

Politecnico di Torino  
Collegio di Ingegneria Gestionale  
Corso di laurea magistrale in Ingegneria Gestionale  
**Tesi di Laurea di II Livello**



POTENZIALITA' DEL 5G NELL'INDUSTRY 4.0: ANALISI DELLA  
TRANSIZIONE DAL 4G AL 5G E SVILUPPO DI NUOVI CASI  
D'USO

Relatore:  
Prof. Carlo Cambini

Candidato:  
Francesco Bando

Anno Accademico 2018/2019



## **Ringraziamenti**

“I tre elementi essenziali per ottenere qualsiasi cosa valga la pena avere sono; primo, duro lavoro, secondo, persistenza, e terzo, buonsenso” (cit. Thomas Edison). Con questa semplice frase di Edison vorrei riassumere gli strumenti utilizzati per raggiungere questo traguardo. Sono stati 5 anni fantastici, intensi e dinamici in cui ho dato tutto pur di arrivare l’obiettivo. Ho rinunciato a tanto per arrivare fin qui, ma questa soddisfazione vale ogni sacrificio fatto. E non c’è niente di più bello che dividerlo con le persone che ti sono sempre state vicine.

Grazie Giorgia, perché essere distanti non è facile, non lo è mai stato. Ma sei sempre stata vicina, mi hai sempre sostenuto anche quando le cose non andavano bene. Probabilmente non te lo dico spesso, ma senza di te questa strada sarebbe stata più tortuosa. Grazie per essere stata al mio fianco in questo percorso.

Grazie Andrea, perché nonostante abbiam fatto scelte di vita diametralmente opposte, mi hai insegnato una cosa importantissima: non smettere di provare a raggiungere i propri sogni.

Grazie Eugenio, perché quando affronti un viaggio con un amico e collega come te, puoi solo tirar fuori il meglio di te.

Grazie a tutti gli amici che mi son sempre stati vicini e che hanno reso più leggero questo viaggio.

Grazie a Luca che mi ha aiutato a redigere questo lavoro, sacrificando parte del suo tempo, anche in un periodo impegnativo e importante della sua vita.

Infine, grazie Papà e Mamma, perché fate sentire a casa un figlio anche a 1100 km di distanza. Mi avete sostenuto sempre, in qualsiasi decisione abbia preso. Mi avete supportato quando ho avuto bisogno ed avete sofferto con me nei periodi bui. Questo traguardo è dedicato ancora una volta a voi, con la stessa promessa fatta 2 anni fa: non fermarsi mai.

GO TO THE NEXT STEP

## Sommario

Abstract .....	7
<b>CAPITOLO 1 – SCOPO DEL LAVORO E METODOLOGIA.....</b>	<b>8</b>
1.1 Scopo del lavoro .....	8
1.2 Limiti dello studio .....	8
1.3 Metodologia di ricerca .....	8
1.4 Struttura della tesi .....	9
<b>CAPITOLO 2 – COSA È IL 5G?.....</b>	<b>10</b>
2.1 Introduzione al 5G.....	10
2.2 Perché il 5G è necessario? .....	12
2.3 Le tre dimensioni del 5G .....	14
2.4 Tecnologie chiave a sostegno del 5G .....	17
2.4.1 Tecnologie caratterizzanti il 5G .....	18
2.4.1.1 Network slicing.....	18
2.4.1.2 Massive MIMO con beamforming .....	19
2.4.1.3 NFV e SDN.....	20
2.4.1.4 CUPS ed Edge Computing.....	21
2.5 Is 5G disruptive? .....	24
2.6 La roadmap generale 3GPP per lo standard 5G .....	25
2.6.1 Release 15.....	26
2.6.2 Release 16.....	27
2.6.3 Release 17.....	28
<b>CAPITOLO 3 – ANALISI DEL MERCATO 5G PER TIM .....</b>	<b>30</b>
3.1 Come cambiano il mercato e i modelli di business con il 5G .....	30
3.2 L'attuale mercato della connettività mobile nel B2B .....	32
3.2.1 Com'è strutturata oggi la filiera del mercato della connettività mobile (4G, LTE) e servizi connessi nel B2B .....	32
3.2.1.1 Filiera dei servizi di connettività .....	33
3.2.1.2 Filiera dei Servizi Orizzontali.....	35
3.2.1.3 Filiere dei Servizi Verticali .....	37
3.2.2 Value Chain attuale del mercato della comunicazione mobile e servizi orizzontali.....	39
3.2.3 Chi sono e come contrastare il potere degli OTT.....	41
3.2.4 Value chain delle comunicazioni mobili e dei mercati Verticali annessi .....	42
3.3 Creazione di un ecosistema 5G con TIM al centro.....	44
3.4 Key Factor per la definizione del mercato 5G.....	46
3.4.1 Fattori Politici.....	47
3.4.1.1 Il problema della Net Neutrality .....	47
3.4.1.2 Regolamentazione contro lo spionaggio “Asiatico” .....	49

3.4.1.3 Normative sulle emissioni elettromagnetiche .....	50
3.4.2 Fattori Economici .....	51
3.4.2.1 Alcune previsioni economiche .....	52
3.4.2.2 Fattori economici in Italia e asta per le frequenze .....	52
3.4.2.3 Cooperazione TIM-Vodafone per la costruzione delle torri.....	55
3.4.3 Fattori sociali.....	56
3.4.3.1 Il 5G è dannoso per la salute e per l'ambiente?.....	56
3.4.4 Fattori tecnologici.....	58
3.4.4.1 Dipendenza delle reti 5G dalla rete in fibra .....	58
3.4.4.2 TIM e Open Fiber: una fusione per la realizzazione di un'unica rete in fibra.....	59
3.4.4.3 Il 5G e la dipendenza dalla rete LTE .....	60
3.5 Previsione del futuro mercato 5G per TIM.....	61
3.5.1 Il mercato 5G.....	61
3.5.1.1 Competizione delle imprese nello stesso settore e barriere all'entrata .....	62
3.5.1.1.1 Competizione tra i Telco.....	62
3.5.1.1.2 Sperimentazioni 5G .....	63
3.5.1.1.3 Competizione tra i Telco e i non Telco .....	67
3.5.1.2 Il potere dei fornitori .....	69
3.5.1.3 Potere contrattuale dei clienti e minaccia di prodotti sostituti .....	70
<b>CAPITOLO 4 - MERCATI VERTICALI E CASI D'USO.....</b>	<b>72</b>
4.1 Mercati verticali.....	72
4.1.1 Settore della sanità e e-Health .....	73
4.1.2 Settore media e intrattenimento .....	75
4.1.2.1 Gaming .....	75
4.1.2.2 Museo virtuale .....	76
4.1.3 Il settore Automotive.....	77
4.1.4 Public safety .....	79
4.1.5 Il settore energetico .....	80
4.1.6 Smart city .....	81
4.1.7 Il settore dell'educazione.....	82
4.1.8 Il settore della finanza .....	83
4.1.9 Smart agriculture .....	85
4.1.10 Il settore manufacturing e Industry 4.0.....	86
4.2 Focus sul mercato dell'I4.0.....	88
4.2.1 Attuali limiti nell'implementazione dell'I4.0.....	88
4.2.2 I4.0 e 5G.....	89
4.2.3 Il settore del manufacturing in Italia.....	90
<b>CAPITOLO 5 - REALIZZAZIONE E CREAZIONE DI CASI D'USO 5G.....</b>	<b>92</b>

<b>5.1 Analisi della transizione dei servizi per l'4.0 dal 4G e connettività fissa al 5G .....</b>	<b>93</b>
5.1.1 Use Case Smart Industry – Monitoring Industriale .....	94
5.1.2 UseCase – IoT Universal Catalyst.....	95
4.1.3 UseCase – Monitoraggio Strutturale IoT .....	97
5.1.4 UseCase – Video Analytics .....	98
5.1.5 Resoconto analisi della transizione .....	99
<b>5.2 Hackathon: “TIM 5G creating value inside out” .....</b>	<b>99</b>
5.2.1 Svolgimento e realizzazione del concept “Tolerance analysis for Quality assurance” .....	100
<b>5.3 Proof of Concept .....</b>	<b>102</b>
5.3.1 PoC per un cliente del settore metallurgico .....	104
5.3.1.1 Fase 1: Innovation Day .....	104
5.3.1.2 Fase 2: Creazione dei concept .....	105
5.3.1.2.1 Concept 1: 5G per copertura “WiFi like” .....	106
5.3.1.2.2 Concept 2: Manutenzione tramite realtà aumentata (AR/VR) .....	106
5.3.1.2.3 Concept 3: Manutenzione di zone critiche tramite droni.....	106
5.3.1.3 Presentazione del concept/demo al cliente.....	110
5.3.1.4 Concretizzazione del POC .....	110
<b>5.4 Assistenza nella creazione di un CTIO portfolio 5G packages.....</b>	<b>111</b>
<b>6. Conclusioni .....</b>	<b>113</b>
<b>Bibliografia e sitiografia.....</b>	<b>114</b>

## **Abstract**

Il 5G è probabilmente la rivoluzione che il settore delle telecomunicazioni, e non solo, stava aspettando. È una rivoluzione a 360 gradi poiché porterà a stravolgere gli equilibri di mercato tra imprese Telco e non modificando la redistribuzione nella catena del valore. Cambierà i modelli di business, porterà nuove tecnologie e potenzierà quelle già esistenti, avrà un enorme impatto a livello sociale. Abiliterà nuovi scenari innovativi in diversi settori verticali, tra cui il settore dell'Industry 4.0.

Nella prima parte della tesi, dopo un'introduzione dell'azienda, è presente una presentazione al 5G, indicandone l'evoluzione rispetto le precedenti generazioni di comunicazione mobile, le tre direttrici di sviluppo e le tecnologie necessarie per ottenere le potenzialità del 5G. Nella seconda parte di questo elaborato è trattata prima l'attuale filiera del mercato e value chain del settore B2B delle telecomunicazioni con annessi servizi orizzontali e verticali e come, a partire da questa base, il 5G può essere un punto di ripartenza per i Telco per redistribuire i ricavi della catena del valore. Successivamente è descritto lo scenario in cui si muove la tecnologia 5G con l'uso di una analisi PEST ed è stata effettuata una previsione del futuro mercato 5G utilizzando il modello di Porter. Nella terza parte sono stati evidenziati i miglioramenti che il 5G apporterà ai diversi vertical, con particolare focus sull'Industry 4.0. Dopo aver chiarito tutti questi aspetti, nell'ultima parte sono esposti analisi della transizione dei servizi per l'Industry 4.0 dal 4G al 5G e la realizzazione di nuovi concept come la Tolerance analysis for Quality assurance e la Manutenzione predittiva con uso dei droni.

## **CAPITOLO 1 – SCOPO DEL LAVORO E METODOLOGIA**

### **1.1 Scopo del lavoro**

Lo scopo di tale lavoro è quello di mostrare le potenzialità della rete 5G attraverso lo sviluppo di nuovi casi d'uso da cui TIM SpA, sede di elaborazione della tesi, può trarre vantaggio. Per dimostrare la validità di tali casi, sono mostrate le potenzialità tecnologiche, di mercato e di business abilitate da questa nuova generazione mobile. L'obiettivo è stato di strutturare l'elaborato in modo tale da comprendere il contesto in cui gli operatori Telco lavorano per creare nuove soluzioni ad alto grado tecnologico.

### **1.2 Limiti dello studio**

Il 5G ha una potenza di applicazione molto vasta e una parte ancora del tutto ignota, per cui non è stato possibile considerare ogni aspetto di questa tematica. Con tale studio si è approfondito l'applicazione del 5G nel settore dell'Industry 4.0, mentre gli altri settori sono trattati in maniera generale. Inoltre, sebbene lo studio è concentrato su un settore verticale, oltre quello delle telecomunicazioni, questo è stato focalizzato solo su alcuni dei casi d'uso, tra cui alcuni di sviluppo personale. Sebbene sia una tematica tecnologica, è necessario avere una visione dal punto di vista sociale, politico e ambientale al fine di avere una chiara visione del contesto in cui la tecnologia sta evolvendo.

Nell'ultima parte sono stati esclusi dati di tipo economico e riferimenti a clienti poiché dati sensibili.

### **1.3 Metodologia di ricerca**

Il lavoro di tesi è stato svolto utilizzando sia la letteratura disponibile per i temi trattati sia il materiale interno fornito da TIM SpA. Tale lavoro è stato elaborato a seguito dell'esperienza di stage di 5 mesi condotta presso la struttura TIM Business a Torino in area Progettazione Pre Sales. Il ruolo ricoperto durante lo stage è stato il Business & Innovative Projects Analyst che mi ha permesso di analizzare i diversi servizi su rete mobile offerti dalla società e che mi ha permesso di sviluppare alcuni casi d'uso per l'Industry 4.0 da cui l'azienda potrebbe trarre beneficio.



## 1.4 Struttura della tesi

Il primo capitolo include lo scopo del lavoro, i limiti, la metodologia del lavoro e la struttura della tesi, come sopra mostrato.

Il secondo capitolo presenta il 5G come una rivoluzione rispetto alle precedenti generazioni di telefonia mobile, in quanto si sviluppa non più in una direzione, ovvero quella della banda (eMBB), ma anche Massive Type Communication e Ultra Reliable and Low Latency Communication. In tale capitolo sono anche elencate le tecnologie a supporto delle potenzialità 5G e la road map degli standard.

Il terzo capitolo è dedicato al mercato del 5G. In tale capitolo è descritta la filiera e la value chain del mercato B2B delle telecomunicazioni e dei servizi orizzontali e verticali che completano la filiera e che riescono a guadagnare gran parte della catena del valore. Da questa struttura di base è mostrato come il 5G può essere un punto di partenza per spostare l'appropriazione del valore verso i Telco. Per comprendere come evolverà il mercato è stata fatta un'analisi PEST che va a delineare lo scenario politico, economico, sociale e tecnologico in cui questa tecnologia sta crescendo e un possibile futuro scenario di mercato utilizzando il modello di Porter.

Il quarto capitolo è una breve analisi di come il 5G farà evolvere i diversi settori verticali, con focus sull'Industry 4.0

Nell'ultimo capitolo sono descritte le attività svolte durante il periodo di stage in TIM. In particolare, è analizzata in primis la transizione dei servizi offerti da TIM per l'Industry 4.0 dal 4G al 5G. Successivamente è stato descritto lo sviluppo del caso d'uso Tolerance analysis for Quality assurance, sviluppato durante l'Hackathon "TIM 5G creating value inside out", e lo sviluppo del concept Manutenzione predittiva con uso di droni sviluppato in azienda grazie ad uno studio sul cliente. In ultimo, è descritto brevemente l'assistenza fornita alla funzione Service Creation di Technology al fine di accelerare e ottimizzare la messa in campo di servizi innovativi 5G.

Alla fine, sono inserite le conclusioni in cui è riassunto lo studio e il lavoro svolto.

## CAPITOLO 2 – COSA È IL 5G?

### 2.1 Introduzione al 5G

La storia del mercato della telefonia mobile è relativamente breve, ma anche molto intensa. Infatti, tale mercato ha subito notevoli e rapidi cambiamenti sia dal punto di vista tecnologico, sia dal punto di vista di applicazioni business (Figura 1).

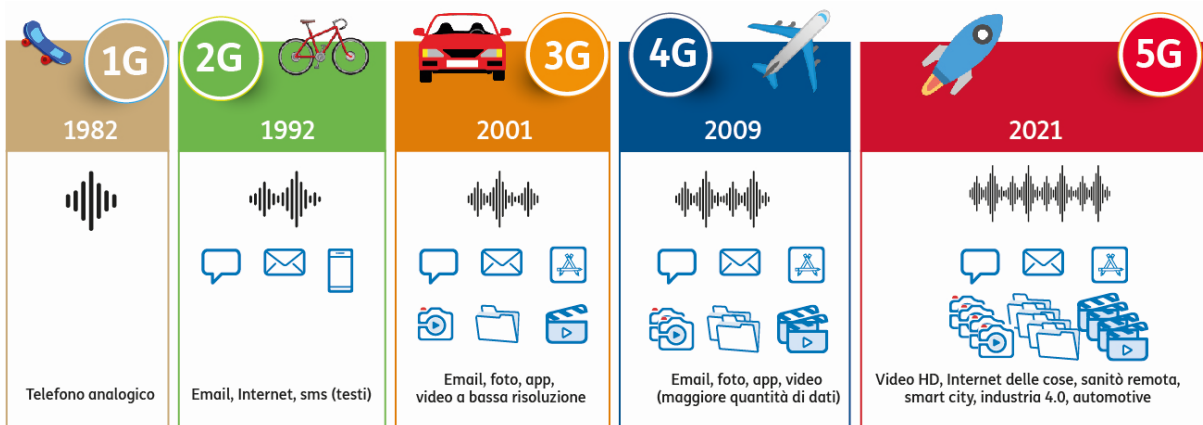


FIGURA 1. LE 5 GENERAZIONI DI TELECOMUNICAZIONI MOBILI (FONTE INTERNA TIM)

Ciascuna delle successive generazioni di comunicazioni mobili ha mirato sia a generare nuovi driver di concorrenza all'interno del settore sia a creare nuovi mercati in cui gli operatori di rete mobile (MNO) hanno opportunità di crescita.

Da un punto di vista tecnico, passare da 1G a 2G comportava il passaggio da sistemi analogici a digitali, mentre da un punto di vista commerciale significava passare da un numero ristretto di ricchi clienti aziendali a un mercato di massa. C'è stato un cambiamento radicale dai sistemi analogici a banda stretta all'era della comunicazione digitale che forniva canali di comunicazione sicuri ed affidabili. Allo stesso modo, l'evoluzione da 2G a 3G ha trasformato l'infrastruttura di comunicazione incentrandola sui dati anziché sulla voce, dando vita a un nuovo mercato che ha superato in termini di ricavi quello della fonia. Le reti mobili 3G sono diventate popolari grazie alla capacità degli utenti di accedere a Internet tramite dispositivi mobili e laptop. La velocità di trasmissione dei dati su una rete 3G è fino a 2 Mbps, pertanto la rete consente non solo di fare chiamate vocali, ma anche chiamate video, trasmissione di file, navigazione in Internet, TV online, giochi e molto altro.

Il passaggio da 3G a 4G ha significato il passaggio da basse velocità di dati all'accesso mobile a Internet ad alta velocità e ha fornito un nuovo driver per la concorrenza, piuttosto che entrate aggiuntive per gli MNO. I key requirements del 4G hanno specificato velocità di

servizio 4G di picco di 100 Mbps per comunicazioni ad alta mobilità (come treni e automobili) e 1 Gbps per comunicazioni a bassa mobilità (come pedoni e utenti fissi). Un sistema 4G non solo fornisce servizi voce e altri 3G, ma fornisce anche accesso alla rete a banda ultra-larga ai dispositivi mobili. Le applicazioni variano da telefonia IP, televisione mobile HD, videoconferenza a servizi di gioco e cloud computing. Esistono due tecnologie 4G: evoluzione a lungo termine (LTE) e interoperabilità mondiale per l'accesso a microonde (WiMAX).

Il passaggio dal 4G al 5G, invece, non è poi più così lineare. Infatti, è sbagliato vedere il 5G come un upgrade delle funzionalità 4G con nuovi sistemi di accesso e core, maggiore banda, migliori prestazioni e ridotti consumi. Il 5G è stato previsto per fornire agli utenti di dispositivi mobili ciò che alcuni autori hanno definito un'esperienza "simile a una fibra". In una frase, il 5G si preannuncia come un'innovativa piattaforma di rete e servizi end-to-end capace di soddisfare le future richieste dei mercati consumer e business della Società Digitale. Il 5G è presentato come una "rivoluzione sistemica", espressione della maturazione e della convergenza di una serie di trend tecnico-economici, quali: la diffusione e "trasparenza" dell'accesso ultra-broadband fisso-mobile, lo straordinario aumento delle prestazioni dei sistemi hardware (accompagnato dal contemporaneo abbattimento dei costi), la diffusione di soluzioni e piattaforme software in open source, l'evoluzione del Cloud Computing verso Edge e Fog Computing, i progressi dell'Intelligenza Artificiale e lo sviluppo di terminali, e smart things, sempre più potenti in termini di capacità di comunicazione, elaborazione e memorizzazione.

È bene precisare che dal punto di vista tecnico, la tecnologia 5G non prevede un semplice aggiornamento o rinnovamento delle attuali reti radiomobili ma di fatto obbliga gli operatori a riprogettare completamente l'infrastruttura di rete e a ripensare la tipologia e la qualità dei servizi offerti prima ancora che si sia costituita una concreta domanda per gli ambiti applicativi che devono utilizzarli. Questa è una novità non trascurabile e disegna una netta demarcazione tra il mercato delle comunicazioni radiomobili prima e dopo il 5G. Il lavoro viene svolto cercando di coinvolgere come requisiti e use case le industrie verticali, modificando il processo tradizionale del mondo delle telecomunicazioni.

A differenza delle precedenti generazioni di reti, progettate come piattaforme di connettività per scopi generici con limitate capacità di differenziazione tra i casi d'uso, il 5G

mira a creare un ecosistema in grado di soddisfare le esigenze tecniche delle cosiddette "industrie verticali", come quella automobilistica, dell'energia, dei trasporti, sanitaria, industria 4.0, intrattenimento e media. Dal punto di vista commerciale, questo nuovo mercato che fornisce capacità di rete personalizzate accelererà la domanda di servizi 5G e consentirà modelli di business innovativi e fonti di entrate diverse dalle sottoscrizioni a banda larga che giustificherebbero gli investimenti.

## **2.2 Perché il 5G è necessario?**

Quindi, se il 4G offre già una banda larga mobile decente, c'è davvero bisogno del 5G? Sì, e ciò è dovuto a diversi motivi. Quando fu sviluppato il 4G, la banda larga mobile era il driver principale. Per il 5G, la banda larga mobile è ancora un driver importante, ma insieme a requisiti ulteriori come maggiore affidabilità, minore latenza, maggiori produttività, volume di dati e mobilità (Rost et al., 2014). In futuro si prevede che i sistemi 5G offriranno guadagni significativi rispetto al 4G in termini di velocità dati più elevate, livelli di connettività molto migliori e migliore copertura (Chavez-Santiago et al., 2015). Nel complesso, la necessità di aumentare la capacità della rete è la sfida principale che il 5G deve risolvere. Negli ultimi anni c'è stata un'enorme crescita nell'uso di Internet wireless e non ci sono segni che questa straordinaria crescita rallenterà, poiché la crescita della domanda lo richiede continuano ad aumentare sia le velocità dei dati degli utenti sia la capacità della rete. La crescita del traffico dati in aggiunta al crescente volume di dispositivi collegati è necessaria l'evoluzione di LTE verso il 5G (Yazici et al., 2014). Rost et al. (2014) hanno riassunto i seguenti motivi per quali aumenta la domanda di dati mobili:

- Più dispositivi connessi (soprattutto a causa dell'Internet of Things).
- I dispositivi collegati sono più potenti e più complessi di prima.
- I servizi richiesti sono diversi, più complessi e più affamati di velocità e quindi di larghezza di banda.
- I terminali utente vengono utilizzati come gateway per accedere ai servizi cloud.

L'uso della tecnologia wireless è esploso, con una crescita del 92% della banda larga mobile all'anno dal 2006 (Wang et al., 2014). Con la crescita esistente, saranno presto raggiunti i limiti di capacità delle reti mobili esistenti. Dato che le reti 4G di oggi non saranno in grado

di gestire la quantità prevista di traffico in futuro, è necessario il 5G per superare i limiti degli attuali sistemi (Nokia, 2014). Per ottenere un aumento significativo della capacità di un sistema wireless, è necessario un numero maggiore di nodi di infrastruttura wireless, l'aumento dell'uso dello spettro radio e il miglioramento dell'efficienza del collegamento (Bhushan et al., 2014). Stante queste premesse, la strategia per la crescita della capacità e delle prestazioni del 5G deve essere economicamente sostenibile.

Per l'operatore ciò significa che dovrebbe offrire una copertura e un'esperienza utente sempre migliori, a un costo inferiore rispetto ai sistemi wireless esistenti, incluso LTE (Bangerter et al., 2014). Poiché i lavori su questa strategia sono in corso e il periodo di transizione al 5G è avviato, Bangerter et al. (2014) dichiarano che l'era del 5G è di fatto già iniziata. Questa è una parte naturale dell'evoluzione della rete in quanto la tecnologia 4G è maturata negli anni da quando è stata lanciata per la prima volta.

Ci stiamo muovendo verso una società in rete, dove ci sarà un accesso illimitato alle informazioni. La condivisione dei dati sarà disponibile per tutti e ovunque. Questo cambiamento implica che i futuri sistemi mobili dovranno gestire sfide e aspettative molto diverse rispetto ai sistemi esistenti (Olsson et al., 2013). Lo scopo principale del 5G è progettare una società completamente mobile e connessa (NGMN, 2014) e il miglior mondo wireless, esente dalle limitazioni e dagli ostacoli delle generazioni precedenti (Hossain, 2013). Il 5G è inoltre posizionato per potenziare le trasformazioni socioeconomiche in molti modi diversi, comprese le trasformazioni in termini di produttività, sostenibilità e benessere (NGMN, 2014). Rispetto al concetto di 4G incentrato sul servizio, si presume che il 5G sia incentrato sull'utente, ovvero l'utente sarà in cima a tutto (Janevski, 2009).

## 2.3 Le tre dimensioni del 5G

Per aiutare a comprendere quanto il 5G sia differente rispetto alle reti precedenti possiamo dire che il mondo 4G attuale è ad una sola dimensione, quella della velocità di trasferimento. Il 5G sarà invece un mondo a più dimensioni, che includono il ritardo, la velocità, l'affidabilità e l'energia, all'interno del quale ci si potrà muovere in base alle esigenze dei diversi clienti.

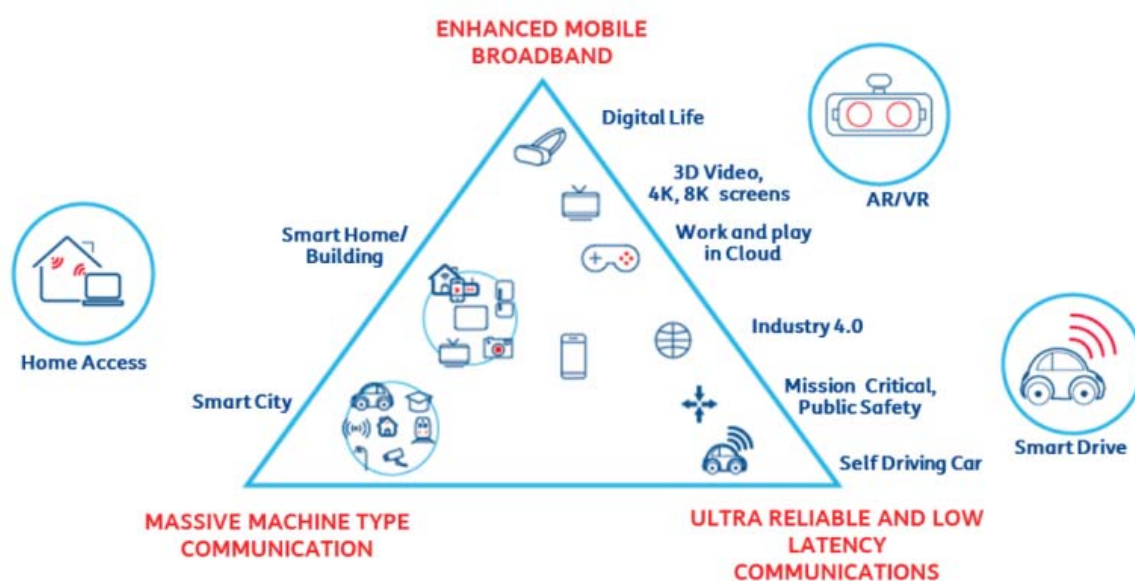


FIGURA 2. LE TRE DIRETTRICI DI SVILUPPO DEL 5G. (FONTE: NOTIZIARIO TECNICO 2-2017 TIM, PAG.11)

Il 5G è la prima generazione tecnologica che punta così direttamente alla realizzazione di benefici socio-economici, specialmente in ottica di mercato B2B e B2B2C, indirizzando specificatamente la creazione di soluzioni per le industrie verticali.

Per visualizzare questa novità del 5G da un punto di vista puramente tecnologico, è stato proposto dall'ITU (International Telecommunication Union) e da altri enti di standardizzazione internazionali (3GPP, GSMA, NGMN) un triangolo da interpretare come uno schema che definisce le tre principali modalità operative del sistema (Figura 2):

1. Enhanced Mobile Broadband (eMBB): è la prima dimensione di sviluppo del 5G, vista come un upgrade delle precedenti generazioni, e consente l'accesso ad Internet a banda ultralarga.

Tre aspetti chiave dell'EMBB guideranno l'adozione e la creazione di valore nell'economia del 5G:

- Il primo aspetto è una maggiore capacità con accesso a banda larga, permettendo l'estensione della copertura cellulare in una gamma più ampia di strutture tra cui edifici per uffici, parchi industriali, centri commerciali e grandi spazi. L'accesso a banda larga deve essere disponibile ovunque per fornire una user experience coerente.
- Il secondo è una migliore capacità di gestire un numero significativamente maggiore di dispositivi che utilizzano elevati volumi di dati, specialmente nelle aree localizzate. Questi miglioramenti della rete consentiranno una trasmissione dei dati più efficiente, con un conseguente costo per bit inferiore per la trasmissione dei dati, che costituirà un driver importante per un maggiore utilizzo delle applicazioni a banda larga sulle reti mobili.
- Il terzo aspetto è una maggiore mobilità degli utenti, ovvero l'estensione dei servizi mobili a banda larga ai veicoli in movimento, tra cui automobili, autobus, treni e aerei.

L'insieme di questi tre aspetti permette di offrire servizi broadband con supporto di maggior velocità di banda ed una maggiore densità di connessioni.

Giusto per fare un piccolo confronto, si passa da un peak rate di 1 Gbps in LTE ad uno di 20 Gbps in 5G. Quest'ultima tecnologia utilizza onde radio ad altissime frequenze, fino a 30 GHz, mentre le reti attuali sono comprese entro i 5 GHz. Sono queste alte frequenze il motivo dell'aumento di velocità, ma allo stesso tempo rendono la propagazione del segnale più difficile, perché maggiormente sensibili agli ostacoli fisici. Ciò significa che per una copertura capillare ci vorranno molti più ripetitori, ma non è detto che "servano". Con velocità di picco così elevate infatti, anche in presenza di un segnale più debole, l'utente potrebbe non accorgersi della differenza.

Tale tecnologia contribuirà a sviluppare i casi d'uso della banda larga mobile odierna come i media e le applicazioni AR / VR emergenti, UltraHD o streaming video a 360 gradi e molti altri.

2. Massive IoT (o massive Machine Type Communication, mMTC): rappresenta i servizi dell'IoT "massivo" cioè un gran numero di oggetti, sensori, attuatori da collegare in un'area ristretta. Tale aspetto è molto importante in quanto ci si aspetta che nel

giro di pochi anni il numero di oggetti connessi supererà di ordini di grandezza il numero di esseri umani.

Il 5G, in questo scenario, si baserà su investimenti precedenti in applicazioni M2M e IoT tradizionali per consentire aumenti significativi nelle economie di scala che guidano l'adozione e l'utilizzo in tutti i settori. I requisiti a bassa potenza migliorati dal 5G, la capacità di operare in uno spettro con licenza (rispetto a tecnologie alternative su bande non licenziate) e la sua capacità di fornire una copertura più profonda e più flessibile comporteranno costi significativamente più bassi all'interno delle impostazioni MIoT (Massive IoT). Ciò a sua volta consentirà la scalabilità di MIoT e guiderà una maggiore diffusione delle tecnologie mobili per le applicazioni MIoT.

Fino ad oggi, la tecnologia utilizzata dall'operatore su frequenze licenziate è il Narrow Band IoT (NB-IoT), ovvero una piccola porzione di banda 4G dedicata ad applicazioni IoT e M2M come smart metering, logistica integrata, sanità digitale e Industry 4.0. Con tale tecnologia vi è la possibilità di connettere fino a 60.000 sensori per kilometro quadrato, mentre con l'avvento del 5G c'è un notevole upgrade arrivando ad una connessione potenziale di un milione di dispositivi per kilometro quadrato.

Inoltre, grazie a questa tecnologia, è possibile ottimizzare la gestione della rete in occasione di grandi eventi quali concerti, partite di mondiali, in cui la densità delle connessioni è elevatissima.

### 3. Critical Communications (Ultra-Reliable-Low Latency Communication, URLLC):

i Mission Critical Services (MSC) rappresentano una nuova opportunità di mercato per la tecnologia mobile. Questa significativa area di crescita per il 5G supporterà le applicazioni che richiedono elevata affidabilità, connettività a latenza ultra-bassa con una forte sicurezza e indici di disponibilità. Ciò consentirà alla tecnologia wireless di fornire una connessione ultra-affidabile paragonabile a connettività fisse per supportare applicazioni come veicoli autonomi e il funzionamento remoto di apparecchiature di automazione complesse in cui il guasto non è un'opzione. Ultra reliable, infatti, vuol dire fondamentalmente che la connessione radio 5G si comporta in tutto e per tutto come una fibra ottica.



Parlando di numeri, una rete mobile ad oggi è affidabile al 95% dei casi. Quindi, anche se c'è copertura, nel 5% dei casi si ha una probabilità di perdere la connessione. Invece, col 5G, si parla di una affidabilità che può arrivare al 99,999999%. La radio 5G funziona in tutto e per tutto come il filo o come la fibra. Permette dunque di avere comunicazioni ultra-affidabili a bassa latenza con requisiti rigorosi, in particolare in termini di ritardo. Si passa così da una latenza in termini di risposta, di 20 millisecondi in 4G ad una di 1ms in 5G. Grazie a questo scenario sarà possibile abilitare tutte quelle applicazioni che necessitano di una risposta immediata come ad esempio il monitoraggio di infrastrutture critiche, public safety e nuovi servizi con elevate necessità di sicurezza ed affidabilità. Un esempio lampante è la guida autonoma (Figura 3).



FIGURA 3. GLI ELEMENTI DELL'UPGRADE 5G (FONTE: INTERNA TIM)

## 2.4 Tecnologie chiave a sostegno del 5G

Nelle reti 5G, la tecnologia e i modelli di business sono più intrecciati che mai. Le prestazioni "simil-fibra" promesse non saranno soddisfatte solo progettando una migliore interfaccia radio, ma l'intera infrastruttura dovrà raggiungere livelli di flessibilità senza precedenti per ottimizzare l'utilizzo delle risorse di rete che sono molto più scarse che nelle infrastrutture fisse. Sull'interfaccia aerea saranno richiesti un elevato grado di densificazione della rete, tecnologie di accesso multi-radio, uno spettro di onde millimetriche e un numero maggiore di flussi di comunicazione paralleli attraverso un massiccio MIMO.

Ci saranno, dunque, tecnologie che in prima linea caratterizzeranno il 5G e che permetteranno di raggiungere i requisiti richiesti, come il Network Slicing, il beamforming, il massive MIMO, l'NFV e l'SDN.

## 2.4.1 Tecnologie caratterizzanti il 5G

### 2.4.1.1 Network slicing

La multi-tenancy è uno dei nuovi concetti che possiamo trovare abbinato alla definizione del 5G. La maggiore capacità di condivisione delle risorse delle reti 5G può introdurre nuove interazioni e modelli di business. L'attuale stato dell'arte degli schemi di condivisione della rete consente solo interazioni tra gli MNO (Mobile Network Operator), sotto forma di investimenti o di affitti.

In futuro, invece, le reti 5G dovranno quindi essere reti multi-tenancy. Il 5G dovrà supportare servizi molto diversi, ognuno con propri requisiti in termini di prestazioni, scalabilità e disponibilità. Questi servizi dovrebbero essere creati rapidamente, preferibilmente da coloro che sono interessati a commercializzarli. In altre parole, sarebbe opportuno che le reti mobili potessero essere noleggiate da diversi fornitori di servizi, ognuno dei quali offre un servizio diverso.

Ciò richiede che le reti mobili 5G possano essere rapidamente suddivise in diverse sottoreti indipendenti, chiamate sezioni di rete. Ogni fetta di rete verrebbe quindi configurata in base ai requisiti posti dal servizio che fornirà. Nella suddivisione in rete, i ruoli di provider di connettività e provider di servizi sono separati. L'operatore di telefonia mobile sarebbe responsabile della fornitura di servizi di connettività, sebbene possa continuare a svolgere entrambi i ruoli.

Il network slicing consente agli operatori di rete di aprire la propria piattaforma di infrastruttura di rete fisica alla distribuzione simultanea di più reti logiche autonome, orchestrate in modi diversi in base

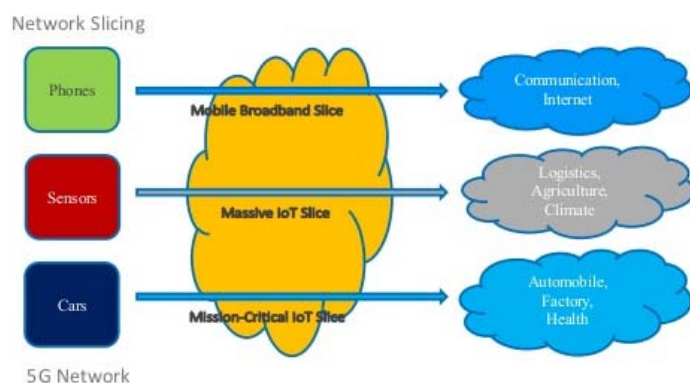


FIGURA 4. NETWORK SLICING (FONTE: PRESENTATION BY JEFF SCHMIDT AT APRICOT 2017)

alle loro specifiche esigenze di servizio. Pertanto, una fetta di rete sarà composta da una raccolta di funzioni di rete 5G e impostazioni di tecnologie di accesso radio combinate per il caso d'uso specifico di un'azienda (Figura 4).

Quindi, col il network slicing, ogni servizio, come l'automotive, il mobile broadband, l'haptic internet, possono essere forniti da diverse istanze di slice di rete. In questo modo è possibile fornire requisiti molto eterogenei sulla stessa infrastruttura poiché diverse istanze di sezioni di rete possono essere orchestrate e configurate separatamente in base ai loro requisiti specifici, ad esempio in termini di qualità del servizio offerto (SLA, "Service Level Agreement"). Inoltre, ciò è eseguito in modo efficiente in termini di costi poiché tutti tenants condividono la stessa infrastruttura fisica.

#### 2.4.1.2 Massive MIMO con beamforming

Prima di spiegare cosa sia il Massive MIMO (Multiple Input Multiple Output) è importante comprendere la tecnologia alla base del MIMO tradizionale. La configurazione MIMO in pratica utilizza più antenne che si trovano sia alla sorgente (trasmettitore) sia alla destinazione (ricevitore). Queste antenne sono collegate per minimizzare l'errore ed aumentare l'efficienza di una rete. Sebbene il MIMO venga già utilizzato in molte applicazioni, dall'LTE al WiFi, il numero di antenne utilizzate è ancora limitato.

La rete di accesso radio 5G realizzerà un enorme MIMO in "piccole celle macroassistite", in cui la cella macro utilizza le bande inferiori per fornire il traffico sul piano di controllo in modo omnidirezionale e le celle piccole utilizzano la banda mmWave per trasportare il traffico sul piano utente utilizzando fasci altamente

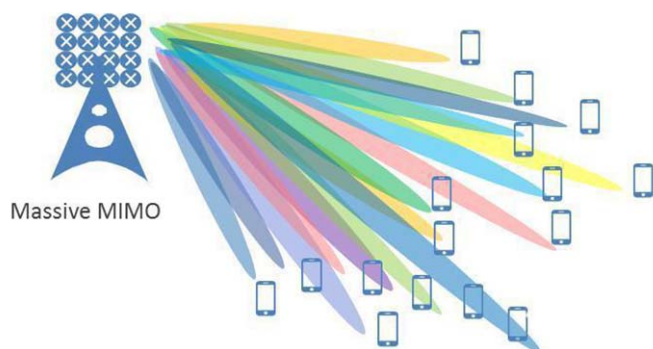


FIGURA 5. MASSIME MIMO AND BEAMFORMING. (FONTE: MARKETREPORTGAZETTE.COM)

direttivi (massive-MIMO). Il massiccio MIMO è una tecnologia fondamentale per il 5G, specialmente se utilizzato su frequenze d'onda millimetriche. A tali frequenze, possono essere fattibili array con diverse centinaia di elementi radianti. Un numero così elevato di

elementi può essere utilizzato per produrre fasci ad alta potenza molto stretti per contrastare la perdita di segnale sul percorso o aprire la possibilità di implementare MIMO MultiUser (MU-MIMO) di ordine superiore per aumentare la capacità delle piccole celle (Figura 5).

L'utilizzo di questa tecnologia permette di utilizzare il beamforming orizzontale e verticale. In poche parole, questo vuole dire che è possibile indirizzare il segnale in qualsiasi direzione, in modo da raggiungere un determinato utente che ha accesso alla rete. Questo rappresenta un miglioramento in efficienza per gli operatori che attivano il segnale solo se è necessario, permette di combattere le interferenze e porta ad una riduzione dei costi in termini di energia. Inoltre, a differenza delle precedenti tecnologie, è possibile indirizzare il fascio anche verticalmente e quindi, ad esempio, al piano 100 di un grattacielo.

#### **2.4.1.3 NFV e SDN**

Al fine di raggiungere i requisiti di scalabilità, flessibilità, agilità e programmazione delle reti mobili 5G si stanno sviluppando due tecnologie chiave: la Network Function Virtualization (NFV) e la Software Defined Networking (SDN).

Di recente, i concetti di “virtualizzazione delle funzioni di rete” e di “rete definita dal software” hanno acquisito molta visibilità nel settore delle telecomunicazioni. Sebbene i due concetti siano indipendenti e abbiano origini distinte, hanno una relazione complementare, che offre vantaggi significativi quando vengono utilizzati congiuntamente. Insieme, queste due tendenze evolutive hanno il potenziale per produrre un cambiamento radicale nel modo di costruire, mantenere e controllare le reti di telecomunicazione. Da una prospettiva generale, NFV può essere inteso come l'insieme di tecnologie che supportano la virtualizzazione delle funzioni di rete. Ciò significa che le funzioni che tradizionalmente dipendevano da piattaforme hardware specifiche e proprietarie possono migrare verso un'infrastruttura cloud e avere il loro ciclo di vita gestito e controllato in una prospettiva simile, cioè attraverso il self-service e con una rapida elasticità.

Ciò semplifica il bilanciamento del carico e lo spostamento delle funzioni tra le risorse hardware distribuite. Con aggiornamenti continui gli operatori possono mantenere le applicazioni in esecuzione sul software più recente senza interruzione per i propri clienti.

D'altra parte, l'SDN è in fase di sviluppo al fine di rendere programmabili i servizi di connettività forniti dalle reti 5G, in cui i flussi di traffico possono essere guidati e gestiti in modo dinamico, al fine di ottenere i massimi benefici in termini di prestazioni.

L'infrastruttura di rete acquisterà così una nuova "plasticità" tale da renderla capace di adattarsi rapidamente ed in maniera efficace alle richieste del mercato: infatti, l'Operatore di rete passerà dal dover gestire apparati e sistemi chiusi (con software proprietario e l'hardware specializzato) al gestire un modello con due livelli di definizione, quello hardware e quello software. Il software diventa sempre più open source e l'hardware di tipo standard, quindi a costi sempre più bassi.

#### **2.4.1.4 CUPS ed Edge Computing**

Come si vedrà nel capitolo 5, per applicazioni come il controllo da remoto di droni o di IoT massivo in I4.0, la tecnologia 5G a bassissima latenza, altissima affidabilità e a connessione massiva sarà possibile averla solo se saranno abilitati questi due tipi di soluzioni tecnologiche/architetturali:

- *Separazione del Control Plane e dello User Plane (CUPS)*
- *Mobile Edge Computing (MEC)*

Prima di spiegare perché è fondamentale la separazione dell'user plane e de control plane, è fondamentale introdurre questi due concetti.

Entrambi sono due elementi fondamentali della core network (CN):

- Il piano dati (UP, a volte noto come piano utente, piano di inoltro, piano portante o piano portatore) trasporta il traffico dell'utente della rete, ovvero riguarda tutti i contenuti inviati/ricevuti dall'utente come messaggi testo, voce, foto, video, siti web, ecc;
- Il piano di controllo (CP) trasporta il traffico di segnalazione attraverso i diversi nodi e determina il cammino dei dati che sono trasferiti tra i vari utenti. Il control plane contiene tutti i dati che riguardano la gestione della rete, come username, password, chiavi di autenticazione, fatturazione, etc.

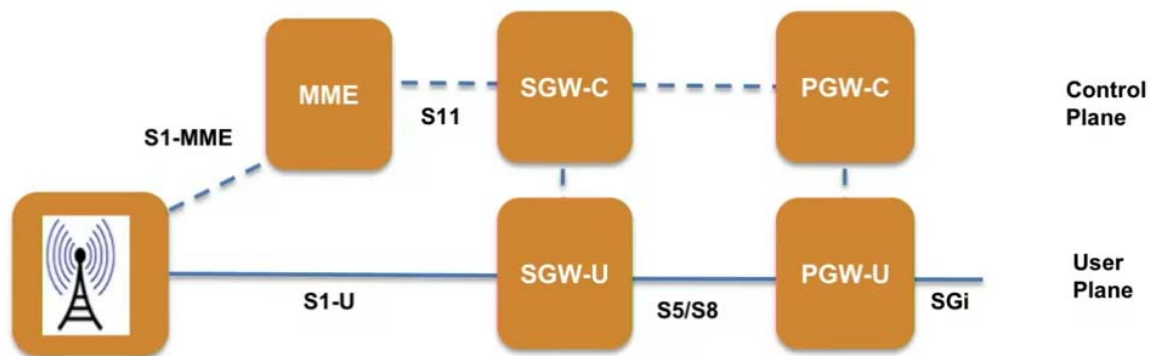


FIGURA 6. CONTROL AND USER PLANE SPLIT (FONTE: INTERNA TIM)

Sostanzialmente, la parte di gestione della rete, e quindi di control plane, rimane in un sito centralizzato, mentre il traffico dati è ridotto notevolmente in quanto rimane circoscritto il più vicino possibile all'utente (Figura 6).

Fattori di rete come un maggiore utilizzo del video mobile, aumento della media per utente e un numero crescente di dispositivi sulla rete, sono chiari driver per un'ulteriore innovazione sulla separazione tra controllo e piani utente. Inoltre, gli operatori che possiedono e gestiscono queste reti sono sottoposti a pressioni crescenti per:

1. ridurre i costi CapEx e OpEx all'aumentare della domanda di traffico e le entrate medie per utente (ARPU): CUPS consente agli operatori di ottimizzare i costi del data center ospitando il piano di controllo e il piano utente in diverse posizioni geografiche, nonché di risparmiare sui costi di backhaul terminando i dati ai margini della rete;
2. respingere le minacce della concorrenza da parte di giocatori nuovi e agili, come i venditori OTT;
3. espandersi in settori nuovi e diversi come le imprese.

Un elemento evolutivo introdotto dal 5G è la capacità di supportare servizi che richiedono bassa latenza, anche in condizioni di piena mobilità. A tal fine l'elaborazione dei dati relativi queste applicazioni deve avvenire all'edge della rete, secondo il paradigma del MEC (*Multi-access Edge Computing*). Il paradigma che sta emergendo, dunque, è l'Edge Computing il quale prevede uno spostamento dei siti all'Edge della rete quindi più in periferia e vicino alle sorgenti dei dati. Questo spostamento consente ai clienti di avere elaborazioni più veloci, perché realizzate in periferia e quindi una riduzione della latenza nella fruizione del

servizio, e agli operatori di ridurre la sempre crescente richiesta di banda in upload per il caricamento dei dati in Cloud e di gestire in modo più efficiente sorgenti locali di traffico. Questo approccio è di particolare rilevanza per gli Operatori Telco, perché permette di valorizzare la capillarità della loro infrastruttura e la ricchezza dei dati raccolti. A livello di standard il MEC (Multi Access Edge Computing, gruppo attivo in ambito ETSI) ha definito un'architettura che fornisce capacità computazionale ai bordi della rete (Figura 7).

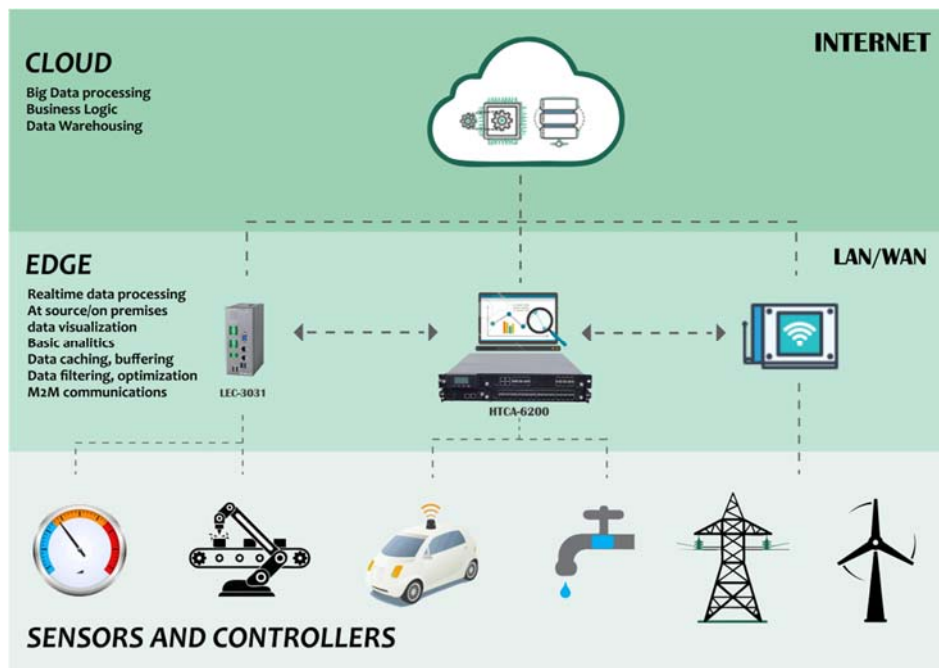


FIGURA 7. DIFFERENCE BETWEEN EDGE AND CLOUD COMPUTING. (FONTE: LANNER-AMERICA.COM)

L'unione delle due soluzioni tecnologiche, ovvero del CUPS e del MEC permette dunque di raggiungere quei requisiti richiesti dall'URLLC per ottenere le prestazioni desiderate. Infatti:

- Permette di accelerare i flussi di dati, che vengono elaborati **in tempo reale** senza latenza;
- Consente alle applicazioni e ai dispositivi smart di rispondere ai dati quasi istantaneamente, già in fase di creazione, **eliminando così i ritardi**;
- Consente di ridurre l'utilizzo della larghezza di banda Internet, **eliminare i costi** e garantire un uso efficace delle applicazioni in posizioni remote;
- Permette di elaborare i dati senza mai trasferirli nel cloud pubblico aggiunge un livello di **sicurezza** utile per i dati sensibili. Questo elemento è molto importante perché garantisce al cliente che i dati rimangono sempre privati, chiusi in casa cliente.

## 2.5 Is 5G disruptive?

Le tecnologie e le innovazioni disruptive creano spesso un nuovo market value in modo inaspettato, sia in modo indipendente, sia attraverso la combinazione con standard e protocolli esistenti (Andrews et al., 2014; Boccardi et al., 2014). Quando si parla delle loro applicazioni, le tecnologie disruptive tipicamente sono più economiche e di prestazioni inferiori, ma coinvolgono funzionalità che potrebbero fornire vantaggi competitivi in futuro. D'altra parte, gran parte degli studi empirici ha dimostrato che l'innovazione disruptive non deve essere necessariamente di qualità inferiore. Infatti, questo è il caso del 5G.

Mentre il 4G è stato considerato come una innovazione incrementale dei suoi predecessori (2G e 3G), le design features e le key technologies hanno indicato il 5G come una innovazione disruptive. Di conseguenza, il 5G creerà nuovi valori di mercato, in cui nuovi servizi e applicazioni emergeranno in modo inaspettato. Pertanto, ci si attende che i policy makers debbano affrontare sfide significative nell'attuazione del 5G nei rispettivi Paesi.

Lo sviluppo del 5G è opera di una R&D globale, che sta coinvolgendo l'intero mondo della ricerca e l'intero mercato. Sotto l'ente di standardizzazione ITU, il 5G è stato etichettato come IMT-2020. Tuttavia, nonostante gli standard non siano ancora definiti in modo maturo, tutti hanno mostrato un consenso sulle visioni del 5G. Sarà comunque necessario l'intervento di un ente regolatorio nazionale che regoli il cambiamento tecnologico dal 4G al 5G in quanto "i determinanti del cambiamento tecnico non possono essere separati dal cambiamento istituzionale" (Mansell, 1998). Pertanto, è importante che un policy maker anticipi e prepari l'avvento della nuova tecnologia, in modo che venga rapidamente adottata dal mercato.



## 2.6 La roadmap generale 3GPP per lo standard 5G

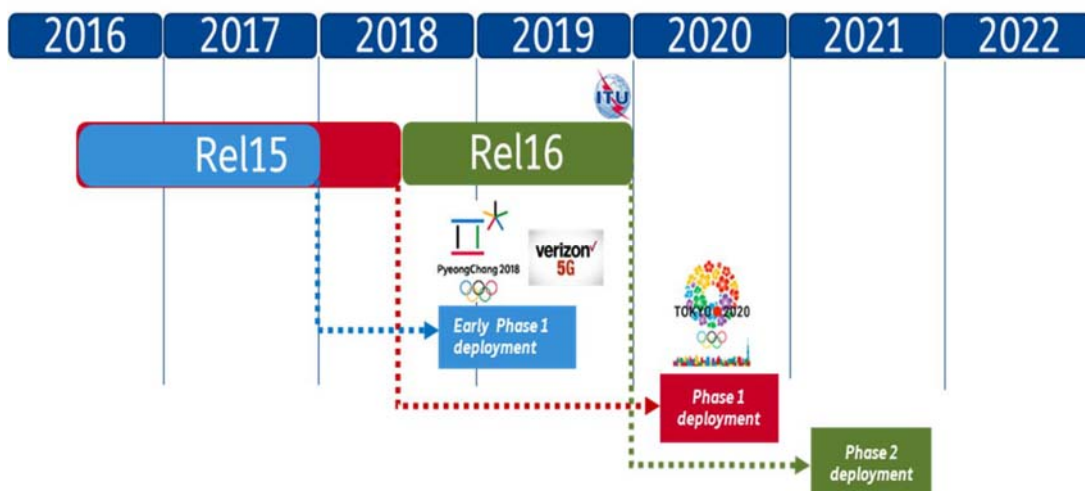


FIGURA 8. ROAD MAP DEGLI STANDARD (FONTE: NOTIZIARIO TECNICO TIM 1-2017, PAG.16)

Il 5G, per essere lanciato, necessita il rilascio dello standard. Tale lancio, curato dal 3GPP, è stato condizionato da due principali fattori:

- Un fattore procedurale, dato che ITU-R (International Telecommunication Union – Radio) ha voluto accelerare la stesura delle nuove specifiche di sistema, affinché questi nella famiglia dei sistemi “IMT-2020”, entro il 2020.
- Un fattore di mercato legato alla necessità di dispiegare già al 2020 soluzioni tecnologiche standard e globali, per farsi trovare pronti in occasione dei giochi olimpici 2020 a Tokyo.

Il piano lavori (Figura 8) ha conciliato le esigenze ITU-R e di mercato, prevedendo un primo rilascio di specifiche (fase 1) al fine di poter permettere lanci tattici e commerciali già tra il 2018 ed il 2019 ed un secondo rilascio (fase 2), incrementale rispetto al precedente, per il completamento di tutte le funzionalità 5G da includere nelle Raccomandazioni ITU-R IMT-2020. La prima fase si è quindi concentrata prevalentemente sull’abilitazione di scenari di servizio di tipo eMBB, evolvendo l’accesso radio LTE, introducendo una nuova interfaccia radio NR (“New Radio”) e alla nuova core network 5G. Obiettivo della fase 2 è invece quello di completare il sistema della fase 1 con tutti gli abilitatori mancanti per la realizzazione dei rimanenti use case URLLC e mMTC.

### 2.6.1 Release 15

La fase 1 del 5G, o Release 15, inizialmente pianificata per giugno 2018, è stata ulteriormente spaccettata in tre rilasci incrementali: Early Drop (finalizzato a dicembre 2017), Regular Drop (completato a giugno 2018) e Late Drop (previsto per marzo 2019). L'Early Drop è stato concepito per poter dispiegare velocemente il nuovo accesso radio (NR) senza dover

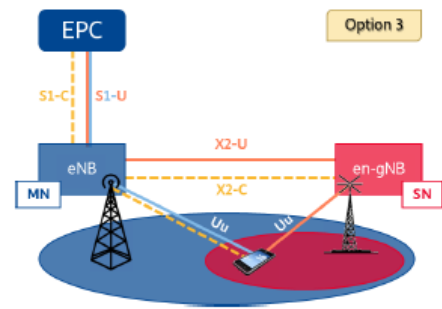


FIGURA 9. OPTION 3, FIRST ARCHITECTURE OF RAN 5G. (FONTE: INTERNA TIM)

dispiegare anche una nuova core network ("option 3" nel gergo 3GPP, Figura 9). Infatti, in tale scenario, la New Radio 5G non viaggia ancora su una rete in 5G poiché ancora non realizzata, ma si integra nell'architettura di rete 4G (detta anche EPC, "Evolved Packet Core"). Sfruttando la capacità delle NR di operare a frequenze molto elevate (ad esempio nell'intorno di 30 GHz), questo scenario permette di raggiungere velocità di trasmissione di alcuni Gbps in microcelle.

Il Regular Drop definisce i fondamenti della nuova core network 5G (5GC), il supporto nativo del network slicing, l'allocazione flessibile dei gateway di user plane a supporto di schemi di comunicazione di tipo edge computing e l'integrazione nativa di accessi non-cellulari (es. hotspot WiFi).

Gli scenari di accesso prevedono che sia i nodi radio NR ("option 2", antenna 5G collegata alla rete 5G, Figura 10), sia quelli LTE ("option 5", antenna LTE collegata alla rete 5G, Figura

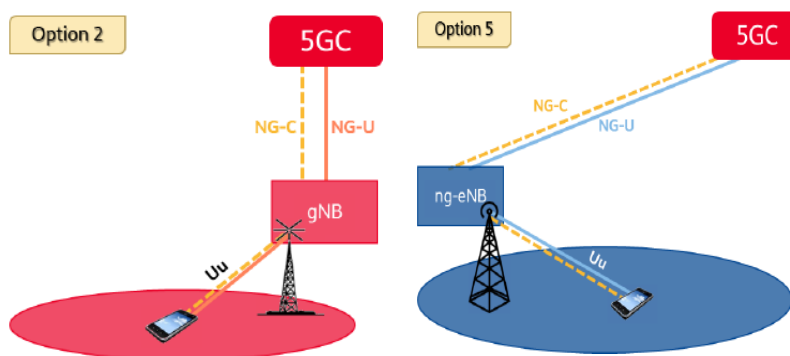


FIGURA 10. OPTION 2, 5G STAND ALONE CONFIGURATION. OPTION 5, 4G STAND ALONE CONFIGURATION. (FONTE: INTERNA TIM)

10) possano connettersi alla 5GC in modalità SA (Standalone), ovvero i due accessi radio diventano indipendenti l'uno dall'altro. Viene inoltre definita la tecnologia NFV (Network Function

Virtualization) che realizza nuovi modelli di virtualizzazione di rete dove le funzioni sono componenti software che girano su sistemi cloud e non più su hardware dedicato.

Il Late Drop, infine, non comporta modifiche alla core network ma aggiunge solo, agli scenari precedenti, il collegamento delle NR e delle antenne LTE alla rete core 5G, in configurazione Non-Standalone (“option 7”, Figura 11).

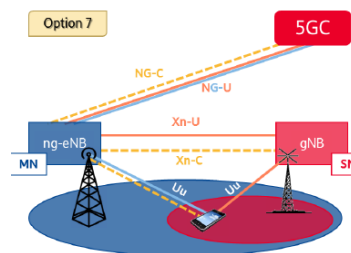


FIGURA 11. OPTION 7, NON-STAND ALONE CONFIGURATION. (FONTE: INTERNA TIM)

È opportuno sottolineare come le date dei “Drop” della fase 1 sopra riportate corrispondano più ad un complemento formale che sostanziale delle attività di specifica. La portata

estremamente innovativa dei contenuti della Release 15 ha infatti determinato alcuni ritardi significativi nella tabella di marcia inizialmente prevista, soprattutto per quanto riguarda la finalizzazione degli aspetti del nuovo accesso radio.

## 2.6.2 Release 16

La seconda fase di specifica del 5G (Release 16) è concentrata su due filoni di attività:

- Espansione verso nuovi settori applicativi in parte già indirizzati dal 4G con tecnologie quali il NB-IoT (“NarrowBand-IoT”) ed il C-V2X (“Connected-Vehicle to X”), rispettivamente per l’IoT e l’Automotive.

La standardizzazione 5G indirizza questi scenari d’uso facendo leva sulle caratteristiche di programmabilità, automazione, apertura della nuova core ed espansione di alcune funzionalità di rete. Abilitatore importante di tale processo di espansione del business risulta essere anche l’evoluzione dei sistemi di management, verso una gestione di rete sempre più automatizzata e proattiva, soprattutto per quanto riguarda il controllo degli SLA (“Service Level Agreement”) delle network slice offerte a Clienti di tipo Vertical.

- Miglioramento delle prestazioni (“enhancement”) rispetto a quanto specificato in Release 15.

Questo è un normale processo in 3GPP, in quanto, a valle della definizione di un nuovo set di funzionalità (in questo caso, l’interfaccia radio NR e la nuova core network 5G), si procede ad ulteriori ottimizzazioni per rendere il sistema sempre più efficiente e performante. Il 3GPP, con la Release 16 permetterà ai moduli NB-IoT di attestarsi alla nuova core, che è stata aggiornata per introdurre prestazioni di ottimizzazione della segnalazione,

efficienza energetica, gestione “in bulk” di gruppi di moduli, esposizione controllata di capability ed eventi di interesse per i Clienti Business.

Tra le novità assolute della Release 16, vi sono le funzionalità a supporto di applicazioni Industrial IoT, che richiedono tipicamente elevata affidabilità, bassissima latenza, localizzazione e sincronizzazione molto accurate (caso delle comunicazioni URLLC). Altra novità prevista dalla Release 16 è la realizzazione di reti di comunicazione all’interno di impianti industriali a supporto della digitalizzazione di tutti i processi produttivi nella fabbrica. Inoltre, sono in definizione nuove soluzioni architetture per dispiegamenti locali ed isolati di reti 5G su accesso radio NR con logiche che favoriscono l’uso del 5G anche da parte di nuovi soggetti non-Telco tradizionali (ad esempio, tramite spettro licenziato allocato al proprietario di uno stabilimento industriale). La scelta del modello da dispiegare dipenderà delle specificità e dei requisiti di ciascun cliente Vertical.

Per quanto riguarda gli aspetti di ottimizzazione delle prestazioni radio, il 3GPP prevede di specificare ottimizzazioni della tecnologia massiva MIMO (“Multiple Input Multiple Output”), aspetto critico per permettere il funzionamento delle reti a frequenze molto elevate, ovvero a 28 GHz.

### **2.6.3 Release 17**

Attualmente le attività di specifica della fase 2 del 5G sono concentrate sul completamento dei lavori per marzo 2020 ed il pieno supporto dei requisiti IMT-2020, tuttavia già si delineano aspetti che caratterizzeranno le Release successive, in particolare la Release 17 andando così ad allargare l’orizzonte di impiego del 5G. La forte novità rispetto alle precedenti Release si preannuncia esser costituita dal fatto che sempre più attori diversi da quelli tradizionali (ovvero i Vertical) portano in 3GPP i loro requisiti richiedendo soluzioni basate su tecnologie 5G 3GPP per i loro use case. Nel seguito, un breve elenco degli studi già avviati o in avvio nei prossimi mesi:

- Integrazione dell’accesso radio via satellite con la rete 5G.
- Abilitazione del multicast/broadcast su LTE e NR, a supporto di diversi scenari applicativi.
- Produzione audiovisiva: si prevede di complementare le capacità di broadcasting con soluzioni ottimizzate di latenza, affidabilità di rete, connettività e QoS per la

produzione di contenuti multimediali professionali in mobilità o in studio (fabbrica audiovisiva), anche a supporto di eventi di massa e con un numero elevato di dispositivi connessi (microfoni, fotocamere, amplificatori, ...).

- Droni: ulteriori capacità di banda in uplink e di latenza ridotta permetteranno applicazioni estensive e sicure di droni telecomandati nei contesti più disparati (industria petrolifera, cinematografica, agricola, ...).
- Gaming: nuovi livelli di interattività diretta tra terminali ed ottimizzazioni URLLC potrebbero abilitare esperienze di gioco in VR sempre più coinvolgenti.
- Telemedicina: saranno indirizzati i requisiti tecnici abilitanti gli use case tecnologicamente più sfidanti della sanità elettronica (es. possibilità di localizzare eventuali strumenti inseriti all'interno del corpo umano), per abilitare operazioni chirurgiche assistite da Realtà aumentata o da robot.

## CAPITOLO 3 – ANALISI DEL MERCATO 5G PER TIM

### 3.1 Come cambiano il mercato e i modelli di business con il 5G

La trasformazione che sta attraversando il settore delle telecomunicazioni in Italia, soprattutto nel biennio 2018-2019, è al centro di dibattiti sia dal punto di vista economico, sia dal punto di vista politico. Per meglio comprendere lo stato di questo settore, occorre tenere presente che:

1. “Non può essere considerato come un qualsiasi settore regolamentato. È fondamentale coglierne la sua unicità nell’attuale contesto storico: gestisce l’infrastruttura in assoluto più strategica per un paese nel ventunesimo secolo, quella che abilita la quarta rivoluzione industriale, basata sul digitale pervasivo, l’internet delle cose, l’intelligenza artificiale, i big data, il cloud, la blockchain. Per capirne l’importanza, basti pensare alle rivoluzioni industriali precedenti e alle relative infrastrutture abilitanti, quali ad esempio la rete elettrica o la rete ferroviaria: quante attenzioni specifiche hanno avuto nel periodo storico di riferimento?”
2. I prezzi nel settore delle telecomunicazioni hanno subito una fortissima contrazione, pari ad oltre il 40% negli ultimi 16 anni, dovuta sia ad una pressione regolatoria sia ad una assurda guerra di prezzo tra gli operatori sul mercato (mentre i prezzi degli altri servizi di utilità sono cresciuti). Questo ha determinato una forte riduzione dei ricavi, pari a circa il 30% nell’ultimo decennio. Nello stesso periodo gli operatori Telco hanno però continuato ad investire per il rinnovo delle reti e gli effetti di questi investimenti si sono visti chiaramente: le coperture della rete fissa larga >30 Mbps e della rete LTE hanno raggiunto oramai in Italia quelle dei Paesi europei più avanzati. La contrazione dei ricavi, da una parte, e i continui investimenti, dall’altra, hanno inciso notevolmente sulla generazione di cassa netta, misurata dalla differenza tra Ebitda e Capex, che si è ridotta del 70% negli ultimi 10 anni. Questo non è solo un indicatore “finanziario” ma è anche un indicatore della salute di un settore, della sua possibilità di dare valore a tutti gli stakeholder, della sua capacità di investire nel futuro, di innovare. Una contrazione così forte pone dubbi sulla sostenibilità stessa di un comparto così strategico per il nostro futuro.

3. In parallelo a queste dinamiche che hanno caratterizzato il settore delle telecomunicazioni, sono cresciuti enormemente tutti i mercati dei nuovi servizi digitali abilitati dalle reti di telecomunicazione (e-commerce, internet advertising, cloud, ecc.). Questi mercati sono stati fino ad oggi ad appannaggio degli OTT (Over The Top), che infatti hanno visto crescere notevolmente in questi anni i loro fatturati e i loro margini. Le Telco hanno invece stentato a trovare un ruolo realmente rilevante in questi nuovi mercati, culturalmente molto lontani dal loro dna.”<sup>1</sup>

Questo terzo punto è importantissimo per capire come sta cambiando il mercato. Nel business-to-business, le compagnie di telecomunicazione hanno a lungo dominato la vendita di bundle di servizi e connettività. Nei recenti anni, questo business tradizionale è stato disintermediato dai player OTT (Over the top) come Amazon e Google, che hanno posizionato le compagnie di telecomunicazione come “solo” fornitori di connettività con un marketplace di servizi.

La trasformazione attuale può essere un momento importante per far “evolvere” le Telco in un player ecosistemico platform-based, orchestrando relazioni one-to-many e posizionando le

loro attività per una crescita redditizia giocando un ruolo importante nella industry disruption.

Come si vede nel grafico (figura 12), attualmente,

mentre il contributo delle entrate B2B rappresenta oltre il

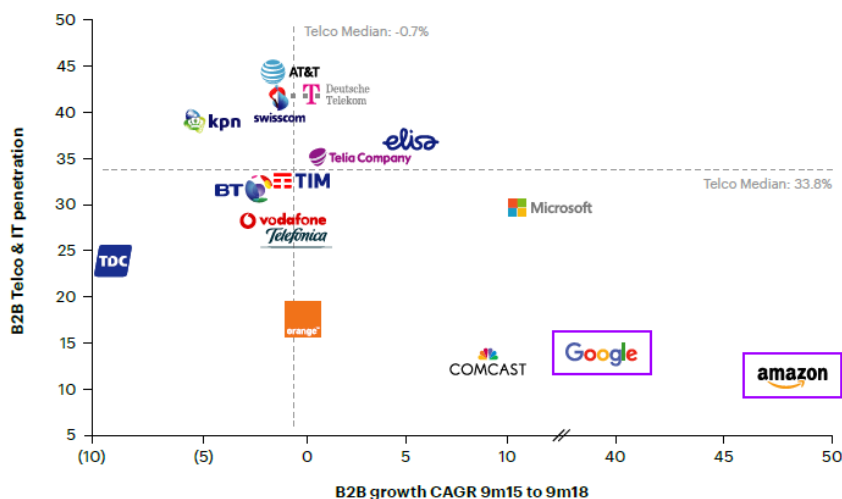


FIGURA 12. B2B GROWTH IN THE COMMUNICATION INDUSTRY. (SOURCE: COMPANY REPORTS, ACCENTURE ANALYSIS. NOTE: ORANGE REVENUES ARE RELATED ONLY TO THE BUSINESS SERVICES SEGMENT.)

<sup>1</sup> Rangone A., *Telco: o si cambia o si muore*, 2018, Digital 360

30 per cento delle entrate totali di Telco, i "nativi digitali" come Amazon (con AWS — Amazon Web Services) e Google sono leader nella crescita delle entrate B2B, registrando tassi di crescita di oltre il 30 per cento. In questo contesto, sembra che le aziende che presentano scalabilità, ridotta complessità della rete e rapido time-to-market per nuovi servizi, siano ben posizionate per affrontare nuove sfide nel loro business B2B.

Ad oggi, bisognerà avere una forte ed ampia visione per cogliere le opportunità che si stanno creando nel business-to-business con il mondo connesso e con il 5G, iniziando dal cambiare i modelli di business e operativi. Non c'è una soluzione veloce, ma l'adozione di un approccio alla trasformazione improntato all'innovazione consentirà alle imprese B2B di crescere rapidamente e, poiché generano entrate, liberare la capacità di investimento necessaria per una ulteriore innovazione.

“Le telco devono cambiare pelle e dotarsi di nuove competenze”<sup>2</sup>.

## **3.2 L'attuale mercato della connettività mobile nel B2B**

### **3.2.1 Com'è strutturata oggi la filiera del mercato della connettività mobile (4G, LTE) e servizi connessi nel B2B**

L'innovazione continua e la incessante crescita di necessità di comunicazione ha trasformato il settore delle TLC, e in particolare quello delle comunicazioni mobili, in una delle industrie più dinamiche e competitive. L'ecosistema del servizio mobile, nel primo decennio del XXI secolo, ha affrontato uno stato di rapida e fondamentale trasformazione. L'emergere degli smartphone nella scorsa decade ha comportato enormi miglioramenti nell'infrastruttura di rete mobile (3G e 4G), significativi progressi nelle piattaforme di pagamento e una domanda esplosiva di applicazioni mobili hanno creato enormi opportunità di guadagno per tutti gli attori dell'ecosistema. Ad esempio, i platform providers sono uno dei tanti attori integrati in un "ecosistema" complesso. In termini generali, un ecosistema di un business è costituito da aziende interdipendenti che formano relazioni simbiotiche per creare e fornire valore in termini di prodotti e servizi. Pertanto, sebbene una piattaforma consenta la creazione di un ampio valore, il suo successo dipende fortemente dagli altri attori dell'ecosistema. La concettualizzazione dei mercati come

---

<sup>2</sup> Cirillo A., *Telco per l'Italia 2019, Responsabile Marketing & Digital Factory Business TIM*



ecosistemi di valore deriva dal lavoro teorico in reti tra aziende e sistemi complessi. Oliver<sup>3</sup>, nel suo lavoro più importante suggerisce che le relazioni interaziendali sono il risultato di sei determinanti fondamentali: asimmetria, reciprocità, efficienza, stabilità, legittimità e necessità.

Il motivo della nascita delle relazioni tra le imprese per la creazione, la distribuzione e l'acquisizione di nuovi valori deriva sia da una esigenza che da una opportunità, generata a sua volta dall'aumento della complessità dello sviluppo dei prodotti e servizi e dalla crescente disintegrazione dei mercati in senso verticale e in senso orizzontale. In passato, una singola impresa poteva creare valore all'interno dei propri confini aziendali; oggi, le aziende comprendono che esiste un enorme capitale sociale nella collaborazione con altre aziende. In generale, le aziende si sono impegnate in queste relazioni per principalmente combinare e integrare conoscenze e capacità complementari al fine di migliorare le prestazioni innovative, ridurre il time to market e identificare nuove opportunità.

Nel mondo delle telecomunicazioni si è creato dunque un vasto ecosistema, con una elevata complessità, con un numero elevato e crescente di ruoli differenti delle aziende presenti in tale settore. L'ecosistema si evolve, si modifica sempre al passo con la tecnologia e in tutte le direzioni. Già con il 4G, la trasformazione dell'ecosistema non avviene più solo in orizzontale (connettività e servizi annessi), ma avviene anche nei diversi settori verticali. Quindi ci sono due filiere, una orizzontale e una verticale, che partono dalla stessa industry, che è quella della connettività. Vediamo adesso in dettaglio i player di queste due filiere.

### **3.2.1.1 Filiera dei servizi di connettività**

La connettività è ormai una commodity, dove la competizione avviene per lo più sul prezzo e, nel caso di TIM, nell'assicurare una alta qualità del servizio (QoS). I diversi segmenti della filiera della connettività sono:

- Il Service Operator: è il ruolo di TIM Business. Tra i service operator occorre distinguere tra i Mobile Network Operator (MNO) e i Mobile Virtual Network Operator (MVNO). Un

---

<sup>3</sup> Oliver C., *Determinants of interorganizational relationships: Integration and future directions*, 1990. Acad. Management Rev. 15(2):241–265

MNO è un fornitore di servizi di comunicazioni wireless che possiede o controlla tutti gli elementi necessari per vendere e fornire servizi a un utente finale compresa l'allocazione dello spettro radio, l'infrastruttura di rete wireless, l'infrastruttura di backhaul, la fatturazione, l'assistenza clienti, il provisioning dei sistemi informatici e le organizzazioni di marketing e riparazione. Tipicamente devono garantire il rispetto di alcuni parametri di QoS (Quality of Service) definiti dai cosiddetti Service Level Agreement (SLA), obblighi di servizio da parte del fornitore verso il cliente con pena il pagamento di penali. È l'operatore che fornisce la connettività voce/dati mobile (anche se attualmente si occupa maggiormente della connettività fissa).

Oltre a ottenere entrate offrendo servizi al dettaglio con il proprio marchio, un MNO può anche vendere l'accesso ai servizi di rete a tariffe all'ingrosso agli operatori di reti virtuali mobili (MVNO). Attualmente, nel B2B, la presenza degli MVNO è irrilevante.

- Core Network/ Transmission Network Operator: TIM è proprietario e amministratore della sua Core Network. È proprietario dei collegamenti fisici, come ad esempio quelli in fibra ottica, ed è anche il gestore della sua rete. Per comprendere meglio, spieghiamo come viaggiano i dati in core network.

I flussi di traffico e di informazioni, trasportati a livello locale e regionale delle infrastrutture di rete, hanno bisogno di una rete nazionale per essere trasportati da un punto all'altro del Paese o per poter essere instradati su reti internazionali oppure su Internet. Tale funzione è svolta dalla dorsale IP multiservizio, che permette di raccogliere qualunque tipo di flusso di dati poiché trasformati in pacchetti IP. I dati privati di una azienda viaggiano dunque sottoforma di pacchetti IP e tipicamente viaggiano tramite tecnica MPLS (MultiProtocol Label Switching) sulla OPB (Optical Packet Backbone), ovvero la vera e propria dorsale di trasporto nazionale della rete TIM. Un operatore di rete core, dunque, è un operatore che fornisce servizi ai subscribers CN (core network) e può fornire servizi di roaming nazionale o internazionale.

- Radio Access Network Operator: anche in questo caso TIM è amministratore, proprietario e gestore dei propri accessi alle reti. Una rete di accesso radio (RAN) fa parte di un sistema di telecomunicazione mobile e implementa una tecnologia di accesso radio (che in 3G è l'UMTS, in 4G è LTE). Concettualmente, risiede tra un

dispositivo come un telefono cellulare, un computer o qualsiasi macchina controllata a distanza e fornisce la connessione con la sua rete centrale (CN).

- **Network Equipment Vendor:** sono aziende che vendono prodotti e servizi sia ai service operator, che come già detto sono gli operatori fissi o mobili, nonché a clienti business. Tipicamente sono i fornitori delle stazioni radio base (ovvero le antenne che si poggiano sulle torri. Per adempiere alle proprie funzioni, una stazione radio base necessita dell'infrastruttura portante, ovvero la torre, dell'antenna (fornita dall'antenna supplier), di un hardware su cui è installato un software che abilita le funzioni di rete e instradamento dei pacchetti. Fino a qualche anno fa, solitamente un fornitore realizzava una soluzione unica per HW e SW e realizzazione delle antenne, ma, come già citato in precedenza, con le tecnologie NFV e SDN è in corso una ottimizzazione delle risorse con disaccoppiamento tra il "pezzo di ferro" e l'applicativo. Inoltre, in questo segmento occorre inserire i fornitori di HW e SW agli edge della rete, per apparecchi come router, switch, hub, ecc.
- **Network Infrastructure Operator:** sono le aziende che realizzano le infrastrutture di rete, come ad esempio le torri radio. In questo segmento TIM è attiva con INWIT, azienda facente parte del Gruppo Telecom Italia.

Nella parte di connettività, dunque, TIM è un operatore Telco a tutto tondo, ovvero controlla ogni segmento di questa prima parte della filiera (ad esclusione del Network Equipment). Si occupa principalmente del funzionamento e della manutenzione della rete dorsale, delle stazioni base e dell'infrastruttura, facilitando la trasmissione di dati mobili tra utenti mobili e fornitori di servizi applicativi.

### **3.2.1.2 Filiera dei Servizi Orizzontali**

I servizi orizzontali sono tutte quelle applicazioni come il mobile messaging, l'automatizzazione della forza di vendita, lettura e modifica dei documenti, tutti quei servizi utilizzati in diversi settori industriali. Si tratta di applicazioni più ricche di dati e incentrate sui dispositivi mobili, utilizzate pesantemente dal personale addetto alle vendite, al servizio clienti e alle operazioni sul campo. Tra gli attori in questa parte della filiera:

- **Technology Platform Vendors:** sono le aziende che provvedono alla fornitura di sistemi operativi per smartphone e micro-browser necessari ai servizi Internet/MPLS mobili.
- **Mobile equipment vendors:** gli operatori di questo gruppo progettano e producono tutti i tipi di telefoni cellulari o altri dispositivi che supportano GPRS, 3G, 4G o altre tecnologie di comunicazione. Inoltre, svolgono anche il ruolo di promozione delle innovazioni del settore e della tecnologia. Tipicamente, in gergo tecnico, si parla di CPE. Una CPE (Customer Premise Equipment) è un qualsiasi terminale o apparecchiatura situato in casa cliente o con accesso alla rete propria. Nel caso del 3G/4G il CPE è tipicamente uno smartphone o un tablet in quanto sono i device su cui girano quasi tutte le applicazioni esistenti.
- **Semiconductors provider:** sono le imprese che basano il loro business sul creare i chip di elaborazione che consentono la connettività di dispositivi, telefoni e sempre più il resto dell'IoT. I chipmaker sono fondamentali per alcune applicazioni come unità di elaborazione grafica mobile (GPU) evidenti nell'ascesa di social media, giochi mobili e videochiamate. I semiconduttori vengono ora utilizzati per supportare applicazioni emergenti come realtà aumentata e virtuale (AR / VR), robotica e altro nella prossima ondata di dispositivi connessi.
- **Mobile equipment retailers:** sono specificamente i responsabili della vendita di tutti i tipi di apparecchiature mobili o di prodotti correlati alla vendita al dettaglio, svolgono il ruolo di distributore per produttori di apparecchiature mobili e operatori di reti mobili.
- **Application developers:** gli operatori di questo gruppo convertono tutti i tipi di applicazioni basate su Internet nell'ambiente wireless e sviluppano persino software applicativi di qualsiasi tipo per arricchire la bussola e il contenuto delle applicazioni mobili.
- **Content Developers:** nel commercio mobile, gli sviluppatori di contenuti svolgono un ruolo nel fornire, progettare o produrre vari tipi di prodotti o servizi necessari a tutti i tipi di consumatori.
- **Content Aggregators:** le funzioni degli operatori di questo gruppo comprendono l'aggregazione, l'integrazione e il re-packing o la distribuzione di prodotti o servizi relativi ai consumatori, quali notizie, giochi e messaggi finanziari. Verranno inoltre

fornite funzioni di ricerca e classificazione per consentire un accesso più rapido ai servizi desiderati. TIM è attivo e compete in questi ultimi due segmenti, sia come sviluppatore sia come aggregatori di servizi, come ad esempio quelli di messaggistica basati su tecnologia SMS.

- **Mobile portal providers:** I provider di portali mobile svolgono il ruolo di "gate" verso Internet mobile; vale a dire il primo punto di contatto per la navigazione in Internet mobile. Oltre ad aggregare servizi e contenuti informativi di tutti i tipi di proprietà, vengono forniti anche indici di informazioni, strumenti di ricerca e servizi correlati per assistere gli utenti nella ricerca delle informazioni desiderate. Il ruolo di questi provider, sotto la limitazione innata dei dispositivi mobili, è più importante dei provider di portali di Internet convenzionale.
- **Value-Added Service Provider:** sono tutti i fornitori di servizi a valore aggiunto che completano il bundle del servizio.
- **Customers:** ovvero i clienti, in questo caso clienti business, appartenenti a qualsiasi settore verticale.

### **3.2.1.3 Filiere dei Servizi Verticali**

Già in piccola parte con il 3G, ma maggiormente avviate con il 4G, sono state sviluppate diverse filiere per bisogni tipici di ogni settore. Di base c'è sempre il Telco che offre la connettività, ma le filiere poi cambiano a seconda degli attori specializzati su ogni settore verticale. Le applicazioni verticali sono molto varie e sono tipicamente su misura o altamente personalizzate per processi specifici del settore. Le diverse soluzioni applicative a cui questo studio mira, sono quelle che prevede dispositivi che non sono collegati tramite cavo (ad esempio un'auto) e che dunque richiedono una SIM industrial per trasmettere i dati. Tali settori verranno approfonditi, sia in chiave 4G che 5G, nel capitolo successivo. In ogni filiera, però, è possibile identificare dei player più o meno standard:

- **CPE manufacturer/retailer:** sono i produttori e rivenditori delle attrezzature e dei device con omologazione per SIM che fanno parte di una determinata soluzione applicativa. Tra questi ci sono gli Smart Module Provider (o Semiconductors Provider), ovvero chi produce le SIM card, i sensori, embedded chips, Aggregatori, Trasportatori. Sono inclusi anche gli Smart Object Provider, coloro che producono le CPE come camere, macchine,

meters, appliances. Come avviene per gli smartphone, i produttori spesso non coincidono con i rivenditori.

- Applications Provider: sono coloro che inventano/sviluppano la soluzione applicativa ad un determinato problema del settore. La soluzione potrebbe derivare da un qualsiasi attore della filiera, ma chi trova la soluzione è solitamente l'impresa che detiene la tecnologia o quantomeno le conoscenze per svilupparla (ad esempio le società di consulenza ingegneristica).
- Software Customization Provider: è il fornitore che sviluppa il back-end, le interfacce, le soluzioni building up, hardware. Tipicamente sono le società di consulenza informatica.
- System Integrator Provider: sono tutte le aziende la cui main capability è quella di saper integrare tutte le soluzioni dei diversi fornitori/partner e trasformarle in una offerta concreta al cliente.
- Platform provider: riguarda tutti i fornitori di soluzioni IT, che offrono piattaforme di raccolta / gestione dati. Non tutte le applicazioni sono installate in locale e non tutti i dati vengono processati in locale. Per cui, poiché siamo nell'era dei Big Data e della Digital Trasformation, occorre considerare anche questi attori nella filiera.  
TIM è proprietario di un gran numero Data Center in tutto il territorio italiano, tra cui è necessario menzionare quello recente di ultima generazione costruito ad Acilia. Ma in questo segmento di mercato è molto ostico data la presenza di tanti operatori, dai Top di gamma fino a quelli più piccoli.
- Customers: i clienti in questa parte della filiera sono quasi tutti clienti Business, ognuno appartenente al proprio settore verticale.

Facendo uno screen della filiera (Figura 13), si intuisce la presenza di diversi operatori, ognuno con la propria struttura. È possibile notare come TIM è un operatore Telco per eccellenza in quanto è amministratore e proprietario di tutta la sua rete, sia in core network, sia in rete locale, gestisce gli accessi alla rete e può garantire una ottima assistenza sulla continuità di servizio sulla rete proprietaria. Questo potrebbe rappresentare un valore aggiunto per il cliente. In effetti lo è, ma negli anni la connettività è diventata una

commodity anche nel B2B. Per cui, per il cliente la potenzialità nella catena del valore risiede in altri punti.

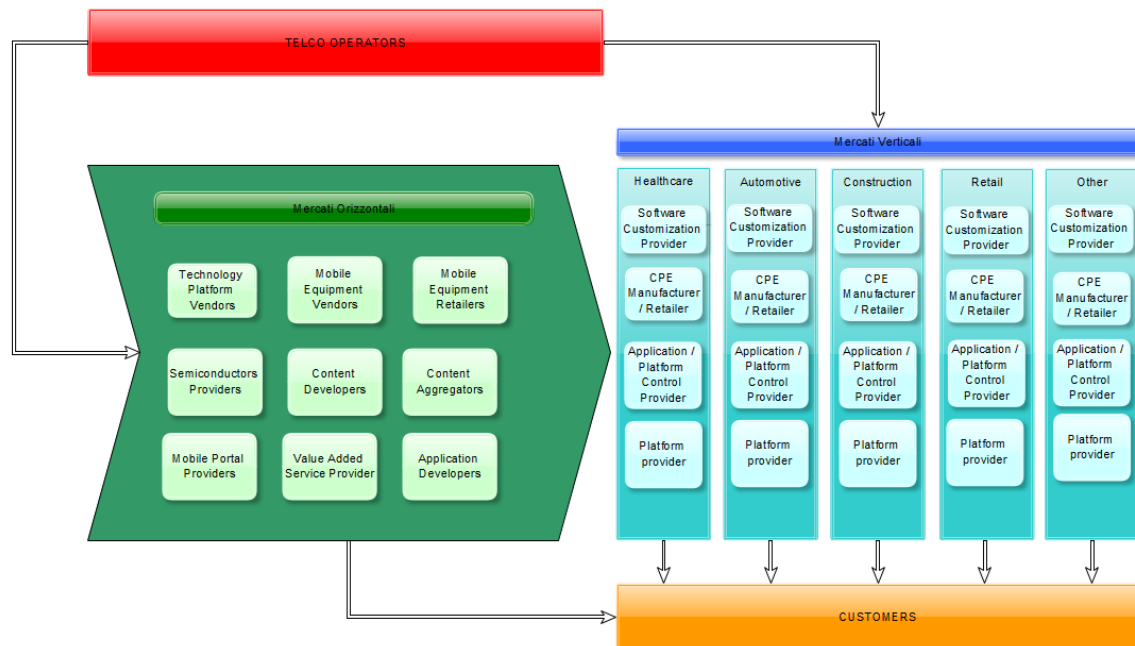


FIGURA 13. FILIERA DEL MERCATO DELLA CONNETTIVITÀ E DEI MERCATI ORIZZONTALI/VERTICALI. (FONTE: FRANCESCO BANDO)

### 3.2.2 Value Chain attuale del mercato della comunicazione mobile e servizi orizzontali

Tra i membri della catena del valore discussi in precedenza, nonostante ciascuno abbia il suo significato, gli operatori di reti mobili svolgono il ruolo più critico sull'intera catena del valore. Teoricamente, sull'intera catena del valore del commercio mobile, gli operatori di MNO, oltre al ruolo di service provider, potrebbero reinventarsi anche in ruoli della catena del valore, ad esempio fornendo servizi Over the top. Ma la realtà mostra come i Telco siano fossilizzato sul loro core business.

In figura (Figura 14) è mostrato come i diversi segmenti della filiera sono stati nei tasselli della catena del valore, leggermente semplificata, del cliente, ognuno con i propri principali attori.

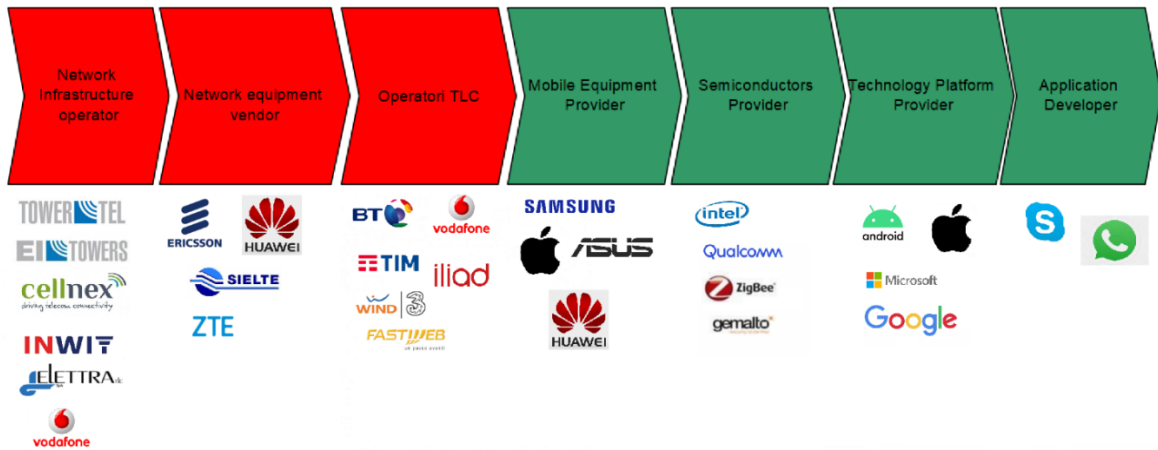


FIGURA 14. VALUE CHAIN SERVIZI ORIZZONTALI. (FONTE: FRANCESCO BANDO)

Nel primo mercato della filiera TIM è presente con INWIT ed è il principale operatore nel settore delle infrastrutture passive in Italia. Fino al 4G, il mercato è stato comunque equilibrato e ben distribuito con Vodafone e Cellnex.

L'altro tassello della filiera in cui TIM è presente è ovviamente quello dei TLC, dove in Italia, sul fronte mobile e nel B2B, deve contendersi la leadership con Vodafone e Wind 3. Secondo l'osservatorio AGCOM del secondo trimestre del 2019<sup>4</sup>, i tre gestori di rete mobile detenevano le seguenti quote di mercato (calcolate per Sim): TIM al 30,5% (in calo rispetto al 30,7% del trimestre precedente), Vodafone passa dal 29,2% al 29,1% superando però Wind Tre (al 28,9% rispetto al 29,2% del trimestre precedente).

Nonostante TIM sia il leader di mercato in Italia nel mercato mobile B2B, con un controllo quasi totale della sua rete, il mercato Mobile, come già detto in precedenza, è ormai diventato una commodity. Il valore per il cliente è creato nella parte finale della filiera, ovvero da coloro che realizzano gli smartphones, dai produttori, dai fornitori di semiconduttori e soprattutto dagli sviluppatori delle applicazioni, in particolare dagli OTT. Uno studio recente di Jay Jacobs<sup>5</sup>, mostra quanto appena spiegato (Figura 15).



FIGURA 15. SEGMENT RETURNS. (FONTE: BLOOMBERG)

<sup>4</sup> AGCOM, Osservatorio sulle Comunicazioni n. 2/2019

<sup>5</sup> Jacobs J., *What 4G's Run Can Teach Us About the 5G Future*, 2019. Global X



La dispersione delle prestazioni è significativa. Nel corso di oltre sette anni, i rendimenti totali in ciascun segmento sono stati notevolmente diversi. I fornitori di semiconduttori hanno guidato il gruppo, generando quasi cinque volte i rendimenti del settore con le prestazioni più basse, gli operatori TELCO. Le applicazioni per l'utente finale sembrano essere un filo conduttore tra i settori con le migliori prestazioni. I semiconduttori e i social media hanno sovraperformato gli altri segmenti 4G di un ampio margine. Le società di social media forniscono software e applicazioni che catturano l'interesse dei consumatori, mentre i produttori di semiconduttori creano i chip 4G che consentono le velocità e le capacità di elaborazione richieste sui dispositivi degli utenti finali. I segmenti difensivi rimangono invece tali. Quello delle telecomunicazioni, che generalmente è considerato come segmento difensivo, è stato infatti il segmento con le prestazioni peggiori. La crescita del 4G si è verificata durante il decennio della crescita globale a seguito della crisi finanziaria, quindi la relativa sottoperformance delle telecomunicazioni è forse sorprendente, o in linea con gli schemi storici durante i periodi espansivi.

Per recuperare terreno in questo segmento, dunque, gli operatori TLC devono necessariamente capire come invertire questa tendenza, provando a contrastare gli OTT e usando come arma il 5G.

### **3.2.3 Chi sono e come contrastare il potere degli OTT**

Chi sono questi Over-The-Top? Gli OTT sono la generazione di operatori nel mondo dell'ICT la cui peculiarità consiste nell'operare al di sopra della catena del valore, andando ad eliminare i costi, non solo in termini monetari, legati allo svolgimento delle fasi della filiera e nella transizione da una parte all'altra di essa. Sono detti Over-The-Top in quanto offrono contenuti e servizi ai clienti finali sfruttando la rete Internet e lo sviluppo dell'ultra broadband, la cui realizzazione è completamente a carico degli operatori tradizionali. Gli OTT sviluppano servizi applicativi in modo efficiente e a basso costo "al di sopra delle reti", sfruttando la separazione tra servizi applicativi e trasporto IP, che è alla base del WWW. Tali forme di inserzione rappresentano per gli OTT la principale forma di introiti. Citando un paio dei più forti OTT sul mercato: Google, Amazon, Facebook, Whatsapp: colossi difficili da contrastare.

Da un lato, gli OTT sono la ragione principale per cui i clienti adottano le nuove tecnologie, sia sul mobile che sul fisso, ma dall'altro lato creano un rapporto segmentato per la fruizione dei servizi al cliente che deve necessariamente interfacciarsi con più fornitori sia dai un punto di vista colloquiale, sia da un punto di vista di fruizione dei servizi. Il potere degli Over-The-Top si è sviluppato soprattutto grazie a due fattori:

- alla possibilità di utilizzare infrastrutture di rete per veicolare il proprio prodotto, senza doverne necessariamente essere proprietari. Infatti, tali player hanno sfruttato a pieno l'utilizzo di internet per trarne vantaggio. In questo modo gli OTT possono rivolgersi ad un numero di clienti potenzialmente infinito, senza la necessità di dover sostenere i costi di installazione e manutenzione delle suddette infrastrutture. Costi invece coperti dalle società che operano nei settori di comunicazione tradizionali (Telco, Televisioni, Broadcaster, Content Provider, etc). Con questa strategia, hanno dedicato tutti i loro investimenti nello sviluppo di servizi innovativi e di piattaforme correlate, distruggendo i servizi tradizionali dei Telco e rallentandone lo sviluppo di nuovi.
- alla totale inesistenza di qualsiasi regolamentazione del settore, lasciando la standardizzazione direttamente in mano ai consumatori e non agli enti governativi. Soprattutto in Europa le società di telecomunicazioni sono soggette ad una regolamentazione molto rigida che spesso è più attenuata per gli OTT che hanno sedi legali in America o nei paesi asiatici. Al fine di ridimensionare il potere degli OTT è necessario prendere un'iniziativa a livello Paese ed Europa: individuare una nuova metodologia di imposizione fiscale e di corretta tassazione degli OTT è assolutamente necessario per rendere nuovamente equilibrata la concorrenza con gli operatori di tecnologie tradizionali<sup>6</sup>.

### **3.2.4 Value chain delle comunicazioni mobili e dei mercati Verticali annessi**

Il mercato dei servizi verticali è un mercato ad oggi ancora in espansione ed è sovrapponibile con il mercato IoT. Come nel caso delle tecnologie in più rapida evoluzione, il mercato IoT di oggi è un luogo altamente frammentato. I fornitori di servizi di

---

<sup>6</sup> Ravera D., *L'ecosistema 5G: governare il futuro delle infrastrutture e delle piattaforme digitali*, Digital Italy Summit, 2018. Pag. 5

telecomunicazione stanno studiando attivamente vari ruoli che possono assumere lungo la catena del valore.

La crescita dell'IoT è sorprendente. Alla fine del 2017 c'erano circa 500 milioni di dispositivi IoT con connessioni cellulari. Entro il 2023, tale numero dovrebbe crescere fino a 1,8 miliardi. In totale, la ricerca di Ericsson<sup>7</sup> prevede che entro il 2023 ci saranno 20 miliardi di connessioni IoT in tutto il mondo, un tasso di crescita di quasi il 20 per cento all'anno rispetto ai 7 miliardi di fine 2017. Ciò significa che l'IoT sarà profondamente influenzato non solo dai consumatori, ma soprattutto dalle imprese. Ciò è particolarmente vero per i fornitori di servizi di telecomunicazione che stanno collegando un numero crescente di dispositivi IoT, il componente fondamentale di tutto. Non solo si concentreranno sul miglioramento dell'infrastruttura di rete con tecnologia compatibile con l'IoT, come Cat-M1 e NB-IoT sulla strada del 5G, ma saranno costretti a considerare come trasformare la loro attività man mano che il mercato dell'IoT matura.

La catena del valore IoT spiega gli elementi costitutivi dell'IoT, come viene creato il valore, chi sono i giocatori e come interagiscono tra loro per offrire valore. Guardando alla catena del valore dell'IoT come una piramide, alla base ci sono tutti i dispositivi connessi: telefoni, cinturini per il fitness, automobili connesse, case intelligenti e altri dispositivi sul lato del consumatore; nell'industria, ad esempio, si hanno cose come la costruzione di sensori, città intelligenti e fabbriche connesse. Aumentare di un livello dalla base porta in rete e connettività: come i dispositivi sono connessi e comunicano. È anche il luogo in cui i fornitori di servizi raccolgono i dati dei dispositivi e della rete e li caricano sul cloud. Infine, al vertice della catena del valore, si trovano le applicazioni e i servizi più vicini agli eventuali utenti finali: imprese e consumatori.

Un recente studio di Warren Chaisatien<sup>8</sup> (Global Head of IoT Customer Engagement Marketing for Ericsson) mostra che i service provider stanno cercando di creare servizi a valore aggiunto che vadano oltre la rete e la connettività. L'80% dei soggetti intervistati per questa ricerca ha dichiarato di avere in programma di salire nella catena del valore dell'IoT nei prossimi anni per essere maggiormente coinvolto nella fornitura di servizi di

---

<sup>7</sup> Ericsson, *Ericsson Mobility Report*, 2019

<sup>8</sup> Chaisatien W., Travers J., Josefsson B., *Five key IoT trends to watch in 2019*, 2019

piattaforme e applicazioni. Dopo tutto, la maggior parte dei fornitori di servizi di telecomunicazione ha soluzioni di settore verticali, anche se non offrono specificamente servizi di piattaforma.

### **3.3 Creazione di un ecosistema 5G con TIM al centro**

Il traffico di rete e la domanda sono dunque in continua crescita, non necessariamente i guadagni dei modelli di business sottostanti legati oggi alle tecnologie 4G e quelle LTE. Con l'avvento del 5G, la value chain nel mercato dei servizi orizzontali non cambia sostanzialmente, mentre potrebbe essere molto importante trovare una strategia di posizionamento nei mercati emergenti o in fase ancora di definizione. L'introduzione del 5G è vista dagli operatori come la risposta alla domanda dei consumatori ma obbligherà, come già anticipato precedentemente, a cambiare modelli di business, a introdurre nuove forme di innovazione e di competizione.

Uno dei key factor che permetterà il cambiamento del mercato è il Network Slicing. Ad oggi il modello del Valore della Rete è sbilanciato verso gli OTT. Con 5G/Slicing sarà possibile mantenere più valore attaccato alla Rete, in quanto, agli operatori di telecomunicazione sarà data la possibilità di andare oltre la connettività base, permettendo di applicare sovrapprezzi grazie alle differenti esperienze abilitate dal 5G. Ci sarà una trasformazione verso il NaaS (Network As A Service) che permetterà di gestire la rete come se fosse un servizio allo stesso modo in cui uno sviluppatore di applicazioni potrebbe gestire le risorse cloud su AWS, Azure o Google Cloud Platform. La costruzione di un vantaggio competitivo consentirà anche l'adozione di modelli di pricing innovativi, in particolare potremo passare da modelli di business fondati sulla connettività (SIM, consumi) a modelli nei quali il prezzo è legato al valore che la soluzione genera per il cliente, quali:

- Pricing omnicomprensivo: espresso in termini di fees (attivazione/ricorrenti), il cui valore va commisurato ai benefici generati dalle soluzioni offerte;
- Value driven pricing: espresso in relazione ai driver specifici di valore del cliente sui quali la soluzione offerta ha un'utilità diretta (es. numero clienti, numero oggetti connessi, kw/ora consumati, numero dipendenti, etc);

- Revenue o risk sharing: più adatto a soluzioni B2B, nelle quali TIM condivide con il cliente rischi ed opportunità legate all'implementazione della soluzione (es. energy management, digital transformation).-

È prevedibile che il 5G avrà un duplice effetto sul business:

- da una parte l'incremento di disponibilità di banda e la riduzione della scarsità potrà aumentare la pressione competitiva sui servizi core;
- dall'altra i nuovi scenari e servizi consentiranno a TIM (e agli operatori TLC in generale) di riguadagnare terreno nella catena del valore dell'Internet delle Cose e centralità nel rapporto con il cliente.

La strategia che ad oggi TIM, e gli operatori di telefonia mobile in generale, dovrebbero attuare nei confronti degli OTT, senza trascurare tutti gli altri possibili competitor, è sicuramente quello di non ignorare più questi player, ma di:

- Competere, lì dove non sono ancora emersi leader di mercato, come ad esempio nei settori altamente innovativi. Il primo cambiamento necessario sarà il passaggio da un'offerta finalizzata alla creazione di nuovi mercati attraverso la fornitura di sempre nuove tecnologie a una capace di rispondere alla domanda emergente, anche da mercati completamente nuovi, ad esempio quello delle IoT. In termini marketing il 5G obbligherà a passare da un approccio 'push' pensato per creare nuova domanda di mercato attraverso l'introduzione di nuovi prodotti o servizi, a uno 'pull' proveniente da consumatori legati ai prodotti che già possiedono. Il 3G e il 4G si sono diffusi grazie alla diffusione dello smartphone, il 5G sarà definito dalla domanda di nuovi servizi provenienti da nuovi clienti, soprattutto in ambito industriale. Questo avverrà o implementando da sé le soluzioni per tali servizi (se le competenze interne lo permettono) o stringendo strategiche partnership.
- Collaborare. In generale, dato che le Telco non hanno grandi competenze per sviluppare una R&D interna tale da contrastare gli OTT e poiché questi ultimi hanno raggiunto un potere di mercato impossibile da contrastare per qualsiasi operatore mobile/fisso, la collaborazione attualmente è la strada migliore da perseguire. Tale unione potrebbe essere vantaggiosa per entrambe, inizialmente ampliando il numero di clienti raggiunti, in futuro potrebbe essere auspicabile una condivisione degli investimenti in infrastrutture.

Ed è proprio grazie al 5G che gli operatori mobili devono sfruttare le possibili linee di azione per un vantaggio competitivo: Differentiation by design, Time to market, Integrazione orizzontale nell'ambito della catena del valore in alcuni settori industriali (es. Smart Home, Connected Car, e-Health).

Il cambiamento sarà favorito dall'introduzione di un nuovo standard come il 5G, può essere la risposta giusta a un modello di business che oggi non sembra funzionare più tanto bene. Il traffico aumenta ma il fatturato dei provider non cresce allo stesso modo. Ne deriva la necessità di costruire approcci diversi capaci di creare, proporre e catturare nuovo valore. Per farlo in futuro non sarà più sufficiente introdurre nel mercato nuovi dispositivi ma sarà necessario predisporre, organizzare e sostenere l'intero ecosistema, non necessariamente costruito intorno al servizio offerto ma ad esempio alla marca e ai suoi valori intangibili come le relazioni con i clienti o le partnership strategiche.

Ed è proprio per questo che un operatore mobile come TIM, data la sua storia, assumere un ruolo da *first mover* nel contesto delle soluzioni innovative, come ad esempio per il mondo Industry 4.0, è quindi essenziale per indirizzare gli standard di mercato e la trasformazione digitale delle filiere industriali e per posizionarsi come aggregatore delle migliori tecnologie, proprie e di terze parti, oltre che come connectivity provider. [x3]

### **3.4 Key Factor per la definizione del mercato 5G**

Prima di provare a prevedere e delineare l'evoluzione del mercato e della value chain 5G, è necessario comprendere quali sono i fattori principali che influiscono sul mercato stesso. Per avere una strutturata analisi dei key factor, verrà utilizzato come strumento l'analisi PEST.

L'analisi PEST è una metodologia che si basa su alcune variabili del contesto che riescono a tratteggiare lo scenario esistente nell'ambiente in cui opera l'organizzazione. Si tratta di una analisi il cui scopo è quello di individuare quali variabili possono essere rilevanti nel processo decisionale, nelle scelte strategiche ed operative dell'organizzazione. Essa può essere sviluppata anche in chiave prospettica con lo scopo di individuare i principali elementi di discontinuità con i quali ci si vuole confrontare. L'analisi è focalizzata sulla valutazione di quattro macro-fattori: politici, economici, sociali/ambientali e tecnologici.

### **3.4.1 Fattori Politici**

L' economia del 5G introdurrà un nuovo livello di complessità ai policymaker e agli enti di regolamentazione nel momento in cui i nuovi business model emergeranno e i vecchi modi di consegnare beni e servizi sarà drammaticamente abbandonato o alternato. Le aree in cui sarà richiesta un ammodernamento verso il mondo 5G saranno la public safety, la cybersecurity, privacy, allocazione licenza e autorizzazione dello spettro, infrastrutture pubbliche, healthcare, educazione, formazione e sviluppo. La sfida per i policy maker è che devono essere preparati ad affrontare l'ubiquità del 5G nella vita di tutti i giorni senza creare regimi che ostacolino la continua innovazione che sarà fondamentale per il successo del 5G. Le politiche che salvaguardano la capacità delle imprese di correre rischi, fare investimenti e proseguire la ricerca incessante di innovazione sono il veicolo ottimale per sfruttare e catturare l'intero valore dell'economia del 5G.

#### **3.4.1.1 Il problema della Net Neutrality**

Per chi conosce le potenzialità del 5G, sa che le reti 5G offriranno una esperienza "simile a una fibra" a tutti gli utenti e possessori di dispositivi abilitati a questa nuova tecnologia. Proprio per questo sono tenute ad accogliere servizi con requisiti molto diversi in termini di latenza, larghezza di banda e affidabilità per i diversi settori verticali. A causa di ciò, l'Unione europea nel 2016 ha approvato il regolamento sul mercato unico delle telecomunicazioni, che sancisce il principio di neutralità della rete e garantisce che "tutto il traffico attraverso Internet è trattato allo stesso modo". A livello mondiale, uno dei principali problemi per gli enti di regolamentazione mondiali delle telecomunicazioni rimane il capire come trattare la "rete", ovvero se dare la stessa qualità del servizio a tutti gli utilizzatori o se permettere le cosiddette "priorità pagate" dato che applicazioni diverse necessitano di diverse QoS.

Per meglio comprendere il problema della difficoltà di applicazione della Net Neutrality (NN) con lo slicing 5G, occorre capire il concetto di NN. La neutralità della rete, è un principio giuridico, riferito alle reti residenziali a banda larga che forniscono accesso a Internet, servizi telefonici e trasmissione televisive, e sancisce che la rete deve essere neutrale, priva di restrizioni arbitrarie sui dispositivi connessi e sul modo in cui essi operano.

Tale condizione può essere garantita attraverso un trattamento paritario dei pacchetti IP che la attraversano: una rete neutrale non dà priorità differenziate ai diversi pacchetti. In base al principio di neutralità, gli internet provider non possono di proposito bloccare, rallentare o fare pagare diversamente l'accesso ai dati, mantenendo così Internet gratuito e aperto. Fino a quando la rete è stata unica, la Net Neutrality è stata "potenzialmente semplice" da applicare, ma con il 5G tutto cambia. Con il 5G non si ha più una rete ma tante, tante quante sono i servizi disponibili. Dunque, sono sorti molti dubbi su come applicare il questo principio. Conviene ancora applicare tale principio in questo contesto? Occorre disciplinare la NN per ogni slice di rete? Occorre studiare nuovi principi di regolamentazione?

Secondo una recente intervista ad Antonio Nicita, commissario AGCOM, in Italia "il principio base del regolamento europeo resta valido ed è quello di rispettare i diritti di uguale trattamento e non discriminazione degli utenti, garantendo al contempo i meccanismi innovativi tipici dell'ecosistema di Internet<sup>9</sup>". In Italia, l'attuale presidente del consiglio Conte, esige che l'accesso a internet deve essere assicurato a tutti i cittadini, in quanto diritto fondamentale e preconditione dell'effettivo esercizio dei diritti democratici, ai sensi del secondo comma dell'articolo 3 della Costituzione. Ma con il 5G le cose sono destinate a cambiare in quanto la stessa tecnologia porta a una suddivisione della rete per requisiti e funzionalità. Infatti, le tecniche di slicing delle frequenze e di orchestration, che massimizzano le potenzialità innovative delle nuove reti 5G, sono meccanismi tecnici di differenziazione e specializzazione dei servizi. Secondo Giacomo Bandini, Direttore generale di Competere, "l'attuale normativa sulla Net Neutrality è piuttosto vincolante per quanto riguarda l'accesso alle reti e le linee guida del Berc, seguendo l'impianto della Commissione, non sono sufficientemente flessibili per accogliere un cambiamento di tale grado nell'universo delle telecomunicazioni. È evidente che, andando verso un futuro fatto di offerte di servizi molto diversi tra loro per necessità tecnologiche e strutturali, anche i concetti di accesso e neutralità dovranno cambiare<sup>10</sup>".

Una soluzione è quella di "prevedere delle eccezioni alla normativa per agevolare lo slicing man mano che verrà eseguito<sup>11</sup>". Dunque, l'autorità dovrà valutare ogni contesto e valutare

---

<sup>9</sup> Nicita A., *5G and Net Neutrality*, Fondazione Ugo Bodoni, 2019

<sup>10-11</sup> Bandini A., *Competere – Policies for Sustainable Development*, 2019



di volta in volta quali siano le alternative rilevanti disponibili dal lato della domanda e dell'offerta di specifici servizi. A questo fine gli operatori di mercato dovranno concretamente supportare il regolatore nello sforzo di 'misurazione' e comparazione, garantendo al contempo la massima trasparenza. In questo modo le regole di net neutrality verranno applicate per specifici contesti di non-discriminazione, riferiti cioè ad ambiti economici e tecnologici comparabili. Lo scopo di trattare le eccezioni è quello di agevolare la transizione della regolamentazione dalle vecchie reti a quelle nuove, salvaguardando sia la neutralità della rete ma anche le esigenze degli operatori e degli stessi utenti che formano offerta e domanda sul mercato.

#### **3.4.1.2 Regolamentazione contro lo spionaggio "Asiatico"**

Uno dei principali problemi attuali per gli Stati mondiali è legato al tema dello spionaggio delle infrastrutture critiche. Nessuno Stato può permettersi di affidare le infrastrutture su cui viaggiano informazioni cruciali per la sicurezza nazionale a fornitori sui quali è impossibile esercitare forme di controllo o, peggio, sospettati di essere controllati da avversari (ad esempio Huawei, Zte e il Partito Comunista cinese). Né un Paese si può permettere di rallentare l'innovazione delle reti, ossatura di ogni possibile sviluppo economico e che potrebbe essere rallentata nel caso si decidesse di escludere alcuni prodotti di queste aziende dalla filiera 5G. Senza contare che l'interconnessione costante e l'omologazione degli standard sono dei fattori cruciali per realizzare le nuove tecnologie. In questa situazione, gli Stati Uniti hanno fin da subito detto la sua e iniziato la guerra contro le aziende cinesi, anche senza alleati dichiarati (tra i palpabili Regno Unito e Italia), mentre la Russia sta considerando di creare una rete alternativa a quella occidentale.

Anche il Governo italiano si tiene al passo con gli altri operatori europei. In particolare, al primo consiglio dei ministri il nuovo Governo Conte ha esercitato la Golden Power (9 Settembre 2019), sugli operatori telefonici, in relazione agli apparati di rete di fornitori non europei e finalizzata a proteggere la sicurezza nazionale. Si tratta di andare a regolare gli accordi fatti con Huawei (Wind 3 e Vodafone), Zte (Fastweb) per il 5G; il Governo non esprime un veto ma darà alcune prescrizioni da rispettare ai fini della sicurezza. Il potere speciale è esercitato anche su Linkem e Tim (per 4G).

Il Golden Power 5G imposto dal nuovo governo ha degli effetti, ma ha anche dei limiti:

- Effetti: Garantisce da un lato il censimento governativo puntuale, in tempi compresi dei contratti che afferiscono all'impiego di infrastrutture critiche nazionali ed in particolare a quelle del 5G. Dall'altro consente tempistiche adeguate ad una più idonea valutazione dei rischi e possibili violazioni alla sicurezza nazionale. Il Governo "può ingiungere all'impresa acquirente e all'eventuale controparte di ripristinare a proprie spese la situazione anteriore". E chiunque non osservi gli obblighi di notifica "è soggetto a una sanzione amministrativa pecuniaria fino al doppio del valore dell'operazione e comunque non inferiore all'uno per cento del medesimo valore".
- Limiti: il decreto perde di intensità in un contesto di Early Warning dinamico in scenari di conflitto e pre-conflitti reali laddove aziende internazionali sotto un controllo di un governo nemico pongono in essere attività di appoggio ad un attacco preventivo cibernetico. Quindi il decreto è ben studiato in situazioni di non conflitto ma dovrebbe subire ulteriori perimetri restrittivi in situazioni di pre-conflitto.

### **3.4.1.3 Normative sulle emissioni elettromagnetiche**

Spesso si dice che il 5G è pericoloso per la salute, ma in Italia c'è una legge molto restrittiva che limita le emissioni elettromagnetiche: il massimo è di 6 Volt per metro, a fronte di una media europea che è fra i 41 e i 58 V/m e un limite negli Stati Uniti fissato a 61 V/m. Questo vuol dire che quando un gestore deve installare un'antenna 5G, occorre chiedere dei permessi che vengono concessi dopo circa 90 giorni, tempo richiesto anche all'Arpa (Agenzia regionale per la protezione ambientale) di effettuare una serie di misurazioni dell'inquinamento elettromagnetico nel sito dove si vuole installare l'antenna. Queste misurazioni comprendono tutto l'inquinamento: 3G, 4G, televisione e radio FM. In un sito non si può andare oltre i 6 volt per metro e questo limite bassissimo oggi è già quasi saturo ovunque. Per questo motivo, le antenne 5G sono e verranno regolate a un livello di potenza di emissione che è drasticamente più basso di quello che è il loro livello di potenza di emissione standard in quanto per ogni installazione devono rispettare i limiti, regolando anche le emissioni delle altre antenne sul posto. Questo porta a tre grandi problematiche:

1. Avere una velocità molto bassa perché le antenne sono sottosfruttate;
2. Necessità di avere molte più antenne per coprire il territorio, e quindi un notevole aumento del CAPEX;
3. Rallentamento nello sviluppo tecnologico del Paese.

Lo sviluppo delle reti 5G in Italia è molto lento rispetto al resto d'Europa perché per coprire un'area di pari dimensioni da noi rispetto a Francia o Inghilterra servono molte più antenne che emettono meno (Figura 16). Se solo i limiti fossero leggermente più alti, con lo stesso numero di antenne si coprirebbe il doppio del territorio e gli operatori avrebbero una riduzione dei costi notevole.

### Emissioni elettromagnetiche: confronto limiti in Europa

Nella maggior parte dei paesi europei le soglie sono in linea con quelle ICNIRP. In Italia i valori sono molto al di sotto

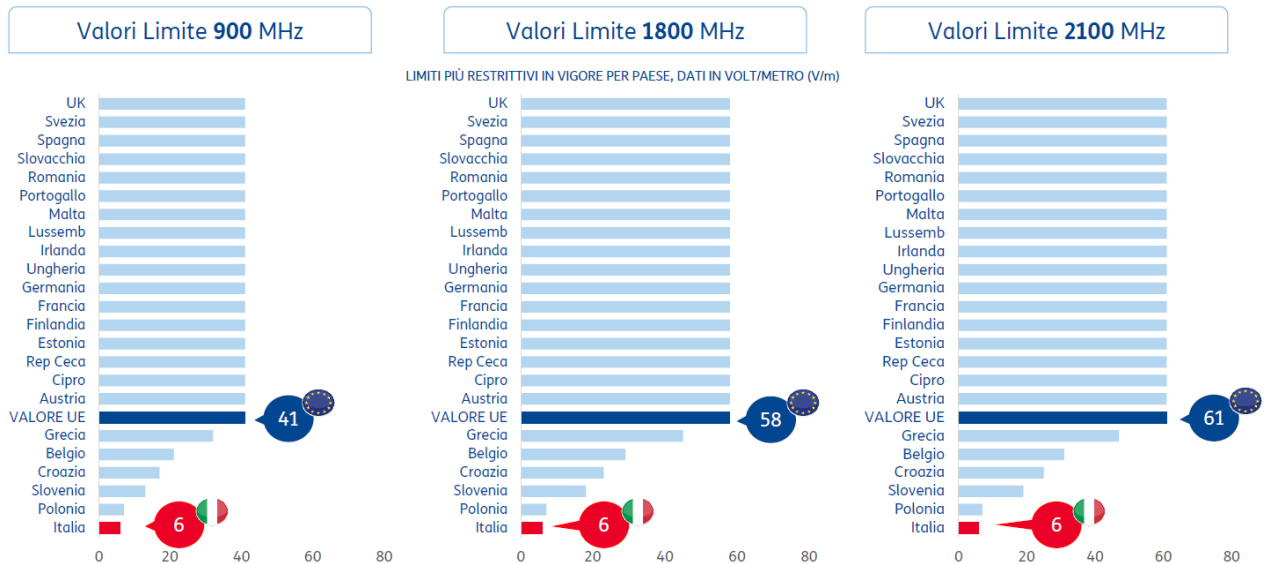


FIGURA 16. CONFRONTO LIMITI EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE IN EUROPA. (FONTE MEMORIA\_TIM\_SPA)

### 3.4.2 Fattori Economici

Il contributo economico delle aziende 5G in tutto il mondo sfrutterà le tecnologie 5G per aumentare le vendite attraverso una maggiore efficienza, coinvolgere clienti esistenti e nuovi e lanciare nuovi modelli di business. L'economia del 5G sarà caratterizzata da sforzi per rafforzare continuamente le infrastrutture e la base tecnologica nei primi anni, seguita da una diffusione globale sempre più profonda dei casi d'uso del 5G. Per realizzare il potenziale economico del 5G, è necessario sostenere gli investimenti e la ricerca e sviluppo che guida l'innovazione e che fanno progredire le nuove generazioni di tecnologia. Per

poter intraprendere il viaggio verso il 5G, è necessario che gli organi decisionali permettano alle imprese di fare investimenti a lungo termini in R&S, coinvolgere la cooperazione pubblico-privato sullo sviluppo dello standard 5G e di garantire il passo con il tasso di innovazione.

### **3.4.2.1 Alcune previsioni economiche**

Dalle aste delle frequenze per il 5G sono arrivate nelle casse dello Stato italiano 6,550 miliardi di euro. In uno studio effettuato da Ericsson<sup>12</sup>, che produce dispositivi per la rete 5G, prevede che a livello mondiale nel 2026 saranno raggiunti 1.307 miliardi di dollari di ricavi, grazie all'introduzione della nuova tecnologia, nei settori: manifatturiero, agricoltura, sicurezza pubblica, salute, trasporto pubblico, energy & utilities, media & entertainment, automotive, servizi finanziari, vendite al dettaglio. Nei prossimi cinque anni il traffico mobile aumenterà fino a cinque volte, insieme alla richiesta di nuovi servizi. Fondamentale sarà il ruolo degli sviluppatori di software nel soddisfare la nuova domanda.

Sempre riguardo all'impatto economico della rete 5G, il report di Qualcomm-Ihs-Psb<sup>13</sup>, che produce tecnologie di rete, prevede per il 2035 un giro d'affari di oltre 12mila miliardi di dollari, pari al 4,6% della produzione mondiale tra 18 anni. Con il 5G, inoltre, si potranno creare 22 milioni di posti di lavoro, mentre si prevedono 200 miliardi all'anno di investimenti in ricerca e sviluppo.

### **3.4.2.2 Fattori economici in Italia e asta per le frequenze**

Per quanto riguarda l'Italia, "si è compreso che 5G apre nuovi mercati digitali e rappresenta un'opportunità in primis per le imprese del settore delle telecomunicazioni. Ma la gara sulle frequenze ha comportato un esborso molto rilevante per gli operatori con il rischio di un paradossale dualismo economico tra le Telco che hanno investito per la nuova infrastruttura e le imprese 'digitali' che ne coglieranno i benefici. Nel contempo, con

---

<sup>12</sup> Ericsson, *Ericsson presenta la prima piattaforma 5G al mondo*, 22 Feb 2017, Press Release

<sup>13</sup> Qualcomm, *Landmark Study on Impact of 5G Mobile Technology Released*, 17 Jan 2017

l'ingresso dei nuovi operatori low cost nel mobile, si è riaccesa la guerra dei prezzi che si sono già ridotti di oltre il 40% negli ultimi 16 anni"<sup>14</sup>. (Andrea Rangone, 2019)

Di particolare esborso economico è stato dunque la gara per l'assegnazione delle frequenze. La delibera n. 231/18/CONS, con relatori i Commissari Antonio Nicita e Francesco Posteraro, ha determinato le procedure per l'assegnazione e le regole per l'utilizzo delle frequenze disponibili nelle bande 694-790 MHz, 3600-3800 MHz e 26.5-27.5 GHz per sistemi di comunicazioni elettroniche di quinta generazione. Dalla gara di assegnazione lo Stato si aspettava un introito di almeno 2.5 miliardi di euro, di cui la metà corrisposta a fine 2018. Secondo tale delibera, l'Autorità ha previsto di confezionare due lotti da 80 MHz e due lotti da 20 MHz all'interno della banda 3600-3800 MHz, con la previsione di un cap pari a 100 MHz per dare la possibilità di introduzione a tecnologie innovative, come *Massive MIMO* e il *beamforming*. Con la banda 700 MHz, l'Autorità ha posto l'accento sulla necessità di fornire servizi di tipo radiomobile classico alla pluralità della popolazione, senza dimenticare le aree turistiche e le principali direttrici di trasporto (autostrade, ferrovie AV, corridoi europei) e nodi connessi (stazioni, porti, aeroporti). Nelle zone più disagiate, l'Autorità ha previsto la possibilità per gli operatori di stipulare partnership per raggiungere gli obiettivi di copertura. Al fine di favorire la concorrenza infrastrutturale e per questa via la concorrenza potenziale nei servizi l'Autorità ha previsto di riservare ad un nuovo entrante un lotto di gara composto da due blocchi su sei di frequenze in banda 700 MHz. Un pacchetto di frequenze di questo tipo, infatti, appare

garantire ad un soggetto nuovo entrante un'ideale disponibilità di risorse spettrali nella parte più "pregiata" fra le bande radiomobili classiche in ottica 5G. Infine, nella banda 26 GHz, le cui caratteristiche di propagazione attenuano il problema delle interferenze, il regolamento dell'Autorità propone un modello

FREQUENZA	PARTECIPANTE	IMPORTO	STATO
700 MHz blocco riservato	ILIAD ITALIA S.P.A.	€ 676.472.792,00	AGGIUDICATO
700 MHz blocco generico	VODAFONE ITALIA S.P.A.	€ 345.000.000,00	AGGIUDICATO
700 MHz blocco generico	TELECOM ITALIA S.P.A.	€ 340.100.000,00	AGGIUDICATO
700 MHz blocco generico	TELECOM ITALIA S.P.A.	€ 340.100.000,00	AGGIUDICATO
700 MHz blocco generico	VODAFONE ITALIA S.P.A.	€ 338.236.396,00	AGGIUDICATO
3700 MHz blocco specifico (80 MHz)	TELECOM ITALIA S.P.A.	€ 1.694.000.000,00	AGGIUDICATO
3700 MHz blocco generico (80 MHz)	VODAFONE ITALIA S.P.A.	€ 1.685.000.000,00	AGGIUDICATO
3700 MHz blocco generico (20 MHz)	WIND TRE S.P.A.	€ 483.920.000,00	AGGIUDICATO
3700 MHz blocco generico (20 MHz)	ILIAD ITALIA S.P.A.	€ 483.900.000,00	AGGIUDICATO
26 GHz blocco generico	TELECOM ITALIA S.P.A.	€ 33.020.000,00	AGGIUDICATO
26 GHz blocco generico	ILIAD ITALIA S.P.A.	€ 32.900.000,00	AGGIUDICATO
26 GHz blocco generico	FASTWEB S.P.A.	€ 32.600.000,00	AGGIUDICATO
26 GHz blocco generico	WIND TRE S.P.A.	€ 32.586.535,00	AGGIUDICATO
26 GHz blocco generico	VODAFONE ITALIA S.P.A.	€ 32.586.535,00	AGGIUDICATO
<b>TOTALE GENERALE</b>		<b>€ 6.550.422.258,00</b>	

FIGURA 17. AGGIUDICATARI ASTE FREQUENZE 5G. (FONTE: LA REPUBBLICA)

<sup>14</sup> Rangone A., *Telco: o si cambia o si muore*, 2018, Digital 360

innovativo di *sharing*, nel quale ciascun aggiudicatario di un lotto potrà usare le frequenze di tutti gli altri lotti laddove non utilizzate dagli altri aggiudicatari.

Il risultato dell'asta terminata il 2 Ottobre 2018 ha superato le aspettative: le offerte per le bande messe a disposizione hanno raggiunto un ammontare di oltre 6,6 miliardi di euro (6.550.422.258€), superando di oltre 4 miliardi la cifra minima fissata nella Legge di Bilancio (Figura 17). I blocchi messi all'asta dal MISE si dividevano in base alle frequenze:

- 5 lotti per la banda 700 MHz FDD,
- 4 lotti per la banda 3.700 MHz
- 5 lotti per la banda 26 GHz.

A questi, si aggiungono 3 lotti per le frequenze 700 SDL (Supplemental Down Link, molto meno interessanti rispetto a tutte le altre) per cui nessun operatore ha presentato offerte. Hanno partecipato all'asta 7 società, ossia Vodafone, TIM, Iliad, Wind Tre, Fastweb, Open Fiber e Linkem, ma le ultime due non si sono aggiudicate alcun blocco.

I lotti per i blocchi da 700 MHz (la banda migliore perché consente una maggiore penetrazione, diffusione capillare e ideali per IoT) sono stati vinti da Vodafone, TIM e Iliad; quest'ultima, ha ottenuto il blocco da 10 MHz che le era stato riservato dalla delibera per i motivi precedentemente spiegati. Invece i lotti per le frequenze della banda 3,6-3,8 sono state aggiudicate a 4 società: TIM e Vodafone hanno portato a casa due blocchi di frequenze grandi 80 MHz, ottime per lanciare i servizi 5G e già sperimentati in città campione come Bari e Matera. Mentre sia il nuovo entrante Iliad sia Wind Tre devono accontentarsi di frequenze estese solo per 20 megahertz. Infine, le cinque società in lizza (Iliad, Fastweb, Tim, Vodafone, WindTre) si sono giudicate tutte un blocco di frequenze da 2,7 giga con una spesa molto contenuta.

Alla fine dell'asta, i due operatori che hanno investito maggiormente sono TIM e Vodafone che hanno speso quasi 2,5 miliardi di euro ciascuno, mentre il totale complessivo è di 6,6 miliardi di euro, due in più rispetto all'asta per le frequenze del 4G. Una nota pesante sulle casse degli operatori mobili se si pensa che quello che hanno pagato per le frequenze da 3,4-3,8 GHz hanno il costo unitario per utilizzo delle licenze più alto d'Europa (figura 18).

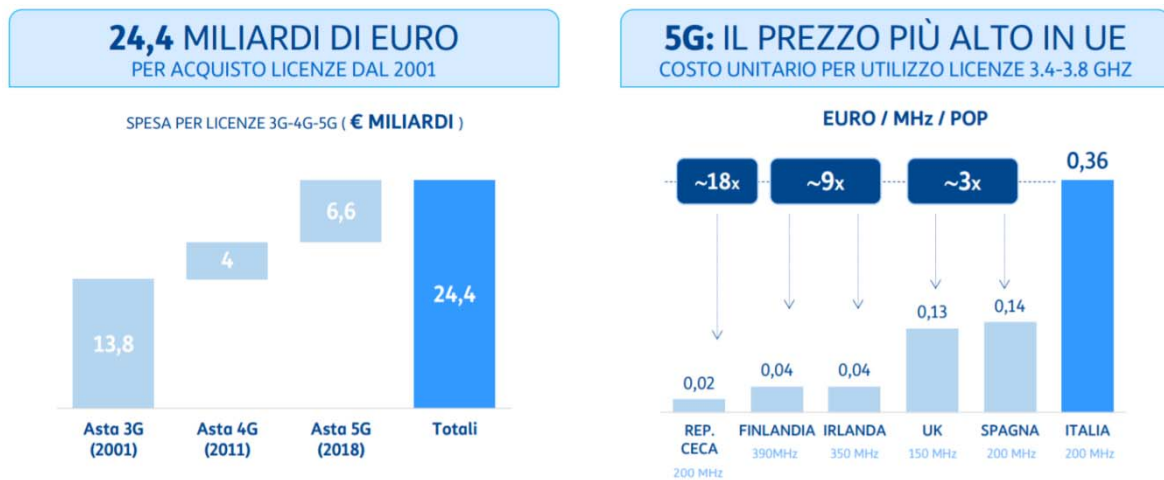


FIGURA 18. COSTI FREQUENZE 5G, TRA I PIÙ ALTI IN EUROPA. (FONTE: MEMORIA\_TIM\_SPA)

### 3.4.2.3 Cooperazione TIM-Vodafone per la costruzione delle torri

L'esborso per l'acquisizione delle frequenze è stato notevole e pesante nelle casse dei due maggiori operatori, tale da dover provare nuove strategie di collaborazione. Al fine di alleggerire e condividere gli investimenti, di accelerare la messa in campo del 5G e di migliorare la qualità del servizio, nel luglio 2019 TIM e Vodafone hanno firmato un accordo con il quale uniscono le loro forze. La partnership, incentrata soprattutto sulle torri che ospitano le antenne, prevede anche la collaborazione per il 4G. Infatti, Le due società procederanno alla condivisione della componente attiva della rete 5G, alla condivisione degli apparati attivi della rete 4G e all'ampliamento dell'attuale accordo di condivisione delle infrastrutture di rete passive. Detto in parole semplici, sta per nascere la più grande "Tower Company" italiana (e la seconda in Europa) che, al termine dell'operazione, potrà contare su oltre 22 mila torri per la trasmissione del segnale telefonico. L'accordo prevede una acquisizione del 37,5% di INWIT (Infrastrutture Wireless Italiane SpA) da parte di Vodafone e che lascia la stessa percentuale in mano a TIM. INWIT è una società controllata di TIM che possiede e gestisce, nei suoi siti, gli apparati di trasmissione radio, per le telecomunicazioni e la diffusione di segnali televisivi e radiofonici. TIM e Vodafone avranno pari diritti di governance sulla nuova INWIT, ma le due società continueranno a gestire separatamente le proprie frequenze.

Con questa partnership i benefici sono stati raggiunti? Vodafone riceverà da TIM 2,14 miliardi di euro, TIM risparmierà 800 milioni di euro, i rispettivi clienti nel tempo avranno un servizio più efficiente e, soprattutto, una copertura 4G e 5G più capillare anche nelle

zone distanti dai grandi centri urbani. Inoltre, Vodafone potrà ricavare nel tempo 1 miliardo di euro in più del previsto, mentre TIM potrà risparmiare oltre 1,4 miliardi sul suo indebitamento. I benefici sono stati raggiunti da tutti e la collaborazione a monte sta dando frutti positivi.

### **3.4.3 Fattori sociali**

Ogni nuova tecnologia porta dei benefici, ma anche delle preoccupazioni e delle paure legate alla sicurezza e ai potenziali rischi per la salute umana. E lo stesso iter lo sta attraversando la rete 5G e la conseguente installazione delle nuove antenne. Questi temi sono al centro dell'attenzione della comunità scientifica, della politica e dei politici, dei media e di singoli gruppi di cittadini che dibattono sugli effetti di questa tecnologia. Il quadro in cui si svolge questa accesa e animata discussione è oramai definito e definibile: vi sono i contrari, gli scettici, i prudenti, i favorevoli e gli entusiasti. Tanti i dubbi a riguardo, come ad esempio sul livello di frequenze e intensità delle onde, sui test e le sperimentazioni, sulla disponibilità di risultati scientifici chiari. Molti non riescono a comprendere perché tutto questo allarmismo e perché economia e multinazionali stiano spingendo insistentemente per introdurre subito il 5G. C'è chi sostiene che creare inutili allarmismi è probabilmente sbagliato tanto quanto bollare tutte le obiezioni al 5G come semplici bufale o fake news campate per aria. Tuttavia, se da un lato gli scienziati sono già in grado di escludere (sulla base delle conoscenze associate sull'interazione tra uomo e onde elettromagnetiche) effetti devastanti e scenari apocalittici, è altrettanto vero che al momento la letteratura scientifica sull'argomento è piuttosto scarsa e, dato che si tratta di una tecnologia recente, mancano del tutto studi sugli effetti a lungo termine eseguiti su popolazioni vaste.

#### **3.4.3.1 Il 5G è dannoso per la salute e per l'ambiente?**

Anche se manca ancora una risposta da parte della comunità scientifica, non ci sono indizi tali da far preoccupare. Chi fa terrorismo sul 5G, invece, spesso sconfinava nella pseudoscienza o ha un tornaconto personale. Come spesso accade al momento dell'introduzione di una nuova tecnologia, insieme all'entusiasmo per il salto



generazionale, e per i benefici in termini di applicazioni quotidiane, nasce anche qualche timore legato alla sicurezza e ai potenziali rischi per la salute umana. Creare inutili allarmismi probabilmente è sbagliato tanto quanto bollare tutte le obiezioni al 5G come semplici bufale campate per aria. La doverosa premessa è che a oggi non ci sono prove, e nemmeno indizi significativi, di danni alla salute umana causati dalla rete mobile di ultima generazione.

Le paure degli scettici sono diverse. Il primo timore deriva dalla frequenza e dall'uso di onde elettromagnetiche molto più elevate rispetto alle tecnologie passate e che arriva fino alle decine di Gigahertz. Ogni fotone trascina con sé energia in quantità direttamente proporzionale alla propria frequenza, e per questo c'è chi se ne approfitta per prevedere dei non specificati effetti biologici avversi. Anzi, occorre specificare che le onde 5G hanno una minore capacità rispetto alle precedenti tecnologie di penetrare l'aria, la vegetazione e le pareti degli edifici e per questo motivo è necessaria una elevata densità urbana di micro-antenne che agiscano da ripetitori. C'è anche chi sostiene che queste onde possano portare ad una alterazione del dna e dello sviluppo di alcuni batteri, rendendoli antibiotico resistenti. Fra le altre tesi infondate c'è quella che dice che le onde 5G abbiano una frequenza tale da stimolare una risonanza delle molecole d'acqua, "cuocendoci come un forno a microonde".

Una prima risposta per placare i sabotatori tecnologici e i pseudoscienziati è che quando si valuta un rischio dovuto ad onde elettromagnetiche, l'effetto dipende dall'intensità dell'onda e quelle in esame sono estremamente basse per avere effetti ionizzanti sui tessuti. Il fatto che la capacità di penetrazione sia inferiore vale anche per i tessuti biologici, e ciò significa che gli effetti rimangono confinati nello stato più superficiale della pelle. L'unico effetto che può provocare sul corpo umano è un leggero riscaldamento della cute. Interessante è lo studio effettuato nell'agosto del 2016 in cui il Los Angeles Times aveva annunciato la presenza di uno studio preliminare (di cui pare non essere ancora stata pubblicata la versione finale) in cui alcuni topi erano stati sottoposti per 4 ore e mezza al giorno, e per due anni, a radiazioni analoghe a quelle del 5G e di intensità pari al limite massimo stabilito (per l'uomo) dalle autorità statunitensi. Si è osservato in quel caso un aumento da due a quattro volte dell'incidenza di rari tumori al cuore e al cervello, ma solo negli esemplari maschi e inspiegabilmente non nelle femmine. Tuttavia, il risultato era

scientificamente troppo debole per poter portare a conclusioni affidabili, e in ogni caso non è affatto chiaro come un simile studio possa essere un'indicazione valida per la salute umana. Una seconda risposta è che siamo ormai alla quinta generazione di telefonia mobile. Lo scetticismo è stato presente in ogni generazione e nonostante i molti timori, non è emerso alcun trend preoccupante di patologie riconducibili all'utilizzo dei telefonini e degli smartphone. Ciò comunque non toglie la necessità di eseguire degli studi approfonditi, con applicazione rigorosa del metodo scientifico, per scongiurare definitivamente i timori più remoti.

### **3.4.4 Fattori tecnologici**

Di fattori tecnologici che influenzano il 5G ce ne sono molti. Molti di queste sono tecnologie sono state già citate e spiegate nei primi due capitoli, e sono tecnologie che vanno a caratterizzare il 5G. In questo paragrafo, invece verranno due tecnologie che coesistono con le reti 5G e che ne garantiscono il corretto funzionamento, ovvero la fibra e la rete LTE.

#### **3.4.4.1 Dipendenza delle reti 5G dalla rete in fibra**

I rilevanti incrementi attesi in termini di intensità d'uso, velocità di trasferimento dati sempre più elevate e di drastica riduzione dei tempi di latenza, stanno comportando una vera rivoluzione nelle architetture e nelle logiche di gestione delle reti. L'architettura delle reti mobili sia le più recenti che le meno recenti non possono garantire le performance citate senza la fibra. Le connessioni in fibra, infatti, sono cruciali non solo per la disponibilità dei nuovi servizi digitali che saranno offerti su rete fissa, ma anche quelli forniti in modalità di mobilità.

Storicamente gli operatori hanno gestito le reti fisse e mobili come silos: ogni rete è stata implementata in modo indipendente e con requisiti diversi. La convergenza delle reti fisse e mobili sarà favorita dal fatto che i protocolli di trasporto RAN del 5G saranno basati sulla tecnologia Ethernet, e potranno quindi essere convogliati sulle reti fisse. Senza la fibra che collega le celle che collegano gli smartphone non ci sarebbe il 4G e, soprattutto, non ci sarebbe il 5G, caratterizzato da performance di latenza e capacità che, per essere realizzate nella massima potenzialità e senza "colli di bottiglia", richiederanno reti in fibra ottica

capillari per il rilegamento dei siti mobili. La capillarità dei cavi ad alta densità di fibra ottica forniranno il cuore dell'infrastruttura, che, insieme ad un nuovo cuore informatico, consentirà la connettività mobile del 5G. Il 5G, non sarà solo la prossima generazione di reti mobili ma la rete che, senza più distinzioni tra fisso e mobile, soddisferà le esigenze di connettività di famiglie e aziende in modo ubiquo. Alcuni operatori hanno già cominciato a prepararsi alla unificazione della rete fissa e mobile installando un alto numero di fibre ottiche, per poter essere pronti a connettere le Small Cell 5G e altri apparati attivi. Requisito fondamentale della rete in fibra ottica è la sua lunga durata tale da garantire il ritorno dell'investimento.

Dunque, il 5G e la Fibra Ottica sono due tecnologie complementari, ma spesso si parla della possibilità che la nuova rete mobile possa sostituire la banda ultra-larga. Molte città in Italia sono ormai raggiunte da quest'ultima, ma esistono ancora oggettive difficoltà ad arrivare in quelle "aree bianche" o a fallimento di mercato, poco sviluppate e poco convenienti per gli investimenti; ciò accade poiché i lavori, in tali situazioni, sono molto più impegnativi e costosi: e qui entra in gioco il 5G che potrebbe, a tutti gli effetti, risolvere la problematica. La nuova tecnologia mobile è più semplice ed economica nell'installazione e potrebbe dunque sostituire la Fibra. Anche se tutti gli esperti del settore TLC concordano tuttavia su una questione: è impossibile sostituire del tutto la banda ultra-larga, anche per lo sviluppo della rete 5G. Le infrastrutture necessarie alla FTTH sono, come già detto prima, di supporto alla connessione mobile di quinta generazione, dandole così modo di esprimere tutte le sue potenzialità.

#### **3.4.4.2 TIM e Open Fiber: una fusione per la realizzazione di un'unica rete in fibra**

L'imminente avvento della rivoluzione 5G è sicuramente uno dei motivi che hanno spinto TIM e Open Fiber ad accelerare le procedure per una fusione. Nel Giugno 2019, Luigi Gubitosi, AD di TIM ha emesso una nota in cui ha informato che TIM ha sottoscritto con Cassa Depositi e Prestiti (Cdp) e Enel un accordo di confidenzialità, volto ad avviare un confronto finalizzato a valutare le possibili forme di integrazione delle reti in fibra di TIM e Open Fiber, anche attraverso operazioni societarie. La finalizzazione è però subordinata allo scioglimento di numerosi nodi. Tra questi, per ammissione della stessa TIM, ci sono

le modalità dell'accordo e il perimetro di attività, oltre alla compatibilità delle scelte con il quadro normativo e regolatorio di riferimento. Secondo l'ipotesi più accreditata, Cdp (che ha in mano il 9,9% di azioni Telecom) dovrebbe conferire la sua quota di Open Fiber a Telecom in cambio di azioni dell'ex monopolista. Se le cose andassero così, la società controllata dal Tesoro potrebbe diventare il primo azionista di Telecom. La restante parte di Open Fiber detenuta da Enel verrebbe acquistata dal gruppo di Gubitosi pagandola in contanti. Ma è ancora presto per capire come andrà a finire questa vicenda di interesse nazionale. Se si creasse una "rete unica gestita da un soggetto neutrale" Telecom sarebbe fortemente indebolita a vantaggio delle grandi aziende straniere. Al contrario qualora l'ex monopolista pubblico riuscisse a rilevare la società guidata da Elisabetta Ripa, le cose cambierebbero. Ci troviamo di fronte ad un bivio in cui è la politica a dover indirizzare il mercato e non viceversa. Nel dialogo tra Tim, Open Fiber, Enel e Cdp, il governo tramite quest'ultima ha il dovere di far sentire la propria voce. La diffusione della fibra ottica è un'infrastruttura strategica. Per questo lo stato non può rimanere a guardare lasciando spazio alle grandi aziende private.

#### **3.4.4.3 Il 5G e la dipendenza dalla rete LTE**

Sebbene il 5G sia una tecnologia evolutiva rispetto al 4G, necessita dell'infrastruttura di quest'ultima per essere messa in piedi in tempi rapidi. Infatti, come visto nel capitolo 2, la RAN 5G poggerà inizialmente sulla core network LTE per permettere un rapido avvio commerciale del 5G. Dunque, sebbene alcune aziende hanno fatto il lancio commerciale della tecnologia 5G, ancora non possiamo parlare di 5G a tutti gli effetti. Inoltre, anche nella parte RAN, le nuove antenne 5G saranno solo di supporto a quelle 4G, che mantengono le funzioni di network oltre che per il traffico dati. Quindi, inizialmente la rete 5G funzionerà insieme alla rete 4G esistente fino a quando non sarà raggiunta una copertura sufficiente. In questo modo, la copertura può comunque essere garantita, rinunciando però momentaneamente ad alcuni dei vantaggi del 5G. Interessante scoprire nell'analisi svolta da OpenSignal come la velocità di upload e la latenza 5G, che sono i due parametri più importanti nell'utilizzo di una rete veloce, risultano ancora bassi e praticamente paragonabili a quelli del 4G. Normalità dovuta al fatto che almeno al momento lo smartphone vada ad agganciare in modo contemporaneo sia le reti attuali 4G LTE che quella di nuova generazione.

### **3.5 Previsione del futuro mercato 5G per TIM**

In questo paragrafo e nei suoi sottoparagrafi, alla luce di quanto esaminato fino ad adesso nel capitolo 3, verrà effettuata una previsione di uno scenario di mercato 5G sotto determinate premesse. Tali premesse sono:

- TIM è il fulcro di un ecosistema, creato da TIM e i suoi partner;
- Assegnazione del ruolo di fulcro di un ecosistema anche per altri operatori, Telco e non;
- Utilizzo di dati meramente qualitativi (data la scarsità di dati quantitativi);
- Il mercato di riferimento saranno i mercati verticali, ed in particolare nell'14.0, il controllo da remoto per i droni;
- Utilizzo della struttura delle 5 forze di Porter come strumento per fare previsione di mercato.

Il modello delle 5 forze competitive di Porter tipicamente descrive il sistema competitivo in cui opera l'azienda, individuando le forze (e studiandone intensità ed importanza) che operano nell'ambiente economico e che, con la loro azione, erodono la redditività a lungo termine delle imprese. Con il mercato del 5G non ancora definito, non è possibile definire precisamente il sistema in cui opera, ma, basandosi sui recenti sviluppi è possibile delineare uno scenario dell'immediato futuro.

#### **3.5.1 Il mercato 5G**

Come sta evolvendo il mercato? È ancora tutto indeciso, è ancora una battaglia aperta. Ma una cosa è certa, TIM vuole riprendere il suo ruolo centrale nell'ecosistema e nel mercato, ponendosi come main interlocutor per il cliente. Ed è proprio il riacquistare valore agli occhi del cliente il movente della strategia di TIM, ritornare ad avere un ruolo centrale, per porsi ancora una volta leader del mercato delle telecomunicazioni e per diventare leader per servizi innovativi nei mercati verticali. Ma, nonostante la strategia sia ben definita, il campo potrebbe dare un altro verdetto.

### **3.5.1.1 Competizione delle imprese nello stesso settore e barriere all'entrata**

#### **3.5.1.1.1 Competizione tra i Telco**

In questa grande rivoluzione, attualmente le Telco sono in prima linea nell'implementazione del 5G, in quanto il 5G rappresenta, in primis un'evoluzione delle attuali reti. Ma nonostante ciò, il valore creato per il cliente rimarrà comunque nelle applicazioni finali. È per questo che le Telco stanno spingendo per trovare partner e fornitori di soluzioni applicative per provare ad appropriarsi del valore generato ed è per questo che per partecipare a questa competizione le Telco non avevano scelta: dovevano necessariamente acquisire le frequenze a gara per poter disporre, in futuro, di un patrimonio spettrale ricco (MHz) e diversificato. In Italia, attualmente, i grandi promotori del 5G sono proprio i principali operatori mobili. In primis ci sono TIM e Vodafone, a seguire Wind 3, Fastweb e Iliad. Infatti, sono proprio questi i vincitori per le aste delle frequenze e dunque, la concentrazione attualmente si può dire che è molto alta. Nella corsa al 5G, da un punto di vista strategico, TIM è già partita in anticipo sul presidio e sperimentazione del 5G, non solo come percorso di innovazione tecnologica delle proprie reti, ma lavorando sul campo per individuare e sviluppare le principali opportunità di business, in termini di valore per l'azienda e per i propri clienti. In tal senso, ha attualmente avviato numerose sperimentazioni in collaborazione con le principali realtà industriali italiane e internazionali, tra cui il programma 5G for Italy, il progetto Torino 5G e il progetto Bari-Matera 5G. La prima competizione tra i Telco sta avvenendo proprio sulle sperimentazioni, permettendo sia di ampliare i propri ecosistemi, sia di migliorare il proprio know how su mercati verticali. (Cosa, dove e con chi gli operatori sperimentano verrà analizzato nel paragrafo successivo).

L'evoluzione del 5G sta comportando una continua modifica del gioco competitivo tra i Telco, creando nuovi modelli di network sharing, tipicamente classificate sulla base del livello di profondità della condivisione delle risorse all'interno della rete. In particolare, possono essere identificate le seguenti modalità di network sharing:

- lo sharing passivo, che prevede la condivisione di componenti passivi della rete, quali siti, pali, tralicci, shelter, armadi, etc.;

- lo sharing attivo, ad indicare la condivisione anche degli elementi attivi della rete di accesso, tra cui le antenne, le Base Transceiver Station (BTS) (inclusi gli apparati radio e la trasmissione in banda base), la pianificazione e la progettazione di rete radio, eventualmente l'infrastruttura di backhauling e lo spettro radio, etc.;
- la core network sharing, che è il livello più profondo di condivisione di risorse tra operatori, in quanto prevede lo sharing di componenti della rete di trasmissione core. Il modello di condivisione della rete core viene tipicamente implementato per rispondere alle esigenze del mercato degli operatori MVNO (Mobile Virtual Network Operator).

Attualmente con Vodafone è in ballo una competizione/collaborazione. Da una parte una guerra commerciale per arrivare prima sul mercato, dall'altra uno sharing attivo e passivo per realizzare la più grande unica rete 5G in Italia. I vari componenti della RAN risultano integrati in un'unica rete, al punto che una RAN condivisa può essere vista come una singola rete radio collegata alle reti principali di diversi MNO attraverso punti di interconnessione. In questo modo, la RAN verrà gestita da un unico player, INWIT, controllata da entrambi i due big. Difronte questo accordo, Iliad ha chiamato in causa AGCOM e l'Antitrust per vederci chiaro sull'unione d'intenti di TIM e Vodafone. Con questo accordo, secondo Iliad, i due gestori avrebbero una condizione di vantaggio rispetto ai concorrenti, andando a ridurre sicuramente i tempi per lo sviluppo della nuova rete 5G. Sebbene però questa mossa dei due big del mobile possa sembrare atta ad escludere l'operatore francese, le ragioni sono ben altre, dalla riduzione dei CAPEX e degli OPEX, all'arrivo rapido sul mercato per sbaragliare una possibile futura concorrenza di operatori non Telco, e che soprattutto non hanno investito in infrastrutture come i Telco. Mentre a monte TIM e Vodafone hanno puntato alla collaborazione, la collaborazione, invece, avverrà sulle soluzioni da creare per i diversi mercati verticali, con la partecipazione dei rispettivi partner.

### **3.5.1.1.2 Sperimentazioni 5G**

Il 5G ormai è arrivato e tutti gli operatori telefonici in Italia come Vodafone, Tim, Wind 3, Fastweb e Iliad si apprestano a lanciare le loro soluzioni. La sfida principale, l'oggetto della competizione è la realizzazione di soluzioni che sono state sperimentate e lanciate già dalla seconda metà dell'anno (2019) e che entreranno a pieno regime a partire dal prossimo

anno. Il Ministero dello sviluppo economico (MISE) ha sostenuto la realizzazione di sperimentazioni pre-commerciali del 5G. È stata in questo modo data attuazione al “5G Action Plan” della Commissione europea, che considera questa tecnologia un'opportunità strategica per l'Europa. Con l'avviso pubblico del 16 marzo 2017, ha aperto la procedura per l'acquisizione di proposte progettuali per la realizzazione di sperimentazioni pre-commerciali nella disponibilità di spettro radio 3.6 - 3.8 Ghz. Il bando richiedeva la presentazione di proposte progettuali per la fornitura di reti e di servizi di comunicazione elettronica accessibile al pubblico o che si impegnassero alla sperimentazione dei diritti d'uso delle frequenze delle suddette bande. Inoltre, prevedeva che tale sperimentazione avvenisse tramite un'associazione o una partnership degli operatori di rete da una parte e necessariamente dall'altra parte almeno uno tra università, enti, centri di ricerca o imprese di livello nazionale o internazionale con specifiche competenze nel settore di servizi oggetto della sperimentazione. I progetti sono stati realizzati nell'arco di quattro anni nelle seguenti aree geografiche:

- Area 1 – Milano, gara vinta da Vodafone
- Area 2 - Prato e L'Aquila, gara vinta da Wind e Open Fiber
- Area 3 - Bari e Matera, gara vinta da TIM, Fastweb e Huawei [x1]

A queste si aggiungono le sperimentazioni già avviate a Roma, Torino e tante altre. Ma come si stanno mobilitando i diversi operatori? (Figure 19).



FIGURA 19. SPERIMENTAZIONI 5G IN ITALIA (FONTE: TIM)



- Vodafone: ha messo in atto una grande sperimentazione che ha avuto come luogo d'elezione la città di Milano che ha fatto da teatro a tutte le soluzioni innovative che l'operatore sta sperimentando nella capitale dell'innovazione italiana. Già a dicembre 2018, Milano è stata la prima città europea in cui è stato possibile navigare in 5G con una copertura della popolazione dell'80 per cento. Per realizzare progetti di alto livello, Vodafone sta collaborando con 38 partner industriali e istituzionali. Tra questi il Politecnico di Milano è il partner strategico della sperimentazione, insieme ad altri due centri di ricerca (IIT e CNIT). Tra gli altri partner ci sono quelli tecnologici (tra cui Huawei, Nokia, Qualcomm, Altran, IBM, Exprivia | Italtel, Prisma Telecom Testing, Siae Microelettronica), aziende di settore in vari ambiti industriali, due primari ospedali italiani (Humanitas e Irccs Ospedale San Raffaele), startup e piccole imprese innovative, aziende municipalizzate e altre imprese. Gli ambiti coinvolti riguardano sanità e benessere, sicurezza e sorveglianza, manifattura e industria 4.0, education e entertainment, smart energy e smart city. Tra i progetti 5G avviati e già presentati figurano il Cittadino 4.0, ambulanza connessa, wearable in ambito sportivo, Robotica collaborativa per l'Industria 4.0, Esperienza di acquisto tramite realtà aumentata, Lezioni 4.0 e Apprendimento immersivo, Turista 4.0, Telecamere mobili per la video-sorveglianza, Logistica dell'ultimo miglio.
- Fastweb: ha da poco avviato la sperimentazione a Milano ed insieme a Samsung per la 5G Fixed Wireless Access (Fwa) su frequenze commerciali. Questa sperimentazione ha già permesso di connettere all'ultrabroadband numerose abitazioni ed uffici a Milano. Nel corso dei giorni di sperimentazione, sono state raggiunte velocità di navigazione pari a 1 Gbps, grazie allo spettro a 26GHz, acquisito da Fastweb nell'ambito dell'asta per le frequenze 5G.
- Wind 3: l'operatore ha puntato alla sperimentazione con Open Fiber e insieme ad Università, enti di ricerca ed altre imprese, svilupperanno, a Prato e l'Aquila, la tecnologia 5G fino al 31 Dicembre del 2021, con un investimento iniziale che si aggira tra i 30 e i 40 milioni di euro. Grazie alla joint-venture tra le due aziende, il colosso delle telecomunicazioni potrà contare su una rete ancor più ampia, giacché deriva dalla fusione delle reti appartenenti in passato alle singole società. Tra i

progetti avviati in fase di sperimentazione, riguardano principalmente la videosorveglianza, mobilità e industria e la cultura, attraverso l'uso di tecnologie VR e AR applicate al Museo Pecci ed al Museo del Tessuto.

- Iliad: il nuovo arrivato nel mercato italiano si sta dimostrando all'altezza nell'arduo compito di fronteggiare le realtà più solide e storiche della telefonia italiana. Già il solo aver preparato un piano di investimenti per oltre 2 miliardi di euro nella rete 5G la dice lunga su come Iliad stia affrontando la questione di petto. Anche in questo caso le sperimentazioni per il 5G sono in corso, ma a parte le parole rassicuranti dei referenti, de facto non si sa ancora molto.
- TIM, come già visto nei capitoli precedenti, vuole arrivare prima di tutti sul mercato. Per questo, anche per quanto riguarda le sperimentazioni ha giocato d'anticipo in diverse città.

Già alla fine del 2016, la giunta comunale della città di Torino, prima in Italia, aveva sottoscritto un patto d'intesa con la società Telecom Italia Mobile per dare l'avvio ad una sperimentazione di rete 5G. Questo patto ha sancito un record per TIM che ha realizzato, insieme a Ericsson e Qualcomm, oltre che con il Politecnico di Torino, la prima rete 5G in Italia e che funziona a 28 GHz. Altro primato di TIM è l'aver incoronato San Marino come primo stato 5G. Il tutto è stato reso possibile grazie alla collaborazione tra TIM, Nokia e il governo di San Marino, rendendo così il Paese un laboratorio a cielo aperto per la sperimentazione di servizi innovativi basati sul 5G. A San Marino, inoltre, si è andati ben oltre la sperimentazione. Infatti, è il primo Paese al Mondo che può vantare una copertura del 99% della rete 5G. Il progetto BariMatera5G è l'altra grande sperimentazione di TIM, aggiudicandosi il bando di gara MISE insieme a Fastweb e Huawei. È stato fatto un investimento di oltre 60 milioni di euro in 4 anni e sono stati coinvolti 52 partner d'eccellenza dove sono stati sperimentati i servizi più innovativi come la realtà virtuale applicata alla visita virtuale ai Sassi di Matera oppure lo smart port realizzato a Bari. Il piano di sviluppo della rete 5G per Bari e Matera ha l'obiettivo di raggiungere il 75% della popolazione delle aree urbane delle due città entro la fine del 2018 ed entro la fine del 2019 la copertura completa. Tra le altre città, a Genova, in partnership con istituzioni e altri player, Tim ha avviato i test di servizi 5G per il controllo del territorio con droni e veicoli di tipo rover. La sperimentazione, che ha riguardato l'area Great Campus agli

Erzelli, dove ha sede il “Digital Lab 5G” e uno dei centri R&S globali di Ericsson in Italia, si avvale di una centrale operativa in Cloud realizzata da Tim, dalla quale è possibile gestire e controllare da remoto e in modo automatizzato le varie missioni di volo o terrestri, sfruttando le potenzialità della rete di quinta generazione. Per la sperimentazione di applicazioni in ambito industriale, TIM ha avviato una collaborazione con CISCO e con la partnership di Exprivia-Italtel in qualità di integratore tecnologico, Fanuc in qualità di fornitore dei robot e con la collaborazione di altre importanti società manifatturiere nazionali, che guidano i requisiti dei test nei rispettivi ambiti applicativi industriali. La sperimentazione è focalizzata sul collegamento in mobilità di robot, macchine e linee di produzione per lo sviluppo di nuove applicazioni di monitoraggio, basate sulla raccolta in tempo reale di dati provenienti dagli impianti. Le sperimentazioni sono state fatte anche in altre città che hanno avuto minore visibilità giornalistica, ma che stanno apportando un grande know how all’ecosistema TIM e che lo sta proiettando come Main Player del mercato.

### **3.5.1.1.3 Competizione tra i Telco e i non Telco**

Il mercato descritto, però, è un mercato ancora fragile, non definito. Come si è già visto e analizzato, chi crea valore per il cliente è quasi sempre chi offre una soluzione verticale. E quindi qualunque azienda non Telco può proporsi come leader di un ecosistema e ciò comporta una notevole fragilità delle barriere all’entrata in quanto molte soluzioni non sono state ancora sviluppate. Con l’avvento del 5G, e in particolare delle nuove caratteristiche architetture descritte in precedenza, potrebbe sia modificarsi l’ambito di attività di figure tradizionali, ad esempio i fornitori di accesso o i providers di specifici servizi, ad esempio legati a settori in rapida crescita dell’IoT, dell’automotive e in generale dei vari mercati verticali serviti dal 5G, i quali attraverso le nuove forme di accesso potrebbero direttamente gestire porzioni oppure funzionalità di rete, sia configurarsi nuovi soggetti intermedi, nonché soggetti che potrebbero essere attivi a livello di brokeraggio (non solo di spettro), eventualmente abilitati dalle varie forme di sharing. Alla luce dei nuovi business model, potrebbero emergere nuove figure, come l’Asset Provider, il Connectivity Provider e il Partner Service Provider.

- L'Asset Provider può offrire ed operare a beneficio di terze parti varie funzionalità o infrastrutture di rete come fossero un servizio oppure realizzare e gestire varie forme di network o infrastructure sharing.
- Il connectivity provider può offrire connettività base o avanzata a beneficio sia di clienti retail (consumer e business) che wholesale (es. MVNO).
- Il partner service provider (che può essere anche un OTT) infine offre ai clienti servizi arricchiti con gli elementi o la soluzione applicativa per il mercato verticale, o meglio può essere o il platform provider o l'application provider; è la variante alla soluzione in cui è l'operatore di rete che offre servizi/contenuti/applicazioni mediante alleanza con lo specifico partner. Grazie agli nuovi scenari di business dati dallo slice della rete, è possibile che il service provider potrebbe essere anche un broker di rete, ovvero un nuovo player sul mercato che fa ponte tra il connectivity provider e i partner service provider.

Per ricapitolare, questo nuovo scenario conduce a un effetto di evoluzione del ruolo del soggetto principale della tradizionale catena del valore rispetto all'utilizzo dello spettro, cioè il MNO. Ad esempio, analizzando la rete del valore (come complemento alla catena del valore) si evidenzia come i nuovi player come i PVNO (Provider Virtual Network Operator), i verticals e i connectivity provider diventano nuovi clienti del MNO, allo stesso tempo i connectivity provider, i partner service provider e gli OTT, nonché gli operatori MTC possono diventare nuovi competitori, gli asset service provider e gli spectrum/ network broker si aggiungono ai possibili fornitori, mentre le stesse industrie verticali possono essere complementari al MNO nella fornitura dei servizi.

Al fine di comprendere meglio la situazione esposta, proviamo a capire i possibili scenari sulla soluzione applicativa "manutenzione predittiva con i droni per l'I4.0". Tale soluzione prevede la possibilità di controllare da remoto un drone e di inviare in tempo reale streaming video di alcune zone di uno stabilimento industriale non accessibili o comunque non facilmente raggiungibili dai manutentori. Ipotizzando che un cliente X abbia bisogno di questa soluzione, a chi si rivolgerebbe? Sicuramente a chi ha la soluzione, ovvero i fornitori di droni, il partner service provider, che, una volta proposta la soluzione al cliente, per completare l'offerta potrebbe trovare come partner un connectivity provider. Per questo un connectivity provider come TIM, per evitare che questo accada deve giocare d'anticipo.

### 3.5.1.2 Il potere dei fornitori

Nel complesso mercato 5G i fornitori si possono suddividere in network asset provider e service partner/ provider. I network asset provider per TIM sono principalmente i fornitori delle infrastrutture mobili, ovvero le antenne piazzate sulle torri. Tra i fornitori su cui TIM può contare vi è il partner Ericsson, con cui ha fatto il lancio commerciale, Nokia e le cinesi Huawei e ZTE. Da prendere in considerazione ci sarebbe anche l'americana Cisco, che però si occupa solo della parte di switch e router e attrezzature di base delle reti. Per sapere chi saranno i futuri fornitori occorrerà aspettare l'esito della gara in corso. Sul 4G ci sono i soliti 3 fornitori (Ericsson, Nokia e Huawei), mentre con il 5G, a causa della guerra in corso alle società cinesi, il mercato italiano potrebbe dividersi tra due soli player. Andando nel mercato europeo, rinunciando alla tecnologia cinese, l'Ue potrebbe varare importanti piani di investimenti per sviluppare quella già a disposizione di aziende europee (sempre Ericsson e Nokia) e stimolare l'attività in ricerca e sviluppo dei singoli Paesi così da creare un ecosistema indipendente e andare verso una forma di spartizione tecnologica in tre sfere: americana, europea e cinese.

Per quanto riguarda i partner service provider, invece, sono moltissimi se si considerano tutti i mercati verticali. Al momento sono più o meno gli stessi che operano nella filiera del Narrowband-IoT. Fanno parte di questi fornitori i Platform Provider (come Google, Amazon, Apple, Microsoft); i CPE manufacturer/retailer, tra cui importanti i produttori di chips come Qualcomm, Mediatek, Samsung e Huawei; gli Application Provider e i Software Customization Provider, ovvero gran parte delle società di consulenza, sia ingegneristica che informatica.

Nella soluzione dei droni oggetto di studio, TIM avrebbe uno solo partner tecnologico: Seikey, che fornirebbe i droni, il software di controllo, il control equipment e la sensoristica. In questo modo TIM potrebbe offrire, con un solo partner, una valida soluzione su un mercato verticale.

### **3.5.1.3 Potere contrattuale dei clienti e minaccia di prodotti sostituiti**

Questi due forze di Porter con il 5G sono strettamente dipendenti l'una dall'altra. Innanzitutto, occorre capire in quali settori e per quali applicazioni il 5G può essere considerato insostituibile e quando invece c'è una valida alternativa.

Prendendo in esame le applicazioni di eMBB, ovvero di semplice connettività il 5G diventa indispensabile nel momento in cui è necessario un TH di dati elevato per minuto per ottenere Video in Real Time in qualità 4K, 8K o in 3D. Ad esempio, in alcuni stabilimenti siderurgici vengono trattati diversi tipi di acciai e trasportati per mezzo di carrelli. Per distinguere i diversi tipi di acciaio work in progress, per evitare che siano degli operai fisicamente a farlo in condizioni non ottimali di temperatura, è possibile utilizzare delle telecamere che siano abilitate a realizzare stream in alta risoluzione. In questo caso il potere contrattuale dei clienti è relativamente basso. Nel caso in cui è richiesto uno streaming a bassa risoluzione, invece, i clienti potrebbero richiedere una connessione in fibra o in 4G anche se poco richiesta.

Prendendo in esame invece soluzioni di tipo IoT, la differenza tra rete 5G e il Narrowband-IoT sta principalmente nel numero di dispositivi connessi per kilometro quadrato e dunque una connessione 5G può essere utile e indispensabile in applicazioni con una grande densità di dispositivi per avere i dati in tempo reale. Inoltre, con un gran numero di dispositivi connessi, in termini monetari e di lead time, è meglio avere una connessione 5G per dispositivo connesso che un milione di fili per km quadrato. Inoltre, con una connessione 5G si ha la possibilità di superare il NB-IoT per quanto riguarda la profondità di connessione, ovvero la capacità di superare alcuni ostacoli come i muri che potrebbero interferire con il segnale, meglio in questo caso di una rete wifi.

Un altro tipo di soluzione che va ad oggi va per la maggiore è il Fixed Wireless Access (FWA) è una tecnologia utilizzata per portare la banda larga e ultra-larga in quei luoghi dove le connessioni ad alta velocità via cavo non arrivano. Stiamo parlando, ad esempio, di piccoli comuni rurali o di comunità montane, dove la tecnologia avanza lentamente. Ciò per motivi tecnici o perché le compagnie telefoniche ritengono non vi sia un vantaggio economico. Il servizio è già stato lanciato con tecnologia Wireless Fisso, ma non è prestante come potrebbe esserlo con il 5G, dato che ha una affidabilità al 99,99999%.

Dove il 5G è insostituibile e quindi un potere contrattuale dei clienti bassissimo sta nelle applicazioni con controllo da remoto. Basti pensare all'auto autonoma. Ad oggi non esiste alcuna rete mobile prestante come il 5G che permetta una affidabilità tendente all'unità e una latenza/ tempo di risposta tendente a 0. Per cui attualmente, il vantaggio principale che il 5G ha sulle altre tecnologie è sul controllo da remoto di oggetti non raggiungibili fisicamente da un cavo e in questo caso i clienti che necessitano questi tipi di applicazioni non avrebbero altre alternative e dunque un potere contrattuale quasi nullo.

La soluzione oggetto di studio con i droni, per una corretta funzionalità e risposta del controllo da remoto, necessita dell'affidabilità e della ridotta latenza garantite dal 5G. In alcune situazioni, il cliente potrebbe accontentarsi di una tecnologia come quella WiFi per il controllo del drone, ma questo non avrebbe un controllo efficace del drone su grandi distanze nè tantomeno una affidabilità tendente all'unità richiesta per applicazioni di questo tipo. Infatti, il valore aggiunto di avere un Service Aggregator come TIM è quello di avere il pieno controllo e affidabilità della rete, garantendo un servizio di connettività continuo ed efficace, indispensabile per una applicazione come il controllo da remoto.

## CAPITOLO 4 - MERCATI VERTICALI E CASI D'USO

Secondo quanto visto precedentemente, i vari operatori mobili dovranno impiegare i loro sforzi e le loro risorse nei diversi mercati verticali. In questo capitolo verranno descritti i diversi settori di applicazione, delineando il valore in più che il 5G porta a questi settori.

### 4.1 Mercati verticali

I vantaggi della digitalizzazione, ovvero la trasformazione del business guidata dai progressi delle tecnologie e delle capacità digitali, stanno portando a massicci investimenti in tutti i settori. Le previsioni portano a pensare che questi investimenti incrementeranno di anno in anno e andranno a beneficio degli attori delle telecomunicazioni in tutto in mondo. Infatti, i ricavi previsti entro il 2030 per la digitalizzazione dei diversi settori per i player ICT dovrebbero ammontare a circa 3,8 trilioni di dollari. I dieci mercati verticali che verranno esaminati in questo lavoro di tesi sono: sanità, media e intrattenimento, automotive, public safety, energia, smart city, educazione, finance, agricoltura, agriculture e industry 4.0.

Gli investimenti portati dal valore che il 5G sta fornendo in questi settori dovrebbero aggirarsi intorno a 1,5 trilioni nel 2030. Questo valore però non sarà indirizzato totalmente dai service provider in quanto la capacità di assumere un ruolo nella catena del valore differirà per industria a causa della velocità della disruption, della rilevanza geografica e della complessità delle azioni che comportano i casi d'uso. Tuttavia, non è possibile per tutti i service provider perseguire tutte le opportunità in questi settori. Anche se alcune industry sembrano avere elevati potenziali di guadagno, non è l'unica cosa che conta per i fornitori di servizi quando decidono di rivolgersi ad un determinato settore. La valutazione dei fattori, inclusi gli effetti di concorrenza, effetti di scala e di scopo, nonché i rischi ed i rendimenti attesi sono la chiave per stimare il potenziale commerciale.

La Figura 20 mostra che il mercato presenta una market share potenziale del 50% fino al 2026, dopodiché la crescita

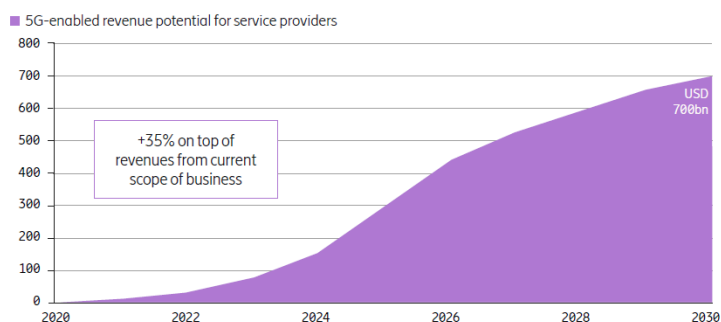


FIGURA 20. POTENTIAL REVENUE FOR SERVICE PROVIDER. (FONTE: ERICSSON AND ARTUR D.LITTLE)



rallenterà, ma sarà comunque significativa. Ciò indica che la probabilità di riuscire a catturare parti di questo potenziale è maggiore nei prossimi 5-7 anni in cui vengono stabiliti ruoli e quote di mercato, piuttosto che negli anni successivi. A livello di market share nel 2030, Healthcare in testa con il 21%; a seguire Manufacturing al 19%, Energy and utilities al 12% a pari merito con Automotive, Media & Entertainment e Public safety al 10%, Public transport e Financial Services al 5%, Educational al 3% e in chiusura Agriculture al 3%.

Nello studio effettuato da Ericsson "The industry impact of 5G<sup>15</sup>" è stato rilevato che le sperimentazioni dei casi d'uso del 5G sono iniziate nel 2018; successivamente, c'è e ci sarà una rapida accelerazione delle attività in quest'ambito, con oltre il 70% delle aziende che mirano ad avere i casi d'uso in produzione entro il 2021. Manufacturing, energia e utilities, trasporti pubblici e servizi finanziari sono i settori con maggiori probabilità di vedere applicati questi casi d'uso già entro il 2020. I principali fattori strategici per compiere il prossimo passo verso l'adozione del 5G sono: beneficiare dei vantaggi da first-mover, posizionarsi come innovatori all'interno del proprio settore, far leva sulle soluzioni che facilitano la trasformazione digitale e costruire una solida base per l'internet of things.

#### **4.1.1 Settore della sanità e e-Health**

L'e-Health, o "Sanità in Rete" è l'insieme di strumenti e servizi digitali al servizio della salute e delle cure mediche che usano le tecnologie informatiche e di telecomunicazione per migliorare attività come prevenzione, diagnosi e terapie delle patologie, nonché monitoraggio e gestione della salute e degli stili di vita. La sanità in Rete contribuisce alla disponibilità di informazioni essenziali quando e dove necessario e assume una crescente importanza con l'aumento della circolazione internazionale dei cittadini e del numero di pazienti. Gli obiettivi della Commissione Europea a riguardo dell'e-Health sono:

- Migliorare la salute dei propri cittadini usando strumenti digitali che siano anche transnazionali per rendere disponibili opportune informazioni sanitarie;

---

<sup>15</sup> Ericsson, *5G for business: a 2030 market compass*, October 2019

- Potenziare la qualità e l'accesso all'assistenza sanitaria coordinando le strategie dei vari paesi membri e ponendo il cittadino al centro dei sistemi sanitari;
- Rendere gli strumenti e i servizi digitali per l'assistenza sanitaria più diffusi, più efficienti e più facili da usare, anche grazie al coinvolgimento degli operatori sanitari e dei pazienti nelle scelte strategiche di progettazione e attuazione, migliorando così la sostenibilità del settore sanitario.

L'evoluzione socio-demografica della popolazione, la necessità di bilanciare risorse disponibili e qualità dell'assistenza sanitaria prestata, sono di stimolo alla definizione di nuove modalità di erogazione dei servizi sanitari che consentano innanzitutto di tracciare chiaramente il percorso del paziente sin dal primo momento di interazione con la rete di assistenza sanitaria. Ciò è possibile attraverso un sistema di servizi integrati in rete che consenta, in tempo reale, il controllo e la valutazione sistematica di parametri quali il rischio clinico, le procedure diagnostiche e terapeutiche con particolare riferimento alla qualità delle stesse, alle risorse impiegate, alle tecnologie utilizzate ed al livello di soddisfazione percepito dal cittadino.

Quello che il 5G consentirà è la remotizzazione del software di controllo dei dispositivi personali su data center in cloud garantendo quindi basse latenze e accesso realtime a servizi e dati. I possibili casi applicativi sono:

- Possibilità di monitoraggio da remoto dei pazienti con patologie croniche, lungodegenti o distanti dalle strutture sanitarie tramite dispositivi medicali inviando le misure al centro medico e interagendo con il personale medico (ad es. tramite videochiamate, telemedicina/teleassistenza);
- le autoambulanze possono trasmettere in tempo reale all'ospedale di destinazione i risultati di esami, immagini mediche e stato generale della persona soccorsa;
- i medici possono consultarsi fra loro in tempo reale per effettuare diagnosi congiunte su esami;
- i lavoratori in contesti di stress/ fatica (autisti mezzi pubblici, forze dell'ordine, attività a rischio) dotati di dispositivi wearable in grado di rilevare i parametri vitali

possono venire soccorsi in caso di situazioni di emergenza, migliorando così le condizioni di sicurezza sul lavoro per sé o per gli altri.

#### **4.1.2 Settore media e intrattenimento**

Le tecnologie digitali hanno portato un cambiamento radicale nel modo di fruire i contenuti audiovisivi da parte degli utenti. Negli ultimi anni si è assistita un'evoluzione da modelli di consumo, sempre meno lineari e vincolati, ad un palinsesto con un livello sempre maggiore di personalizzazione. Questo ha imposto agli operatori del settore di rivedere strategie, modelli di business e offerta, investendo sempre più in tecnologie digitali. Nel mondo della televisione e dei media, infatti, è in corso una profonda trasformazione in cui all'offerta tradizionale si affiancano nuovi servizi digitali in ambito media, ad esempio Netflix. Lo scenario del settore Media in Italia (studio effettuato dall'Osservatorio dell'Agcom nel 2017<sup>16</sup>) mostra chiaramente l'ascesa sempre maggiore dell'online come mezzo di fruizione di contenuti, sia televisivi che editoriali. Il comparto televisivo registra un calo, soprattutto il segmento della TV in chiaro (-3,5%), mentre il segmento dell'editoria continua a registrare le performance peggiori del mercato (-5,2%), contestualmente alla crescita del web (+12,8%) trainata dagli investimenti pubblicitari e dalla diffusione delle reti a banda larga e ultra larga che hanno favorito l'entrata di nuovi player nazionali e internazionali nell'offerta di servizi televisivi in streaming e on demand.

Al fine di una miglior convergenza tra i Telco e i media, alla base di questa trasformazione stanno realizzando la "TV 5G". Questo permetterà la trasmissione wireless di video e TV a qualità e con definizioni superiori rispetto al passato. Inoltre, sarà possibile accedere con una elevata qualità anche in mobilità con Smartwatch, Hololens e ulteriori device mobili.

##### **4.1.2.1 Gaming**

Il gaming è ormai da anni un mercato super appetibile per le aziende che a più livelli scelgono di esplorarlo: "ci sono ora oltre 2,5 miliardi di videogiocatori in tutto il mondo, che entro fine anno spenderanno complessivamente 152,1 miliardi di dollari nello specifico

---

<sup>16</sup> AGCOM, *Osservatorio sulle Comunicazioni N.4/2017*

segmento<sup>17</sup>". Un mercato in continua crescita, tenendo conto che la cifra risulta superiore del 9,6% rispetto a quella spesa nel corso del 2018. Il gaming è un concetto molto ampio, visto che per giocare è possibile ricorrere a molteplici piattaforme, dalle console sino ai dispositivi mobili, passando per i PC. [x2] Il boom del gaming da dispositivi mobili guida la crescita del settore dei videogiochi, al punto che il 26% delle ore spese da mobile è destinato al gaming. Anche le abitudini di gioco sono in evoluzione: non si gioca più solamente su PC o console, ma anche su smartphone e tablet, particolarmente apprezzati soprattutto per giocare mentre ci si sposta.

Attualmente il mondo del gaming si sta spostando verso il cloud gaming, a volte chiamato gaming on demand, che è un tipo di gioco online che mira a fornire una giocabilità fluida e diretta agli utenti finali su vari dispositivi. Ciò si basa su un server di gioco host in grado di eseguire un motore di gioco e lo streaming dei dati di gioco sul dispositivo client. Il mondo del gaming, e in particolare il cloud gaming e il gaming on-line, richiede una banda dati sempre più importante per consentire una esperienza di gioco sempre più realistica e real-time con gli altri giocatori. La modalità multigiocatore in alta definizione (ad esempio la mixed-reality) attraverso device di ultimissima generazione sarà uno degli innovativi scenari di gaming abilitati dal 5G. Gli sviluppatori dei giochi potranno sfruttare le potenzialità messe a disposizione dalla rete 5G per sviluppare nuove esperienze sfruttando l'augmented reality, la posizione del giocatore, l'ambiente reale per farlo interagire con un gioco che si adatta al contesto in real time. La rete 5G, sfruttando la bassa latenza e la capacità di banda, porterà ad un'evoluzione del servizio rendendolo disponibile in mobilità, la cui esperienza sarà sempre più simile a quella di una console giochi creando nuove possibilità di interazione, rendendo i giochi sempre più realistici e coinvolgenti.

#### **4.1.2.2 Museo virtuale**

L'espressione museo virtuale è venuta assumendo nel corso degli ultimi anni una valenza sempre più sfuggente, soprattutto a causa dei notevoli mutamenti di scenario prodotti dalle continue trasformazioni tecnologiche della comunicazione e dell'informazione. È un'entità digitale che condivide alcune caratteristiche del museo tradizionale che ha lo

---

<sup>17</sup> NewZoo, *Global Games Market Report*, 2019

scopo di completare, migliorare, aumentare l'esperienza museale attraverso forme di personalizzazione, interazione ed arricchimento dei contenuti del museo. I musei virtuali possono presentarsi come riferimento digitale di un museo fisico, o possono essere realizzati indipendentemente, mantenendone l'autorevolezza. Un museo virtuale può essere un prodotto distribuito in locale, su strumenti portatili o su web; oppure può nascere fin dall'inizio come prodotto digitale che fa uso di contenuti completamente digitali. È un'entità che conserva un legame con un'istituzione che ne assicura l'autorevolezza, ma, come nel caso del museo, è cosa diversa e distinta rispetto alla biblioteca o all'archivio digitale. [x1] L'Italia, in cui si concentra un patrimonio culturale inestimabile, ha iniziato a muovere passi importanti grazie a iniziative portate avanti non solo da grandi realtà museali ma anche da piccoli musei che spesso rimangono fuori dai circuiti turistici più richiesti. Un esempio è la mostra temporanea del MAO, Museo d'Arte Orientale di Torino, in cui è stato possibile vivere un'esperienza immersiva esplorando la Città Proibita di Pechino o il MAV, Museo Archeologico Virtuale di Ercolano che si va ad affiancare ai principali siti archeologici della zona per offrire una ricostruzione fedele di spazi e vita del passato. La realtà virtuale permette anche la fruizione di opere d'arte situate altrove come è avvenuto per l'esposizione temporanea Uffizi Virtual Experience presso la Fabbrica del Vapore a Milano. Sono sempre di più le collaborazioni fra imprese di ICT e i luoghi d'arte per creare allestimenti multimediali che prevedono anche applicazioni dedicate e adattabili alle diverse categorie di utenti.

L'innovazione in questo settore, come con gli altri, è guidata dal 5G. Nelle declinazioni d'uso della tecnologia 5G, il caso d'uso principale e che avrà maggiore impatto sarà la realtà virtuale, grazie alla capacità di offrire maggiore velocità, minore latenza, la capacità di trasportare un maggior numero di informazioni e di fornire un elevato standard di sicurezza.

#### **4.1.3 Il settore Automotive**

Uno degli ambiti applicativi dell'IoT su cui ci si aspetta maggiore dinamicità di mercato è quello delle Smart Car. In uno scenario di crescente domanda di mobilità e d'incremento demografico, una mobilità efficiente e sicura delle persone e delle cose è un obiettivo

fondamentale su cui tutti gli stakeholder, sia pubblici che privati, saranno sempre più impegnati.

L'industria automobilistica sta attraversando una fase di profonda trasformazione tecnologica, grazie alla convergenza di diverse tecnologie da settori adiacenti (CPU e Sensori, Artificial Intelligence e Deep Learning, Image processing, etc.) che forniscono abilitatori fondamentali verso livelli di automazione più elevati dei veicoli. Molti osservatori concordano però che sarà l'avvento della rete 5G, il collante di tutte queste innovazioni e darà un impulso al settore, superando i limiti delle tecnologie che già attualmente il mondo automotive sperimenta per la comunicazione diretta tra veicoli, infrastrutture, utenti, servizi. Infatti, per affrontare situazioni stradali sempre più complesse, i veicoli automatizzati dovranno fare affidamento non solo sui propri sensori, come oggi già si sta facendo, ma anche su quelli di altri veicoli e di altri elementi di contesto e dovranno cooperare tra di loro, piuttosto che prendere decisioni da soli. Queste tendenze presentano sfide significative al sistema di comunicazione sottostante, poiché l'informazione deve raggiungere la propria destinazione in modo affidabile entro un periodo di tempo estremamente breve. Per tale motivo saranno richieste prestazioni al di là di ciò che le attuali tecnologie wireless possono fornire e proprio invece della rete 5G, la naturale candidata ad essere la rete dei veicoli completamente autonomi. Attraverso le tecnologie V2X di nuova generazione, i veicoli, l'infrastruttura stradale sempre più intelligente e i centri di controllo del traffico potranno scambiarsi informazioni, aumentando il margine di sicurezza dei veicoli, anche attraverso l'evoluzione delle tecnologie di posizionamento preciso. Grazie all'evoluzione della tecnologia sarà possibile prevenire situazioni di particolare pericolosità su specifici segmenti di strada (siano essi urbana, extra-urbana, autostradale) in caso di veicoli o ostacoli fermi sulla traiettoria di marcia, in presenza di veicoli che compiono manovre pericolose (es. per aver preso una strada in senso contrario o per stato del guidatore), oppure in condizioni particolari della strada come ad esempio presenza di ghiaccio o in caso di condizioni atmosferiche straordinarie (es. banchi di nebbia). Le tecnologie V2X potranno essere utili anche per lo sviluppo di nuovi servizi di info-mobilità per ridurre la congestione del traffico e minimizzare i consumi energetici.

#### 4.1.4 Public safety

Il mondo della Public Safety include molteplici ambiti e scenari. In primo luogo si riferisce alle Forze dell'Ordine e quindi a tutte le attività svolte per assicurare la sicurezza attraverso il rispetto delle leggi, ma in un'accezione più ampia include anche la sicurezza delle persone sia nella vita quotidiana, tramite le Agenzie Regionali di Protezione Ambientale che seguono il monitoraggio dell'inquinamento e delle condizioni di vita, sia in caso di incidenti o disastri naturali, dove la Protezione Civile assicura la prevenzione e la risposta a questo tipo di eventi.

Un Operatore di TLC può fornire un supporto fondamentale alla trasmissione in tempo reale dei dati e delle immagini, alla loro storicizzazione e alla loro visione nelle centrali operative, che forma il cuore dei sistemi delle organizzazioni che si occupano di Public Safety. In più ultimamente stanno sorgendo nuove tecnologie sia in contesto di Smart City sia in ambito Robotica di Servizio, come ad esempio, Internet of Things e i droni, che consentono di prefigurare nuovi ruoli per le TLC e nuove applicazioni di interesse generale. I servizi video impiegati per la sicurezza e la protezione pubblica possono trarre grande beneficio dalle infrastrutture LTE e poi dal 5G sia per prestazioni che per funzionalità. Già il 4G ha contribuito all'evoluzione della Public Safety, dove risulta massima la richiesta di affidabilità e disponibilità della rete. Il vantaggio principale è la possibilità di passare da una rete proprietaria ad una rete standard che, anche in mobilità, offre una banda sufficientemente larga e con latenze contenute, in grado ad esempio di trasmettere video live da un'auto pattuglia verso la centrale, o di abilitare il monitoraggio del traffico in tempo reale per migliorare il servizio di trasporto pubblico.

Le reti 5G saranno in grado di supportare una varietà di casi di utilizzo molto differenti, con diversi requisiti per la latenza, il throughput e la disponibilità. Una importante funzionalità che verrà inserita proprio con il 5G e che risulterà molto utile soprattutto per la Public Safety sarà lo "slicing" della rete. Poter creare reti ad hoc "affettando la rete fisica" consentirà infatti la progettazione, la distribuzione, la personalizzazione e l'ottimizzazione di diverse reti virtuali in esecuzione su un'infrastruttura di rete comune, assegnando ad ognuna di esse livelli di qualità di servizio necessari per soddisfare quel particolare scenario.

#### **4.1.5 Il settore energetico**

L'implementazione del 5G consentirà soluzioni innovative per facilitare la produzione, la trasmissione, la distribuzione e l'utilizzo di energia, accelerando il progresso della tecnologia in quasi tutti i campi.

Gli impianti di produzione di energia richiedono una manutenzione continua che è fondamentale per il loro corretto funzionamento e per evitare i pericoli. I tecnici dell'assistenza sul campo sono spesso impegnati in operazioni critiche con importanti problemi di sicurezza. Fornendo ai dispositivi dipendenti dalla batteria una lunga durata di vita, 10 anni o più, e consentendo una comunicazione rapida e affidabile, il 5G rende pratico l'ampio dispiegamento di sensori, come rilevatori di perdite su una tubazione, pratici per le utility, consentendo un monitoraggio continuo e riducendo fortemente la necessità per l'intervento umano migliorando notevolmente la sicurezza.

Il 5G sarà un ingrediente importante per lo sviluppo di tecnologie di reti intelligenti, consentendo alla rete di adattarsi meglio alle dinamiche delle energie rinnovabili e della generazione distribuita. Poiché le risorse rinnovabili come l'energia solare ed eolica sono intermittenti, la rete richiederà un monitoraggio e un controllo integrati, nonché l'integrazione con l'automazione della sottostazione, per controllare i diversi flussi di energia e pianificare la capacità di standby per integrare la generazione intermittente. Automatizzando i sistemi di gestione di questa crescente mole di informazioni, che includeranno variabili quali la valutazione dei comportamenti dei prosumer rispetto a offerte, l'andamento del mercato dei prezzi energetici, anche a livello internazionale, e le esigenze strutturali della rete, le funzionalità Smart Grid semplificheranno il controllo dei flussi di energia bidirezionali e il monitoraggio, il controllo e il supporto di queste risorse distribuite. Così facendo si passerà quindi da un sistema predittivo a un sistema di report in tempo reale che sfrutta le soluzioni wireless e le utility potranno bilanciare meglio domanda e offerta, mantenere infrastrutture critiche e sfruttare la tecnologia per educare e informare i consumatori.



#### 4.1.6 Smart city

La Commissione Europea definisce le Smart City come il luogo dove le infrastrutture e i servizi tradizionali diventano più efficienti tramite l'impiego delle tecnologie di informazione e comunicazione digitale. Si stima che la popolazione urbana aumenterà nei prossimi 40 anni di 2,3 miliardi, con il 70% della popolazione mondiale che nel 2050 vivrà nelle città. Questa crescita porrà davanti a molte sfide. Le smart city saranno una possibile soluzione per fornire servizi migliori ai cittadini, utilizzare meglio le risorse e riguardare così l'ambiente.

Le smart city si stanno muovendo verso l'utilizzo di NB-IoT per alcuni use case di interesse per i propri cittadini, come la gestione dei rifiuti, dell'illuminazione pubblica, dei parcheggi pubblici e il monitoraggio di parametri essenziali come l'inquinamento e il traffico, grazie alla distribuzione sul territorio di numerosi sensori che, misurando i parametri di interesse, li possono comunicare alle piattaforme di servizi tramite la rete. Ma come già accennato, il salto verso una nuova società "connessa" verrà assicurato dal 5G, sia estendendo le capacità del già presente NB-IoT per la gestione dei sensori sul territorio, sia aggiungendo funzionalità essenziali legate alla reliability e alla low latency della rete 5G e all'ulteriore incremento della banda sia in uplink, che in downlink. La connettività 5G e i sensori permetteranno di avere capillarità, efficienza e affidabilità nella raccolta dei dati, di fatto virtualizzando le informazioni in tempo reale sulla città. Le piattaforme IoT permetteranno di aggregare in modo strutturato i dati raccolti, fornendo agli strati applicativi le informazioni necessarie allo sviluppo dei servizi.

Nel Cloud i servizi saranno principalmente orientati al monitoraggio, alla pianificazione e al controllo sempre più reattivo della città da parte della Pubblica Amministrazione, con viste aggregate e integrate sui dati disponibili, anche grazie all'analisi dei dati tramite tecnologie Big Data e di Artificial Intelligence. Sarà sempre più possibile coinvolgere anche i cittadini in modo diretto, fornendo loro servizi che sfruttano i dati in tempo reale, e al contempo utilizzando i device mobili dei cittadini stessi come sensori.

Una ricerca di Accenture suggerisce che "le soluzioni per le città intelligenti applicate alla gestione del traffico automobilistico e alle reti elettriche potrebbero produrre benefici e risparmi per 160 miliardi di dollari attraverso riduzioni del consumo di energia, congestione del traffico e costi del carburante. Questi attributi del 5G consentiranno alle città di ridurre

i tempi di pendolarismo, migliorare la sicurezza pubblica e generare significative efficienze di rete intelligente<sup>18</sup>, afferma il rapporto.

#### **4.1.7 Il settore dell'educazione**

Le aule sono da sempre alla prova dello sviluppo della tecnologia, e, comprensibilmente, ciò che è all'avanguardia oggi sarà al corrente quando i bambini di oggi entreranno nel mondo del lavoro.

Grazie alle capacità uniche del 5G sarà possibile coinvolgere gli studenti e gli educatori delle scuole al fine di migliorare i risultati di apprendimento e affrontare gli ostacoli fondamentali alla disponibilità degli studenti per le scuole superiori, l'università e le carriere.

La realtà virtuale può rendere le lezioni più coinvolgenti e coinvolgere gli studenti, ma comporta la trasmissione di enormi quantità di dati, in particolare se le cuffie sono wireless, il che si traduce in un ritardo che può essere fonte di distrazione o frustrazione.

Con il 5G, gli insegnanti saranno in grado di condividere ricche esperienze virtuali con le loro classi, esplorando il sistema solare, il corpo umano, la struttura di un fiore e il fondo dell'oceano senza lasciare i loro posti. I bambini saranno in grado di apprendere al proprio ritmo in un ambiente adatto a loro, e gli insegnanti avranno più tempo da dedicare al coinvolgimento degli studenti grazie alla migliore connettività e all'evoluzione dell'IoT che permetterà ad esempio di registrare automaticamente, grazie a dei sensori, ogni bambino quando arriva in classe, eliminando così la necessità di prendere un registro cartaceo in mano. Oggi, studenti e insegnanti possono interagire tramite collegamento video, ma la connettività irregolare significa che non è insolito che il feed venga interrotto a metà. Con solo un'ora al giorno per l'interazione, qualsiasi problema tecnico significa molto tempo di apprendimento perso.

Il 5G porterà connessioni Internet più affidabili e stabili anche in aree che attualmente soffrono di scarsa copertura. Così facendo gli insegnanti saranno in grado di interagire con gli studenti più a lungo, sicuri nella consapevolezza che la linea è stabile e condividere esperienze interattive con le loro lezioni virtuali piuttosto che solo con i video, il tutto

---

<sup>18</sup> Accenture strategy, *SMART cities: How 5G Can Help Municipalities Become Vibrant Smart Cities*, 2018

praticamente senza latenza. In campi come l'aviazione e la medicina, dove la formazione è sia costosa che rischiosa per lo studente e gli altri, i metodi di apprendimento forniti da VR / AR offrono un'alternativa più economica e più sicura. Uno studio che ha confrontato la conservazione dei dati tra l'apprendimento della VR e i metodi di allenamento tradizionali ha scoperto che l'80 per cento delle informazioni presentate tramite VR era memorizzato dal pubblico, rispetto al 20 per cento quando ascoltava una lezione. Attualmente queste tecnologie sono supportate su reti 4G e Wi-Fi, tuttavia la latenza (ritardo) tra l'immagine vista e i movimenti di chi la indossa può provocare nausea o quella che oggi viene comunemente definita "cyber sickness". Questo sfortunato effetto collaterale e la mera quantità di dati che devono essere trasmessi per far funzionare un'intera classe di dispositivi VR hanno impedito che la VR fosse pienamente adottata come risorsa educativa. Con un Internet mobile veloce, uno studente di medicina non solo potrà frequentare lezioni e seminari virtuali in tempo reale con altri studenti, ma potrà anche eseguire dissezioni e procedure virtuali con la guida di un vero tutor. La larghezza di banda superiore del 5G consentirà la trasmissione di feedback tattili, che potrebbero aiutarlo durante l'esecuzione di un'operazione virtuale e guidare le sue mani durante il lavoro. Simulazioni iperrealistiche come queste potrebbero aiutarlo a prepararsi al lavoro in un vero ospedale, e sviluppare le sue abilità durante la carriera in modo che tutti possano beneficiare di una migliore assistenza sanitaria in futuro.

#### **4.1.8 Il settore della finanza**

Il futuro dei servizi finanziari è mobile. Poiché i miglioramenti del 5G creano reti più affidabili e reattive, sarà possibile riformare in modo significativo il modo in cui banche e altri istituti finanziari usano la tecnologia, sia per le operazioni interne che per il coinvolgimento dei clienti aiutandoli a garantire che questo futuro sia più produttivo, efficiente e protetto. Dai bancomat al banking online e mobile, il settore dei servizi finanziari è stato spesso uno dei primi ad adottare la tecnologia digitale. Ad esempio, secondo una ricerca condotta da AT&T<sup>19</sup>, "l'81% degli istituti finanziari ha apportato modifiche tecnologiche a livello aziendale e / o di filiale negli ultimi anni".

---

<sup>19</sup> AT&T Report, *The Digital Mandate: How Banks are Investing to Transform*, 2017

Con l'utilizzo mobile che continua ad accelerare rapidamente, molti clienti sono attivamente alla ricerca di nuovi servizi per abbinare le tecnologie in evoluzione nelle loro tasche e ai loro polsi. L'introduzione del 5G cambierà il paradigma di molti istituti finanziari. Operazioni bancarie familiari come i servizi di pagamento raggiungeranno nuove forme che si estenderanno ai canali più recenti, tra cui smartphone 5G, realtà virtuale, dispositivi IoT e dispositivi indossabili. Questi ultimi stanno già diventando un canale importante per i pagamenti mobili e questo probabilmente aumenterà quando il 5G sarà disponibile.

La bassa latenza, l'elevata capacità di dati e l'affidabilità delle prossime reti 5G contribuiranno a creare una nuova piattaforma per la fornitura di servizi, praticamente ovunque si trovi il cliente. La larghezza di banda a bassa latenza offrono la raccolta e la consegna di informazioni in tempo reale di dati che vanno dalla posizione alle informazioni di pagamento, aprendo la strada a nuovi servizi bancari personali basati sull'intelligenza artificiale. Questi servizi potrebbero aggregare i dati comportamentali di un utente in tempo reale per creare raccomandazioni finanziarie attente al contesto. Un assistente finanziario automatizzato potrebbe ricordare agli utenti che stanno raggiungendo un limite di budget settimanale per i servizi di intrattenimento quando vanno al cinema o suggerire nuovi modi per risparmiare al supermercato. Utilizzando servizi ad alta velocità e bassa latenza, potrebbero offrire consigli più accurati dove conta di più. Anche il servizio clienti verrà modificato. L'intelligenza artificiale (AI), ad esempio, che è ancora agli inizi nel settore dei servizi finanziari diventerà più onnipresente. Gli intermediari finanziari saranno costretti ad abbracciare l'IA e altre tecnologie destinate a migliorare i servizi bancari e finanziari per i clienti e migliorare sia la sicurezza che la velocità.

I benefici di 5G dovrebbero estendersi oltre i clienti. I professionisti finanziari potranno inoltre utilizzarli per creare processi di back-end più efficienti. Nell'assicurazione, i periti possono utilizzare la connettività ad alta velocità abilitata per il 5G per inviare rapidamente dozzine di foto alla sede centrale, senza dover aspettare per raggiungere il proprio ufficio o la rete domestica. Utilizzando questa tecnologia, le compagnie assicurative potrebbero servire i clienti in modo più rapido e automatico, specialmente quando si combinano i processi di aggiustamento dei sinistri con l'IA.

#### 4.1.9 Smart agriculture

La Smart Agriculture è oggi uno dei settori con la più elevata opportunità di sviluppo e con la più bassa penetrazione di soluzioni digitalizzate. Infatti, mentre l'innovazione e i progressi tecnologici siano state presenti in tutte le industrie a livello globale, l'agricoltura rimane il settore meno digitalizzato. Il problema principale derivante da questo settore è stato il modello agroalimentare degli ultimi 50 anni che ha concesso uno sfacciato sfruttamento e deterioramento delle risorse naturali, poiché considerate erroneamente inesauribili. I costi ambientali e sociali pagati a causa dell'agricoltura intensiva sono stati enormi, soprattutto sotto l'aspetto dell'inquinamento, della perdita di biodiversità, della riduzione della fertilità dei suoli, dell'abbandono dei territori marginali creando evidenti problemi di sostenibilità. Ma ad oggi si stanno facendo notevoli passi in avanti. Le soluzioni per il miglioramento della produttività in agricoltura stanno contribuendo a incrementare l'efficienza delle risorse e ridurre l'impatto ambientale, promuovendo al tempo stesso la competitività degli agricoltori. La rivoluzione della smart farming ha avuto un notevole sprint negli ultimi anni guidato dal basso costo della tecnologia, adesso utilizzata per svariate applicazioni. Ad oggi sono state messe in campo a soluzioni innovative nel campo delle apparecchiature di precisione e dell'automazione, grazie all'uso della robotica e di sensori che consentono di ridurre anche dell'85% l'utilizzo di pesticidi, diminuire sprechi e consumo di risorse e aumentare la qualità e la quantità di raccolto. Al fine di avere una agricoltura connessa, è stato anche sviluppato un software che permette di migliorare l'utilizzo delle risorse e ridurre le inefficienze. Con il 5G l'ecosistema la smart agriculture ha l'obiettivo ambizioso di ridurre drasticamente i costi di produzione e l'impatto sull'ambiente, garantendo ai consumatori un prodotto sicuro e di qualità. Con i sensori 5G, fissi o montati a bordo di droni, è possibile raccogliere dati e immagini su ogni singola appezzamento di terra o per ogni tipologia di coltura presente nei campi. È possibile analizzare una grande vastità di dati: dal livello di umidità del suolo alla salute delle piante, fino al livello di maturazione e molto altro ancora. Tutti dati che, attraverso il cloud, vengono inviati a un computer che analizza lo stato di salute o individua segnali di stress o malattie. In questo modo gli agricoltori possono decidere anticipatamente e con assoluta precisione come distribuire acqua, pesticidi o fertilizzanti. La sfida per il futuro del settore alimentare, tenuto conto anche della crescita prevista per la popolazione mondiale, sarà quella di progettare architetture e implementare algoritmi che supportino ciascun oggetto

della filiera agro-alimentare al fine di massimizzarne il rendimento diminuendo ulteriormente i costi e impatto ambientale e mantenendo alta la qualità dei prodotti, creando valore in modo sostenibile per l'intera filiera agricola.

#### **4.1.10 Il settore manufacturing e Industry 4.0**

Il termine Industry 4.0 (I4.0) indica la quarta rivoluzione industriale. È una rivoluzione in corso e sta cambiando lo scenario produttivo industriale con impatti sulle aziende, sui loro processi produttivi e sulle persone, con l'obiettivo della riduzione dei costi di produzione e del time to market tramite l'utilizzo di macchinari intelligenti, connessi e facilmente gestibili. Industry 4.0 è un nome per l'attuale tendenza dell'automazione e dello scambio di dati nelle tecnologie di produzione. Include sistemi cibernetici, Internet delle cose, cloud computing e cognitive computing. L'industria 4.0 crea quella che è stata definita una "fabbrica intelligente". All'interno delle fabbriche intelligenti strutturate modulari, i sistemi cyber-fisici monitorano i processi fisici, creano una copia virtuale del mondo fisico e prendono decisioni decentralizzate. Con Internet of Things, i sistemi cyber-fisici comunicano e cooperano tra loro e con gli esseri umani in tempo reale e, tramite Internet of Services, i servizi della catena del valore offrono e utilizzano sia servizi interni che interorganizzativi. Secondo uno studio dell'Osservatorio del Politecnico di Milano, "il mercato dei progetti di Industria 4.0 raggiunge nel 2018 un valore di 3,2 miliardi di euro, di cui l'82% realizzato verso imprese italiane e il resto export di progetti, prodotti e servizi. C'è una crescita netta del 35% rispetto all'anno precedente, guidato dai frutti degli investimenti effettuati nel 2017, e fatturati nel 2018, sulla spinta del Piano Nazionale Industria 4.0. La crescita in realtà è più che raddoppiata negli ultimi quattro anni, a cui va aggiunto un indotto di circa 700 milioni di euro in progetti tradizionali di innovazione digitale. Nell'ultimo anno, in base ai risultati del primo trimestre, è avvenuto un rallentamento della crescita attorno al +20-25%<sup>20</sup>".

L' I4.0 si può descrivere come un processo che porterà ad una produzione industriale del tutto automatizzata e interconnessa. McKinsey individua 4 principali direttrici di sviluppo:

---

<sup>20</sup> Convertini E., *Cresce il mercato di Industria 4.0: 3,2 mld di euro nel 2018, +35%*, 2018, Comunicato stampa, Osservatorio Politecnico di Milano

- La prima è quella improntata verso IoT, il M2M e i big data, ovvero tutto ciò che riguarda la connettività, i dati e la potenza di calcolo. Comprende anche il cloud computing per la raccolta, centralizzazione e conservazione delle informazioni (si parte dal remote monitoring per arrivare alla connessione diretta tra i macchinari).
- La seconda è quella degli analytics: si passa alla raccolta del valore dai dati raccolti. Tra i vantaggi che ne derivano vi è l'analisi in tempo reale dei dati, come per il predictive maintenance, oppure è possibile applicare il machine learning, ovvero le macchine si autocorreggono e perfezionano apprendendo dalle informazioni raccolte.
- La terza è quella che riguarda l'interazione tra uomo e macchina. Le applicazioni più utilizzate sono le interfacce touch, sempre più diffuse, e la realtà aumentata: un esempio è la possibilità di facilitare e migliorare il lavoro utilizzando strumenti come i Google Glass o i visori Virtual Reality.
- La quarta e ultima è incentrata sul settore che si occupa del passaggio dal mondo digitale a quello "reale/fisico" e che comprende la manifattura additiva, la stampa 3D, la robotica, le comunicazioni, le interazioni machine-to-machine e le nuove tecnologie per immagazzinare e utilizzare l'energia in modo mirato.

“Di queste tecnologie, la più diffusa è quella Industrial IoT che rappresenta circa il 60% del mercato con un valore di 1,9 miliardi di euro e con una crescita netta del +40%. Subito dopo c'è il mercato degli Industrial Analytics e del cloud Manufacturing, con una quota rispettivamente del 17% e 8% e crescita del +30% e +35%<sup>21</sup>”.

È un settore importante su cui puntare in quanto porta a diversi benefits:

- Abilita la connessione tra persone, macchine, sensori e device e la comunicazione tra loro;
- L'automazione e la robotica forniscono un supporto vitale in ambienti pericolosi per l'essere umano. La fase successiva è quella di costruire un sistema che aiuta l'essere umano nel decision making e nel problem solving;

---

<sup>21</sup> Convertini E., *Cresce il mercato di Industria 4.0: 3,2 mld di euro nel 2018, +35%*, 2018, Comunicato stampa, Osservatorio Politecnico di Milano

- Creare un sistema cyber-fisico che abilita sistemi per condividere dati istantaneamente;
- Aumentare l'integrazione tecnologica e l'analisi predittiva per aumentare efficienza e diminuire i costi;
- Le imprese possono offrire molti più prodotti customizzati che potrebbero portare a maggiori profitti ed aiutare ad espandere il business;
- La gestione della supply chain diventerà globale e i business diventeranno competitivi.

## **4.2 Focus sul mercato dell'I4.0**

Come già anticipato, questo lavoro di tesi si concentrerà prevalentemente sul mercato dell'I4.0 e sui suoi casi d'uso. Nei successivi paragrafi verrà analizzato il mercato manifatturiero in Italia e in particolare quali sono i limiti attuali dell'Industry 4.0 e come questi verranno superati grazie al 5G.

### **4.2.1 Attuali limiti nell'implementazione dell'I4.0**

Attualmente, la standardizzazione per Industries 4.0 è una sfida. Ciò è necessario per creare interfacce standard in modo tale che qualsiasi macchina della Smart Factory sia in grado di comunicare con qualsiasi altra macchina per condividere i dati senza problemi nell'ecosistema di Industries 4.0.

I requisiti di Industries 4.0 come l'automazione dei dispositivi, i veicoli a guida automatica, le esigenze di realtà aumentata, il numero estremamente elevato di dispositivi da monitorare e controllare, l'automazione dei processi ecc., richiedono funzionalità quali latenza ultra-bassa, affidabilità molto elevata, larghezza di banda e velocità dei dati molto elevate ecc. non possono essere soddisfatti dagli attuali sistemi di comunicazione. Con le attuali reti 3G/4G i mercati dell'IoT wireless hanno un potenziale limitato poiché si riscontrano limitazioni in:

- L'affidabilità delle connessioni wireless che non è sufficiente per le applicazioni mission-critical.



- Il consumo di energia dei dispositivi è troppo grande per raggiungere gli obiettivi di durata della batteria.
- Il ritardo end-to-end troppo lungo e non prevedibile per il controllo e l'attivazione da remoto. Una latenza inferiore a 1 mS non è possibile.
- La densità estrema dei dispositivi IoT.

#### **4.2.2 I4.0 e 5G**

Come visto, le precedenti tecnologie non possono supportare tutti i casi d'uso che richiedono latenza bassissima, affidabilità molto elevata e velocità dati molto elevate.

Ed è qui che entra in gioco il 5G. Il 5G avrà un "enorme impatto" sull'industria e sulla mobilità, il suo utilizzo andrà oltre l'applicazione della banda larga mobile di consumo. Il 5G consentirà ai produttori di automatizzare le operazioni end-to-end e l'installazione o di abbattere virtualmente nuove linee di prodotti o intere fabbriche. Con miliardi di sensori, robot controllati da macchine e logistica autonoma, tutti in grado di comunicare e operare in remoto in tempo reale tramite 5G, i produttori possono ottenere enormi guadagni di produttività. Il 5G sarà la piattaforma che consentirà la crescita e la trasformazione in molti settori, contribuendo direttamente allo sviluppo sociale ed economico.

La latenza ultra-bassa, combinata con la massive type communication (MTC) e analisi intelligente, faciliterà il lavoro collaborativo di persone e robot. Consentirà inoltre il controllo delle macchine in tempo reale. Ciò significa che la forza lavoro può spostarsi più liberamente, lontano da macchinari pesanti che aiutano ad aumentare la sicurezza. E con un'enorme connettività, tutte le macchine possono interagire tra loro, fornendo aggiornamenti continui ai sistemi di back-office.

Con l'enorme MTC il controllo in tempo reale delle macchine, le interazioni robot / uomo e l'analisi del cloud edge, il 5G sarà la chiave per supportare la connettività wireless necessaria per alimentare queste nuove "Smart Factory".

### 4.2.3 Il settore del manufacturing in Italia

In Italia il settore manifatturiero dal 2007 al 2014 ha avuto un crollo del valore aggiunto del 17% con una perdita di 660 mila occupati. Questa è stato un grande indebolimento per l'intera economia del Paese e, sebbene questo pesi solo un sesto del valore aggiunto, rappresenta ancora oggi il fulcro degli scambi tra i diversi settori, attivando un continuo scambio di input produttivi da altri comparti e generando la gran parte della capacità innovativa del settore produttivo. Una delle principali cause di questo indebolimento deriva dalla mancata trasformazione competitiva digitale. Il paese si è attivato, ma gli investimenti digitali in Italia hanno raggiunto solo il 4,7% del PIL, basso in confronto al 6,4% dei principali paesi europei, evidenziando un gap digitale italiano stimabile in 25 miliardi di euro l'anno di mancati investimenti. Per questo motivo il nostro Paese non può più astenersi dall'impegno di dotarsi di un disegno di sviluppo di lungo periodo e di una strategia sia sul breve che sul medio-lungo periodo che incorpori un'azione mirata verso l'Industry 4.0. Non occorre solo la sensibilizzazione su questa tematica, ma anche una serie di misure che permetta al sistema industriale del Paese, da un lato di declinare adeguatamente il modello di Industria 4.0, cogliendone le opportunità e le potenzialità, e dall'altro di portare avanti un modello di sviluppo comunque incentrato sull'innovazione e sulla conoscenza. In quest'ottica, pertanto, sarebbe opportuno prorogare le attuali misure di incentivazione e detassazione per stimolare gli investimenti delle imprese. Nel contempo, per poter alimentare una trasformazione costante del tessuto industriale verso modelli di Industria 4.0, occorre incidere a monte sul funzionamento del sistema della ricerca e dell'innovazione, per alimentare quel trasferimento della conoscenza.

Proprio per questo, il 21 settembre 2016 l'ex presidente del Consiglio Matteo Renzi e l'ex ministro dello Sviluppo economico Carlo Calenda hanno presentato l'atteso piano del governo per l'Industria 4.0 contenuto all'interno della legge di Bilancio 2017. Il piano nasceva con l'obiettivo di mobilitare nel 2017 investimenti privati aggiuntivi per 10 miliardi, 11,3 miliardi di spesa privata in ricerca, sviluppo e innovazione con focus sulle tecnologie dell'Industria 4.0. Al momento del suo debutto, il Piano aveva previsto le seguenti misure (poi in parte modificate dal governo Conte):

1. Iper e Super Ammortamento: consiste principalmente nella supervalutazione del 250% di investimenti in nuovi beni materiali, come dispositivi e tecnologie che

supportano la trasformazione vero l'Industry 4.0. Il main goal di questo provvedimento è supportare e incentivare le imprese che investono in beni e servizi innovativi al fine di favorire il passaggio al mondo digitale.

2. Nuova Sabatini: è un provvedimento che mira al sostegno di imprese che richiedono finanziamenti bancari per investimenti in nuovi beni strumentali, macchinari, impianti, attrezzature di fabbrica a uso produttivo e tecnologie digitali. A queste imprese è garantito un contributo con una parziale copertura degli interessi pagati dall'impresa su finanziamenti bancari di importo compreso tra 20.000 e 2.000.000 di euro, concessi da istituti bancari convenzionati con il MISE.
3. Credito d'imposta R&S: è stato pensato al fine di garantire la competitività futura tra le imprese, stimolando la spesa privata in Ricerca e Sviluppo per innovare processi e prodotti.
4. Patent Box: è un regime opzionale di tassazione agevolata sui redditi derivanti dall'utilizzo di beni immateriali: brevetti industriali, marchi registrati, disegni e modelli industriali, know how e software protetto da copyright.
5. Startup e PMI innovative: queste imprese godono di un quadro di riferimento a loro dedicato in materie come la semplificazione amministrativa, il mercato del lavoro, le agevolazioni fiscali, il diritto fallimentare.
6. Fondo di Garanzia: consiste nella concessione di una garanzia pubblica per operazioni sia a breve sia a medio-lungo termine, sia per far fronte a esigenze di liquidità che per realizzare investimenti. Ha dunque l'obiettivo principale di sostenere le imprese e i professionisti che hanno difficoltà ad accedere al credito.

La mobilitazione da parte dello Stato a questo cambiamento mostra quanto sia importante per il Paese questo settore e quanto sia importante la tecnologia 5G per consentire il salto di qualità affinché il manifatturiero torni ad essere florido.

## CAPITOLO 5 - REALIZZAZIONE E CREAZIONE DI CASI D'USO 5G

In questo capitolo verranno descritte alcune delle attività svolte da TIM SpA nel suo processo di innovazione tecnologica verso il 5G con focalizzazione sull'Industry 4.0. Le analisi svolte e le creazioni dei concept sui casi d'uso sono state oggetto dell'esperienza di stage da me condotta dal 13 Maggio 2018 al 27 Settembre 2018, presso la sede TIM Business a Torino (via Arrigo Olivetti 6), in area Progettazione Pre-Sales (area Piemonte-Liguria-Val d'Aosta, segmento Private) e con attività full-time. Il ruolo da me svolto nel periodo di stage è stato il Business & Innovative Projects Analyst, sotto la guida di Luca Borio, Pre Sales Engineer e Focal Point dell'Area Progettazione PAL (Piemonte-Liguria-Val d'Aosta). Gli obiettivi iniziali da raggiungere, delineati da Luca erano:

- individuare le principali caratteristiche che rendono il 5G la tecnologia del futuro, sia in termini di approfondimento tecnologico (con un confronto con le precedenti tecnologie), che in termini di implementazioni in ambito business;
- analizzare le possibilità di transizione dei servizi dal 4G e dalla connettività fissa al 5G;
- approfondire i servizi innovativi resi possibili "in esclusiva" dal 5G (in collaborazione con i partner dell'ecosistema TIM), producendo use-case di utilità per la funzione commerciale di TIM.

Dopo una prima fase di intenso approfondimento sulle telecomunicazioni e sulle tecnologie mobili precedenti, le attività di tirocinio si sono incentrate prevalentemente sull'analisi e sulla realizzazione di casi d'uso per clienti dell'Industry 4.0. Le 3 attività principali sono state:

- Analisi della transizione di servizi per l'Industry 4.0 già offerti in 4G e connettività fissa verso il 5G;
- Partecipazione all' Hackathon sull'I4.0 "TIM 5G Creating Value Inside Out", in cui con un team conosciuto solo in fase di partecipazione, è stato realizzato il concept per un caso d'uso;
- PoC su un cliente private del settore metallurgico;
- Assistenza nella creazione di un CTIO portfolio packages.

In tutto il capitolo verranno omessi dati e analisi di tipo economico poiché dati sensibili.

## 5.1 Analisi della transizione dei servizi per l'I4.0 dal 4G e connettività fissa al 5G

Come già mostrato nei precedenti capitoli, l'I4.0 è già ricco di casi d'uso. Molti di questi però hanno dei notevoli limiti ed attualmente possono essere superati grazie al 5G.

Per le Industries 4.0 la chiave principale è l'automazione e questa può essere classificata in:

- Factory Automation: automazione delle operazioni nella produzione di merci che possono essere veicoli, elettrodomestici, prodotti elettronici ecc.
- Automazione del controllo di processo: i processi vengono controllati automaticamente in base all'acquisizione e all'analisi continue dei dati. Le industrie di processo includono raffinerie di petrolio, centrali elettriche, cartiere ecc.

Alcuni dei casi d'uso tipici sono elencati di seguito:

- Automazione tra le celle di lavoro: i dispositivi in una catena di montaggio comunicano con il sistema di controllo. Qui i requisiti per latenza molto bassa di almeno meno di 1 ms e affidabilità estremamente elevata.
- Veicoli a guida automatica: per gli spostamenti all'interno della fabbrica portando prodotti in diverse fasi come programmato. Ciò richiede mobilità e affidabilità molto elevate.
- Automazione di processo: un numero elevato di sensori e attuatori è collegato alle unità di controllo. Ciò richiede un'altissima affidabilità.
- Monitoraggio del trasporto logistico delle merci lungo la catena di approvvigionamento: dovrebbe essere in grado di tracciare almeno 100.000 dispositivi per Km<sup>2</sup> e dovrebbe avere una copertura globale.
- Tracciamento dei componenti: dovrebbe essere in grado di tracciare almeno un milione di dispositivi statici per Mq.
- Assistenza remota: fornita attraverso la realtà aumentata a due vie richiede un'affidabilità molto elevata. Oppure tramite l'utilizzo di droni per effettuare manutenzione predittiva.
- Realtà aumentata: richiede una velocità dati molto elevata di 10 Gbps.
- Il controllo remoto del robot: richiede un'altissima affidabilità.

Ogni caso d'uso richiede uno specifico requisito in termini di latenza, affidabilità, velocità dei dati, densità delle connessioni, area di copertura.

Una volta delineati i possibili use case già presenti nell'I4.0, ho analizzato i servizi offerti già in 4G per il manifatturiero e, insieme alla funzione di Marketing, è stata effettuata una analisi di come il 5G porta ad una innovazione di tali servizi.

### 5.1.1 Use Case Smart Industry – Monitoring Industriale

Il presente Use Case si sviluppa in ambito Smart Manufacturing a livello di area di produzione e prevede il rilegamento dei device di campo per il monitoraggio industriale (Industrial m-IoT) tramite rete wireless 4G (evolubile in 5G) con copertura dedicata, in maniera sicura ed affidabile ed in sostituzione della rete tradizionale in cavo Ethernet. Questa trasformazione può essere applicata sia per impianti di nuova costruzione sia per impianti già realizzati. Tra le applicazioni previste vi sono il monitoraggio Industriale (controllo di parametri di temperatura, corrente, presenza, portata, ecc.), i sensori inerziali, trasmissione di video streaming HD, VR per il supporto alla manutenzione (es. guida tecnica da remoto, istruzioni online), remotizzazione dell'interfaccia HMI (Human to Machine Interface) per la configurazione ed il monitoraggio delle macchine industriali. La copertura 4G dedicata è realizzata all'interno dell'area di produzione. La stessa infrastruttura può evolvere verso applicazioni che richiedono il 5G (es. remotizzazione logiche di controllo) con l'adeguamento della sezione di accesso radio. Sempre all'interno della fabbrica, eventualmente in un'area separata presso gli ambienti IT, è realizzata la porzione di CORE network locale che rende disponibile il piano di utente verso il server applicativo, ad esempio per applicazioni

di analytics, come già mostrato nel primo capitolo con il Mobile Edge Computing e CUPS

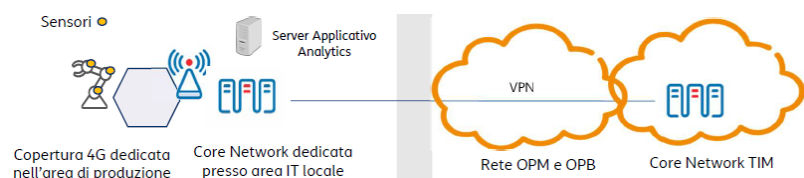


FIGURA 21. EDGE COMPUTING AND CUPS FOR INDUSTRIAL MONITORING. (FONTE: INTERNA TIM)

(Figura 21).

Il monitoraggio industriale all'interno dell'ambiente di fabbrica utilizzando la tecnologia wireless 4G (evolubile in 5G) su spettro licenziato permette di ottenere benefici quali:

- Riduzione / eliminazione della presenza di cavi ethernet;
- Flessibilità e riconfigurazione del piano di fabbrica in ottica Industry 4.0;
- Riduzione dei tempi e dei costi di installazione per nuove catene di produzione;
- Riduzione dei costi di manutenzione degli impianti connessi via wireless.

La copertura 4G è abilitante per la realizzazione completa dello use case di monitoraggio industriale. I benefici della copertura 5G sono rilevanti in caso di requisiti di latenza molto spinti (<10 ms) o alti throughput (es. applicazioni specifiche di AR/VR ad alta risoluzione e bassa latenza con gran numero di oggetti connessi). I fornitori individuati per questo tipo di soluzione si dividono in:

- Fornitori di connettività: TIM ed Ericsson (quest'ultimo per l'integrazione alla rete TLC). In questo caso è scelto Ericsson in quanto è il fornitore della tecnologia di rete designato per l'area Nord-Ovest (Nell'area Nord-Est è presente Nokia, Centro-Sud Huawei);
- Fornitori di piattaforme e applicazioni: Comau per la fornitura ed integrazione della robotica industriale, Ericsson per la piattaforma IoT Cloud, PTC per la piattaforma IoT locale, Ericsson per l'OSS per applicazioni enterprise;
- Fornitori di terminali: Qualcomm per la fornitura di terminali 4G & 5G, partners di Ericsson (es. Moxa e HMS) per la fornitura di device industriali, TIM stesso;
- Servizi professionali: Comau per l'integrazione della robotica industriale.
- Service Aggregator: TIM

### **5.1.2 UseCase – IoT Universal Catalyst**

Questo use case è una soluzione IoT industry 4.0 per la creazione dei Digital Twin in ambito IoT. Consente di creare un modello digitale di qualsiasi macchina industriale, robot, sensoristica di campo, indoor e outdoor consentendo la facile esportazione e gestione di tutti i parametri e dati generati, accoppiandoli e lavorandoli per offrirli ad applicativi di livello superiore. Attraverso la pervasività della rete 5G e delle sue performance si offrirà al cliente la possibilità di avere maggiore visibilità sulle proprie macchine e su tutta la sua sensoristica per avere una migliore visibilità e ottenere un miglioramento delle sue business performances (Figura 22). Utilizzo e Applicazioni verticali realizzabili:

- **BUILDING MANAGEMENT SYSTEM (BMS):** sistema di controllo e gestione per edifici o infrastrutture, monitoraggio e controllo di impianti meccanici o elettrici (Riscaldamento, ventilazione, illuminazione, sicurezza antincendio o antifurto). La gestione di tutti i key factors avviene attraverso una unica interfaccia.

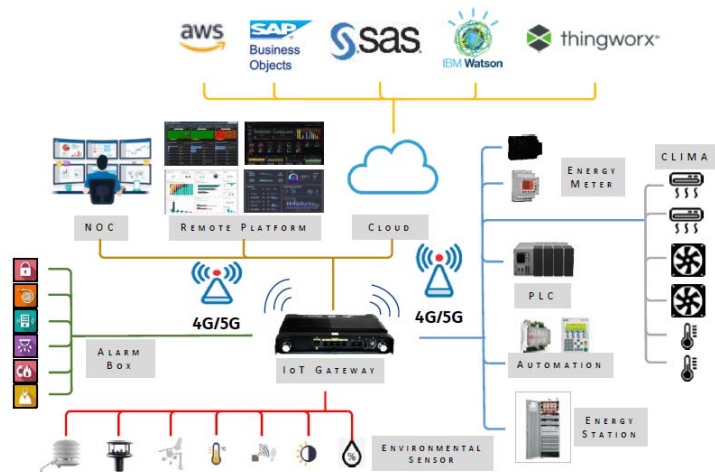


FIGURA 22. IOT UNIVERSAL CATALYST (FONTE: INTERNA TIM)

- **MONITORAGGIO AMBIENTALE:** sistema di controllo per il monitoraggio di parametri ambientali (Acqua, Atmosfera, Rumore, Vibrazioni, Elettromagnetismo) per la verifica di norme vigenti o per sistemi di allarmista generale.
- **GESTIONE ENERGETICA:** Sistema di controllo per l'analisi, il monitoraggio e l'ottimizzazione della risorsa energia per impianti privati, pubblici e industriali.

I benefici di questa soluzione derivano principalmente dalla possibilità di:

- integrare protocolli IoT proprietari,
- avere visibilità delle macchine di produzione,
- creazione Digital-twin linea di produzione,
- avere Know-How riutilizzabile.

Questo use case è già realizzabile con una copertura dedicata 3G/4G o con tecnologia NB-IoT, ma può essere evoluta ad una soluzione 5G. Tale evoluzione consentirebbe di avere un'alta banda, la possibilità di avere un massive IoT, nel caso in cui i sensori e dispositivi siano dell'ordine del milione, una rete più affidabile e che consenta una trasmissione e lettura dei dati in tempo reale. I fornitori individuati per questo tipo di soluzione sono:

- Fornitore di connettività: TIM
- Fornitori di piattaforme/applicazioni: CISCO e Fairwinds Digital per il gateway management, IoT catalyst e IoT dashboard.
- Fornitori di dispositivi: CISCO per i gateway, Fairwinds per i sensori
- Fornitore di servizi professionali: un partner di TIM per l'installazione IoT



- Service Aggregator: TIM

### 4.1.3 UseCase – Monitoraggio Strutturale IoT

Questo use case è stato concepito al fine di monitorare le condizioni di alcune infrastrutture critiche come tralicci, torri, antenne, ponti, condotte. Per un cliente con uno stabilimento metallurgico, ad esempio, potrebbe risultare utile controllare lo stato delle ciminiere o di zone preferibilmente non raggiungibili da un operatore umano per questioni di sicurezza. La soluzione proposta consente tramite un unico sensore posizionato alla base della struttura, di acquisire informazioni sulle deformazioni e di inviarle, tramite tecnologia NB-IoT, al Centro di elaborazione, dove, grazie a sofisticati algoritmi, viene valutato il suo stato di salute e generati eventuali warning e allarmi. Con questa soluzione è importante l'acquisizione di grandezze dinamiche (vibrazioni, torsioni, etc.), eventualmente correlata a parametri ambientali quali temperatura, condizioni meteo e sollecitazioni note per valutare l'integrità strutturale (Figura 23). Il vantaggio di questa soluzione sta nella semplicità di installazione, senza attività in quota e senza fermo del servizio, basso costo e facile manutenzione del sensore, controllo su un gran numero di fattori.

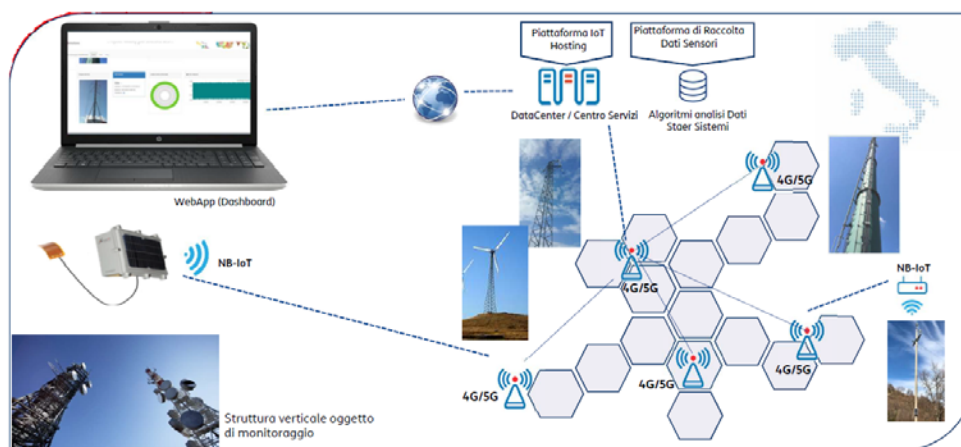


FIGURA 23. MONITORAGGIO STRUTTURALE IOT. (FONTE: INTERNA TIM)

I benefici di questa soluzione derivano dalla possibilità di valorizzare gli asset, dalla possibilità di monitorare in continuità infrastrutture remote centralizzandone il controllo mediante applicazioni e servizi in cloud e soprattutto per quanto riguarda i risparmi assicurativi e riduzione dei costi manutentivi. I vantaggi nel promuovere questa soluzione ad una connettività 5G consistono semplicemente di soddisfare requisiti prestazionali ulteriori (in termini di Throughput, latenza e/o elevata numerosità dei sensori gestiti), dato che questa soluzione è venduta efficacemente già con tecnologia NB-IoT. I fornitori previsti per questa soluzione sono tutti del gruppo TIM o partners:

- Fornitore di connettività: TIM/ Olivetti;
- Fornitore di piattaforme e applicazioni: Olivetti o altri partners. TIM offre la piattaforma TIM Icon per la raccolta dati NB-IoT, Cisco Jasper per soluzioni M2M;
- Fornitore di servizi professionali: Olivetti e partners.
- Service Aggregator: TIM o Olivetti.

#### **5.1.4 UseCase – Video Analytics**

Questo use case è stato realizzato per risolvere uno degli aspetti cruciali per la videosorveglianza di siti industriali (e non). Questa soluzione consente l'identificazione proattiva ed in tempo reale delle minacce alla sicurezza che include anche clip video registrate con priorità per le analisi investigative e al contempo la riduzione dei flussi video e dei costi di controllo e revisione umani. In particolare, questo caso d'uso consente:

- il controllo da remoto di siti di infrastrutture critiche con attività insolite tramite analisi di video e rilevamento di anomalie;
- l'apprendimento autonomo per ridurre la necessità dell'uomo durante la fase di training. Ciò consente anche la classificazione in tempo reale degli oggetti;
- di combinare algoritmi altamente efficaci con algoritmi pubblici best-in-class per ottenere i migliori risultati;
- Identificare oggetti / persone / veicoli in luoghi insoliti o orari del giorno inusuali;
- Rendere i Sistemi di Gestione video più efficaci archiviando solo clip video di interesse immediatamente prima e dopo l'evento.

I benefici e i vantaggi di questa soluzione sono:

- Garantire la sicurezza nella fabbrica, nei siti industriali, nei campus e nei luoghi di eventi speciali
- Miglioramento della qualità con video automatici basati su rilevamento veloce delle anomalie e/o errori
- Miglioramento l'efficienza della produzione
- Migliorare i processi di "quality assurance" nella manifattura/produzione
- Algoritmi "self learning" per incrementare l'accuratezza del rilevamento

La maggior parte di questi casi d'uso sono già resi disponibili su rete LTE già esistente. Con il 5G si può avere un numero più elevato di telecamere che richiedono una banda più

elevata in Upload; si possono avere videocamere ad alta risoluzione (4K) che richiedono un throughput più elevato; capacità di gestire la bassa latenza quando si aumenta ulteriormente la densità delle applicazioni remote. I fornitori individuati per questa soluzione sono:

- Fornitore di connettività: TIM
- Fornitore di dispositivi: Nokia Open Ecosystem Partners, selezionati in base alla soluzione/architettura
- Fornitore di piattaforme/applicazioni: Nokia + Terza parti per soluzioni MEC
- Fornitore di servizi professionali: Nokia
- System Integrator: Nokia

In questa soluzione, con connettività 4G, il System Integrator è Nokia che si propone anche come Service Aggregator. Con il 5G, per i motivi già visti, TIM potrebbe avere la possibilità, in casi come questi, di appropriarsi del valore generato al cliente ponendosi come Service Aggregator.

### **5.1.5 Resoconto analisi della transizione**

In questo paragrafo sono state illustrate alcune delle soluzioni già vendute da TIM ai suoi clienti con le tecnologie disponibili LTE, NB-IoT, 3G, connettività fissa. Sebbene si parli tanto di 5G, la realtà dei fatti indica che gran parte delle soluzioni già proposte funzionano bene ed efficacemente senza il 5G. Il 5G per queste soluzioni comporta semplicemente un miglioramento incrementale con costi attualmente elevati, almeno fino a quando la tecnologia non si sarà effettivamente consolidata e quando sarà maggiormente scalabile.

### **5.2 Hackathon: “TIM 5G creating value inside out”**

Al fine di realizzare uno degli obiettivi di tirocinio, ovvero la realizzazione di un concept di un prodotto/servizio 5G, ho partecipato ad un Hackathon. TIM 5G Creating Value Inside Out è un progetto di Talent Garden in partnership con TIM volto a sensibilizzare il mercato sull’impatto della rete 5G in Italia e creare una comunità tecnologica in 4 diversi settori: Industria 4.0, Mobilità e Smart City, Infrastrutture e Logistica, Intrattenimento e Turismo. Il progetto è svolto in 4 eventi mirati in 4 città italiane per 4 mercati e settori tecnologici.

Personalmente ho partecipato a quello del 12 giugno in Talent Garden Fondazione Agnelli (Torino) che ha avuto come focus l'Industria 4.0.

L'obiettivo dei partecipanti all'hackathon (Designer, Creativi, Startupper, Innovatori o Appassionati di tecnologia) è stato di lavorare in gruppo per ideare concept di prodotti/servizi innovativi che raccontano di come la tecnologia 5G farà evolvere il settore della Industry 4.0, utilizzando metodologie ispirate al Design Thinking e presentando il concept a un panel di esperti. I partecipanti sono stati divisi in 5 squadre, ognuna con un determinato problema verticale da risolvere. I 5 temi erano:

1. Extended Value Chain: In quale maniera il 5G può favorire l'integrazione della value chain in tutta la sua estensione?
2. Computer Vision and Visual Analytics for Quality assurance: In quale maniera la tecnologia 5G, unita alla Computer Vision, potrà abilitare soluzioni in grado di perfezionare il controllo di qualità, rendendo le fabbriche più adattive?
3. Computer Vision and Visual Analytics for Safety purposes: Quali possibili soluzioni tecnologiche abilitate dal 5G portano il maggior impatto positivo per la sicurezza in azienda?
4. Maintenance as a Service: Quali modelli di manutenzione "as a service" potranno essere abilitati in modo da non rendere più necessaria la costante presenza di una squadra dedicata?
5. Connected products: Quali tipologie e modalità di comunicazione verranno abilitate dal 5G tra prodotti e fabbrica?

Alla squadra i cui ho fatto parte è stata assegnata la seconda tematica, ovvero quella della Computer Vision and Visual Analytics for Quality assurance.

### **5.2.1 Svolgimento e realizzazione del concept "Tolerance analysis for Quality assurance"**

La competizione si è svolta principalmente in 3 fasi: Problem Framing, Brainstorming e Concettualizzazione di una soluzione al problema individuato (fase di Pitch).

Nella fase di Problem Framing, insieme al mio gruppo è stata inquadrata una serie di problemi riguardante il controllo qualità. Nell'inquadratura del problema non ci si è

focalizzati su un settore particolare, ma su una qualsiasi produzione in serie, ad esempio un pistone di un motore. Il problema individuato sta nel controllo a campione della partita di pistoni prima di essere spedita al cliente e nella difficoltà di misurare le tolleranze dimensionali su ciascun pistone. Inoltre, come target di clienti B2B ci si è incentrati sulle PMI italiane che, a differenza dei grandi player, non sempre hanno a disposizione grandi risorse digitali per la quality assurance. In questa fase è stato utile la presenza e l'aiuto di Massimo D'Ippolito (Head of Digital Innovation & Infrastructures, Comau) che ci ha indirizzati verso la focalizzazione di alcuni problemi, grazie anche alla sua esperienza.

Nella fase di Brainstorming la mia squadra ha provato a sviluppare una soluzione che unisse la soluzione applicativa del problema, unita alla potenzialità del 5G. In questa fase, si è provato a costruire il concept attraverso l'utilizzo di un Concept Framework (Figura 24), basandosi sia sui problemi individuati prima, sia unendo la potenzialità tecnologica del 5G con l'aiuto di Paolo Snidero (Technology Architectures & Innovation Manager, TIM). Il concept prevede l'applicazione sui pezzi finiti (es. i pistoni) in mobilità su nastro trasportatore delle mappe tridimensionali prelevate dal CAD del pezzo e tramite software analizzare le tolleranze, a cui è possibile applicare i principi di Machine Learning per "far apprendere spontaneamente" alla macchina eventuali aggiustamenti.

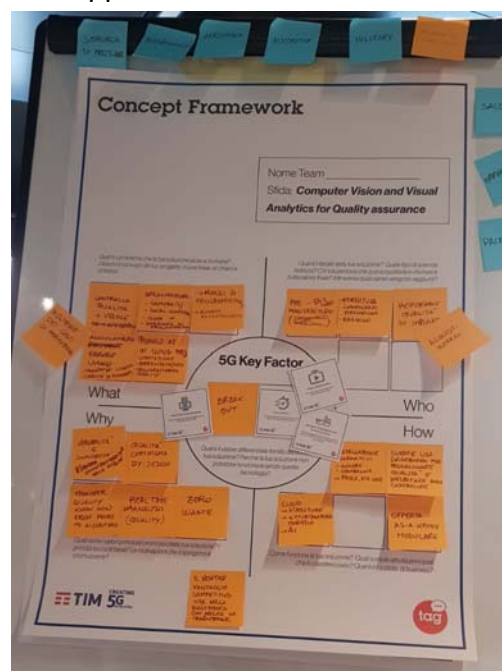


FIGURA 24. CONCEPT FRAMEWORK USATO NELL'HACKATON (FONTE: FRANCESCO BANDO)

L'applicazione delle mappe avviene per mezzo di sistemi di triangolazione laser (Figura 25). Le telecamere, fornite di SIM, sono connesse alla rete aziendale in 5G e, grazie dalla funzione di Multi-Access Edge Computing (MEC) e CUPS, visti nel

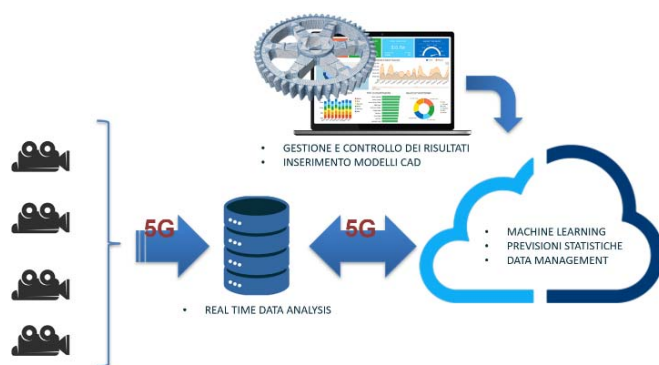


FIGURA 25. MOCK-UP DELLA SOLUZIONE PROPOSTA NELL'HACKATON (FONTE: FRANCESCO BANDO)

primo capitolo, i dati e gli analytics sono elaborati in tempo reale in uno o più server situato in casa cliente. Sfruttando la funzione di break out e di network slicing, è possibile stabilire, in base ai requisiti di ciascun dato, a quali server di elaborazione devono essere inviati. Inoltre, per lo storage e il data management è previsto l'utilizzo del Cloud.

L'ultima fase è stata quella di pitch, ovvero è stata presentata la soluzione alla giuria il nostro concept. Al nostro concept è stato dato il nome di E-Quality (Figura 26), poiché il nostro scopo è stato quello di fornire una soluzione altamente standardizzata e scalabile e quindi accessibile a tutte le PMI italiane. Con



FIGURA 24. E=QUALITY, NOME DEL BRAND DATO AL SERVIZIO PROPOSTO ALL' HACKATHON. (FONTE: FRANCESCO BANDO)

questa soluzione sarà possibile sfruttare diversi key factor abilitati dal 5G come il Real Time Data Analysis, la Video Optimization, Machine-to-Infrastructure Communication, Low Latency, High Speed/High Connectivity e Network Slicing. I benefici di questa soluzione sono principalmente 4:

- Zero waste;
- Riduzione dei costi manutenzione e formazione del personale di quality assurance;
- Esclusione errore umano
- Sistemi di controllo qualità facilmente replicabili

Tale soluzione, sfortunatamente, sebbene sia stata studiata e dettagliata in tempi record (circa 8 ore), non ha ottenuto la vittoria.

### 5.3 Proof of Concept

Le variabili incidenti su un progetto al suo avvio sono innumerevoli: tempistiche, risorse, competenze del personale, tecnologia, ecc. Di conseguenza pianificare la progettazione e la produzione risulta complicato e potrebbe essere troppo dispendioso, soprattutto per una società all'inizio della propria attività. In questo contesto un Proof of concept (PoC), cioè "un'incompleta realizzazione o abbozzo (sinopsi) di un certo progetto o metodo" può risultare un'ottima occasione. Infatti, permette di valutare la fattibilità del progetto e anche i principi di base. Il Poc permette di testare un concetto prima di impegnarsi concretamente e in maniera duratura in esso; in questo modo sarà possibile evitare spreco di risorse e soprattutto frustrazioni. Si crea un'immagine o talvolta un prototipo del prodotto a un

livello di realismo molto avanzato: in questo modo è possibile testare la reazione degli utenti sul valore formale ed estetico che si è proposto e utilizzare questi feedback per sviluppare il prodotto reale. Creare un'immagine che illustri un concept ha lo scopo di ipotizzare nuove soluzioni e nuove tipologie di prodotto al fine di testare la risposta del mercato ed orientare lo sviluppo del prodotto in futuro. Quando si decide di "realizzare" un PoC è fondamentale, innanzitutto, riunire un gruppo che coinvolga produttori, ideatori, amministratori, personale della tecnologia e anche i potenziali fornitori. Il Proof of Concept consente di focalizzarsi sui fattori importanti per l'azienda-cliente, al fine di creare un prototipo che mettano in luce i bisogni di business e le aspettative sulla configurazione.

TIM utilizza il PoC come strumento per comprendere quali delle tante potenzialità del 5G sono necessarie ed appetibili e per fare indagini di mercato direttamente sui propri clienti B2B per raccogliere informazioni sulle necessità di miglioramento e di innovazione digitale.

I PoC effettuati da TIM si articolano in 4 passaggi (Figura 27):



FIGURA 25. FASI DI UN PoC. (FONTE: FRANCESCO BANDO)

Tipicamente queste fasi non sono di breve durata, ma si protraggono per mesi. Durante il periodo di stage, per motivi temporali non è stato possibile seguire interamente un PoC, ma ne sono stati seguiti alcuni con diverso stato di avanzamento.

Nell'esempio seguente, per motivi di privacy e dati sensibili, sono stati omessi riferimenti ai clienti e dati economici.

## 5.3.1 PoC per un cliente del settore metallurgico

### 5.3.1.1 Fase 1: Innovation Day

La prima fase del PoC è quella di conoscenza dell'innovazione. TIM organizza l'Innovation Day, ovvero un giorno al cliente è permesso di vivere l'esperienza dell'innovazione all'interno dell'azienda. I clienti sono scelti all'interno di un portafogli clienti e sono suddivisi per wave, 1 o 2, a seconda della distanza temporale del PoC. Il cliente è accompagnato da un gruppo di esperti di TIM appartenenti a diversi settori verticali quali vendite, marketing, progettazione, technology, ingegneria, il tutto per fornire una completa assistenza nell'innovation experience.

La prima fase di un general PoC prevede la chiara individuazione del problema e della soluzione che viene offerta, definendo l'impatto previsto. È importante descrivere i vantaggi derivanti da tale nuova metodologia o dall'innovativo approccio al problema. Il primo step del PoC prevede nel mostrare al cliente 3 punti fondamentali:

- Mostrare l'importanza di TIM/Telecom Italia nella storia dell'innovazione nel settore delle telecomunicazioni italiana e la presenza di TIM nella trasformazione digitale del Paese;
- Mostrare cosa è il 5G, le potenzialità del 5G e cosa abilita il 5G;
- Mostrare cosa sta facendo TIM per stare al passo con il 5G e quali applicazioni sta testando nei diversi trial e sperimentazioni.

Questa fase non è solo importante per il cliente, ma anche per l'azienda in quanto in questa fase si possono raccogliere le impressioni e soprattutto i needs dei clienti appartenenti ai diversi settori verticali.

Tra i tanti clienti attivi nel PoC, un cliente del settore metallurgico è stato oggetto di personale studio. Durante l'Innovation Day per tale cliente sono stati individuati i seguenti bisogni:

- Interessamento a una copertura "privata" indoor 5G (in sostituzione del wifi che già oggi ha problemi per ostacoli e copertura e che viene sostituito da cablaggio);
- Copertura per uomo a terra;



- Problema a cablare gli stabilimenti: copertura “WiFi like” per collegare le telecamere con risoluzione 4K sui percorsi dei carrelli (in cui sono raccolti gli acciai ad alte temperature);
- Migliorare la manutenzione in termini di costi, efficienza e sicurezza;
- Raccolta dati delle gru;
- Localizzazione dei carrelli;
- Carrelli intelligenti: nel caso il carrello trova un buco nel suo percorso, lo può individuare e schivare.

Questa prima fase può essere considerata come una fase conoscitiva della tecnologia e del cliente (se nuovo nel portfolio).

### **5.3.1.2 Fase 2: Creazione dei concept**

In un general PoC, nella seconda fase è necessario individuare tutti coloro che sono coinvolti nel problema e nella sua risoluzione. In questo modo sarà possibile capire se è necessario coinvolgere qualcun altro per avere una supervisione e un monitoraggio del progetto. Questa fase, successiva all’Innovation Day, è di preparazione al secondo incontro con il cliente. L’Innovation Day con questo cliente è avvenuto in un momento tecnologico ancora acerbo del 5G, ovvero in un momento in cui non esistono ancora offerte commerciali 5G per soluzioni verticali nel B2B e pochi trial. Infatti, lo scopo dei PoC è proprio quello di concretizzare i concept in offerte. Al fine di arrivare pronti al secondo incontro con il cliente, insieme all’ecosistema di TIM, si approfondiscono i needs raccolti del cliente realizzando dei concept per il cliente e valutando quali di questi siano fattibili. I concept sono realizzati sia internamente, attraverso una fase di brainstorming, sia esternamente, valutando con i partner e con i fornitori quali soluzioni hanno da proporre, valutando quanto siano al passo con l’innovazione del 5G. Per il cliente del settore metallurgico seguito, tra i concept creati, quelli con maggiore rilevanza e impatto sono stati la semplice copertura e sulla manutenzione.

#### **5.3.1.2.1 Concept 1: 5G per copertura “WiFi like”**

Il WiFi all'interno della sede, secondo quanto detto dal cliente, non ha una copertura affidabile sia per i terminali human (come gli smartphone), sia per i terminali not human (come i sensori). Per questo è possibile sfruttare l'ottima penetrabilità della rete 5G, nonché della sua alta affidabilità e capacità di aggirare le interferenze senza necessità di avere dei cavi. Questo concept è stato già parzialmente provato da TIM con COMAU ed in collaborazione con Ericsson con un trial a Grugliasco (Torino). Lo scopo del trial con COMAU è quello di ridurre i tempi di realizzazione delle linee di produzione in quanto i robot non devono più essere cablati ma semplicemente connessi. Questo il concept della connettività sarà il primo ad essere trasformato in offerta. Ma attualmente il servizio può essere solo offerto in 4G (o al massimo in 4.5G) in quanto, per avere una copertura dedicata, occorre fornire un APN dedicato, ad oggi non disponibile ancora in 5G (sarà disponibile probabilmente a partire da Gennaio 2020).

#### **5.3.1.2.2 Concept 2: Manutenzione tramite realtà aumentata (AR/VR)**

Questo concept è stato pensato consultando il fornitore PTC. L'idea è quello di avere uno (o comunque pochi) esperti manutentori che da remoto, attraverso dei visori danno istruzioni a degli operatori localizzati nella zona che occorre di manutenzione. La consultazione di questo concept con il fornitore però non ha dato un buon esito in quanto ad oggi non forniscono videochiamate real time tramite visori. La videochiamata è realizzabile solo tramite smartphone e, per i motivi visti nel primo punto, attualmente ottenibile in 4G. È stata proposta una soluzione in cui la manutenzione di un apparato è registrata e salvata in un server, in modo tale che, per le successive manutenzioni possa essere visualizzata semplicemente scaricandola dal server. Ma questa è una soluzione già valida in 4G.

#### **5.3.1.2.3 Concept 3: Manutenzione di zone critiche tramite droni**

Questa soluzione è stato oggetto di personale approfondimento. L'idea di questo concept è quello di fare manutenzione e controlli di zone critiche dello stabilimento, ad esempio di ciminiere, non raggiungibili da un operatore umano o comunque molto pericolose da

raggiungere. Prima di spiegare il concept, occorre spiegare il funzionamento di un drone. I droni sono “aeromobili a pilotaggio remoto” (APR) cioè apparecchi volanti che però non hanno alcun pilota a bordo, vengono cioè pilotati da un computer di bordo o da un pilota che li guida da remoto con un radiocomando. Ogni drone è equipaggiato con due radio ricetrasmittenti: una nel radiocomando e una a bordo del drone che permettono lo scambio di dati in modo bidirezionale. La trasmissione di dati tra il drone e il controller sono di 3 tipi:

- Trasmissione dei dati di comando e controllo: Il ricevitore di bordo e la centralina controller sono collegate tra loro e costituiscono il sistema di navigazione di bordo che svolge la funzione di pilota automatico del mezzo e offre al pilota remoto, che controlla il mezzo mediante il radiocomando, assistenza automatica per la stabilizzazione del mezzo durante il volo, oppure controlla automaticamente il mezzo gestendone direttamente sia la stabilizzazione sia la navigazione. In aggiunta, attraverso il radiocomando è altresì possibile impartire comandi al payload di missione, ad esempio per direzionare le telecamere od attivare/disattivare specifici sensori.
- Trasmissione dei dati di Telemetria: Il drone invia al controller parametri necessari per legge quali coordinate GPS (Latitudine/Longitudine), quota di orientamento della velocità, orizzonte artificiale angoli di pitch/roll, livello di batteria in Volt, modo di volo, distanza e direzione rispetto al punto di decollo o del controller.
- Trasmissione dati di missione: possono essere dati derivanti da sensori o dati audio/video. Sui droni possono essere installare delle fotocamere o videocamere che possono immagazzinare le foto/riprese tipicamente nelle schede SD a bordo del drone (e dunque non avere dati trasmessi sul display, oppure i piloti possono vedere in tempo reale le foto o la serie di fotogrammi scattati).

Il concept iniziale è quello di controllare il drone da remoto, con sul drone una videocamera che lancia lo streaming in tempo reale e relativi sensori. Il partner individuato per questo tipo di soluzione è Seikey. La realtà dei fatti è che, sebbene il 5G abiliti il controllo da remoto del drone da una zona remota, per legge non è possibile al momento realizzare questa soluzione. L'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile) è l'ente che regola l'aviazione di mezzi aerei a pilotaggio remoto. Secondo il regolamento dell'ENAC per i mezzi aerei a

pilotaggio remoto “Nelle operazioni in VLOS (Visual Line Of Sight) il pilota deve essere in grado di mantenere il contatto visivo diretto con l’APR (Aereomobile a Pilotaggio Remoto), in maniera tale da monitorarne il profilo di volo nei riguardi di altri aeromobili, persone, imbarcazioni, veicoli e infrastrutture allo scopo di evitare le collisioni<sup>22</sup>”. Per cui il pilotaggio da una zona remota è da escludere. Attualmente il controllo da remoto del drone è possibile in almeno 3 soluzioni:

- Tramite WiFi: il drone è controllato tramite rete WiFi. Il vantaggio di questo tipo di connettività è che costa poco. Il problema è che non è protetta, per cui, come è successo in una recente gara di droni a Torino, è facilmente attaccabili da apparati come i Jammer, che sono dei disturbatori di onde radio e funzionano sulle frequenze su cui funziona il WiFi (2.4 GHz). Con i Jammer hanno lanciato un segnale molto potente e quindi tutte le connettività sono cadute giù.
- Tramite protocolli proprietari: molto più sicuri ma costosi e difficilmente scalabili. Viaggiano su frequenze da 2,4 GHz o 5,8 GHz a seconda della potenza. Uno dei problemi è che la banda non è licenziata, e quindi può essere utilizzata da chiunque, con possibilità di criticità in termini di interferenze.
- Tramite rete 4G e futuro 5G: in questo modo è più facile pensare al drone come uno smartphone con quattro rotori che vola, connesso, con le sue applicazioni a bordo, capace di recuperare informazioni in rete. ad oggi TIM ha fatto delle sperimentazioni con i droni, pilotandoli in 4.5G e in 5G. Tra le due, ovviamente, per ragioni di affidabilità, è meglio quella 5G. Ma questa soluzione comporta dei problemi di pianificazione delle frequenze in quota. È importante capire se la connessione dei droni in contesto di smart city, dove ogni cosa è connessa, rimane stabile e capire cosa succede al drone quando passa da una cella all’altra, ovvero come gestisce risponde il drone all’handover a 120 metri in quota. Occorre fare dunque una mappatura delle frequenze anche in quota. TIM in alcune zone, ad esempio a Pavia, ha rimappato la rete ed è stata approvata dall’ENAC. L’obiettivo a cui TIM vuole arrivare è quello di non avere più il pilota a vista, ovvero a 500 metri dal drone e di spostare la logica di controllo, di scheduling e di movimentazione in cloud. Tra le sperimentazioni fatte in questo campo da TIM c’è l’evento del 6 Maggio

---

<sup>22</sup> ENAC, *Mezzi Aerei a Pilotaggio Remoto, Emendamento 4 del 21 maggio 2018*, articolo 25 comma 1

2019 a Genova 5G in cui è stato pilotato un drone a 10 km di distanza dalla centrale operativa agli Erzelli. In questo trial, è stato mostrato come un drone, nativamente connesso ad una rete radiomobile, è stato guidato da un autopilota, ovvero si è fatto in modo che fossero aperti due canali bidirezionali verso il nostro algoritmo in cloud e che poteva essere gestito senza più il bisogno del pilota a terra (Il pilota a terra è comunque stato presente per assistere il volo del drone in quanto la regolamentazione dell'ENAC è stata molto stringente e in caso contrario non avrebbe fatto decollare il drone). A Torino, invece, c'è stato lo spettacolo dei droni al posto dei fuochi d'artificio durante l'evento di San Giovanni. TIM ha supportato Intel nella coreografia in volo di 300 droni con lo streaming real time dai droni stessi grazie alle reti 5G che copre la piazza. In questo evento però il controllo dei droni è avvenuto tramite WiFi

Dunque, ricapitolando, le potenzialità del 5G ci sono, sono state sperimentate, ma occorre superare alcuni ostacoli per il controllo del drone in 5G:

- Occorre rivedere la regolamentazione ENAC per il controllo del drone da remoto
- Occorre una ampia pianificazione delle frequenze in quota.

Tornando al caso d'uso, date le considerazioni appena fatte e date le indicazioni date dal partner Seikey, è stato approfondito il concept iniziale. Tale concept prevede che il drone venga utilizzato per la manutenzione e il monitoraggio di infrastrutture critiche o ad alta quota come ad esempio pali, ciminiere o zone a rischio incendio non accessibili agli operatori. La presenza del pilota a terra, come visto precedentemente, è necessaria e controlla il drone momentaneamente tramite un protocollo radiomobile. Il pilota non ha skills sulla manutenzione di infrastrutture critiche, per questo è assistito da un manutentore che monitora da remoto il volo tramite uno streaming video con connessione 5G. Lo streaming, grazie alla rete 5G è a latenza ridottissima e con una altissima risoluzione. In questo modo, da remoto, il manutentore può chiedere al pilota sul posto di pilotare il drone nelle zone richieste. Affinchè lo streaming avvenga con una latenza così ridotta, data la grande quantità di dati richiesta, occorre applicare però le tecnologie di Mobile Edge Computing e il CUPS (già argomentati nei paragrafi precedenti), ovvero devono essere inviati ad un server vicino al manutentore. I dati telemetrici, come le coordinate GPS, poiché sono dati di grandezza ridotta possono essere elaborati e visualizzati in cloud.

Attualmente, sempre per il problema della pianificazione delle frequenze in quota, come per i segnali di controllo, i dati non possono viaggiare direttamente dal drone alla rete ma i droni inviano in modalità WiFi al controller, che può essere uno smartphone con connessione 5G che fa da Router WiFi al drone, e dallo smartphone alla rete. Quest'ultima soluzione è la prima release su cui TIM lavora insieme ai suoi partner.

### **5.3.1.3 Presentazione del concept/demo al cliente**

Eseguiti i primi due step è più facile creare uno studio preliminare per descrivere la strategia di intervento legate al modello. Sarà possibile eseguire una descrizione dettagliata della soluzione proposta e dei risultati desiderati. Dopo aver controllato l'eventuale fattibilità dei concept pensati, insieme ai partner si sviluppano delle demo o dei trial per permettere al cliente di conoscere personalmente la soluzione trovata ed avere una real experience del servizio che potrebbero acquistare. Questo passo è eseguito per portare una offerta già pronta al cliente. In questa fase si ha l'occasione di:

- Elencare e proporre alcuni concept elaborati al cliente;
- Mostrare le demo realizzate per dare una real experience al cliente su una soluzione utile per la sua azienda;
- Ascoltare le richieste del cliente: dopo aver conosciuto le potenzialità del 5G e dei servizi annessi, il cliente può aver sentito la necessità e la possibilità di migliorare alcuni servizi del proprio business con delle specifiche richieste.

In questa fase è possibile applicare i principi dello User Centered Design. Lo User Centered Design (UCD) è un modo per progettare e costruire prodotti, servizi, siti o applicazioni tenendo conto del punto di vista e delle esigenze dell'utente.

Per motivi di tempo (fine stage), non è stato possibile approfondire questa fase e dunque applicare i principi dell'UCD.

### **5.3.1.4 Concretizzazione del POC**

Svolte tutte le fasi precedenti (non necessariamente sequenziali) si può passare ad un approfondimento della descrizione del PoC che esponga e chiarisca altri aspetti necessari alla concretizzazione:

- il processo di pianificazione e di implementazione;
- le competenze necessarie;
- le fonti di finanziamento;
- gli strumenti e le risorse;
- il contesto di tutto il programma.

Una volta determinato il tutto occorre concretizzare il PoC, assicurandosi di avere la disponibilità e l'accesso a tutti i componenti necessari come la disponibilità di personale esperto e professionisti; l'assicurarsi che tutti i componenti personalizzati siano disponibili; chiarire, definire e concordare tutti i criteri di misurazione del successo; ricezione dei feedback da parte del cliente e trattamento corretto dei guasti. Questi sono alcuni dei tanti modi per assicurarsi che il PoC venga eseguito in modo corretto.

#### **5.4 Assistenza nella creazione di un CTIO portfolio 5G packages**

Non tutti i concept visti fino ad adesso rimangono tali. Quelli più utili e orizzontali, ovvero utilizzabili da più imprese anche in diversi settori, sono trasformati in offerte vere e proprie. Sempre al fine di arrivare prima sul mercato, TIM internamente prova ad accelerare la realizzazione di prodotti servizi finiti, ovvero di offerte vere e proprie. Questa attività è svolta dalla funzione CTIO (Chief Technology Innovation Officer) che ha il compito di trasformare delle funzionalità elementari in prodotti, come se fossero dei mattoncini Lego, per poi unirli e costruire la soluzione. Queste funzionalità elementari sono i Technical Product, componenti tecnologiche riusabili che implementano features di servizio. A partire dai Technical Product poi sono realizzati:

- Business Product: pacchetti di Technical Product per proposizioni commerciali innovative con annessa roadmap evolutiva. Sono delle soluzioni già "preconfezionate" e acquistabili dalla vetrina online.
- Portfolio Package: pacchetti pre-definiti di Technical Product indipendenti da ambito applicativo per indirizzare pattern ricorrenti di impatti CTIO. Queste invece sono dei pacchetti che facilitano il lavoro dei progettisti che devono "unire i mattoncini". Per facilitare la progettazione e semplificare la comunicazione tra CTIO e CRO è stata realizzata una piattaforma apposita in cui sono contenute analisi di fattibilità e un GANTT con tempi di realizzazione e costi. Una delle attività di

assistenza alla realizzazione dei packages è stata quella di testare la piattaforma al fine di fornire dei feedback sulla chiarezza e l'usabilità.

Per realizzare questo, la funzione CTIO è affiancata dal CRO (Chief Revenue Office), in particolare dalla funzione Marketing e Progettazione Pre-Sales. Attività dello stage è stata quella di fornire indicazioni sui pilot, sulle richieste dei clienti, sui requisiti dei clienti in quanto al CTIO occorre organizzare le informazioni che derivano da tutta Italia per la realizzazione dei pacchetti. La Service Creation (del CTIO) cerca dunque di trovare un minimo comune multiplo a tutte queste info per realizzare prima il Technical Product e poi i Portfolio Packages.



## 6. Conclusioni

Questa tesi ha avuto il grande obiettivo di dare una visione generale su quella che è una delle maggiori evoluzioni tecnologiche dell'ultimo secolo, permettendo di capire non solo la potenzialità dal punto di vista tecnologico, ma anche dal punto di vista del business e soprattutto come potrebbe influenzare gli scenari di mercato. Il 5G l'arma tecnologica che i Telco devono utilizzare per ribaltare gli scenari di mercato e riconquistare quello che gli spetta nella catena del valore a discapito degli Over The Top. Con il 5G le società di telecomunicazioni dovranno puntare a conquistare il mercato giocando d'anticipo, ma anche collaborando tra di loro. Tra queste, TIM lo ha compreso bene, mettendo in gioco non solo ingenti investimenti economici, ma anche creando collaborazioni strategiche, diversificando i trial e sperimentazioni non solo dal punto di vista tecnologico ma anche dal punto di vista geografico.

Nel mondo del B2B, per competere nei diversi mercati verticali, vendere solo la connettività 5G per i Telco sarebbe un suicidio. Per questo motivo devono puntare ad investire in settori come quello dell'Industry 4.0, ancora terreno incolto nel nostro Paese, consolidando il loro ecosistema unendo alla semplice connettività anche le soluzioni applicative tipiche per ogni scenario. Avere un ecosistema solido permetterà ai Telco di riacquistare credibilità davanti ai propri clienti, ponendosi come unica interfaccia e come garante di ciascuna soluzione. Un esempio è stato dato nella realizzazione del PoC per il cliente del settore metallurgico con la soluzione Manutenzione predittiva con uso di droni, in cui è stata mostrata l'importanza di avere dei partner fidati per dimostrare affidabilità a tutto il panorama dei possibili clienti, vecchi e nuovi.

Ma siamo ancora in una fase iniziale. Sebbene ci siano buone prospettive per le società di telecomunicazioni, i fattori in gioco sono tanti, come tante e sconosciute sono ancora le opportunità di business. Inoltre, in Italia è un settore, insieme a quello dell'Industry 4.0 che ha un occhio di riguardo da parte dello Stato in quanto hanno in mano uno degli asset più importanti per il Paese. Per cui, sebbene è stata fatta una possibile analisi sui futuri scenari di mercato, non ci sarà da stupirsi se in futuro si avvereranno scenari completamente diversi da quelli ipotizzati.

## Bibliografia e sitiografia

### Bibliografia e sitiografia - CAPITOLO 2

Frias Z., Martinez J.P., *5G networks: Will technology and policy collide?*, 2018, Telecommunications Policy 42 (2018) 612–621;

Oughton E.J., Frias Z., *The cost, coverage and rollout implications of 5G infrastructure in Britain*, 2018, Telecommunications Policy 42 (2018) 636–652;

Vannithamby R., Talwar S., *Towards 5G: Requirements and Candidate Technologies*, 2017, John Wiley & Sons, Incorporated;

Campbell K., Diffley J., Flanagan B., Morelli B., O’Neil B., Sideco F., *The 5G economy: How 5G technology will contribute to the global economy*, January 2017, IHS economics & IHS technology;

Yousaf F.Z., Bredel M., Schaller S., Schneider F., *NFV and SDN—Key Technology Enablers for 5G Networks*, 2017;

Suryanegara M., *5G as disruptive innovation: Standard and regulatory challenges at a country level*, 2016;

Notiziario Tecnico TIM, Anno 26 - Numero 1, Aprile 2017, [www.telecomitalia.com/notiziariotecnico](http://www.telecomitalia.com/notiziariotecnico), ISSN 2038-1921;

Notiziario Tecnico, Anno 26 - Numero 2, Luglio 2017, [www.telecomitalia.com/notiziariotecnico](http://www.telecomitalia.com/notiziariotecnico), ISSN 2038-1921;

Notiziario Tecnico, Anno 28 - Numero 1, Aprile 2019, [www.telecomitalia.com/notiziariotecnico](http://www.telecomitalia.com/notiziariotecnico), ISSN 2038-1921;

Cave M., *How disruptive is 5G?*, Telecommunications Policy, Volume 42, Issue 8, September 2018, Pages 653-658;

Lema M., Layaes A., Mahmood T., Cuevas M., Sachs J., Markendahl J., Dohler M., *Business Case and Technology Analysis for 5G Low Latency Applications*, 2017, Pages 5917 – 5935;

Bangerter B., Talwar S., Arefi R., Stewart K., *Networks and devices for the 5g era*, 2014, IEEE Communications Magazine 52 (2), Pages 90–96;

Bhushan N., Li J., Malladi D., Gilmore R., Brenner D., Damnjanovic A., Sukhavasi R., Patel C., Geirhofer S., *Network densification: the dominant theme for wireless evolution into 5g*, 2014, IEEE Communications Magazine 52 (2), Pages 82–89;

Ch´avez-Santiago R., Szydelko M., Kliks A., Foukalas F., Haddad Y., Nolan K. E., Kelly M. Y., Masonta M. T., Balasingham I., *5g: The convergence of wireless communications*, 2015, Wireless Personal Communications 83 (3), 1617–1642;

Hossain S., *5g wireless communication systems*, 2013, American Journal of Engineering Research 02 (10), 344–353;

Janevski T., *5g mobile phone concept*, 2019, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1–2;

Lucas E., *In south korea, the race is on for olympics 5g next year*, February 2017 Retrieved May 3rd, 2017; URL [https://phys.org/news/2017-02-south-korea-olympics-5g\\\_-year.html](https://phys.org/news/2017-02-south-korea-olympics-5g\_-year.html)

NGMN, *Ngmn alliance: 5g white paper - executive version*, 2014;

Nokia, *White paper: 5g use cases and requirements*, 2014;

Olsson M., Cavdar C., Frenger P., Tombaz S., Jantti R., *5green: Towards green 5g mobile networks*, 2013, WiMob 2013, The 9th IEEE International Conference on Wireless and Mobile Computing Networking and Communications: GROWN International Workshop on Green Optimized Wireless Networks, 1–5;

Rost P., Bernardos C. J., De Domenico A., Girolamo M. D., Lalam M., Maeder A., Sabella D., Wbben D., *Cloud technologies for flexible 5g radio access networks*, 2014, IEEE Communications Magazine 52 (5), 68–76;

Sapakal Reshma S., Kadam S. S., *5g mobile technology*, 2013, International Journal of Advanced Research in Computer Engineering Technology 2 (2), 568–571;

Wang C.-X., Haider F., Gao X., You X.-H., Yang Y., Yuan D., Aggoune H., Haas H., Fletcher S., Hepsaydir E., *Cellular architecture and key technologies for 5g wireless communication networks*, 2014, IEEE Communications Magazine 52 (2), 122–130;

Yazici V., Kozat U., Sunay M., *A new control plane for 5g network architecture with a case study on unified handoff, mobility, and routing management*, 2014, IEEE Communications Magazine 52 (11), 76–85;

Sharma P., *Evolution of mobile wireless communication networks - 1g to 5g as well as future prospective of next generation communication network*, 2013, International Journal of Computer Science and Mobile Computing 2 (8), 47–53;

Vollen D.-R. Z., *Første kommersielle 5g-nett i korea*, Retrieved May 3rd, 2017; URL <http://www.cw.no/artikkel/5g/forste-kommersielle-5g-\nett-korea>

### **Bibliografia - CAPITOLO 3**

Basole R.C., Karla J., *Value Transformation in the Mobile Service Ecosystem: A Study of App Store Emergence and Growth*, 2012, Service Science 4(1):24-41;

Oliver C., *Determinants of interorganizational relationships: Integration and future direction*, 1990. Acad. Management Rev. 15(2):241–265;

Eisenhardt K.M., Schoonhoven C.B., *Resource-based view of strategic alliance formation: Strategic and social effects in entrepreneurial firms*, 1996, Organ. Sci. 7(2):136–150;

Rapporto Asstel 2018;

TIM Netbook 3Q2018;

Kuo Y.F., Yu C.W., *3G telecommunication operators' challenges and roles: A perspective of mobile commerce value chain*, 2006, Technovation, Volume 26, Issue 12, December 2006, Pages 1347-1356;

D'Apollonio, *L'ecosistema 5G: governare il futuro delle infrastrutture e delle piattaforme digitali*, 2018, DIGITAL ITALY SUMMIT 2018;

Cronostoria 2018, Relazione Telco per L'Italia;

Andrea Rangone, *"Telco: o si cambia o si muore"*, 2018, Digital 360

*COMUNICATO STAMPA AGCOM: ADOTTATE LE PROCEDURE DI ASSEGNAZIONE DELLE FREQUENZE PER LA TRANSIZIONE AI SISTEMI MOBILI DI COMUNICAZIONE DI QUINTA GENERAZIONE (5G)*, Roma, 23 Maggio 2018;

Russo L., *Report Telco per l'Italia 2018*, Product Manager Mobile Infrastructure, PRYSMIAN GROUP;

Sassano A., *Report Telco per l'Italia 2018*, presidente fondazione Bordini;

AGCOM, *INDAGINE CONOSCITIVA CONCERNENTE LE PROSPETTIVE DI SVILUPPO DEI SISTEMI WIRELESS E MOBILI VERSO LA QUINTA GENERAZIONE (5G) E L'UTILIZZO DI NUOVE PORZIONI DI SPETTRO AL DI SOPRA DEI 6 GHZ AI SENSI DELLA DELIBERA N. 557/16/CONS*;

### **Sitiografia - CAPITOLO 3**

<https://www.economyup.it/innovazione/telecomunicazioni-in-italia-o-si-cambia-o-si-muore/>

[https://www.accenture.com/\\_acnmedia/pdf-94/accenture-b2b-growth-in-telecoms-pov.pdf](https://www.accenture.com/_acnmedia/pdf-94/accenture-b2b-growth-in-telecoms-pov.pdf)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Mobile\\_network\\_operator](https://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_network_operator)

[https://it.wikipedia.org/wiki/Internet\\_service\\_provider](https://it.wikipedia.org/wiki/Internet_service_provider)

<https://www.inacon.de/glossary/Core-Network-Operator.php>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Radio\\_access\\_network](https://en.wikipedia.org/wiki/Radio_access_network)

<http://www.datamanager.it/news/reti-e-tlc/energia-rinnovabile-ed-efficienza-abbattere-i-costi-delle-telecomunicazioni>

<https://www.telecomitalia.com/tit/it/notiziariotecnico/edizioni-2017/n-2-2017/capitolo-1.html>

<https://www.ericsson.com/it/press-releases/3/2017/First-5G-platform-in-the-world>

<https://www.universofree.com/2019/01/17/agcom-tim-ancora-prima-nelle-sim-compressive-iliad-a-quota-2-2-2-7-nelle-sim-human-mvno-stabili-anche-senza-keno-e-ho/>

<https://www.globalxetfs.com/what-4g-can-teach-us-about-5g/>

<https://www.solotablet.it/blog/approfondimenti/tecnologia-5g-e-nuovi-modelli-di-business>

<https://www.agendadigitale.eu/industry-4-0/nb-iot-e-5g-per-lindustria-4-0-il-ruolo-delle-telco/>

<https://www.valut-azione.net/saperi/strategia/analisi-pest/>

<https://www.corrierecomunicazioni.it/telco/5g/svolta-5g-nicita-next-neutrality-la-prossima-frontiera/>

<https://www.corrierecomunicazioni.it/telco/5g/net-neutrality-ha-ancora-senso-nellera-del-5g/>

[https://www.osservatori.net/it\\_it/osservatori/comunicati-stampa/internet-of-things-mercato-in-crescita](https://www.osservatori.net/it_it/osservatori/comunicati-stampa/internet-of-things-mercato-in-crescita)

[https://it.wikipedia.org/wiki/Neutralit%C3%A0\\_della\\_rete](https://it.wikipedia.org/wiki/Neutralit%C3%A0_della_rete)

<https://www.agendadigitale.eu/infrastrutture/guerra-usa-cina-sul-5g-la-sfida-sara-salvare-innovazione-e-sicurezza/>

<https://www.agendadigitale.eu/sicurezza/il-nuovo-governo-esercita-la-golden-power-che-succede-adesso/>

<https://www.agendadigitale.eu/infrastrutture/golden-power-5g-corona-ecco-effetti-e-limiti-del-decreto-conte/>

<https://quifinanza.it/info-utili/5g-cose-qual-impatto-avra-economia/301091/>

[https://www.repubblica.it/economia/2018/10/02/news/asta\\_5g\\_incasso\\_da\\_superenalotto\\_lo\\_stato\\_avra\\_6\\_7\\_miliardi\\_per\\_le\\_frequenze-207969038/](https://www.repubblica.it/economia/2018/10/02/news/asta_5g_incasso_da_superenalotto_lo_stato_avra_6_7_miliardi_per_le_frequenze-207969038/)

<https://tecnologia.libero.it/tim-e-vodafone-accordo-ufficiale-per-la-condivisione-delle-antenne-5g-29209>

<https://www.rsi.ch/rete-uno/programmi/intrattenimento/millevoci/Le-antenne-5G-tra-scetticismo-dubbi-paure-e-nuove-opportunit%C3%A0-tecnologiche-11710475.html>

<https://www.wired.it/scienza/medicina/2018/01/24/rete-5g-pericolo-salute-umana/>

<https://www.tim.promo/5g/5g-e-fibra-ottica-come-cambiera-il-mondo-delle-conessioni-in-italia/>

<https://www.prysmiangroup.com/staticres/insight-3-2018-it/global-scenario/il-5g-e-il-futuro-e-non-ce-5g-senza-fibra.html>

<https://www.corrierecomunicazioni.it/digital-economy/niente-5g-senza-ftth-ecco-perche-la-fibra-fino-a-casa-e-linfrastruttura-definitiva/>

<https://www.corrierecomunicazioni.it/telco/tim-patto-segreto-con-enel-e-cdp-sulla-fusione-con-open-fiber/>

<https://www.corrierecomunicazioni.it/telco/banda-ultralarga/tim-open-fiber-il-cerchio-si-stringe-in-ballo-solo-la-fibra/>

<https://www.facile.it/adsl/news/tim-e-open-fiber-fibra-ottica-in-arrivo-la-fusione.html>

[https://www.hwupgrade.it/news/telefonia/5g-e-davvero-piu-veloce-la-nuova-rete-ecco-i-primi-risultati-sul-campo\\_83035.html](https://www.hwupgrade.it/news/telefonia/5g-e-davvero-piu-veloce-la-nuova-rete-ecco-i-primi-risultati-sul-campo_83035.html)

<https://www.innovationpost.it/2019/04/23/opportunita-e-limiti-tutto-quello-che-ce-da-sapere-sulla-tecnologia-5g/>

<https://www.ericsson.com/en/blog/2018/12/five-key-iot-trends-to-watch-in-2019>

<https://www.tecnoandroid.it/2019/05/16/tim-vodafone-sviluppo-5g-525078>

<https://www.mise.gov.it/index.php/it/normativa/notifiche-e-avvisi/2036226-5g-avviso-pubblico-per-progetti-sperimentali>

<https://www.t5g.it/123903-prato-5g-i-casi-duso-e-i-progetti-in-via-di-sviluppo-con-wind-tre-e-open-fiber/>

<https://www.tecnoandroid.it/2019/02/25/5g-le-novita-da-tim-vodafone-wind-tre-iliad-e-fastweb-482483>

<https://www.qualcomm.com/news/releases/2017/01/17/landmark-study-impact-5g-mobile-technology-released>

<https://tech.fanpage.it/5g-ecco-come-gli-operatori-italiani-si-preparano-al-lancio/>

<https://www.corrierecomunicazioni.it/telco/5g/5g-vodafone-accelera-sulle-sperimentazioni-ecco-le-7-new-entry/>

<https://initalia.virgilio.it/a-torino-la-prima-antenna-5g-ditalia-18799>

<https://www.corrierecomunicazioni.it/digital-economy/san-marino-primi-stato-5g-accessa-la-prima-antenna/>

<https://www.mobileworld.it/2018/12/18/san-marino-5g-copertura-totale-203055/>

<http://www.barimatera5g.it/>

<https://www.techfromthenet.it/201905108558/News-networking/tim-presenta-le-sperimentazioni-5g-per-monitorare-genova.html>

[https://www.askanews.it/cronaca/2019/02/26/5g-sperimentazione-cisco-tim-in-manifattura-e-smart-city-pn\\_20190226\\_00086/](https://www.askanews.it/cronaca/2019/02/26/5g-sperimentazione-cisco-tim-in-manifattura-e-smart-city-pn_20190226_00086/)

<https://www.startmag.it/innovazione/tim-ericsson-5g-nokia-huawei-zte/>

<http://www.tavernadellafelicita.it/tag/pseudo/>

[https://www.agi.it/economia/5g\\_costi\\_guerra\\_usa\\_huawei\\_sicurezza-6283392/news/2019-10-02/](https://www.agi.it/economia/5g_costi_guerra_usa_huawei_sicurezza-6283392/news/2019-10-02/)

<http://www.tavernadellafelicita.it/tag/pericoli/>

<http://www.tavernadellafelicita.it/tag/5g/>

#### **Bibliografia – CAPITOLO 4**

Ericsson, *5G for business: a 2030 market compass*, October 2019;

Notiziario Tecnico, Anno 26 - Numero 2, Luglio 2017, pag.45, pag.61-62, pag. 73, [www.telecomitalia.com/notiziariotecnico](http://www.telecomitalia.com/notiziariotecnico), ISSN 2038-1921;

Accenture Strategy, *How 5G Can Help Municipalities Become Vibrant Smart Cities*, SMART cities;

Lema M., Layaes A., Mahmood T., Cuevas M., Sachs J., Markendahl J., Dohler M., *Business Case and Technology Analysis for 5G Low Latency Applications*, 2017, Pages 5917 – 5935;

Cheng J., Chen W., Tao F., Lin C.L., *Industrial IoT in 5G environment towards smart manufacturing*, 2018, Journal of Industrial Information Integration, Volume 10, June 2018, Pages 10-19;

Sriganesh K.R., Ramjee P., *Impact of 5G Technologies on Industry 4.0*, 18 Marzo 2018, Springer Science Business Media, LLC, part of Springer Nature 2018

#### **Sitiografia – CAPITOLO 4**



<https://www.corrierecomunicazioni.it/telco/5g/5g-for-business-la-partita-vale-700-miliardi-di-dollari/>

<https://www.cwi.it/networking/reti-wireless/5g-industrie-verticali-ericsson-110570>

[http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2\\_6.jsp?lingua=italiano&id=2509&area=eHealth&menu=iniziative](http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?lingua=italiano&id=2509&area=eHealth&menu=iniziative)

<https://inno3.it/2019/03/07/disruption-digitale-settore-media-trend-per-2019/>

<https://www.hdblog.it/2019/06/20/mercato-gaming-stime-2019-2022-mobile-console-pc/>

<http://www.datamanager.it/2019/03/ericsson-fotografa-il-mondo-del-gaming/>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Cloud\\_gaming](https://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_gaming)

[https://it.wikipedia.org/wiki/Museo\\_virtuale](https://it.wikipedia.org/wiki/Museo_virtuale)

[http://www.treccani.it/enciclopedia/museo-virtuale\\_%28XXI-Secolo%29/](http://www.treccani.it/enciclopedia/museo-virtuale_%28XXI-Secolo%29/)

<http://eai.enea.it/archivio/anno-2016/patrimonio-culturale/un-nuovo-modo-di-comunicare-l2019arte-i-musei-virtuali>

<https://www.lastampa.it/tecnologia/news/2017/10/27/news/a-torino-il-museo-si-visita-in-realta-virtuale-grazie-al-5g-1.34409544>

<https://www.business.att.com/learn/tech-advice/how-5g-will-impact-the-transportation-industry.html#>

<https://www.global5g.org/verticals/5g-energy>

<https://www.agendadigitale.eu/infrastrutture/5g-e-smart-grid-come-cambiera-il-settore-dellenergia/>

<https://www.vodafone.com.au/red-wire/5g-future-students>

<https://www.techradar.com/news/how-is-5g-set-to-change-the-classroom>

<https://www.financierworldwide.com/5g-and-financial-services#.XbFue-gzblU>

<https://www.business.att.com/learn/tech-advice/how-5g-will-enhance-the-finance-industry.html#>

<https://professional.advisoronline.it/risparmio-gestito/47328-smart-farming-cos-e-e-perche-rappresenta-l-ultima-frontiera-tecnologica.action>

<https://www.mondomobileweb.it/117760-smart-agriculture-per-un-futuro-piu-produttivo-e-con-meno-incertezze/>

<https://www.economyup.it/innovazione/cos-e-l-industria-4-0-e-perche-e-importante-saperla-affrontare/>

[https://www.osservatori.net/it\\_it/osservatori/comunicati-stampa/crescita-valore-mercato-industria-4-0-italia](https://www.osservatori.net/it_it/osservatori/comunicati-stampa/crescita-valore-mercato-industria-4-0-italia)

<http://www.nuovi-lavori.it/index.php/sezioni/820-industria-4-0-limiti-ed-opportunita-per-la-manifattura-italiana>

<https://www.economyup.it/innovazione/cos-e-l-industria-4-0-e-perche-e-importante-saperla-affrontare/>

## **Bibliografia – CAPITOLO 5**

Striganesh K.R., Ramjee P., *Impact of 5G Technologies on Industry 4.0*, 18 Marzo 2018, Springer Science Business Media, LLC, part of Springer Nature 2018

ENAC , *Mezzi Aerei a Pilotaggio Remoto*, Emendamento 4 del 21 maggio 2018

## **Sitiografia – CAPITOLO 5**

<https://tools.sketchin.ch/proof-of-concept-design/>

<https://www.aiutostartup.com/proof-of-concept>

[https://www.ai4business.it/robotica/droni-cosa-sono-e-cosa-sanno-fare/#Come\\_funzionano](https://www.ai4business.it/robotica/droni-cosa-sono-e-cosa-sanno-fare/#Come_funzionano)

<https://www.droneeye.eu/piloti-di-droni/la-radio/>

<https://www.ingegneri.cc/droni-trasmissione-dei-dati-da-parte-degli-apr.html>