

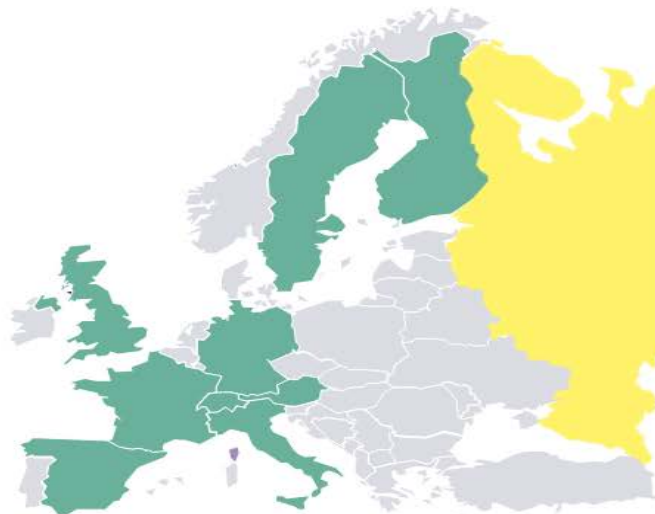
Infrastrutture 5G per la mobilità

Mario Frullone
Direttore Scientifico
Fondazione Ugo Bordonì

*Torino, 19 novembre 2019
Future Mobility week*

La Strategia Italiana per il 5G: Aste frequenze

	Band	Auction
	• 3.4 - 3.6 GHz (150 MHz)	Done/2018
	• 3.6 - 3.8 GHz (116 MHz)	Q4 2019
	• 26.5 - 27.5 GHz	2020
	Band	Auction
	• 3.6 - 3.8 GHz	<i>Done/2018</i>
	• 26.5 - 27.5 GHz	<i>Done/2018</i>
	Band	Auction
	• 3.46 - 3.8 GHz	Q4 2019
	• 26 GHz	2020
	Band	Auction
	• 3.6-3.8 GHz	Done/2018
	• 26.5 - 27.5 GHz	2020
	Band	Auction
	• 3.4 - 3.8 GHz	Jan. 2019
	• 26.5 - 27.5 GHz	2022



Source: Qualcomm "Focus on mid-band (3.4–3.8 GHz) and 26 GHz (24.25-27.5 GHz) for 2018+", PIRMC 2018

	Band	Auction
	• 3.4 - 3.8 GHz	Q1 2019
	• 26 GHz	2020
	Band	Auction
	• 3.4 - 3.7 GHz	Q1 2019
	• 26 GHz	2019/2020
		Auction
	• 3.4-3.8 GHz	Rostelecom Q1 2019
	• 26 GHz	
	Band	Auction
	• 3.4 - 3.8 GHz	Q3 2018
	• 26 GHz	2020
	Band	Auction
	• 3.4 - 3.8 GHz	Q1 2019
	• 26 GHz	2020

- ***L'asta per l'assegnazione delle bande di frequenza per il 5G è stata indetta e terminata nel 2018 in anticipo rispetto agli altri Stati Membri***

Europe's 5G Corridors

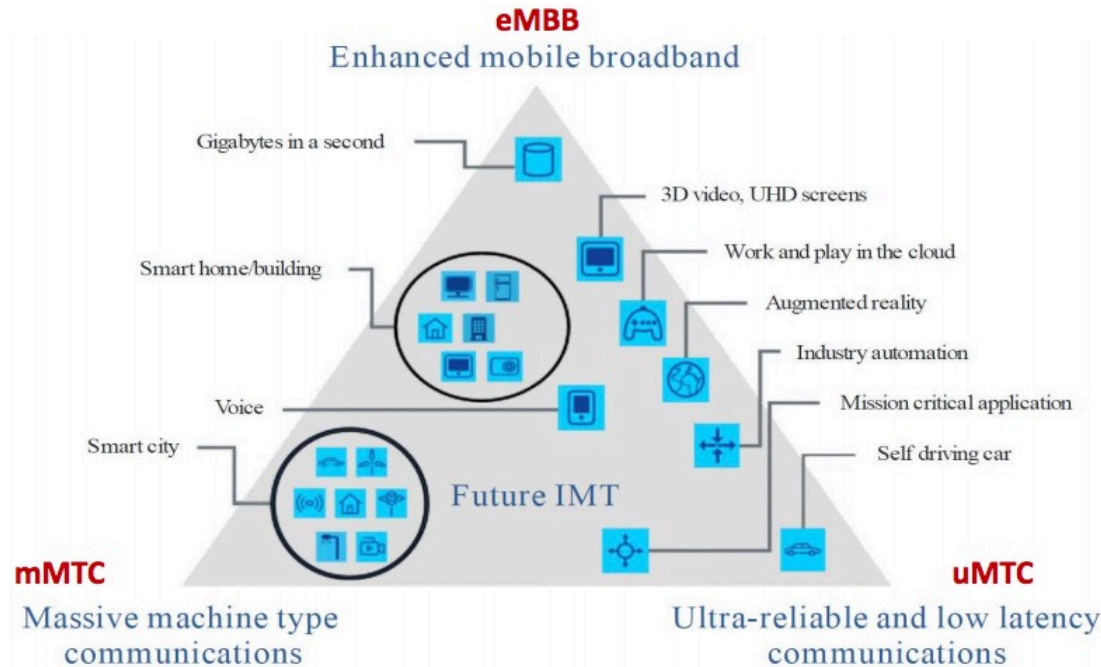
“A collaborative network of cross-border corridors between European countries will enable a better environment for the testing and deployment of 5G technology.

Member States and industry first agreed to establish cross-border corridors in September 2017, during the round table on Connected and Automated Driving (CAD) in Frankfurt. A number of Member States have gone on to sign and/or announce bilateral agreements among themselves for more test corridors.

Thanks to these 5G corridors, Europe is currently the biggest experiment area in 5G technology.”



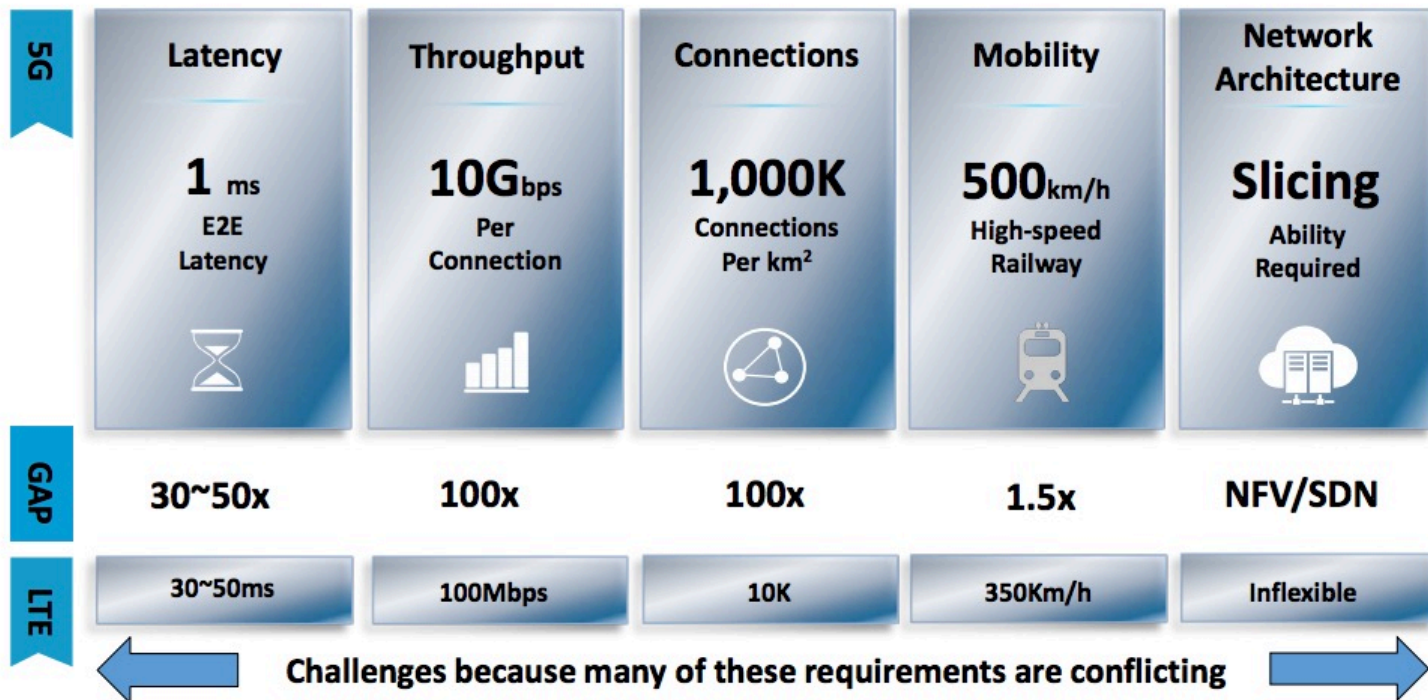
Applicazioni 5G



- Full Virtualization (SDN/NFV)
- Heterogeneous Networks
- Adaptive Radio Interface (multiple RATs)
- New Radio Spectrum (mmWave)

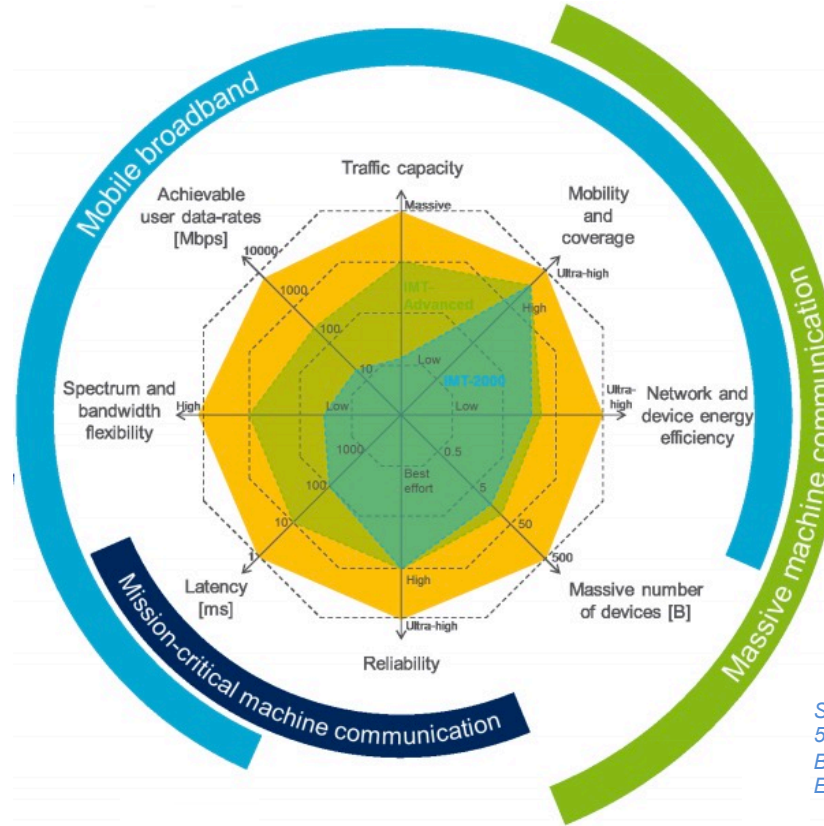
Source: ITU, 2015

Le sfide del 5G



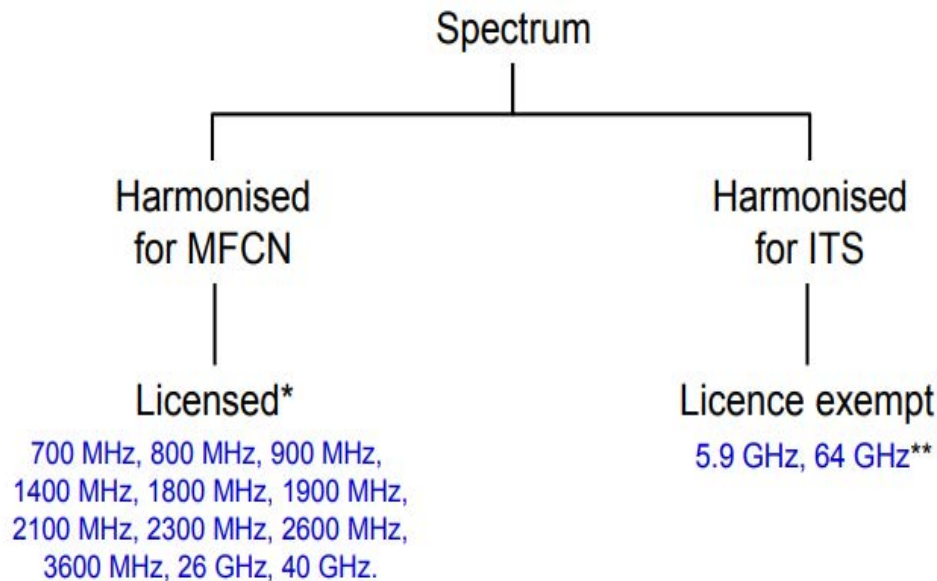
Source: Huawei, 2016

5G Drivers



Source:
5G-From Research to Standardisation
Bernard Barani,
European Commission, Globecom 2014

Spectrum harmonisation/authorisation in Europe



* Predominantly intended for long-range communications via Uu, however NR-V2X PC5 can operate along with Uu (V2N) links in spectrum harmonised for MFCN.

** Implications of radio propagation in this band for V2V are being investigated.

- L'elemento chiave abilitante in questo contesto in evoluzione è la **connettività**
- La connettività riguarda la comunicazione

- tra veicoli e altri veicoli (V2V)
- Veicoli e infrastrutture (V2I)
- Veicoli e pedoni (V2P)
- Veicoli e la rete (V2N)

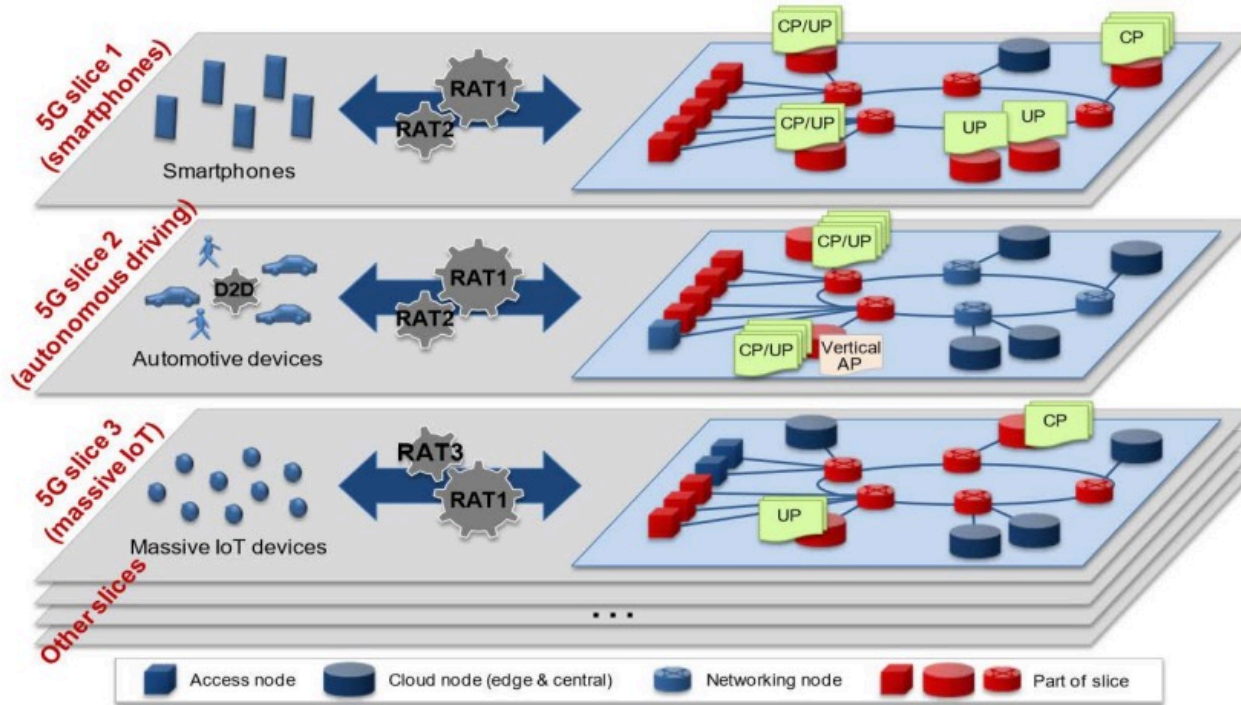


**Veicoli verso tutti
(V2X)**

- Per realizzare la connettività ci sono 2 principali tecnologie distinte per questo mercato:
 - La prima basata sullo **standard IEEE 802.11p**
 - La seconda basata su reti cellulari (LTE-V, 5G)
- I fattori prestazionali raggiungibili con l'una o l'altra tecnologia ne possono determinare l'adozione; i modelli di business che possono essere costruiti su queste tecnologie saranno i **fattori chiave determinanti per il loro successo**

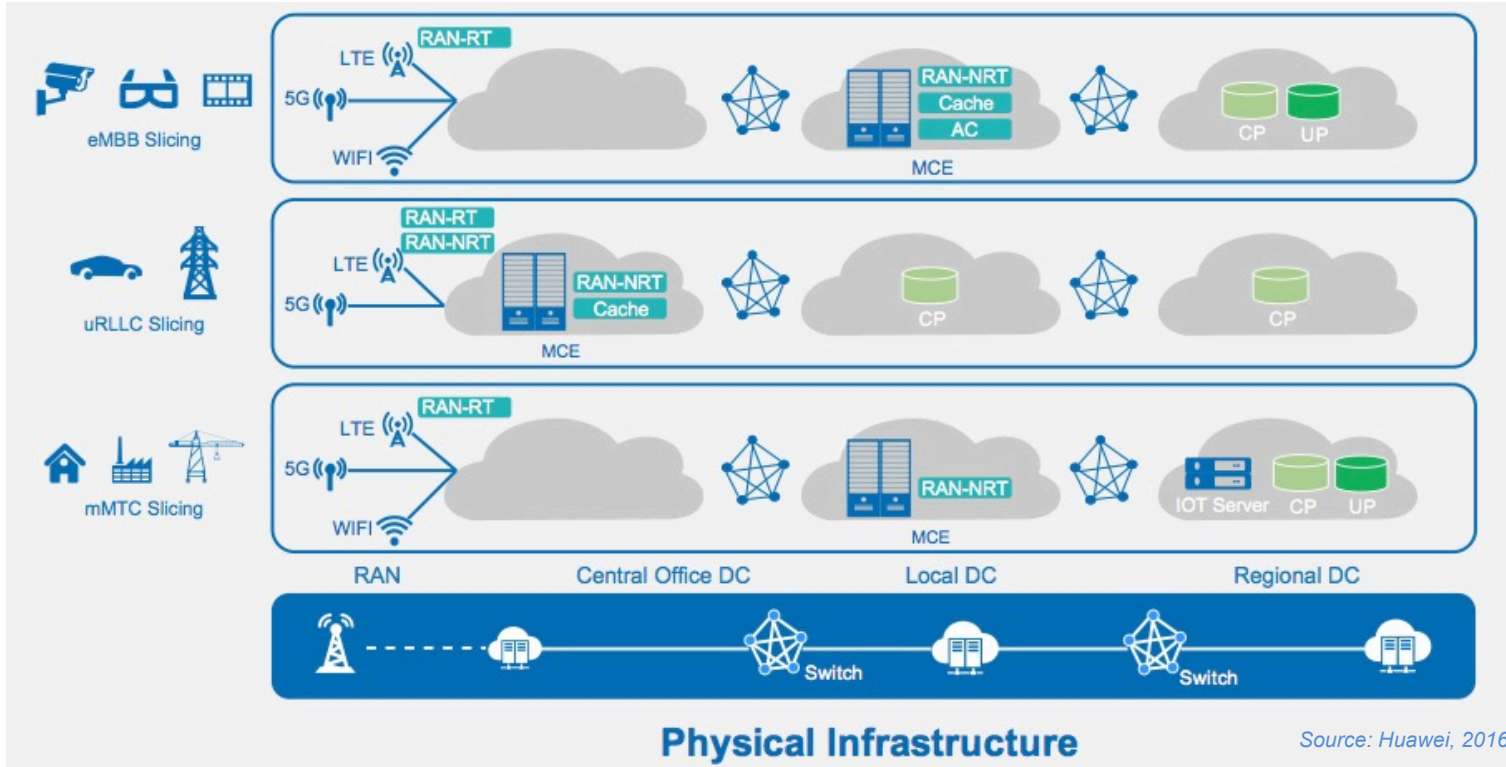
- *C-V2X is a future proof technology that has been developed with the intrinsic mobility support, quality of service, high number of devices, optimisation of resources.*
- *C-V2X will be an integral part of 5G allowing the full range of automotive services to be enabled and consequently bring huge benefits for safety (not only for the passengers but also for pedestrians) and traffic management.*
- *C-V2X has proven to provide higher performance for capacity, coverage, range, scalability, number of devices supported and security.*
- *Utilising the full spectrum of C-V2X service (V2V, V2I, V2P, V2N) and support end-to-end applications reduce the total cost of ownership, thanks to already available infrastructure.*
- *Car manufacturers have substantial experience with cellular technologies and will easily make the step to integrating C-V2X chipsets into their cars. The cellular installed base in vehicles is already counting around 210 million vehicles, globally, of which 81 million are 4G with an average estimated growth of 30% per year (according to Machina Research).*

5G Network Slicing



Source: NGMN 5G White Paper, 2015

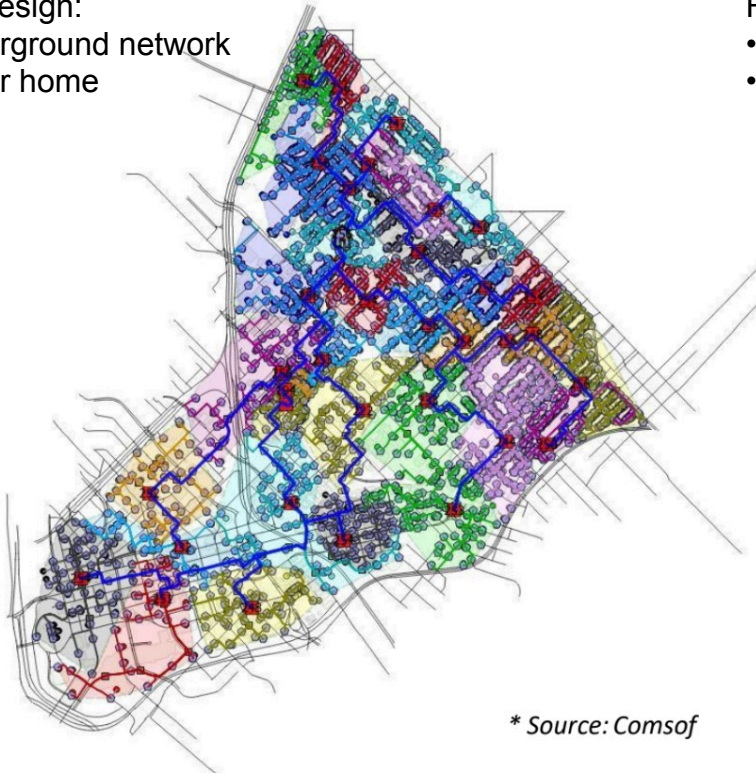
5G Network Slicing



FTTH / 5G small cell fibre networks

Fibre Design:

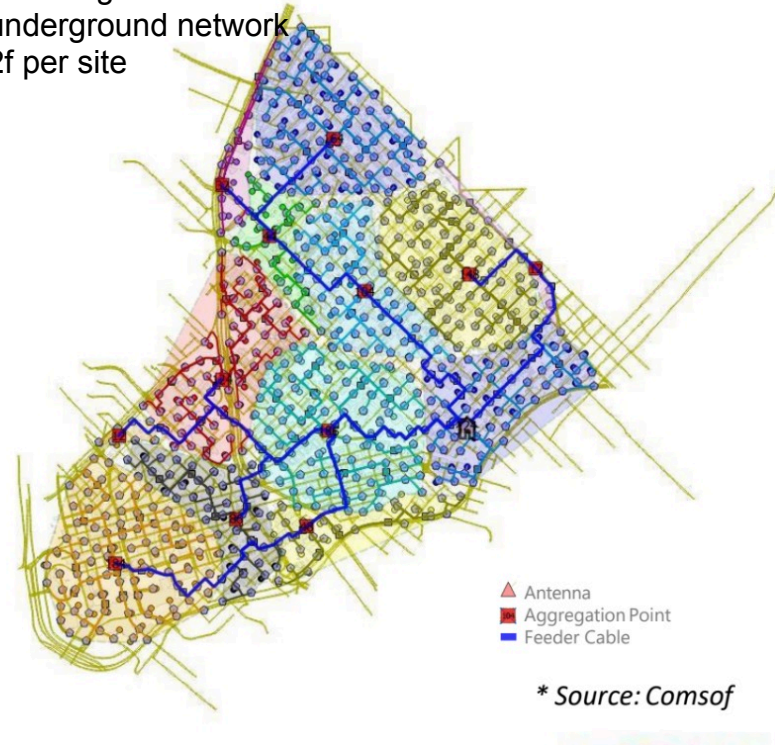
- underground network
- 1f per home



* Source: Comsof

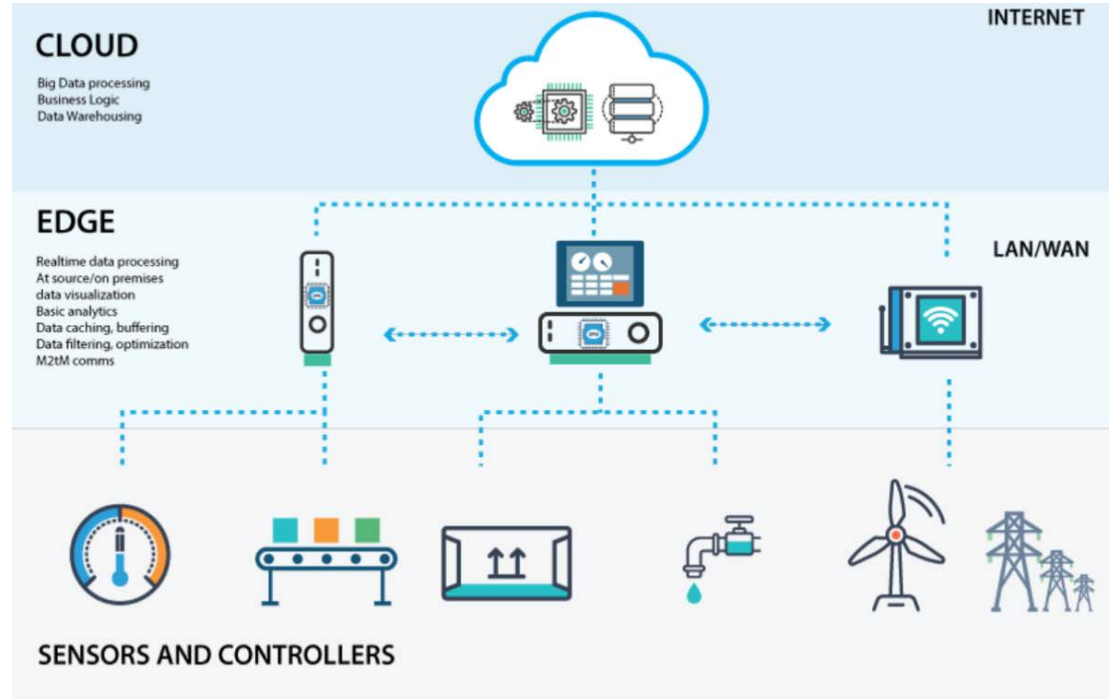
Fibre Design:

- underground network
- 2f per site



* Source: Comsof

Edge computing



OAS

Cloud Centralizzato/Distribuito

INDUSTRIAL IoT DATA PROCESSING LAYER STACK

CLOUD LAYER

Big Data Processing
Business Logic
Data Warehousing

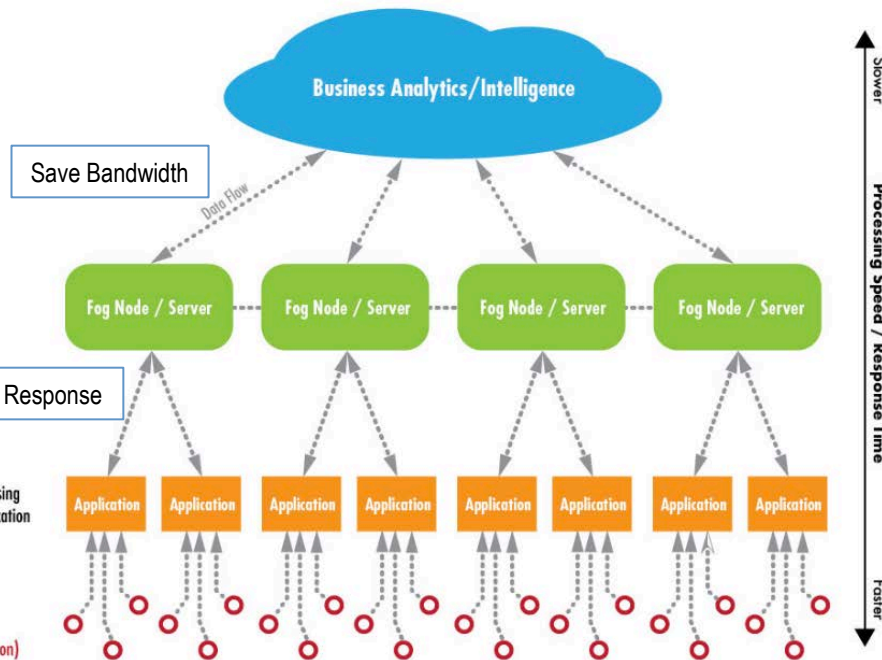
FOG LAYER

Local Network
Data Analysis & Reduction
Control Response
Virtualization/Standardization

EDGE LAYER

Large Volume Real-time Data Processing
At Source/On Premises Data Visualization
Industrial PCs
Embedded Systems
Gateways
Micro Data Storage

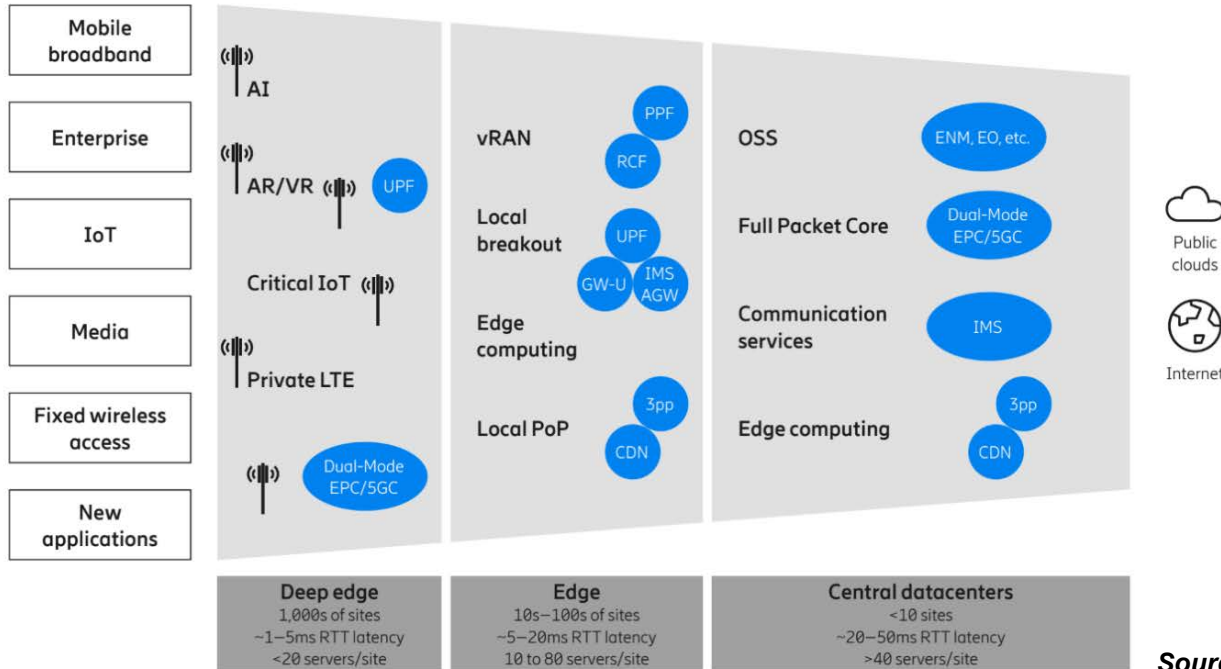
Sensors & Controllers (data origination)



Source: WinSystems, 2017

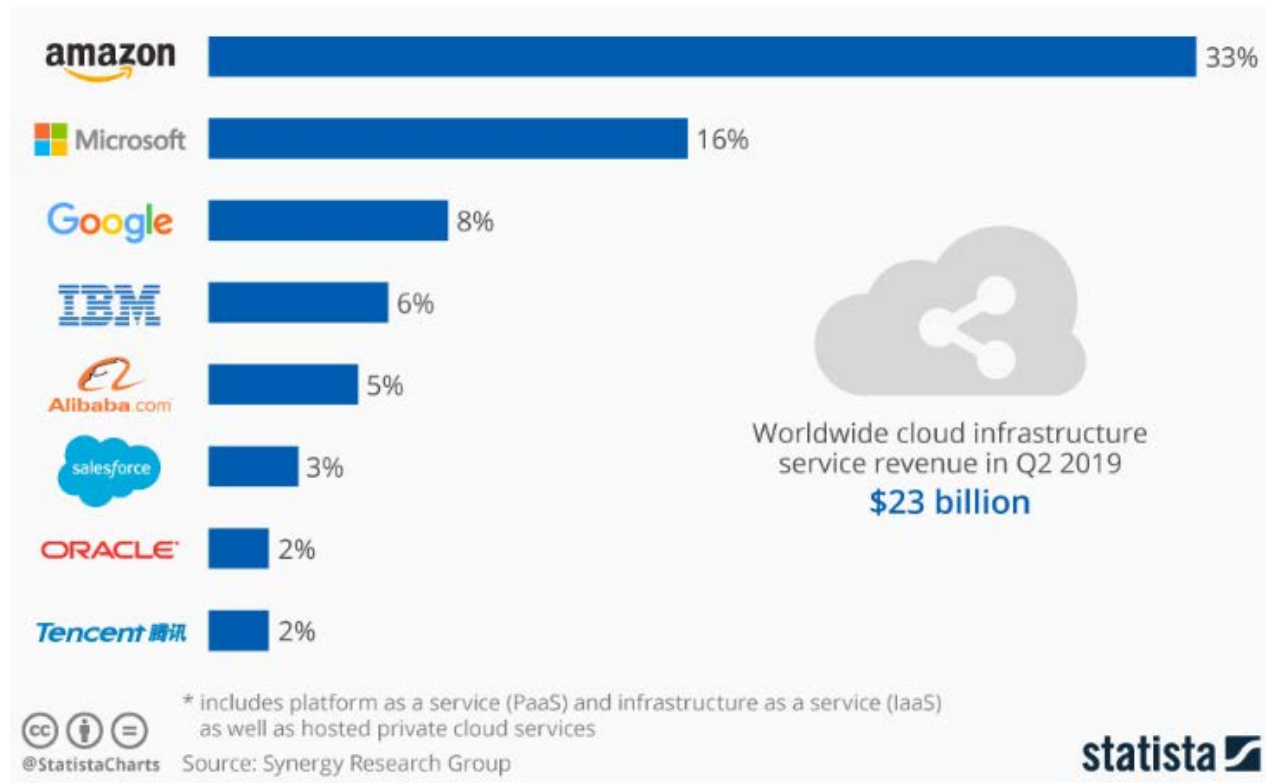
Livelli di infrastrutturazione per *edge computing*

Service providers must distribute to meet the needs of 5G applications

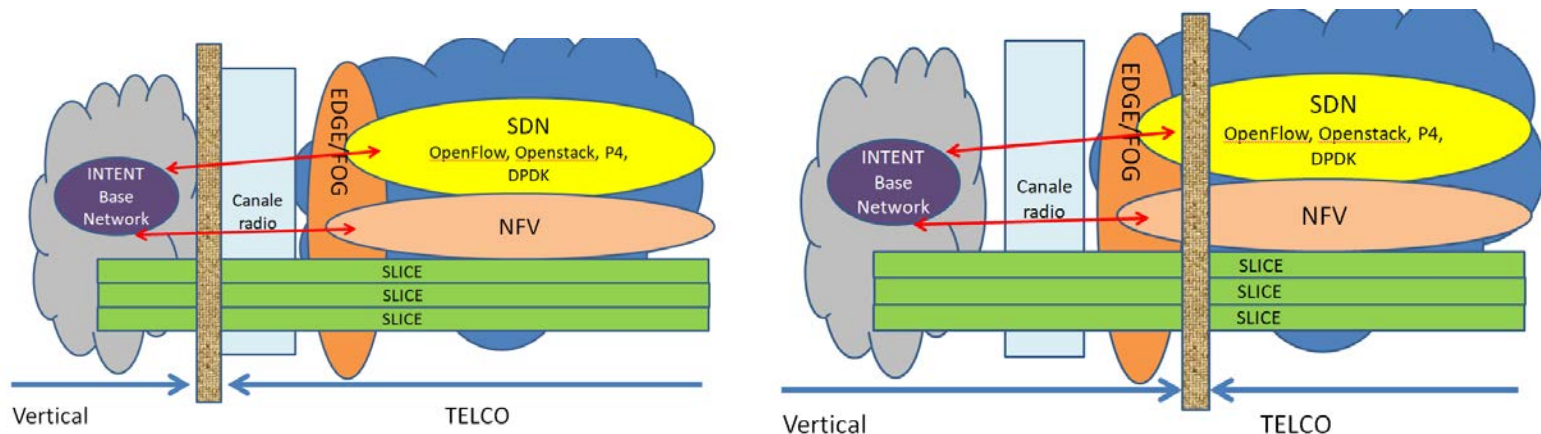


Source: Ericsson 2019

Market share delle infrastrutture cloud (Q2 2019)



Quale confine tra telco e verticali?



Mutazione della struttura dei rapporti tra le società di telecomunicazioni, i grandi attori dei mercati “verticali” (energia, automotive, e-health) e i cosiddetti “micro-operatori locali” che saranno abilitati dalla struttura delle reti 5G a realizzare reti in ambito geograficamente ristretto e altamente specializzato (porti, aeroporti, stadi, ospedali, etc.).

Considerazioni finali (1)

- Nelle precedenti generazioni cellulari (voice+data) gli investimenti infrastrutturali erano tipicamente gradualmente e beneficiavano delle *revenues* del servizio
- Il 5G sarà caratterizzato (tra l'altro) da una **densificazione delle celle** e dalla **presenza di risorse di elaborazione anche nella periferia della rete**.
- Nel 5G i primi servizi (verosimilmente BWA, *automotive*) saranno quelli che non richiederanno la densificazione spinta della rete e i maggiori investimenti ad essa associati.
- Lo sviluppo dei servizi iniziali potrà condizionare il *deployment* delle infrastrutture per gli altri servizi.

Considerazioni finali (2)

- In futuro non sarà sufficiente un semplice servizio di connettività (voce e dati, fissi e mobili) per utenti con esigenze complesse.
- Le reti del futuro dovranno consentire la realizzazione di reti virtuali specializzate per nuovi servizi (verticali).
- L'accesso all'utente finale e ai suoi dati sarà prevalentemente mediato dai fornitori di servizi che utilizzeranno "slice" della rete 5G per connettere i propri "oggetti".
- **Le Telco hanno l'asset principale: le frequenze per la rete di accesso. Tuttavia, dovranno valorizzare la propria rete con investimenti e alleanze adeguate anche con operatori infrastrutturali per tutelare il proprio ruolo di raccordo tra *vertical* e operatori cloud.**