

Les tecnologies quàntiques a Catalunya

Juliol 2019

Informe tecnològic

ACCIÓ



Generalitat
de Catalunya

Les tecnologies quàntiques a Catalunya: Informe tecnològic

ACCIÓ

Generalitat de Catalunya



Els continguts d'aquest document estan subjectes a una llicència *Creative Commons*. Si no s'indica el contrari, se'n permet la reproducció, distribució i comunicació pública sempre que se'n citi l'autor, no se'n faci un ús comercial i no se'n distribueixin obres derivades. Podeu consultar un resum dels termes de la llicència a:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

L'ús de marques i logotips en el present informe és merament informatiu. Les marques i logotips esmentats pertanyen als seus respectius titulars i, en cap cas, són titularitat d'ACCIÓ. Aquesta és una representació il·lustrativa parcial de les empreses, organitzacions i entitats que formen part de l'ecosistema de les tecnologies quàntiques. Hi pot haver empreses, organitzacions i entitats que no han estat incloses en l'estudi.

Realització

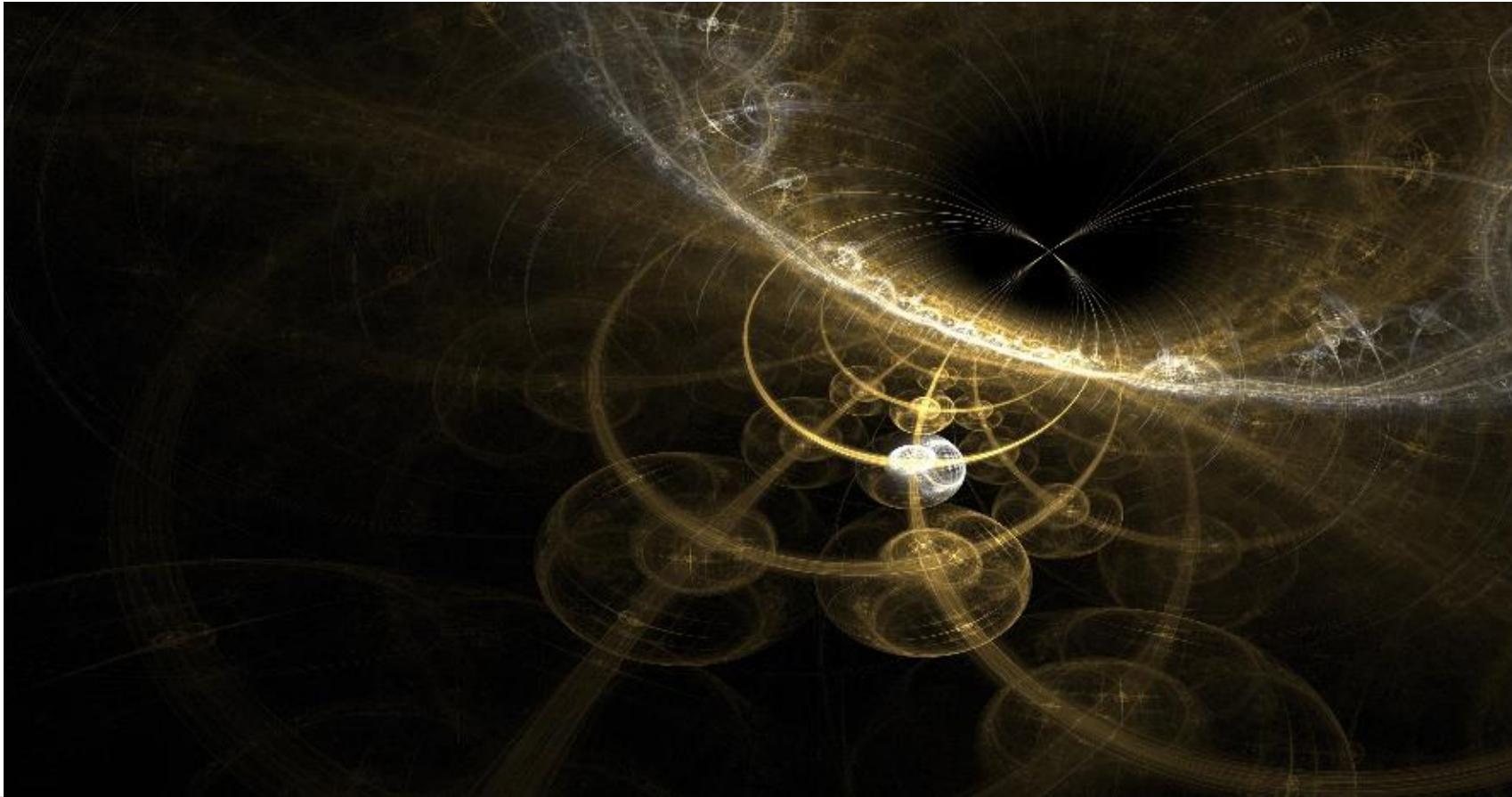
Unitat d'Estratègia i Intel·ligència Competitiva d'ACCIÓ i
ICFO

Barcelona, juliol de 2019

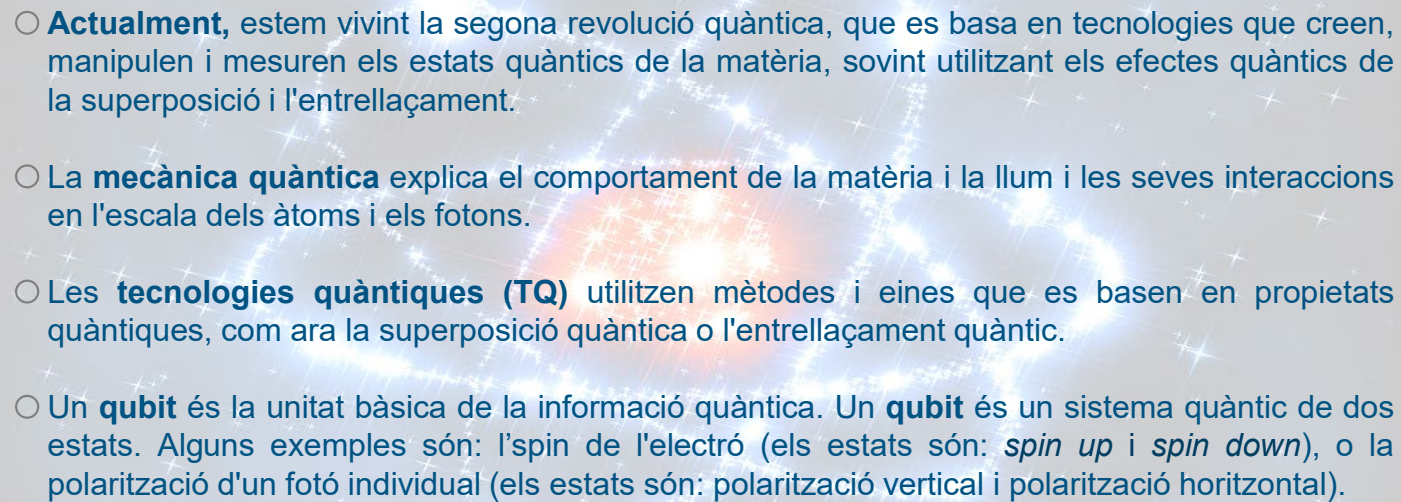
Índex

1. Les tecnologies quàntiques: definició i importància per a la indústria	4
2. Principals magnituds mundials	11
2.1. Mercat mundial de les tecnologies quàntiques	12
2.2. Principals regions i <i>hubs</i> de rellevància al món	15
2.3. Principals desenvolupadors mundials de TQ	17
2.4. Principals inversors mundials	18
3. Les tecnologies quàntiques i els ODS	20
4. Principals aplicacions per sector de demanda	23
5. Les tecnologies quàntiques a Catalunya	27
5.1. Principals conclusions del mapeig	28
5.2. Empreses i agents de l'ecosistema	29
5.3. Centres de recerca i tecnològics que treballen en TQ a Catalunya	30
5.4. Casos formatius de TQ a Catalunya	32
5.5. Les TQ a Catalunya	33
5.6. Casos empresarials a Catalunya	38

1. Les tecnologies quàntiques: definició i importància per a la indústria



1. Definició de les tecnologies quàntiques (TQ)

- 
- **Actualment**, estem vivint la segona revolució quàntica, que es basa en tecnologies que creen, manipulen i mesuren els estats quàntics de la matèria, sovint utilitzant els efectes quàntics de la superposició i l'entrellaçament.
 - La **mecànica quàntica** explica el comportament de la matèria i la llum i les seves interaccions en l'escala dels àtoms i els fotons.
 - Les **tecnologies quàntiques (TQ)** utilitzen mètodes i eines que es basen en propietats quàntiques, com ara la superposició quàntica o l'entrellaçament quàntic.
 - Un **qubit** és la unitat bàsica de la informació quàntica. Un **qubit** és un sistema quàntic de dos estats. Alguns exemples són: l'spin de l'electró (els estats són: *spin up* i *spin down*), o la polarització d'un fotó individual (els estats són: polarització vertical i polarització horitzontal).

Font: EIC (DGI-ACCIÓ) en base a ICFO

1.2. Àrees d'aplicació de les TQ:

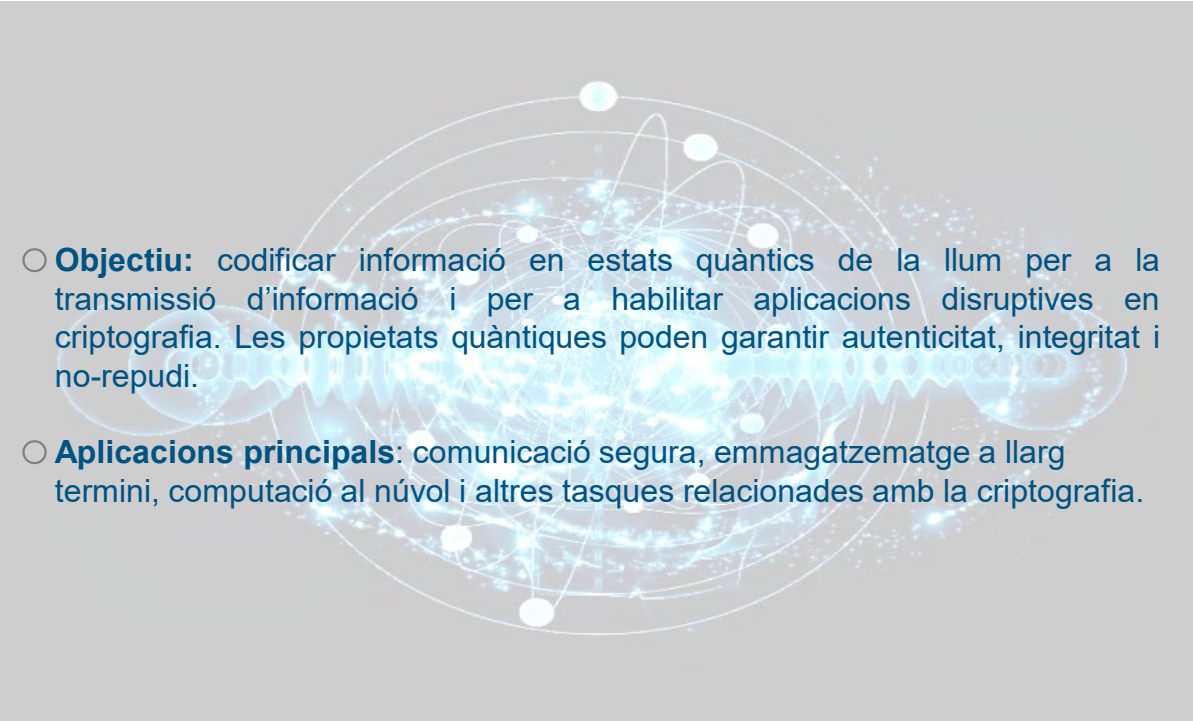
Comunicació quàntica

Comunicació

Computació

Simulació

Sensors/Metrologia

- 
- **Objectiu:** codificar informació en estats quàntics de la llum per a la transmissió d'informació i per a habilitar aplicacions disruptives en criptografia. Les propietats quàntiques poden garantir autenticitat, integritat i no-repudi.
 - **Aplicacions principals:** comunicació segura, emmagatzematge a llarg termini, computació al núvol i altres tasques relacionades amb la criptografia.

Font: EIC (DGI-ACCIÓ) en base a ICFO

1.2. Àrees d'aplicació de les TQ:

Computació quàntica

Comunicació

Computació

Simulació

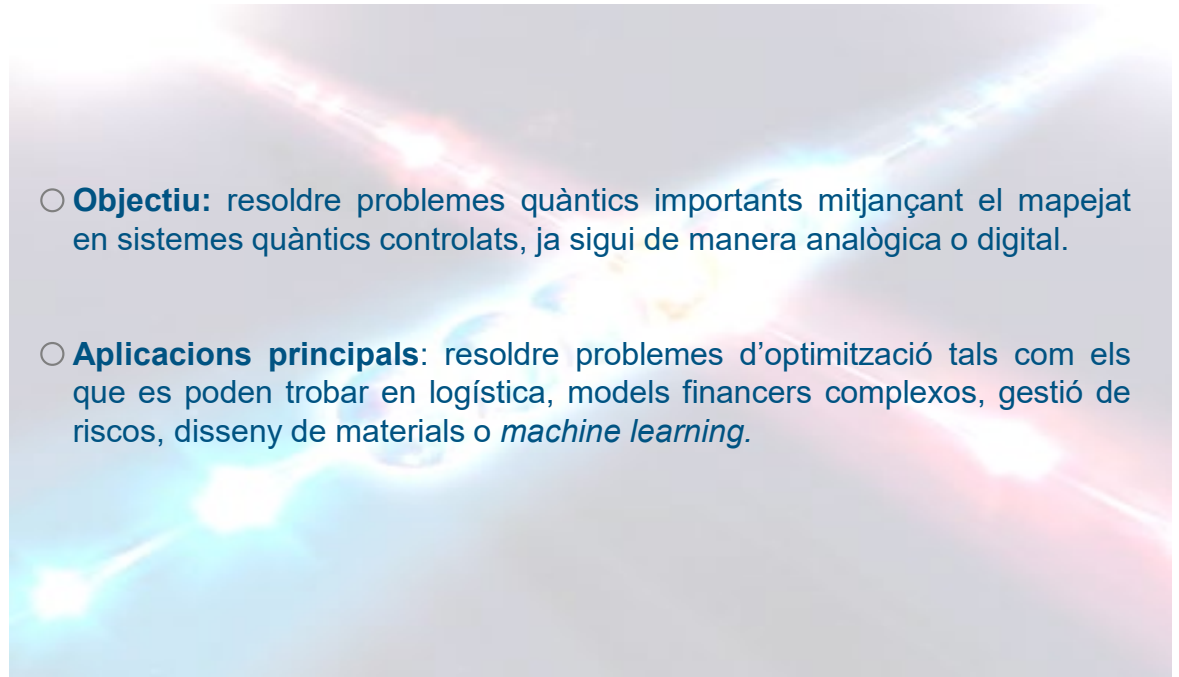
Sensors/Metrologia

- **Objectiu:** solucionar problemes computacionals més ràpidament mitjançant l'ús de fenòmens quàntics tals com la superposició i l'entrellaçament, per executar operacions.
- **Aplicacions principals:** resoldre problemes de factorització, *machine learning* i moltes altres aplicacions que s'estan investigant.

Font: EIC (DGI-ACCIÓ) en base a ICFO

1.2. Àrees d'aplicació de les TQ:

Simulació quàntica



Font: EIC (DGI-ACCIÓ) en base a ICFO

1.2. Àrees d'aplicació de les TQ:

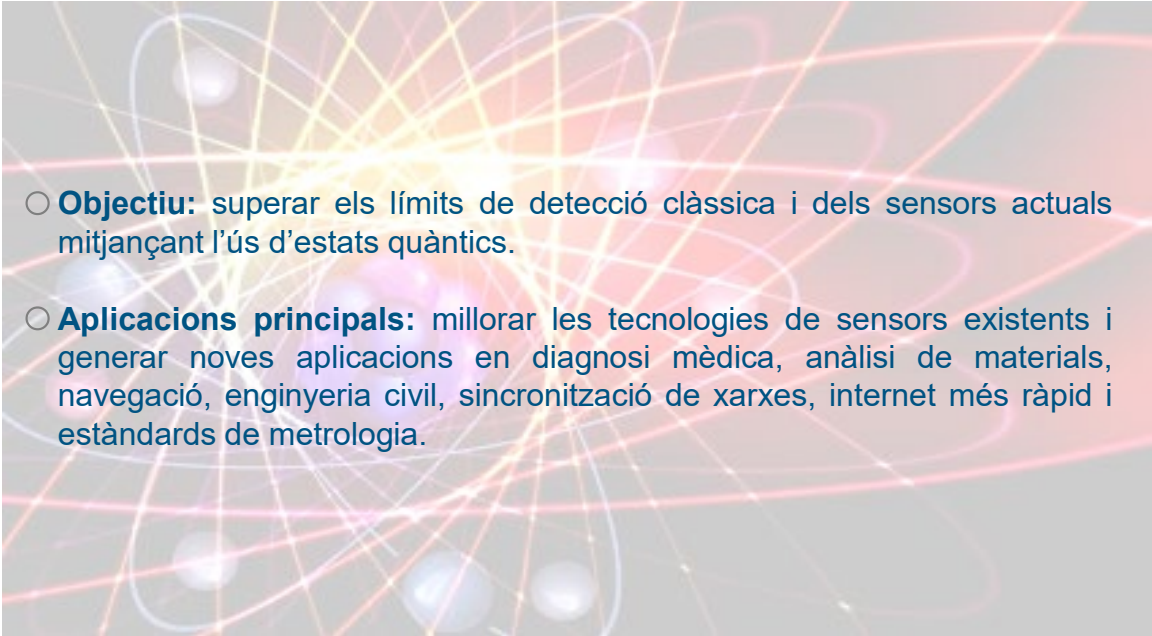
Sensors quàntics

Comunicació

Computació

Simulació

Sensors/Metrologia

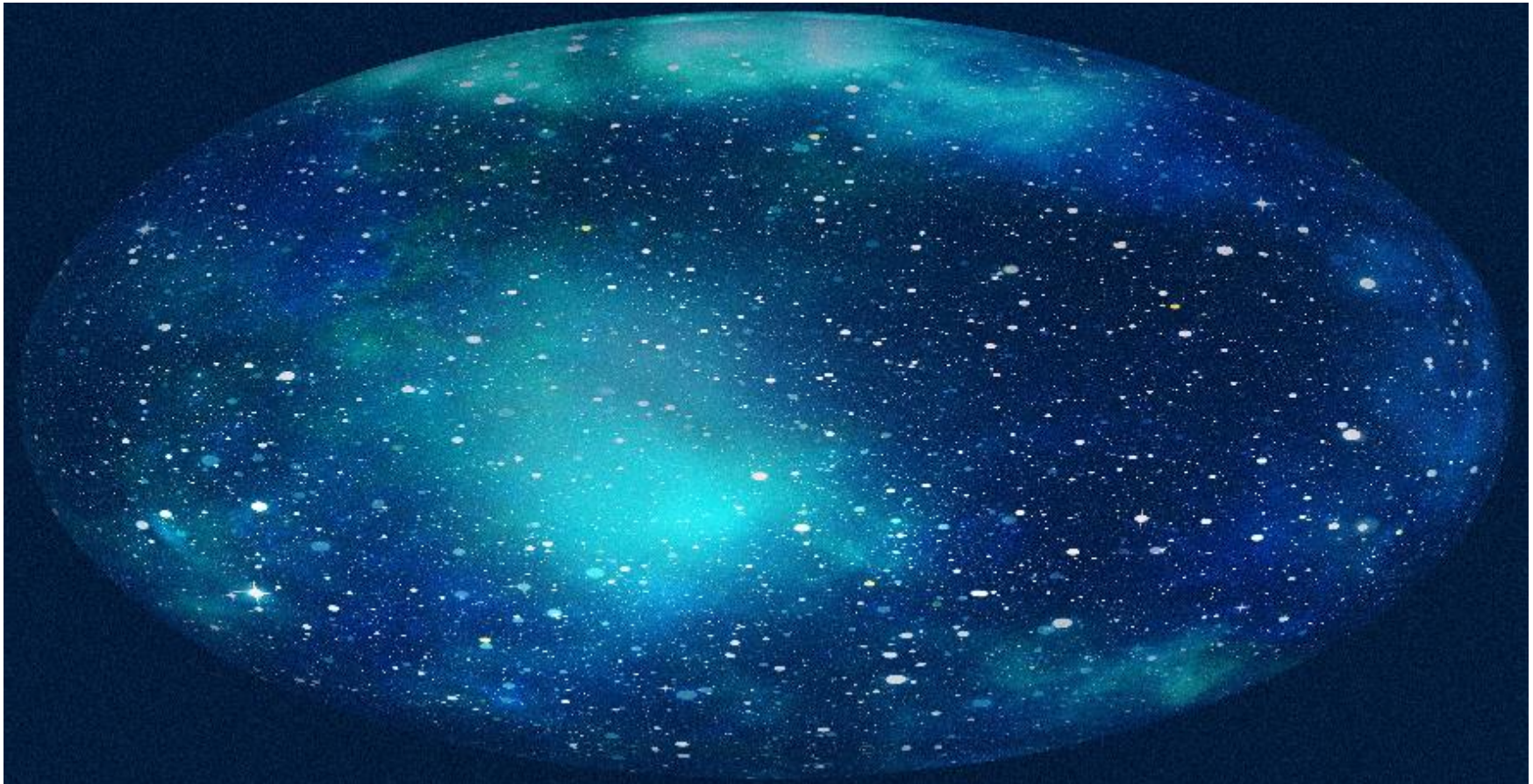
- 
- **Objectiu:** superar els límits de detecció clàssica i dels sensors actuals mitjançant l'ús d'estats quàntics.
 - **Aplicacions principals:** millorar les tecnologies de sensors existents i generar noves aplicacions en diagnosi mèdica, anàlisi de materials, navegació, enginyeria civil, sincronització de xarxes, internet més ràpid i estàndards de metrologia.

Font: EIC (DGI-ACCIÓ) en base a ICFO

1. Importància de les TQ per a l'empresa



2. Principals magnituds mundials



2.1. Mercat mundial de les TQ

- Actualment gran part de les tecnologies quàntiques es troben en fase de desenvolupament i, per tant, no han penetrat als mercats majoritaris. No serà fins a principis de la dècada del 2020 que les TQ estaran suficientment desenvolupades com per tenir una presència rellevant a cada un dels mercats dels àmbits d'aplicació. Tot i així, cal remarcar que en àmbits com el de la comunicació quàntica o el dels sensors quàntics ja hi ha productes al mercat. A més, cal destacar també la gran inversió que s'ha dut a terme durant els últims anys tant en els sectors públic com privats.
- S'espera que l'any 2023 els ingressos derivats de les TQ a nivell global seran d'uns 13.300 milions\$.

Comunicacions i criptografia quàntica: s'espera que el mercat creixi de 285,7 M\$ el 2017 a 943,7 M\$ el 2022 (CAGR 27 %).

Computació i simulació: s'espera que el mercat creixi fins a ~2464 M\$ el 2022, a un ~24 % CAGR entre 2016 i 2022.

Sensors quàntics: S'espera que el mercat sobrepassi els 300 M\$ l'any 2023

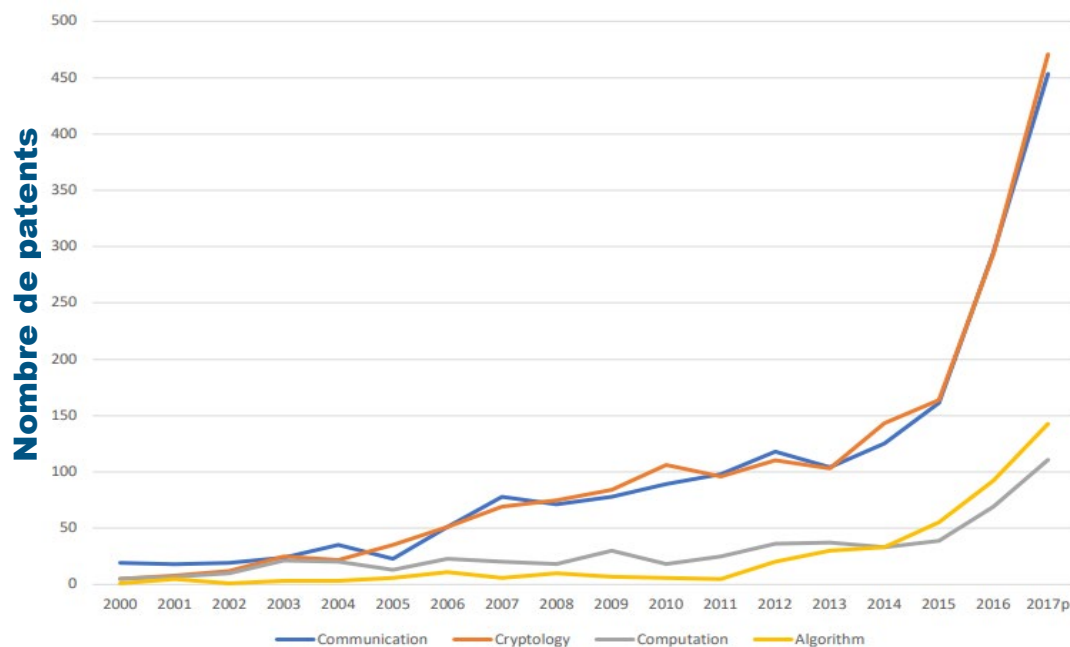


Font: EIC (DGI-ACCIÓ) en base a ICFO i Business Wire, Market Research Future

2.1. Mercat mundial de les TQ

- Des del 2017, el creixement de patents en comunicació, algorismes, criptologia i computació quàntiques ha experimentat un augment de més del 350 %.
- Hi ha una correlació molt forta entre la comunicació i la criptologia quàntiques, ja que molts dels mètodes de comunicació quàntica involucren l'encriptació. Tal com es mostra al gràfic, aquestes dues tecnologies quàntiques van experimentar una evolució pronunciada a partir del 2014; la computació i els algorismes quàntics van fer el mateix a partir de 2015.
- Els actors principals són: EUA, Xina, Japó, Europa, Canadà, Corea, Austràlia, Taiwan, Malàisia i Singapur. La Xina té el major nombre de patents en comunicació (Qasky, Shenzhou, Alibaba, Huawei), mentre que EUA és líder en computació i sensors (Raytheon, IBM, Google, Microsoft, D-Wave). Europa és un dels actors principals però no és líder en cap àmbit pel que fa al nombre de patents
- Goldman Sachs preveu que el creixement de la indústria de la computació quàntica es situï potencialment en 29.000 milions de dòlars el 2021; actualment es situa per sota dels 2.000 milions de dòlars.
- **Sectors principals d'aplicació: defensa, espai i seguretat.**

Evolució de les patents en comunicació, criptologia, algorismes i computació quàntiques a nivell mundial en els darrers anys



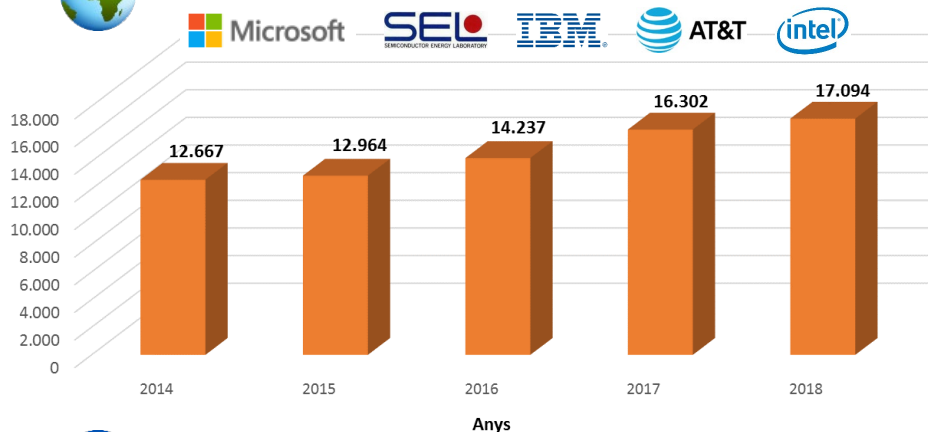
Font: EIC (DGI-ACCIÓ) a partir de Patinformatics, LLC, *Quantum Applications Patent Landscape Report*, i Goldman Sachs.

2.1. Mercat mundial de les TQ

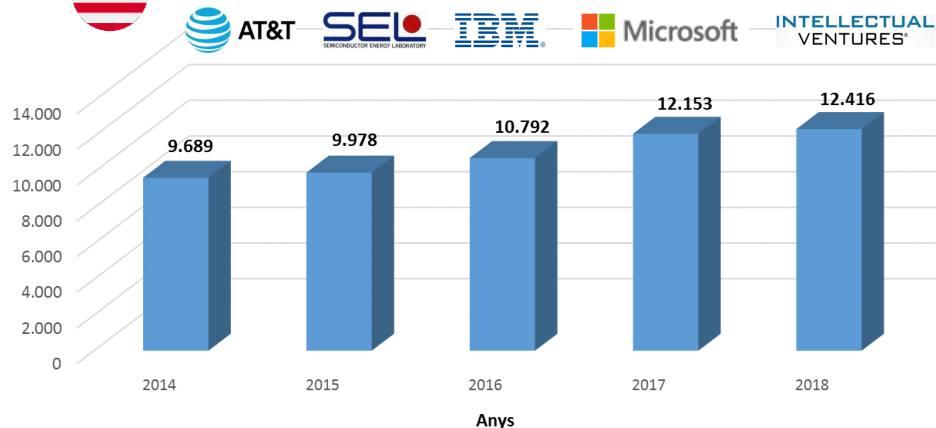
Pel que fa a les patents en computació quàntica publicades entre 2014 i 2018, es van publicar un total de 73.264 patents* a tot el món. Els països o regions que més en van publicar van ser **EUA, Europa, i Austràlia**. Les empreses que van publicar més patents durant el mateix període van ser, per aquest ordre, **Microsoft (1.797), SEL (1.785), IBM (1.553), AT&T (1.523) i Intel (924)**.



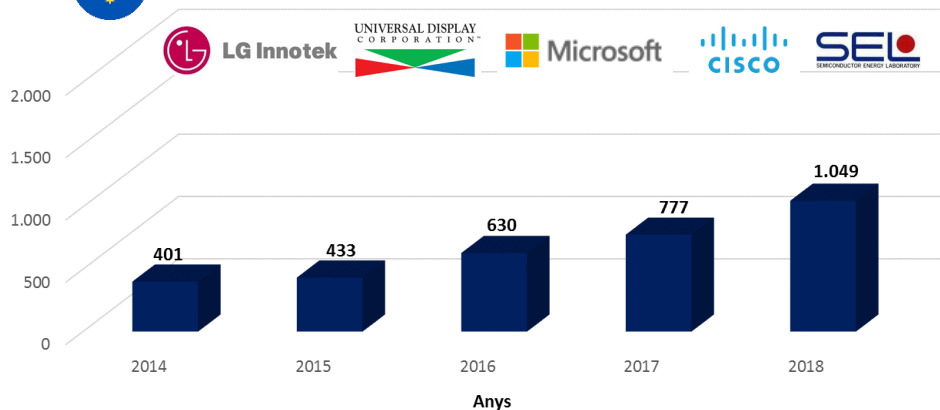
Nombre de patents en computació quàntica publicades al món entre 2014 i 2018



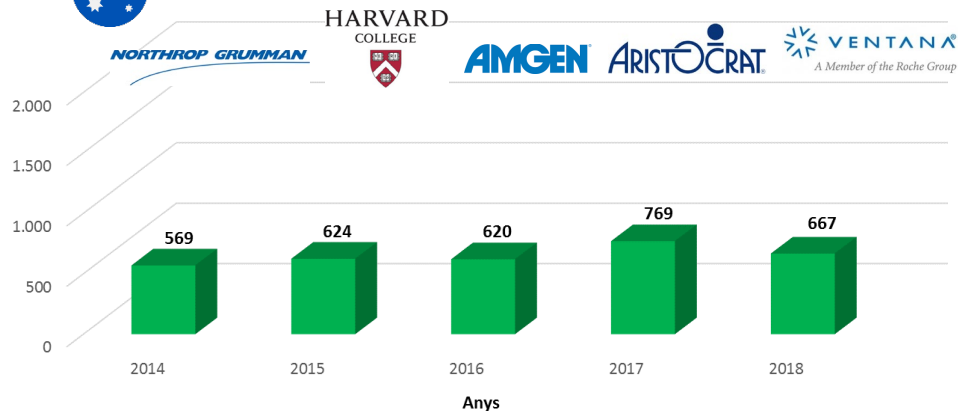
Nombre de patents en computació quàntica publicades als EUA entre 2014 i 2018



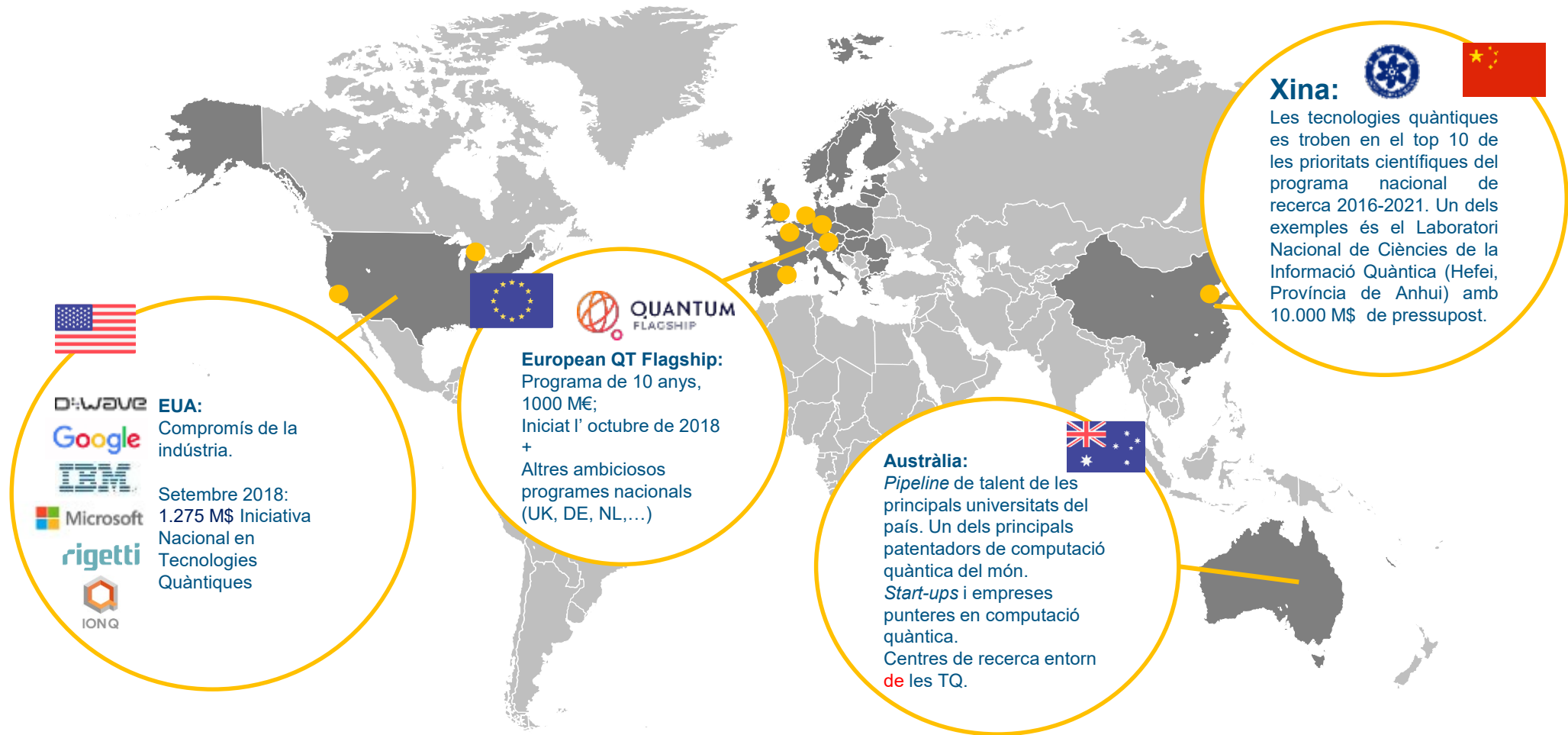
Nombre de patents en computació quàntica publicades a Europa entre 2014 i 2018



Nombre de patents en computació quàntica publicades a Austràlia entre 2014 i 2018



2.2. Principals regions i *hubs* de rellevància



2.2. Principals regions i *hubs* de rellevància



Amèrica del Nord – Líder en computació

Amèrica del Nord (tant EUA com Canadà) compta amb empreses líders que estan invertint fortament en computació i simulació quàntiques. En els darrers anys, empreses com Google, Microsoft i IBM han invertit en aquest sector i han incrementat els seus esforços interns i finançat centres tecnològics d'aquest àmbit tant en aquest continent com a Europa i en d'altres regions. També cal destacar el lideratge d'empreses pioneres com D-Wave Inc. o Rigetti, entre d'altres. Finalment, cal mencionar la nova iniciativa nacional d'EUA en TQ amb un pressupost de 1.275 milions\$.



Europa – Iniciatives Horizon 2020

Europa té una sòlida trajectòria en la investigació i desenvolupament de tecnologies quàntiques. Amb la nova iniciativa de la Comissió Europea, la FET Flagship en Tecnologies Quàntiques, s'espera consolidar el lideratge europeu i impulsar el desenvolupament de les tecnologies per tal que impactin en l'economia europea. Addicionalment, molts països europeus (Alemanya, Holanda, Regne Unit...) estan invertint en programes nacionals d'envergadura similar. Tot i així, malgrat el compromís de les empreses europees en les tecnologies quàntiques, hi ha una manca d'inversió de capital privat si es compara amb el panorama nord-americà.



Àsia Pacífic – Inversions públiques i privades

A l'Àsia, la Xina compta amb una gran inversió tant pública com privada (AliBaba, Baidu) en diferents àmbits de les TQ. Les tecnologies quàntiques són una de les 10 prioritats dins el programa nacional de recerca xinès 2016-2021 i hi ha planejada la construcció d'un centre nacional en Informació Quàntica. Addicionalment, la Xina ha estat pionera en diferents proves pilot de comunicació quàntica. Cal tenir en compte també la presència d'altres països com Corea del Sud o Austràlia amb activitat tant pública com privada.

2.3. Principals desenvolupadors mundials de TQ

|KETS> QUANTUM SECURITY

QUSIDE

IDQ

qutools

QuantiCor

μQUANS

Qnami

Vision

CAILabs
Shaping the light

nexdot

SPARROW QUANTUM

CQC CAMBRIDGE QUANTUM COMPUTING LIMITED

VERIQLOUD

SINGLE QUANTUM

Quintessence Labs

XANADU

Q-CTRL

ProteinQure

Post-Quantum

Qubitekk

asky

rigetti

D:wave

M SQUARED

TOPTICA PHOTONICS

2.4. Principals inversors mundials



2.4. Inversors mundials destacats



IBM està desenvolupant circuits superconductors per a computació quàntica. El 2016, va posar a disposició dels usuaris que ho vulguin la IBM Q Experience, on actualment es pot operar al núvol amb uns 20 qubits. A més, IBM ha desenvolupat un processador de 50 qubits.



Google ha invertit fortament en computació quàntica i col·labora estratègicament amb igrups de recerca d'arreu del món. El 2018, va presentar un processador quàntic de 72 qubits, el *Bristlecone*.



L'any 2018 SK telecom va comprar la meitat de l'empresa suïssa de comunicacions quàntiques ID Quantique, per 65 M\$.



Des del 2017, Volkswagen col·labora amb D-Wave, una empresa canadenca que ja té un *quantum annealer* al mercat, per tal d'estudiar l'optimització del trànsit.



El 2018, Baidu va anunciar el llançament d'un centre de recerca en computació quàntica, the Institute for Quantum Computing, en diferents localitats de la Xina.



Alibaba ha invertit 15.000 milions\$ en projectes R&D de computació quàntica. El 2018 va llançar una plataforma en línia de computació quàntica, el *superconducting quantum computing cloud*, amb 11 qubits, disponible al públic.

3. Les **t**ecnologies **q**uàntiques i els ODS

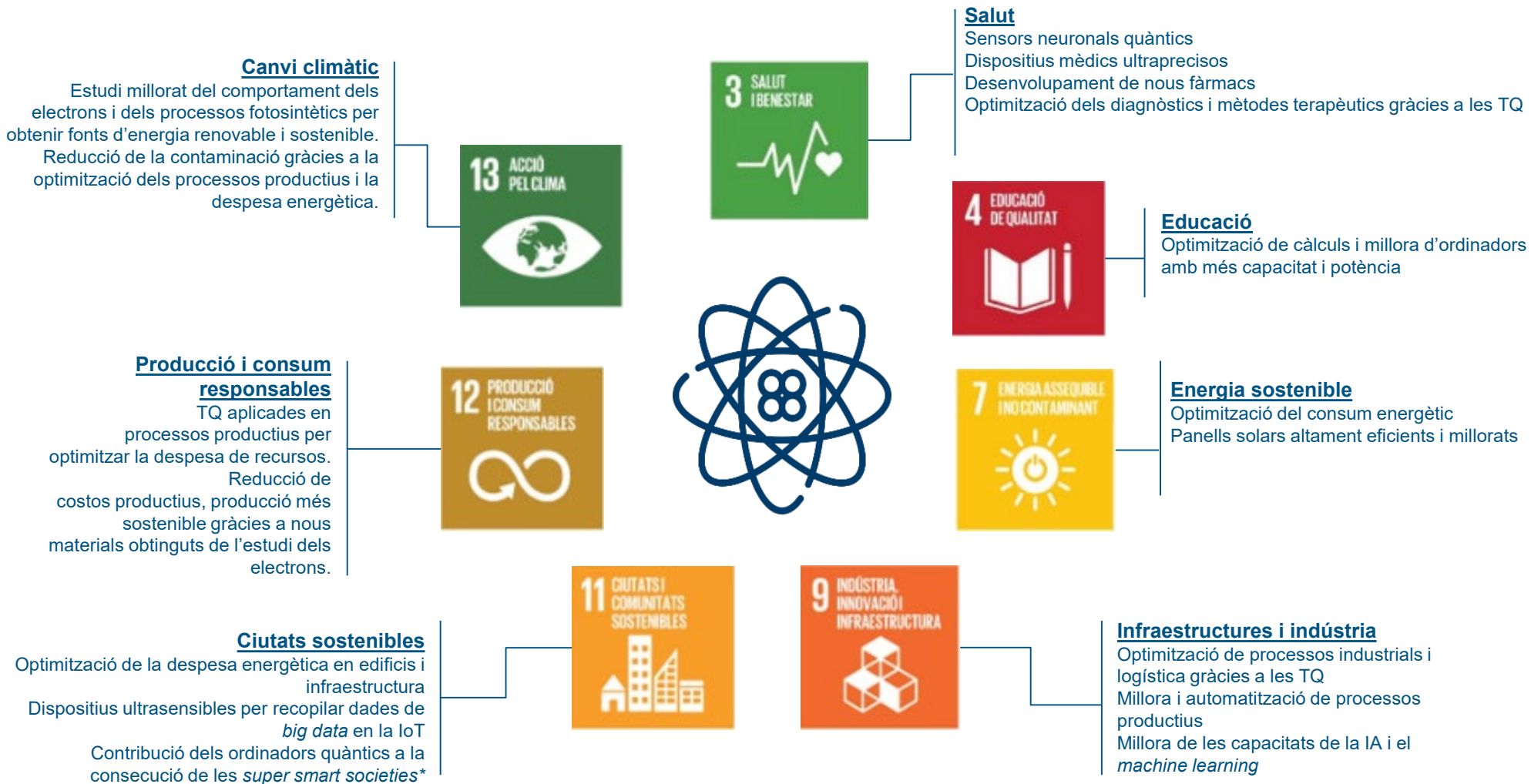


3. Les tecnologies quàntiques i els **OBJECTIUS DE DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE**

Els **Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS)** són el pla mestre per a aconseguir un futur sostenible per a tots. S'interrelacionen entre si i incorporen els desafiaments globals als quals ens enfrontem dia a dia, com la pobresa, la desigualtat, el clima, la degradació ambiental, la prosperitat, i la pau i la justícia. Els ODS s'integren dins l'Agenda 2030 de Desenvolupament Sostenible de Nacions Unides, la finalitat de la qual és millorar la qualitat de vida i el benestar social de tots els habitants del planeta, tot garantint el progrés i el desenvolupament econòmic de manera sostenible i respectuosa amb el medi ambient. **Com a tecnologies disruptives amb multiplicitat d'aplicacions, les TQ ajudaran en la consecució d'aquests objectius.**



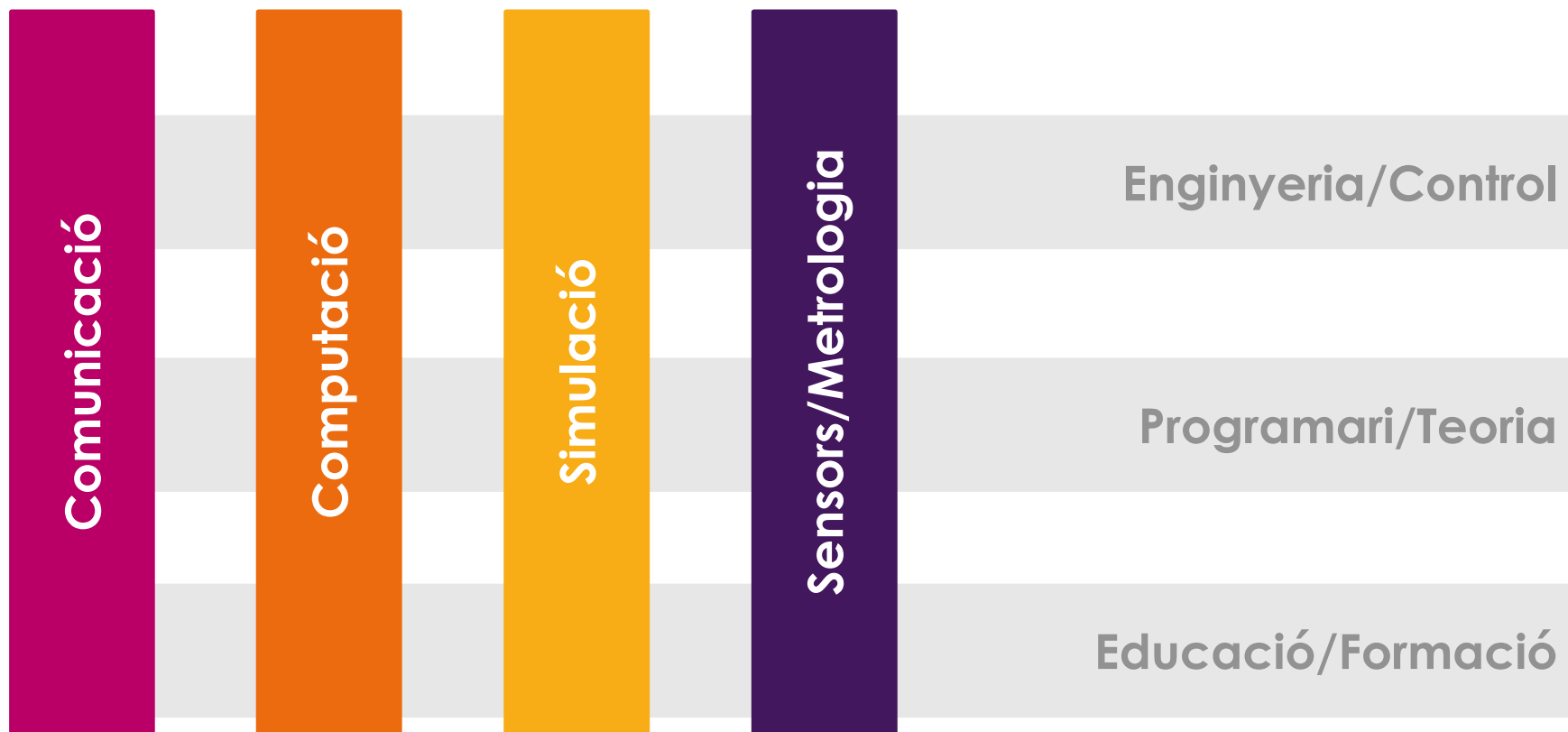
3. Les tecnologies quàntiques i els OBJECTIUS DE DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE



4. Principals aplicacions per sector de demanda



4. Principals camps d'aplicació



4. Aplicacions i prospectives per camps d'aplicació

	Curt termini (2020)	Miçà termini (2023)	Llarg termini (a partir de 2027)
Comm. Q.	<p>Generador de nombres aleatoris quàntics compacte i de baix cost al mercat (ciberseguretat i computació)</p>	<p>Comunicacions segures (QKD) implementades en distàncies metropolitananes</p>	<p>QKD de llarga distància (terrestre i satèl·lit) implementada</p> <p>Internet quàntic</p>
Comp. Q.	<p>Processadors quàntics amb més de 50 qubits</p>	<p>Processadors quàntics provats en Data Centers</p>	<p>L'ordinador quàntic supera els ordinadors clàssics</p>
Slm. Q.	<p>Algoritmes quàntics</p> <p>Dispositius experimentals amb avantatge quàntic</p>	<p>Quantum Machine Learning</p> <p>Avantatge quàntic en <i>problem solving</i> (optimització)</p>	<p>Simuladors quàntics per al disseny de nous materials i intel·ligència artificial</p>
Sensors q. & metrologia	<p>Prototips de sensors per a diagnosi mèdica, anàlisi química, enginyeria civil i navegació</p>	<p>Sensors quàntics integrats, primers dispositius al mercat</p>	<p>Sensors comercials i xarxes de sensors a gran escala</p>

4. Aplicacions prospectives de les **t**ecnologies **q**uàntiques

Comm. Q.



1.- IoT



2.- Infraestructures crítiques



3.- Comunicacions segures

Comp. Q.



4.- *Machine learning*



5.- Química quàntica

Slm. Q.



6.- Logística



7.- Disseny de fàrmacs i materials



8.- Serveis financers

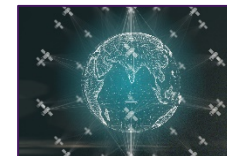
Sensors q. & metrologia



9.- Assistència sanitària i diagnòstic



10.- Enginyeria **c**ivil i navegació



11.- Sector **a**eroespacial

5. Les tecnologies quàntiques a Catalunya



5.1. Principals conclusions del mapeig

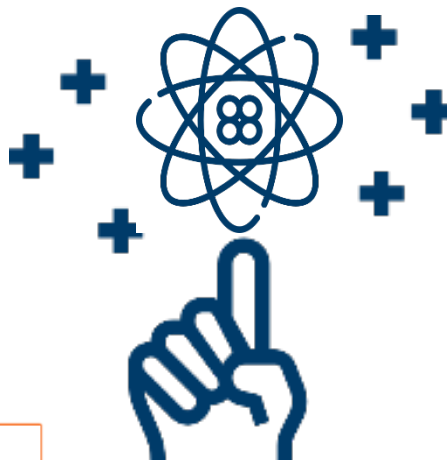
Les TQ a Catalunya

Tot i que les TQ encara estan en desenvolupament, actualment Catalunya té una presència rellevant en l'ecosistema, sobretot en el sector públic, a través de la QT Flagship.

Com que és una tecnologia encara en desenvolupament, no es disposa de xifres de negoci ni de treballadors vinculats a les TQ.

L'ecosistema està format per una combinació en gran part de centres de recerca, grans empreses de sectors relacionats (telecomunicacions, TIC) i *start-ups*.

Moltes empreses de diferents sectors comencen a mostrar interès i a col·laborar amb centres tecnològics per tal d'iniciar activitat en l'àmbit de les TQ.



5.2. Empreses i agents de l'ecosistema

Il·lustratiu parcial



5.3. Centres de recerca i tecnològics que treballen en TQ a Catalunya



El Barcelona Supercomputing Center - Centro Nacional de Supercomputación (BSC-CNS) és el centre nacional de supercomputació a Espanya. Està especialitzat en computació d'altres prestacions (HPC) i gestiona el Mare Nostrum, un dels supercomputadors més potents d'Europa, ubicat a la capella de la Torre Girona. Recentment ha estat seleccionat per acollir el Mare Nostrum 5, un dels tres supercomputadors de la UE. Duu a terme recerca en computació quàntica i desenvolupa un ordinador quàntic.



L'IMB-CNM és un institut d'investigació del Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC). L'activitat principal és la recerca i el desenvolupament amb una orientació aplicada als camps de les micro- i nanotecnologies, dispositius i sistemes basats en el silici. Col·labora actualment amb el BSC per desenvolupar un xip quàntic.



La Fundació i2CAT és un centre de recerca i innovació sense ànim de lucre que promou activitats d'R+D+I en l'àmbit d'arquitectures, aplicacions i serveis avançats d'Internet. El centre defensa un nou marc d'innovació obert, i fomenta la col·laboració entre empreses, administració pública, l'entorn acadèmic i els usuaris finals. Forma part de la Quantum Internet Alliance, i està involucrada en diversos projectes de comunicació quàntica.

5.3. Centres de recerca i tecnològics que treballen en TQ a Catalunya



L'Institut de Ciències Fotòniques és un centre d'investigació ubicat en un edifici de 14.000 m² al Parc Mediterrani de la Tecnologia de l'àrea metropolitana de Barcelona. Actualment acull més de 300 investigadors, inclosos caps de grup, investigadors postdoctorals, estudiants de doctorat, enginyers i personal, organitzats en 27 grups de recerca. Compta amb una unitat de recerca entorn de la ciència quàntica. Actualment lidera diversos projectes dins de l'*European Quantum Flagship*, centrant-se sobretot en el pilar de la comunicació quàntica.



L'Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia (ICN2) és una fundació sense ànim de lucre que forma part de la institució CERCA. La seva missió és assolir l'excel·lència científica i tecnològica en els camps de la nanociència i la nanotecnologia, a força de desenvolupar idees i coneixement fonamental en l'àrea de la nanociència, i facilitar l'adopció i integració de nanotecnologies en la societat i la indústria. Pel que fa a les tecnologies quàntiques, actualment es centren en el desenvolupament de qubits en 3D i semiconductors en 2D.



L'Institut de Física d'Altes Energies (IFAE) és un centre de recerca adscrit a la UAB i forma part de la institució CERCA. La missió de l'IFAE és promoure i portar a terme investigacions a la frontera de la física fonamental, és a dir en física de partícules, astrofísica i cosmologia. El centre s'estructura en dues divisions: l'experimental i la teòrica. Compta amb un grup de recerca en tecnologies quàntiques i col·labora amb el BSC en el desenvolupament de la computació quàntica a Catalunya.

5.3. Centres de recerca i tecnològics que treballen en TQ a Catalunya



La Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) és una de les universitats públiques més importants d'Espanya. Actualment, ofereix 88 títols de grau, que cobreixen una àmplia gamma de camps com humanitats i arts, ciències socials, ciències de la salut, tecnologia i ciències físiques.

 UNIVERSITAT DE
BARCELONA

La Universitat de Barcelona és la principal universitat pública de Catalunya, amb un gran nombre d'estudiants i l'oferta formativa més àmplia i completa. A més, és el principal centre de recerca universitari de l'Estat i un dels més importants d'Europa, tant pel nombre de programes de recerca com per l'excel·lència assolida en aquest terreny.



La Universitat Politècnica de Catalunya és la universitat pública de recerca i d'educació superior en els àmbits de l'arquitectura, l'enginyeria, les ciències i la tecnologia, que, en complicitat amb el teixit productiu, és agent i motor de canvi econòmic i social, aporta valor a la investigació i transfereix el seu coneixement i tecnologia a la societat.

5.4. Casos formatius de TQ a Catalunya

Catalunya compta amb oferta formativa entorn de les tecnologies quàntiques gràcies als centres d'investigació i recerca i les universitats de gran nivell de què disposa, així com de la col·laboració publico-privada en el sector:



○ Càtedra GSMA a l'ICFO: les tecnologies quàntiques al MWC BCN 2019

La càtedra GSMA té l'objectiu de promoure la recerca científica i tecnològica així com buscar aplicacions comercials.



○ Càtedra Axa en Ciència de la Informació Quàntica a l'ICFO:

1a Càtedra AXA Research Fund Chair en informació quàntica en el món.

Sistemes d'encriptació basats en dispositius quàntics, amb l'objectiu d'obtenir comunicacions segures al 100 %.



Font: EIC (DGI-ACCIÓ) en base a ICFO.

5.5. Les TQ a Catalunya: la iniciativa QuantumCAT

- Comunitat catalana en tecnologies quàntiques
- Accions de transferència tecnologia en col·laboració entre entitats
- Coordinada per l'ICFO
- Previsió de llançament oficial: 2019
- Objectius:
 - Promoure l'impacte industrial de les tecnologies quàntiques a Catalunya
 - Consolidar el coneixement i l'excel·lència en TQ a Catalunya



5.5. Les TQ a Catalunya: estratègia SmartCatalonia

- **SmartCatalonia** és l'estratègia del Govern de la Generalitat de Catalunya que, alineada amb l'estratègia Europa 2020 de la Comissió Europea, estén el concepte d'*smart city* a escala de país per dur a terme un programa que integri i coordini les iniciatives locals i supralocals, doni suport a les empreses i desplegui iniciatives Smart a tot el territori. SmartCatalonia té com a objectiu convertir Catalunya en un *smart country* de referència internacional que aprofiti l'ús de la tecnologia i la informació digital per innovar en els serveis públics, impulsar el creixement econòmic i promoure una societat més intel·ligent, sostenible i integradora.
- Aquesta estratègia inclou un programa de tecnologies digitals avançades (TDA), que proposa impulsar i coordinar els diferents agents de recerca i innovació en l'àmbit TIC per aconseguir que Catalunya esdevingui un *hub* europeu i global en tecnologies digitals transformadores de la seva economia i societat. Entre els diferents reptes definits al programa TDA, n'hi ha un de criptografia quàntica en comunicacions crítiques.
- Així doncs, les tecnologies quàntiques són presents en aquesta estratègia digital del Govern de la Generalitat de Catalunya.



Font: EIC (DGI-ACCIÓ) en base a ICFO, i SmartCatalonia.

5.5. Les TQ a Catalunya: demostrador d'encryptació quàntica

- La Generalitat està digitalitzant els seus processos i serveis. Aquesta digitalització comporta l'adequació de xarxes i sistemes de seguretat, ja que s'ha produït un canvi disruptiu en la seguretat per l'aparició de l'encryptació quàntica. **El 6 de juliol de 2017, la Generalitat va realitzar la primera prova de videoconferència encriptada amb tecnologia quàntica a Catalunya** amb productes comercials.
- Els resultats d'aquesta experiència van ser satisfactoris funcionalment però el cost associat a l'adopció de la tecnologia i el fet d'haver de modificar els equips de la xarxa van fer que es descartés la seva adopció. Malgrat tot, la Generalitat continua interessada en reforçar la seguretat a la seva xarxa de comunicacions.
- L'objectiu que es planteja la Generalitat és disposar d'un canal de comunicació quàntic independent del mode físic de transport, de la distància entre punts i de l'operador de serveis de comunicacions per tal de:
 - **Generar claus aleatòriament en comptes de les pseudoaleatòries** actuals.
 - Protegir la distribució de claus QKD davant **d'escoltes** indègudes.
 - Utilitzar components estàndard de mercat per reduir costos en un ordre de magnitud de 1:4 enfront **de** la tecnologia propietària actual. La tecnologia a desenvolupar ha d'integrar-se a la xarxa existent de fibra òptica a Catalunya **per tal que** a nivell lògic i físic es tingui la màxima compatibilitat a favor d'una solució de baix cost i de fàcil extensió.



5.5. Les TQ a Catalunya: node en comunicacions quàntiques



- El juny de 2019, durant l'assemblea digital de la comissió europea, es va anunciar la creació d'una **infraestructura paneuropea de comunicacions quàntiques, l'EuroQCI**, un marc de cooperació que involucra diferents estats membres de la UE. L'objectiu d'aquesta col·laboració és el de desenvolupar i implementar en els propers 10 anys una infraestructura de comunicacions quàntiques punt a punt certificada, que inclogui solucions terrestres i espacials i que permeti la transmissió i l'emmagatzematge de dades i informació de manera segura. S'espera que aquesta infraestructura connecti els diferents actius públics crítics en el territori de la Unió Europea.
- Dins d'aquest marc, Catalunya tindrà una participació activa mitjançant la implementació d'un banc de proves per a connexions terrestres (fibra òptica), d'espai lliure i satel·litals liderades per l'ICFO, de tal manera que esdevindrà un node de rellevància dins de la xarxa paneuropea.
- El projecte OpenQKD (actualment en fase de signatura amb la Comissió Europea) és la fase pilot d'EuroQCI i comptarà amb la participació de l'ICFO.

5.5. Les TQ a Catalunya: participació catalana en el Quantum Flagship

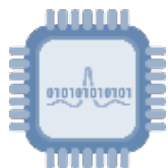
- Es tracta d'un **FLAGSHIP europeu en tecnologies quàntiques** que pretén posicionar Europa a l'avantguarda de la segona revolució quàntica. El 2016 la Comissió Europea va anunciar aquest FLAGSHIP que es finançarà amb 1.000 milions d'euros. Aquest FLAGSHIP es desenvoluparà en el marc del **programa FET** (*Future and Emerging Technologies*). El finançament provindrà parcialment de l'**H2020** i d'altres fonts a nivell de la UE i dels Estats membres. El projecte vol involucrar actors del món públic i privat per tal d'establir a la UE una xarxa de transmissió del coneixement i recerca entorn de les tecnologies quàntiques.



1.000 M€



Inici: octubre 2018



Indústria basada en el coneixement



Impacte a la societat



Recerca i innovació



Acadèmia i indústria

5.5. Les TQ a Catalunya: participació catalana en el Quantum Flagship

Catalunya té forta presència en el programa **Quantum Flagship** de la UE:

- Important lideratge català en el QT Flagship a través de l'ICFO
- Participació en 7 projectes
- Coordinació de 2 projectes (ICFO)
- Forta presència al pilar de comunicacions quàntiques amb participació en 3 projectes de 4
- L'ICFO és el responsable dels esforços de comunicació i disseminació d'aquesta iniciativa europea



5.6. Casos empresarials de TQ a Catalunya: Metempsy

- Metempsy és una empresa fundada el 2014 per extreballadors d'Intel que ofereix serveis de consultoria en el context de l'arquitectura computacional, l'optimització d'aplicacions i el disseny amb silici.
- L'empresa té més de 15 anys d'experiència en arquitectura computacional i temes relacionats, i ha treballat per a Alpha Development Team (Digital Equipment Corporation and Compaq) en els microprocessadors EV8 i EV9 per a l'empresa Intel.
- L'aposta de Microsoft per Barcelona té a veure amb Metempsy, una petita empresa que des del 2015 treballa per a Microsoft amb l'encàrrec de dissenyar el processador que haurà de fer funcionar el seu primer ordinador quàntic. Al capdavant de Metempsy hi ha Toni Juan, un arquitecte de computadors que ja va ser responsable de dissenyar per a Intel el processador que durant tres anys va ser el més potent del món. Intel va arribar a tenir 70 persones a Barcelona, però el 2014 va concentrar els seus equips als EUA i va tancar el laboratori de Barcelona. Llavors, Toni Juan va fundar Metempsy, que ara dona feina a unes 12 persones. Es preveu que aquesta col·laboració entre Microsoft i Metempsy generi entorn de 60 llocs de treball.

Metempsy 



5.6. Casos empresarials de TQ a Catalunya: Qilimanjaro



- Es tracta d'una *spin-off* entre el BSC, la UB i l'IFAE. Qilimanjaro és una plataforma per proporcionar serveis de consultoria i fàcil accés a la computació quàntica per a individus i empreses. L'equip de científics de Qilimanjaro ha estat pioner en recerca en informació quàntica durant més de quinze anys, i ha aconseguit un progrés constant tant en el desenvolupament d'algoritmes quàntics com en la construcció de dispositius quàntics. Qilimanjaro té com a funció principal oferir la computació quàntica com a *Software-as-a-Service* (SaaS) o bé com a *Infrastructure-as-a-Service* (IaaS). No obstant això, Qilimanjaro revela el seu veritable potencial amb "Qibo", una API (interfície de programació d'aplicacions) d'alt nivell i d'*open source* per fer funcionar aplicacions en qualsevol màquina quàntica existent (IBM, Rigetti,...), a més del computador quàntic de Qilimanjaro i de simuladors quàntics en superordinadors clàssics com Mare Nostrum. Això fomenta una comunitat col·laborativa i de desenvolupament mutu en el món de la computació quàntica.
- Actualment, el projecte Qilimanjaro està negociant els primers contractes i alhora busca potencials inversors. La computadora quàntica es basarà en annealing coherent, accessible a través d'una plataforma al núvol. Aquesta computadora quàntica serà la primera del sud d'Europa i permetrà als usuaris explorar les possibilitats d'aplicar algoritmes quàntics a problemes reals. A més, Qilimanjaro brindarà un servei de consultoria per adaptar problemes comuns a algoritmes quàntics.

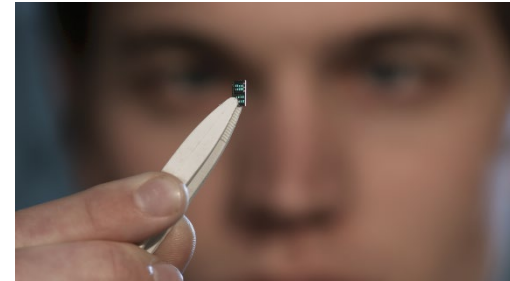


Font: EIC (DGI-ACCIÓ) en base a Qilimanjaro, Icoholder i Medium.com

5.6. Casos empresarials de TQ a Catalunya: Quside



- Quside és una *spin-off* de l'ICFO, fundada el 2017, que desenvolupa components quàntics per als àmbits de la ciberseguretat i la supercomputació.
- Els productes de Quside proporcionen una seguretat i un rendiment sense precedents a l'era de la informació, gràcies a les propietats úniques de la fotònica. Aquests productes d'aquesta *start-up* barcelonina es basen en l'enciptació quàntica i la generació aleatòria de claus de seguretat.
- En relació amb la generació de claus criptogràfiques, la mecànica quàntica ens permet crear números aleatoris que són totalment impredecibles, la qual cosa no era possible usant processos físics clàssics o ordinadors. Quside treballa actualment en el desenvolupament d'un petit microxip que explota les propietats quàntiques de la llum per equipar qualsevol dispositiu electrònic amb els millors números aleatoris possibles.



Font: EIC (DGI-ACCIÓ) en base a ICFO, Quside i Tecnonews

ACCIÓ

Passeig de Gràcia, 129

08008 Barcelona

www.accio.gencat.cat

www.catalonia.com

@accio_cat

@catalonia_ti



Consulta l'informe complet aquí:

<http://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/banc-coneixement/cercador/BancConeixement/tecnologies-quantiques-a-catalunya>



Més informació sobre el sector, notícies i oportunitats:

<http://www.accio.gencat.cat/ca/sectors/big-data/>

ACCIÓ



Generalitat
de Catalunya