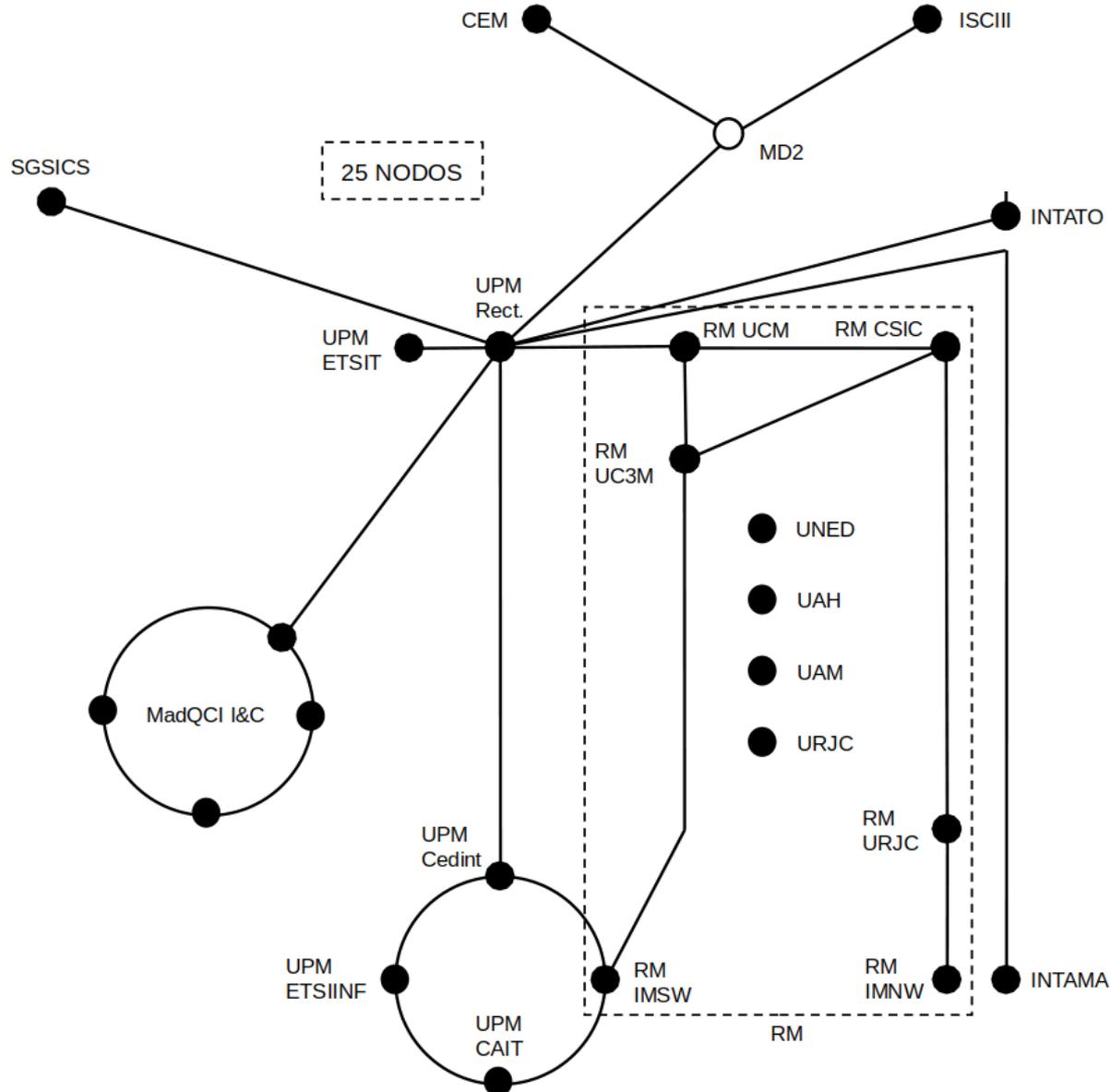
La red cuántica de Madrid

Iteración 2018-2022



La red cuántica de Madrid

Iteración "2023-2033". UPM

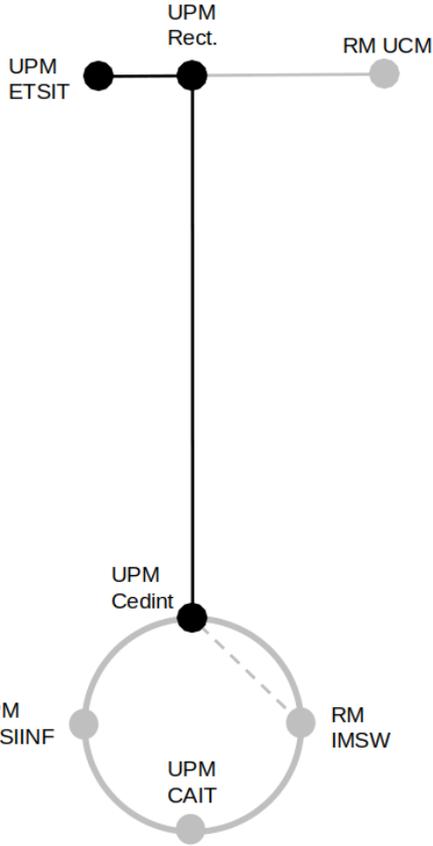


La red cuántica de Madrid



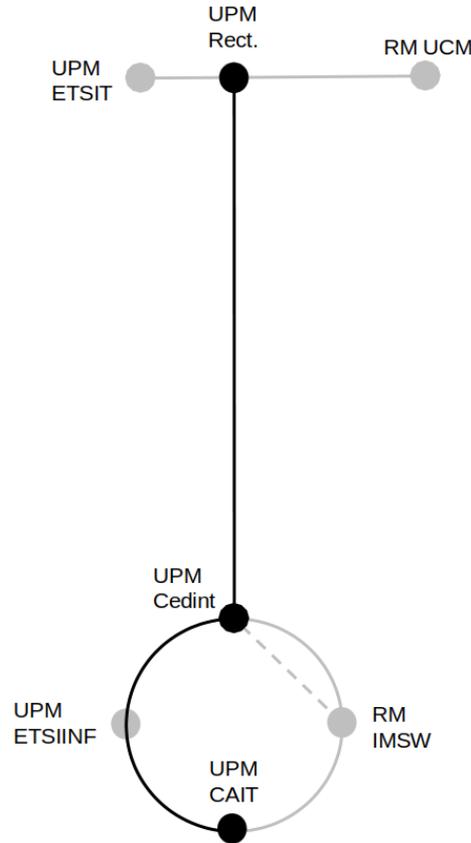
Iteración "2023-2033". UPM

Troncal



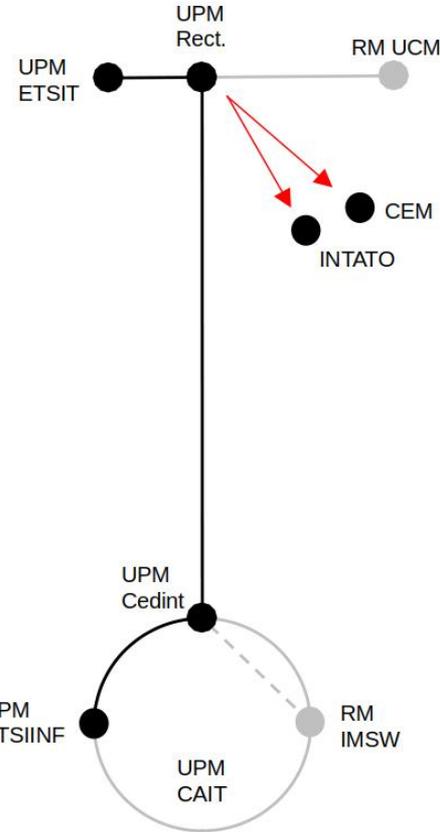
Línea 1
MadQCI

Demostración



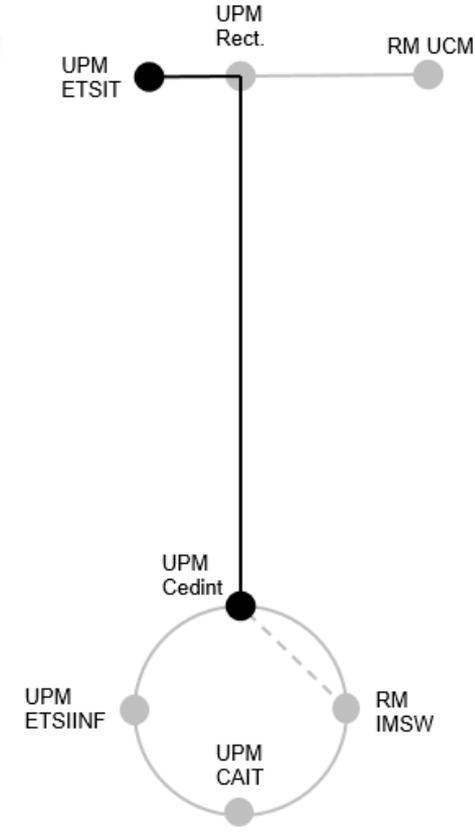
Línea 3
Software

Beyond



Línea 4
Hardware

Experimentación

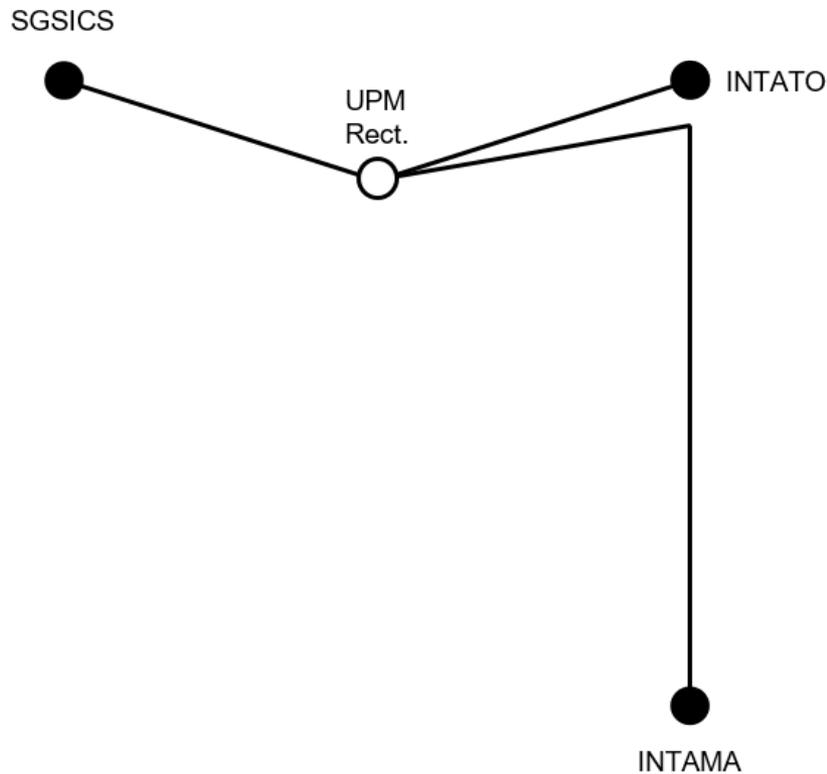


La red cuántica de Madrid

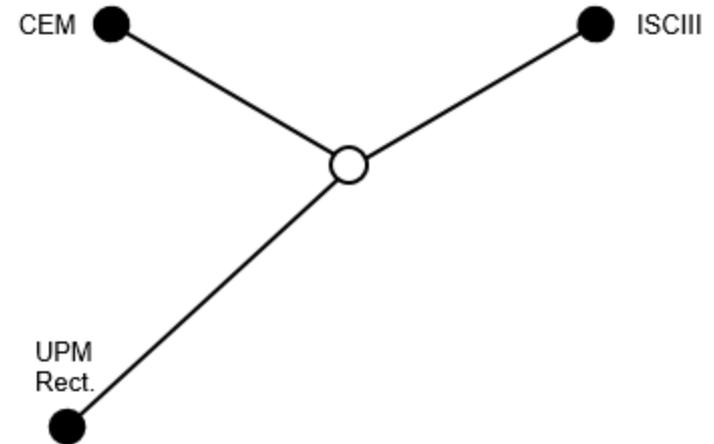


Iteración "2023-2033". UPM

Alta seguridad y



"Y norte"



Cortesía de:



Exp. SUM 57/22

La red cuántica de Madrid



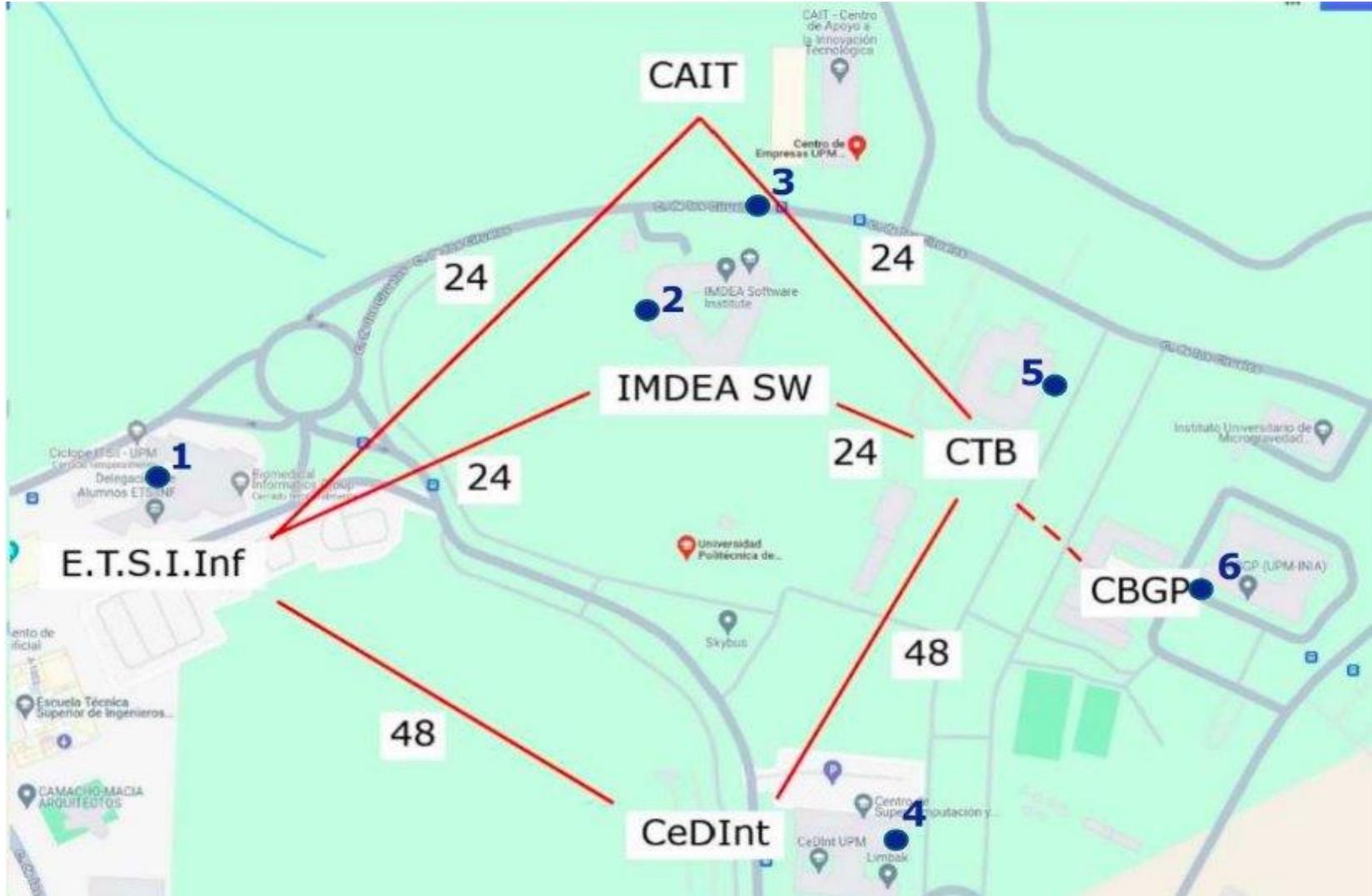
Infraestructura de fibra

- Mediante suministro tipo IRU redefinido (2+15 años).
- Múltiples fibras en cada enlace.

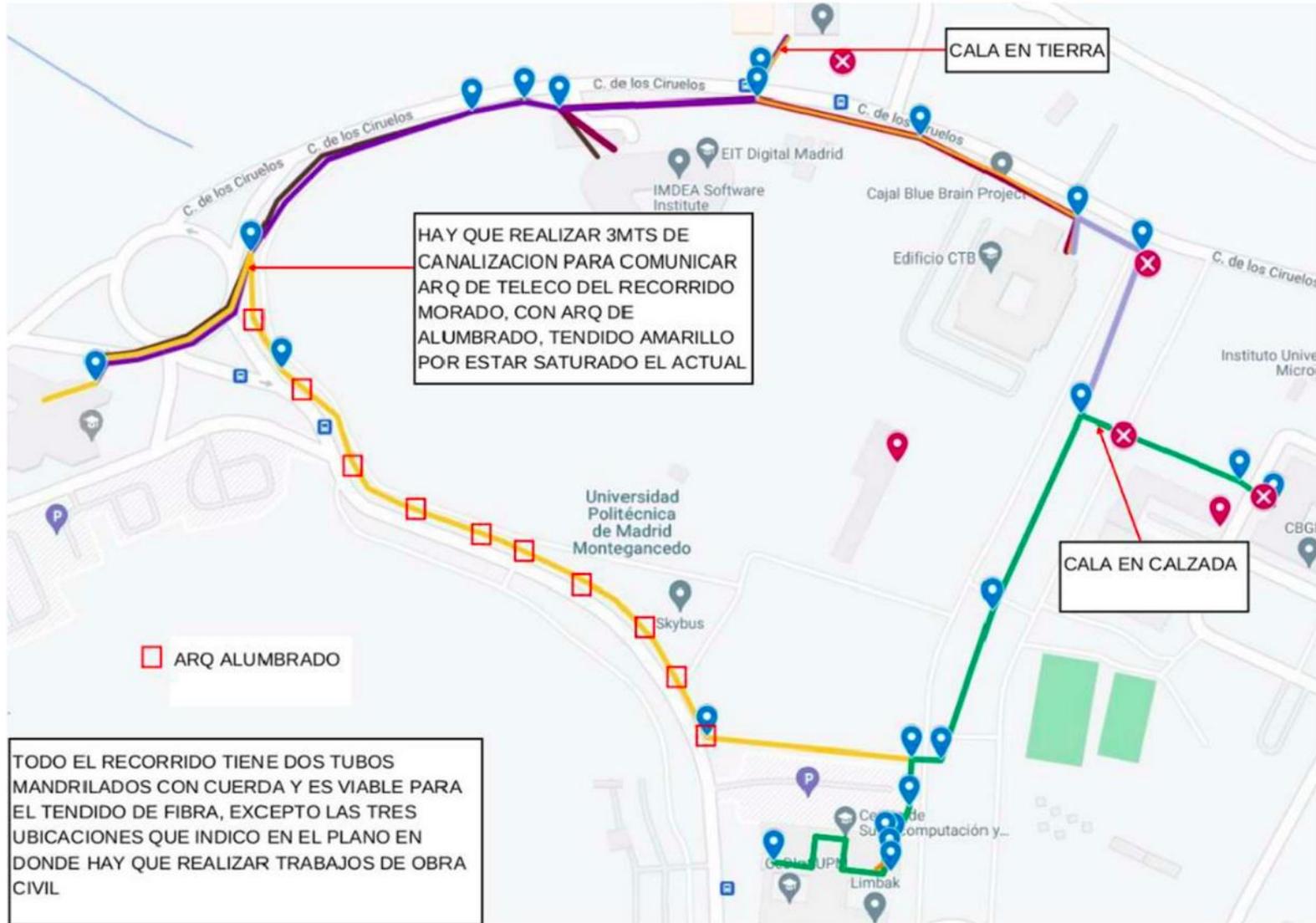
Enlace	Exped.	Precio (€)
Teleco-Rectorado-Informáticos-CAIT	SUM-18/23	156.000 € (250.000€)
Rectorado-CEM-ISCI III  	SUM-57/22	<<< 575.000 € (1.235.000 €)
MadQCI-REDIMadrid 	FIBRA- MADQCI	1.300.000 € (1.900.000 €)
Rectorado-INTATorrejón-INTAMarañosa	SUM-15/24	- (1.225.000 €)
Rectorado-CETSE(SGSICS)	-	-

La red cuántica de Madrid

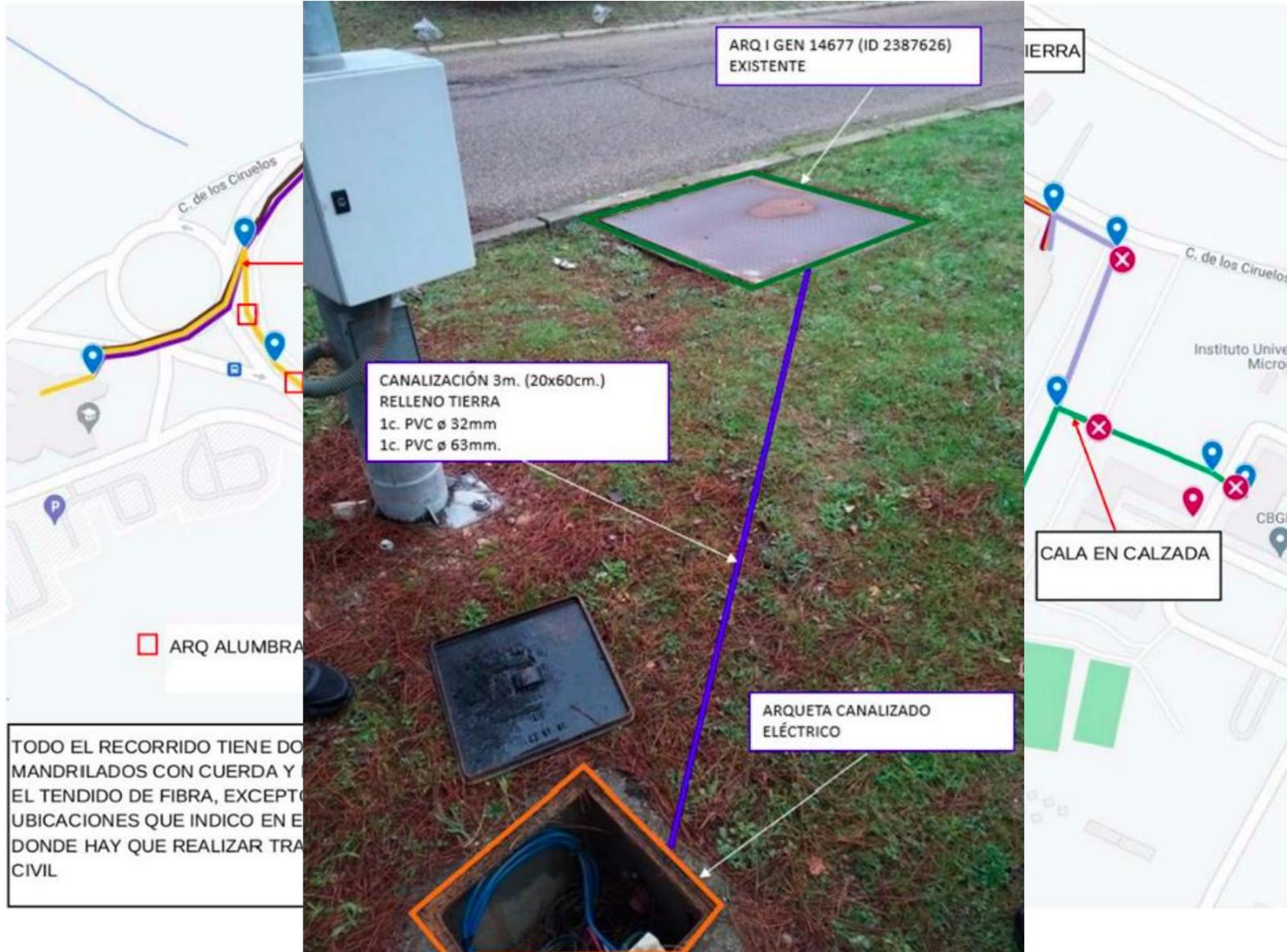
Infraestructura de fibra. Anillo intra-campus



Infraestructura de fibra. Anillo intra-campus



Infraestructura de fibra. Anillo intra-campus



Infraestructura de fibra. Anillo intra-campus



La red cuántica de Madrid

Infraestructura de fibra. Anillo intra-campus

CALA EN TIERRA

C. de los Ciruelos

LIZAR
N PARA
O DEL
ARQ
TENDI
ATURA

Un
Po
de
Mon

Google UPB
Limbak

Atravesamos el garaje por bandeja existente.

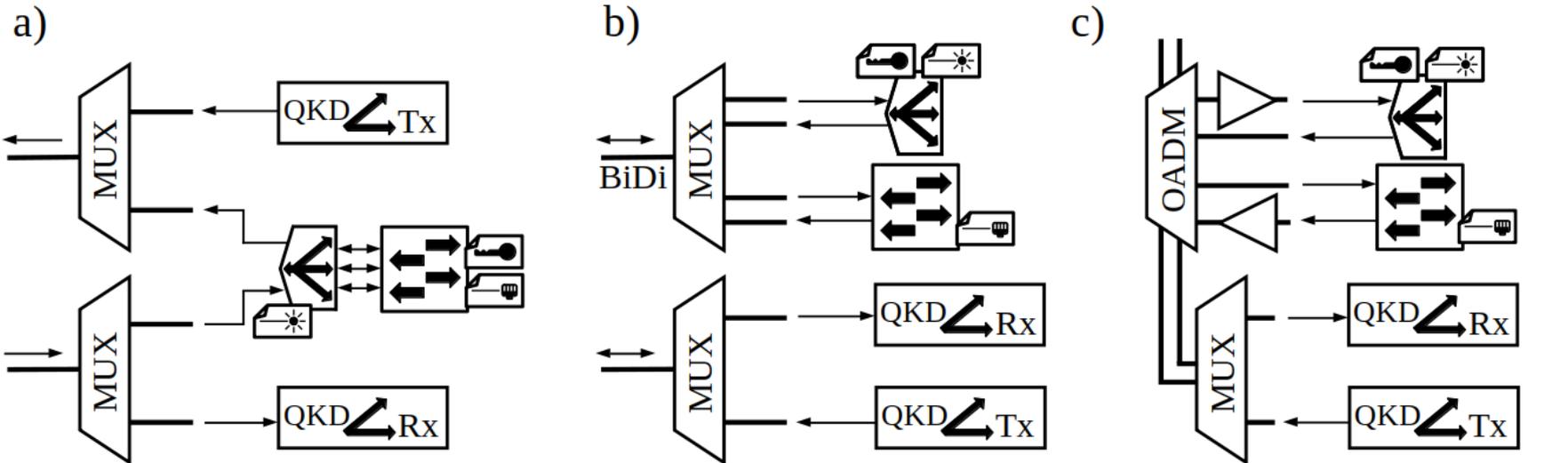
Se instalará bandeja metálica en el tramo del corredor que conecta el aparcamiento con el resto del edificio.

DONDE HAY QUE REALIZAR TRABAJOS DE OBRA CIVIL

55.000 €

Sistemas de telecomunicación

- Múltiples paradigmas a nivel óptico.



Legend:

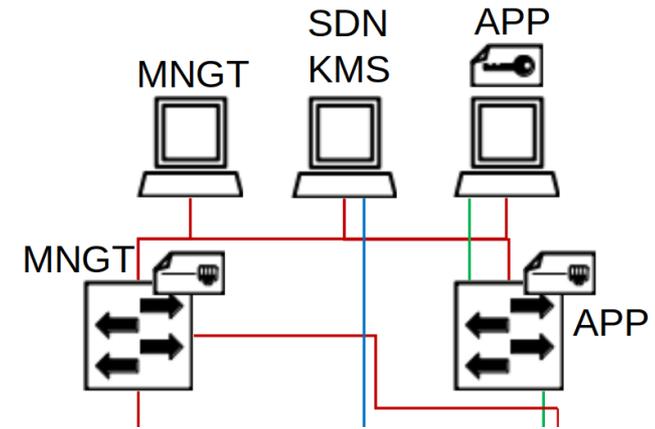


- Múltiples tasas y tecnologías.
 - Ethernet vs. Infiniband.
 - 10 Gb/s vs. 100 Gb/s vs. 400 Gb/s.
 - Propietarias vs. *white-boxes*.

Precio (€)
~ 300.000 €

Sistemas de información

- Global
 - Sistemas para control SDN.
 - Sistemas de gestión y pasarela.
 - Sistema de almacenamiento.
- Específicos.
 - Escenario demostración.
 - Sistema para virtualización de ensayos.
 - Escenario *beyond*
 - Sistema con GPU —para cifrados, post-procesados, etc.—.
 - Sistemas anexos.
 - Escenario de alta seguridad
 - Sistema certificado TEMPEST.
 - Con módulos HSM.



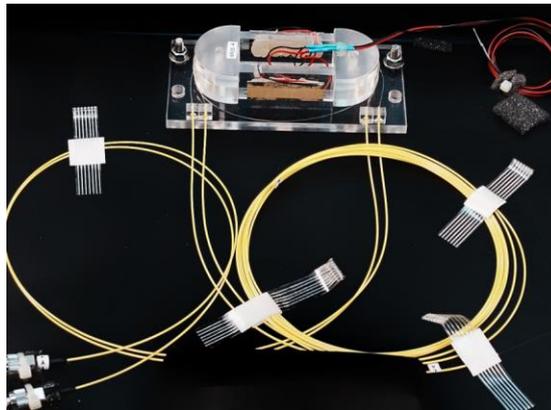
Precio (€)
~ 400.000 €

Sistemas cuánticos. QKD

- Compra pública de sistemas de distribución cuántica de clave (QKD) (2.600.000 €)
 - 3 sistemas de grado industrial
 - 6 sistemas de grado I+D
 - 2 sistemas de variables continuas
 - 1 sistema con entrelazamiento
 - 1 sistema de bajo coste
- Compra pública de sistema MDI-QKD (~ 550.000 €)
- Contratación pública de servicios de investigación y desarrollo experimental (~ 900.000 €).

Sistemas cuánticos. QKD

- Compra pública de sistemas de distribución cuántica de clave (QKD) (2.600.000 €)
 - Puntos adicionales por formación abierta.
 - Puntos adicionales por modularidad.
 - Puntos adicionales por material de formación, exhibición o museístico.



Sistemas cuánticos. QKD

- Compra pública de sistemas de distribución cuántica de clave (QKD) (2.600.000 €)
 - Puntos adicionales por formación abierta.
 - Puntos adicionales por modularidad.
 - Puntos adicionales por material de formación. exhibición o museístico.
- Conclusiones
 - «La compra pública lo permite todo».
 - La administración electrónica en Europa no es buena.

Sistemas cuánticos. QKD

- Sistemas QKD de variables discretas —«los normales»—. (~200.000 €/u)



ThinkQUANTUM | **TOSHIBA**

- Sistemas QKD de variables continuas —«los teleco»—. (~160.000 €/u)



- Sistemas QKD-MDI (independientes del equipo de medida) —«los de larga distancia»—.

(>> 350.000 €/u)



- Sistemas QKD basados en pares entrelazados —«los del futuro»—.

(>> 350.000 €/u)



QUANTUM OPTICS
JENA



QUANTUM INDUSTRIES

¿Qué esperar de iniciativas como esta?

- Mucho trabajo.
 - Debilidad.
- Muchos recursos con necesidades específicas.
 - Amenaza.
- Mucha investigación a la aventura.
 - Fortaleza.
- Muchas peticiones raras.
 - Oportunidad.



En línea con la infraestructura cuántica Europea.

Plan Complementario en Madrid y EuroQCI en la Universidad Politécnica de Madrid

JJT RedIRIS 2024. Tecnologías emergentes

AJ.Sebastian@upm.es

Vicente@fi.upm.es

Alberto Sebastián-Lombrana, Juan P. Brito, Laura Ortiz, Rubén B. Méndez, Rafael García, Jaime S. Buruaga, Marta Cid, José Luis Bejarano, Vicente Martín.