

LUISS



Dipartimento di Impresa e Management

Cattedra di Microeconomia

POSSIBILI SCENARI E RISPETTIVE CONSEGUENZE DELL'IMPLEMENTAZIONE DELLA TECNOLOGIA 5G

Relatore
Prof. Fabiano Schivardi

Candidato
Alessandro Perri

Matricola
223621

Anno Accademico 2019/2020

INDICE

Introduzione

CAPITOLO 1 – 5G al centro della “digital transformation”

1.1 Il 5G e le sue caratteristiche

1.2 Analisi socio-economica

1.2.1 Previsione dei costi d’implementazione della rete comparata alle precedenti

1.2.2 Effetti moltiplicativi diretti e indiretti

1.2.3 Benefici nei principali settori economici

CAPITOLO 2 – Possibili conseguenze economiche dell’imposizione di un ban su Huawei e ZTE nel mercato RAN in Europa: trade off tra sicurezza e competitività

2.1 Situazione attuale del mercato RAN (infrastruttura 5G)

2.1.1 Motivazioni a sostegno per l’imposizione di un ban sui “vendor” cinesi

2.2 Effetti di un eventuale restrizione sui “vendor” cinesi

2.2.1 Stime dell’impatto che l’imposizione del ban può generare sulla concorrenza in termini di un aumento dei prezzi delle apparecchiature di rete

2.2.2 Stime dell’impatto che l’imposizione del ban può generare in termini di un aumento dei costi dovuti al rallentamento nella distribuzione della rete

CAPITOLO 3 – Fattori rilevanti per lo sviluppo della rete 5G individuati dall’AGCM

3.1 Evoluzione della normativa sulla cybersecurity delle reti in Italia

3.2 Limiti elettromagnetici italiani ridotti rispetto agli standard ICNIRP

Conclusioni

INTRODUZIONE

La tecnologia 5G viene considerata dagli esperti la pietra angolare dello sviluppo economico e della crescita della produttività. Tuttavia, il processo di implementazione riguardante gli standard comunicativi precedenti, ci fa comprendere che dovranno essere affrontati degli ostacoli durante questo percorso. I principali ostacoli individuati nel processo di implementazione della rete sono:

- L'imposizione di un ban su Huawei e ZTE nel mercato RAN.
- La dotazione di una policy normativa che crei un ambiente favorevole per l'implementazione del 5G.

I singoli Stati nel tentativo di superare questi ostacoli, dovranno assumere importanti decisioni che influenzeranno, sia la portata dei benefici prodotti che il ruolo ricoperto dalla tecnologia 5G. In base alle diverse soluzioni pervenute dai processi decisionali e delle tempistiche con le quali le decisioni verranno assunte, si delineranno diversi scenari in cui diversi saranno i costi e i benefici prodotti dal 5G. Si sottolinea che affinché tutto funzioni, sono richiesti profondi investimenti che possono avere successo solo se ben coordinati. Qualora ciò si verificasse la tecnologia avrebbe un potenziale impatto rivoluzionario. Il presente lavoro ha l'obiettivo di quantificare i diversi costi e benefici delineati nei vari scenari al fine di comprendere l'importanza che assume la tipologia di soluzione e la tempistica con la quale quest'ultima viene assunta.

Nel primo capitolo, viene data dapprima una definizione di rete 5G al fine di comprendere l'importanza che ricopre per l'abilitazione di nuovi modelli di business, in quanto, quest'ultima costituisce lo standard comunicativo pensato per l'IoT. La rete 5G, per essere definita tale, deve rispettare dei requisiti minimi che ne definiscono le caratteristiche tecniche in termini di:

- a) Velocità (superiore a 20 Gbps in downstream e 10 Gbps in upstream)
- b) Densità (fino a 100 dispositivi/m²)
- c) Latenza (tempo di risposta minore di 5ms)

In secondo luogo, verrà svolta un'analisi per quantificare i benefici prodotti in uno scenario ideale nel quale il processo di implementazione avviene senza intoppi. In questo particolare scenario, infatti, uno studio della Commissione Europea stima un costo di 141 € per abbonato che equivarrebbe a un costo totale della distribuzione del 5G negli Stati membri dell'UE di circa 56,6 miliardi di euro. Inoltre, si stima che dall'introduzione del 5G deriveranno benefici pari a 113,1 miliardi di euro all'anno. Infine, utilizzando il modello economico di Leontief, si osserva che lo sviluppo della tecnologia produrrà un effetto a cascata sui principali settori economici. L'effetto a cascata è determinato da due diverse tipologie di impatto:

- a) L'impatto indiretto che cattura i flussi intermedi all'interno della catena di approvvigionamento, come beni e servizi necessari per implementare infrastrutture e servizi 5G.
- b) L'impatto indotto che cattura il cambiamento nella spesa dei consumatori di beni e servizi a seguito di maggiori entrate delle famiglie e delle spese di investimento.

Tuttavia il processo di implementazione, non si svolgerà in uno scenario ideale ma le autorità dovranno affrontare le problematiche che verranno trattate nei successivi capitoli.

Nel secondo capitolo, si analizza la situazione attuale del mercato wireless RAN (Radio Access Network) che costituisce l'infrastruttura per l'abilitazione della rete 5G. Le motivazioni che hanno spinto alcuni paesi tra cui USA, Australia, Giappone ad escludere dal loro mercato i produttori cinesi riguardano essenzialmente due aspetti:

- Sicurezza delle reti
- Distorsione della concorrenza del mercato

Il timore diffuso è che le apparecchiature 5G siano più vulnerabili allo spionaggio rispetto agli attuali sistemi 4G. Il governo cinese, nel tentativo di conquistare il predominio di questa tecnologia avrebbe fatto uso di pratiche anticoncorrenziali, non rispettando le regole di mercato. L'imposizione del ban sui produttori cinesi avrà un impatto sul mercato sia in termini di un aumento del prezzo delle apparecchiature di rete sia in termini di costi dovuti al ritardo dell'implementazione della stessa. Secondo la teoria economica, la concorrenza tra le imprese è positiva per i consumatori e per altre imprese che operano in altri settori dell'economia. In un mercato competitivo, i consumatori ottengono prodotti migliori a prezzi più bassi e le aziende che offrono prodotti della massima qualità e del miglior valore sono quelle che hanno successo. Prendendo come riferimento gli studi condotti da Oxford Economics e Strand Consult, l'impatto portato dell'imposizione del ban risulterà diverso in quanto diverse sono le ipotesi sottostanti ai modelli utilizzati. Gli impatti sui prezzi e sui costi dovuti al ritardo dell'implementazione saranno più elevati se i fornitori delle apparecchiature di rete non avessero la capacità di attirare i clienti di Huawei. Tutto ciò si tradurrebbe in un aumento della concentrazione nei mercati di tutto il mondo. In generale, limitare la concorrenza nel mercato delle infrastrutture di rete 5G porterebbe a pressioni concorrenziali più basse sui fornitori di rete senza restrizioni, che saranno in grado di addebitare prezzi contrattuali più elevati per le apparecchiature 5G. Secondo lo studio condotto da Oxford Economics i prezzi delle apparecchiature di rete aumenterebbero tra l'8 % e il 29 %.

Al contrario, gli impatti sui prezzi e sui costi di implementazione saranno inferiori se un altro concorrente potesse aumentare la sua portata globale e la gamma di prodotti per conquistare con successo la posizione di Huawei sul mercato. Lo studio condotto da Strand Consult sottolinea che i fornitori di software occuperanno una quota maggiore del mercato RAN. Pertanto, se Huawei e ZTE fossero limitate, non sarebbe difficile per altre aziende globali colmare il divario. Nello studio si afferma che i concorrenti di Huawei sono globali, la quota europea del mercato globale è molto ridotta, e gli operatori europei hanno la possibilità di negoziare prezzi globali per le loro apparecchiature. Inoltre, gli operatori di telefonia mobile che desiderano lanciare il 5G devono affrontare un cambiamento tecnologico che richiede comunque l'aggiornamento di gran parte delle loro apparecchiature, inclusa la loro rete principale. Pertanto, la cifra rilevante è il costo incrementale delle nuove apparecchiature di rete meno il costo previsto di ciò che è stato comunque speso nel corso normale dell'aggiornamento. Si stima che la sostituzione delle apparecchiature di Huawei e ZTE costerà \$ 3,5 miliardi agli operatori di telefonia mobile in Europa.

Infine, nel terzo capitolo vengono descritti i principali fattori individuati dall'AGCM (Autorità Garante della Concorrenza e del Mercato) che rivestiranno un ruolo chiave durante il processo di implementazione della rete. Tra questi figurano:

- a) Ostacoli all'installazione di impianti di telecomunicazione mobile dovuti alle normative locali (comunali e provinciali) e regionali.
- b) Accordi tra operatori mobili per la realizzazione congiunta e la condivisione delle reti 5G.
- c) Principio della neutralità della rete

Particolare attenzione verrà dedicata all'assetto normativo italiano in materia di sicurezza cibernetica delle reti, in quanto l'incertezza delle regole costituisce uno dei principali ostacoli alle scelte di investimento e impedisce il funzionamento di un mercato efficiente. Si tratta di costi particolarmente elevati proprio in quei settori ad alta intensità tecnologica e innovativa, nelle quali le imprese devono assumere decisioni di investimento. La normativa in materia ha avuto origine con l'introduzione nel nostro ordinamento, della golden share, che fa riferimento alla conservazione da parte dello Stato, nell'ambito di procedure di privatizzazione di imprese in origine pubbliche, di una partecipazione azionaria con poteri esorbitanti rispetto a quelli spettanti a un normale azionista. Col passare degli anni, l'assetto normativo in materia di sicurezza cibernetica ha subito numerose modifiche tra cui ha rivestito particolare importanza il disegno di legge "in materia di perimetro di sicurezza nazionale cibernetica" (19 luglio 2019) che a regime prevedeva l'individuazione di

amministrazioni pubbliche e aziende da includere nel perimetro di sicurezza e definiva le procedure di notifica e le misure volte a garantire la sicurezza delle informazioni. Il 18 settembre 2019 è stato approvato un decreto-legge che sostituisce il precedente disegno di legge sulla cybersecurity, riproponendo l'impianto già definito a luglio. Infine, verranno analizzati gli effetti generati dalla discrepanza tra standard sui limiti delle onde elettromagnetiche previsti in Italia rispetto a quelli previsti dal ICNIRP (Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti). Lo studio condotto dal Politecnico di Milano evidenzia che sarebbe necessaria una re-ingegnerizzazione della rete affinché la rete sia conforme sia a un criterio di qualità, che risulti in linea con i valori di efficienza spettrale raggiungibili dal 5G e con i requisiti di banda ultra-larga definiti a livello nazionale, sia a un livello di copertura che si attesti sui valori minimi comunemente utilizzati dagli operatori per le zone urbanizzate. La re-ingegnerizzazione della rete, incontrerebbe la necessità di trovare un numero così elevato di nuovi siti adatti alla trasmissione, che genererebbe costi extra pari a €3,86 miliardi, rispetto agli investimenti necessari per innovare la rete che sarebbero necessari qualora i limiti elettromagnetici fossero equiparati a quelli consigliati dall'ICNIRP.

CAPITOLO 1 - 5G al centro della “Digital Transformation”

La digital transformation rappresenta un cambiamento socio-culturale che spinge le organizzazioni a sfidare continuamente lo status quo, sperimentare e sentirsi a proprio agio con gli strumenti digitali. La digital transformation comporta un cambiamento di leadership, un modo di pensare diverso, nuovi modelli di business ed un maggiore utilizzo della tecnologia per migliorare l'esperienza dei dipendenti, dei clienti, dei fornitori, dei partner e di tutte le parti interessate dell'organizzazione. Dobbiamo imparare a considerare la digital transformation come un cambiamento che non coinvolge solo il business, la produzione e la strategia, ma che esiste grazie e soprattutto attraverso una risorsa sempre più spesso insostituibile: le persone. Quando si parla di digital transformation si fa riferimento ad una questione molto ampia, che non riguarda soltanto la tecnologia o la visione strategica di una determinata azienda ma interessa tutto il capitale umano di un'organizzazione e necessita delle giuste competenze. In questo scenario è necessario investire sullo sviluppo di nuove figure professionali, ma anche ripianificare le tradizionali soft skills in chiave digitale.

Come si inserisce il 5G in questo contesto?

Il 5G favorirà lo sviluppo di questo cambiamento in quanto soddisferà le esigenze di un ecosistema sempre più affamato di dati, favorendo la comunicazione tra dispositivi intelligenti. Un sistema rivoluzionario rispetto all'attuale comunicazione solo tra persone. Il 5G, infatti, rappresenta una delle innovazioni tecnologiche più importanti del millennio, soprattutto per le tante promesse legate all'interazione tra molteplici dispositivi connessi alla rete che popolano le nostre vite. Con queste premesse si aprono scenari finora impensabili, non solo grazie a una maggiore velocità di trasmissione ma soprattutto per la presenza di nuove potenzialità (come la bassa latenza e l'alta densità), pronte a cambiare radicalmente le nostre vite. Dalle auto a guida autonoma alla telemedicina, dall'Internet of Things a tutta una serie di servizi digitali che stanno già nascendo in tutto il mondo.

Quale sarà il cambiamento apportato dal 5G?

Il 5G è una tecnologia abilitante ed un acceleratore della trasformazione digitale, con opportunità di innovazione imperdibili e costituisce un cambio di paradigma: non sono più i servizi ad adattarsi

alla rete, è la rete che si adatta ai servizi, quindi chi la controlla si ritrova ad avere in mano leve importanti dello sviluppo economico¹. La stampante, la rete, l'elettricità, il motore a vapore, il telegrafo, sono tutte scoperte o invenzioni che fanno parte di una classe d'élite di molle socioeconomiche note come tecnologie di uso generale (GPT). Istituiti attraverso un'adozione pervasiva in più settori, i GPT sono spesso catalizzatori di cambiamenti trasformativi che ridefiniscono i processi di lavoro e riscrivono le regole del vantaggio economico competitivo.² Gli effetti profondi derivanti da queste innovazioni variano ampiamente, dagli impatti positivi per la produttività umana e meccanica all'elevazione degli standard di vita per le persone di tutto il mondo. Si può considerare il 5G un catalizzatore che spingerà la tecnologia mobile nel regno esclusivo dei GPT. L'economia del 5G introdurrà un nuovo livello di complessità nel processo decisionale e nella regolamentazione man mano che emergeranno nuovi modelli di business e le vecchie modalità di fornitura di beni e servizi verranno drammaticamente modificate o completamente abbandonate.

1.1 Il 5G e le sue caratteristiche

Con l'acronimo 5G facciamo riferimento a tutte le tecnologie e gli standard comunicativi di quinta generazione per le telecomunicazioni mobili. I requisiti minimi per definire le caratteristiche tecniche del 5G sono descritti nel documento "Minimum requirements related to technical performance for IMT-2020 radio interface(s)" (ITU, 2017)³. ITU corrisponde a "International Communication Union" ovvero l'agenzia Onu che stabilisce le politiche internazionali sullo spettro radio. La storia degli standard comunicativi parte nel 1991 con il 2G, sviluppato per migliorare la qualità della telefonia mobile. Con il 3G arrivò anche la connettività dati in mobilità, con la possibilità di vedere anche i programmi televisivi. Il 4G è stato sviluppato per migliorare la telefonia via IP (VoIP) e il cloud computing. Il 5G, invece, è lo standard comunicativo pensato per l'Internet delle Cose. Con sempre più dispositivi IoT presenti all'interno delle nostre abitazioni, è necessario avere una connessione molto più veloce per interagire con questi nuovi strumenti. Grazie a questo nuovo standard sarà possibile veicolare su rete mobile gran parte del traffico che attualmente transita sulle linee terrestri, come ADSL o fibra ottica. L'idea consiste in una trasmissione dei dati che non avverrà più via cavo ma via wireless attraverso le radiofrequenze, dove all'interno di queste sono contenuti i dati. La rete 5G è una rete intelligente che può suddividersi in "fette" in grado di lavorare in modo differente, con velocità e parametri diversi in base al tipo di applicazione. Può sagomare i propri flussi di traffico in base alle priorità: gestire un'emergenza può anche voler dire concentrare tutta la banda possibile in un solo luogo e solo per determinate applicazioni, mentre oggi il traffico dati è indifferenziato. Questo spiega anche perché alla luce di tutto questo parlare oggi di neutralità della rete è tutt'altra cosa rispetto ai problemi di solo cinque anni fa. Già nel 2015, la Next Generation Mobile Networks Alliance (NGNM) ovvero l'associazione di operatori, venditori, produttori e istituti di ricerca operanti nel settore della telefonia mobile ha provato a indicare alcuni paletti per definire il perimetro della rete 5G.⁴ Questi paletti aiutano a definire le principali caratteristiche che la rete 5G deve possedere, con l'obiettivo

¹ https://i2.res.24o.it/pdf2010/Editrice/ILSOLE24ORE/ILSOLE24ORE/Online/Oggetti_Embedded/Documenti/2020/02/28/DIGITAL_ECONOMY_04_DEF.PDF

² <https://www.qualcomm.com/media/documents/files/ihs-5g-economic-impact-study-2019.pdf>

³ https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/imt-2020/Documents/S01-1_Requirements%20for%20IMT-2020_Rev.pdf

⁴ <https://www.ngmn.org/work-programme/5g-white-paper.html>

di assicurare una connessione sempre più veloce e a portata di tutti. Le principali caratteristiche sono:

1. Velocità

Pur non essendo la velocità il fattore chiave delle reti 5G, questo risulta comunque un tema importante dato che viene fatto un ulteriore step in avanti rispetto agli standard comunicativi precedenti. Si passerà infatti dalla capacità di trasferire 1Gbps di valore di picco su una singola cella LTE a 20 Gbps in downstream e 10 Gbps in upstream col 5G. Per ottenere simili risultati sono utilizzate onde radio a frequenze decisamente superiori rispetto alle reti 4G. In attesa di capire quale sarà l'applicazione “sul campo”, è già possibile farsi un'idea in base ai test compiuti in fase di test: in ambienti protetti e circoscritti come quelli sperimentali, il 5G sembra poter garantire una velocità media di 1,4 gigabit al secondo, con picchi di 5 gigabit. Secondo i paletti fissati dalla NGMN il 5G, per definirsi tale, dovrà spingersi fino a 1 Gb al secondo “in alcuni ambienti specifici”, come uffici e impianti industriali. Per fare un confronto: oggi le reti mobili italiane consentono di scaricare, in media, 31,1 megabit al secondo (cioè 0,031 gigabit). La banda larga fissa arriva a 47,27 megabit. Il 5G dovrebbe quindi permettere di navigare, mentre passeggiamo per strada, viaggiamo in treno o in macchina, a una velocità 45 volte superiore rispetto alle reti mobili attuali e il 40% oltre quella delle più evolute reti in fibra ottica oggi disponibili. Sarà possibile scaricare contenuti anche piuttosto pesanti in modo praticamente immediato. Ad esempio, il download di un film da Netflix “pesa” 1 GB se è standard e fino a 3 GB in alta definizione. Per scaricarli basterà quindi un clic e qualche secondo. Ci sarà spazio per uno streaming sempre più complesso, perché la rete permetterà di sostenere una definizione più elevata senza sgranare o bloccare la riproduzione. Si dovrà anche supportare fino a un milione di dispositivi per chilometro quadrato e “reggere” velocità di spostamento notevoli, fino a 500km/h, rendendo non più problematico restare connessi mentre si viaggia sull'alta velocità.

2. Densità

Le nuove reti saranno in grado di supportare un numero molto maggiore di dispositivi senza impattare sulla velocità della connessione. Se il 3G era un contagocce di dati e il 4G è stato un rubinetto, il 5G diventerà un acquedotto. I dati scorreranno con una capacità mai vista prima, e in contemporanea. Senza intasamenti, la connessione di smartphone e pc sarà più scorrevole, ma questo non sarà il principale effetto. La densità di dispositivi connessi – spiega, la Next Generation Mobile Networks Alliance sarà nell'ordine delle “centinaia di migliaia di connessioni attive simultanee per chilometro quadrato”. Tutto questo a fronte di una drastica riduzione dei consumi da parte delle singole celle 5G, sia a pieno carico ma soprattutto in casi di carico ridotto. Un minor consumo delle singole celle si traduce infatti in minori costi di gestione per gli operatori e di conseguenza in tariffe più vantaggiose per l'utente finale. La densità rappresenta una capacità fondamentale per l'Internet of Things, cioè per ogni ambiente abitato da oggetti connessi: case private, impianti industriali in cui le macchine non avranno più bisogno di cavi, smart city in cui milioni di sensori analizzano e gestiscono emissioni, traffico, illuminazione pubblica. Sarà possibile monitorare in tempo reale ponti e opere d'arte per tenere sotto controllo il loro “stato di salute”, migliorare i controlli durante in grandi eventi incrociando migliaia di punti di osservazione, gestire in modo autonomo ed efficiente il traffico di strade, porti e aeroporti.

3. Latenza

Il “tempo di latenza” è l'intervallo che passa tra l'invio di un segnale e la sua ricezione. Nessuna connessione, neppure la più veloce, raggiunge l'immediatezza. Ce ne rendiamo conto quando

facciamo una videochiamata oppure seguiamo una diretta in streaming. Neanche il 5G raggiungerà l'immediatezza, ma ci si avvicinerà molto: il tempo di latenza dovrebbe essere quantomeno dimezzato (10ms) secondo quanto previsto dalla NGMN. Nella fase iniziale dell'implementazione tale valore potrà arrivare fino a 4 ms. Con le connessioni a bassissima latenza URLLC (ultra-reliable low latency communications) si scenderà a 1 ms. Gli operatori disporranno di 100MHz di frequenza scalando fino a 1GHz. La latenza estremamente ridotta è il vero punto di forza delle nuove reti, visto che sarà possibile implementare nuovi servizi a distanza che risulterebbero improponibili con le tecnologie precedenti. I segnali delle reti 5G arriveranno ovunque, collegando città che si trovano a distanza di migliaia di chilometri. La latenza del 5G comprimerà (e di molto) i tempi. Cosa vuol dire, in pratica? Le applicazioni di questa proprietà del 5G sono molteplici. Diventa dunque decisiva in tutte quelle attività che richiedono immediatezza tra stimolo e risposta. Basti pensare alla guida autonoma, alla rapidità con cui agisce un macchinario industriale (che diventerà più preciso ma anche più sicuro), ai videogiochi (che stanno migrando verso lo streaming). Fino alle applicazioni mediche: un medico a Roma potrà operare in un ospedale di New York grazie a braccia robotiche e connessioni veloci.

In conclusione, rispetto alle reti 4G, il miglioramento previsto dalla Next Generation Mobile Networks Alliance non sarà lineare ma esponenziale: la velocità si moltiplicherebbe in media di 10 volte e di 100 volte al suo picco; il tempo di latenza sarà oltre dieci volte più breve e la densità consentita almeno 100 volte maggiore. Proprio come le altre tecnologie di connessione, anche il 5G sfrutta antenne e frequenze. Lo fa, però, in modo più efficiente del 4G e apre un nuovo "canale" fino a ora non sfruttato, quello delle frequenze oltre i 26 Ghz, che garantiscono più velocità e minore latenza, ma sono più soggette alle interferenze. I pregi del 5G sono dovuti in buona parte alle soluzioni che consentono di gestire queste interferenze. A differenza della tecnologia 4G, che opera a una frequenza massima di 5 GHz, le reti 5G sfruttano le onde millimetriche, (frequenze più alte) disponibili nel range compreso tra 30 e 300 GHz, anche se attualmente nessuno stato ha assegnato tale spettro, arrivando a operare al massimo nella banda compresa tra i 26,5 e i 27,5 GHz. Fino a qualche anno fa era impensabile utilizzare questo spettro per la comunicazione, mentre grazie alle ricerche in campo scientifico è stato dimostrato che le onde millimetriche possono essere utilizzate anche per la connessione. Va detto però che ad alte frequenze peggiora la propagazione del segnale, che diventa molto più sensibile agli ostacoli fisici, come ad esempio gli edifici. Per ovviare al problema della propagazione del segnale lo standard prevede che le reti possano operare anche a frequenze inferiori ai 6 GHz, e in questo caso grazie a nuovi protocolli di codifica e decodifica sarà possibile raggiungere velocità superiori del 40% rispetto alle reti 4G.⁵⁶

Frequenze del 5G in Italia

Il Ministero dello Sviluppo economico (Mise) ha recepito il 5G Action Plan della Commissione europea, lanciato il 14 settembre 2016, per promuovere uno sviluppo quanto più possibile armonico tra i diversi Stati di questa tecnologia. L'obiettivo è far sì che il 5G diventi realtà entro il 2020 e abbia una copertura totale entro il 2025. Coerentemente rispetto a quanto detto in precedenza, nel 2018 il Mise ha stabilito il Piano nazionale di ripartizione delle frequenze e indetto l'asta per l'assegnazione delle frequenze ai gestori, chiusa il 2 ottobre 2018, approvata con la determina di

⁵ https://www.agi.it/saperetutto/5g_huawei_ericsson_tim_nokia_zte_vodafone-5035224/longform/2019-02-23/

⁶ <https://www.ilsole24ore.com/art/reti-5g-quando-e-come-arrivera-quinta-generazione-italia-ABbnEesB>

aggiudicazione del 9 ottobre 2018. Quest'ultima si è conclusa con un enorme successo per le casse dello Stato, superando i 4 miliardi di euro, cifra minima fissata dalla legge di bilancio, attestandosi a 6.550.422.258 euro. La suddivisione delle bande è stata regolamentata al fine di ridurre al minimo i rischi di conflitti e interferenze, con un'asta pubblica che ha permesso l'assegnazione di blocchi generici per gli operatori mobili italiani. In Italia il 5G si basa su tre bande di frequenza, tutte inferiori ai 30 GHz. Si parte dalla banda compresa tra i 694 e i 790 MHz, definita per convenzione Banda 700, si passa alla banda intermedia compresa tra i 3,6 e i 3,8 GHz, definita Banda 3,7 GHz per chiudere con la banda compresa tra i 26,5 e i 27,5 GHz, chiamata Banda 26 GHz.

Le principali differenze fra le bande in cui opera il 5G in Italia sono:⁷

- **Banda 700** – Opera come detto in un range compreso tra i 694 e i 790 MHz e garantisce la migliore efficacia nella penetrazione del segnale all'interno degli edifici. Va detto però che tale banda è stata assegnata alle emittenti televisive che trasmettono sul digitale terrestre ed è stato necessario trovare un accordo al fine di liberare tale banda. Gli accordi intercorsi con l'Unione Europea danno tempo agli Stati membri fino al 2022 per completare la transizione verso altre frequenze. Nel nostro Paese tale processo interessa il triennio 2020-2022. In seguito all'asta pubblica chiusa il 2 ottobre 2018, i seguenti operatori si sono aggiudicati uno o più blocchi nella banda a 700 MHz (tra parentesi il prezzo di aggiudicazione all'asta). Da segnalare che Iliad ha potuto godere di un trattamento di favore ottenendo un blocco riservato da 10 MHz in quanto new entry del mercato italiano.
 - 700 MHz blocco riservato (10 MHz) – Iliad Italia (676.472.792 euro)
 - 700 MHz blocco generico (5 MHz) – Vodafone Italia (345.000.000 euro)
 - 700 MHz blocco generico (5 MHz) – Telecom Italia (340.100.000 euro)
 - 700 MHz blocco generico (5 MHz) – Telecom Italia (340.100.000 euro)
 - 700 MHz blocco generico (5 MHz) – Vodafone Italia (338.236.396 euro)
- **Banda 3,7 GHz** – Anche in questo caso il 5G deve fare i conti con i precedenti “occupanti” della banda, tra cui Difesa, ponti radio, collegamenti satellitari e WiMax (che però libererà le frequenze nel 2022). L'asta ha visto TIM e Vodafone aggiudicarsi i due lotti più ambiti, da 80 MHz ciascuno, mentre Wind Tre e Iliad si sono “accontentati” dei lotti da 20 MHz rimanenti:
 - 3700 MHz blocco specifico (80MHz) – Telecom Italia (1.694.000.000 euro)
 - 3700 MHz blocco specifico (80MHz) – Vodafone Italia (1.685.000.000 euro)
 - 3700 MHz blocco specifico (20MHz) – Wind Tre (483.920.000 euro)
 - 3700 MHz blocco specifico (20MHz) – Iliad Italia (483.900.000 euro)
- **Banda 26 GHz** – A frequenze superiori, dunque trattando la banda **26,5 – 27,5 GHz**, si parla di onde millimetriche (mmwave). Si usa questo termine perché la lunghezza d'onda va proprio da 1 a 10 mm. Al contrario della banda 700, qui la portata è assai inferiore così come la capacità di penetrare all'interno di edifici e superare ostacoli, ma da contraltare sarà supportata da una più imponente velocità di trasferimento e una latenza ancora inferiore. Per risolvere il problema riguardante la copertura sulle frequenze superiori, saranno utilizzate antenne più piccole rispetto a quelle attuali ma distribuite in maniera più capillare sul territorio, che avranno dunque meno portata e che sono conosciute come “small cells”, proprio perché dividono il territorio in fette più ridotte per garantire una copertura migliore. In Italia c'è un problema con l'implementazione del 5G a causa del superamento dei limiti di emissioni elettromagnetiche imposti per legge essendo più restrittivi rispetto ad altri paesi. In pratica l'aggiunta di nuove antenne per il 5G

⁷ <https://www.mise.gov.it/index.php/it/comunicazioni/servizi-alle-impres/tecnologia-5g/bando-5g#:~:text=Bando%205G%20per%20l'assegnazione%20di%20diritti%20d'uso%20delle%20frequenze&text=Con%20l'asta%20vengono%20messi,MHz%20nella%20banda%20a%2026GHz&text=%2075%20MHz%20in%20quella%20a%20700%20MHz.>

farebbe superare questi limiti in alcune zone già coperte, quindi ci sarà da aspettarsi un adeguamento dei limiti italiani a quelli espressi dalle linee guida internazionali. Tuttavia l'aumento delle "small cells" non significherà necessariamente un aumento di emissioni elettromagnetiche, in quanto possiedono potenze di emissione più basse. È vero che nelle prime fasi di implementazione del 5G le antenne andranno ad aggiungersi agli altri sistemi (2G, 3G, 4G), già presenti, aumentando di fatto le emissioni complessive; tuttavia se il 5G soppianderà in parte o del tutto le altre tecnologie, si avrà una progressiva diminuzione dei livelli di campo elettromagnetico, in quanto l'uso di particolari antenne adattative fa sì che le emissioni derivanti dal sistema 5G siano inferiori e ottimizzate nello spazio. Si farà inoltre, ampio utilizzo del beamforming, ossia della tecnologia per direzionare e concentrare il segnale verso la posizione fisica dei dispositivi utenti. Questo nuovo approccio sarà caratterizzato non più da una emissione costante di potenza in tutte le direzioni, ma da una emissione "adattativa" in base al numero di utenze da servire, dalla loro posizione e dal tipo di servizio. Il beamforming si otterrà facendo ricorso ad antenne adattative mMIMO (massive Multiple-Input Multiple-Output) per ottimizzare la possibilità di invio e ricezione simultanea dei dati verso un maggior numero di dispositivi connessi. Per queste ragioni, spesso ci si riferisce alla tipica antenna 5G col nome di "smart antenna" (antenna intelligente). In ogni caso tutto ciò non potrà mai portare ad una crescita indiscriminata dei livelli di campo elettromagnetico, perché le Arpa (agenzia regionale per la protezione dell'ambiente) verificano sempre che i progetti dei nuovi impianti, o di modifica di quelli esistenti, siano compatibili con i limiti normativi.⁸ Su questa banda, anche Fastweb è riuscita ad aggiudicarsi un blocco insieme agli altri quattro operatori.

- 26 GHz blocco generico – Telecom Italia (33.020.000 euro)
- 26 GHz blocco generico – Iliad Italia (32.900.000 euro)
- 26 GHz blocco generico – Fastweb (32.600.000 euro)
- 26 GHz blocco generico – Wind Tre (32.586.535 euro)
- 26 GHz blocco generico – Vodafone Italia (32.586.535 euro)

1.2 Analisi socio-economica

La tecnologia wireless attraverso le sue generazioni precedenti ha prodotto un enorme valore socioeconomico, ma nessuna di esse hanno mai stabilito questo obiettivo come loro priorità. A questo proposito il 5G sarà abbastanza diverso. Sarà la prima generazione che mira esplicitamente a fornire benefici socio-economici e questo sarà un obiettivo chiave per guidare le priorità delle nuove capacità previste dal 5G. Uno studio sostenuto dalla Commissione europea (SMART 2014/0008)⁹, strettamente allineato con le attività del 5G-PPP¹⁰, prevede i benefici, gli impatti e i requisiti tecnici per assistere la pianificazione strategica per l'introduzione del 5G in Europa. Si colma così un vuoto importante nella ricerca sul 5G prevedendo i benefici economici, socio-qualitativi e quantitativi. Si è provato quindi a definire cosa potrebbe significare il 5G per industrie, operatori, utenti, società e a fornire uno spaccato di una potenziale realtà. Bisogna sottolineare che l'analisi quantitativa ha adottato ipotesi conservative. Lo studio ha sviluppato un nuovo quadro di ricerca per concettualizzare i benefici e gli impatti chiave derivanti dall'utilizzo delle capacità del 5G:

⁸ https://www.arpae.it/dettaglio_generale.asp?id=4149&idlivello=2145

⁹ https://connectcentre.ie/wp-content/uploads/2016/10/EC-Study_5G-in-Europe.pdf

¹⁰ Principale programma di ricerca sul 5G a livello globale e che nasce nell'ambito del sistema di finanziamento integrato destinato alle attività di ricerca dell'Unione Europea Horizon 2020, ovvero il più grande programma realizzato dall'Unione europea (UE) per la ricerca e l'innovazione.

- I vantaggi del primo ordine si concentrano sui vantaggi più diretti per i produttori di beni e servizi.
- I vantaggi del secondo ordine derivano dagli impatti "a catena" dell'uso di beni e servizi. In genere si concentrano su benefici più indiretti per la società e vengono esaminati in quattro "ambienti" in cui è più probabile che si verifichino impatti.

L'obiettivo è quello di fornire una panoramica dello scenario ideale in cui l'Europa può massimizzare i benefici del 5G. Lo scenario ideale per realizzarsi dovrà superare 2 principali problematiche (restrizione della concorrenza nel mercato RAN e regolamentazione) che verranno trattati nei successivi capitoli. Lo studio si è concentrato su quattro settori (automobilistico, sanitario, dei trasporti e dei servizi pubblici). Le previsioni suggeriscono che i costi di implementazione del 5G saranno di circa 56,6 miliardi di euro. Si prevede che il 5G genererà benefici di € 62,5 miliardi all'anno nei quattro settori nel 2025. Nei quattro ambienti (Smart home, Smart cities, aree rurali, posto di lavoro intelligente) sono previsti benefici di € 50,6 miliardi. Il 63% di questi benefici sorgerà per le imprese e il 37% sarà fornito per i consumatori e la società. A conferma delle potenzialità della tecnologia, secondo l'ultimo report di Ericsson¹¹, nel 2022, ossia tra soli due anni, ci saranno nel mondo 29 miliardi di oggetti connessi. Questo numero fa capire perché c'è tanto entusiasmo tra produttori di reti di telecomunicazione, venditori di terminali e, da ultimo, anche da parte delle telco, più caute in quanto sono l'ultimo anello della catena.

Sfruttando modelli economici previsionali simili a quelli adottati nello studio della Commissione Europea, nel 2019 lo studio condotto da IHS Markit¹² è giunta alle seguenti conclusioni su scala globale:

- Nel 2035, il 5G consentirà \$ 13,2 trilioni di produzione economica globale. Ciò è quasi equivalente in dollari attuali alla spesa per consumi degli Stati Uniti (\$ 13,9 trilioni) e alla spesa combinata di consumatori in Cina, Giappone, Germania, Regno Unito e Francia (\$ 13,4 trilioni) nel 2018. Rispetto al loro precedente studio effettuato nel 2017, le previsioni per il 2035 sull'impatto della tecnologia 5G sulla produzione economica globale sono aumentate di ~ \$ 1 trilione a causa, in gran parte, del completamento anticipato sia del primo standard 5G sia del lancio commerciale da parte dei principali operatori.
- La catena del valore globale del 5G genererà \$ 3,6 trilioni in produzione economica e creazione di 22,3 milioni di posti di lavoro nel 2035. Si tratta approssimativamente delle entrate combinate delle prime 10 società del Fortune Global 1000 del 2019, un elenco che include Walmart, Sinopec Group, Royal Dutch Shell, China National Petroleum, State Grid, Saudi Aramco, BP, ExxonMobil, Volkswagen e Toyota. La Fortune stima che queste aziende impieghino quasi 6,5 milioni di lavoratori. Pertanto, per lo stesso livello di output, la catena del valore 5G supporterà 3,4 volte più posti di lavoro.
- La catena del valore del 5G investirà in media 235 miliardi di dollari all'anno per espandere e rafforzare continuamente la base tecnologica del 5G all'interno dell'infrastruttura di rete e delle applicazioni aziendali. Questa cifra rappresenta quasi l'80% della spesa totale del governo federale, statale e locale degli Stati Uniti per le infrastrutture di trasporto nel 2017.
 - L'investimento e l'espansione del 5G alimenteranno rendimenti sostenibili a lungo termine del PIL reale globale. Per il periodo di studio dal 2020 al 2035, il flusso di contributi annuali del 5G al PIL globale reale produce un valore attuale netto di \$ 2,1 trilioni, equivalente alla dimensione attuale dell'economia italiana, attualmente l'ottava più grande al mondo.

¹¹ <https://www.ericsson.com/en/press-releases/1/2016/5g-subscriptions-to-reach-half-a-billion-in-2022-ericsson-mobility-report>

¹² <https://www.qualcomm.com/media/documents/files/ih5-5g-economic-impact-study-2019.pdf>

1.2.1 Previsione dei costi d'implementazione della rete 5G comparata alle precedenti

Prima di esaminare i vantaggi è importante stimare il costo della distribuzione del 5G per due motivi. In primo luogo, i benefici derivanti dall'utilizzo del 5G devono essere confrontati con i costi di sviluppo per garantire che la distribuzione sia economicamente sostenibile e per analizzare i rendimenti economici e sociali. I costi di implementazione saranno in gran parte a carico delle imprese di telecomunicazione e il ritorno su questo investimento sarà ricevuto dai cittadini e dalle imprese che pagano abbonamenti e utilizzano servizi 5G. Inoltre, ulteriori costi e ricavi deriveranno dallo sviluppo di sistemi (compresi nuovi modelli di business) per organizzare i dati a supporto dello sviluppo di reti M2M e IoT su larga scala.

In secondo luogo bisogna analizzare i costi, perché qualsiasi investimento importante in una economia ha un impatto "a cascata" o moltiplicatore su tutta l'economia. Lo studio ha cercato di prevedere i costi di implementazione dell'infrastruttura 5G, non con un approccio basato sulla stima dei costi dei componenti tecnologici che determinano l'infrastruttura, ma invece ha adottato un approccio di alto livello; analizzando gli studi che forniscono una visione dei costi della distribuzione di 2G, 3G e 4G in Europa.¹³

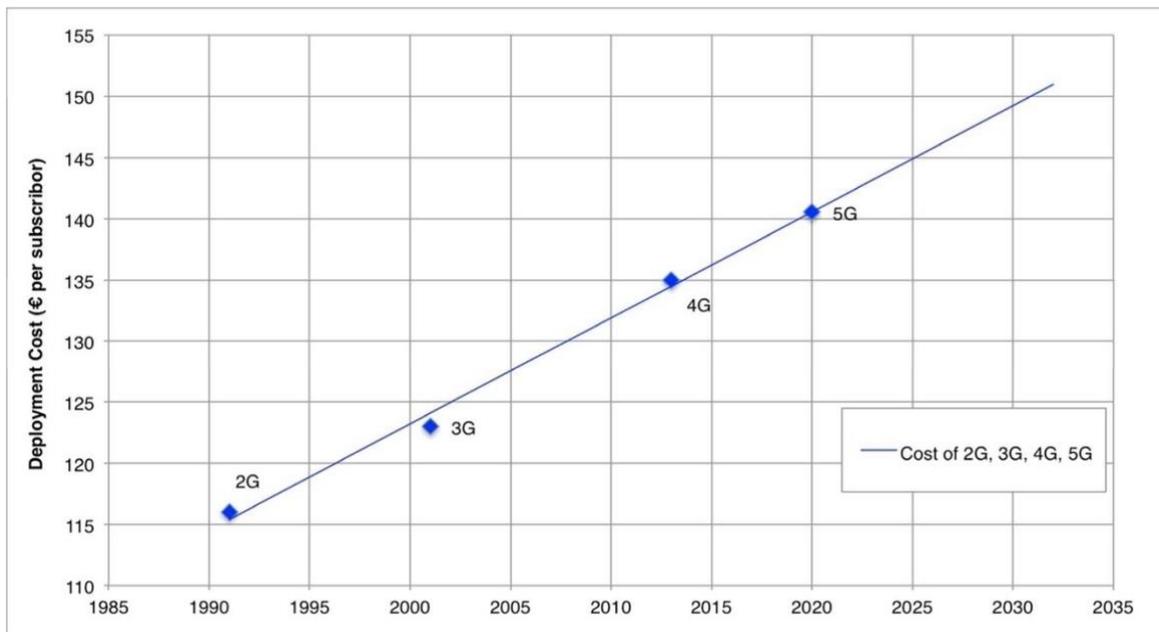
Questo tipo di approccio suggerisce che i metodi di estrapolazione lineare siano ragionevoli (figura in basso), perché ogni generazione ha seguito alcune linee di tendenza coerenti. Ad esempio, nel corso del tempo ogni generazione ha richiesto più spettro e le celle hanno avuto una dimensione minore, in generale c'è stato un aumento lineare del numero di stazioni base che è stato linearmente ridotto nel costo da tecnologie più efficienti. C'è stato anche un aumento abbastanza lineare delle capacità di servizio in ogni generazione.

Il grafico presume che la stima del costo totale del 5G sia probabilmente prudente perché il 5G mira a fornire molto di più rispetto alle generazioni precedenti che tradizionalmente hanno soddisfatto solo requisiti molto specifici (ad esempio voce, dati, video, ecc.).

È evidente che ogni generazione successiva di infrastruttura mobile ha un costo maggiore rispetto alle generazioni precedenti. L'analisi da parte del gruppo di studio sugli investimenti in 4G negli Stati membri dell'UE, ha stimato che il costo di distribuzione del 4G è di € 135 per abbonato.

Si presume quindi che il 5G costerà di più rispetto al 4G. La linea di tendenza fornisce una panoramica dei possibili costi di implementazione del 5G. Se la distribuzione commerciale inizierà nel 2020, la linea di tendenza stima un costo di 141 € per abbonato mentre nel 2025 il costo per abbonato aumenta a 145 €. Ciò equivarrebbe a un costo totale della distribuzione del 5G negli Stati membri dell'UE di circa 56,6 miliardi di euro nel 2020 e 58 miliardi di euro nel 2025. Si deduce che un ritardo dell'implementazione porterà a sostenere maggiori costi, perciò a tal proposito, il 14 settembre 2016 la Commissione ha lanciato il 5G ACTION PLAN per potenziare gli sforzi dell'UE per la diffusione di infrastrutture e servizi 5G nel mercato unico digitale entro il 2020 e una copertura completa entro il 2025.

¹³ https://connectcentre.ie/wp-content/uploads/2016/10/EC-Study_5G-in-Europe.pdf



Source: Inflation adjusted calculations based on data from Selian A. 2001.

I costi si riferiscono alla rete radio e ai collegamenti di trasmissione. Sono esclusi il backbone di rete, la manutenzione della rete, le vendite, il marketing, la fatturazione e altri costi amministrativi. Oltre ai costi di implementazione, gli operatori mobili dovranno sostenere anche i costi associati alla gestione delle reti 5G. L'analisi contabile dei quattro principali operatori di telefonia mobile europei, ha rilevato che tali costi operativi erano compresi tra il 70 e l'80% delle entrate.

I ricavi dei servizi mobili sono stati stimati da diverse società di consulenza specializzate, tra le quali Omdia, che prevede entrate per i servizi mobile pari a circa 102 miliardi di euro nel 2020. Quest'ultima non prevede alcuna crescita del mercato tra il 2015 e il 2020. GSMA invece prevede ricavi per servizi mobile di circa 110 miliardi di euro nel 2020. Utilizzando la gamma di percentuali di costi operativi (70 e 80 per cento delle entrate) e dei ricavi è possibile stimare che i costi operativi derivanti dalla distribuzione del 5G saranno compresi tra € 71 e € 88 miliardi all'anno nel 2020. Se la tendenza di una mancata crescita dei ricavi continuasse, l'intervallo stimato (€ 71 e € 88 miliardi) fornirebbe una stima utile per i costi operativi sostenuti dopo la distribuzione del 5G.

1.2.2. Effetti moltiplicativi diretti e indiretti

Nel paragrafo precedente è stato sottolineato che qualsiasi investimento importante in un'economia ha impatti "a cascata" su tutta l'economia. Leontief elaborò un particolare modello lineare a produzione semplice, detto modello di analisi intersettoriale o, analisi input/output I/O, per il quale gli fu conferito nel 1973 il premio Nobel per l'economia. Un modello lineare di produzione coinvolge n beni ed n imprese, ogni impresa, nella sua attività produttiva, necessita di alcuni beni per produrne altri: i fattori produttivi sono detti inputs mentre i beni prodotti sono detti outputs. Leontief asseriva che occorre interpretare la realtà economica in termini della sua struttura (tecnologie, stili di vita consumi, risorse primarie) mediante uno strumento contabile - la tavola input-output, o tavola delle interdipendenze settoriali, che consente una descrizione delle relazioni tra le quantità di beni prodotte e consumate e dunque forniscono una rappresentazione quantitativa delle interdipendenze tra i diversi rami e settori dell'economia nazionale.

Ipotesi semplificatrici del modello:

- l'economia nazionale è costituita da n imprese interagenti tra loro;
- ogni impresa produce un solo prodotto e usa un solo processo di produzione, per cui deve acquistare prodotti da altre imprese;

- ogni impresa vende i propri prodotti alle altre imprese e a eventuali consumatori;
- il livello di produzione x_i deve essere sufficiente a soddisfare la domanda di input delle n imprese e anche la domanda finale dei consumatori

La tavola Input – Output, è una matrice a doppia entrata costituita da tre sottomatrici:

- a. la sottomatrice settore-settore, è una matrice quadrata (stesso numero di righe e colonne) in cui ad ogni riga e ad ogni colonna corrisponde un settore di produzione omogenea, e nella quale le colonne registrano i flussi di beni e servizi che ciascun settore acquista da tutti gli altri, mentre, le righe registrano i flussi che ciascun settore vende a tutti gli altri
- b. la sottomatrice degli impieghi primari e delle risorse evidenzia il valore aggiunto e le sue componenti, quali retribuzioni, oneri sociali, imposte, produzioni, importazioni. Le righe della sottomatrice rappresentano i costi e le risorse, mentre le colonne mostrano le branche
- c. la sottomatrice degli impieghi finali, registra i flussi finali tra settori e domanda finale.

La lettura della matrice I-O nel senso delle colonne consente di analizzare per ciascun settore, la struttura dei costi di produzione; i totali di ogni colonna, rappresentano gli acquisti effettuati da ciascun settore. Leggendo la matrice nel senso delle righe, invece, è possibile analizzare la produzione dei settori, i totali di ogni riga rappresentano, le vendite realizzate da ogni settore. La matrice intersettoriale permette di determinare la matrice dei coefficienti tecnici a_{ik} , che esprimono la quantità del bene i -esimo necessaria per produrre un'unità del k -esimo bene, dividendo ogni elemento di ciascuna colonna, che rappresenta il bene, per la produzione lorda. Il modello di Leontief, è costituito da un sistema lineare, le cui equazioni esprimono la domanda totale degli n produttori. Il sistema lineare viene poi espresso in notazione matriciale.

La forma matriciale del modello di Leontief ¹⁴ è: $(I-A) X = B$, dove I è la matrice identità; X è il vettore colonna delle quantità prodotte; A è la matrice dei coefficienti tecnici e B è la matrice dei termini noti.

Osservazioni:

- a. se $\text{DET}(I-A) \neq 0$ esiste la sua matrice inversa e si ricava $X = (I-A)^{-1} \cdot B$. Questa forma di risoluzione permette di determinare le soluzioni al variare del vettore B della domanda finale, in relazione a varie programmazioni economiche, evitando di risolvere ogni volta il sistema;
- b. la matrice si caratterizza per la presenza di valori superiori all'unità lungo la diagonale principale mentre gli altri elementi sono tutti inferiori all'unità
- c. per la risoluzione del sistema i coefficienti delle incognite e le soluzioni devono essere non negativi;
- d. la significatività economica delle soluzioni sia del modello delle quantità sia del modello dei prezzi dipende dalle caratteristiche della matrice $(I - A)^{-1}$, detta anche 'inversa di Leontief o matrice dei fabbisogni diretti e indiretti di produzione;
- e. la matrice inversa di Leontief consente il calcolo dei moltiplicatori settoriali: sommando i valori per colonna si ottiene l'incremento di produzione determinato da un incremento unitario della domanda finale per il settore economico intestatario della colonna.

¹⁴ https://s.deascuola.it/animali_costruttori/5_scenari_leontief_ter.htm

Facendo riferimento allo studio svolto dalla Commissione Europea¹⁵, le tabelle necessarie per l'analisi sono state ottenute dal database di input-output dell'OCSE. Le tabelle Input-Output descrivono le relazioni di vendita e acquisto tra produttori e consumatori all'interno di un'economia e possono essere prodotte illustrando i flussi tra le vendite e gli acquisti (finali e intermedi) dei risultati del settore o illustrando le vendite e gli acquisti (finali e intermedi) dei prodotti. Il database di input-output dell'OCSE è presentato sulla prima base ed è uno strumento empirico molto utile per la ricerca economica e l'analisi strutturale a livello internazionale in quanto evidenzia le relazioni interindustriali che coprono tutti i settori dell'economia. La diffusione dell'infrastruttura e dei servizi 5G creerà effetti sulla produzione e sull'occupazione nelle industrie delle telecomunicazioni, delle attrezzature e delle costruzioni, attraverso effetti moltiplicatori indiretti e indotti.

- **Impatto diretto:** cattura l'effetto che viene generato direttamente dalle spese di investimento in infrastrutture e servizi 5G;
- **Impatto indiretto** (effetto moltiplicatore di tipo I): questo effetto cattura i flussi intermedi all'interno della catena di approvvigionamento, come beni e servizi necessari per implementare infrastrutture e servizi 5G. L'effetto indiretto misura l'aumento della produzione e della fornitura di servizi all'interno della catena di approvvigionamento per far funzionare i sistemi e fornire connessioni 5G.
Moltiplicatore di tipo I = (Effetto diretto + Effetto indiretto) / (Effetto diretto)
- **Impatto indotto** (effetto moltiplicatore di tipo II): questo approccio cattura il cambiamento nella spesa e nel consumo dei consumatori di beni e servizi a seguito di maggiori entrate delle famiglie e delle spese di investimento.
Moltiplicatore di tipo II = (Effetto diretto + Effetto indiretto + Effetto indotto) / (Effetto diretto)

In conclusione, i moltiplicatori indiretti e indotti sono calcolati utilizzando le tabelle input-output OCSE, attraverso la formula della matrice inversa di Leontief ovvero:

$$L = (I - A)^{-1}$$

Dove:

- L è la matrice inversa di Leontief, nota anche come tabella dei requisiti totali
- A è la matrice dei coefficienti tecnici, nota anche come tabella dei requisiti diretti.
- I è la matrice dell'identità.

Le tabelle Input-Output forniscono relazioni intersettoriali di vendite e acquisti sotto forma di tabulazione incrociata di 38 settori industriali (risultante in una matrice di 1.444 celle). Gli investimenti nel 5G saranno spesi in aree / settori specifici per sviluppare le capacità e le infrastrutture necessarie. Precedenti studi che hanno esaminato l'infrastruttura wireless forniscono una panoramica di dove verranno effettuati la maggior parte degli investimenti in 5G. Ciò è importante perché gli investimenti in diversi settori hanno impatti "a cascata" diversi. Questo studio ha seguito l'esempio di altri studi ipotizzando che il 45% degli investimenti avrebbe avuto luogo nel settore delle apparecchiature radio, televisive e di comunicazione, il 34% nelle costruzioni e il 21% nelle poste e telecomunicazioni. Investimenti in 5G portano a effetti moltiplicatori di tipo I e di tipo II della produzione e dell'occupazione. L'effetto prodotto e sull'occupazione dell'investimento 5G sarà di € 56,6 miliardi negli Stati membri dell'UE-28. Gli impatti di tipo I più diretti derivanti dagli effetti "a cascata" o moltiplicatori dovrebbero avere un valore di 141,8 miliardi di euro. È probabile che questi effetti creino 2,39 milioni di posti di lavoro negli Stati membri dell'UE-28.

¹⁵ https://connectcentre.ie/wp-content/uploads/2016/10/EC-Study_5G-in-Europe.pdf

L'analisi dell'output input consente inoltre di studiare l'impatto degli effetti del moltiplicatore di tipo I per settore. I livelli di impatto più elevati si verificano nei settori in cui inizialmente avvengono gli investimenti: apparecchiature radio, televisive e di comunicazione, edilizia, poste e telecomunicazioni. L'impatto tra i "primi dieci" settori è mostrato nella tabella sotto riportata. I dieci settori più colpiti dagli investimenti in 5G rappresentano collettivamente il 78,5% dell'impatto di tipo I. La tabella fornisce una panoramica delle industrie che trarranno il massimo vantaggio dall'implementazione del 5G.

	Percentage of Type I impact	Type I impact (€ bn)
Radio, television and communication equipment	26%	35.5
Construction	18%	25.2
Post and telecommunications	11%	15.4
Other Business Activities	6%	8.7
Wholesale and retail trade	5%	6.7
Transport and storage	3%	4.3
Finance and insurance	3%	3.9
Electrical machinery and apparatus n.e.c	3%	3.8
Fabricated metal products; except machinery and equipment	2%	3.1
Basic metals	2%	2.5

1.2.3 Benefici nei principali settori economici

I benefici, nei principali settori economici, sono stati quantificati dallo stesso studio citato in precedenza.¹⁶ Quest'ultimo, non fornisce una stima precisa dei benefici, data l'alta aleatorietà dei dati disponibili, ma è particolarmente utile nel fornire una visione delle differenze relative nei potenziali impatti tra settori e ambienti. Sono stati esaminati solamente quattro dei settori più comunemente trattati nella ricerca 5G e nei White Paper. Il 2025 è stato scelto come anno di confronto, poiché è probabile che queste previsioni a breve termine siano un po' più affidabili delle previsioni a lungo termine del 2030. Tuttavia, i benefici annui nel 2030 sono sostanzialmente simili a quelli del 2025.

Le tabelle sotto riportate forniscono una panoramica della natura dei benefici quantitativi, sia per i settori sia per gli ambienti nel 2025. In totale, si stima che dall'introduzione del 5G deriveranno benefici di 113,1 miliardi di euro all'anno. 62,5 miliardi di euro deriveranno dai benefici del primo ordine nei quattro settori esaminati. I vantaggi nei quattro settori sono ripartiti in vantaggi di tipo strategico (€ 19,8 miliardi) e operativo (€ 11,8 miliardi), cioè interni all'organizzazione. Per quanto riguarda i benefici esterni all'organizzazione, livelli relativamente elevati di benefici sono stati riconosciuti nei consumatori di beni e servizi (17,1 miliardi di euro) e nei benefici di terzi (13,8 miliardi di euro).

Il settore automobilistico, presenta il più alto livello di benefici previsionali (42,2 miliardi di euro), significativamente di più rispetto agli altri settori. I vantaggi dei trasporti (8,3 miliardi di euro), dell'assistenza sanitaria (5,5 miliardi di euro) e dei servizi di pubblica utilità (6,5 miliardi di euro) sono notevolmente inferiori.

Tuttavia, è degno di nota che nell'ambito del settore automobilistico, i vantaggi per le imprese del settore (i vantaggi strategici e operativi - € 14,6 miliardi) sono inferiori ai benefici derivanti per i consumatori e i terzi (€ 27,6 miliardi) che utilizzano i veicoli e i dati forniti dall'industria. In tutti gli

¹⁶ https://connectcentre.ie/wp-content/uploads/2016/10/EC-Study_5G-in-Europe.pdf

altri settori, invece, i vantaggi strategici e operativi per le imprese del settore sono maggiori rispetto a quelli per i consumatori e i terzi. Tuttavia, nel complesso, si nota che i benefici per i consumatori (17,1 miliardi di euro) e per i terzi (13,8 miliardi di euro) ammontano a 30,9 miliardi di euro. Questo è poco meno della metà (49 per cento) delle previsioni sui benefici totali per l'impatto del 5G nei settori.

Confronto dei benefici annui delle capacità del 5G nei quattro settori principali nel 2025

<i>Verticals Benefits</i>	Automotive (€ mn)	Healthcare (€ mn)	Transport (€ mn)	Utilities (€ mn)	Total (€ mn)
Strategic	12,800	1,100	5,100	770	19,770
Operational	1,800	4,150	3,200	2,700	11,850
Consumer	13,900	207	-	3,000	17,110
Third Party	13,700	72	-	-	13,770
Total	42,200	5,530	8,300	6,470	62,500

Totals may not correspond due to rounding

I vantaggi del secondo ordine nei quattro ambienti sono significativi: € 50,6 miliardi all'anno. Ma questi benefici sono inferiori rispetto a quelli che si ottengono nei settori. Il massimo livello di beneficio è sul posto di lavoro (€ 30,6 miliardi) in cui le reti IoT e l'accesso a informazioni più ampie in tutta la catena di approvvigionamento miglioreranno la produttività e le opportunità di personalizzazione di massa. I benefici per le città intelligenti (8,12 miliardi di euro) derivano principalmente dai benefici della riduzione della congestione e delle successive riduzioni dell'inquinamento nelle città. Uno dei principali vantaggi (10,5 miliardi di euro) identificato nelle aree rurali è la capacità del 5G di affrontare il divario digitale e superare le difficoltà nel fornire connettività a banda larga in più aree rurali dove le attuali reti fisse fanno fatica a fornire un servizio adeguato. Si prevede che il 63% dei benefici settoriali e ambientali nel 2025 emergerà per le imprese e il 37% sarà fornito per i consumatori e la società.

Confronto dei benefici annui delle capacità del 5G nei quattro ambienti principali nel 2025

<i>Environment Benefits</i>	Smart City (€ mn)	Non-urban (€ mn)	Smart Home (€ mn)	Workplace (€ mn)	Total (€ mn)
Economic	4,000	2,200	720	14,500	21,420
Social	4,100	8,300	-	-	12,400
Environmental	22	38	609	16,100	16,770
Total	8,120	10,540	1,330	30,600	50,590

Totals may not correspond due to rounding

CAPITOLO 2 – Possibili conseguenze economiche dell'imposizione di un ban su Huawei e ZTE nel mercato RAN in Europa: trade off tra sicurezza e competitività

L'Europa ricoprirà un ruolo fondamentale nella competizione internazionale sul 5G con l'obiettivo di evitare di diventare oggetto passivo dei giochi geopolitici sino-americani. La guerra dei dazi tra USA e Cina ha visto gli analisti internazionali concentrarsi principalmente sugli aspetti economici, ma la vera posta in palio dello scontro è il mantenimento della superiorità tecnologica americana. La strategia di contenimento messa in atto dagli USA ai danni di Huawei e ZTE, principali operatori cinesi del settore, ha dato via nell'ultimo biennio, a un'escalation di misure volte a frenare la corsa di Pechino, a dimostrazione di come Washington consideri i progressi del rivale una minaccia ai propri interessi.¹⁷ Gli Usa hanno bandito le aziende cinesi Huawei e Zte, dalla realizzazione del 5G nel loro paese. Hanno preso la stessa decisione Australia, Nuova Zelanda e Giappone. La ragione ufficiale è la sicurezza nazionale e in particolare la potenziale applicazione di una legge sull'intelligence nazionale cinese, approvata nel 2017, che apre alla collaborazione tra Stato e aziende nazionali. Il governo americano, da tempo sta facendo pressioni sulle ambasciate dei principali Paesi europei affinché facciano la stessa scelta. Da guerra commerciale si è passati a una battaglia geopolitica. Per il Vecchio Continente è difficile fare a meno di Huawei, viste le pluriennali relazioni commerciali e tecnologiche con gli operatori. I protagonisti dell'industria sono preoccupati che l'enfasi sulla sicurezza possa rallentare lo sviluppo del 5G. E' stato il CEO di Ericsson, Börje Ekholm, a dirlo con chiarezza: «Il focus su un solo aspetto (l'affidabilità di Huawei) rischia di rallentare l'adozione del 5G in Europa». I reali problemi nel Vecchio Continente a suo dire sono altri: la mancanza di spettro, il suo costo elevato, le normative che rallentano, tanto che alcuni Paesi non hanno ancora svolto le aste. Parole simili da parte del CEO di Vodafone, Nick Read, che al Mobile World Congress di Barcellona ha detto che sarebbe «molto, molto costoso» per gli operatori e per i consumatori abbandonare le forniture di rete di Huawei a favore dei competitor. Il debutto del 5G in Europa potrebbe rallentare «probabilmente di due anni». Gli Stati Uniti e la Corea del Sud sono stati i primi Paesi al mondo a lanciare offerte commerciali nel 2018 e vanno veloci. Proprio la coreana Samsung ha approfittato del “ban” nei confronti di Huawei per aggiudicarsi una fornitura di 5G con Verizon. C'è da chiedersi perché soltanto oggi sia aumentato con questa enfasi l'interesse sulla sicurezza nazionale, visto che Huawei è da anni leader di mercato delle tecnologie di rete. Una ragione tecnica c'è: il 5G non è una rete come le altre. Dal controllo del 5G, passerà inevitabilmente qualsiasi posizione di forza sullo scacchiere economico globale.¹⁸ Pechino è pronta a rispondere con la stessa moneta al “ban” Usa nei confronti di Huawei e Zte. Il ministero degli Esteri cinese ha detto apertamente che gli Stati Uniti devono smetterla con “l'irragionevole repressione” nei confronti di aziende cinesi come Huawei. Nel contempo, il quotidiano China's Global Times, citando una fonte vicina al governo ha scritto che Pechino è pronta ad adottare una serie di contromisure nei confronti di Washington, come ad esempio quella di inserire le aziende americane in una lista delle “organizzazioni inaffidabili” per imporre restrizioni ad aziende come Apple, Cisco Systems e Qualcomm. Il governo cinese ha stabilito per gli enti pubblici la sostituzione di hardware e software di provenienza straniera (ed in particolare statunitense) entro il 2022. Il Global Times aggiunge che la Cina prenderà tutte le necessarie contromisure per proteggere i suoi legittimi diritti, qualora gli Stati Uniti cambiassero le regole al fine di impedire ai fornitori di microchip, fra cui la taiwanese TSMC, di vendere i loro prodotti a Huawei. La società cinese considera “arbitraria e dannosa” anche per gli stessi Usa la decisione di

¹⁷ <https://www.agendadigitale.eu/infrastrutture/5g-la-vera-posta-in-gioco-nello-scontro-usa-cina-e-il-ruolo-dellue/>

¹⁸ <https://www.ilsole24ore.com/art/usa-contro-cina-l-europa-mezzo-5g-si-gioca-partita-il-futuro-dell-economia-globale-ABUwXmeB>

prolungare per un altro anno (fino a maggio 2021) il ban negli Usa stabilito dal dipartimento del commercio americano, poiché questa decisione rischia di danneggiare diverse filiere produttive. Intanto, secondo quanto segnalato dall'agenzia Bloomberg, lo Stato cinese ha iniettato, attraverso fondi controllati, 2,25 miliardi di dollari in uno stabilimento cinese che produce processori. Si tratta dello stabilimento della Semiconductor Manufacturing International, che in conseguenza ha dichiarato un aumento di capitale sociale da 3,5 a 6,5 miliardi di dollari. Secondo l'agenzia l'obiettivo della Cina è quintuplicare la produzione dell'impianto in modo da far fronte alle nuove restrizioni imposte dagli Stati Uniti per colpire Huawei. Il numero di stazioni radiobase 5G in Cina ha raggiunto quota 200mila, secondo i dati del Ministero dell'Industria e delle Tecnologie. China Mobile ha reso noto che entro fine anno avrà 300mila stazioni radiobase 5G sul territorio, mentre China Unicom arriverà a quota 250mila. L'economia digitale rappresenta ormai un terzo del Pil cinese.¹⁹ Per la Cina vincere la corsa globale al 5G è un fattore critico per due dei suoi piani strategici fondamentali: il primo, è il piano "Made in China 2025" che ha l'obiettivo di affrancare il settore manifatturiero domestico e renderlo autosufficiente in settori tecnologici strategici come i semiconduttori. Il secondo, è la via della seta (Belt and Road), il programma di commercio e infrastrutturazione internazionale che è diventato di fatto una completa strategia di politica estera. Grazie ad Huawei, la Cina ha guadagnato il vantaggio del "first mover" nella corsa al 5G, avendone compreso in anticipo l'importanza. Pechino non ha poi lesinato sui finanziamenti alle aziende e Huawei ne ha fruito migliorando così le sue tecnologie hardware che sono le più diffuse a livello globale per il 5G.²⁰ Recentemente, Il Dipartimento del Commercio degli Stati Uniti ha ridotto alcune delle restrizioni imposte a Huawei, consentendo così alle aziende statunitensi di collaborare col colosso cinese alla definizione di standard per le reti 5G. La modifica del regolamento è già stata firmata ed arriva dopo che molte aziende avevano espresso le proprie preoccupazioni. Con l'embargo in atto infatti molte aziende statunitensi non erano sicure di quali dettagli condividere con Huawei e ciò ha portato alla loro ridotta partecipazione alle impostazioni degli standard 5G. Non è un segreto del resto che gli Stati Uniti sono tecnologicamente molto indietro per quanto riguarda le reti mobili di ultima generazione e le aziende del settore hanno bisogno di un sostegno all'implementazione di questa tecnologia, soprattutto nelle aree rurali, che occupano gran parte del Paese e sono assai arretrate da questo punto di vista. Nonostante la piccola apertura, i funzionari del governo e dell'industria affermano che ciò non significa che gli Stati Uniti stiano cambiando posizione nei confronti di Huawei. La mossa insomma è stata dettata da esigenze a breve termine, che non cambiano quelle a medio e lungo termine. Ad ogni modo, è dall'inizio del ban (maggio del 2019), che il Dipartimento del Commercio emana esenzioni per molti operatori, così da consentirgli il mantenimento e l'aggiornamento delle proprie infrastrutture.²¹ Nonostante le pressioni di Washington per far assumere all'UE una posizione più assertiva nei confronti di Huawei, Bruxelles ha deciso di non bandire Huawei dal continente, lasciando agli stati membri la possibilità di impedirne o meno l'accesso per ragioni di sicurezza. L'U.E. ha invitato i governi ad esaminare le potenziali criticità in termini di spionaggio e cyber security. I ministri europei delle telecomunicazioni hanno messo in guardia dall'affidare ad attori extracomunitari la realizzazione del 5G, auspicando una costante vigilanza affinché gli operatori esterni si adeguino alle normative comunitarie. La Commissione Europea ha approvato una serie di misure, ribattezzate "pacchetto sicurezza", pensate per rispondere alle sfide del 5G. Il 2020 sarà

¹⁹ <https://www.key4biz.it/la-cina-regina-del-5g-minaccia-vendetta-dopo-il-bando-di-trump-a-huawei-e-zte/305974/>

²⁰ <https://www.key4biz.it/5g-gli-usa-sono-in-ritardo-la-strategia-di-trump-bastera/301391/>

²¹ <https://www.ilfattoquotidiano.it/2020/06/16/huawei-usa-riducono-le-restrizioni-per-consentire-alle-aziende-di-collaborare-sullo-standard-5g/5836759/>

l'anno cruciale per capire quali scenari si delinearanno nella competizione internazionale sul 5G. Su questo tema l'Europa dovrà assumere un ruolo importante per evitare di rimanere confinata in una sfera d'influenza esterna e diventare oggetto passivo dei giochi geopolitici sino-americani.²²

2.1 Situazione attuale del mercato RAN²³

Il mercato delle apparecchiature di rete è globale e può essere suddiviso in sei regioni: Europa Nord America, Medio Oriente, Africa, Asia e America Latina. L'infrastruttura di telecomunicazioni alla base della rete 5G è costituita principalmente dalla Radio Access Network (RAN), che a sua volta è costituita principalmente da stazioni base mobili che collegano le reti di telecomunicazioni in modalità wireless ai dispositivi mobili dell'utente. Entro il 2025, GSMA²⁴ prevede che ci saranno 1,8 miliardi di utenti mobili 5G a livello globale, con una copertura di rete estesa a circa metà della popolazione del pianeta.²⁵ Le reti commerciali 5G hanno iniziato a funzionare nel 2019 mentre il tasso di nuovi lanci dovrebbe aumentare nel 2020, con circa 160 miliardi di dollari investiti ogni anno nella costruzione di reti 5G²⁶. Numerosi governi nazionali stanno lavorando per facilitare il rapido lancio del 5G rendendo disponibile lo spettro 5G in modo tempestivo e creando un ambiente politico e normativo che supporti un mercato delle comunicazioni competitivo e innovativo. Quali sono i player chiave di questo mercato? Ericsson (quota di mercato del 29%), Huawei (31%) e Nokia (23%) sono i principali attori nel mercato RAN globale, in tutte le generazioni di tecnologia mobile. Queste tre società hanno i più ampi portafogli di prodotti e la più ampia portata globale, nonché il più forte supporto ai servizi, e si prevede che rimarranno i principali attori globali man mano che il 5G diventerà più importante. Nonostante i fornitori di rete siano attori globali, ci sono alcune differenze nelle loro quote di mercato regionali. Attualmente, Huawei ha una piccola presenza in Nord America, dove Ericsson e Nokia dominano con una quota di mercato congiunta di quasi il 90%. D'altra parte, ZTE ha una presenza piccola ma significativa nella regione dell'Asia, a spese di Nokia ed Ericsson.

²² <https://www.agendadigitale.eu/infrastrutture/5g-la-vera-posta-in-gioco-nello-scontro-usa-cina-e-il-ruolo-dellue/>

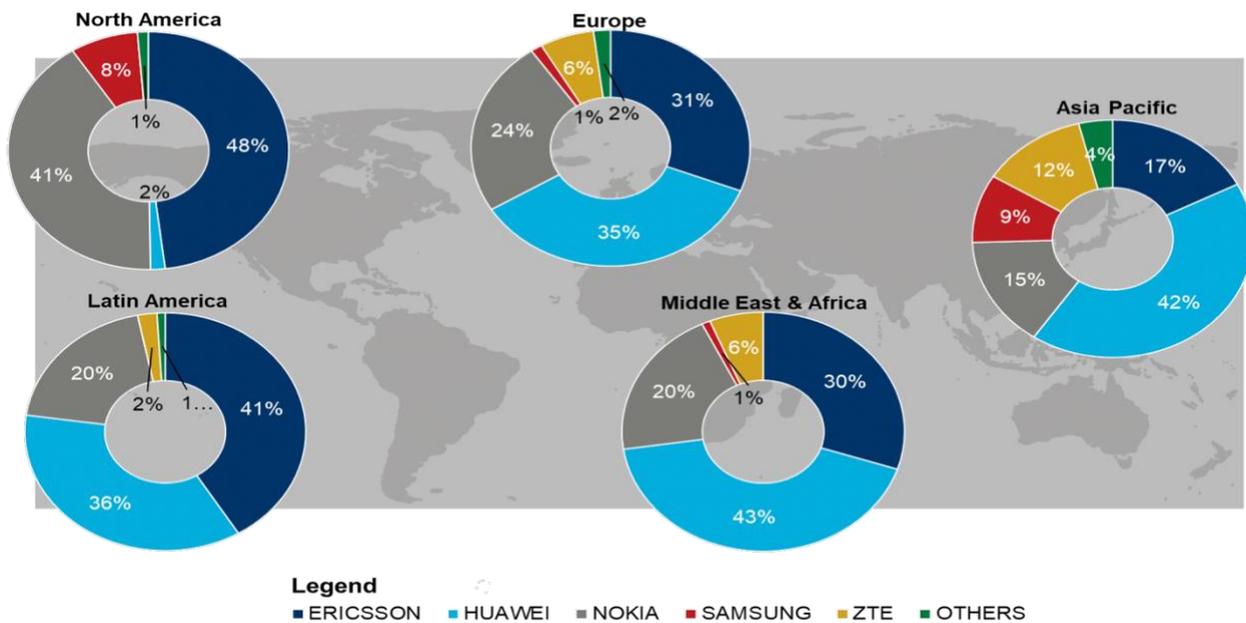
²³ La rete RAN è l'insieme delle apparecchiature necessarie per inviare il segnale di rete ai dispositivi mobili e viceversa. Tra i componenti principali ci sono, per esempio, le stazioni radio base e le antenne ricetrasmittenti. <https://www.dday.it/redazione/36226/cose-5g-core-network-ran>

²⁴ Organizzazione che rappresenta gli interessi degli operatori di rete mobile in tutto il mondo.

²⁵ <https://www.gsma.com/mobileeconomy/>

²⁶ <https://www.gsma.com/newsroom/press-release/new-gsma-study-5g-to-account-for-15-of-global-mobile-industry-by-2025/>

Regional market shares in the RAN market, 2018



Source: Dell Oro

Vi sono molti fattori che determinano la quota di mercato dei fornitori di apparecchiature di rete, compreso il governo e il sistema economico. L'Europa, sebbene regolamentata, consente una maggiore libertà di mercato e non richiede alle imprese di raggiungere una quota di mercato prestabilita. Huawei e ZTE hanno prosperato in questo ambiente, crescendo in parte con sconti e finanziamenti aggressivi da parte delle banche statali cinesi. La quota di mercato di Huawei e ZTE è cresciuta dallo 0 al 40 % nel periodo 2000-2015. Gli operatori di telefonia mobile europei hanno un CAPEX (spese in conto capitale, cioè qualsiasi spesa sostenuta con l'intento di trarne un beneficio futuro, che s'identifica quindi con il costo di acquisizione di un capitale fisso) totale di \$ 30-35 miliardi all'anno. Il mercato delle apparecchiature RAN guida il 20-25 % del CAPEX di un operatore di telefonia mobile, ma solo il 12-18 % per gli operatori integrati. La spesa di un operatore di telefonia mobile per RAN può essere classificata in tre aree:

1. Apparecchiature radio tra cui software, hardware, antenne, cavi.
2. Installazione e ricezione dei servizi
3. Installare, mantenere e riparare i siti fisici e la rete.

Il mercato dell'installazione e della messa in servizio è gestito da subappaltatori che servono tutti i fornitori di apparecchiature di rete. Il mercato globale delle RAN oggi è di circa \$ 29 miliardi. Il mercato cinese delle RAN è circa il 25 % del totale mondiale e il doppio di quello dell'Europa. In particolare, la quota europea del totale mondiale è diminuita considerevolmente dal 2000 ed è oggi solo il 10-15 % del totale mondiale. Il mercato europeo comprende anche la Russia, le ex repubbliche russe e la Turchia, per un valore di circa \$ 4,4 miliardi. La sola UE ha un valore di \$ 2,9 miliardi. Circa la metà delle spese in conto capitale dell'UE per le apparecchiature RAN proviene da Huawei e ZTE, per un totale di \$ 1,8 miliardi. Mentre Huawei e ZTE insieme detengono una quota di mercato del 40% in Europa, ciò si traduce in appena il 6 % del mercato mondiale RAN.

Negli ultimi due decenni, il mercato delle apparecchiature di rete ha subito un massiccio consolidamento. Questo consolidamento è stato guidato da quattro fattori:

- Affermazione di un preciso standard mobile
- Pressione finanziaria da parte degli operatori mobili

- L'evoluzione della soluzione di rete hardware-software
- Il ruolo dei sussidi delle banche cinesi per acquistare quote di mercato.

All'inizio della rete mobile c'erano standard concorrenti come Group Special Mobile (GSM), Digital Advanced Mobile Phone System (D-AMPS), Code Division Multiple Access (CDMA) e soluzioni analogiche. Il settore si è consolidato da 20 fornitori di primo livello nel mercato 2G nel 1989 a 12 fornitori di primo livello nel 1999 a 5 fornitori di primo livello nel 2019. Nel tempo la famiglia di standard GSM (GSM, WCDMA, LTE ecc.) è diventata lo standard comunicativo di riferimento ovvero quella che ha creato economie di scala globali che hanno condotto a costi unitari inferiori per il settore. Quei fornitori di apparecchiature che si concentravano su standard comunicativi come CDMA e analoghi sono usciti dal mercato.

Gli operatori di telefonia mobile europei hanno speso 110 miliardi di euro per le frequenze nelle aste 3G. Tuttavia, i loro modelli di business per monetizzare lo spettro ovvero aumentando le tariffe degli abbonati non hanno condotto ai risultati sperati. Molti operatori di telefonia mobile sono falliti o sono stati acquisiti. Un altro fattore chiave della rivoluzione informatica è stato il passaggio dall'hardware al software. Questo sviluppo consente agli operatori mobili di differenziare le loro strategie e ha anche permesso a nuovi tipi di fornitori di software di emergere, integrare, collaborare e competere con i tradizionali fornitori di hardware di rete. Anche Huawei e ZTE hanno beneficiato di questi cambiamenti. Tuttavia, oggi sono unici sul mercato in quanto hanno il sostegno del governo cinese la cui politica industriale li favorisce, insieme alle banche cinesi che offrono a loro e ai loro clienti un finanziamento favorevole. Ciò è stato cruciale per le aziende cinesi per competere nel mercato europeo. I concorrenti di Huawei non godono degli stessi vantaggi perché, salvo alcuni casi, gli aiuti di stato in Europa sono illegali²⁷. È importante ricordare che nella modellizzazione economica classica dei mercati competitivi, l'intervento del governo è minimo o nullo. Pertanto, attribuire il successo di Huawei alle naturali forze del "libero mercato" non è corretto. Huawei e ZTE si sono fortemente affidati al supporto e alla promozione dello stato. La moderna analisi antitrust troverebbe probabilmente l'erosione dei prezzi portata dagli attori cinesi come metodo di concorrenza sleale e discriminatoria. In ogni caso, il mercato delle apparecchiature di rete è diventato più efficiente nel tempo. Gli operatori mobili possono aggiornare e sostituire le apparecchiature in modo più economico rispetto al passato. Bisogna aggiungere che se Huawei dovesse continuare a offrire servizi nell'UE, è improbabile che la concorrenza sui prezzi venga utilizzata come mezzo di differenziazione per il futuro. Sebbene possa aver fatto affidamento su prezzi più bassi per la fornitura di apparecchiature 3G e 4G, per il 5G si può ipotizzare che proverà a strappare un prezzo premium, rispettando lo schema delle aziende affermate con una grande quota di mercato.

Il mercato della telefonia mobile in Europa e nel mondo è cambiato in modo significativo rispetto a 5 anni fa ed è in continua evoluzione. La tecnologia stessa, in particolare l'aggiornamento a nuovi standard mobili, è stato un motore per creare concorrenza nel settore mobile e sempre più operatori mobili competono con i fornitori di servizi di rete. Gli operatori di telefonia mobile europei hanno visto ridursi i loro profitti e la regolamentazione ha bloccato le misure per guadagnare scala ed efficienza operativa. Ciò limita la capacità degli operatori mobili di investire in infrastrutture: I fornitori di apparecchiature non cinesi sono stati costretti a ridurre i prezzi e molti sono usciti dal mercato. Nokia ed Ericsson hanno successivamente acquistato molte di queste aziende. Oggi Nokia è il risultato di sei diversi fornitori di apparecchiature mobili (Nokia, Siemens, Motorola, Panasonic, Alcatel e Lucent). Ericsson è il risultato di 4 diversi fornitori di apparecchiature mobili (Ericsson, Marconi, Nortel e parti di Qualcomm).²⁸

²⁷ <http://www.politicheeuropee.gov.it/it/attivita/aiuti-di-stato/>

²⁸ https://d110erj175o600.cloudfront.net/wp-content/uploads/2019/10/Strand-Consult_The-real-cost-to-rip-and-replace-of-Chinese-equipment-in-telecom-networks-003-1.pdf

Si può ipotizzare che, dopo due decenni di stabilità, vi sia ora la prospettiva di un cambiamento significativo nella struttura verticale e orizzontale del mercato degli operatori mobili. Dal lato dell'offerta, i fattori significativi sono, in primo luogo, la disponibilità di una nuova e molto potente forma di connettività, e in secondo luogo, la rete definita dal software, consente a una singola rete di fornire una varietà di servizi eterogenei o "fette" ovvero il cosiddetto Network Slicing. In altre parole, il "Network Slicing" consente a un operatore di fornire, su una rete comune, delle reti virtuali dedicate a funzionalità specifiche per il tipo di servizio o cliente²⁹. Secondo ABI Research, il Network Slicing può generare fino a 66 miliardi di dollari. Dal lato della domanda, la trasformazione digitale dell'intera economia (e non solo del settore delle comunicazioni) ha bisogno di diverse funzioni di comunicazione che operano in un universo con una gamma molto più ampia di servizi trasformati digitalmente. Gli operatori di telefonia mobile si troveranno a contestare le relazioni con i clienti con aziende o altre organizzazioni che forniscono questi servizi in modo integrato, e quindi rischieranno di sostituire il loro collegamento diretto con gli utenti finali con il diventare il fornitore all'ingrosso di un prodotto di comunicazione espanso ma "mercificato". Potremmo anche osservare un minor numero di reti RAN; backhaul più competitivo; e la disintegrazione (parziale) verticale degli operatori di rete mobile.

Per quanto riguarda invece, l'intero settore delle telecomunicazioni, vi sono due aspetti principali da considerare:

1. Gli investimenti in rete
2. La regolamentazione sugli investimenti in rete

Cominciamo dall'analisi del primo aspetto.

Esistono due modalità di investimento in rete:

- l'aggiornamento continuo
- lo scambio una tantum.

Nella prima modalità, gli investimenti nella rete non sono separati e discreti, ma riflettono un flusso di investimenti continui nel tempo in una rete in evoluzione. Tuttavia, quando si passa da 2G / 3G a 4G, molti operatori hanno effettuato uno scambio una tantum, poiché le apparecchiature richieste erano significativamente diverse rispetto alle generazioni precedenti ed erano necessarie nuove antenne e stazioni. Gli operatori devono affrontare molte decisioni durante l'aggiornamento delle reti mobili: quale spettro utilizzare, quali fornitori selezionare, quale strategia di rete da impiegare, quali dispositivi promuovere, con quali banche lavorare, quali tempistiche consegnare, quali luoghi abilitare e così via. La decisione può essere paragonata alla possibilità di acquistare una nuova auto o mantenere una vecchia. I componenti di una moderna rete mobile non sono né uniformi né statici. Ogni operatore di telefonia mobile utilizzerà una strategia leggermente diversa di spettro, di apparecchiature di reti di accesso radio (RAN) e di pianificazione delle reti. All'interno dei componenti di base di una rete RAN, ci sono elementi che vengono costantemente aggiornati. Questo vale sia per componenti hardware che software. In termini pratici, l'hardware e il software all'interno della rete vengono costantemente aggiornati e migliorati man mano che gli standard cambiano da 2G a 3G a 4G a 5G e, in molti casi, gli operatori possono offrire una miscela di standard diversi nella stessa rete durante l'aggiornamento. Tutti gli operatori devono revisionare e modernizzare le apparecchiature di rete che hanno più di 3-4 anni. L'aggiornamento è reso necessario non solo dal cambiamento tecnologico, ma dalla necessità di aumentare la capacità della

²⁹https://www.multimac.it/soluzioni_scheda_ita.php/nomeProdotto=Network_Slicing/idcat=3/idsottocat=154/idprodotto=1478

rete poiché il traffico è esploso del 20-50 % sulle reti mobili. Per preparare una rete 5G, l'operatore deve determinare quali apparecchiature devono essere sostituite rispetto a ciò che può essere aggiornato. Le nuove bande di frequenza 5G, in combinazione con le bande esistenti e il nuovo spettro della banda media, forniranno capacità e copertura. Gli operatori di telefonia mobile hanno bisogno di componenti hardware e software che supportino e garantiscano flessibilità quando il 5G inizierà a prendere piede. Un aggiornamento al 5G consentirà agli operatori di aumentare la capacità della rete e ridurre i costi operativi (OPEX). Con questo termine facciamo riferimento alle spese operative (OPEX o Operating Expense) che riguardano le spese di gestione e di manutenzione di un bene.³⁰ La sua controparte, (CAPEX o Capital Expenditure), cioè le spese in conto capitale, indica l'ammontare di flusso di cassa che una società impiega per acquistare, mantenere o implementare le proprie immobilizzazioni operative, come edifici, terreni, impianti o attrezzature. In generale si può parlare di spese in conto capitale quando il bene è stato appena acquistato oppure quando il flusso di cassa è stato impiegato al fine di estendere la vita utile di un bene esistente.³¹ Ritornando all'esempio precedente, se l'acquisto di una automobile rientra nel campo delle spese in conto capitale, i costi relativi alla manutenzione del veicolo, quali il carburante o la revisione, vanno considerate spese operative. Mentre ci sono costi iniziali significativi per creare una rete 5G, a parità di condizioni, una rete 5G è più efficiente nel tempo, di conseguenza il CAPEX aumenta nel breve termine e l'OPEX diminuisce a lungo termine. Ogni operatore di telefonia mobile deve calcolare le spese in conto capitale (costi di investimento e di aggiornamento, ecc.), rispetto alle lunghe efficienze derivanti da una migliore tecnologia. Il calcolo non sarà lo stesso per tutti gli operatori, poiché dipende anche dalla strategia aziendale dell'operatore, dalla base di clienti ecc. Le decisioni di investimento in rete possono essere complesse. A livello base, l'operatore di telefonia mobile guadagna i ricavi dai propri clienti e gli operatori devono utilizzarli per condurre sia gli affari quotidiani sia per pianificare gli investimenti futuri. Ci sono alcuni indicatori economici sull'attività dell'operatore di telefonia mobile che possono influenzare la decisione su quando, come e quanto investire:

- CAPEX rappresenta il 12-15 % delle entrate
- CAPEX oscilla in relazione ai cicli tecnologici
- L'infrastruttura mobile CAPEX è il 30 % del totale CAPEX
- Del CAPEX speso in attrezzature, l'80 % è RAN. Il 20 % è core, backhaul e backbone.
- Gli operatori di telefonia mobile capitalizzano i costi di implementazione, il che significa che registrano gli investimenti nel bilancio come spese in conto capitale.
 - Il costo CAPEX generalmente include apparecchiature ma fino al 40 % potrebbe essere l'installazione, la manodopera e altri costi associati all'implementazione.
- Mentre le spese di rete rappresentano un costo significativo per gli operatori di telefonia mobile, i costi di vendita e marketing rappresentano una parte ancora maggiore del budget complessivo. In effetti, le spese di vendita e marketing possono comprendere il 20-25 % delle entrate, fino al doppio di quanto viene speso per l'infrastruttura. Questo ci fa capire che il settore della telefonia mobile è altamente competitivo, poiché i clienti cambiano frequentemente gli operatori e gli operatori devono acquisire nuovi clienti.

L'altro aspetto cruciale da considerare è il ruolo della regolamentazione negli investimenti in rete. Negli ultimi anni, una regolamentazione eccessivamente rigorosa in Europa e la riluttanza della Commissione europea a consentire agli operatori mobili di consolidarsi, hanno fatto sì che gli operatori debbano concentrarsi su modi alternativi per ridurre i costi. Il rigoroso regime normativo nell'UE ha ridotto sia la volontà degli operatori di investire e sia la volontà degli investitori di consentire agli operatori di utilizzare denaro per gli investimenti. Nell'ultimo decennio circa, il

³⁰ <https://argomenti.ilsole24ore.com/parolechiave/opex-e-capex.html>

³¹ <https://www.avatrade.it/formazione/trading-per-principianti/capex-definizione>

capitale è in gran parte defluito dall'Europa verso regioni con maggiori opportunità di crescita, in particolare gli Stati Uniti e l'Asia. Il fatturato totale europeo per la telefonia mobile in Europa ha raggiunto 143 miliardi di euro nel 2017 e si prevede che raggiungerà 144 miliardi di euro entro la fine del 2025, un tasso di crescita annuale composto (CAGR) dello 0,1%. Questo tasso, rappresenta la crescita percentuale media di una grandezza in un lasso di tempo. Vanno fatte alcune considerazioni. Il CAGR innanzitutto non è un numero “vero”, nel senso che è una media estrapolata, quindi se la crescita media è stata del 5% il secondo anno potrebbe essere stata del 3% o del 7%, dunque questo tasso non ci fornisce il dettaglio. Altra considerazione riguarda l'impiego di questo indicatore: è chiaro che se si prendono in considerazione un anno particolarmente “fiacco” e uno brillante il CAGR mostrerà tassi di crescita assai elevati, che però probabilmente risulteranno meno credibili a un'analisi più approfondita. Il vantaggio indubbio del CAGR è ovviamente il fatto che dato il valore iniziale e quello finale, oltre ai periodi intercorsi, si ottiene facilmente il rendimento medio annuo e quindi comunque un'indicazione utile.³² Questo tasso di crescita anemico sottolinea come la normativa dell'UE abbia svuotato il mercato.

In molti paesi, i costi degli operatori diminuiscono attraverso la condivisione di reti e infrastrutture (il che significa che due o più operatori utilizzano lo stesso albero mobile, da non confondere con la rivendita) ed esternalizzano parti della loro attività ad attori che possono gestire queste parti in modo più efficiente. Negli ultimi due decenni, l'Europa è passata dall'essere il leader globale nelle tecnologie mobili all'essere in ritardo. L'Europa ha un gap di investimento di € 100 miliardi per raggiungere gli obiettivi di connettività dell'UE. In Europa una volta c'erano sei produttori di telefoni cellulari che rifornivano metà degli utenti mobili del mondo. L'Europa rappresentava un terzo degli investimenti mondiali nelle infrastrutture mobili, oggi comprende solo il 10-15 % e quel numero comprende Russia e Turchia.

Altre caratteristiche hanno determinato cambiamenti nel tradizionale modello di business delle apparecchiature di rete. Ecco le quattro principali tendenze:

- Attraverso l'outsourcing, CAPEX viene convertito in OPEX: torri, servizi gestiti, backhaul ecc. Gli operatori possono ridurre ingenti investimenti anticipati per ridurre i costi operativi in corso, migliorando l'economia del business.
- Gli aggiornamenti della rete si basano sempre di più sul software rispetto al passato quando erano basati in gran parte sull'hardware.
- Il valore nella rete è da ricercare sempre più nel software, che non nell'hardware.
- Nuovi attori stanno entrando nello spazio dell'infrastruttura di rete, in particolare le società di software. Ciò riduce l'importanza del tradizionale fornitore di apparecchiature di rete.

La rete 5G è un'evoluzione tecnologica basata sull'architettura della rete cloud, che consente a nuovi fornitori e soluzioni open source di entrare in questo mercato con modelli commerciali più dirompenti persino rispetto ai fornitori cinesi. La forza di Huawei è in gran parte hardware, non software. Questa è una considerazione importante in quanto il tipo e il numero di fornitori di apparecchiature è meno importante del ruolo del software. In conclusione, è dunque fin troppo semplice e incompleto ridurre il mercato delle apparecchiature di rete a Huawei, ZTE, Ericsson e Nokia.³³

³² <https://www.borsaitaliana.it/notizie/sotto-la-lente/cagr-259.htm>

³³ https://d110erj175o600.cloudfront.net/wp-content/uploads/2019/10/Strand-Consult_The-real-cost-to-rip-and-replace-of-Chinese-equipment-in-telecom-networks-003-1.pdf

2.1.1 Motivazioni a sostegno per l'imposizione di un ban sui "vendor" cinesi

Al centro del dibattito pubblico vi è l'opportunità di sostituire le apparecchiature di rete mobile realizzate da aziende di proprietà e / o affiliate dal governo cinese, in particolare Huawei e ZTE. La necessità di sicurezza della rete invece, non è una novità. Dal 2005 molti funzionari dell'intelligence, agenzie militari e analisti (della sicurezza) hanno notato rischi per la sicurezza derivanti dall'uso di tali apparecchiature, tra cui il furto di proprietà intellettuale, la sorveglianza, lo spionaggio e il sabotaggio. Sulla base di questi rapporti, gli Stati Uniti, la Nuova Zelanda e l'Australia hanno limitato Huawei e ZTE dalle reti.

La domanda per l'Europa è se e in che misura i suoi operatori di telecomunicazioni possano gestire le proprie reti senza apparecchiature di fabbricazione cinese e l'impatto della sostituzione delle apparecchiature per motivi di sicurezza. Un'analisi finanziata da Huawei (GSMA) suggerisce che la limitazione di Huawei dalle reti europee costerà all'Europa \$ 62 miliardi, ritarderà il lancio di 18 mesi e ridurrà la concorrenza nel mercato delle apparecchiature di rete. Tale analisi si basa sulle ipotesi che il mercato delle apparecchiature di rete sia perfettamente competitivo (che non lo è) e che non vi è alcun rischio per la sicurezza nell'uso delle apparecchiature Huawei (che esiste). Se non ci fossero rischi per la sicurezza nel fare affari con la Cina, la NATO acquisterebbe aerei da combattimento cinesi. Esistono categorie di prodotti e servizi la cui fornitura è limitata per motivi di sicurezza giustificabili e la sicurezza nazionale è stata a lungo parte della politica e della regolamentazione delle telecomunicazioni.

I problemi di sicurezza della rete hanno una maggiore gravità dato il passaggio al 5G. Con la crescente integrazione del software nelle apparecchiature di rete, le backdoor³⁴, sono sempre più difficili da rilevare, poiché possono essere spedite in successivi aggiornamenti del software o attivate dopo la conclusione delle autorizzazioni di sicurezza. Molte aziende che hanno subito l'hacking e il furto di proprietà intellettuale hanno sostenuto la limitazione della produzione cinese per gli elementi di rete. Non lo hanno fatto pubblicamente, ma piuttosto selezionando un fornitore di rete che offra una sicurezza più solida garantendo che la rete non contenga apparecchiature di fabbricazione cinese. In effetti, l'approvazione della legge cinese sull'intelligence nazionale nel 2017 ha spinto i fornitori di rete e i loro clienti aziendali a prendere la minaccia ancora più seriamente, poiché la legge obbliga qualsiasi cinese soggetto a condurre spionaggio per conto del governo. E' logico presumere che le restrizioni sulle apparecchiature di Huawei e ZTE per il 5G non avrebbero alcun impatto sugli operatori europei, poiché la maggior parte degli operatori dell'UE non ha ancora implementato il 5G. La rimozione delle apparecchiature Huawei e ZTE dalla rete può migliorare notevolmente la sicurezza. Quando si considera il rischio per la sicurezza, il costo per limitare Huawei e ZTE è minore in Europa. Il vantaggio di ridurre il rischio e aumentare la sicurezza e la resilienza della rete è tremendamente elevato.

Il divieto a Huawei ridurrebbe la concorrenza?

L'economia classica suggerisce che la concorrenza perfetta è una funzione del numero di imprese sul mercato. Presuppone inoltre che i prodotti venduti siano uguali o almeno simili. Inoltre, la teoria richiede un'assenza di asimmetria informativa tra i partecipanti e un intervento minimo da parte del governo.³⁵ Il mercato delle apparecchiature di rete non è perfettamente competitivo, quindi le affermazioni sulla limitazione di Huawei che danneggiano la concorrenza potrebbero non valere. Gli operatori di telefonia mobile possono offrire servizi, utilizzando strategie tecnologiche di rete e di distribuzione significativamente diverse. Le partecipazioni allo spettro di un operatore di telefonia mobile determineranno anche la quantità e il tipo di attrezzatura che verrà utilizzata da un operatore. In poche parole, la differenziazione tecnologica è più importante del numero di aziende.

³⁴ In ambito informatico, una backdoor è una porta di accesso a un sistema informatico che consente a un utente remoto di controllarlo

³⁵ David A. Besanko, Ronald R. Braeutigam, Microeconomia, Mc Graw Hill (2016).

Alcuni suggeriscono che se a Huawei fosse vietato operare in Europa, allora altre aziende non sarebbero in grado di produrre le attrezzature necessarie. Mentre Huawei e ZTE sono grandi fornitori in Europa, la stessa regione è solo il 10-15 % del mercato globale e, di conseguenza, le aziende cinesi forniscono solo il 7 %. Nonostante l'Europa riceva molta attenzione politica, la quota europea del mercato delle apparecchiature di rete è piccola. Numerose misure politiche e normative hanno causato il divario negli investimenti nella rete europea, un ritardo che era già in atto prima dell'implementazione del 4G. I concorrenti di Huawei sono globali e la quota europea del mercato globale è molto ridotta e gli operatori europei hanno la possibilità di negoziare prezzi globali per le loro apparecchiature. Gli operatori europei devono comunque effettuare gli aggiornamenti se desiderano implementare il 5G e dunque l'accesso restrittivo a Huawei e ZTE non aumenterà necessariamente i prezzi delle apparecchiature, ridurrà i tempi di implementazione o ridurrà la concorrenza sul mercato. Se Huawei fosse limitato, il massimo che Ericsson e Nokia si aspettano di condividere è di 3,5 punti base ciascuna delle nuove entrate RAN. Non è nemmeno chiaro se ne trarrebbero beneficio, poiché gli operatori europei potrebbero scegliere altri fornitori non cinesi come Samsung. Inoltre, i fornitori di software occuperanno una quota maggiore. Pertanto, se Huawei fosse limitato, non sarebbe difficile per altre aziende globali colmare il divario. Anche intervento governativo limitato e assenza di asimmetrie informative sono caratteristiche dei mercati competitivi. Il governo cinese ha una delle politiche industriali più interventiste del mondo, in cui il governo designa il campione nazionale, finanzia il suo sviluppo, siede nel suo consiglio, detta gli standard e così via. Il governo cinese assegna in anticipo quote di mercato con una formula complicata (che viene ponderata per i fornitori cinesi). Huawei ha la garanzia di almeno il 50 %; Ericsson e Nokia, circa il 20 %. Inoltre, il governo e l'industria cinesi sono "fusi" in modo da essere intercambiabili, una struttura sconosciuta nelle economie di mercato. Huawei offre prodotti con forti sconti (offerte che potrebbero innescare prezzi di rivendicazione o richieste di dumping) e finanziamenti favorevoli da parte delle banche statali cinesi. Questo tipo di condizioni e accordi sono illegali nella maggior parte delle economie di mercato e non sono apprezzati dai concorrenti di Huawei e ZTE.

Infine, quando prendono una decisione sul fornitore di apparecchiature di rete, alcuni operatori hanno la consapevolezza che i loro clienti aziendali hanno subito furti e hacking da parte di reti cinesi e quindi desiderano la sicurezza di apparecchiature non cinesi. In altri casi, gli operatori non dispongono di informazioni complete sulle minacce e sui rischi per la sicurezza. Molti operatori di telefonia mobile hanno acquistato involontariamente apparecchiature Huawei senza essere debitamente informati dei rischi.³⁶

2.2 Effetti di un eventuale restrizione sui “vendor” cinesi

I vantaggi tecnologici del 5G dovrebbero essere trasformativi e potenzialmente rivoluzionari. Mentre il mondo si prepara a lanciare il 5G, un mercato sano e competitivo contribuirà a garantire che l'infrastruttura di rete sia installata nel modo più efficiente, rapido ed economico possibile. Tuttavia, le preoccupazioni espresse in merito alla sicurezza informatica hanno portato diversi paesi a considerare l'imposizione di restrizioni ai fornitori di reti cinesi dalla vendita di apparecchiature di rete 5G alle società di telecomunicazioni. In particolare, a partire da ottobre 2019, Huawei è bloccata dalla concorrenza in qualsiasi gara d'appalto 5G negli Stati Uniti e in Australia, nonostante la società confermi di non aver mai praticato lo spionaggio industriale, né ha permesso alla sua tecnologia di essere intenzionalmente hackerata dallo stato cinese. La teoria economica, suggerisce, che si potrebbe prevedere un aumento dei prezzi da parte di un importante fornitore globale come Huawei, che a sua volta potrebbe rallentare l'implementazione del 5G. Inoltre, la qualità

³⁶ https://d110erj175o600.cloudfront.net/wp-content/uploads/2019/10/Strand-Consult_The-real-cost-to-rip-and-replace-of-Chinese-equipment-in-telecom-networks-003-1.pdf

dell'infrastruttura può essere ridotta e la crescita della produttività può essere ritardata o peggio, persa. Secondo la teoria economica, la concorrenza tra le imprese è positiva per i consumatori e per altre imprese che operano in altri settori dell'economia. Mercati competitivi significano che i consumatori ottengono prodotti migliori a prezzi più bassi e in genere assicurano che le aziende che offrono prodotti della massima qualità e del miglior valore siano quelle che hanno successo.³⁷ Applicando questo concetto alla fornitura di infrastrutture 5G, le gare d'appalto dovrebbero contribuire a massimizzare i guadagni da questa innovazione tecnologica. Tuttavia, ciò non significa che il semplice aumento del numero di concorrenti nel mercato delle infrastrutture di rete 5G comporterebbe necessariamente una riduzione dei prezzi o una più rapida innovazione. Nei mercati in cui le imprese devono sostenere costi fissi considerevoli (ad es. Investimenti in strutture di ricerca e sviluppo o grandi impianti di produzione) prima di realizzare profitti, avere un gran numero di imprese implica la duplicazione dei costi di insediamento, il che rappresenta una perdita di efficienza produttiva. In questo caso, la presenza di alcuni grandi operatori che hanno già investito sostanzialmente in ricerca e sviluppo e acquisito know-how tecnologico può essere efficiente e può migliorare il benessere. Al contrario, impedire a un grande azienda di competere nella rete 5G comporterà una riduzione delle pressioni concorrenziali sugli altri grandi fornitori. Ciò comporterà un aumento dei costi di investimento, ritardando la velocità di lancio che a sua volta comporterà un'innovazione più lenta e una riduzione dei redditi delle famiglie in tutta l'economia.³⁸

2.2.1 Stime dell'impatto che l'imposizione del ban può generare sulla concorrenza in termini di un aumento dei prezzi delle apparecchiature di rete

Il report di Strand Consult³⁹ ha stimato l'aumento dei prezzi dovuto all'imposizione di un ban su Huawei e ZTE seguendo un preciso approccio. Per valutare l'impatto della limitazione delle apparecchiature Huawei dalle reti, è necessario includere il fatto che gli operatori devono aggiornare le proprie reti se desiderano il 5G, indipendentemente dal fatto che utilizzino Huawei. Vale a dire che c'è un costo sommerso per gli aggiornamenti di rete che deve essere sottratto dal costo totale dell'uso di Huawei. La maggior parte delle reti europee ha già 3-5 anni e sono pronte per essere sostituite. Negli ultimi 3 anni gli operatori di telefonia mobile hanno acquistato apparecchiature per reti di accesso radio (RAN) per \$ 8,75 miliardi (circa \$ 2,9 miliardi all'anno). Il 40% di questa apparecchiatura è stata acquistata da Huawei e ZTE. Una stima prudente suggerisce che la sostituzione delle apparecchiature Huawei e ZTE acquistate dal 2016 (che probabilmente possono essere aggiornate al 5G) costerà \$ 3,5 miliardi. Ciò equivale a \$ 8,75 miliardi x 40 %. Tale importo è comparabile ai 14 mesi di acquisti totali della rete di accesso radio (RAN) in Europa, un numero limitato sia per l'Europa che per il mondo.

In ogni caso, l'altro 70-80 % dell'attrezzatura RAN deve essere sostituito in ogni caso per il 5G, indipendentemente dalla decisione politica o dalla scelta del fornitore. Quando si considera quanto costerebbe sostituire apparecchiature che hanno un rischio di sicurezza, è importante ricordare che gli operatori di telecomunicazioni sono già in procinto di sostituire e aggiornare le proprie apparecchiature di rete. Per stimare l'impatto della limitazione di Huawei e ZTE, è importante identificare la parte delle apparecchiature di rete fornite da Huawei e ZTE.

Un'analisi corretta spiegherebbe quanto segue:

³⁷ David A. Besanko, Ronald R. Braeutigam, Microeconomia, Mc Graw Hill (2016).

³⁸ https://resources.oxfordeconomics.com/hubfs/Huawei_5G_2019_report_V10.pdf

³⁹ https://d110erj175o600.cloudfront.net/wp-content/uploads/2019/10/Strand-Consult_The-real-cost-to-rip-and-replace-of-Chinese-equipment-in-telecom-networks-003-1.pdf

- Costi associati alla sostituzione delle apparecchiature di rete di accesso radio (RAN) Huawei e ZTE che gli operatori hanno acquistato negli ultimi tre anni e che possono essere aggiornati a 5G.
- Costo per la rimozione dell'attrezzatura Huawei / ZTE RAN
- Costi associati alla creazione della nuova attrezzatura RAN non cinese
- Differenza di prezzo tra fornitori cinesi e sostitutivi

In termini pratici, gli operatori di telefonia mobile che desiderano lanciare il 5G devono affrontare un cambiamento tecnologico che richiede comunque l'aggiornamento di gran parte delle loro apparecchiature, inclusa la loro rete principale. Pertanto, la cifra rilevante è il costo incrementale delle nuove apparecchiature di rete meno il costo previsto di ciò che è stato comunque speso nel corso normale dell'aggiornamento.

Secondo lo studio condotto da Oxford Economics⁴⁰(commissionato da Huawei), la portata precisa dell'impatto negativo concernente l'imposizione di un ban su Huawei, dipenderà dai potenziali benefici futuri del 5G e dalle reazioni del mercato alle restrizioni della concorrenza. Per riflettere l'incertezza inerente a tale processo, sono stati delineati tre scenari alterativi. Questi sono chiamati rispettivamente "basso costo", "costo centrale" e "costo elevato". Tutti danno risultati relativi rispetto allo scenario di base in cui non sono imposte restrizioni della concorrenza al mercato delle infrastrutture 5G. Questo studio, suppone che se Huawei fosse limitato nel mercato delle infrastrutture 5G di ciascun paese, gli operatori di rete in quel mercato passerebbero a uno degli altri due grandi fornitori, Ericsson e Nokia, in proporzione alle loro quote di mercato esistenti. _Altra forte ipotesi è che gli altri fornitori non abbiano la stessa portata o ampiezza globale di prodotti e servizi che consentirebbe loro di competere con successo per i clienti di Huawei, e quindi le loro quote di mercato rimarrebbero invariate. Si parte dal presupposto che le quote di mercato delle apparecchiature di rete 5G nel prossimo decennio (nessuna restrizione su Huawei) saranno vicine alle quote di mercato 4G del 2018. Nel 2018, Huawei aveva il 29% del mercato globale 4G, mentre Ericsson e Nokia avevano il 27 % e il 25% rispettivamente del mercato globale del 4G. Con Huawei estromesso dal mercato, data l'ipotesi di partenza, le quote di mercato di Ericsson e Nokia aumenterebbero rispettivamente al 42% e al 39%, mentre Samsung, ZTE e gli altri operatori non vedrebbero un cambiamento nelle loro quote di mercato. **Tutto ciò si tradurrebbe in un aumento della concentrazione nei mercati di tutto il mondo.** In generale, limitare la concorrenza nel mercato delle infrastrutture di rete 5G porterebbe a pressioni concorrenziali più basse sui fornitori di rete senza restrizioni, che saranno in grado di addebitare prezzi contrattuali più elevati per le apparecchiature 5G.

In questo studio sono stati applicati tre approcci alternativi per quantificare l'aumento dei prezzi per le apparecchiature di rete.

Le tecniche che vengono utilizzate sono:

1. un modello teorico di oligopolio che caratterizza il mercato delle infrastrutture di rete 5G che simula la variazione del prezzo dell'infrastruttura di rete associata a restrizioni della concorrenza;
2. tecniche di simulazione delle concentrazioni utilizzate dalle autorità garanti della concorrenza per stimare l'impatto dei prezzi a seguito di cambiamenti del mercato come una fusione;
3. prove empiriche di una serie di studi in vari settori che hanno stimato la variazione di prezzo a seguito di una fusione.

Tutti i metodi conducono a una modifica dell'indice Herfindahl-Hirschman (HHI). L'HHI è un indice di concentrazione assoluta di mercato, ovvero è caratterizzato sia dal numero delle imprese che dalle quote di mercato. È definito dalla somma dei quadrati delle quote percentuali di mercato

⁴⁰ https://resources.oxfordeconomics.com/hubfs/Huawei_5G_2019_report_V10.pdf

di ciascuna azienda, cioè, $HHI = \sum_{i=1}^N Q_i^2$, dove Q_i è la quota di mercato (in centesimi) detenuta dall'azienda i -esima. Le peculiarità dell'indice sono due:

- Le quote di mercato sono ponderate rispetto a un peso pari alle quote di mercato stesse, consentendo così di pesare maggiormente le imprese che hanno un elevato potere di mercato rispetto alle imprese che ne hanno uno minore.
- Tiene in considerazione tutte le imprese.

Così definito, l'indice di HHI varia tra 0 e 1, dove il valore massimo corrisponde a una situazione di completo monopolio, mentre valori molto bassi si ottengono in mercati nei quali c'è un numero elevato di agenti, ciascuno dei quali detiene una piccola fetta di mercato. Alternativamente, l'indice di HHI può essere calcolato usando i valori percentuali, nel qual caso il suo valore massimo è 10.000. L'indice di HHI è usato dalle autorità antitrust americane, come il dipartimento di Giustizia e la Federal Trade Commission, per valutare se una fusione possa provocare una diminuzione significativa del grado di concorrenza nel mercato.⁴¹ Nello studio condotto, l'indice Herfindahl-Hirschman (HHI) aumenta di 1106 sulla base delle quote di mercato mondiali del 4G. La figura in basso, mostra il cambiamento stimato in HHI a causa delle restrizioni su Huawei.

Variazione prevista sull'indice HHI a causa delle restrizioni su Huawei

Region	Country in our study	HHI (no restrictions on Huawei)	HHI (restrictions on Huawei)	Change in HHI
North America	Canada, USA	4,049	4,197	148
Europe	France, Germany, UK	2,781	4,072	1,291
Worldwide	Australia, India and Japan ²³	2,348	3,454	1,106

Source: Oxford Economics

Il Dipartimento di Giustizia degli Stati Uniti considera un mercato con un HHI inferiore a 1.500 un mercato competitivo, un HHI da 1.500 a 2.500 un mercato moderatamente concentrato e un HHI di 2.500 o superiore un mercato altamente concentrato. Come regola generale, le fusioni che aumentano l'HHI di oltre 200 punti in mercati altamente concentrati sollevano preoccupazioni antitrust, poiché si presume che accrescano il potere di mercato.

1. Modelli teorici di oligopolio

Esistono due modelli standard di oligopolio utilizzati nella teoria economica:

- Cournot: dove le aziende competono scegliendo la quantità fornita e lasciando che le forze di mercato fissino i prezzi.
- Bertrand: dove le aziende competono scegliendo i prezzi e lasciando che le forze del mercato stabiliscano quantità.⁴²

Tuttavia, è plausibile che nessuno di questi modelli standard caratterizzi il mercato delle infrastrutture di rete 5G. I venditori, quando partecipano a un'offerta, prendono decisioni sui prezzi, e quindi il modello Bertrand può apparire come il più appropriato. Tuttavia, si ritiene che le imprese competono sia sui prezzi che sulla capacità e nella decisione di partecipare alle gare degli operatori di rete. Kreps e Scheinkman (1983) hanno dimostrato che i risultati nel mercato di Bertrand in cui le

⁴¹ Carlo Scognamiglio Pasini, *Economia Industriale*, Luiss University Press (2016).

⁴² David A. Besanko, Ronald R. Braeutigam, *Microeconomia*, Mc Graw Hill (2016).

aziende prendono ulteriori decisioni in merito alla partecipazione e alle capacità di gara sono simili ai risultati di un contesto di Cournot.

Sono state esaminate due varianti del modello Cournot:

- con curve di domanda lineari (Motta 2007)
- con curve di domanda con elasticità di sostituzione costante (CES) (Pindyck e Rubinfeld 2017)

La curva di domanda rappresenta la quantità domandata di un bene in funzione del suo prezzo, tenendo fissi gli altri fattori diversi dal prezzo che influenzano la domanda stessa, quali prezzi degli altri beni, reddito del consumatore, qualità. La legge della domanda afferma che la quantità domandata di un bene diminuisce all'aumentare del suo prezzo. L'elasticità della domanda al prezzo è pari al rapporto tra la variazione percentuale della quantità domandata e la variazione percentuale del prezzo del bene. L'elasticità non va confusa con la pendenza che è pari al rapporto tra le variazioni assolute della quantità e del prezzo. Lungo la curva di domanda lineare l'elasticità varia tra 0 e $-\infty$, ma la pendenza è costante. (La curva di domanda lineare è quindi rappresentata graficamente da una retta).

Esistono tre principali determinanti che influenzano il valore dell'elasticità:

- La domanda tende ad essere più elastica al prezzo quando esistono beni sostitutivi, quindi aumenterà con la disponibilità di beni sostitutivi
- La domanda tende ad essere più elastica rispetto al prezzo quando la quota spesa per l'acquisto di un bene è ingente (sia in termini assoluti, sia in rapporto alla spesa totale)
- La domanda tende ad essere meno elastica rispetto al prezzo quando il prodotto viene visto dal consumatore come un bene di necessità.

L'elasticità di sostituzione costante (CES) implica che la variazione percentuale della quantità domandata per una variazione dell'1% del prezzo rimanga costante per tutti i livelli nel mercato delle apparecchiature RAN.⁴³ La letteratura (UK National Infrastructure Commission 2017) stima che l'elasticità dell'infrastruttura digitale abbia un valore compreso tra -0,4 e -0,8.⁴⁴ Quando la variazione del prezzo di un punto percentuale determina una variazione della quantità domandata minore di un punto percentuale, la curva di domanda è anelastica. Si deduce che in questo specifico caso, le curve di domanda con elasticità di sostituzione costante sono anelastiche. L'impatto sul prezzo nel modello della curva di domanda lineare si basa sul numero di concorrenti credibili esistenti (si considerano come credibili i concorrenti con una quota di mercato superiore al 5% nel mercato della rete 4G LTE).

2. Tecniche di simulazione di fusione

Altro strumento adottato è la tecnica di simulazione delle fusioni (utilizzato dagli economisti per quantificare l'impatto delle fusioni) al fine di stimare l'impatto sui prezzi delle restrizioni su Huawei. L'impatto sui prezzi dipende dal rapporto di diversione e dal margine di profitto. Un rapporto di diversione misura "dove va il prodotto" dalla ditta A (Huawei, in questo caso) quando c'è un aumento dei prezzi o altri eventi (restrizioni su Huawei, in questo caso). Ad esempio, se il 20% delle vendite andasse all'impresa B quando l'impresa A aumenta il suo prezzo, il rapporto di diversione da A a B sarebbe del 20%.⁴⁵ I margini lordi per il settore delle apparecchiature di

⁴³ David A. Besanko, Ronald R. Braeutigam, Microeconomia, Mc Graw Hill (2016).

⁴⁴ https://www.nic.org.uk/wp-content/uploads/2906219-NIC-Technical-Paper-Economic-Driver-v1_0A-WEBACCESSIBLE.pdf

⁴⁵ https://resources.oxfordeconomics.com/hubfs/Huawei_5G_2019_report_V10.pdf

telecomunicazione utilizzati nel modello sono stati estrapolati dal set di dati fornito dalla New York University Stern (Damodaran, 2019).

3. Evidenza empirica

La Commissione europea (2015) ha esaminato 27 articoli che utilizzavano diverse tecniche econometriche per stimare gli effetti dei prezzi a seguito di una fusione.

Di questi, 11 studi hanno incluso informazioni sull'HHI che hanno permesso di adattare i risultati allo studio. Per consentire il confronto tra gli studi, la variazione del prezzo e dell'indice HHI sono espressi in termini percentuali. Si evince che l'aumento del prezzo (mediano) è del 2,43% per 100 cambi di unità in HHI. Viene combinato quindi l'aumento mediano del prezzo per 100 unità di variazione in HHI con l'aumento stimato in HHI per stimare l'impatto del prezzo.

Combinazione dei risultati di vari modelli di prezzo

I risultati dei tre approcci di cui sopra sono stati combinati per fornire una serie di stime per l'impatto sui prezzi. Tuttavia, il mercato delle apparecchiature RAN è globale: i distributori competono a livello internazionale. Per riflettere la natura globale del mercato, limitiamo le stime minime e massime per ciascun paese di due punti percentuali su tutto il mondo. Ad esempio, se la stima minima per l'Australia è del 4%, mentre quella mondiale è del 10% avremo come limite inferiore dell'intervallo per l'Australia all'8% (ovvero, la stima minima mondiale del 10% in meno del 2%).

Impatti sui prezzi dovuti a restrizioni su Huawei: intervallo di stime adeguato alla competizione internazionale

Country	Price Impact: low cost scenario	Price Impact: central cost scenario	Price Impact: high cost scenario
Australia and India	8%	17%	27%
Canada and USA	8%	16%	24%
France, Germany and the UK	9%	19%	29%
Japan	9%	18%	27%

Source: Oxford Economics

I due studi quindi portano a conclusioni diverse, poiché diverse sono le ipotesi sottostanti ai modelli. Nello studio condotto da Oxford Economics partiamo dal presupposto che esistono solo altri due concorrenti che hanno la portata e l'ampiezza globale di servizi e prodotti comparabili a quelli di Huawei, ovvero Nokia ed Ericsson. Gli impatti sui prezzi sarebbero più elevati se questi fornitori di rete non avessero la capacità di attirare i clienti di Huawei. Al contrario, gli impatti sui prezzi sarebbero inferiori se un altro concorrente potesse aumentare la sua portata globale e la gamma di prodotti per conquistare con successo la posizione di Huawei sul mercato. Quest'ultimo scenario viene ritenuto plausibile dall'analisi condotta da Strand Consult, poiché Huawei potrà essere sostituito anche da aziende che producono componenti software. Si presume che quest'ultime diventeranno sempre più influenti per la realizzazione dell'infrastruttura 5G. Inoltre viene sottolineato che le attrezzature RAN dovranno essere comunque aggiornate e sostituite. Tutto ciò comporta dei costi che si sosterebbero a prescindere, pertanto dovrebbero essere sottratti rispetto al costo incrementale delle nuove apparecchiature di rete.

2.2.2 Stime dell'impatto che l'imposizione del ban può generare in termini di un aumento dei costi dovuti al rallentamento nella distribuzione della rete

Secondo il report condotto da Strand Consult, la velocità di lancio del 5G in Europa sarà in gran parte determinata dalla politica regolamentare e dall'appetito degli investitori, non dalla scelta del fornitore di apparecchiature di rete. Gli operatori devono aggiornare il 70–80 % dell'attrezzatura RAN esistente, indipendentemente dalle decisioni politiche o dalla scelta del fornitore. La limitazione di Huawei dalle reti statunitensi non ha rallentato il lancio negli Stati Uniti.⁴⁶

D'altro canto, secondo il report condotto da Oxford, un aumento del prezzo delle apparecchiature di rete ridurrà l'incentivo commerciale a costruire la rete, ritardando così il lancio del 5G. Ciò è più probabile nelle aree con densità di popolazione più basse o aree più remote. Inoltre, se i costi della rete 5G sono elevati, è probabile che gli operatori addebitino prezzi più elevati per i servizi 5G. Con tassi di adozione più lenti, le aziende hanno meno probabilità di investire in tecnologie che utilizzano il 5G come l'IoT. L'aumento dei prezzi si traduce in un aumento del capitale investito pro capite. Ad esempio, se le restrizioni su Huawei portassero ad un aumento dei prezzi del 5%, il CAPEX pro capite richiesto per estendere la copertura del 5G aumenta del 5%. Ipotizzando che il capitale investito complessivo degli operatori rimanga lo stesso, si potrà essere in grado di coprire un numero inferiore di persone a causa dell'aumento del capitale pro capite richiesto. Altra importante considerazione da fare, è che gli operatori potrebbero dover affrontare ulteriori vincoli nei mercati dei capitali. Ad esempio, un aumento dei costi di investimento aumenterebbe i requisiti patrimoniali che a loro volta potrebbero aumentare il costo del capitale e, di conseguenza, aumenterebbero ulteriormente gli impatti negativi sulla produttività. Altro potenziale costo di limitazione della concorrenza, oltre all'aumento dei prezzi, potrebbe essere la riduzione della qualità e dell'innovazione tecnologica nelle apparecchiature di rete 5G poiché le imprese senza restrizioni non devono affrontare le stesse pressioni per investire in R&S e innovazione.⁴⁷

I fornitori di apparecchiature si sono impegnati in una continua innovazione nelle nuove generazioni di tecnologia di accesso radio e prodotti di base. I fornitori di apparecchiature per reti di telecomunicazione sono tra i maggiori distributori di ricerca e sviluppo a livello globale. Come mostrato nella figura sotto riportata, l'industria della tecnologia, dell'hardware e delle attrezzature è il secondo operatore in termini di ricerca e sviluppo e ha anche la seconda intensità di ricerca e sviluppo (quota dei ricavi spesi in ricerca e sviluppo).

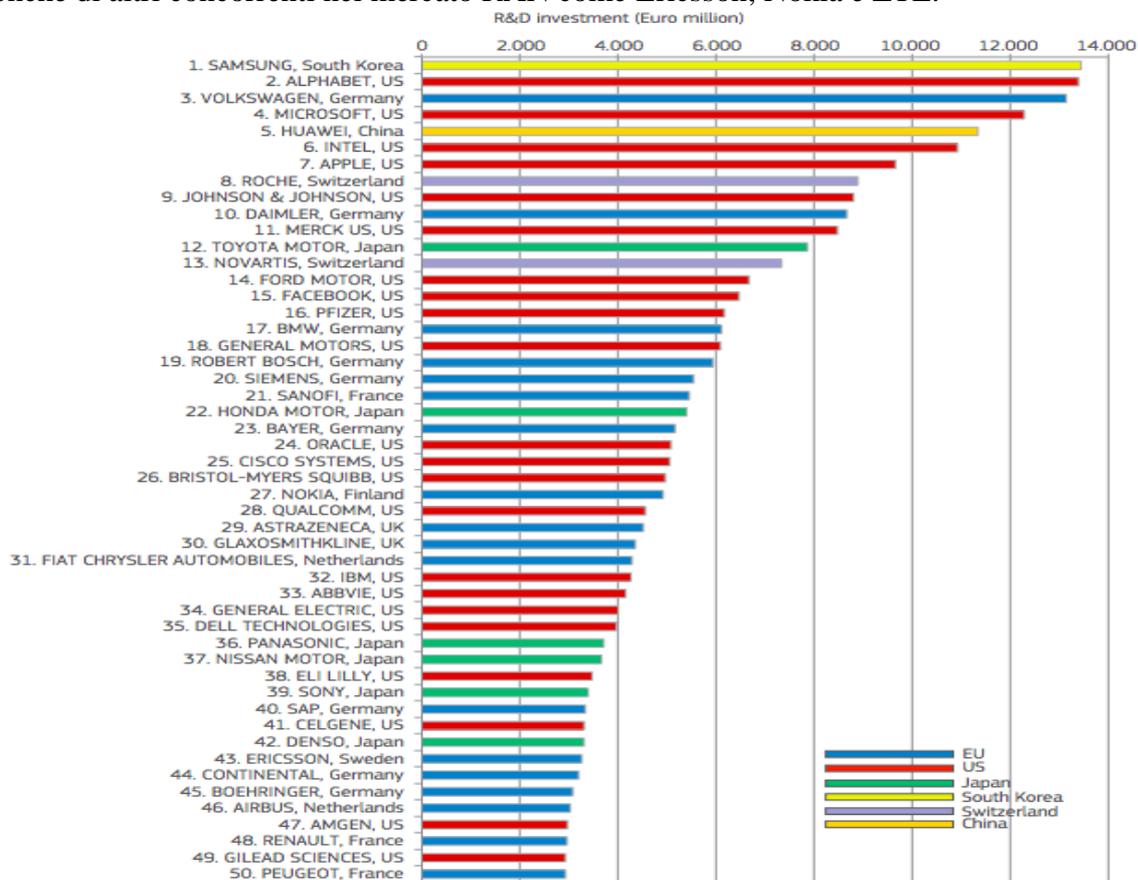
⁴⁶ https://d110erj175o600.cloudfront.net/wp-content/uploads/2019/10/Strand-Consult_The-real-cost-to-rip-and-replace-of-Chinese-equipment-in-telecom-networks-003-1.pdf

⁴⁷ https://resources.oxfordeconomics.com/hubfs/Huawei_5G_2019_report_V10.pdf

Rank	Sector	R&D in 2017/18, € bn	One-year change, %	Net Sales, € bn	One-year change, %	R&D intensity, %	Operating profits, € bn	One-year change, %	Profitability, %	Employees, million	One-year change, %
1	Pharmaceuticals & Biotechnology	138.9	7.6	911.7	5.1	15.0	132.0	-10.6	14.9	2.5	2.3
2	Technology Hardware & Equipment	117.2	10.8	1348.4	10.7	8.7	177.9	18.4	14.0	3.7	1.2
3	Automobiles & Parts	117.0	7.1	2590.4	7.3	4.5	167.5	10.8	6.5	7.4	3.7
4	Software & Computer Services	94.4	13.6	1116.8	14.3	8.4	171.7	17.4	15.4	3.7	5.9
5	Electronic & Electrical Equipment	57.3	12.4	1174.1	10.0	4.9	126.6	32.9	10.8	5.0	3.7
6	Industrial Engineering	26.7	6.1	828.6	8.8	3.2	73.4	38.1	9.1	3.3	2.9
7	Chemicals	21.5	5.1	826.8	13.1	2.6	100.1	17.4	12.2	1.7	1.7
8	General Industrials	20.0	-0.6	689.7	6.0	2.9	50.8	-9.2	7.4	2.3	-4.1
9	Aerospace & Defence	19.0	-4.3	474.8	2.4	4.0	48.8	21.9	10.3	1.6	0.1
10	Health Care Equipment & Services	14.7	8.5	404.8	6.7	3.6	35.2	2.5	8.7	1.3	6.4
11	Leisure Goods	14.0	1.7	249.9	10.5	5.6	21.2	38.6	8.5	0.8	0.2
12	Construction & Materials	13.0	12.1	944.0	7.7	1.4	85.0	54.2	9.0	3.1	1.7
13	Banks	10.3	2.2	386.9	2.3	2.7	104.0	55.4	30.8	1.6	4.7
14	Fixed Line Telecommunications	8.4	4.9	490.4	0.8	1.7	66.2	4.0	13.7	1.3	-0.9
15	Oil & Gas Producers	7.9	2.4	2119.3	21.3	0.4	122.9	274.1	5.8	2.2	-1.9
Total 39 industries		736.4	8.3	18448.0	9.8	4.0	1909.3	22.6	10.5	55.0	2.1

Source: The 2018 EU Industrial R&D Investment Scoreboard, European Commission, JRC/DG RTD

Come mostrato nella figura sotto riportata, Huawei è il principale operatore di ricerca e sviluppo nel settore della tecnologia, hardware e attrezzature - oltre 10 miliardi di euro - più di Intel e Cisco, nonché di altri concorrenti nel mercato RAN come Ericsson, Nokia e ZTE.



Source: The 2018 EU Industrial R&D Investment Scoreboard. European Commission, JRC/DG RTD.

Effetti del Covid-19: possibile ritardo nell'implementazione della rete 5G

Il coronavirus potrebbe impattare, e non poco, sul roll out delle reti 5G. La cosiddetta Release 16 a cui lavora il 3Gpp⁴⁸ potrebbe essere rilasciata ben oltre rispetto (è peraltro è già stato accumulato un certo ritardo rispetto alla timeline iniziale) agli obiettivi previsti per il 2020. Quel che si teme di più in questo momento è lo slittamento dell'approvazione delle specifiche per la Ran, la rete di accesso ovvero la parte più consistente di tutta l'infrastruttura 5G. La standardizzazione sulle altre componenti è meno "strategica", nel senso che può essere gestita in parallelo e anche in un secondo momento, ma senza le specifiche sulla Ran di fatto si blocca tutta la macchina, considerato che non sarà possibile procedere con la produzione di componenti indispensabili da parte dei vendor.⁴⁹

L'implementazione del 5G nel Regno Unito e in Europa sarà "sicuramente ritardata" dall'epidemia COVID-19, ha affermato Huawei. La società cinese, ha dichiarato che la crisi del coronavirus sta causando ritardi nell'introduzione del 5G e ha avvertito che queste battute d'arresto potrebbero continuare fino a quando la pandemia non sarà sotto controllo. Il vicepresidente di Huawei Victor Zhang ha affermato che il Covid-19 "sicuramente" avrebbe avuto un impatto, ma ha osservato che non sarebbe significativo nel Regno Unito come nel resto d'Europa. Questo è già evidente. La Spagna, uno dei paesi più colpiti dal coronavirus, ha sospeso la sua prossima asta 5G e non è stata ancora fissata una nuova data per l'allocazione delle frequenze a 700MHz. Inoltre, come riporta LightReading, l'Austria Telekom-Control-Kommission ha deciso di posticipare la sua seconda asta 5G, il regolatore francese Arcep ha accantonato la sua asta di frequenze 3,4-3,8 GHz che era originariamente prevista per aprile e la Repubblica Ceca ha respinto la sua asta delle frequenze nelle bande 700MHz e 3.5GHz fino alla metà del 2020. Zhang ha affermato che, in particolare nelle zone rurali, l'attuale copertura della banda larga mobile "non è abbastanza buona" per sostenere lo smart-working. Dato che nessuno sa esattamente quando l'epidemia COVID-19 sarà sotto controllo, è probabile che questi ritardi influenzino anche il lancio dei primi iPhone 5G di Apple, che originariamente dovevano debuttare a settembre. Si può immaginare che Apple sia preoccupata dal fatto che la situazione attuale ridurrà significativamente l'appetito dei consumatori di aggiornare i loro telefoni, il che potrebbe portare a vendite deludenti per il suo primo dispositivo 5G, che spera sarà un "successo".⁵⁰

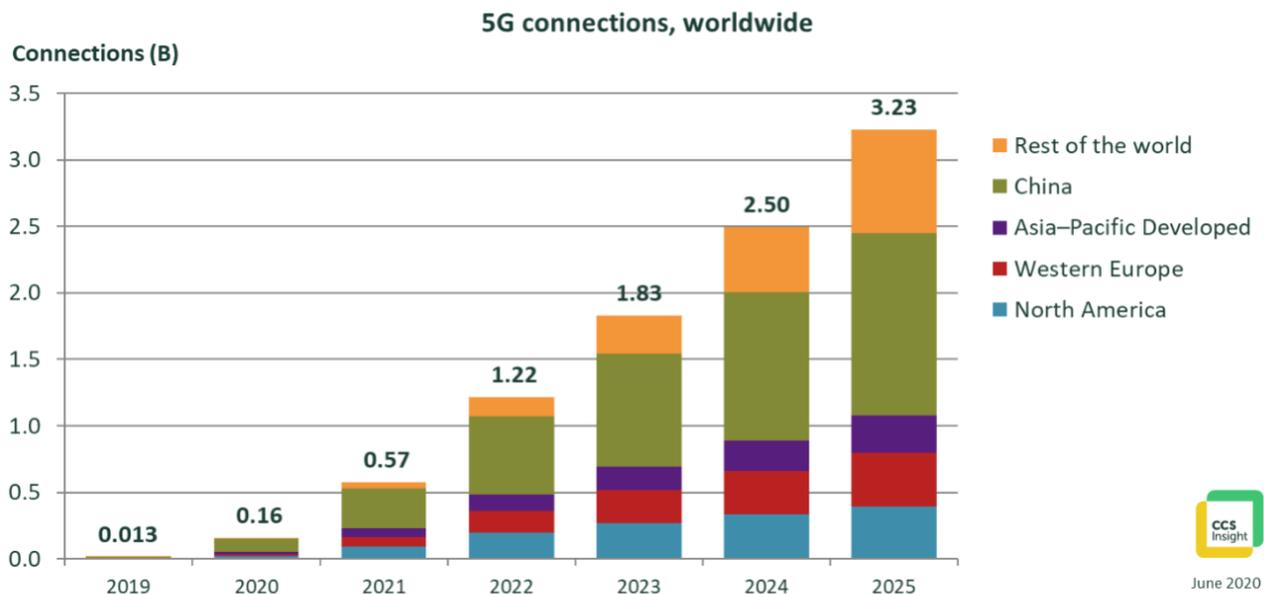
Nonostante i timori posti dall'emergenza Covid-19, l'ultimo report condotto da Business Performance Innovation (BPI) in collaborazione con A10 Networks ha rivelato che il 45% dei fornitori di servizi mobili ha affermato che le loro società "si stanno muovendo rapidamente verso l'implementazione commerciale", dal 26 % dell'anno scorso. Altrove nel rapporto, l'81% ha dichiarato che i progressi del settore verso il 5G si stanno muovendo rapidamente, o almeno in linea con le aspettative. Il 95% degli intervistati ha affermato che la virtualizzazione delle funzioni di rete era importante per i loro piani 5G e circa i tre quarti hanno affermato che le loro aziende erano sulla

⁴⁸ <https://www.3gpp.org/about-3gpp/about-3gpp>

⁴⁹ <https://www.corrierecomunicazioni.it/telco/5g/coronavirus-per-il-5g-si-mette-male-bisognerà-rivedere-la-roadmap-delle-reti/>

⁵⁰ <https://www.forbes.com/sites/carlypage/2020/04/02/5g-delayed-europe-covid-19-pandemic/#6754270447b8>

buona strada o che stavano facendo buoni progressi verso la virtualizzazione.⁵¹ CCS Insight, ha rivisto in rialzo le quotazioni del 5G, attese superare la soglia del primo miliardo di connessioni al mondo entro il 2022. Qualche dubbio, sull'effettiva capacità di tenere il confronto con i mercati travolti dalla pandemia, c'è stato fin dall'inizio, ma ora pare che i nuovi dati, provenienti da tutto il mondo, vadano nuovamente verso un'accelerazione nell'utilizzo di questa tecnologia. Sicuramente, le stime precedenti all'arrivo del virus erano molto più positive delle attuali, ma nonostante tutto, entro il 2025 il numero delle connessioni 5G al mondo raggiungerà le 3,2 miliardi di unità. Nella figura in basso sono riportate il numero di connessioni 5G attese anno per anno fino al 2025.



Source: CCS Insight

Ne consegue, che entro quella data una connessione mobile su quattro sarà 5G a livello globale, di cui una su tre sarà localizzata in Cina. Qui, infatti, già nel 2024 sono attese oltre 1 miliardo di connessioni 5G.⁵²

CAPITOLO 3 – Fattori rilevanti per lo sviluppo della rete 5G individuati dall'AGCM

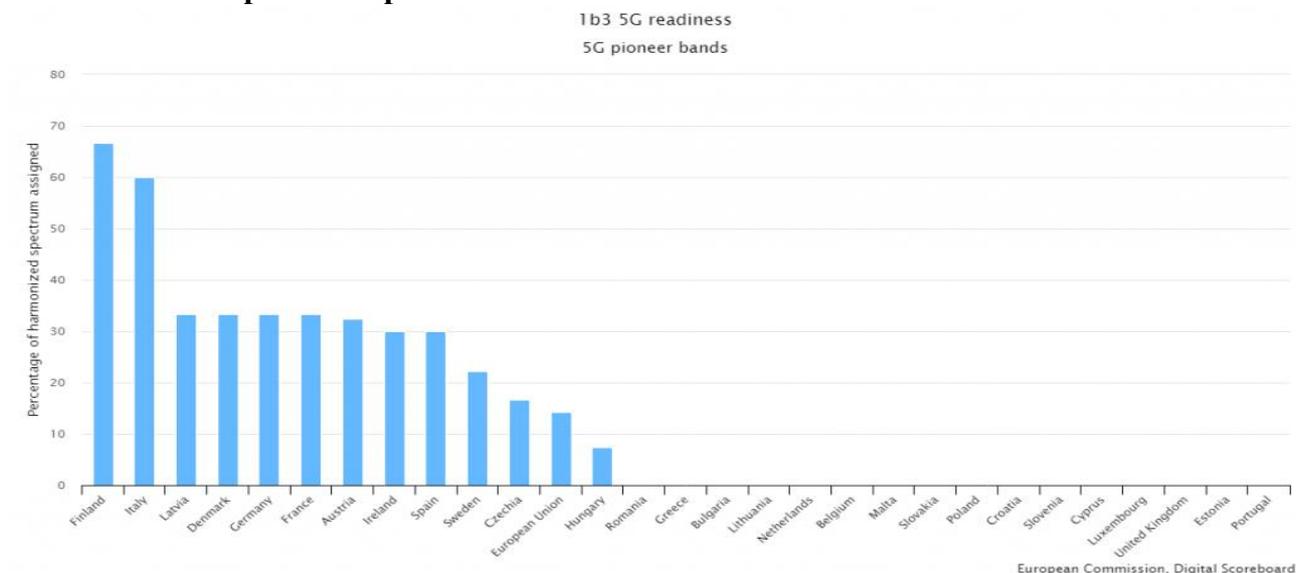
L'indice DESI, prodotto annualmente dalla Commissione europea, posiziona l'Italia al 24° posto complessivo in Europa per quanto riguarda la digitalizzazione dell'economia e della società, ma è al 2° posto proprio in relazione allo stato di avanzamento della diffusione del 5G. L'Italia, si trova dunque, in una prospettiva di relativo vantaggio rispetto agli altri stati europei. In particolare l'indice DESI relativo alla "5G readiness" è composto da 5 indicatori, ovvero l'adozione di strategie o roadmap per l'implementazione del 5G, i trials 5G, l'assegnazione effettiva dello spettro, le città in 5G (in cui è stato annunciato il lancio di servizi commerciali o dove si stanno effettuate sperimentazioni finalizzate al lancio di tali servizi) e i corridoi internazionali 5G (dove sono in fase

⁵¹ <https://www.capacitymedia.com/articles/3825577/covid-19-unlikely-to-delay-5g-deployments>

⁵² <https://www.key4biz.it/5g-il-virus-non-ferma-la-nuova-rete-attese-32-miliardi-di-connessioni-nel-mondo-entro-il-2025/309513/>

di test i sistemi 5G applicati a soluzioni di mobilità connessa e sostenibile). In quasi tutti questi segmenti l'Italia risulta all'avanguardia.⁵³

5G readiness dei paesi europei:



Fonte: Commissione Europea, Digital Scoreboard (giugno 2019)

L'AGCM⁵⁴ ha condotto varie indagini conoscitive nella quali sono stati segnalati i fattori che possono avere un impatto significativo sulla concorrenza e sullo sviluppo della rete 5G, con l'obiettivo di non vanificare l'impegno che l'Italia ha profuso muovendosi in anticipo rispetto ad altri Paesi europei nell'assegnazione delle frequenze. Questi consistono in:

1. Ostacoli all'installazione di impianti di telecomunicazione mobile dovuto alle normative locali (comunali e provinciali) e regionali.

L'analisi dei procedimenti che regolano l'installazione degli impianti di telecomunicazione ha portato alla luce diverse criticità concorrenziali, derivanti dalla regolamentazione locale (comunale e provinciale) o regionale, che hanno l'effetto di rallentare o ostacolare la realizzazione delle reti di telecomunicazione mobile comportando una copertura incompleta, incrementando i costi amministrativi e determinando una discriminazione tra operatori storici e nuovi operatori, nonché tra tecnologie pre-esistenti e nuove tecnologie. La prima tipologia di criticità deriva dalla circostanza che numerosi regolamenti comunali adottati ai sensi dell'articolo 8, comma 6, della Legge 22 febbraio 2001, n. 36, recante "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", presentano criteri di localizzazione che precludono e/o fortemente limitano l'installazione di impianti di telecomunicazione in ampie porzioni del territorio comunale. La maggior parte dei regolamenti comunali, infatti, prescrive criteri di localizzazione degli impianti che non tengono conto delle esigenze tecniche legate all'architettura della rete e agli obiettivi di copertura del servizio offerto dagli operatori, risultando non proporzionati in quanto non permettono, in molti casi, l'installazione degli impianti e, quindi, impediscono la copertura di rete.

⁵³ https://d110erj175o600.cloudfront.net/wp-content/uploads/2019/10/1.-Rapporto_Ores_Completo-v5-1.pdf

⁵⁴ L'Autorità Garante della Concorrenza e del Mercato è una Autorità amministrativa indipendente che svolge la sua attività e prende decisioni in piena autonomia rispetto al potere esecutivo.

E' sovente, infatti riscontrare divieti di installazione in ampie zone del territorio, soprattutto nelle aree a destinazione residenziale, che restringono fortemente gli ambiti in cui gli operatori possono di fatto collocare i propri impianti, inibendo così lo sviluppo, se non addirittura, la realizzazione stessa della rete. Tali restrizioni sono state ritenute illegittime sia dalla giurisprudenza costituzionale, sia dalla giurisprudenza amministrativa, in quanto si traducono in un divieto tout court di installazione in ampie zone del territorio, senza alcun bilanciamento puntuale e concreto dei differenti interessi pubblici da tutelare, in violazione del disposto di cui all'articolo 86, comma 3, del Decreto Legislativo n. 259/2003, il quale ha assimilato gli impianti di comunicazioni elettroniche alle opere di urbanizzazione primaria e a carattere di pubblica utilità. Un'ulteriore criticità riguarda la violazione o la erronea applicazione delle procedure di autorizzazione previste dal Codice delle Comunicazioni. A tal proposito si segnala innanzitutto che – in contrasto con l'obiettivo fissato dal Codice delle Comunicazioni e dalla Legge Quadro di definire un processo di autorizzazione specifico, unitario, semplificato e con tempi certi – molti Comuni continuano a imporre agli operatori la presentazione del permesso a costruire sebbene, come previsto dagli articoli 86 e ss. del Codice delle Comunicazioni Elettroniche e confermato dalla giurisprudenza, l'installazione di impianti di telecomunicazione non è assoggettabile alle procedure previste per il rilascio di concessione edilizia di cui al Testo Unico sull'edilizia (D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380). Inoltre, alcuni regolamenti locali prescrivono una documentazione da allegare alle istanze per l'installazione di impianti per telecomunicazioni ulteriore e maggiormente dettagliata rispetto a quella prescritta dal Codice delle Comunicazioni Elettroniche, in contrasto non solo con i principi, di derivazione europea, di semplificazione e non aggravamento del procedimento amministrativo. Inoltre, ulteriori criticità derivano dalla modalità di presentazione dell'istanza di autorizzazione, in quanto spesso i moduli utilizzati sono difformi rispetto a quelli previsti dal Codice delle Comunicazioni Elettroniche, le modalità di presentazione delle domande sono eterogenee (via PEC, in modalità cartacea, tramite sportello unico) e, in alcuni casi, non vengono individuati gli Uffici preposti a gestire il processo di autorizzazione.

L'Autorità, ha auspicato l'adozione di un indirizzo nazionale al fine di uniformare l'iter autorizzativo da seguire in caso di realizzazione di impianti di telecomunicazione, definendo chiaramente le procedure e i moduli da utilizzare e chiarendo le disposizioni che possono dar luogo a dubbi interpretativi e applicativi idonei a rallentare gli investimenti, con l'obiettivo di trovare soluzioni in linea con gli strumenti individuati dalla Direttiva 2014/61/UE recante misure volte a ridurre i costi dell'installazione di reti di comunicazione elettronica ad alta velocità.

2. Accordi tra operatori mobili per la realizzazione congiunta e la condivisione delle reti 5G.

Nel mese di febbraio, Vodafone e TIM hanno annunciato di aver sottoscritto un Memorandum d'Intesa non vincolante in relazione a una potenziale partnership per condividere la rete attiva ed ampliare l'attuale accordo di condivisione dell'infrastruttura passiva. L'accordo si tradurrebbe in uno sviluppo congiunto dell'infrastruttura 5G, e riguarderebbe anche la condivisione degli apparati attivi anche delle rispettive reti 4G esistenti. Le due aziende, inoltre, stanno valutando fattibilità e contenuti di una possibile aggregazione in una sola entità delle rispettive torri di trasmissione in Italia. Anche Wind e Fastweb hanno recentemente annunciato un accordo strategico per lo sviluppo delle reti 5G, di durata decennale. La rete 5G condivisa dovrebbe includere sia macro siti che micro-celle, connessi attraverso la fibra di Fastweb, in grado di coprire il 90% della popolazione entro il 2026. Tali accordi possono potenzialmente generare sinergie ed efficienze in termini di investimenti, ma possono anche avere significative ricadute concorrenziali. Si tratta, infatti, di accordi tra operatori concorrenti che hanno tradizionalmente sviluppato e gestito in autonomia le proprie reti mobili, potenzialmente idonei ad incidere sulla concorrenza. Al riguardo non è possibile allo stato aggiungere altro, posto che l'Autorità dovrà esaminare i diversi profili dei suddetti accordi.

3. Principio della neutralità della rete (net neutrality).

La neutralità della rete è tutelata dall'art. 3 del Regolamento n. 2120/2015 (TSM – Telecoms Single Market – Regulation), rubricato “Salvaguardia dell’accesso a un’Internet aperta”, che afferma il principio per cui tutto il traffico deve essere trattato in maniera uguale, senza discriminazioni, restrizioni o interferenze, e a prescindere dalla fonte e dalla destinazione, dai contenuti cui si è avuto accesso o che sono stati diffusi, dalle applicazioni o dai servizi utilizzati o forniti, o dalle apparecchiature terminali utilizzate. Nelle reti 5G le tecniche di slicing e di orchestration consentono di creare e gestire separazioni virtuali nelle reti, ottimizzando la connessione in funzione della tipologia del servizio. Ciò in quanto alcuni servizi potranno avere bisogno di una capacità di trasmissione elevata e continua mentre altri servizi avranno l’esigenza di connettere numerosi dispositivi che generano bassi livelli di traffico. L’architettura delle reti 5G, dunque, può consentire forme di management del traffico idonee a migliorare la performance e la flessibilità complessiva del sistema. Ai sensi del vigente regolamento, il principio di neutralità non proibisce all’ISP (Internet Service Provider) di adottare misure ragionevoli di gestione del traffico. Tali misure sono considerate ragionevoli nella misura in cui sono non discriminatorie e proporzionate e non sono basate su considerazioni di ordine commerciale, ma su requisiti di qualità tecnica del servizio obiettivamente diversi di specifiche categorie di traffico; inoltre, tali misure non devono attribuire all’ISP la possibilità di controllare i contenuti specifici e sono mantenute per il tempo strettamente necessario. In secondo luogo, in tre casi eccezionali, gli ISP possono adottare misure di gestione del traffico che vanno oltre il management ragionevole:

- quando vi è un obbligo legale in tal senso (si pensi ad esempio a disposizioni penali o di protezione del diritto d’autore);
- per gestire una situazione di temporanea congestione della rete;
- per ragioni legate alla sicurezza della rete (ad es. per evitare attacchi cibernetici).

La neutralità della rete, dunque, non appare ad oggi costituire un ostacolo né agli investimenti né tanto meno alla sicurezza delle reti, ma rimane necessario per garantire un ecosistema Internet aperto e dinamico. Il principio di non discriminazione, infatti, ha una forte valenza concorrenziale: gli ISP non possono vendere corsie preferenziali sulla banda larga ai produttori di contenuti digitali più ricchi e quindi maggiormente propensi a pagare per veicolare i propri contenuti più velocemente o con una migliore qualità. La neutralità della rete, dunque, garantisce parità di trattamento alle imprese attive nell’ampio ecosistema di Internet, stimolando l’innovazione. Si tratta di un obiettivo di policy particolarmente importante, anche alla luce dell’elevato livello di concentrazione che hanno raggiunto diversi mercati digitali e l’importanza di agevolare l’ingresso e la crescita sul mercato di start-up innovative. Al contempo, il principio di neutralità della rete rappresenta uno strumento per garantire la libertà di espressione tanto degli utenti quanto dei fornitori di contenuti e servizi. Una libertà tutelata, tra l’altro, dall’art. 21 della Costituzione che stabilisce che tutti hanno diritto di manifestare liberamente il proprio pensiero con la parola, lo scritto e ogni altro mezzo di diffusione.⁵⁵

Vi sono altri due importanti tematiche sulla quale l’AGCM ha svolto la sua attività di advocacy⁵⁶:

4. Cybersecurity
5. Limiti elettromagnetici estremamente ridotti rispetto alla media degli altri paesi europei

I punti 4 e 5 verranno trattati nel dettaglio nei successivi paragrafi.

⁵⁵ <https://www.agcm.it/dotcmsdoc/audizioni-parlamentari/Audizione-20190918.pdf>

⁵⁶ Identifica il supporto attivo e la promozione da parte di individui che mirano ad influenzare le politiche pubbliche e l’allocazione delle risorse all’interno dei sistemi politici, economici e sociali e relative istituzioni.

3.1 Evoluzione normativa sul tema della cybersecurity delle reti in Italia

La crescente centralità delle reti digitali e l'importanza degli interessi in gioco a livello economico, sociale e geopolitico ha portato la cybersecurity decisamente sotto i riflettori per quanto concerne la regolazione sia a livello nazionale che a livello europeo. Le decisioni degli operatori in materia di sicurezza cibernetica possono potenzialmente generare esternalità⁵⁷ sistemiche di grande impatto; nel lungo periodo, i costi per la società derivanti dai rischi di reti non sicure possono ben eccedere i risparmi conseguibili da un operatore nel breve periodo per l'acquisto di dispositivi meno costosi. Secondo quanto rilevato dall'AGCM, l'incertezza delle regole costituisce uno dei principali ostacoli alle scelte di investimento e impedisce il funzionamento di un mercato efficiente. Si tratta di costi particolarmente elevati proprio in quei settori ad alta intensità tecnologica e innovativa, nelle quali le imprese devono continuamente assumere decisioni di investimento.

Relativamente al versante comunitario, l'azione della Commissione europea è partita con l'adozione della Strategia europea sulla cybersecurity (2013) che aveva l'obiettivo di contribuire a garantire (in collaborazione con gli altri attori nazionali e sovranazionali) un cyberspazio "open, safe and secure". Prosegue con la direttiva 2016/1148 (la cosiddetta direttiva NIS), recante misure per un livello comune elevato di sicurezza delle reti e dei sistemi informativi nell'Unione, che aveva l'obiettivo di eliminare le disparità, derivanti sia da capacità disuguali dei singoli Stati membri in materia di regolamentazione della sicurezza delle reti e dell'informazione, ma sia soprattutto in termini di politiche e di livello di protezione, che avevano creato barriere nel mercato interno. Dette disorganicità normative, in virtù dell'interconnessione tra le reti, comportavano che la sicurezza generale delle reti informatiche dell'UE risultasse fortemente indebolita dagli Stati membri che adottavano a loro interno un livello insufficiente di protezione. Infine il Regolamento n. 881/2019 del 17 aprile 2019 (noto come "Cybersecurity Act") traccia le regole da seguire per l'elaborazione dei certificati europei di cyber-sicurezza. Questi attestano che un determinato prodotto, servizio o processo TIC è stato oggetto di una valutazione di conformità secondo i requisiti di sicurezza specifici stabiliti da un sistema europeo di certificazione, ricevendo, quindi, automatico riconoscimento in tutti gli Stati membri. La Commissione europea ha anche adottato la Raccomandazione n. 2019/534 sulla cybersecurity delle reti 5G (marzo 2019), con la quale ha evidenziato i rischi di cybersecurity nelle reti 5G e presentato orientamenti sulle opportune misure di analisi e gestione dei rischi a livello nazionale, insieme ad una valutazione coordinata a livello europeo e alla definizione di un processo per lo sviluppo di un insieme di strumenti comuni volti a garantire la migliore gestione dei rischi. La medesima raccomandazione ha delineato una roadmap chiara e stringente che incoraggiava gli Stati membri ad effettuare, entro il 30 giugno 2019, una valutazione dei rischi dell'infrastruttura 5G, anche identificando gli elementi più sensibili in relazione ai quali le violazioni della sicurezza avrebbero un impatto negativo significativo, nonché a rivedere i requisiti di sicurezza e i metodi di gestione dei rischi applicabili a livello nazionale. Inoltre, la raccomandazione ha invitato gli Stati membri a cooperare con la Commissione per valutare gli effetti di quanto previsto dalla stessa, entro il 10 ottobre 2020, al fine di determinare le ulteriori modalità di azione.

Relativamente al versante nazionale, abbiamo assistito ad una continua evoluzione della disciplina sulla sicurezza cibernetica.

⁵⁷ In economia, vengono definite come gli effetti positivi o negativi che l'attività di un'unità economica (individuo, impresa ecc.) esercita, al di fuori delle transazioni di mercato, sulla produzione o sul benessere di altre unità. In altre parole, senza che chi ha subito tali effetti riceva una compensazione (nel caso di impatto negativo) o paghi un prezzo (nel caso di impatto positivo) pari al costo o al beneficio sopportato/ricevuto.

Evoluzione della normativa riguardante la cybersecurity in Italia:



Fonte: (Da Empoli, et al., 2019)

Il punto di partenza, storicamente, è segnato dall'introduzione nel nostro ordinamento, ad opera del decreto legge numero 332 del 1994, convertito con la legge numero 47 del 30 luglio 1994, della golden share, che fa riferimento alla conservazione da parte dello Stato, nell'ambito di procedure di privatizzazione di imprese in origine pubbliche, di una partecipazione azionaria con poteri esorbitanti rispetto a quelli spettanti a un normale azionista. Il decreto legge numero 21 del 15 marzo 2012, invece, ha segnato il passaggio dalla golden share al cosiddetto golden power, con cui si fa riferimento a una serie di poteri esercitabili nei settori della difesa e della sicurezza nazionale nonché in alcuni ambiti di attività definiti di rilevanza, in relazione a tutte le società, sia pubbliche che private. Ma cosa prevedono questi poteri? Quanto sono pervasivi? In pratica si possono imporre specifiche condizioni all'acquisto di partecipazioni in imprese strategiche nel settore della difesa e della sicurezza o porre il veto all'adozione di delibere relative a operazioni straordinarie o di particolare rilevanza, incluse le modifiche di clausole statutarie eventualmente adottate in materia di limiti al diritto di voto o al possesso azionario. Ma ci si può anche opporre all'acquisto di partecipazioni, ove l'acquirente arrivi a detenere un livello della partecipazione al capitale in grado di compromettere gli interessi della difesa e della sicurezza nazionale. Lo stesso decreto ha fissato termini e procedure da osservare, prescrivendo specifici obblighi di notifica in capo alle aziende interessate. Successivamente, il decreto legge numero 148 del 2017, convertito con la legge numero 172 del 2017, è intervenuto sulla disciplina dettata dal decreto legge numero 21 del 2012, estendendo l'esercizio dei poteri speciali applicabili nei settori dell'energia, delle comunicazioni e dei trasporti agli asset "ad alta intensità tecnologica".⁵⁸

La sicurezza cibernetica è stata oggetto di molteplici interventi sia da parte del Governo Conte I che da parte del Governo Conte II. Per quanto riguarda il primo, a marzo 2019 l'ex Governo giallo-verde ha utilizzato il decreto Brexit per estendere il Golden Power al settore delle telecomunicazioni, e in particolare sono inclusi nelle attività di rilevanza strategica per il sistema di difesa e sicurezza nazionale i servizi di comunicazione elettronica a banda larga basati sulla tecnologia 5G. Nel dettaglio questo provvedimento ha garantito:

- Il controllo anche sugli accordi tra operatori di rete e fornitori di apparati 5G.
- L'obbligo di notifica sulla stipula di contratti o accordi aventi ad oggetto l'acquisto di beni o servizi relativi alla progettazione, alla realizzazione, alla manutenzione e alla gestione delle

⁵⁸ <https://www.i-com.it/2020/04/10/golden-power-legge/>

reti 5G, ovvero l'acquisizione di componenti ad alta intensità tecnologica funzionali alla predetta realizzazione o gestione.

Entrambe le operazioni sopra descritte erano sottoposte a notifica qualora poste in essere con "soggetti esterni all'Unione europea". Inoltre, l'art. 1 bis prevedeva la possibilità di adottare con DPCM misure di semplificazione delle modalità di notifica, dei termini e delle procedure relativi all'istruttoria. Il Dl n. 64 del 2019 ha ulteriormente rafforzato tali poteri, allungando le tempistiche per esercitarli (da 15 a 45 giorni per esercitare il controllo e da 10 a 30 per richiedere informazioni aggiuntive) e introducendo la possibilità di comminare forti sanzioni. In particolare, la nuova disposizione prescriveva l'invio alla Presidenza del Consiglio dei ministri, entro dieci giorni dalla conclusione di un contratto o accordo, di un'informativa completa, in modo da consentire l'eventuale esercizio del potere di veto o l'imposizione di specifiche prescrizioni o condizioni, e fissava in 45 giorni dalla notifica il termine entro cui il Presidente del Consiglio dei ministri avrebbe potuto comunicare l'eventuale veto, ovvero l'imposizione di specifiche prescrizioni o condizioni. Molto rilevante per l'impatto che poteva esercitare sulle imprese appariva la disposizione che attribuiva al Governo, nell'esercizio dei poteri speciali, la facoltà di ingiungere all'impresa acquirente e all'eventuale controparte il ripristino, a proprie spese, della situazione anteriore. Lo stesso Governo Conte I ha poi approvato il disegno di legge "in materia di perimetro di sicurezza nazionale cibernetica" (19 luglio 2019) che a regime prevedeva l'individuazione di amministrazioni pubbliche e aziende da includere nel perimetro di sicurezza e definiva le procedure di notifica e le misure volte a garantire la sicurezza delle informazioni (così come ruoli e compiti delle strutture incaricate di vigilare, in particolare il nascente CVCN). Tale disegno di legge, in particolare:

- definiva le finalità del perimetro e le modalità di individuazione dei soggetti pubblici e privati che entravano a farne parte, nonché delle rispettive reti, dei sistemi informativi e dei servizi informatici rilevanti per le finalità di sicurezza nazionale cibernetica per i quali si applicavano le misure di sicurezza e le procedure descritte;
- introduceva un sistema di procurement più sicuro per i soggetti rientranti nel perimetro che intendevano procedere all'affidamento di forniture di beni e servizi ICT destinati a essere impiegati sulle reti, sui sistemi e per i servizi rilevanti;
- attribuiva competenza al Ministero dello sviluppo economico per i soggetti privati inclusi nel perimetro e all'Agenzia per l'Italia Digitale (AgID) per le amministrazioni pubbliche;
- introduceva un sistema di vigilanza e controllo sul rispetto degli obblighi e procedure introdotti fissando inoltre le sanzioni connesse ad eventuali violazioni degli stessi;
- prevedeva attività di ispezione e verifica da parte delle strutture specializzate in tema di protezione di reti e sistemi nonché, per quanto riguarda la prevenzione e il contrasto del crimine informatico, delle Amministrazioni da cui dipendono le Forze di polizia e le Forze armate, che avevano il compito di comunicarne gli esiti.

Centrale, nell'impianto delineato dal disegno di legge, appariva il ruolo del Centro di valutazione e certificazione nazionale (CVCN) – istituito a febbraio 2019 ma ancora non operativo – al quale veniva attribuito il potere di imporre condizioni e test di hardware e software sulla base di una valutazione del rischio, nonché il dovere di segnalare la mancata collaborazione per l'effettuazione delle attività di test, dei soggetti individuati quali fornitori di beni, sistemi e servizi destinati alle reti, ai sistemi e ai servizi rilevanti al MiSE o all'AGID a seconda della natura privata o pubblica del soggetto destinatario della fornitura. Lo stesso disegno di legge affidava a tre successivi DPCM e ad un regolamento, da adottarsi rispettivamente entro sei mesi ed un anno dall'entrata in vigore della legge, l'individuazione dei soggetti rientranti nel perimetro e dei criteri per la formazione degli elenchi delle reti, dei sistemi e dei servizi rilevanti, nonché la disciplina dei termini e delle modalità attuative. Rilevante appariva anche la previsione che imponeva ai soggetti rientranti nel

perimetro di sicurezza nazionale cibernetica di predisporre e comunicare (ad AGID o al Ministero), con cadenza almeno annuale, un elenco delle reti, dei sistemi informativi e dei servizi informatici di rispettiva pertinenza, comprensivo della relativa architettura e componentistica secondo criteri la cui fissazione veniva affidata all'organismo tecnico di supporto al CISR.

In seguito alla crisi di Agosto 2019, il nuovo Governo Conte II ha effettuato due ulteriori azioni:

In primo luogo, pur lasciando decadere il Dl n. 64 del 2019, ne ha esercitato fino all'ultimo i poteri, esaminando nella prima seduta utile del nuovo CdM (5 settembre) le notifiche presentate da Vodafone, Wind e Fastweb relative alle forniture di apparecchiature 5G. In secondo luogo, il 18 settembre 2019 ha approvato un decreto-legge che sostituisce il precedente Ddl sulla cybersecurity, riproponendo l'impianto già definito a luglio (individuazione di enti e soggetti pubblici e privati da includere nel perimetro di sicurezza cibernetica, sistema di procurement più sicuro, sistema di vigilanza e sanzioni e assegnazione al CVCN di una serie di competenze tra cui il potere di imporre condizioni e test di hardware e software).

Inoltre sono state aggiunte tre disposizioni:

- sono state spostate sotto la Presidenza del Consiglio le attività già individuate nel disegno di legge in relazione ai soggetti pubblici;
- sono stati ridotti, rispettivamente, a quattro e dieci mesi, i termini per individuare i soggetti da includere nel perimetro cibernetico;
- è stato assegnato all'Esecutivo il potere di modificare o integrare le misure prescrivendo la sostituzione di apparati e prodotti anche in caso di contratti già autorizzati con DPCM.⁵⁹

3.2 Limiti elettromagnetici italiani ridotti rispetto agli standard ICNIRP

Il 2020, così come previsto dal 5G Action Plan, sarà l'anno in cui verrà costruita la rete 5G, perciò è improrogabile valutare come i limiti di esposizione ai campi elettromagnetici vigenti in Italia possano incidere sullo sviluppo della nuova rete. A tal fine è stato condotto uno studio dal Politecnico di Milano. Il 5G espone a un "inquinamento" elettromagnetico molto inferiore rispetto a 2G/3G/4G. Le antenne degli impianti delle generazioni precedenti (4G, 3G, 2G) sono statiche, ovvero il modo in cui irradiano la potenza nelle varie direzioni non cambia nel tempo. Come conseguenza, l'efficienza delle antenne statiche non è particolarmente elevata perché invece che trasmettere istante per istante solo nella direzione del terminale d'utente, irradiano anche inutilmente in altre direzioni. Le antenne usate dal 5G (massive MIMO) sono dinamiche e irradiano potenza selettivamente mediante un fascio stretto solo nella direzione dove si trova il terminale d'utente e solo nella misura richiesta dalla qualità del collegamento. La direzione cambia molto velocemente con granularità temporale dell'ordine dei millisecondi. Questo si traduce in una maggiore efficienza e in un minor inquinamento elettromagnetico perché la potenza non viene irradiata in direzioni inutili.

Allo scopo di proteggere la popolazione da eventuali effetti sulla salute provocati dalla esposizione ai campi elettromagnetici, sono state messe a punto dagli Organismi preposti delle Linee Guida internazionali che individuano limiti di esposizione cautelativi valutati e fissati sulla base di verifiche ed evidenze scientifiche circa gli effetti di tale esposizione. A tali Linee Guida fanno diretto riferimento le legislazioni nazionali della stragrande maggioranza dei Paesi europei ed extraeuropei. Tutte le frequenze utilizzate dal 5G, incluse le spesso citate onde millimetriche, ricadono ampiamente all'interno di quelle considerate dalle linee guida. A livello internazionale le

⁵⁹ https://d110erj175o600.cloudfront.net/wp-content/uploads/2019/10/1.-Rapporto_Ores_Completo-v5-1.pdf

linee guida per la sicurezza dell'esposizione a campi elettromagnetici a radio frequenza sono state sviluppate principalmente da due organismi scientifici:

- ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection)
- IEEE ICES (IEEE International Committee on Electromagnetic Safety).

Entrambi i comitati non si occupano di problemi sociali, economici o politici ed hanno come membri esperti selezionati sulla base delle loro competenze scientifiche. Sono organizzazioni non governative riconosciute dall'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità), dall'ILO (Organizzazione Internazionale del Lavoro) e dalla UE (Unione Europea).

La procedura per la formulazione delle linee guida internazionali prevede:

- una revisione critica di tutta la letteratura scientifica, mirata ad identificare gli eventuali effetti nocivi per la salute legati all'esposizione ai campi elettromagnetici;
- l'identificazione delle soglie di rischio definite come il livello di esposizione più basso, al di sotto del quale non sono stati riscontrati effetti sul corpo umano;
- la formulazione dei limiti di esposizione mediante l'applicazione di fattori di riduzione di tali soglie, noti come fattori di sicurezza, atti a garantire in via cautelativa la protezione della popolazione.

L'ICNIRP ha pubblicato nel 1998 le raccomandazioni ancora attualmente vigenti, che sono state sottoposte a revisione nel corso del 2018 dopo un lungo lavoro di rassegna e valutazione della letteratura internazionale intervenuta nei 20 anni successivi all'emissione delle Linee Guida originarie. L'esito formale del processo di revisione è atteso prima dell'estate prossima, ma i contenuti della revisione sono già noti dall'anno scorso e sostanzialmente confermano le Linee Guida già pubblicate nel 1998.⁶⁰

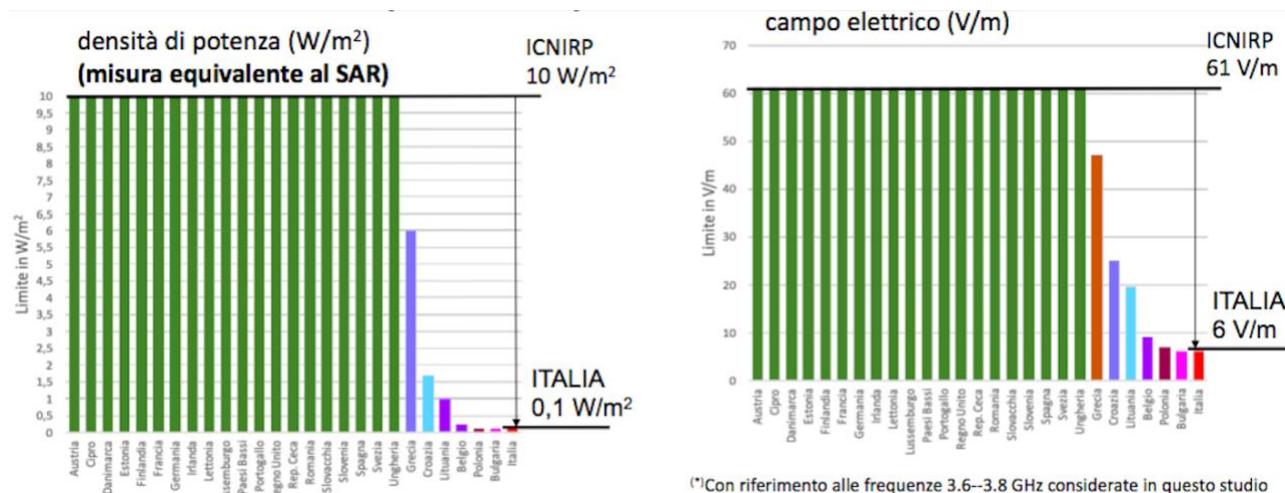
Le grandezze fisiche di riferimento utilizzate per fissare i limiti sono il SAR (Specific Absorption Rate) misurato in W/kg (watt per chilogrammo), che misura la potenza assorbita dal corpo, e la densità di potenza (P) in W/m² (watt per metro quadro), che è la grandezza fisica caratterizzante la propagazione dell'onda elettromagnetica nell'ambiente. Il fattore di sicurezza applicato dalle linee guida internazionali è pari a 50 per la popolazione generale esposta al campo; dunque i limiti fissati dalle raccomandazioni sono 50 volte inferiori rispetto ai valori di soglia minima per i quali sono stati osservati degli effetti sanitari. Per comodità il valore limite è equivalentemente fissato anche in termini di campo elettrico (E) in V/m (volt al metro), legato alla radice quadrata della densità di potenza. Applicando il fattore di sicurezza, le linee guida ICNIRP indicano, per lo spettro di frequenze 3.6-3.8 GHz, un valore limite di 61 V/m, pari a circa 10 W/m².

La normativa italiana di riferimento (DPCM 8 luglio 2003, successivamente modificato dal D.L. 179/2012, convertito dalla Legge 17/12/2012 n. 221) in esecuzione della 22 febbraio 2001, n. 36, applica un ulteriore fattore precauzionale e indica un limite di 6 V/m, pari a circa 0.1 W/m², arrivando dunque ad un fattore di riduzione complessivo sul SAR circa 5000 volte inferiore (con riferimento alle frequenze considerate in questo studio) rispetto ai valori di soglia minimi per i quali sono stati osservati degli effetti e 100 volte inferiore rispetto ai limiti ICNIRP.

Per quanto riguarda i limiti di esposizione previsti per legge nell'Unione Europea, si può osservare che la maggior parte degli stati membri ha adottato come normativa nazionale le linee guida ICNIRP del 1998.

⁶⁰ <https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPrfgdl2020.pdf>

Limiti di emissione nei paesi della UE, per lo spettro di frequenze 3.6-3.8 GHz, in V/m e in W/m² (il SAR è direttamente legato alla misura in W/m²):



Fonte: (Capone, 2019)

L'applicazione delle Linee Guida comporta dei vincoli nella progettazione e gestione di grandi infrastrutture di servizio (come i trasmettitori televisivi e le stazioni radio base delle reti radiomobili). I vincoli hanno lo scopo di proteggere la popolazione che si trova nelle immediate vicinanze (di solito dell'ordine dei metri o poche decine di metri) delle stazioni radio della rete, mentre l'effetto sul resto della popolazione che si trova a distanza maggiore è largamente trascurabile. Nella progettazione delle infrastrutture, l'applicazione dei vincoli derivanti dalle linee guida si basa su limiti ai valori di grandezze misurabili relative al campo elettromagnetico generato tramite antenne dagli apparati trasmettenti. Oltre ai vincoli di esposizione elettromagnetica, la progettazione considera gli obiettivi di copertura dell'area (percentuale di area servita), di qualità del servizio (velocità in bit al secondo garantita) e di capacità della rete (numero di utenti e traffico generato). I valori dei limiti di esposizione elettromagnetica hanno ovviamente un impatto sulle caratteristiche della rete progettata. In particolare, limiti bassi richiedono l'utilizzo di un maggior numero di stazioni radio base rispetto al caso di limiti più alti per raggiungere gli stessi obiettivi di copertura e qualità. Ciò perché l'abbassamento della potenza elettromagnetica emessa in caso di limiti stringenti porta ad una riduzione dell'area raggiunta dal segnale e della sua qualità (che dipende dal livello di potenza ricevuto dal terminale d'utente), che deve essere compensata con l'installazione di un maggior numero di stazioni radio. Quando viene introdotta una nuova tecnologia, come nel caso di quella 5G, la progettazione e l'implementazione della rete sfrutta per quanto possibile l'infrastruttura esistente realizzata con il susseguirsi delle generazioni tecnologiche precedenti; vengono cioè impiegati i siti fisici dove sono già installati gli impianti delle stazioni radio base. L'aggiunta degli apparati e delle antenne della nuova tecnologia che opera nello spettro di frequenze ad essa assegnato negli stessi siti comporta una valutazione del rispetto dei limiti di esposizione considerando la potenza emessa complessivamente da tutti i sistemi in tutte le frequenze e da parte di tutti gli operatori che condividono il sito. Nei siti nei quali la progettazione delle tecnologie precedenti abbia portato valori di esposizione prossimi ai limiti, l'aggiunta di una nuova tecnologia come il 5G può risultare impossibile, e l'effetto di aumento del numero di siti dovuto a limiti stringenti può risultare in qualche modo amplificato. Ovviamente, la necessità di realizzare i nuovi siti imposti dai limiti vigenti comporta all'operatore di rete maggiori interventi tecnologici sul territorio (dovuti alla costruzione del sito, acquisto e installazione degli apparati d'impianto) e oneri operativi di esercizio (dovuti all'occupazione dello spazio per l'acquisizione dei siti, alla gestione del maggior numero di apparati e al consumo energetico). Inoltre, l'identificazione di nuovi luoghi dove poter costruire un sito per apparati radiomobili è un processo sempre più

difficile e lento a causa del progressivo esaurimento nei centri urbani di luoghi adeguati (palazzi alti con posizioni favorevoli alla copertura) e della scarsa disponibilità dei proprietari, tale da costituire un potenziale rallentamento nell'introduzione della nuova tecnologia 5G.⁶¹

Impatto dei limiti delle onde elettromagnetiche su qualità e caratteristiche delle reti 5G

Lo studio condotto dal Politecnico di Milano⁶², per la stima dell'impatto dei limiti di esposizione al campo elettromagnetico sulla qualità della rete 5G in Italia si basa su delle simulazioni di propagazione elettromagnetica effettuate dagli operatori mobili. Queste sono state ottenute utilizzando strumenti di simulazione, dati di progetto radio e mappe del territorio digitali comunemente utilizzati dagli operatori allo scopo. La progettazione si è basata sull'utilizzo dello spettro di frequenze 3.6-3.8 GHz, tipico dei servizi radicalmente innovativi a più elevate prestazioni e possibili solo grazie alle reti 5G. Per ovvi motivi di complessità e di tempo necessario, non è stato possibile fare una pianificazione dettagliata dell'intera rete nazionale, ma sono state fatte delle assunzioni semplificative. La simulazione è stata svolta considerando un insieme di città campione di diverse dimensioni, considerate ragionevolmente significative da poter rappresentare le diverse tipologie di situazioni di urbanizzazione presenti nelle reti dei diversi operatori e da consentire una estrapolazione a livello nazionale. Nelle simulazioni, ciascun operatore ha considerato gli impianti radio già utilizzati da precedenti tecnologie (impianti 2G/3G/4G) che sono stati classificati in due categorie:

- impianti non espandibili: sono impianti nei quali i limiti attuali della normativa italiana non consentono una espansione 5G in quanto già saturati dalle altre tecnologie presenti;
- impianti espandibili: sono impianti nei quali è ragionevolmente possibile una espansione 5G.

La simulazione di propagazione elettromagnetica e il dimensionamento di rete sono stati eseguiti utilizzando i seguenti criteri di qualità e copertura:

- qualità: efficienza spettrale a bordo cella di 0.375 bit/s/Hz, corrispondente a 30 Mbps con 80 MHz e a 7.5 Mbps con 20 MHz;
- copertura: copertura outdoor del 95% e copertura indoor con riferimento livello del suolo del 60%.

Il criterio di qualità risulta in linea con i valori di efficienza spettrale raggiungibili dal 5G e con i requisiti di banda ultra-larga definiti a livello nazionale, mentre quello di copertura si attesta sui valori minimi comunemente utilizzati dagli operatori per le zone urbanizzate, in linea con il disciplinare di gara delle frequenze 5G.

L'analisi comparata delle reti pianificate è stata basata su tre scenari di riferimento:

- Scenario 0: solo impianti attuali espandibili nel rispetto dei limiti attuali. Viene valutata la copertura come percentuale di area che soddisfa l'obiettivo di qualità.
- Scenario 1: impianti attuali espandibili e altri impianti aggiuntivi (nuovi o, ove possibile, re-ingegnerizzati) nel rispetto dei limiti attuali, fino al raggiungimento del target di qualità.
- Scenario 2: tutti gli impianti attuali e eventuali altri aggiuntivi nel rispetto dei limiti ICNIRP, fino al raggiungimento del target di qualità.

I risultati hanno mostrato che, utilizzando solo i siti attuali espandibili, la qualità della rete è pessima e la copertura presenta buchi nei centri urbani tali da rendere l'uso del 5G per gli scenari

⁶¹ <https://www.agendadigitale.eu/infrastrutture/5g-e-campi-elettromagnetici-ecco-perche-litalia-deve-adeguarsi-alleuropa/>

⁶² https://d110erj175o600.cloudfront.net/wp-content/uploads/2020/04/Prof._Capone.pdf

applicativi avanzati impossibile. Inoltre, i risultati ottenuti hanno mostrato che la percentuale media di impianti non espandibili è risulta essere pari al 62%, che opportunamente proiettata a livello nazionale corrisponde a 27.900 impianti per cui occorre prevedere interventi di re-ingegnerizzazione (come ad esempio innalzamento dell'altezza delle antenne con pali più alti) o nuovi siti. Infine, si è potuto constatare come con un innalzamento dei limiti a quelli indicati dall'ICNIRP, tutti i siti risultano espandibili e sufficienti nella maggior parte dei casi a raggiungere gli obiettivi di qualità e copertura. Nel primo scenario, una reingegnerizzazione della rete, oltre ai problemi di impatto regolamentare e paesaggistico che incontrerebbe per la necessità di trovare un numero così elevato di nuovi siti adatti alla trasmissione, genererebbe costi extra per €3,86 miliardi, rispetto agli investimenti necessari per innovare la rete che sarebbero necessari qualora i limiti elettromagnetici fossero equiparati a quelli consigliati dall'ICNIRP.⁶³

Conclusioni

Alla luce di quanto riportato possiamo dedurre che il percorso d'implementazione della tecnologia 5G non è affatto semplice. Quest'ultimo rappresenta una complessa interazione tra produttori di apparecchiature infrastrutturali, produttori di dispositivi, operatori e utenti finali, nonché autorità di regolamentazione e responsabili politici a livello nazionale, regionale e globale, che hanno decisioni importanti da prendere. Sono state identificate due principali problematiche che ritarderebbero l'implementazione del 5G in Italia, e di conseguenza ridurrebbero i benefici prodotti da questa tecnologia. Queste sono:

1. L'imposizione di un ban su Huawei e ZTE nel mercato RAN.
2. La dotazione di una policy normativa che crei un ambiente favorevole per l'implementazione del 5G.

In base alle informazioni pubbliche attualmente esistenti, l'Italia sta affrontando questo percorso nel miglior modo possibile, con l'obiettivo di giungere a uno scenario ideale per la realizzazione della rete 5G. L'Italia considera cruciale il ruolo di Huawei e ZTE per la realizzazione della rete; tuttavia non è stata ancora presa una decisione definitiva in merito ad un eventuale imposizione di un ban. La mancata imposizione di un ban garantirebbe un vantaggio competitivo che aiuterebbe a colmare il gap tecnologico dell'Italia rispetto ai paesi più avanzati. D'altro canto, una mancata imposizione del ban potrebbe creare problemi legati alla sicurezza cibernetica delle reti. L'iniziativa legislativa del Perimetro di sicurezza nazionale cibernetica ha proprio il compito di valutare la sicurezza delle reti, divenendo uno strumento utile per comprendere quale soluzione tra mancata introduzione del ban e introduzione del ban, apporti i maggiori benefici economici. Si è deciso saggiamente di tutelare non la totalità delle infrastrutture tecnologiche, ma solo quelle dalla cui permeabilità può derivare un pregiudizio per la nostra sicurezza. L'attenzione è dunque rivolta alle componenti più sensibili degli asset digitali critici, il cui malfunzionamento può danneggiare gravemente i nostri interessi nazionali. L'iniziativa legislativa del Perimetro di sicurezza nazionale cibernetica rappresenta una soluzione che non lascia margini all'arbitrarietà, dunque non ci saranno né aperture a priori né chiusure pregiudiziali verso nessuno. Inoltre, l'Italia attraverso il Piano Colao sta

⁶³ <https://www.agendadigitale.eu/infrastrutture/5g-e-campi-elettromagnetici-ecco-perche-litalia-deve-adeguarsi-alleuropa/>

compiendo ulteriori passi in avanti per rimuovere i principali ostacoli normativi che stanno rallentando l'implementazione della rete 5G. Il Piano, infatti, propone sia di innalzare i limiti di emissione elettromagnetica che nel nostro paese sono tra i più bassi della Ue, sia di escludere l'opponibilità locale quando i protocolli nazionali vengono rispettati, con l'obiettivo di limitare i divieti immotivati dei sindaci all'installazione legittima di nuove antenne 5G.

BIBLIOGRAFIA

1. David A. Besanko, Ronald R. Braeutigam, Microeconomia, Mc Graw Hill (2016).
2. Carlo Scognamiglio Pasini, Economia Industriale, Luiss University Press (2016).

SITOGRAFIA

1. https://i2.res.24o.it/pdf2010/Editrice/ILSOLE24ORE/ILSOLE24ORE/Online/Oggetti_Embedded/Documenti/2020/02/28/DIGITAL_ECONOMY_04_DEF.PDF
2. <https://www.qualcomm.com/media/documents/files/ihs-5g-economic-impact-study-2019.pdf>
3. https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/imt-2020/Documents/S01-1_Requirements%20for%20IMT-2020_Rev.pdf
4. <https://www.ngmn.org/work-programme/5g-white-paper.html>
5. https://www.agi.it/saperetutto/5g_huawei_ericsson_tim_nokia_zte_vodafone-5035224/longform/2019-02-23/
6. <https://www.ilsole24ore.com/art/reti-5g-quando-e-come-arrivera-quinta-generazione-italia-ABbnEesB>
7. <https://www.mise.gov.it/index.php/it/comunicazioni/servizi-alle-impres/tecnologia-5g/bando-5g#:~:text=Bando%205G%20per%20l'assegnazione%20di%20diritti%20d'uso%20delle%20frequenze&text=Con%20l'asta%20vengono%20messi,MHz%20nella%20banda%20a%2026GHz&text=e%2075%20MHz%20in%20quella%20a%20700%20MHz.>
8. https://www.arpae.it/dettaglio_generale.asp?id=4149&idlivello=2145
9. https://connectcentre.ie/wp-content/uploads/2016/10/EC-Study_5G-in-Europe.pdf
10. <https://www.ericsson.com/en/press-releases/1/2016/5g-subscriptions-to-reach-half-a-billion-in-2022-ericsson-mobility-report>
11. https://s.deascuola.it/animali_costruttori/5_scenari_leontief_ter.htm
12. <https://www.agendadigitale.eu/infrastrutture/5g-la-vera-posta-in-gioco-nello-scontro-usa-cina-e-il-ruolo-dellue/>
13. <https://www.ilsole24ore.com/art/usa-contro-cina-l-europa-mezzo-5g-si-gioca-partita-il-futuro-dell-economia-globale-ABUwXmeB>

14. <https://www.key4biz.it/la-cina-regina-del-5g-minaccia-vendetta-dopo-il-bando-di-trump-a-huawei-e-zte/305974/>
15. <https://www.key4biz.it/5g-gli-usa-sono-in-ritardo-la-strategia-di-trump-bastera/301391/>
16. <https://www.ilfattoquotidiano.it/2020/06/16/huawei-usa-riducono-le-restrizioni-per-consentire-alle-aziende-di-collaborare-sullo-standard-5g/5836759/>
17. <https://www.dday.it/redazione/36226/cose-5g-core-network-ran>
18. <https://www.gsma.com/mobileeconomy/>
19. <https://www.gsma.com/newsroom/press-release/new-gsma-study-5g-to-account-for-15-of-global-mobile-industry-by-2025/>
20. <http://www.politicheeuropee.gov.it/it/attivita/aiuti-di-stato/>
21. https://d110erj175o600.cloudfront.net/wp-content/uploads/2019/10/Strand-Consult_The-real-cost-to-rip-and-replace-of-Chinese-equipment-in-telecom-networks-003-1.pdf
22. https://www.multimac.it/soluzioni_scheda_ita.php/nomeProdotto=Network_Slicing/idcat=3/idsottocat=154/idprodotto=1478
23. <https://argomenti.ilsole24ore.com/parolechiave/opex-e-capex.html>
24. <https://www.avatrade.it/formazione/trading-per-principianti/capex-definizione>
25. <https://www.borsaitaliana.it/notizie/sotto-la-lente/cagr-259.htm>
26. https://resources.oxfordeconomics.com/hubfs/Huawei_5G_2019_report_V10.pdf
27. https://www.nic.org.uk/wp-content/uploads/2906219-NIC-Technical-Paper-Economic-Driver-v1_0A-WEBACCESSIBLE.pdf
28. <https://www.3gpp.org/about-3gpp/about-3gpp>
29. <https://www.corrierecomunicazioni.it/telco/5g/coronavirus-per-il-5g-si-mette-male-bisognerà-rivedere-la-roadmap-delle-reti/>
30. <https://www.forbes.com/sites/carlypage/2020/04/02/5g-delayed-europe-covid-19-pandemic/#6754270447b8>
31. <https://www.capacitymedia.com/articles/3825577/covid-19-unlikely-to-delay-5g-deployments>
32. <https://www.key4biz.it/5g-il-virus-non-ferma-la-nuova-rete-attese-32-miliardi-di-conessioni-nel-mondo-entro-il-2025/309513/>
33. <https://www.agcm.it/dotcmsdoc/audizioni-parlamentari/Audizione-20190918.pdf>
34. <https://www.i-com.it/2020/04/10/golden-power-legge/>
35. https://d110erj175o600.cloudfront.net/wp-content/uploads/2019/10/1.-Rapporto_Ores_Completo-v5-1.pdf
36. <https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPrfgdl2020.pdf>
37. https://d110erj175o600.cloudfront.net/wp-content/uploads/2020/04/Prof._Capone.pdf
38. <https://www.agendadigitale.eu/infrastrutture/5g-e-campi-elettromagnetici-ecco-perche-litalia-deve-adeguarsi-alleuropa/>